

АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА САДРЖАЈА ДИГИТАЛНОГ ПЛАНА КАТАСТРА ВОДОВА

Горан Маринковић¹

Милан Трифковић²

Јелена Лазих³

Жарко Несторовић⁴

UDK: 528.4 : 628.14 : 004

DOI: 10.14415/zbornikGFS29.09

Резиме: У овом раду су презентовани резултати истраживања квалитета дигиталних геодетских планова водова и подземних инсталација. Истраживање је обухватило креирање дигиталног геодетског плана канализационе мреже векторизацијом аналогног геодетског плана и креирање дигиталног геодетског плана истога детаља из оригиналних података премера и одржавања премера. На основу резултата истраживања извршене је анализа тачности и поузданости дигиталног геодетског плана креираног векторизацијом аналогног плана, односно „дигитализацијом са екрана“. Резултати добијени у овом раду, примену могу пронаћи, не само у Републици Србији, већ и у другим земљама у којима дигитализација геодетских планова све више добија на значају.

Кључне речи: Дигитализација, катастар водова

1. УВОД

Геодетски план је умањена, верна и недеформисана слика неког мањег дела Земљине површи у ортогоналној пројекцији, односно верна слика низа објеката (границе територијалних јединица и парцела, зграде и други објекти, саобраћајнице и др.), који се налазе на земљишту, допуњена по потреби висинском (вертикалном) представом – рељефом терена [3]. У зависности да ли садрже и висинску представу терена, планови се деле на катастарске (само хоризонтална представа терена) и топографске (и хоризонтална и висинска представа терена).

Дигитални геодетски план се дефинише као информациони систем о простору и чине га четири компоненте: подаци, софтвер, хардвер и корисници, који подржавају основне процесе: прикупљање, обраду, одржавање и дистрибуцију базе података дигиталног плана [5]. Према томе, може се закључити да је дигитални геодетски план информациони систем, односно дигитални подсистем геодетског информационог система (члан 3. Уредбе о ДГП-у).

¹ Доц. др Горан Маринковић, дипл инж геод., Факултет техничких наука Нови Сад, e-mail: goranmarinkovic@uns.ac.rs

² Проф. др Милан Трифковић, дипл инж геод., Грађевински факултет Суботица, e-mail: milantri@eunet.rs

³ Јелена Лазих, магистар инж геод., Факултет техничких наука Нови Сад, e-mail: lazicjelena@uns.ac.rs

⁴ Мр Жарко Несторовић, дипл инж геод., ХЕ Ђердап, e-mail: nzarko07@gmail.com

Идеја превођења катастарских података у дигитални облик стара је колико и појава рачунара. Сам поступак превођења података у дигитални облик започео је још током 80-их година прошлог века, а пуну експанзију је доживео 90-их година.

Подаци катастра водова су катастарски производ којима се, кад се налазе у дигиталном облику, вредност мултипликује, фреквенција њиховог промета се увећава, а цена им се смањује. Самим тим се и уложена средства за њихово прикупљање брже враћају, што је подстакло развијене земље да ове послове што пре заврше.

Дигитализација катастра данас је једно од “горћих” питања, што није ни чудно јер су дигитални катастарски планови нужна претпоставка за реформу катастра, ефикасно управљање просторним информацијама и промену начина размишљања, а воде према е-Друштву [1].

Проблем дигитализације катастра водова није једноставан, поготово ако се томе дода тренутно стање катастра, које никако не иде у прилог томе. Некадашње прикупљање просторних података за израду планова знатно се разликује од данашњих поступака, па се може претпоставити да такви планови не задовољавају потребе данашњег друштва [1]. Такође, треба узети у обзир да су се кроз низ година на различите начине на аналогним плановима гомилале грешке, које је тешко или скоро немогуће установити.

Дигитални план катастра водова мора садржати све податке које је садржао и аналогни катастарски план. Сврха превођења катастарских планова из аналогног у дигитални векторски облик је, између осталог да се омогући отклањање свих грешака које су се гомилале дуги низ година јер их није било могуће открити на аналогном плану, омогућити брже и лакше одржавање катастра земљишта и водова, увид у просторне катастарске информације, олакшано цртање и обраду графичких елемената [2].

Предмет истраживања у овом раду јесте креирање дигиталног плана катастра водова векторизацијом, односно дигитализацијом „са екрана“ и из оригиналних података премера и одржавања премера.

Основни и примарни циљ истраживања, у овом раду, је да се на основу дела креираних дигиталних планова канализационих водова у КО Крагујевац 1, добијених дигитализацијом, односно скенирањем па векторизацијом аналогних геодетских планова и из оригиналних података премера, изврши анализа и утврди квалитет, односно тачност и поузданост катастарских планова водова добијених дигитализацијом, са аспекта корисника катастра водова.

