

Usporedba normi za uvođenje 3D katastra

Tamara Ivelja¹, Miodrag Roić²

¹ Tehničko veleučilište u Zagrebu, Vrbik 8, Zagreb, Hrvatska, e-pošta: tivelja@tvz.hr

² Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, e-pošta: mroic@geof.hr

Sažetak. U radu se analiziraju Land Administration Domain Model (LADM) -ISO 19152 norma, INSPIRE direktiva i tehničke specifikacije za zgrade i katastarske čestice te njihova primjenjivost za razvoj i uspostavu 3D katastra. Usporedbom LADM norme i INSPIRE specifikacija prikazano je pojmovno podudaranje i kompatibilne definicije zajedničkih koncepata za katastarske čestice uz isticanje njihovih razlika u opsegu i ciljanim područjima primjene. S obzirom da je LADM primarno orijentiran na sustave za upravljanje zemljištem pokazao se kao bolja osnova za uspostavu 3D katastra. Također, u radu se razmatra primjenjivost LADM-a i INSPIRE-a u sustavu upravljanja zemljištem u Hrvatskoj. Zaključeno je, na temelju dosadašnjih radova, da direktna implementacija 3D katastra nije moguća zbog trenutnog stanja povezanih upisnika i načina strukturiranosti postojećih podataka te se predlaže postepeni prelazak u 3D katastar uz paralelno rješavanje zakonodavnih i institucionalnih pitanja.

Ključne riječi: 3D katastar, LADM, INSPIRE.

1. Uvod

Intenzivna gradnja složenih nekretnina stvorila je potrebu za razvoj upisa koji bi omogućio upisivanje i vođenje interesa (prava, tereta, korištenja, itd.) na njima. Interesi na takvim nekretninama sadrže prostornu komponentu u trećoj dimenziji, odnosno ispod i iznad plohe zemljine površine. Razvojem informacijskih tehnologija stvorili su se uvjeti za razvoj sustava koji bi omogućio kvalitetni opis složenih nekretnina i upis interesa na njima tj. 3D katastar. Dosadašnja istraživanja pokazuju da upis 3D zemljišnih podataka u katastru nudi značajne prednosti u području pravne zaštite [Stoter 2004]. Iz tog razloga veliki broj zemalja stavlja sebi za zadatak odgovoriti toj potrebi te unaprijediti postojeće 2D katastre u 3D. Važnost ove teme prepoznata je dosta rano. O tome svjedoče organizacija prve međunarodne konferencije o 3D katastru 2001. godine od strane FIG-a (International Federation of Surveyors) te poseban broj časopisa CEUS (Computers, Environment and Urban Systems) s temom o 3D katastru 2003. godine.

3D katastar donosi veliki broj izazova koje se odnose na one znanstvene/istraživačke prirode, kao i na one praktične prilikom implementacije. U međuvremenu su razvijene međunarodne norme i specifikacije koje mogu biti podrška tranziciji iz 2D u 3D katastar. One uzimaju u obzir zakonodavne, organizacijske i tehničke uvjete u pojedinim zemljama, ali su u pravilu izrađene da budu primjenjive u svim zemljama, a ostavljena je mogućnost nadogradnje specifičnostima pojedinih upravnih područja. Usporedba tehničkih pitanja Land Administration Domain Model (LADM) norme i INSPIRE direktive i specifikacija ukazuje na dobru podudarnost [Bydłosz 2012]. Međutim, ključni čimbenik sustava upravljanja zemljištem su odnosi ljudi prema zemljištu/nekretninama te se u ovom radu primarno uspoređuje njihovo modeliranje. LADM i INSPIRE značajno se razlikuju u opsegu i ciljnim područjima primjene. Dok je LADM orijentiran na opisivanje sustava za upravljanje zemljištem uključujući njegov pravni i prostorni aspekt, INSPIRE modeli o katastarskim

česticama i zgradama primarno su orijentirani na geografsku reprezentaciju prostora i okolišnu namjenu.

