Constructability-buildability-izgradivost

Galić, Mario; Dolaček-Alduk, Zlata; Uremović, Boris

Source / Izvornik: **E-GFOS, 2013, 4, 68 - 80**

Journal article, Published version
Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:133:862606

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 3.0

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI FAKULTET OSIJEK
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository GrAFOS - Repository of Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

CONSTRUCTABILITY-BUILDABILITY-IZGRADIVOST

Mario Galić
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Građevinski fakultet Osijek, dipl.ing.građ.
Zlata Dolaček-Alduk
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Građevinski fakultet Osijek, docent
Boris Uremović
Tehničko veleučilište u Zagrebu, dipl.ing.građ., predavač

Sažetak: Izgradivost je koncept koji još nije ostvario značajniji utjecaj u građevinskoj praksi u Hrvatskoj, kao što je to slučaj u zemljama poput SAD-a, Kanade, UK i Australije. Ovim se radom nastoji prihvaćenu definiciju, ciljeve i *output* koncepta izgradivosti približiti sudionicima u građevinskim projektima, no i utvrditi što pojedine interesne strane smatraju ključnim problemom u eventualnom provođenju koncepta, ali i koji su uzroci problema na relaciji projektiranje-izvođenje-korištenje općenito.

Ključne riječi: izgradivost, izgradljivost, relacija projektant-izvođač-korisnik, faze građevinskog projekta

CONSTRUCTABILITY-BUILDABILITY-IZGRADIVOST

Abstract: Constructability (Buildability) is a concept which still hasn't reached significant impact on construction practice in Croatia, as quite as it has in countries like USA, Canada, UK and Australia. With this paper authors strive to constructability accepted definition, objectives and outputs bring closer to the participants in the construction projects, determine which particular problems stakeholders in Croatian construction projects believe that are the fundamental in the implementation of the concept, but also the causes of the problems between the design-constructing-usage.

Key words: constructability, buildability, design-constructing-usage relation, phases in construction projects

1 Uvod

Planiranje i analiziranje projekata kroz životni ciklus projekta je logičan i sistematičan pristup upravljanju projektima kojega su znanstveni krugovi prepoznali, a praksa prihvatila. No ipak, građevinska praksa je prilično selektivno prihvatila ovaj pristup upravljanja projektima, a ono što se često zaboravlja su problemi i veze među fazama projekta, pa i cijele pojedine faze projekta. Životni ciklus svakog projekta sastoji se od tri glavne faze (koncept, definicija i izvedba) i dvije faze koje su sve prisutnije i tek se odnedavno kod nas više o njima razgovara (eksploatacija/održavanje i uklanjanje). Posebnost ovakvog pristupa upravljanju projektima su veze, utjecaji i problemi među navedenim fazama projekta, tj. koje su to sve veze među fazama, kako utječu jedna na drugu i kako spriječiti ili, ako je to moguće, potpuno otkloniti negativne utjecaje ili aktivnosti jedne faze na sljedeću.

Građevinarstvo, za razliku od drugih grana industrija, sastoji se od raščlanjenih procesa (izrada projektne dokumentacije i građenje) koje sudionici u projektu provode bez stalne ili ikakve međusobne povezanosti, što u konačnosti dovodi do problema na relaciji projekt-izvođenje-korištenje (projektant-izvođač-korisnik). Zbog ignoriranja veza među fazama projekta nastaju problemi koji se moraju rješavati u kasnijim fazama projekta, a takva rješenja problema budu ekonomski i tehnički upitna (upitne isplativosti i izvedivosti). Osim toga i kvaliteta rješenja je dovedena u pitanje jer je vrijeme za njihovu provedbu je ograničeno.

Kada se malo dublje zađe u uzrok problema, vidi se da problemi nastaju pri razmjeni informacija sudionika u istom projektu, ili ako povučemo usporedbu, to bi bila asimetrična informacija u svojim promjenjivim oblicima među sudionicima.

Koncept izgradivosti je jedini koncept menadžmenta unazad 30 godina, koji je razvijen od strane građevinarstva za građevinarstvo [1], a nudi načine sprječavanja i rješavanja problema na spomenutoj relaciji u građevinskim projektima.

Motivacija istraživanja je da se utvrdi razmišlja li se i vodi li se računa o narednim fazama u građevinskim projektima u praksi. Kako bi to razmotrili, autori su proveli anketiranje stručnih ljudi koji sudjeluju u građevinskim projektima na području istočne Hrvatske i koji se kroz svoje radno iskustvo susreću s pitanjima i mjerama koje koncept izgradivosti opisuje i predlaže. Također, ispitanici su dali svoje prijedloge koji su u skladu pojačavanja utjecaja koncepta izgradivosti kroz zakonske okvire te dali svoja mišljenja o ulaganjima u stručna usavršavanja u građevinarstvu. Prije analize ankete napravljen je pregled literature u kojoj se definira i opisuje primjena izgradivosti u svijetu. Koncept je razmotren sa što više različitih strana i razmišljanja, tj. kroz definicije i primjene koncepta u raznim poslovnim i kulturnim okruženjima, kako bi se pronašao onaj koji najviše odgovara principima pa i mentalitetu ovih prostora.

2 Definicija, ciljevi i svjetska iskustva s konceptom izgradivosti

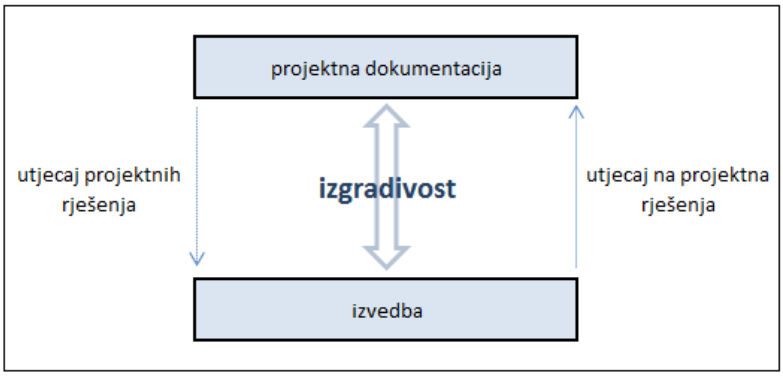
Pri najjednostavnijem i modernom načinom istraživanja pojmova, putem interneta, uočeno je da se u hrvatskom govornom području koncept izgradivosti (izgradljvosti) rijetko spominje i miješa s pojmom izgrađenosti koji nema nikakve veze s konceptom izgradivosti i odnosi se na dopuštenu iskorištenost građevinskog zemljišta za zgrade i druge građevine, reguliranu Zakonom o prostornom uređenju i gradnji. Potrebno je naglasiti i razliku između koncepta izgradivosti i studija izvodljivosti projekata (*Feasibility studies*) koje su dio faze koncipiranja projekata u kojima se razmatraju tehnički aspekti konceptualnih rješenja i služe kao oslonac za čvršću investicijsku odluku [2].