2. ДИГИТАЛНИ ГЕОДЕТСКИ ПЛАН И ДИГИТАЛИЗАЦИЈА

Дигитални план водова треба да садржи све елементе који постоје и на аналогном плану. Прикупљање, обрада и руковање дигиталним садржајем геодетског (катастарског) плана се треба остварити са бар оноликим фондом функција које је обезбеђивао конвенционални план. ДГП није исто што и компјутерски цртеж геодетског плана, не чува дигитализовану слику, већ дигитализоване податке из којих се цртеж ДГП-а може добити [5].

Изнети принципи треба да важе и за дигитални план водова (ДПВ). Формирање дигиталног плана водова представља приоритетни задатак (Према резолуцији ФИГ-

а сви аналогни планови су требали бити повучени из употребе до 2014. године). Најпре треба утврдити одговарајуће стандарде. Може се рећи да је стандард све што мора да буде донето да би систем функционисао. То се односи на хардвер, софтвер, имплементацију, обуку, а на неки начин и цена може бити један од битних фактора и утицати на избор и усвајање стандарда [7].

Излазни формат дигиталног плана треба да буде један од оних које подржавају водећи светски GIS алати (DXF, DGN, DWG), чак иако је софтвер за дигитални план саставни део GIS софтвера, ради размене података са свим осталим корисницима дигиталног плана у првој, односно другој фази [5].

Дигитални план водова се може израдити из података добијених:

- *Дигитализацијом, односно векторизацијом аналогних геодетских планова (секундарне методе).*
- *Оригиналним теренским геодетским мерењима (примарне методе).*

Дигитализација подразумева превођење различитих аналогних извора (садржаја планова и карата, текста, скица) у дигиталне вредности. Постоје две методе дигитализације аналогних планова водова [5]:

- *дигитализација помоћу дигитализера, и*
- *скенирање на дигитализација, односно векторизација, помоћу рачунара.*

Први метод је у почетку био доминантан, да би се касније све више напуштао као нерационалан, јер је знатно скупљи (висока цена дигитализера), напорнији за оператера и неподесан за радове већег обима. Данас служи као допунска метода код планова који су оштећени па њихово скенирање није могуће [5].

Други метод је сада скоро искључиво у употреби. Његова предност је што оператер може увећати жељени детаљ директно на монитору рачунара и наводити курсор знатно прецизније на жељену тачку. Брзина и удобност рада је знатно већа него код прве методе. Процес дигитализације треба да прати софтвер који ће интерактивно реаговати код одређених случајева (поновно дигитализовање исте тачке, линије итд.). Такође, приликом креирања софтвера превођење елемената аналогног плана у дигитални облик, посебну пажњу треба усмерити на отклањање деформација, корекцију, односно калибрацију, које изабрано софтверско решење врши, са задатком да сачува графичку тачност аналогног плана. О тачности, односно, мерној несигурности дигитализације постоје бројни написани радови, и била је предмет многих анализа, тако да овде неће бити посебно разматрана [7].

Дигитални план се може добити и на основу података геодетских мерења, односно премера и одржавања премера.

Код израде дигиталног плана на овај начин, податке који се налазе у записницима треба унети у рачунар. Потребан је софтвер за унос и обраду података мерења, који израчунава координате и коте детаљних тачака, или за директан унос координата и кота, уколико су оне претходно срачунате. Ови подаци (број тачке и координате) се смештају у посебан фајл и треба да буду спремни за картирање и даљу обраду уз помоћ софтвера за геодетску графику [7].

Софтвер за израду дигиталног плана треба, између осталог да садржи и алате за конструкцију тачака које су снимљене неком од предвиђених помоћних метода (лучни пресек, одмерање и слично) [5].

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Са циљем утврђивања квалитета дигиталних планова добијених класичном дигитализацијом, односно векторизацијом помоћу рачунара, реализован је експеримент, који је обухватио:

1. Скенирање па дигитализацију, односно векторизацију листа аналогног плана катастра водова 7F25-N9-71 размере 1:500 КО Крагујевац 1, помоћу рачунара, који се односи на канализациону мрежу.
2. Дигитализацију истог листа аналогног плана катастра водова 7F25-N9-71 размере 1:500 КО Крагујевац 1, из оригиналних података мерења, који се такође односи на канализациону мрежу.
3. Статистичку обраду добијених података.