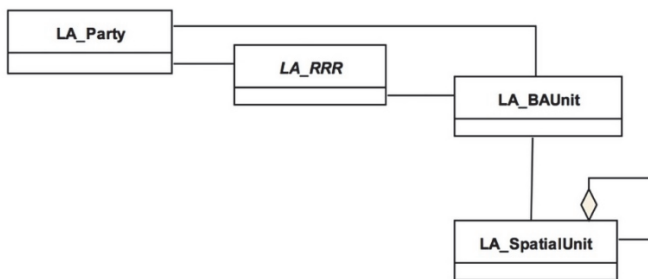
2. LADM norma

Land Administration Domain Model rezultat je opsežnog i dugoročnog rada FIG organizacije i drugih uključenih subjekata iz raznih istraživačkih centara te nacionalnih agencija za zemljovide i katastar (engl. National Mapping, Cadastre and Land Registry Authorities, NMCA). Rad je započeo 2002. godine razvojem Modela jezgre katastarskog područja (engl. Core Cadastral Domain Model, CCDM) [Van Oosterom i dr. 2006] koji je potom nakon brojnih izmjena i unapređenja 2012. godine usvojen kao ISO norma 19152. LADM je konceptualni model tj. opisni standard s ciljem pružanja osnove za razvoj učinkovitih sustava upravljanja zemljištem temeljenih na modelno orijentiranoj arhitekturi (engl. Model-driven architecture, MDA) koja omogućuje komunikaciju između zainteresiranih strana unutar i izvan jedne upravne jedinice. Za izradu LADM konceptualne sheme korišten je Unified Modelling Language (UML) jezik radi svojih karakteristika da na grafički način vizualizira i dokumentira odnose i procese. S obzirom na sličnosti različitih rješenja sustava upravljanja zemljištem, koja uključuju pravne/ upravne podatke, podatke o strankama/ osobama/ organizacijama, prostorne jedinice (parcele), podatke mjerenja, geometrijske/ topološke podatke, unutar LADM UML dijagrama definirane su tri osnovne klase [Slika 2.1].

To su klase: stranka (*LA_Party*), objekt upisa (*LA_BAUnit*) i interes (*LA_RRR* – od. engl. Right, Restriction, Responsibility). Objekt upisa čine prostorne jedinice određene položajem u prostoru (*LA_SpatialUnit*) [Ročić 2012].

Dijagramima UML definirani su odnosi između ljudi (*LA_Party*) i zemljišta (*LA_BAUnit*, *LA_SpatialUnit*) putem prava, ograničenja i obaveza (*LA_RRR*). Navedene klase sadržane su unutar tri osnovna paketa: paket Stranka (engl. Party), Upravni paket (engl. Administrative), paket Prostorna jedinica (engl. Spatial Unit) te podpaketa Izmjera i prikaz (engl. Surveying and Representation).

Paketi sadržavaju klase za opis sustava upravljanja zemljištem u trenutnom stanju, kao i Posebne klase (engl. Special Classes) koje omogućuju praćenje promjena, pohranu i rekonstrukciju povijesnih stanja podataka unutar definiranog modela.



Slika 2.1 Osnovne klase LADM modela [ISO 2012]

Najvažnija klasa u odnosu na 3D problematiku je klasa *LA_SpatialUnit* koja ima dvije specijalizacije. Prva je *LA_LegalSpaceBuildingUnit* koja je predviđena za zgrade, dok je druga specijalizacija *LA_LegalSpaceUtilityNetwork* predviđena za javnu komunalnu

infrastrukturu [ISO 2012]. Klasa *LA_SpatialUnit* povezuje interese nad nekretninom i njen prostorni opis, koji može varirati od tekstualnog do 3D topologije. Klasa *LA_RequiredRelationshipSpatialUnit* je definirana za slučajeve kada položajni podaci prostornih jedinica nisu dovoljno točni da bi davali pouzdane rezultate kod izvođenja računalnih prostornih operacija [ISO 2012]. U tom slučaju točne veze između pojedinih prostornih jedinica određuju se pomoću ove klase.

