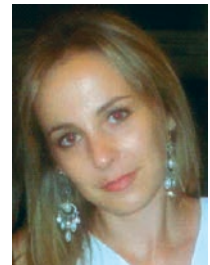


Utjecaj geodetske djelatnosti u istraživanju, razradi i proizvodnji ugljikovodika

Influence of geodesy on the research, development and production of hydrocarbons

Martina Ramić

INA–Industrija nafte d.d., Zagreb, Hrvatska
martina.ramic@ina.hr



Maja Runje

INA–Industrija nafte d.d., Zagreb, Hrvatska
maja.runje@ina.hr

Ključne riječi - geodezija, prostorni podaci, izmjera zemljišta, kartografski prikazi, geoinformacijski sustavi.

Key words: geodesy, spatial data, land survey, cartographic maps, geoinformation systems.

Sažetak

Geodezija je znanost koja se bavi izmjerom i kartiranjem Zemljine površine te uz precizna mjerenja, prikupljanje i distribuciju prostornih podataka, ima važnu ulogu u naftnoj i plinskoj industriji. Gotovo svi geodetski podaci koji se koriste su prostorno određeni te pogreške nastale prilikom prostornog određivanja kao i nedovoljno razumijevanje prostornih odnosa nepovoljno utječu na planiranje, ali i same troškove izvođenja radova. Geodetski radovi obuhvaćaju pripremu geodetskih karata za izradu rudarsko-tehničke dokumentacije, rješavanje imovinsko-pravnih odnosa na eksploatacijskim poljima ugljikovodika koji prethode ishodu rudarskih koncesija, što je preduvjet svim drugim radovima na eksploatacijskim poljima. Geodezija kao podrška istraživanju, razradi

i proizvodnji ugljikovodika obuhvaća izradu geodetskih podloga za projektiranje, parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata, različitih tematskih karata, ali i tehničko vođenje i održavanje katastra vodova koje je postalo zakonska obveza donošenjem novog Pravilnika o katastru infrastrukture prema kojem su svi vlasnici vodova dužni sudjelovati u uspostavi jedinstvene baze podataka o infrastrukturi.

Abstract

Geodesy is a science that deals with measuring and mapping of Earth's surface, and with precise measurements, collecting and distributing spatial data plays an important role in the oil and gas industry. Almost all geodetic data are spatially defined, and errors in spatial determination as well as insufficient understanding of spatial relations have negative impact on planning as well as on the work costs. Geodetic activities include the preparation of geodetic maps for drafting of mining-technical documentation, resolving of property-legal relations on the hydrocarbon exploitation fields preceding the mining concession, which is

prerequisite for all other works on exploitation fields. Geodesy, as a support for exploration, development and hydrocarbon production, encompasses the creation of geodetic bases for designing, parcelling and other geodetic studies, various thematic maps, as well as technical management and maintenance of cadastre lines that became legally binding by the adoption of a new Cadastre Regulation on Infrastructure under which all line owners are obliged to participate in the establishment of a unique infrastructure database.

1. Uvod

Geodezija ima značajnu ulogu u svim fazama istraživanja, razrade i proizvodnje ugljikovodika jer su gotovo svi potrebni podaci prostorno određeni. Samim tim je i zadaća geodeta u industriji nafte i plina višestruka i uključuje geokodiranje, digitalizaciju i vektORIZACIJU rasterskih karata, izradu svih vrsta tematskih karata i digitalnog modela terena, izradu parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata, elaborata katastra zemljišta i katastra vodova, kao i raznih podloga za potrebe projektiranja rudarskih objekata, iskolčenje i snimanje istih tokom gradnje, te praćenje slijeganja, pomaka i deformacija, tehničko vođenje i održavanje katastra vodova, pripremu grafičkih priloga za ishođenje stručne dokumentacije, kao i napredne analize u geoinformacijskim sustavima. Sve geodetske podatke o izvedenim mjerenjima potrebno je organizirati u odgovarajuće baze podataka jer kvalitetna organizacija podataka ne zahtijeva značajna ulaganja, a doprinosi povećanju vrijednosti konačnih proizvoda.

2. Metode izmjere

Osnovne metode geodetske izmjere koje se danas pretežno koriste, a osiguravaju zadovoljavajuću točnost su:

- Tahimetrijska metoda snimanja;
- Metoda satelitske geodezije (GNSS).

