

UDK 528.4:528.3:004.65

Izvorni znanstveni članak / Original scientific paper

Od katastra prema sustavu upravljanja zemljištem

Grgo DŽELALIJA, Miodrag ROIĆ, Josip KRIŽANOVIĆ – Zagreb¹

SAŽETAK. U radu je dan pregled razvoja upisa zemljišta i interesa na njemu, katastra od papira do računala, od 2D kartiranja zemljišta do modeliranja 4D prostornih podataka, te razvoja katastra od poreznog do višenamjenskog. Prikazan je i daljnji razvoj katastra prema sustavu upravljanja zemljištem. U radu je dan i razvoj modela podataka prikazom ISO norme Model područja upravljanja zemljištem (LADM) kao temelja za razvoj sustava upravljanja zemljištem. Kako bi se istražili trendovi, izrađena je bibliometrijska analiza znanstvenih publikacija, te je time uspoređen razvoj istraživanja sustava upravljanja zemljištem u odnosu na katastar, kao i uloga i važnost ISO norme LADM. Bibliometrijska analiza provedena je na 1948 znanstvenih publikacija povezanih s temom katastra, 957 znanstvenih publikacija povezanih s temom upravljanja zemljištem, te 192 znanstvene publikacije na temu LADM norme prikupljenih iz bibliografske baze Scopus. Istraživanje je pokazalo rast teme upravljanja zemljištem u odnosu na katastar, kao i važnost norme LADM u istraživanjima koja se bave upravljanjem zemljištem.

Ključne riječi: katastar, upravljanje zemljištem, gospodarenje zemljištem, model područja upravljanja zemljištem, sustavi upravljanja zemljištem, LADM.

1. Uvod

Zemljište je višenamjenski resurs koji utječe na sve dijelove ljudskog života. Pravilno gospodarenje zemljištem tako je ključno radi ostvarivanja prehrambene sigurnosti, gospodarskog razvoja i društvene stabilnosti. Kako je broj stanovnika Zemlje rastao, tako je za učinkovito gospodarenje zemljištem sve važnije bilo adekvatno prikupljanje i vođenje podataka o zemljištu, zbog čega su se osnivali katastri. U počecima je namjena katastra bila je uglavnom kako bi se prikupljali

¹ dr. sc. Grgo Dželalija, Ericsson Nikola Tesla d.d., Krapinska 45, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: grgo.dzelalija@ericssonnikolatesla.com
prof. dr. sc. Miodrag Roić, Sveučilište u Zagrebu – Geodetski fakultet, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: miodrag.roic@geof.unizg.hr
dr. sc. Josip Križanović, Sveučilište u Zagrebu – Geodetski fakultet, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: josip.krizanovic@geof.unizg.hr

porezi od prihoda zemljišta koji su ostvarivali posjednici, te potom i upis pravnih odnosa na zemljištu. Katastar je tako zemljišni informacijski servis koji sadrži informacije o položaju zemljišnih čestica, interesima na tim česticama, poput vlasništva, upravljanja i tereta, te često vrijednosti čestica (Roić 2012).

Prvi poznati zapisi o zemljištu su u svrhu prikupljanja poreza, prvi poznati zapisi te vrste datiraju iz 4. tisućljeća prije Krista. U početku nije bilo posebnog načina za upis prava na nekretninama, već se pravo vlasništva nekretnina poistovjećivalo s posjedovanjem, kao što je bio slučaj i s pokretninama. Kako bi se omogućili stvarni zajmovi nad nekretninama počeli su se osnivati upisnici prava na nekretninama koji su onda služili kao dokaz, te tako štitili različite interese. Takvi zapisi imali su nedostatke zbog nepreciznog opisa nekretnina, pa je položaj često bilo teško točno odrediti. Kako bi se odgovorilo na te nedostatke počeli su se izrađivati katastri na temelju izmjere, a prvi takav katastar datira iz 16. stoljeća u Nizozemskoj. Katastri su se u početku osnivali lokalno, ovisno o lokalnim potrebama i prilikama, pri čemu se dijele s obzirom na izvornu svrhu izrade na porezne, pravne te kasnije i višenamjenske. U Europi su većinom izrađivani katastri u svrhu prikupljanja poreza, dok su u ostatku svijeta većinom bili pravni razlozi (Dale 1995, Roić 2012).

Današnji katastri najčešće se grupiraju po načinu upisa, pa tako razlikujemo dvije skupine katastra, one koji upisuju naslove i one koji upisuju isprave. Razlika je upisuju li se isprave na temelju kojih je preneseno neko pravo ili posljedice prijenosa tog prava (Zevenbergen 2002). Katastre koji upisuju naslove s obzirom na vrste interesa koji se upisuju se može podijeliti na Germansku, Englesku i Torrensovu skupinu (Božićnik 1978, DVV 1993, Hawerk 1995). Sustavi upisa naslova iziskuju značajno veće troškove za početnu uspostavu u odnosu na sustave upisa isprava, ali prednosti su veća sigurnost upisanih interesa i manji troškovi kod prijenosa prava na nekretninama. Svi katastri u početku su osnivani radi upisa privatnih interesa na zemljištu. Kasnije se pojavljuje potreba upisa i javnih prava, kao što su prava pristupa, kulturna ili zaštita voda i druga, zbog čega se katastri proširuju.

Ubrzanom urbanizacijom i razvojem društva, gradnjom sve složenijih građevina na sve manjem prostoru, te sve više i ispod i iznad površine Zemlje 2D katastar sve teže zadovoljava potrebe, zbog toga se sve više istražuju i razvijaju 3D katastri, a u novije vrijeme sve više se spominju i 4D sustavi upravljanja zemljištem i katastri.

Ideja višenamjenskog katastra pojavila se u Sjedinjenim Američkim Državama zbog neusklađenosti podataka koji se vode u lokalnim katastrima, a zbog različite svrhe zbog koje su uspostavljeni. Višenamjenski katastar sastoji se od jedinstvenog geodetskog referentnog sustava i temeljnog zemljoviđa, te kasnije i ortofoto plana, što omogućuje prostornu osnovu za sve ostale podatke koji se vode u sustavu (FIG 1995). Na tu osnovu nadograđuje se katastarski sloj te bilo koji drug sloj koji sadrži zemljišne informacije, a veza između tih slojeva uspostavlja se normama za razmjenu podataka (NRC 1980).