Радни оригинал катастарског плана 7F25-N9-71, који је изабран за експеримент, је настао репродукцијом оригиналног катастарског плана (формиран у поступку првобитног премера пре више од 50 година). Пре скенирања и геореференцирања, извршена је визуелна контрола садржаја листа и уврђено да је дигитални приказ настао након скенирања видљив и геометријски подобан за геореференцирање.

Скениран аналогни план катастра водова је геореференциран уз помоћ програмског пакета “*D_map_geosoft_2008*” и на основу њега је извршена дигитализација садржаја који се односи на канализациону мрежу. Формирање листа дигиталног плана катастра водова 7F25-N9-71 је извршено и на основу оригиналних скица и тахиметријских записника из првобитног премера, као и одржавања премера. Скице и записници су у одличном стању, што је у значајној мери олакшало поступак формирања предметног дигиталног плана. Са циљем утврђивања квалитета дигиталних планова формираних векторизацијом, одређене су разлике координата детаљних тачака добијених векторизацијом и из оригиналних података премера и одржавања премера. На основу разлика координата, одређене су и грешке положаја дигитализованих тачака. Обзиром да не постоје прописи који стриктно регулишу тачност дигитализованих тачака (прописи се односе на површине), а гледано са аспекта практичне употребе података катастра водова, тачности премера и картирања детаља на аналогним плановима размере 1:500, као и одређеног интервала поверења (на основу вероватне грешке E95), аутори овог рада су класификовали грешке у четири групе:

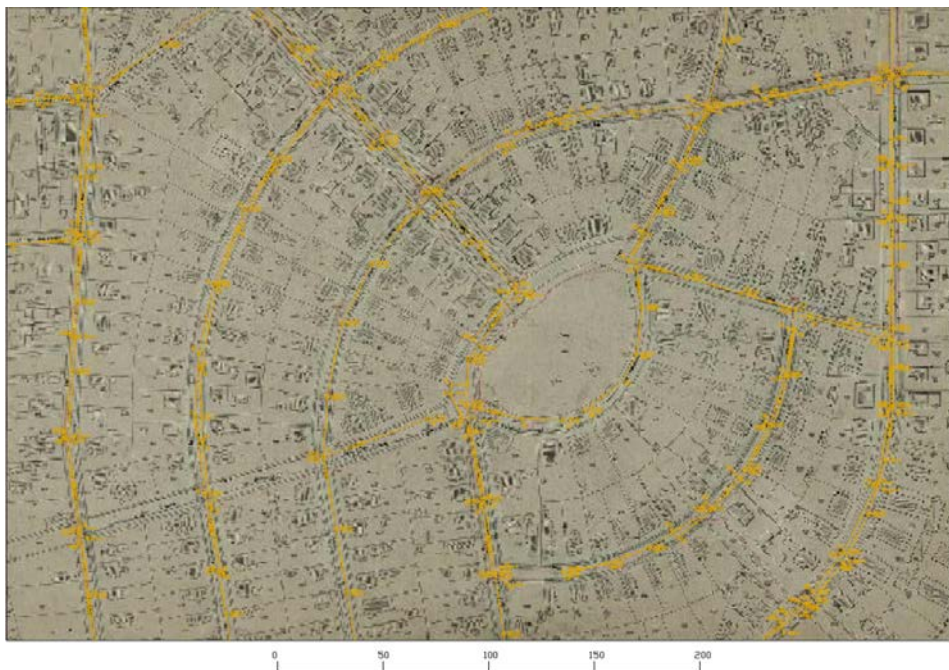
- *Минорне* - тачност $0 < \sigma_p < 0.15$ [m];
- *Значајне* - тачност $0.15 < \sigma_p < 0.35$ [m];
- *Критичне* - тачност $0.35 < \sigma_p < 0.55$ [m] и
- *Грубе* - тачност $0.55 < \sigma_p$ [m].

4. СТУДИЈА СЛУЧАЈА И РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

• Дигитализација-векторизација “са екрана”

На листу 7F25-N9-71 је извршена дигитализација канализационе мреже и том приликом је дигитализовано 207 тачака. Дигитални приказ канализационе мреже на растерасој подлози, дат је на слици 1., док је део списка координата

дигитализованих тачака дат у табели 1. (због велике количине података, овде је изостављен целокупан приказ).