Tahimetrijska metoda snimanja primjenjuje se ponajprije za premjer neravnog, brežuljkastog i brdovitog terena, odnosno za izradu topografskih i katastarsko-topografskih planova za manja područja. Uz primjenu mjernih stanica, danas se ova metoda koristi i za prijenos točaka projekta na teren, odnosno za iskolčavanje različitih objekata.

Puno jednostavnija, brža i djelotvornija metoda je metoda satelitske geodezije (GNSS metoda izmjere) koja

se primjenjuje kod uređenja međa, parcelacija, snimanja infrastrukturnih objekata, iskolčenja velikog broja točaka te ostalih inženjerskih poslova. Izrazito ekonomična i pouzdana je GPS RTK (Real Time Kinematic) metoda izmjere, jer omogućava određivanje koordinata velikog broja točaka u realnom vremenu na terenu za vrijeme same izmjere povezivanjem GNSS uređaja na Hrvatski pozicijski sustav (CROPOS) kojeg čine 33 referentne GNSS stanice na međusobnoj udaljenosti od 70 km raspoređene tako da prekrivaju cijelo područje Republike Hrvatske. Sustav kontinuirano nadzire Državna geodetska uprava, pri čemu je za rad s CROPOS sustavom uz GNSS prijamnik potrebna i registracija korisnika.

3. Uloga geodetske djelatnosti

Geodetski radovi koji se provode u svrhu istraživanja i proizvodnje ugljikovodika obuhvaćaju lociranje bušotina na terenu, izgradnju infrastrukturne mreže, izradu geodetskih elaborata za rješavanje imovinsko-pravnih odnosa i ishođenje rudarskih koncesija, iskolčenje rudarskih objekata, snimanje i izradu situacija izvedenog stanja, izradu topografsko-kartografskih prikaza za potrebe projektiranja rudarskih objekata, izradu parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata i izradu elaborata katastra vodova te vođenje i održavanje geoinformacijskih sustava.

3.1. Lociranje bušotina

Približne koordinate bušotina u Gauss-Krügerovoj projekciji daju seizmičari i geolozi, a nakon pregleda strukturne dubinske karte, seizmičkih profila i situacije na terenu s obzirom na prilazne putove, zemljišne čestice i njihove vlasnike, izrađuje se prijedlog budućih lokacija bušotina. Gauss-Krügerova projekcija omogućava rješavanje zadataka praktične geodezije i katastra u ravnini jer ne uvodi linearnu deformaciju veću od 1 dm na 1 km.

Međutim, upravo je taj uvjet onemogućio preslikavanje cijelog područja Republike Hrvatske u jedinstveni koordinatni sustav. Tako postoje dva koordinatna sustava (zone), nazvani 5. i 6. Apscisna os - x predstavlja projekciju meridijana čije su geografske dužine 15° i 18° istočno od Greenwicha, a ordinatna os - y je pravac okomit na apscisnu os x i predstavlja projekciju ekvatora. Upravo je podjela na dva koordinatna sustava rezultirala izradom novog koordinatnog sustava poprečne Mercatorove projekcije koji obuhvaća cijelo područje Republike Hrvatske sa srednjim meri-

dijanom od $16^{\circ}30'$ i linearnim mjerilom duž srednjeg meridijana od 0,9999. Posljedica toga je da su linearne deformacije u područjima udaljenim manje od 127 km od srednjeg meridijana manje od 1 dm na 1 km što se smatra prihvatljivim za radove katastra, inženjerske geodezije i topografije.

Prilikom lociranja bušotina izrađuje se zapisnik o lociranju na kojem se navode zadane i locirane koordinate, kao i duljina i smjer pomaka. Ukoliko na terenu nije moguće provesti lociranje, predlaže se nova lokacija buduće istražne bušotine, izrađuje geodetski snimak terena i donosi konačna odluka o lokaciji (Slika 1.). Po završetku svih radova izrađuje se zapisnik o konačnim koordinatama u kojem je naveden naziv bušotine, kategorija lociranja, koordinate bušotine i njena nadmorska visina. Za točnost podataka odgovoran je ovlašteni inženjer geodezije.