Značajniji napredak u unaprjeđivanju katastra i razvoju sustava upravljanja zemljištem primjetan je nakon sve veće uporabe računala i mogućnosti digitalizacije zemljišnih podataka (Navratil 2002, Stoter 2004). Također, računala su omogućila i sve bržu i jednostavniju razmjenu podataka između institucija

i različitih država, pa se tako sve više pojavljuje potreba za usklađivanjem različitih sustava (Kaufmann i Steudler 1998, UN-ECE 1996), te uvođenjem integriranih sustava (Bennett i Wallace 2007, Ting 2002).

U ovom radu analiziran je razvoj upravljanja zemljišnim informacijama od katastra do sustava upravljanja zemljištem. Trendovi istraživanja u području katastra i upravljanja zemljištem istraženi su bibliometrijskom analizom nad znanstvenim publikacijama iz tog područja. Bibliometrijska analiza pokazala se kao koristan alat u sličnim analizama (Dželalija i Roić 2023, Paulsson i Paasch 2015, Polat i dr. 2022). U ovom radu cilj je doći do odgovora prelaze li znanstvena istraživanja s teme katastarsa na temu upravljanje zemljištem.

2. Metodologija

U prvom dijelu istraživanja, pregledana je paradigma gospodarenja zemljištem te utjecaji na razvoj konceptijskih modela i sustava upravljanja zemljištem. Zatim je pregledan razvoj norme ISO 19152 – Model područja upravljanja zemljištem (engl. Land Administration Domain Model – LADM). Izrađena je i bibliometrijska analiza nad znanstvenim publikacijama koje se bave navedenim istraživačkim temama. Na kraju su dani zaključci kroz diskusiju i sam zaključak rada.

Bibliometrija kao znanstvena disciplina se pojavljuje sredinom 20. stoljeća. Razvija se zbog potrebe boljeg razumijevanja i upravljanja sve većom znanstvenom produkcijom. Za analizu znanstvene publikacije bibliometrija koristi kvantitativne metode, kako bi razumjeli trendove, produktivnost i razvoj pojedinih znanstvenih područja i tema (Garfield 1955, Price 1963). Razvoj informacijskih tehnologija doprinio je razvoju elektroničkih bibliografskih baza podataka kao što su Scopus i Web of Science, što olakšava prikupljanje podataka o znanstvenoj produkciji. Bibliometrija je danas tako ključan alat za razumijevanje znanstvene produkcije i evaluaciju istraživačkog utjecaja, te time i donošenje odluka te usmjeravanje znanstvene politike prepoznavanjem prioritetnih područja.

Cilj bibliometrijske analize u ovom radu je istražiti trendove istraživanja za temu upravljanja zemljištem u odnosu na istraživanja na temu katastra, te ispitati važnost i utjecaj norme LADM kao i istraživanja koja se bave tom normom. Materijali ovog istraživanja su podaci o znanstvenim publikacijama koje se bave temama katastra, upravljanja zemljištem te LADM-a. Podaci o tim publikacijama prikupljeni su iz bibliografske baze Scopus. Scopus je baza citata i sažetaka s više od 1.8 milijardi referenci od više od 7000 izdavača (Scopus). U istraživanje se moglo uključiti i druge bibliografske baze. Međutim, baze se u velikoj mjeri podudaraju a Scopus se pokazao kao najrelevantniji kroz prethodna istraživanja u području tehničkih znanosti. Prikupljeni su podaci o znanstvenim člancima i člancima s konferencija iz četiri područja istraživanja prema kategorizaciji u Scopusu, znanost o okolišu (engl. Environmental science), znanost o Zemlji i planetarne znanosti (engl. Earth and Planetary science), računalne znanosti (engl. Computer science) te tehničke znanosti (engl. Engineering). Analizom su obuhvaćene znanstvene publikacije od 2000. do 2023. godine, s obzirom da prije 2000. godine nije bio značajniji broj publikacija povezanih s traženim temama. Konačno je prikupljeno 1948 publikacija koje se bave

istraživanjima koja uključuju temu katastra ali ne i temu uređenja zemljišta, 957 publikacija koja se bave istraživanjima koja uključuju temu upravljanja zemljištem, te 192 članka koja se bave istraživanjima koja uključuju LADM.

Publikacije koje se bave istraživanjima koja uključuju temu katastra dobivena su pretragom naslova, sažetaka i ključnih riječi primjenom filtera (TITLE-ABS-KEY(„cadastre“) AND NOT TITLE-ABS-KEY(„land administration“)). Na ovaj način su isključeni radovi koji obuhvaćaju temu upravljanja zemljištem, te katastar spominju u tom kontekstu. Publikacije koje se bave istraživanjima koja uključuju temu upravljanja zemljištem dohvaćena su pretragom naslova, sažetaka i ključnih riječi primjenom filtera TITLE-ABS-KEY(„land administration“). Konačno, publikacije koje se bave istraživanjima koja uključuju LADM dobivena su pretragom naslova, sažetaka i ključnih riječi primjenom filtera TITLE-ABS-KEY(„ladm“) AND TITLE-ABS-KEY(„land administration“) OR TITLE-ABS-KEY(„land administration domain model“). Ove publikacije pretražene su uporabom kratice i punog naziva norme. Budući da se kratica LADM koristi i za metodu Laplace-Adomianove dekompozicije (engl. Laplace Adomian Decomposition Method) koja se koristi za rješavanje diferencijalnih jednadžbi, uveden je dodatan uvjet kako bi se rezultati ograničili na publikacije u domeni upravljanja zemljištem.

Nad prikupljenim podacima napravljene su analize znanstvene produkcije i analize znanstvene suradnje. Izrađene su analize pregleda broja publikacija i citata publikacija za pojedinu temu po godini, pregled najutjecajnijih članaka, časopisa u kojima se objavljivalo najviše publikacija, te pregled država i organizacija koje su najviše istraživale u pojedinoj temi, kao i mreža povezanih ključnih riječi.