Prema CIRIA-i (*Construction Industry Research and Information Association)*, udruzi za unaprjeđenje svih aspekata građevinske proizvodnje u UK kroz istraživanja i informiranje, izgradivost (u UK je prihvaćen termin *Bulidability*) je definirana kao mjera u kojoj dizajn, tj. projektna dokumentacija, olakšava građenje uz sve zadane zahtjeve za završetak građevine [3,4,1]. Kritična veza je isključivo između projektnog tima i izvođača, gdje ključnu ulogu u olakšavanju građenja, tj. izgradivosti, ima projektni tim. To je jedan aspekt definiranja pojma izgradivosti, i to navedene europske organizacije.

No, da bi pojam mogli potpuno shvatiti, treba vidjeti i pristup problemu s alternativne, u ovome slučaju američke strane. U SAD-u je konstituirana institucija pod imenom CII (*Construction Industry Insitution*) sa zadaćom poboljšanja rentabilnosti, upravljanja kvalitetom i međunarodne konkurentnosti građevne industrije u SAD-u, koja pojam izgradivosti (u SAD-u je prihvaćen termin *Constructability)* definira kao sistem za postizanje optimalne integracije građevinskog znanja i iskustva u planiranju, nabavi i izvođenju radova u procesu izgradnje, te uravnoteženje projekata s ograničenjima okoliša, a sa svrhom postizanja zadanih projektnih ciljeva [1,5,6].

Da bi se ostvario potpuni potencijal koncepta izgradivosti potrebno je i prepoznati složenu interakciju čimbenika u projektu, jer treba imati na umu da izgradivost nema samo za svrhu olakšavanje izgradnje građevine, već ujedno i osiguranje tražene kvalitete gotovog proizvoda. Tako dolazimo do malo potpunije definicije pojma izgradivosti: „*Niz odluka u procesu realizacije građevine koje su odgovor na razne čimbenike koji utječu na projekt i na ciljeve projekta, koje će u konačnici olakšati izvedbu i osigurati kvalitetu građevine*“ [7].

No i ova definicija bi bila potpuna ako bi koncept izgradivosti završavao sa završetkom izgradnje građevine. Stoga se postavlja pitanje što je s održavanjem objekta i konceptom izgradivosti. Odlukama u ranim fazama u projektu direktno se može utjecati i na fazu održavanja građevine. Zato izgradivost ima svoju važnost i kod aktivnosti održavanja građevina i dijelova građevina kao što su instalacije, zamjene i dorade pojedinih dijelova, usluge i oprema [1].



Slika 1 – grafički prikaz izgradivosti prema CIRIA-i [1]

Za uspješnu provedbu koncepta investitor ili predstavnik investitora treba kao prvi prioritet postaviti program projekta koji jasno određuje ciljeve projekta i omogućuje konceptu izgradivosti da bude karakteristika projekta uz jasno određene ciljeve koncepta za svaku pojedinu fazu i za sve sudionike posebno. Sažeti slijed koncepta je (1) racionalizacija; (2) standardizacija i (3) ponavljanje, predložio autor u radu [8]; a širi i jasniji niz principa je sljedeći [3]:

1) **Integracija** – izgradivost treba biti sastavni dio sveukupnog programa projekta
2) **Građevinska znanja i vještine** – prilikom planiranja i projektiranja nužna su znanja i vještine u određenom području
3) **Projektni tim** – iskustvo, vještine i sastav projektnog tima moraju biti na razini projekta
4) **Korporativni ciljevi** –projektni timovi trebaju podržavati ciljeve poduzeća, ali i uvažavati naručiteljeve/korisnikove ciljeve
5) **Raspoloživi resursi** – tehnologija projektnog rješenja mora biti na razini sposobnosti izvođača i raspoloživih resursa na tržištu
6) **Vanjski čimbenici** – vanjski faktori mogu utjecati na cijene, ali i na program projekta
7) **Program projekta** – program projekta mora biti realan, uvažavajući izvedbu, i imati potpunu podršku i fokus projektnog tima
8) **Metodologija izvedbe** – projektna dokumentacija mora sadržavati metodologiju izvedbe
9) **Izvodljivost** – izgradivost će biti efikasnija ako se izvodivost u projektu obvezno razmatra u fazi koncipiranja
10) **Specifikacije** – izgradivost projekta je poboljšana kada se učinkovitost izgradnje razmatra kroz specifikacije razvoja projekta
11) **Inovacije u izgradnji** – korištenjem novih tehnika tijekom izgradnje može poboljšati izgradivost
12) **Povratna informacija** – izgradivost može biti poboljšana na budućim sličnim projektima ako se provodi učenje na projektima, tj. ako se provode post-analize projekata.

Principi koncepta izgradivosti koji su navedeni imaju svoje mjesto najefikasnije primjene u pojedinoj fazi projekta. Naime, poznato je da dolazi do značajnog pada mogućnosti utjecaja na projekt s vremenom, stoga se većina principa primjenjuje u ranijim fazama (koncipiranje i definiranje). U tablici 1 dan je prikaz kada je koji od principa važan u pojedinim fazama projekta.