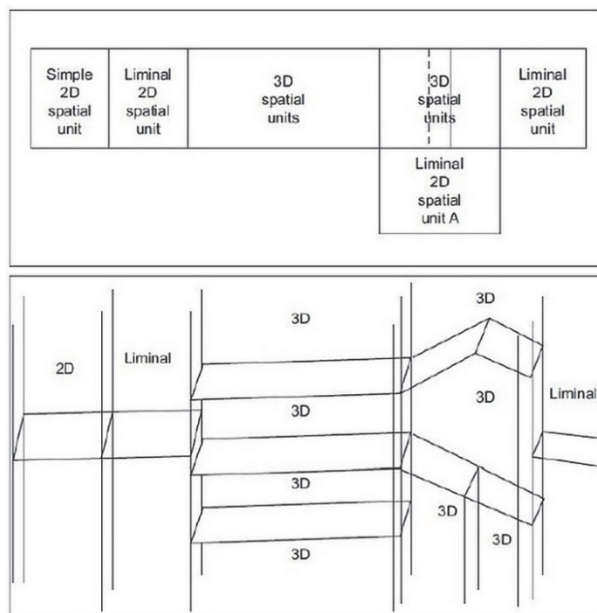
U okviru LADM-a klasični koncepti „parcela“ i „granica“ su prošireni kako bi zadovoljili potrebu za postupnom implementacijom prostornih prikaza složenih 3D nekretnina i interesa nad njima, i to korištenjem točke, 2D, 3D i prijelaznih (kombiniranih) prikaza [Slika 2.2].

To uključuje uvođenje graničnih ploha (*LA_BoundaryFace*) te vertikalnih ploha koje se u vertikalnom smjeru protežu beskonačno, a položene su granicom prostorne jedinice (*LA_BoundaryFaceString*).

U slučaju kombiniranih 2D/3D prikaza, za granice u 2D opisu primjenjuje se klasa *LA_BoundaryFaceString*, dok je za 3D opis uvedena klasa *LA_BoundaryFace*. Klasa *LA_BoundaryFaceString* koristi 2D linije za pohranu podataka, ali to podrazumijeva i niz okomitih ploha. Granična prostorna jedinica ima kombinaciju obje navedene klase. Ova metoda se koristi za 2D prostorne jedinice koje su u susjedstvu 3D prostorne jedinice. Atribut *type* u klasi *LA_SpatialUnit* pokazuje radi li se o 2D ili 3D graničnom prikazu klase *LA_SpatialUnit*.

Prostorni profili i različiti načini prikaza nekretnina osiguravaju fleksibilnosti prostornih prikaza unutar LADM modela.

Važnost odvojenosti modela podataka i procesa prepoznata je u LADM-u čime se osigurava njihova neovisnost, tj. omogućuje da procesi mogu biti mijenjani neovisno o skupu podataka koje se održava [Lemmen i dr. 2015].



Slika 2.2 Tlocrt i bokocrt 2D, 3D i prijelaznih prostornih jedinica [ISO 2012]

3. INSPIRE direktiva

Izazovi koji se odnose na nedostatak dostupnosti, kvalitete, organizacije i razmjene prostornih podataka bili su zajednički problem velikom broju zemalja Europske Unije, a pojavljivali su se i na različitim razinama javne vlasti.

Rješenje je ostvareno usvajanjem Direktive Europskoga parlamenta i Vijeća 14. ožujka 2007. godine, kojom se uspostavlja infrastruktura prostornih podataka u Europskoj zajednici – INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community). Infrastrukturu prostornih podataka stvaraju i održavaju države članice kako bi se povećala koordinacija između korisnika i poslužitelja prostornih podataka, odnosno povećala dostupnost, kvaliteta, organizacija i razmjena prostornih podataka.

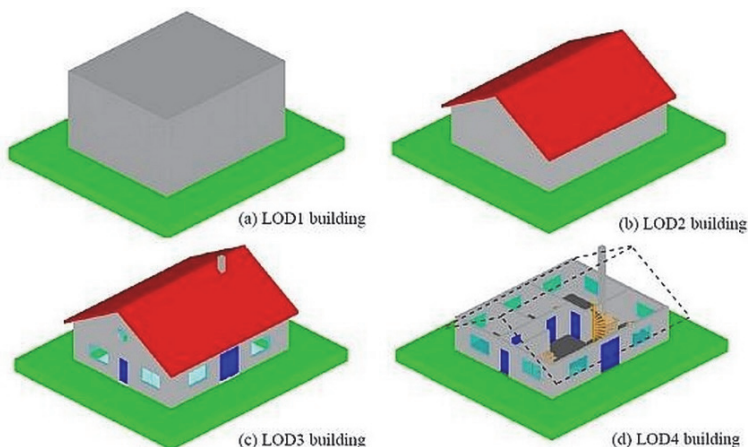
Direktivom INSPIRE se propisuju temeljni zahtjevi, a detaljnije se tehničke odredbe definiraju provedbenim pravilima i tehničkim specifikacijama.