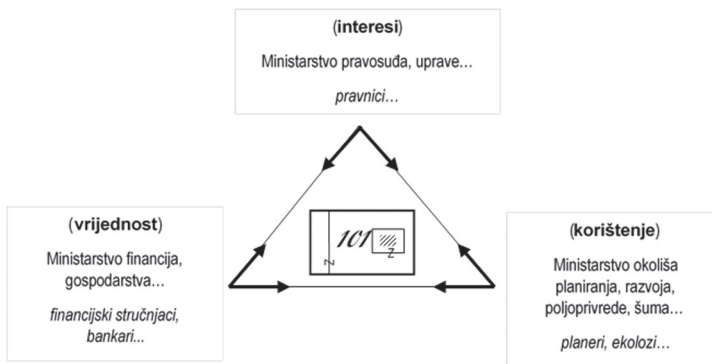
3. Paradigma gospodarenja zemljištem

Uređenje zemljišta može se podijeliti na četiri hijerarhijske razine, zemljišnu politiku, gospodarenje zemljištem, upravljanje zemljištem te katastarsku česticu kao temeljnu prostornu jedinicu (slika 1). Neka istraživanja ukazuju da je teško odrediti jasnu granicu među tim dijelovima i da se pojmovi ponegdje koriste za istu domenu (Hull 2024). Zemljišna politika strategija je gospodarskog razvoja vezanog uz zemljište. Razvoj sveobuhvatne zemljišne politike utječe i na zakonodavni, i institucionalni razvoj te konačno i na samu implementaciju sustava upravljanja zemljištem (Enemark 2005). Zemljišna politika provodi se gospodarenjem zemljišta čiji je cilj održivo korištenje poljoprivrednog i građevinskog zemljišta, na primjer putem komasacija zemljišta. Temelj učinkovitog gospodarenja zemljištem su sustavi upravljanja zemljištem u sklopu kojih se na temelju propisa osnivaju upisnici.



Slika 1. Hijerarhija uređenja zemljišta (Roić 2012).

Za uređeno zemljište neophodno je adekvatno upravljanje informacijama o zemljištu. U sustavima upravljanja zemljištem vode se različite vrste zemljišnih informacija, interesi, vrijednosti te načinima korištenja zemljišta (slika 2). Ovim informacijama koriste se svi, međutim nekim institucijama i strukama pojedine informacije su neophodne za rad. Korištenje zemljišta podrazumijeva način uporabe, način korištenja, pokrov i namjenu zemljišta. Ove informacije su od posebne važnosti primjerice kod prostornog planiranja, razvoja ili zaštite okoliša. Ljudi oduvijek imaju interese na zemljištu među kojima je najznačajnije pravo vlasništva. Danas nijedno pravo vlasništva nije neograničeno, već se sve više uređuje različitim propisima. Zemljišta se međusobno razlikuju i po svojoj vrijednosti, koja najviše ovisi o njihovom položaju.



Slika 2. Uloga zemljišnih informacija (Roić 2012).

Prelazak s analognog na elektroničko vođenje podataka o zemljištu potakao je razvoj konceptijskog modeliranja u području upravljanja zemljištem.

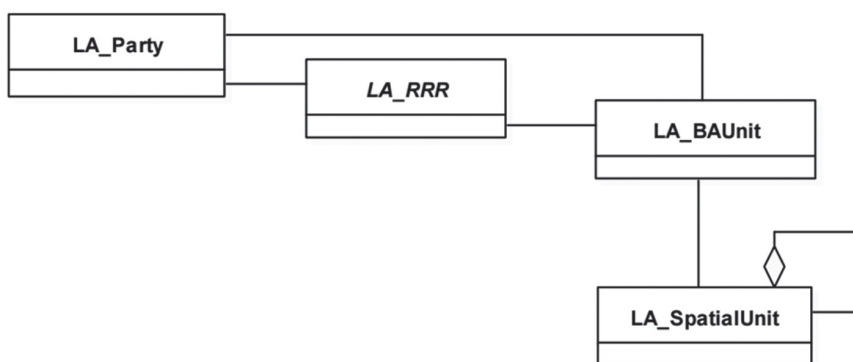
4. Model područja upravljanja zemljištem

Standardizacija je dobro poznata tema od uspostave katastarskih sustava. U analognom i elektroničkom okruženju standardi su potrebni da bi se mogli prepoznati osnovni elementi, transakcije i relacije među elementima kao što su primjerice odnosi između ljudi i zemljišta (van Oosterom i dr. 2006). Nadalje, u području informacijskih tehnologija, standardi omogućuju komunikaciju između različitih sustava te u konačnici integraciju različitih vrsta podataka (UN-GGIM 2022). Rasprostranjenost prostornih podataka među različitim institucijama, a koje imaju vlastite procedure, propise i tumačenja važnosti svojih podataka dovela su do heterogenih sustava upravljanja zemljištem. Sudionici sustava upravljanja zemljištem se danas moraju suočiti s izazovima interoperabilnosti i integracije podataka (FAO 2022, Kalogianni i dr. 2020). Jedna od normi koja uređuje područje upravljanja zemljištem je LADM, a koji je nastao kao službena ISO norma utemeljena na Modelu jezgre katastarskog područja (engl. Core Cadastral Domain Model – CCDM). Razvoj CCDM-

a započeo početkom 2000-tih godina, a osnovne klase kojima je definirano područje katastarskih sustava u CCDM-u uključuju pakete stranki, prostornih jedinica i prava, ograničenja i obveza (Rights, Restrictions, Responsibilities – RRR) (van Oosterom i dr. 2006). Danas se LADM može podijeliti na dvije generacije, a koje se kolokvijalno nazivaju LADM I i LADM II.

4.1. LADM I

LADM I predstavlja objektni model opisan klasama, a čiju jezgru čine četiri osnovne klase koje opisuju odnose između osoba i objekata upisa (slika 3).



Slika 3. Jezgra LADM-a (ISO 2012).

Paket klasa LA_Party predstavlja stranke, objekti upisa modelirani su klasom LA_BAUnit, interesi klasom LA_RRR te su prostorne jedinice kao objekti upisa određeni položajem u prostoru modelirane klasom LA_SpatialUnit. Klase su organizirane u nekoliko paketa koji su definirane na način da mogu zasebno funkcionirati, razvijati se i održavati u različitim sustavima (Mađer 2012).

Nadalje, osnovni paketi LADM-a se dijele na pakete Stranka (Party), Upravni (Administrative) i Prostorna jedinica (Spatial Unit) te Izmjera i prikaz (Surveying and Representation). Ovi paketi sadrže klase koje čine statičke komponente sustava upravljanja zemljištem kao što je prikazano na slici 3. Međutim, zbog dinamičke naravi sustava upravljanja zemljištem potrebno je bilo definirati i temporalnu sastavnicu, a koja je omogućena posebnim klasama, LA_VersionedObject i LA_Source (Lemmen i dr. 2015).

Porastom globalne prepoznatljivosti i popularnosti LADM-a, sve više upravnih područja (najčešće država) je razvilo nacionalne LADM profile za vlastite sustave upravljanja zemljištem. Razvojem nacionalnih profila moguće je identificirati je li se postojeći sustavi upravljanja zemljištem uklapaju u LADM, mogu li se prilagoditi te na koji način ih u budućnosti unaprijediti (Kalogianni i dr. 2021).