Tablica 1 – Primjena pojedinih principa u fazama projekta [1]

Izvodivost (faza koncipiranja)	Idejni projekt (faza definiranja)	Glavni i izvedbeni projekt (faza definiranja)	Građenje (faza izvedbe)	Poslije građenja (faza održavanja i uporabe)
1), 3), 4), 5), 6)	1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 9)	3), 5), 7), 8), 9), 10)	7), 9), 11)	12)

Empirijske preporuke temeljene na *case-study* analizama o primjeni principa koncepta u fazama projekta su:

- treba sve parametre i ograničenja projekta istražiti temeljito
- formirati tim koji će pripremiti i uključiti izgradivost u projektni program
- uključiti stručnjake iz određenih područja u ranijim fazama projekta
- uključiti, ako je to moguće, i budućeg izvođača što ranije u projekt
- pripremiti strategiju ugovaranja projekta
- potrebno je voditi računa o pristupu građevini prilikom izrade tehničke dokumentacije
- voditi računa o izboru lako dostupnog i prikladnog materijala
- voditi računa o potrebnim znanjima i vještinama za izvedbu projekta prema izrađenoj tehničkoj dokumentaciji i stanju na tržištu
- nastojati da projektna rješenja budu što lakše izvediva uz mogućnost ponavljanja radnji i materijala
- ostvariti direktnu i jasnu komunikaciju.

Konkretnija saznanja ranijih istraživanja su da se pri analizi i usporedbi provedenih projekata uz primjenu koncepta izgradivosti zabilježila **10%-tna** ušteda ukupnog trajanja projekta i **7%-tna** ušteda ukupne cijene projekta [9,10], a na pojedinim projektima čak i **30%-tno** reducirano ukupno trajanje projekta bez povećavanja troškova [11]. Pozitivan primjer primjene koncepta izgradivosti predstavlja projekt izgradnje Toyotine tvornice automobila u Australiji, gdje je ostvarena ušteda vremena izgradnje (umjesto 110 tjedana, izgradnja je trajala 107 tjedana) i smanjenje troškova izgradnje (umjesto 144 mil. Eura, izgradnja je koštala 127 mil. eura). Ova ušteda je omogućena prvenstveno primjenom principa da se prije definiranja projekta napravio model krovne konstrukcije i pokrovnih elemenata konstrukcije gdje su svi detalji i konstrukcijski spojevi testirani i dorađeni, a potom je model ispitan na sve vanjske i unutarnje utjecaje [1].

Tablica 2 – Prikaz zajedničkih konceptualnih tema između koncepta održive gradnje i izgradivosti [12]

Principi i smjernice koncepta izgradivosti	Principi i smjernice koncepta održive gradnje	Opće smjernice pri upravljanju građevinskim projektima
korištenje tehničkih specifikacija (proizvoda i usluga)	ugovaranje usmjereno ka očuvanju okoliša	poticanje inovativnosti
jednostavniji dizajn, izbjegavanje nepotrebne složenosti oblika	optimalno korištenje univerzalnih jedinica (standardizacija veličina prostorija, poticanje modularne izgradnje)	standardizirati dizajn kako bi se maksimalizirala ponovljivost u izgradnji
arhitektonski koncepti dizajna trebaju biti u skladu s onima koji su specifični za područje gdje se projekt realizira	mogućnost korištenja materijala koji su dostupni ili proizvedeni u neposrednoj blizini mjesta izgradnje građevine	uvažiti lokalne i okolišne uvjete pri donošenju odluka u fazi definiranja projekta
voditi računa o učinkovitosti izvođenja prilikom definiranja projekta	uz standardne kriterije i ocjene projektnih rješenja: cijene i ukupnog trajanja projekta, dodati kriterij ekološki najprihvatljivijeg rješenja	dizajn građevine treba uzeti u obzir učinkovitost izvođenja
navesti najučinkovitiji sustav / materijal kako bi se ostvario određeni cilj	optimizirati korištenje materijala (npr. preferirati rešetke i kompozitne materijale), povećati korištenje iskoristivih i obnovljivih bio-materijala	korištenje sustava koji minimiziraju proizvodnju *„in-situ“*

Primjer obnove zgrade Pentagona je pozitivan i reprezentativan primjer kombinirane primjene inicijative održive gradnje i izgradivosti, iako se ova dva koncepta još uvijek razmatraju zasebno. Kroz izbor recikliranih materijala pri izgradnji, strategije ugovaranja i organizacijske strukture projektnog tima, na ovome primjeru pokazalo se da je kombiniranjem ove dvije inicijative utjecaj jedne na drugu stimulativan te se postiže efekt sinergije tih dvaju koncepata [12]. Oba koncepta imaju svoje određene principe koji usmjeravaju ka ostvarenju ciljeva tih koncepata. U tablici 2 prikazani su njihovi zajednički principi.

Nije moguće napraviti univerzalne principe i korake koje će slijediti svi sudionici u projektu i u svakom projektu, već će svaka skupina ili pojedinačni sudionik morati sam razmotriti principe koje mora slijediti kako bi slijedio koncept izgradivosti. Ovo je vidljivo na negativnom primjeru projekta izgradnje autoceste u Maleziji gdje je od 23 prvotno predložena principa izgradivosti prema CIRIA-i, provedeno samo 7. Kasnijom analizom projekta utvrđeno je da su se nepotrebna kašnjenja i problemi mogli i trebali izbjeći provođenjem svih principa, a naročito onih u ranim fazama, poput uključivanja stručnjaka određenih znanja u fazi koncipiranja projekta i pri razradi strategije ugovaranja u projektu [13].

Svakako, jedna od bitnih i neizostavnih činjenica je da izgradivost nije moguće provesti bez sistematične komunikacije među članovima timova u projektu, jer sistematizacijom komunikacije izbjegava se dupliciranje poslova, ostvaruje koordinacija u sistemu, olakšava kontrola i izmjene tijeka i sudionika projekta, i osigurava nasljedstvo iskustava drugih sudionika u projektu [14,15]. Bez obzira što se možda čini kao trivijalna stvar, komunikacija, odnosno nedostatna ili nepravovremena komunikacija česti je uzrok problemima u projektu. Stoga je od ključne važnosti voditi računa o načinu i pravovremenosti komunikacije među sudionicima u projektu u svakoj fazi pojedinačno. Prema navedenim definicijama i inozemnim iskustvima mogu se postaviti sljedeći općeniti ciljevi koncepta izgradivosti:

- osnaživanje ranih faza planiranja projekta
- minimalizacija opsega izmjena u projektnoj dokumentaciji u kasnijim fazama
- smanjenje izmjena u projektnoj dokumentaciji od strane investitora
- poboljšanje produktivnosti izvođača
- razvijanje tehničkih specifikacija koje su pristupačnije i jasnije izvođaču
- poboljšanje kvalitete građevine
- smanjenje kašnjenja u izvedbi projekata
- općenito poboljšavanje javne slike o građevinarstvu
- promoviranje sigurnosti građenja
- smanjenje sukoba i sporova među sudionicima u projektu
- smanjenje vremena i troškova građenja.