Слика 1: Дигитализација канализационе мреже

Табела 1: Део списка координата дигитализованих тачака канализационе мреже

Name	Position Y [m]	Position X [m]
D-K-1	7494187.37	4873199.12
D-K-2	7494188.84	4873171.19
D-K-3	7494188.26	4873161.73
D-K-4	7494188.11	4873159.70
D-K-5	7494190.48	4873158.37
D-K-6	7494191.51	4873148.63
D-K-7	7494186.88	4873153.06
D-K-8	7494184.19	4873157.74
D-K-9	7494164.78	4873158.84
D-K-10	7494165.16	4873153.87
D-K-11	7494151.15	4873155.24
D-K-12	7494224.28	4873182.60
D-K-13	7494187.98	4873124.56
D-K-14	7494185.42	4873119.49
D-K-15	7494185.74	4873092.22
D-K-16	7494187.40	4873089.42
D-K-17	7494183.55	4873097.48
D-K-18	7494184.19	4873092.17
D-K-19	7494182.78	4873089.66
D-K-20	7494152.43	4873087.82

- **Дигитализација из оригиналних података - канализациона мрежа**

На основу података из тахиметријских записника израчунате су координате детаљних тачака снимљене канализационе мреже. На основу скица детаља и израчунатих координата детаљних тачака, извршено је формирање садржаја листа 7F25-N9-71, који се односи на канализациону мрежу и том приликом је искартирано 196 тачака. Дигитални приказ канализационе мреже на растерасој подлози, дат је на слици 2., док је део списка израчунатих координата детаљних тачака дат у табели 2.



Слика 2: Дигитални план канализационе мреже из оригиналних података снимања

Табела 2: Део списка израчунатих координата детаљних тачака

Name	Position Y [m]	Position X [m]
O-K-3	7494187.96	4873161.91
O-K-4	7494188.28	4873159.68
O-K-5	7494190.46	4873158.42
O-K-6	7494191.49	4873148.50
O-K-7	7494186.92	4873153.12
O-K-8	7494184.24	4873157.78
O-K-9	7494164.88	4873158.98
O-K-10	7494165.28	4873154.00
O-K-11	7494151.17	4873155.43
O-K-12	7494224.27	4873182.75
O-K-13	7494187.98	4873124.61
O-K-14	7494185.44	4873119.66
O-K-15	7494185.74	4873092.27
O-K-16	7494187.42	4873089.38

- Упоредна анализа добијених резултата

На основу резултата истраживања извршено је, за канализациону мрежу, одређивање разлика координата тачака, добијених векторизацијом и из оригиналних података премера и упоређење према класификацији датај у поглављу 3. Анализом је идентификовано и обухваћено укупно 196 детаљних тачака. У табели 3. је презентован део добијених резултата, који се односе на положајну тачност дигитализованих тачака.

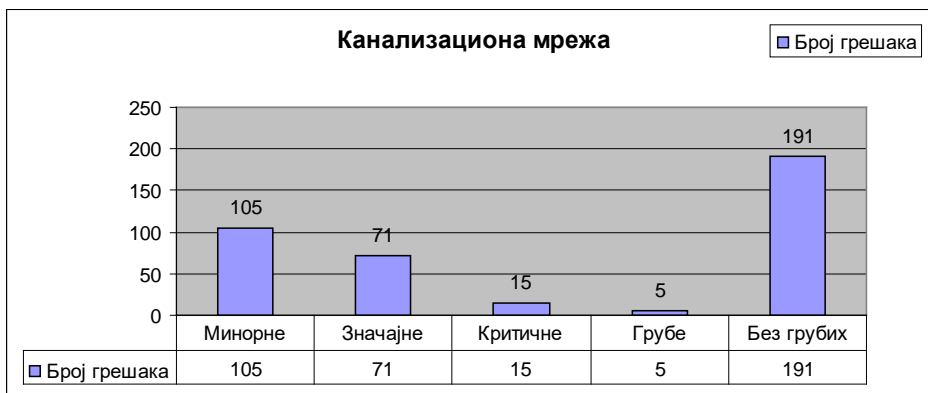
Табела 3: Положајна тачност дигитализованих тачака (део резултата)