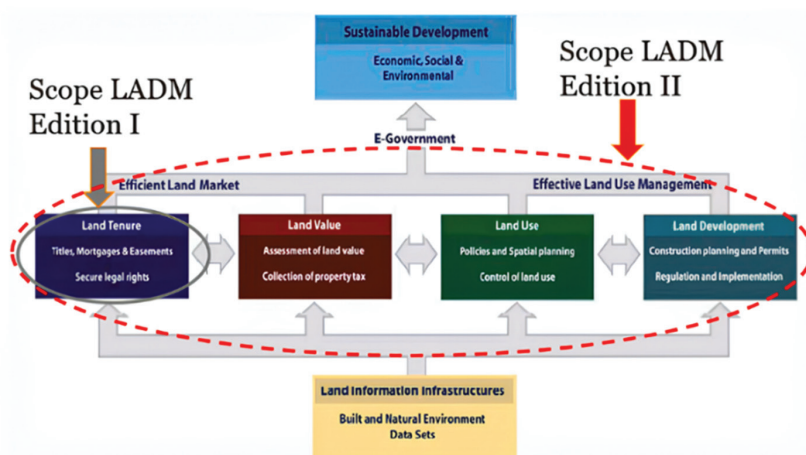
Važno je naglasiti da je LADM I predviđen za modeliranje osnovnih upisničkih sustava upravljanja zemljištem, a koji su najčešće prisutni kao katastar

ili katastar i zemljišna knjiga. Međutim, sustavi upravljanja zemljištem kao složene cjeline uključuju i druge upisnike, a koji se najčešće odnose na prostorno planiranje i vrednovanje/oporezivanje zemljišta. Obzirom da se radi o dinamičkim sustavima koji su podložni promjenama putem transakcija i procesa, prepoznato je da i njih treba uz statičke sastavnice uključiti u model. 2018. godine je prepoznato da LADM treba proširiti s podacima ostalih upisnika kako bi se mogli u budućnosti razviti integrirani i interoperabilni sustavi upravljanja zemljištem. Osim razvoja modela, prepoznato je da u budućim verzijama LADM-a treba raditi i na metodama implementacije modela u fizički svijet.

4.2. LADM II

Odluka da se postojeći model LADM-a iz 2012. nadogradi novim funkcionalnostima pojavio se kao odgovor na zahtjeve međunarodne zajednice koja djeluje u području upravljanja zemljištem. U skladu s ISO procedurama organizirano je formalno izjašnjavanje država članica ISO TC 211 skupine te je donesena odluka da će se LADM II objaviti kao norma u više dijelova. Prvi dio se odnosi na generički konceptijski model, drugi dio na upis zemljišta, treći na pomorska područja, četvrti dio se odnosi na informacije vrednovanja zemljišta, peti dio modelira područje prostornog planiranja te se šesti dio bavi modeliranjem implementacije. Može se reći da LADM II obuhvaća prava, obveze i ograničenja iz područja pomorskih područja, vrednovanja zemljišta i prostornog planiranja, te u naravi njima nadograđuje LADM I. Kao što je već spomenuto, velika pažnja se pridaje i implementaciji LADM-a u fizički svijet, a što uključuje također prava, ograničenja i obveze koje mogu nastati iz drugih propisa koji nisu modelirani LADM-om (Kara i dr. 2024).

Pojednostavljeno, LADM u novoj verziji planira uključiti cijelu paradigmu upravljanja zemljištem, a koju je predstavio (Enemark 2005) (slika 4).

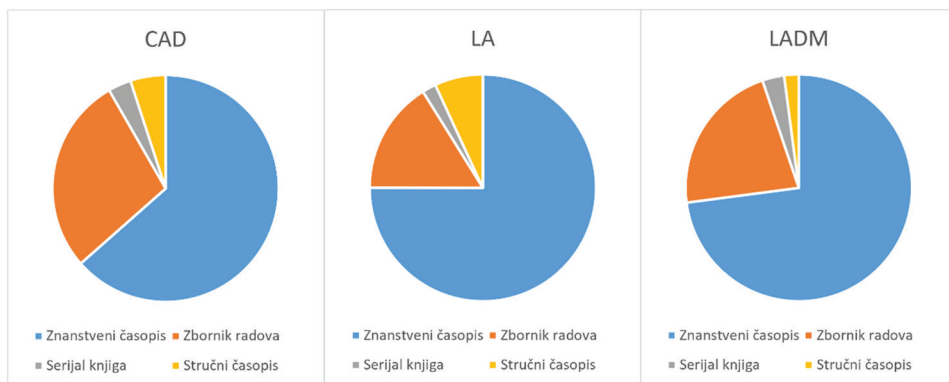


Slika 4. LADM II i paradigma upravljanja zemljištem (Kara i dr. 2024).

Dijelovi 1–5 standarda su uglavnom već izrađeni, te čekaju formalno odobrenje, dok se šesti dio LADM-a II tek treba razviti. Za šesti dio je prepoznato da treba uključivati transakcije i procese te je dogovorena suradnja s OGC-om (Open Geospatial Consortium). OGC je također prepoznat kao jedna od vodećih međunarodnih institucija za razvoj standarda u području prostornih podataka (Kara i dr. 2024, UN-GGIM 2022).

5. Bibliometrijska analiza

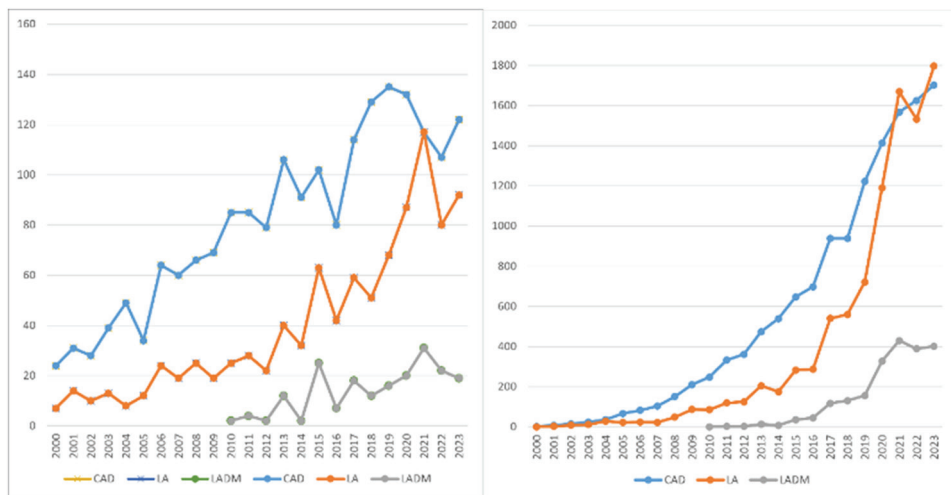
Broj znanstvenih publikacija općenito je u kontinuiranom rastu. Slično je i s temama katastra i upravljanja zemljištem. Publikacije koje se bave istraživanjima povezanim s temom katastra u vremenskom razdoblju od 2000. do 2023. godine ime najviše, njih 1948. Publikacija koje se bave istraživanjima koja su povezana s temom upravljanja zemljištem u istom vremenskom intervalu ima otprilike 50% manje, odnosno 957 publikacija. Najmanje je publikacije koje se bave istraživanjima povezanim s temom Modela područja upravljanja zemljištem, što je i očekivano s obzirom da je norma usvojena 2012. godine, te čini dio šire teme upravljanja zemljištem. Takvih publikacija u bazi Scopus je 192.