3 Koncept izgradivosti u Hrvatskoj

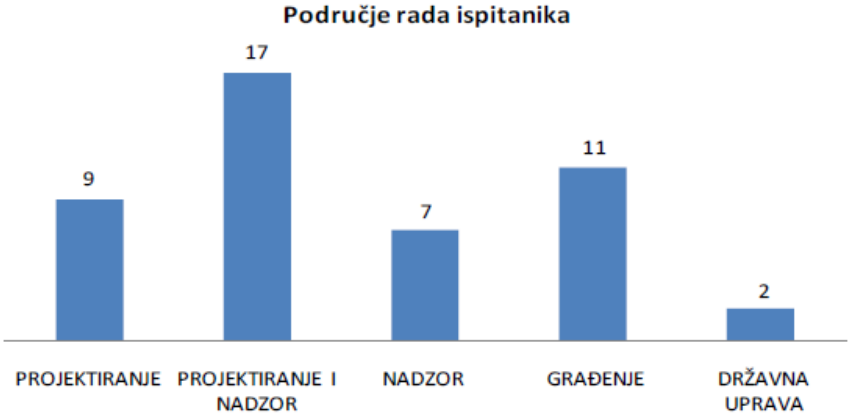
S obzirom da je interes rada usmjeren na prepoznavanje i primjenu izgradivosti u građevinarstvu na području istočne Hrvatske, izradila se anketa koja je trebala pokazati kako struka reagira, koristi li i prepoznaje li uopće izgradivost.

3.1 Metodologija istraživanja

Nakon pregleda literature koja se bavi spomenutim konceptom, izrađena je prvo skica pitanja na koja se želi dobiti odgovor anketom i potom su izrađena anketna pitanja. Anketa je izrađena tako da ima dva načina ispunjavanja: digitalno i ručno. Digitalno je izrađen anketni listić koji je kasnije putem e-maila poslan članovima društava građevinskih i arhitektonskih inženjera u Osijeku. Anketna pitanja, ukupno njih 26, podijeljena su na tri dijela. Prvih 6 pitanja odnose se na podatke o ispitanicima, a koji će kasnije poslužiti kao parametar u deskriptivnim statističkim prikazima rezultata. Drugi dio upitnika, od 7.-11. pitanja, tiču se poznavanja pojma izgradivosti, susreta s problemom i razlogom problema u građevinskoj proizvodnji. Treći dio upitnika, od 12.-17. pitanja, tiču se isključivo projektanata (ostali ispitanici su preskakali ovaj dio) i njima se pitalo kako ispitanici vide utjecaj njihovih projektnih rješenja na daljnje faze građevinskih projekata. Četvrti dio upitnika, od 18. -23. pitanja, sadržava pitanja kojima se želi vidjeti stajalište izvođača i nadzora nad gradnjom o osjetljivosti projektanata na kasnije faze projekta. U petom dijelu svi ispitanici su pitani o mogućnostima zakonskog reguliranja problema na relaciji projekt-izvedba-korištenje, uz prijedlog rješenja.

3.2 Analiza populacije istraživanja

Ukupno je ispunjen 51 anketni listić, od kojih su 5 bili nevažeći zbog neispunjavanja upitnika do kraja ili oštećenja upitnika zbog kojih se nisu mogli sa sigurnošću obraditi odgovori. Dakle, 46 ispitanika je valjano ispunilo upitnik i oni su baza istraživanja. Od 46 listića, 17 je ispunjeno digitalnim putem, a 29 je ispunjeno ručno (primjer upitnika nalazi se u prilogu rada). Najveći dio, 43,48% (njih 20) ispitanika je staro između 25-30 godina, 28,26% (njih 13) ispitanika je preko 50 godina, a ostale dvije skupine su jednake - 13,06% (po 6 ispitanika) i čine starosnu skupinu od 31-40 i 41-50 godina. Dakle, vidljivo je da će biti vrlo zanimljivo kasnije usporediti rezultate i između dvije glavne starosne skupine (25-30 i >50). Zanimljivija podjela je prema radnom iskustvu, gdje 41,30% (19) ima 2-5 godina radnog iskustva, a preostali dio ispitanika 13,04% (6 ispitanika) ima više od 30 godina radnog iskustva; 21,74% (10) ima između 20-30 godina radnog iskustva; 5-10 godina radnog iskustva ima 8,70% (4). Zanimljivo će biti usporediti mišljenja i odgovore između dvije skupine ispitanika s radnim iskustvom do 10 godina i više od 10 godina, u omjeru cca 50/50%. Tri su struke inženjera koji su popunjavali upitnik - to su arhitektonski, građevinski i inženjeri elektrotehnike; no s obzirom na to da bi trebao biti ravnomjeran odnos ispitanika iste razine školovanja i struke, prema ovoj podjeli nije se vršila analiza rezultata. Zanimljivija deskriptivna varijabla je ona koja nam grupira ispitanike prema području rada.

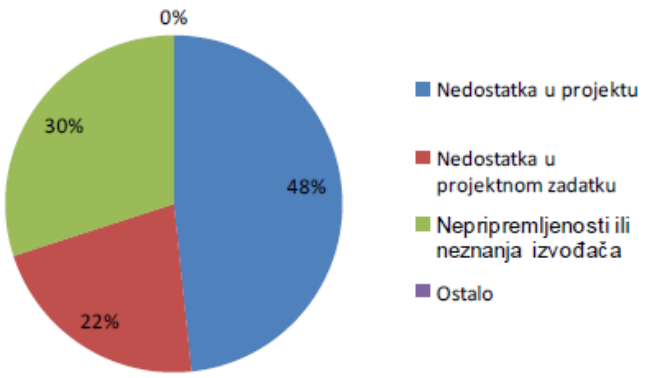


Slika 2 – Stupčasti dijagram raspodjele područja rada ispitanika

Prema ovoj podjeli svakako će se usporediti i analizirati rezultati upitnika. Također, bitno je spomenuti da 78,26% ispitanika (36) ima položen stručni ispit.