Slika 1. Lociranje plinsko-kondenzatne bušotine Gola-10

3.2. Rješavanje imovinskopravnih odnosa

Provođenje svih vrsta zahvata na zemljištu može započeti tek nakon rješavanja imovinskopravnih odnosa. Geodetski elaborat za rješavanje imovinskopravnih odnosa je potreban kako bi se proveli radovi koji uključuju uzrokovanje štete na zemljištu na kojem izvođač radova nije vlasnik, bilo da se radi o privatnom ili državnom zemljištu. Elaborat za rješavanje imovinskopravnih odnosa sastoji se od grafičkog i tekstualnog dijela u koje se ubrajaju:

- Popis posjednika i vlasnika;
- Kopija katastarskog plana s ucrtanom građevinom i zauzetom površinom;
- Zemljišno-knjižni izvaci;
- Posjedovni listovi;
- Službena identifikacija zemljišno-knjižnih i katastarskih čestica.

Popis posjednika i vlasnika sadrži popis katastarskih čestica s podacima o posjednicima i vlasnicima, brojeve katastarskih čestica, brojeve zemljišno-knjižnih čestica, katastarsku površinu i površinu za ugovaranje služnosti. Kopija katastarskog plana izrađuje se za predmetnu građevinu kao grafički prilog na podlozi digitalnog katastarskog plana na kojem su navedeni brojevi katastarskih čestica. Ukoliko se zemljišno-knjižni brojevi razlikuju od katastarskih treba ih upisati ispod broja katastarske čestice.

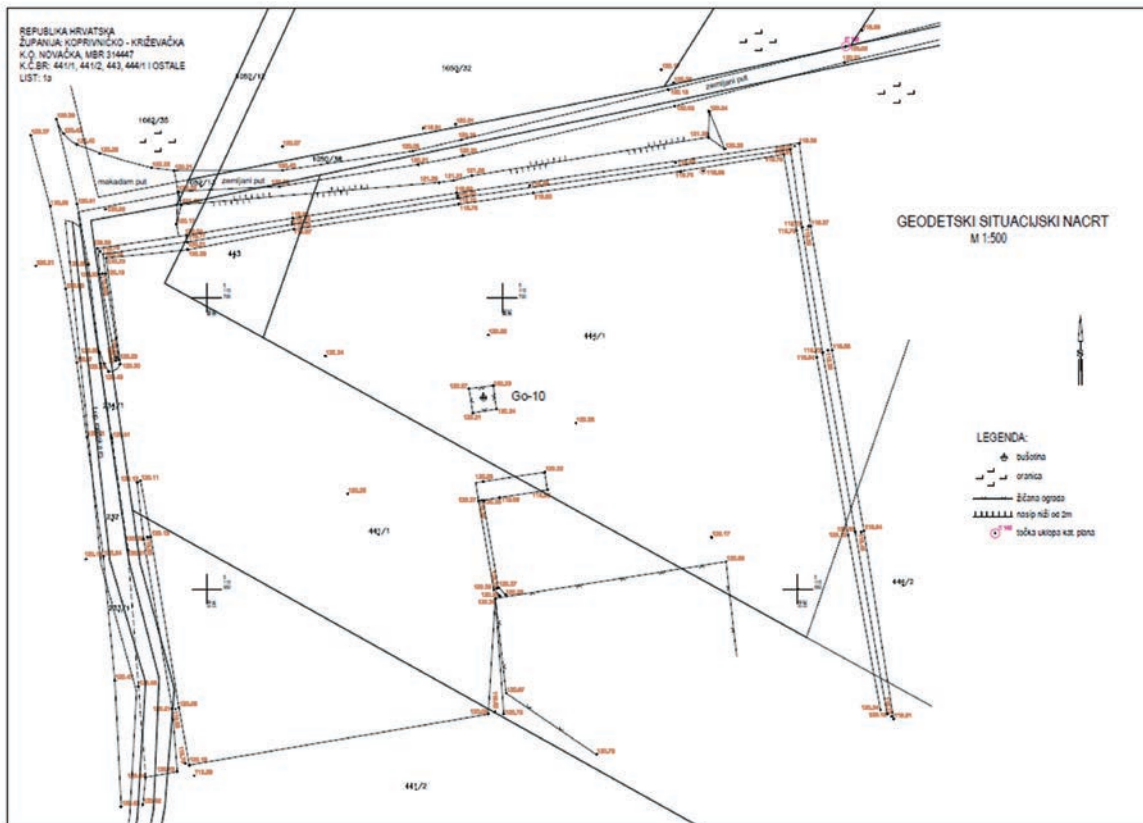
Službeni zemljišno-knjižni izvaci nalaze se na zemljišno-knjižnom sudu (gruntovnici). Traže se prema broju zemljišno-knjižne čestice ili broju zemljišno-knjižnog uloška koji se sastoji od posjedovnice (broj, oznaka i površina katastarske čestice), vlastovnice (pravo vlasništva) i teretovnice (hipoteka, pravo služnosti i dr.). Službeni prijepisi posjedovnih listova katastarskih čestica nalaze se u Područnim uredima za katastar.