Slika 5. Broj publikacija u temi katastar, upravljanje zemljištem i Model područja upravljanja zemljištem po vrsti izvora.

Ako se razmotri raspodjela publikacija s obzirom na izvor objavljivanja, primjećuju se razlike između ove tri teme (slika 5). Publikacije na sve tri teme istraživanja najviše se objavljuju u znanstvenim časopisima, pa je 64% publikacija povezanih s temom katastra (CAD), 75% publikacija povezanih s temom upravljanja zemljištem LA) te 73% publikacija povezanih s temom Modela područja upravljanja zemljištem (LADM) objavljeno u znanstvenim časopisima. Razlike su ipak vidljive, pa tako nešto veći udio publikacija u objavljenih u znanstvenim časopisima imaju teme upravljanja zemljištem i LADM-a. Također, tema LADM-a ima značajno manje objavljenih publikacija u stručnim časopisima (2%), u odnosu na teme katastra (5%) i upravljanje zemljištem (7%). Ovo je očekivano, s obzirom da je LADM nova norma, te je njena primjena u struci relativno nova. Tako je dio država tek izradio nacio-

nalne profile, od kojih je u pojedinima započela i implementacija. Kada govorimo o implementaciji LADM-a, ona se najčešće odnosi na uporabu nove verzije komercijalnih softvera koji su svoj model uskladili s LADM-om. Broj znanstvenih publikacija općenito raste u svim područjima i temama istraživanja, međutim rast publikacija na temu upravljanja zemljištem je izraženiji nego kod tema koje se bave samo katastrom (slika 6). Povećan rast teme upravljanja zemljištem u odnosu na katastar posebno je izražen pojavom publikacija vezanih uz temu Modela područja upravljanja zemljištem od 2010. godine.



Slika 6. Broj publikacija (a) i citata (b) u temi katastar, upravljanje zemljištem i Model područja upravljanja zemljištem po godinama.

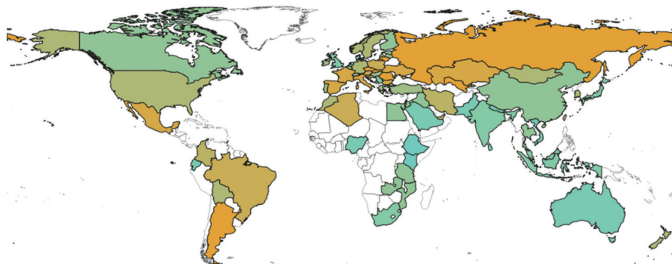
Povećan rast se posebno primjećuje od pojave norme LADM. Broj citiranosti publikacija kroz godine u ove tri teme pokazuje još snažniji trend rasta istraživanja povezanih s upravljanjem zemljištem u odnosu na katastar, te u posljednje tri godine publikacije na temu upravljanja zemljištem imaju više citata od publikacija na temu katastra. Utjecaj citiranosti publikacija povezanih s temom LADM-a je također primjetan u rastu citiranosti publikacija iz područja upravljanja zemljištem. Važno je napomenuti kako je najcitiraniji rad u području upravljanja zemljištem, rad *The Land Administration Domain Model* (Lemmen i dr. 2015) gdje je predstavljena usvojena ISO norma LADM, dok je deseti najcitiraniji rad *The core cadastral domain model* (van Oosterom i dr. 2006) gdje je predstavljen konceptijski model katastra, preteča LADM-a. Ovakvi rezultati ukazuju na znanstvenu vrijednost norme LADM, te općenito važnost teme upravljanja zemljištem kao i normizacija sustava upravljanja zemljištem.

Tablica 1. Časopisi s najviše publikacija u području katastra, upravljanja zemljištem i LADM-a.

	katastar			upravljanje zemljištem			LADM		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying Geology and Mining Ecology	0.4	120	Land Use Policy	13.7	196	Land Use Policy	13.7	62
2	International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences ISPRS Archives (proceedings)	1.7	104	Land	4.9	85	International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences ISPRS Archives	1.7	22
3	Survey Review	3.5	65	Survey Review	3.5	73	Survey Review	3.5	19
4	Geodetski Vestnik	1	59	GIM International	-	55	ISPRS International Journal of Geo Information	6.9	17
5	GIM International	-	53	Geodezia Es Kartografija	0.2	42	Land	4.9	12

A: Naslov izvora, B: Scopus CiteScore, C: Broj objavljenih publikacija

Važnost teme upravljanja zemljištem u odnosu na temu katastra potvrđuje se i uvidom u časopise u kojima se objavljuju publikacije iz pojedine teme (tablica 1). Publikacije povezane s temom upravljanja zemljištem i normom LADM se objavljuju češće u časopisima s višim CiteScore indeksom. Tako je na primjer najviše publikacija povezanih s temom LADM-a i upravljanja zemljištem objavljeno u časopisu Land Use Policy s visokim indeksom citiranosti, dok je najviše publikacija povezanih s temom katastra objavljeno u časopisu International Multidisciplinary Scientific Geoconference Surveying Geology And Mining Ecology s nižim indeksom citiranosti.



Slika 7. Prikaz država s više (označeno zeleno), odnosno manje (označeno narančasto), publikacija na temu upravljanja zemljištem u odnosu na temu katastra.