Provedbena se pravila (engl. Implementing Rules) odnose na sljedeće komponente: metapodatci, interoperabilnost tema prostornih podataka (Prilozi I., II. i III. Direktive) i usluga prostornih podataka, mrežne usluge i tehnologije, dijeljenje podataka i usluga te praćenja i izvještavanja.

Na temelju okvira za razvoj specifikacija podataka, INSPIRE tematske radne skupine stvorile su INSPIRE specifikaciju podataka (engl. Data Specification) za svaku pojedinu temu od kojih su za 3D katastar značajne: Katastarske čestice i Zgrade.

Specifikacije za katastarske čestice nemaju rješenja za 3D katastarske objekte, no neki su 3D katastarski podaci obuhvaćeni specifikacijama za zgrade. Direktiva INSPIRE katastarske čestice definira kao površine, ograničavajući ih isključivo na 2D i 2.5D prikaz, za razliku od zgrada koje mogu biti definirane kao 3D objekti. Modeli podataka za zgrade unutar INSPIRE specifikacija pružaju fleksibilan pristup omogućujući četiri različite razine 3D prikaza zgrada i konstrukcija s različitim razinama detaljnosti u geometriji i semantici.

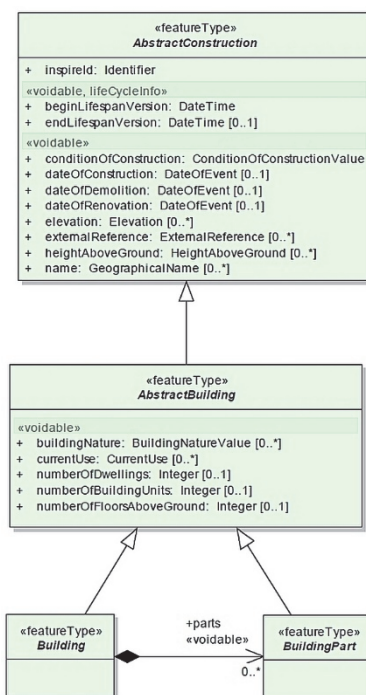
Čest model za pohranu modela zgrada je CityGML format, koji je značajno utjecao na razvoj INSPIRE-ovog modela. CityGML definira 4 razine detaljnosti za 3D prikaz zgrada s definiranim stupnjevima apstrakcije stvarnih objekata (LoD 1 – LoD4) [Slika 3.1].



Slika 3.1 Četiri razine detaljnosti CityGML standarda [INSPIRE 2013]

UML model definiran je tako da se klasa *Building Base* sastoji od *Building* i *Building part* specijalizacija koje su definirane skupom atributa. Oni se odnose na vremenski aspekt (datum izgradnje, renovacije, rušenja), prostorni aspekt (visina objekta, broj katova, itd.) te kategorizaciju s obzirom na prostorni aspekt i namjenu objekta. Osim navedenih specijalizacija *Building Base* klasa podržava i *AbstractConstruction* i *AbstractBuilding*. One imaju ulogu grupiranja zajedničkih svojstava i semantičkih značajki zgrada [Slika 3.2].

Glavni cilj INSPIRE direktive je učiniti dostupnim postojeće prostorne podatke među državama članicama EU. Objavljivanjem postojećih podataka u skladu sa specifikacijama postiže se primarni cilj INSPIRE-a – podatkovna interoperabilnost. Direktiva izričito navodi kako se njome zemlje članice ne obvezuje na proizvodnju novih podataka.