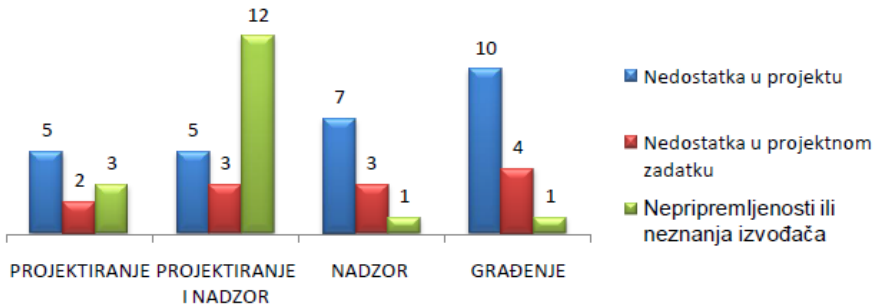
3.3 Analiza rezultata drugog dijela upitnika (o pojmu izgradivosti, susreti s problemom i uzroci problema zastoja građenja)

Prvo pitanje ovoga dijela glasilo je: *Jeste li se susreli dosada s pojmom ili konceptom izgradivosti?* 63% ispitanika nije se ranije susrelo s pojmom izgradivosti i neovisno je o području rada, radnom iskustvu i starosti ispitanika, tj. podjednaki su udjeli. U ranijem dijelu rada spomenuto je da je primijećeno miješanje pojma izgradivosti s pojmom izgrađenosti, a i rezultati upitnika pokazuju da 40% ispitanika ne razlikuje ta dva pojma. Definiciju koja je preuzeta iz navedene literature nije razumjelo samo 10% ispitanika. Četvrto pitanje ovoga dijela (10. ukupno) glasilo je: *U Vašem dosadašnjem radu, koliko često ste se susreli s problemom zastoja građenja uslijed problema u projektnoj dokumentaciji?* 65% ispitanika se često ili vrlo često susreće s tim problemom, no to priznaju sva područja rada osim projektanata i projektanata koji vrše nadzor nad gradnjom, a oni su rekli da se rijetko susreću s tim problemom, njih 28% (od preostalih 35%). Sljedeće pitanje je bilo što je najčešće razlog tom problemu, a odgovori su:



Slika 3 – ***Pie chart*** **prikaz uzroka problema zastoja građenja prema mišljenju ispitanika**

Prema grupama područja rada ispitanika:

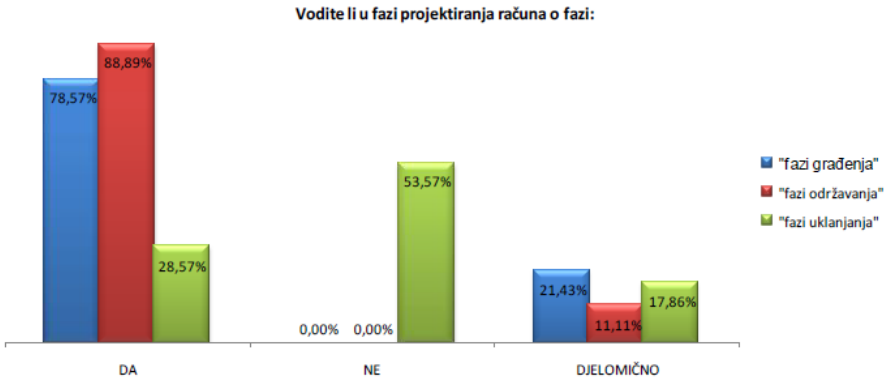


Slika 4 - Prikaz mišljenja ispitanika o uzroku problema zastoja građenja prema njihovom području rada

Na slici 4 vidljivo je da nedostatak u projektnoj dokumentaciji kao uzrok kašnjenja i zastoja građenja priznaju ispitanici koji su na području izvođenja i nadzora nad gradnjom, dok projektanti i projektanti koji provode i nadzor nad gradnjom za isti problem ističu kao uzrok nepripremljenost ili neznanje izvođača. Jedino se podjednako, s obzirom na područje rada ispitanika, krivica za spomenuti problem pripisuje projektnom zadatku.

3.4 Analiza rezultata trećeg dijela upitnika (dio pitanja postavljenih ispitanicima koji se bave isključivo projektiranjem i odnose se na faze projektiranja)

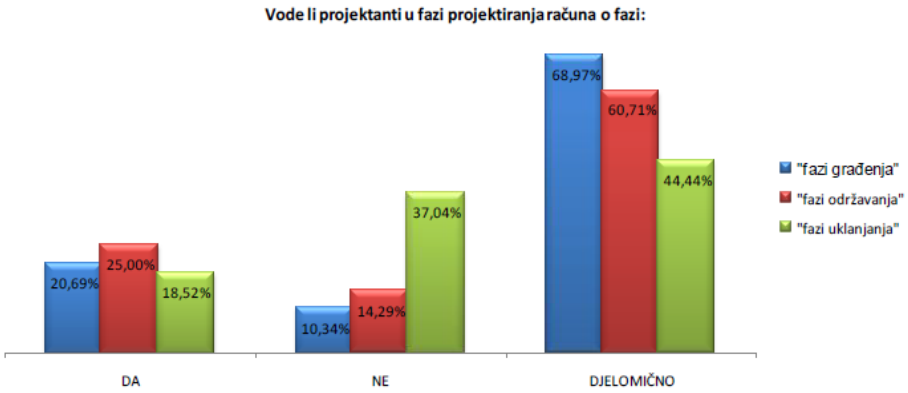
Prema očekivanjima, pitanje projektantima (26 ispitanika) vode li računa o fazi izvođenja tijekom projektiranja, 78% ispitanika odgovorilo je da vode računa o izvođenju tijekom projektiranja, preostalih 22% je reklo da djelomično vode računa o kasnijoj fazi izvođenja prema njihovom projektu. Još veći je postotak, 89%, projektanata koji u fazi projektiranja vode računa i o fazi održavanja građevine. Na pitanje vode li računa o fazi uklanjanja građevine tijekom projektiranja, 29% projektanata vodi računa, 17% samo djelomično, a 54% uopće ne vodi računa o ovoj fazi projekta. Vrlo pohvalno je to što na pitanje koriste li nove materijale i tehnologije u svojim projektima, njih 86% je potvrdno odgovorilo, a preostalih 14% to radi djelomično.