Teme katastra, upravljanja zemljištem, kao i norma LADM globalne su teme, te se istražuju u gotovo svim dijelovima Svijeta (slika 7). Međutim primjećujemo razlike u znanstvenom doprinosu različitih država za pojedinu temu. Tako su najproduktivnije države u istraživanjima povezanih s temom katastra Njemačka s 134 publikacije, Poljska s 127 publikacija, Češka sa 126 publikacija, Rusija sa 125 publikacija te Italija sa 97 publikacija. Kada su u pitanju istraživanja povezana s temom upravljanja zemljištem i LADM-om najproduktivnija država je Nizozemska, sa 190 publikacija povezanih s temom upravljanja zemljištem i 61 s temom LADM-a. Ostale države s najviše publikacija u temi upravljanja zemljištem su Australija sa 148, Kina sa 71, Turska s 56 i Njemačka s 55 publikacija. Kod teme LADM, uz Nizozemski najproduktivnije su Turska s 33, Malezija i Grčka sa po 20 te Hrvatska s 15 publikacija. Među državama tako prepoznajemo razliku u produktivnosti između istraživanja povezanih s temom katastra i upravljanja zemljištem. Iako podjednak broj država istražuje temu katastra (94) i temu upravljanja zemljištem (95), razlike su primjetne. Objavljene publikacije isključivo u temi katastra ima samo 19 država, među kojima su većinom države Južne Amerike (Čile, Urugvaj, Peru i Venezuela) i države bivšeg istočnog bloka (Bjelorusija, Turkmenistan, Kirgistan, Armenija, Gruzija, Bosna i Hercegovina i Sjeverna Makedonija). S druge strane, 20 država nema publikacija objavljenih u temi katastra koje se ne bave temom upravljanja zemljištem, od kojih polovicu čine države iz Afrike (Madagaskar, Bocvana, Namibija, DR Kongo, Uganda, Senegal, Gana, Benin, Gabon, Ruanda i Zimbabve). U oba slučaja radi se o državama koje ukupno nemaju puno publikacija.

Tablica 2. *Institucije s najviše publikacija/citata.*

katastar		upravljanje zemljištem		LADM	
Delft University of Technology	38	University of Twente	107	Delft University of Technology	38
University of Ljubljana	38	University of Melbourne	77	University of Twente	33
AGH University of Krakow	32	Delft University of Technology	58	Yildiz Teknik Universitesi	21
University of Melbourne	32	National Technical University of Athens	31	Universiti Teknologi Malaysia	19
Wuhan University	28	Swinburne University of Technology	30	National Technical University of Athens	18

Najproduktivnije institucije u temi katastra pojavljuju se i među najproduktivnijima u temama upravljanja zemljištem i norme LADM. Kod teme katastra primjećujemo i rasprostranjeniju raspodjelu objavljenih publikacija, pa je tako najproduktivnijih pet institucija zaslužno za nešto manje od 9% svih publikacija u temi katastra, dok u temi upravljanja zemljištem najproduktivnijih pet institucija je autor otprilike 25% svih publikacija. Kod LADM teme pet najproduktivnijih institucija u temi zaslužno je za objavu 50% svih publikacija. Kada je u pitanju tema katastra, najproduktivnije institucije se većinom bave problematikom razvoja 3D katastra, vođenju podataka o zgradama te podzemnim

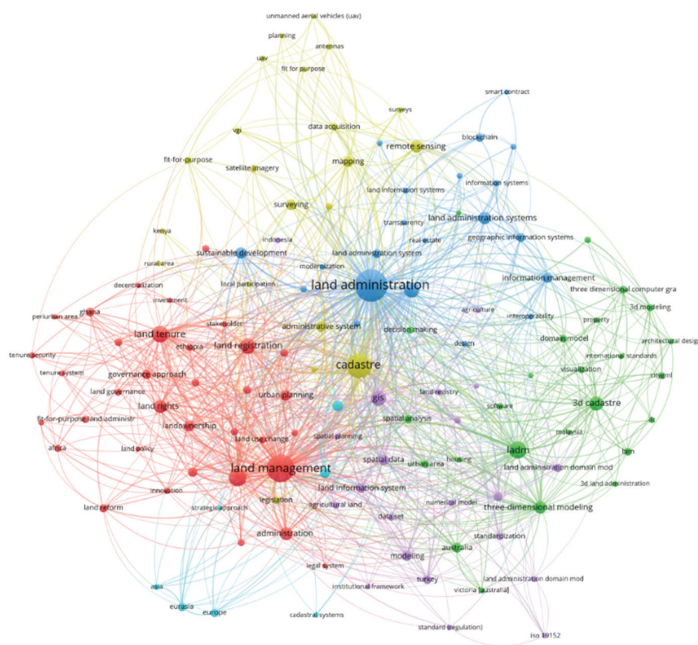
obilježjima prostora poput vodova. Ovakvi rezultati također ukazuju na trendove sve većeg istraživanja teme upravljanja zemljištem u odnosu na katastar.

Tablica 3. Ključne riječi za pojedinu temu istraživanja.

katastar		upravljanje zemljištem		LADM	
Cadastre	881	Land Administration	360	LADM	99
GIS	299	Land Management	268	Land Administration	67
Land Use	211	Cadastre	213	Cadastre	65
Mapping	168	Land Use Planning	107	Land Management	56
Remote Sensing	149	LADM	99	3D Cadastre	37

Pregledom ključnih riječi koje se najviše pojavljuju u publikacijama povezanih s pojedinim područjem istraživanja vidljiva je povezanost ovih tema, tako je katastar treća najupotrebljavanija ključna riječ u publikacijama povezanih s temom upravljanja zemljištem i LADM-om (tablica 3). Teme LADM-a i upravljanja zemljištem dijele puno sličnosti u korištenim ključnim riječima, pa se tako četiri ključne riječi pojavljuju u pet najkorištenijih u obje teme.

Pregledom mreže povezanosti ključnih riječi koje se pojavljuju najmanje 15 puta u različitim publikacijama koje se bave temom upravljanja zemljištem vidljive su korelacije između njih (slika 8).



Slika 8. Mreža ključnih riječi publikacija povezanih s temom upravljanja zemljištem dobivena pomoću softvera VOSviewer.

Iz mreže je vidljiva izrazita povezanost ključne riječi LADM s ključnim riječima kao što su 3D katastar (engl. 3D cadastre), 3D modeliranje (engl. 3D modeling), softver (engl. software) i urbana područja (engl. urban area), što ukazuje na važnost LADM-a u istraživanjima koja se bave 3D podacima i digitalizacijom sustava upravljanja zemljištem. Ključna riječ upravljanje zemljištem (engl. land administration) povezana je sa svim drugim ključnim riječima, s obzirom da su znanstvene publikacije i filtrirane na temelju te ključne riječi. Dodatne dvije riječi koje imaju puno ponavljanja su katastar (engl. cadastre) i gospodarenje zemljištem (engl. land management). Ključna riječ katastar povezana je sa većinom drugih riječi, ali najizrazitije s ključnim riječima kao što su mapiranje (engl. mapping), izmjera (engl. surveying) i općenito načinima prikupljanja zemljišnih podataka. Ključna riječ gospodarenje zemljištem usko je povezana s ključnim riječima kao što su interesi na zemljištu (engl. land tenure), vlasništvo (engl. ownership) te (zemljišna) politika (engl. policy), što su upravo i dijelovi paradigme gospodarenja zemljištem.