S ciljem rješavanja imovinskopravnih odnosa, a u svrhu dobivanja rudarskih koncesija koje su preduvjet svim radnjama na eksploatacijskim poljima ugljikovodika, neophodno je uređivanje podataka u katastru i zemljišnoj knjizi u čemu je vidljiv značaj geodetske struke u naftno-plinskom gospodarstvu.

3.3. Izmjera zemljišta i izrada geodetskih elaborata

Pripremni radovi koji prethode izmjeri podrazumijevaju sve dostupne podatke: kartografske, katastarske i postojeće podatke prethodnih izmjera. Planiranje mjerenja počinje u uredu prikupljanjem svih relevantnih podataka potrebnih za što kvalitetniju pripremu izvođenja mjerenja na terenu. Pod pojmom inženjerska geodezija podrazumijevaju se sva geodetska mjerenja koja se vrše tokom projektiranja i izgradnje objekata, kao i mjerenja kojima se prate pomaci i deformacije tokom izgradnje i eksploatacije.

Nakon izrade projekta isti je potrebno s kartografskih podloga prenijeti na teren, što se naziva iskolčenje. Temelj projektiranja je situacijski plan s prikazom po položaju i visini svih tehničkih objekata, topografskih detalja i površina od važnosti za izradu projektne dokumentacije. Situacijom izvedenog stanja utvrđuje se da li je objekt izveden prema idejnom projektu, a izrađuju je ovlašteni inženjeri geodezije, u digitalnom i analognom obliku (Slika 2.). Prilikom određivanja bušotinskih radnih prostora često je potrebno provesti parcelaciju zemljišta i izraditi parcelacijski elaborat koji se potom provodi u katastru i zemljišnoj knjizi.



Slika 2. Geodetski situacijski nacrt

Uspješna realizacija i vođenje od idejnog začetka do kraja složenih i kompleksnih projekata podrazumijeva interdisciplinarni pristup različitih struka koje na bilo koji način participiraju u njima.