Slika 5 - Grafički prikaz rezultata na pitanje projektantima vode li računa o kasnijim fazama projekta pri projektiranju

3.5 Analiza rezultata četvrtog dijela upitnika (dio pitanja postavljenih ispitanicima koji se bave građenjem i nadzorom nad građenjem, i odnose se na faze projektiranja)

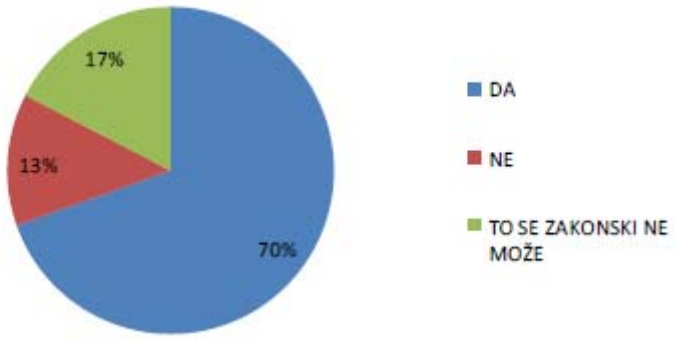
Na slici 6 vidljivo je da prema iskustvima nadzora nad gradnjom i izvođača, tvrdnje projektanata pokazne na slici 5 nisu potvrđene. O fazi izvođenja ispitanici su se izjasnili da projektanti tek djelomično vode računa, kao i o fazi održavanja. Izraženiji je postotak mišljenja da projektanti ili uopće ne vode računa, ili to čine tek djelomično o fazi uklanjanja prilikom projektiranja i to je jedino što se gotovo slaže s tvrdnjom projektanata. Na pitanje nastoje li koristiti nove tehnologije i materijale u svojim projektima izgradnje, ispitanici su odgovorili 80% potvrdno, no uz 61% mišljenja da je to još uvijek nedovoljno te da je trend ulaganja izvođačkih tvrtki u nove tehnologije i materijale u padu, 62% mišljenja.



Slika 6 - Grafički prikaz rezultata na pitanje izvođačima i nadzoru vode li računa projektanti o kasnijim fazama pri projektiranju

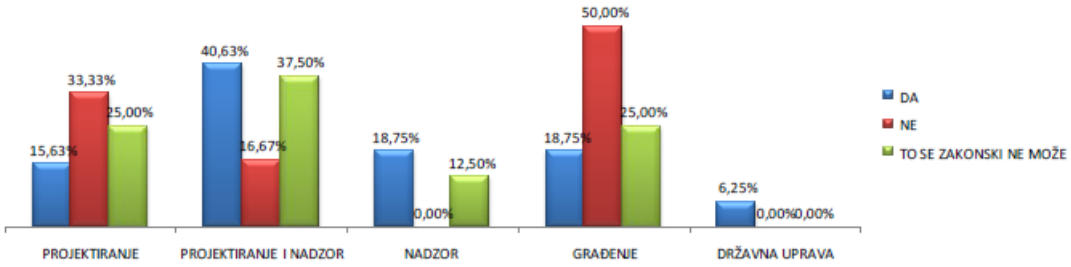
3.6 Analiza petog dijela upitnika (dio pitanja koja su postavljena svim ispitanicima i odnose se na mišljenja o rješavanju problema koji se razmatra)

Na pitanje je li moguće poboljšanje u zakonskoj regulativi kako bi problemi na relaciji projektiranje-izvođenje-korištenje bili smanjeni, odgovori su sljedeći:



Slika 7 - Grafički prikaz rezultata na pitanje o mogućnosti poboljšanja kroz zakonsku regulativu

Zanimljivo je i pogledati rezultate ovisno o području rada ispitanika:



Slika 8 - mišljenje ispitanika o poboljšanju regulative kao mogućeg rješenja problema, ovisno o području rada ispitanika

Na slici 8 vidljivo je da visoki postotak ispitanika od 70% misli da je moguće poboljšanjem zakonskih odredbi smanjiti probleme na relaciji projektiranje-izvođenje-korištenje, a na slici 10 je vidljivo da među afirmativnim odgovorima najveći je postotak onih koji rade na području projektiranja i nadzora nad gradnjom. Ispitanici koji su afirmativno odgovorili na prethodno pitanje imali su priliku napisati i svoj prijedlog poboljšanja, pa slijede prijedlozi:

- donošenje tehničkih propisa i podzakonskih akata koji bi dopunili postojeću zakonsku regulativu
- veće ovlasti i kazne za investitore
- bolja suradnja i povezanost, razmjena iskustava
- regulatorno riješiti minimum opreme projekta
- zakoni se različito tumače jer su nedosljedni
- pogledati regulativu Crne Gore
- problem različitih tumačenja zakona te iznaći način provođenja zakona
- napisati zakone tako da ih svi razumiju
- prije projektiranja, projektant treba obvezno sudjelovati u građenju kao izvođač
- obveza projektantskog nadzora propisanog zakonom
- ostaviti u zakonskim odrednicama što manje mjesta za dvojako ili različito tumačenje odrednica
- pravilnici (edukacija)
- zakonom jasno definirati prava i obveze svakog pojedinog sudionika u projektiranju-izvođenju-korištenju
- smanjenje birokracije, fleksibilnost sudionika u realnoj situaciji
- zakonskim odredbama jasno razgraničiti pitanja vezana za otklanjanje nedostataka/projektnih neodređenosti/funkcionalnih želja korisnika, u smislu definiranja obveza (izvođač/projektant/korisnik)