Slika 3.2 UML dijagram INSPIRE klase Building Base [INSPIRE 2013]

4. Usporedba INSPIRE specifikacija i LADM norme

Člankom 7 INSPIRE direktive definirano je da se međunarodni standardi, koji idu u prilog usklađivanju skupova prostornih podataka, trebaju uzeti u obzir pri definiranju provedbenih pravila. Nakon što je prihvaćena ISO 19152 norma otvorila se mogućnost proširenja specifikacija za katastarske čestice, što je i ostvareno. Time se osigurala dosljednost između INSPIRE-a i LADM-a rezultirajući pojmovnim podudaranjem i kompatibilnim definicijama zajedničkih koncepata. Naravno, treba imati na umu da postoje razlike u opsegu i ciljanim područjima primjene, npr. INSPIRE se snažno fokusira na korisnike programa vezanih uz okoliš, dok je LADM višenamjenskog karaktera: podržava pravnu sigurnost, opozivanje, vrednovanje, planiranje itd., te podupire i stvaratelje i korisnike podataka u

različitim područjima primjene. Također, LADM posjeduje i rješenja za usklađivanje prava i vlasnika 3D katastarskih objekata, kao što su na primjer dijelovi građevina i javna komunalna infrastruktura, koja su trenutno izvan opsega INSPIRE katastarskih čestica. Međutim, zahvaljujući intenzivnoj suradnji sada je moguće da pojedina europska zemlja bude usklađena kako s INSPIRE direktivom tako i s LADM-om. Nadalje, u budućnosti je moguće korištenjem LADM-a proširiti INSPIRE specifikaciju ako za to budu postojali uvjeti i suglasnost [Kresse i Danko 2012].

Obilježja zemljišta sa svojim svojstvima se upisuju u više upisnika. U modelima su za njih predviđene odgovarajuće klase/atributi [Tablica 4.1].

Tablica 4.1 Usporedba obilježja zemljišta i modela

Obilježje zemljišta	Upisnik (HR)	LADM	INSPIRE	Napomena
Katastarska čestica	Katastar	LA_BAUnit	BasicPropertyUnit	
Dio katastarske čestice	Katastar	LA_SpatialUnit	CadastralParcel	
Dio k.č. zemljišta pod zgradom	Katastar	LA_SpatialUnit – ExtLandUse-ExtLandUseType	Nema	
(su)Vlasnik	Zemljišna knjiga	LA_Party, LA_ParyGroup	Nema	
Pravni režim	Zemljišna knjiga	LA_RRR	Nema	
Posebni dio nekretnine	Zemljišna knjiga	LA_LegalSpaceBuildingUnit	Building Base	
Način uporabe	Katastar	LA_SpatialUnit – ExtLandUse-ExtLandUseType	Nema	Definirano u INSPIRE D2.8.III.4 [2013]
Adresa	Registar prostornih jedinica	LA_SpatialUnit - extAddressID	Nema	Definirano u INSPIRE D2.8.I.5 [2014]

Iz tablice se vidi usklađenost INSPIRE klasa za katastarske čestice s LADM-om, no također je vidljivo ograničenje INSPIRE-a vezanih uz opis interesa na zemljištu.

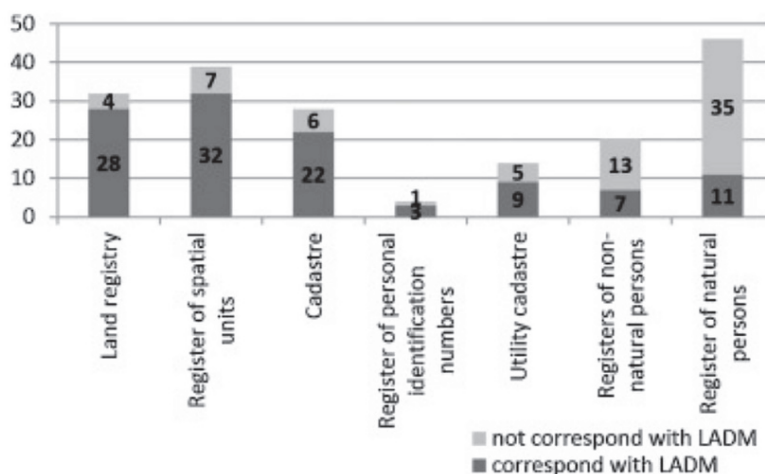
Poseban dio nekretnine tj. zgrade u LADM-u i INSPIRE direktivi definirane su kao 3D objekti. Unutar LADM-a definirana je *LA_LegalSpaceBuildingUnit* kao podklasa klase *LA_SpatialUnit*, dok je u INSPIRE direktivi definirana odvojena klasa *Building Base*. Obje klase podržavaju vremensku informaciju (atribut), te fizički opis uz visoku razinu sličnosti što se manifestira u malim razlikama prilikom primjene. Značajna razlika se očitava u tome što LADM uvodi i pravni aspekt prostora gradnje.