6. Diskusija

Pregledom znanstvene produkcije povezane s temom katastra i one s temom upravljanja zemljištem primjećuju se trendovi postepenog prelaska težišta istraživanja s katastra na sustave upravljanja zemljištem koji bolje odgovaraju modernim potrebama visoko urbaniziranog i globaliziranog Svijeta. Rezultati analize broja objavljenih publikacija, a osobito citiranosti publikacija tijekom godina, koje su povezane samo s temom katastra i upravljanja zemljištem, potvrđuju trendove sve veće potrebe za prelaskom s tradicionalnog pristupa katastru na sustave upravljanja zemljištem u kojem se vode sve informacije povezane sa zemljištem. Taj trend dodatno se potvrđuje analizom najcitiranijih publikacija u području katastra. Najcitiranije publikacije u tom području bave se istraživanjima primjene katastra ili katastarskih podataka koje pokazuju važnost kvalitetnih katastarskih podataka u različitim primjenama (Bender i dr. 2005, Maantay i Maroko 2009, Mottet i dr. 2006). Po pitanju istraživanja koja se bave unaprjeđivanjem katastra, usredotočenost je na 3D katastru. Dijelu istraživanja tema su modeli podataka koji omogućuju spremanje 3D podataka, kao što je CityGML (Biljecki i dr. 2017, Goetz 2013, Isikdag i Zlatanova 2009). Neka istraživanja su orijentirana na tehnološke, pravne i institucionalne izazove u razvoju i implementaciji 3D katastra (Aien i dr. 2013, van Oosterom 2013, Shojaei i dr. 2013, Stoter i Salzmann 2003, Tekavec i Lisec 2020, Radulović i dr. 2017).

Publikacije koje se bave temama povezanim s upravljanjem zemljišta pokazuju veći rast kako u broju publikacija tako i u njihovoj citiranosti, što ukazuje na sve veću važnost ove teme u odnosu na katastar. Dijelu ovih istraživanja u središtu su pitanja razvoja sustava upravljanja zemljištem (Enemark i dr. 2005, Steudler 2005). Dodatno, među najcitiranijim istraživanjima pojavljuju se i ona vezana uz razvoj modela podataka, odnosno LADM. Konkretnije, dio tih istraživanja bavi se razvojem LADM-a putem nadogradnji za 4D podatke (Döner i dr. 2010), dio podacima javne komunalne infrastrukture (Roić i Dželalija 2024), neka istraživanja temom vrijednosti zemljišta (Kara i dr.

2020), a neka razvojem nacionalnih profila te diseminacijom podataka sustava upravljanja zemljištem (Križanović i Roić 2023). Primijenjena metodologija može se za buduća istraživanja primijeniti i na publikacijama koje se bave drugim dijelovima upravljanja zemljištem. Kako bi se analizirao međusobni utjecaj razvoja sustava upravljanja zemljištem s temama poput vrednovanja nekretnina, uporabe zemljišta ili prostornog planiranja.

7. Zaključak

Razvojem društva gospodarenje zemljištem postaje sve složenije, a time i potrebe za odgovarajućim zemljišnim informacijama sve veća. Katastar kao jednostavan „digital twin“ više ne zadovoljava potrebe društva. Tehnološki razvoj omogućava stvaranje boljih i vjernijih modela stvarnog svijeta. U takvom razvijenom, visoko digitaliziranom i globaliziranom svijetu potrebno je za sve više zemljišnih podataka pridružiti položajnu informaciju te osigurati brzu i jednostavnu diseminaciju zemljišnih podataka. Katastri se sve više razvijaju u sustave upravljanja zemljištem koji sadrže više različitih povezanih upisnika čime pridonose ostvarivanju tih ciljeva. Razvoj i implementacija modela zemljišnih podataka kao i usklađivanje različitih sustava upravljanja zemljištem diljem svijeta sve više se bazira na LADM-u. Kao zajednički ontološki model LADM pojednostavljuje razmjenu podataka između različitih upisnika i sustava upravljanja zemljištem te poboljšava dostupnost i korištenje podataka. Time postaje najvažnija norma za daljnji razvoj sustava upravljanja zemljištem.

Literatura

- Aien, A., Kalantari, M., Rajabifard, A., Williamson, I., Wallace, J. (2013): Towards integration of 3D legal and physical objects in cadastral data models, *Land Use Policy*, 35, 140–154.
- Bender, O., Boehmer, H. J., Jens, D., Schumacher, K. P. (2005): Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany, *Landscape and Urban Planning*, 70, 111–125.
- Bennett, R. (2007): Property rights, restrictions and responsibilities: their nature, design and management, PhD Thesis, University of Melbourne, Melbourne.
- Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J. (2017): Generating 3D city models without elevation data, *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, 1–18.
- Božićnik, M. (1978): Evidencija nekretnina, *Geodetski list*, XXXII (7–9), 218–34.
- Dale, P. F. (1995): *Cadastral Surveys and Records of Rights in Land*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rim, Italija.