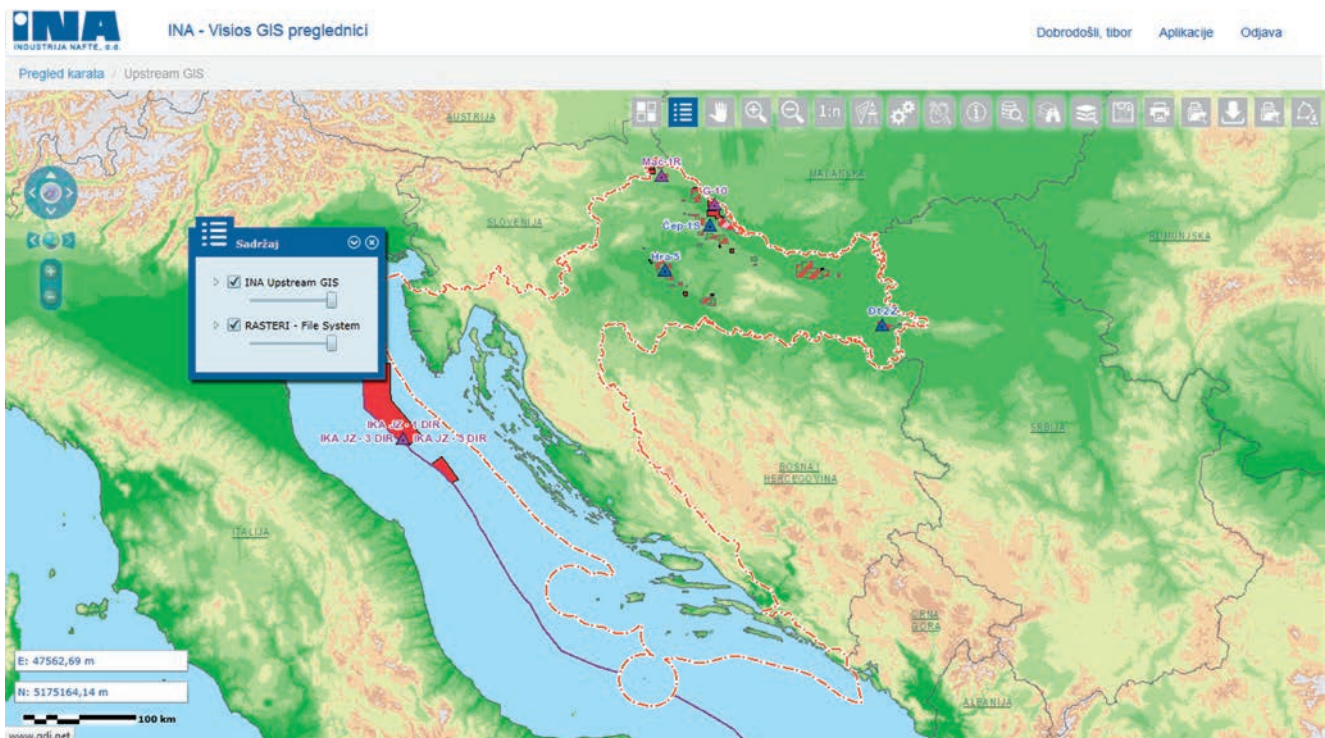
3.4. Izgradnja i detektiranje vodova

Pri izgradnji vodova, uloga geodetskih inženjera se očituje u:

- **Planiranju** pri čemu je potrebno pribaviti ulazne podatke (Hrvatska osnovna karta, digitalni katastarski plan, digitalna ortofoto karta, topografska karta, podaci katastra vodova, te analiza vlasničkih odnosa);
- **Projektiranju** koje uključuje izradu situacijskog plana u zoni projektiranja, određivanje položaja trase na terenu, podatke o zauzetosti prostora (podzemna infrastruktura) i saznanja o vlasništvu katastarskih čestica u zoni zahvata;
- **Građenju** koje zahtjeva sudjelovanje geodeta pri iskolčenju, geodetskom snimanju, geodetskom nadzoru i izradi elaborata za katastar vodova;
- **Održavanju** što podrazumijeva razne popravke, odnosno zamjenu postojeće infrastrukture.

Prema Direktivi 2014/61/EU Državna geodetska uprava donijela je Pravilnik o katastru infrastrukture koji propisuje sadržaj, način izradbe i vođenje katastra infrastrukture te uspostavu jedinstvene baze podataka o infrastrukturi, dostupnosti podataka, načinu dostavljanja te vrstu i strukturu podataka o infrastrukturi, promjenama na infrastrukturi i obavijestima o tekućim ili planiranim građevinskim radovima. Sadržaj katastra infrastrukture propisuje se na način da se određuju podaci o vrstama, odnosno namjeni, osnovnim tehničkim karakteristikama, trenutačnom korištenju i položaju izgrađene infrastrukture te imenima i adresama njihovih vlasnika, odnosno upravitelja, kao i sastavni dijelovi katastra infrastrukture.

Izrada katastra infrastrukture obuhvaća njegovo osnivanje na temelju evidencija koje su za pojedinu vrstu infrastrukture dužni, u skladu sa Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, osnovati i voditi njihove vlasnike, odnosno upravitelje, geodetsku izmjeru izgrađene infrastrukture i izradbu geodetskih elaborata infrastrukture koji služe za osnivanje i vođenje katastra infrastrukture. U katastru infrastrukture vode se podaci o vodovima i pripadajućim objektima elektroenergetske, elektroničke komunikacijske, toplovodne, plinovodne, naftovodne, vodovodne i odvodne infrastrukture.