LADM norma podržava klase za upis obilježja zemljišta sadržanih u zemljišnim knjigama i drugim povezanim upisnicima definiranjem „vanjskih“ (engl. external) klasa. Zbog podrške za 3D čestice i zgrade te primarne orijentacije na sustave za upravljanje zemljištem, LADM se pokazao boljom osnovom za uspostavu 3D katastra.

5. Mogućnosti primjene u Hrvatskoj

Primjena LADM-a u Hrvatskoj se istraživala za potrebe povezivanja upisnika, proširenje katastra u 3D te mogućnost preuzimanja obilježja zemljišta iz drugih upisnika i baza podataka u katastar.

Analizu mogućnosti povezivanja hrvatskog sustava upravljanja zemljištem i drugih službenih upisnika s LADM-om proveli su Mađer i drugi [Mađer *i dr.* 2015]. Analiza podataka službenih upisnika s LADM-om provedena je usporedbom s klasama unutar tri paketa LADM-a (paket Stranka, Upravni paket, paket Prostorna jedinica) i jednog podpaketa (podpaket Izmjera i prikaz). Rezultati analize pokazuju visoku razinu povezanosti [Slika 5.1]. Razlog izostanka potpune usklađenosti leži u tome što analizirani upisnici sadržavaju podatke koji su izvan opsega LADM-a. Dobiveni rezultati ukazuju kako je predloženo povezivanje moguće, čak i poželjno, jer bi se oslanjanjem na stabilni i zreli standard poput LADM-a postiglo smanjenje redundantnosti među povezanim upisnicima.



Slika 5.1 Usklađenost analiziranih upisnika s LADM-om [Mađer *i dr.* 2015].

Prijelaz iz 2D katastra u 3D obradio je Vučić u svojoj doktorskoj disertaciji, gdje zaključuje da je za punu uspostavu 3D katastra potrebno prethodno uskladiti i prilagoditi postojeće propise te detaljnije regulirati opis posebnih dijelova nekretnina u katastar kao temeljni upisnik nekretnina [Vučić 2015].

Mogućnosti prijelaza postojećeg sustava upravljanja zemljištem u 3D korištenjem postojećih podataka obradio je Vučić *i dr.*, razmatrajući problematiku iz ugla tehničke implementacije i postojećih propisa [Vučić *i dr.* 2017]. U radu se navodi da, iako potrebni podaci za prelazak u 3D katastar već postoje, direktna implementacija nije moguća zbog načina na koji su podaci strukturirani. Za rješenje ovog problema predlaže se usklađivanje modela podataka s LADM-om. Također, sugerira se korištenje 3D podataka drugih izvora, poput topografskih znakova ili simbola za prikaz topografskih objekata na 2D kartama, koji bi uz druge geodetske i kartografske podatke pružili vrijedne informacije, a često i referentni kontekst za 3D katastar. Zbog svega navedenog, predlaže se postepeni prelazak u 3D katastar prema definiranim prioritarnim područjima, uz paralelno rješavanje zakonodavnih i institucionalnih pitanja.