- jednostavno smanjiti trajanje vremena ishođenja dozvola, potvrda, skratiti žalbene rokove… općenito, s obzirom na stupanj umreženosti i trenutačna dostignuća na području komunikacije i obrade podataka, postoji realni prostor za poboljšanje
- obvezan rad svim budućim projektantima 2-3 god. u kombinaciji projektiranje i izvođenje (operativa)
- ono što je potrebno je zakonsko reguliranje načina izobrazbe i treninga u svim segmentima rada na terenu : od sustava poštovanja hijerarhije pri komunikaciji, do pojedinačne izobrazbe svakog inženjera (pri čitanju i tumačenju nacrta) i do radnih vještina kako majstora, tako i pomoćnih radnika. Isto tako, puno jasnije je zakonski potrebno regulirati kriterije kojima se vrjednuju (licence) izvođačka poduzeća, a u odnosu na uži krug ekspertize: dakle, koja firma ima izučenost, sposobnosti, vještine i kvalitetu da bi obavljala pojedine radove u uže specijaliziranim segmentima građevine (recimo, pri obnovi objekata koji su pod zaštitom kao kulturna baština). Tako bi se spriječilo da svatko može dobiti licence ako je, npr. jednom žbukao dvorišni zid nekog objekta pod zaštitom.
- promjena zakona o javnoj nabavi.

Iznenađujući je broj prijedloga s obzirom na broj ispitanika i pitanja. Zanimljivi su prijedlozi zakonskog uređenja o obveznom periodu rada svakog projektanta na području izvođenja. Dakle kronološki, rad u operativi u određenom periodu, a zatim u projektiranju i nadzoru, smatra se svakako zdravijim i boljim načinom usmjeravanja poslovnog razmišljanja mladih inženjera u građevinskim projektima.

4 Zaključci istraživanja i preporuka za daljnje istraživanje

Pretpostavka, koja je u prvom redu empirijska a pokazala se prilično točnom, jest da je problem na relaciji projektiranje-izvođenje-korištenje evidentan i da korijen problema leži u tome da svaki od pojedinih sudionika u projektima uzimaju svoju ulogu i fazu kao konačnu u projektu. Prema provedenom istraživanju i analizi rezultata ovisno o području rada ispitanika, vidljivo je da problem na spomenutoj relaciji gotovo svi priznaju, no na pitanje što je uzrok problemima, uvijek se pokazuje na druge sudionike. Činjenica da projektanti ne misle priznati da možda i ne vode dovoljno računa o izvedbi njihovih projektantskih rješenja je prilično zabrinjavajuća, kao i činjenica da izvođačke tvrtke ne ulažu dovoljno sredstava u nova znanja i tehnologije. Podatak da se visoki postotak ispitanika nije ranije susreo s konceptom izgradivosti pokazuje da naša svijest nije na razini zemalja poput VB, Kanade ili SAD-a. No, to ne znači nužno da se već pojedini projekti ne provode prema nekim principima koje predlaže izgradivost. Stoga je evidentno da se ti principi i iskustva ne bilježe i ne uči se na njima, što je najveći propust struke i najvažnija konstatacija ovog istraživanja.

Svakako je potrebno ustrajati na cjelo-životnoj edukaciji inženjera u svim područjima građevinske struke, a posebno na važnosti jednakog zajedničkog viđenja životnog ciklusa projekata sa svim svojim fazama. Prema rezultatima, može se donijeti i zaključak da u neslaganju sudionika u projektu najviše trpi korisnik u vidu upitne kvalitete, nepotrebno produljenog vremena građenja i nepotrebnih troškova. Preporuka za daljnje istraživanje je u smjeru utvrđivanja kod kojih struka i gdje se u projektima najviše pojavljuje nepotrebna disipacija resursa, što znači da treba nakon istraživanja sa sličnim upitnikom, na ispitanicima raznih struka, proučiti izvedene projekte te ponuditi analizu gdje su sve postojale mogućnosti za provedbu pojedinih principa izgradivosti.

Što se tiče zakonske regulative, ne vidi se neki značajniji pomak od postojeće, osim možda pri polaganju stručnog ispita koji bi trebao zahtijevati rad u operativi. Zanimljivo je i da u našoj građevinskoj praksi još uvijek nema dovoljno primjera ugovora "*ključ u ruke*" gdje bi trebalo analizirati provođenje koncepta izgradivosti, u slučaju kada se broj sudionika relativno smanjuje i kada se ne čini da su strane sudionika nasuprotne, što naravno ni u kojem slučaju ne bi trebalo biti. Zaključak se naravno odnosi na područje istočne Hrvatske, dakako da bi trebalo proširiti istraživanje na područje cijele Hrvatske i na sve struke podjednako.

Literatura

[1] McGeorge, WD;Palmer A.;London K. 2002: Construction management: new directions, Wiley-Blackwell, Oxford, UK

[2] Kerzner, H. 2009: Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling, Wiley

[3] Crowther, P. 2002, Design for buildability and the deconstruction consequences, CIB Publication 272 - Design for Deconstruction and Materials Reuse, Karlsruhe, Germany, editors: Chini AR, Schultmann F
[4] Cheetham, D.W.; Lewis J. Productivity, buildability, and constructability: is work study the missing link?, 17th Annual ARCOM Conference, University of Salford, UK, editors: Akintoye A
[5] Othman, E.; Ahmed A. 2011: Improving Building Performance through Integrating Constructability in the Design Process, Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal, Vol. 3, Iss. 2, pp 333-347
[6] Pocock, J.B.; Kuennen S.T.;Gambatese J.;Rauschkolb J. 2006: Constructability state of practice report, Journal of construction engineering and management, Vol. 132, Iss. 4, pp 373-383
[7] Cowan, C.; Gray C.; Larson E. 1992: Project partnering, Project Management Journal, Vol. 23, Iss. pp 5-5
[8] Jarkas, Abdulaziz M. 2010: The influence of buildability factors on rebar fixing labour productivity of beams, Construction Management & Economics, Vol. 28, Iss. 5, pp 527-543
[9] Russell, J.S.; Swiggum K.E.;Shapiro J.M.; Alaydrus A.F. 1994: Constructability related to TQM, value engineering, and cost/benefits, Journal of performance of constructed facilities, Vol. 8, Iss. 1, pp 31-45
[10] Pulaski, M.H.; Horman M.J. 2005: Organizing constructability knowledge for design, Journal of construction engineering and management, Vol. 131, Iss. 8, pp 911-919
[11] Eldin, N.N. 1999: Impact of employee, management, and process issues on constructability implementation, Construction Management & Economics, Vol. 17, Iss. 6, pp 711-720
[12] Pulaski, M.; Pohlman T.; Horman M.; Riley D. Synergies between sustainable design and constructability at the Pentagon, Construction Research Congress, Honolulu, Hawaii, editors: Molenaar; KR, Chinowsky PS
[13] Nima, M.A.; Abdul-Kadir M.R.; Jaafar M.S.; Alghulami R.G. 2002: Constructability concepts in west port highway in Malaysia, Journal of construction engineering and management, Vol. 128, Iss. 4, pp 348-356
[14] Boeke Jr, E.H. 1990: Design for constructability: a contractor's view, Concrete Construction, Vol. 35, Iss. 2, pp 198-202
[15] Dunston, P.S.; Williamson C.E. 1999: Incorporating maintainability in constructability review process, Journal of Management in Engineering, Vol. 15, Iss. 5, pp 56-60