Slika 3. Primjer izgleda karte i alata

Za svaku vrstu infrastrukture vode se podaci o trenutačnom korištenju infrastrukture i to na način da se evidentira je li infrastruktura u uporabi, napuštena ili uklonjena. Podaci o položaju infrastrukture i pripadajućih objekata iskazuju se koordinatama (E, N) u ravninskoj kartografskoj projekciji HTRS96/TM, a podaci o visinama (h) u referentnom visinskom sustavu Republike Hrvatske HVR571. Katastar infrastrukture osniva i vodi upravno tijelo jedinice lokalne samouprave nadležno za geodetske poslove. Ovim pravilnikom se uređuje prostorno planiranje i gradnja vodova, te uspostavlja jedinstveni geoinformacijski sustav katastra vodova za područje cijele države.

Informacija o postojanju voda važnija je od informacije s kojom točnošću je vod snimljen, a sama visinska točnost voda ovisi o 2D (relativna dubina) ili 3D (apsolutna određena visina) snimanju. Katastar infrastrukture se oslanja na podatke katastra zemljišta i podatke zemljišne knjige, te se zajedničkom kombinacijom dolazi do elemenata upisa služnosti, odnosno reguliranja imovinskopravnih odnosa. Procjena količine infrastrukture u Republici Hrvatskoj se za plinovode kreće u vrijednosti 21 240 km, a za naftovode 620 km, što ukazuje na veliku odgovornost Ine na organiziranje i održavanje infrastrukture uz pouzdanu dokumentaciju.

3.5. Upotreba geoinformacijskih sustava

Geoinformacijski sustav (GIS) računalni je sustav za prikupljanje, čuvanje, obradu, analizu i prikaz prostornih podataka. Četiri osnovne komponente GIS-a su hardver, softver, podaci (prostorni ili atributni) i ljudi. Kartografi su do danas napravili jako puno na području analiziranja i prikazivanja prostornih podataka, te su pomogli u stvaranju jedne od najperspektivnijih informacijskih tehnologija današnjice. GIS integrira prostorne i druge vrste podataka unutar poznate strukture baze podataka i pruža programske alate i funkcije koji se mogu koristiti u obradi i prikazivanju geografskih objekata.

Većina geoinformacijskih sustava je grafički orijentirana, s mogućnostima prikaza i dizajniranja raznih formi, od karata, snimaka i 3D prikaza do grafova, histograma i rezultata statističkih istraživanja. Pored toga, integrirana struktura podataka i standardizirani alati GIS-a povećavaju mogućnosti podrške pri istraživanju podataka, međusobnom uspoređivanju podataka, prostornih i vremenskih proučavanja, preklapanja i još kompleksnijih analiza višestrukih skupova podataka u prostoru i vremenu. U skladu s tim, Ina posjeduje vlastitu aplikaciju UpstreamGIS koja omogućuje izradu naprednih analiza, kao i izradu i održavanje baze podataka o bušotinama (Slika 3.).

4. Zaključak

Zahvaljujući stalnim nastojanjima za povećanjem produktivnosti, pouzdanosti i sigurnosti rada, zahtjevima tržišta i sve većim pritiscima da se poboljšaju operativni standardi, industrija nafte i plina je prisiljena na primjenu novih tehničkih dostignuća i novih tehnologija. Gotovo je sigurno da će računalne tehnologije imati ključnu ulogu u daljnjem razvoju rudarstva. U sklopu takvih trendova prepoznaje se sve značajnije prisustvo i uloga sustava za globalno pozici-

oniranje, a samim tim i geodetske djelatnosti. Geodetski radovi koji su navedeni u ovom radu potrebni su od lociranja bušotine na terenu do završetka izgradnje bušotinskog radnog prostora i pripadne infrastrukture. Inženjer geodezije mora sudjelovati pri lociranju bušotine, projektiranju, rješavanju imovinsko-pravnih odnosa i izgradnji svih rudarskih objekata. Ukoliko je bušotina pozitivna i odluči se istu privesti proizvodnji, započinje dugi proces radnji propisanih zakonima i pravilnicima.

Literatura

1. Zakon o rudarstvu (NN 56/13, 14/14)
2. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17)
3. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17)
4. Zakon o obavljanju geodetske djelatnosti (NN 152/08, 61/11, 56/13)
5. Pravilnik o parcelacijskim i drugim geodetskim elaboratima (NN 86/07, 148/09)
6. Pravilnik o katastru infrastrukture (NN 29/17)
7. Državna geodetska uprava (www.dgu.hr)