6. Zaključak

U ovom su radu analizirane norme koje mogu poslužiti kao osnova za uvođenje 3D katastra i to LADM norma i provedbena pravila INSPIRE direktive. Uočeno je da pružaju osnovu za podršku tranziciji iz 2D u 3D katastar. LADM, koji je primarno orijentiran na sustave za upravljanje zemljištem, pokazao se kao bolja osnova. Direktiva INSPIRE i provedbena pravila su više orijentirani na geografsku prezentaciju prostora i okolišnu namjenu. Glavni im je nedostatak nedostatna podrška za interese na zemljištu. Također, LADM uključuje podršku za 3D čestice i zgrade, dok INSPIRE ne podržava 3D čestice. Dokumenti su međusobno usklađeni, a ostavljena je mogućnost proširenja INSPIRE specifikacija za 3D katastarske čestice ako se ukaže potreba i postigne konsenzus. LADM standard je u Hrvatskoj već prepoznat kao dobra osnova za podršku prijelazu u 3D katastar zbog svoje zrelosti i stabilnosti. Primjena LADM-a bi ujedno dovela do smanjenja redundancije podataka sustava upravljanja zemljištem te omogućila korištenje postojećih 3D podataka njihovim strukturiranjem prema LADM modelu.

Literatura

- Bydlosz, J. (2012). The 3D cadastre aspects in international standards and solutions. In Proceedings of FIG Commission (Vol. 3).
- INSPIRE (2014). D2.8.I.5 Data Specification on Addresses – Technical Guidelines. 2014-04-17.
- INSPIRE (2014). D2.8.I.6 Data Specification on Cadastral Parcels – Technical Guidelines. 2014-04-17.
- INSPIRE (2013). D2.8.III.2 Data Specification on Buildings – Technical Guidelines. 2013-12-10.
- INSPIRE (2013). D2.8.III.4 Data Specification on Land Use – Technical Guidelines. 2013-12-10.
- ISO (2012). Geographic information - Land Administration Domain Model (LADM) - ISO 19152, International Organization for Standardization, Švicarska.
- Kresse, W.; Danko, D.M. (2012). Springer Handbook of Geographic Information; Springer Berlin-Heidelberg: Berlin, Njemačka.
- Lemmen, C.; Van Oosterom, P.; Bennett, R. (2015). The Land Administration Domain Model. Land use policy, 49, 535-545. doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014.
- Mađer, M.; Matijević, H.; Roić, M. (2015). Analysis of possibilities for linking Land Registers and Other Official Registers in the Republic of Croatia based on LADM. Land use policy, 49, 606-616. doi:10.1016/j.landusepol.2014.10.025.
- Roić, M. (2012). Upravljanje zemljišnim informacijama - katastar, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, ISBN 978-953-6082-16-2, Zagreb.
- Stoter, J. (2004). 3D Cadastre, Doktorska disertacija, Netherlands Geodetic Commission Publications on Geodesy, 57, Nizozemska.

- Van Oosterom, P.; Lemmen, C.; Ingvarsson, T.; Van der Molen, P.; Ploeger, H.; Quak, W.; Stoter, J.; Zevenbergen, J. (2006). The core cadastral domain model Computers, Environment and Urban Systems, 30, 627–660.
- Vučić, N. (2015). Podrška prijelazu iz 2D u 3D katastar u Republici Hrvatskoj, doktorska disertacija, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Vučić, N.; Roić, M.; Mađer, M.; Vranić, S.; Van Oosterom, P. (2017). Overview of the Croatian Land Administration System and the Possibilities for Its Upgrade to 3D by Existing Data. ISPRS International Journal of Geo-Information, 6 (7), 223-1. doi:10.3390/ijgi6070223.

Standards comparison for the implementation of 3D cadastre

Abstract. *The paper focuses on analyses of Land Administration Domain Model (LADM) - ISO 19152 norm and INSPIRE directive and its technical specifications for buildings and cadastral parcels, and their application on development and establishment of 3D cadastre. Through comparison of LADM and INSPIRE matching of concepts and compatible definitions for cadastral parcels have been established while emphasizing their differences in scope and target applications. Considering that LADM is primarily oriented towards land administration systems, it has proved to be a better basis for establishing a 3D cadastre. Also, the paper considers applicability of LADM and INSPIRE in the Croatian land administration system. It is concluded, based on previous studies, that a direct implementation of 3D cadastre is not possible due to the current situation of associated registers and the way the existing data are structured. It is therefore suggested to go through a gradual transition to 3D cadastre, while at the same time resolving legislative and institutional issues.*

Key words: 3D cadastre, LADM, INSPIRE.

**recenzirani rad*