Prilog: upitnik

Constructability Buildability Izgradivost

Molimo Vas da pažljivo pročitate ovaj upitnik i u ponuđena polja unesete svoje odgovore, korištenjem ponuđenih opcija ili u slobodnoj formi. Ovaj upitnik će se koristiti isključivo u svrhu znanstvenog istraživanja, te Vam jamčimo apsolutnu povjerljivost podataka.

Opća pitanja 1.- 6.:		
1.	Dob:	☐ < 25 ☐ 25—30 ☐ 31—40 ☐ 41—50 ☐ > 50
2.	Zvanje:	☐ dipl. ing. arhitekture ☐ ing. arhitekture ☐ dipl. ing. građevinarstva ☐ ing. građevinarstva ☐ dipl. ing. strojarstva ☐ ing. strojarstva ☐ dipl. ing. elektrotehnike ☐ ing. elektrotehnike Ostalo, napisati koje?
3.	Radno iskustvo:	☐ 2—5 ☐ 5—10 ☐ 10—20 ☐ 20—30 ☐ > 30
4.	Imate li položen stručni ispit:	☐ Da ☐ Ne
5.	Područje rada:	☐ projektiranje ☐ projektiranje i nadzor nad gradnjom ☐ isključivo nadzor nad gradnjom ☐ građenje ☐ državna uprava (tijela građevinske inspekcije, ureda za izdavanje dozvola i sl.)
6.	Sektor zaposlenja:	☐ privatna tvrtka ☐ javna tvrtka ☐ državna uprava ☐ ured ovlaštenog inženjera
Tematska pitanja 7.- 11.:		
7.	Jeste li se susreli dosada s pojmom ili konceptom **izgradivosti**:	☐ Da ☐ Ne
8.	Razlikujete li pojmove **izgrađenost i izgradivost**:	☐ Da ☐ Ne
9.	**Izgradivost ili izgradljivost** se definira kao sistem za postizanje optimalne integracije građevinskog znanja i iskustva u projektiranju, planiranju, inženjerstvu, nabavi i terenskim operacijama u procesu izgradnje i uravnoteženja različitih projekata uz ograničenja zaštite okoliša, i uz postizanje zadanih projektnih ciljeva. Je li ova definicije jasna?	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično

10.	U Vašem dosadašnjem radu koliko često ste se susreli s problemom zastoja građenja uslijed problema u projektnoj dokumentaciji:	☐ Vrlo često ☐ Često ☐ Rijetko
11.	U tim slučajevima prema Vašem mišljenju i iskustvu zastoji su bili najčešće zbog:	☐ Nedostatka u projektu ☐ Nedostatka u projektnom zadatku ☐ Nepripremljenosti ili neznanja izvođača Ostalo, napisati zbog čega?
Ukoliko se bavite **isključivo gradnjom ili isključivo nadzorom nad gradnjom preskočite** naredna pitanja 12.-17. i prijeđite na pitanje 18.		
12.	Vodite li računa u fazi projektiranja o fazi građenja i mogućnostima izvođača,:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
13.	Vodite li računa u fazi projektiranja o fazi eksploatacije građevine, tj. o održavanju građevine:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
14.	Vodite li računa u fazi projektiranja o fazi rušenja:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
15.	Nastojite li koristiti nove tehnologije i nove materijale implementirati u Vaše projekte:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
16.	Prema Vašim iskustvima, koliko izvođačke tvrtke ulažu u nova znanja, a u vidu novih tehnologija i materijala u građevinarstvu:	☐ Dovoljno ☐ Nedovoljno
17.	Primjećujete li porast ili pad toga trenda (ulaganja izvođačkih tvrtki u nova saznanja):	☐ Porast ☐ Pad ili stagnacija
Ukoliko se bavite **isključivo projektiranjem preskočite** naredna pitanja 18.-23.i prijeđite na pitanje 24.		
18.	Prema Vašim iskustvima, vode li projektanti računa o fazi građenja i mogućnostima izvođača, u fazi projektiranja:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
19.	Prema Vašim iskustvima, vode li projektanti računa o fazi eksploatacije građevine, tj. o održavanju građevine u fazi projektiranja:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
20.	Prema Vašim iskustvima, vode li projektanti računa o fazi rušenja u fazi projektiranja:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
21.	Nastojite li koristiti nove tehnologije i nove materijale implementirati u Vaše projekte:	☐ Da ☐ Ne ☐ Djelomično
22.	Ulažete li u nova znanja, a u vidu novih tehnologija i materijala u građevinarstvu:	☐ Dovoljno ☐ Nedovoljno
23.	Primjećujete li porast ili pad toga trenda (ulaganja izvođačkih tvrtki u nova saznanja):	☐ Porast ☐ Pad
Naredna pitanja odgovaraju svi		
24.	Prema Vašem mišljenju je li moguće poboljšanje u zakonskoj regulativi kako bi problemi na relaciji projektiranje-izvođenje-korištenje bili smanjeni:	☐ Da ☐ Ne ☐ Ne, to se ne može zakonski riješiti
25.	Ako ste u prethodnom pitanju odgovorili Da, molimo napišite prijedlog poboljšanja regulative:	
26.	Hoćete li koncept izgradivosti razmatrati u Vašem daljnjem radu:	☐ Da ☐ Ne

Zahvaljujemo Vam na strpljenju i vremenu za ispunjavanje ovog upitnika.