- Döner, F., Thompson, R., Stoter, J., Lemmen, C., Ploeger, H., van Oosterom, P., Zlatanova, S. (2010): 4D cadastres: First analysis of legal, organizational, and technical impact – With a case study on utility networks, *Land Use Policy*, 27 (4), 1068–1081.
- DVV (1993): *Grundbuch und Katastersysteme in der Bundesrepublik Deutschland – Entwicklung und aktueller Stand*, DVV, Stuttgart.
- Dželalija, G., Roić, M. (2023): Bibliometrics on Public Utilities Registration Research, *Land*, 12 (5), 1097.
- Enemark, S. (2005): Understanding the Land Management Paradigm, FIG Commission 7 Symposium on Innovative Technologies for Land Administration, Madison, Wisconsin, USA, 19–25.6.2005.
- Enemark, S., Williamson, I., Wallace, J. (2005): Building modern land administration systems in developed economies, *Journal of Spatial Science*, 50 (2), 51–68.
- FAO, UNECE, FIG (2022): Digital transformation and land administration – Sustainable practices from the UNECE region and beyond, FAO/UNECE, Rim, Italia.
- FIG (1995): *The FIG Statement on the Cadastre*, FIG, Canberra, Australia.
- Garfield, E. (1955): Citation indexes for science, *Science*, 122 (3159), 108–111.
- Goetz, M. (2013): Towards generating highly detailed 3D CityGML models from OpenStreetMap, *International Journal of Geographical Information Science*, 27 (5), 845–865.
- Hawerk, W. (1995): *Grundbuch and Cadastral Systems in Germany, Austria and Switzerland*, FIG, Delft.
- Hull, S. A. (2024): All for one and one for all? Exploring the nexus of land administration, land management and land governance, *Land Use Policy*, 144, 107248.
- Isikdag, U., Zlatanova, S. (2009): Towards defining a framework for automatic generation of buildings in citygml using building information models, *3D Geo-Information Sciences*, 79–96.
- ISO (2012): *ISO 19152:2012 Land Administration Domain Model (LADM)*, ISO, Geneva, Switzerland.
- Kalogianni, E., van Oosterom, P., Dimopoulou, E., Lemmen, C. (2020): 3D Land Administration: A Review and a Future Vision in the Context of the Spatial Development Lifecycle, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9 (2), 107.
- Kalogianni, E., Janečka, K., Kalantari, M., Dimopoulou, E., Bydłosz, J., Radulović, A., Vučić, N., Sladić, D., Govedarica, M., Lemmen, C., van Oosterom, P. (2021): Methodology for the development of LADM country profiles, *Land Use Policy*, 105, 105380.
- Kara, A., van Oosterom, P., Çağdaş, V., Işıkdag, Ü., Lemmen, C. (2020): 3 Dimensional data research for property valuation in the context of the LADM Valuation Information Model, *Land Use Policy*, 98, 104179.
- Kara, A., Lemmen, C., van Oosterom, P., Kalogianni, E., Alattas, A., Indrajit,

- A. (2024): Design of the new structure and capabilities of LADM edition II including 3D aspects, *Land Use Policy*, 137, 107003.
- Kaufmann, J., Steudler, D. (1998): Cadastre 2014. A vision for a future cadastral system, *FIG*, 167–173.
- Križanović, J., Roić, M. (2023): Development of a Methodology and Model for Land Administration Data Dissemination Processes, *Land*, 12 (3), 711.
- Lemmen, C., van Oosterom, P., Bennett, R. (2015): The Land Administration Domain Model, *Land Use Policy*, 49, 535–545.
- Maantay, J., Maroko, A. (2009): Mapping urban risk: Flood hazards, race & environmental justice in New York, *Applied Geography*, 29 (1), 111–124.
- Mađer, M. (2012): Model povezivanja katastar sa srodnim upisnicima, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Mottet, A., Ladet, S., Coqué, N., Gibon, A. (2006): Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114 (2–4), 296–310.
- National Research Council (1980): Need for a Multipurpose Cadastre, The National Academies Press, Washington, USA.
- Navratil, G. (2002): Formalisierung von Gesetzen, doktorska disertacija, TU Beč, Beč.
- Paulsson, J., Paasch, J. M. (2015): The Land Administration Domain Model – A literature survey, *Land Use Policy*, 49, 546–551.
- Polat, Z. A., Alkan, M., Paulsson, J., Paasch, J. M., Kalogianni, E. (2022): Global scientific production on LADM-based research: A bibliometric analysis from 2012 to 2020, *Land Use Policy*, 112, 105847.
- Price, D. J. (1963): *Little Science, Big Science ... and Beyond*, Columbia University Press, New York, USA.
- Radulovic, A., Sladić, D., Govedarica, M. (2017): Towards 3D Cadastre in Serbia: Development of Serbian Cadastral Domain Model, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6 (10), 312.
- Roić, M. (2012): Upravljanje zemljišnim informacijama, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Roić, M., Dželalija, G. (2024): Registration of the Legal Status of Public Utilities, *Land*, 13 (2), 209.
- Shojaei, D., Kalantari, M., Bishop, I. D., Rajabifard, A., Aien, A. (2013): Visualization requirements for 3D cadastral systems, *Computers, Environment and Urban Systems*, 41, 39–54.
- Steudler, D. (2005): A Framework for the Evaluation of Land Administration Systems, *FIG Working Week 2005 and GSDI-8*, Kairo, Egipat, 16–21.4.2005.
- Stoter, J. E. (2004): 3D Cadastre, PhD Thesis, TU Delft, Delft, Nizozemska.
- Stoter, J., Salzmann, M. (2003): Towards a 3D cadastre: Where do cadastral needs and technical possibilities meet?, *Computers, Environment and Urban Systems*, 27 (4), 395–410.

- Tekavec, J., Lisec, A. (2020): Cadastral data as a source for 3D indoor modelling, *Land Use Policy*, 98, 104322.
- Ting, L. A. (2002): Principles for an Integrated Land Administration System to Support Sustainable Development, PhD Thesis, University of Melbourne, Melbourne, Australia.
- UN-ECE (1996): Land Administration Guidelines, Ujedinjeni narodi, New York, SAD i Ženeva, Švicarska.
- UN-GGIM (2022): United Nations Integrated Geospatial Information Framework – Part 2: Implementation Guide: Strategic Pathway 6: Standards, UN-GGIM, New York, SAD.
- van Oosterom, P. (2013): Research and development in 3D cadastres, *Computers, Environment and Urban Systems*, 40, 1–6.
- 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 (5), 627–660.
- Zevenbergen, J. (2002): Systems of land registration aspects and effects, PhD Thesis, TU Delft, Delft, Nizozemska.

From Cadastre toward Land Administration Systems

ABSTRACT. This paper analyses the development of cadastre from paper to computer, from 2D mapping to 4D spatial data modelling, as well as the development of cadastre from primarily tax based to multi-purpose cadastre. The further development of the cadastre up to the land administration system was also reviewed. The paper also presents the development of the data models and the ISO standard Land Administration Domain Model (LADM) as a basis for the development of the land administration systems. To investigate trends, a bibliometric analysis of scientific publications was made, thereby comparing the development of the research on land administration system in relation to the cadastre, as well as the role and importance of the LADM standard in the development of the land administration systems. A bibliometric analysis was performed on 1,948 scientific publications related to the topic of cadastre, 957 scientific publications related to the topic of land administration, and 192 scientific publications on the topic of the LADM norm collected from the Scopus citation database. The research showed the growth of the topic of land administration in relation to the cadastre, as well as the importance of the LADM standard in research concerned land administration.

Keywords: cadastre, land administration, land management, land administration domain model, land administration systems.

Primljeno / Received: 2024-07-09

Prihvaćeno / Accepted: 2024-09-23