Тачка	Векторизација		Из оригиналних података			Грешке		
	Y [m]	X [m]	Тачка	Y [m]	X [m]	су [m]	сх [m]	сп [m]
D-K-3	7494188.26	4873161.73	O-K-3	7494187.96	4873161.91	0.30	-0.18	0.35
D-K-4	7494188.11	4873159.70	O-K-4	7494188.28	4873159.68	-0.17	0.02	0.17
D-K-5	7494190.48	4873158.37	O-K-5	7494190.46	4873158.42	0.02	-0.05	0.05
D-K-6	7494191.51	4873148.63	O-K-6	7494191.49	4873148.50	0.02	0.13	0.13
D-K-7	7494186.88	4873153.06	O-K-7	7494186.92	4873153.12	-0.04	-0.06	0.07
D-K-8	7494184.19	4873157.74	O-K-8	7494184.24	4873157.78	-0.05	-0.04	0.06
D-K-9	7494164.78	4873158.84	O-K-9	7494164.88	4873158.98	-0.10	-0.14	0.17
D-K-10	7494165.16	4873153.87	O-K-10	7494165.28	4873154.00	-0.12	-0.13	0.18
D-K-11	7494151.15	4873155.24	O-K-11	7494151.17	4873155.43	-0.02	-0.19	0.19
D-K-12	7494224.28	4873182.60	O-K-12	7494224.27	4873182.75	0.01	-0.15	0.15
D-K-13	7494187.98	4873124.56	O-K-13	7494187.98	4873124.61	0.00	-0.05	0.05
D-K-14	7494185.42	4873119.49	O-K-14	7494185.44	4873119.66	-0.02	-0.17	0.17
D-K-15	7494185.74	4873092.22	O-K-15	7494185.74	4873092.27	0.00	-0.05	0.05
D-K-16	7494187.40	4873089.42	O-K-16	7494187.42	4873089.38	-0.02	0.04	0.04
D-K-17	7494183.55	4873097.48	O-K-17	7494183.48	4873097.46	0.07	0.02	0.07
D-K-18	7494184.19	4873092.17	O-K-18	7494184.04	4873092.20	0.15	-0.03	0.15
D-K-19	7494182.78	4873089.66	O-K-19	7494182.76	4873089.65	0.02	0.01	0.02
D-K-20	7494152.43	4873087.82	O-K-20	7494152.92	4873087.39	-0.49	0.43	0.65

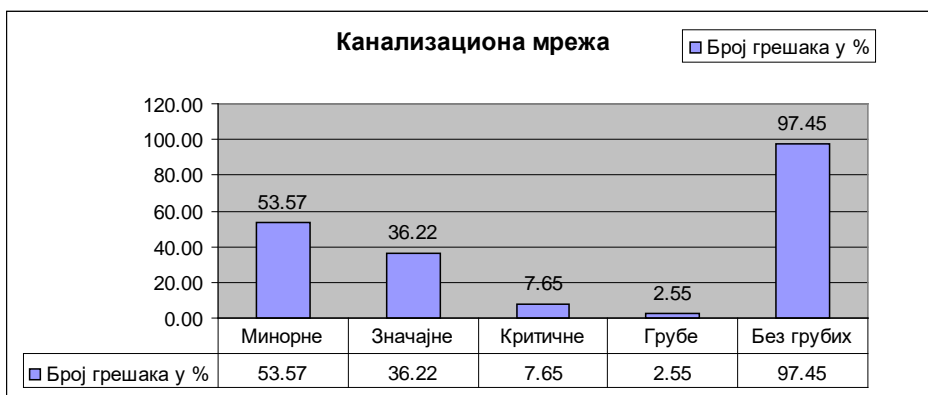
У табели 4. дат је преглед броја грешака, просечна грешка и процентуално учешће у укупном броју грешака, према утврђеној класификацији, док је графички приказ презентован на сликама 3., 4. и 5.

Табела 4: Број грешака, просечна грешка и процентуално учешће у укупном броју грешака

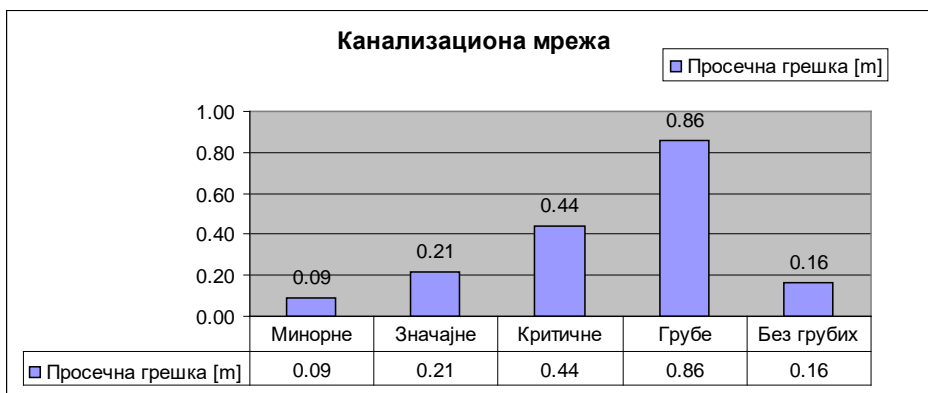
Грешка	Минорна	Значајна	Критична	Груба	Без грубих
Број	105	71	15	5	191
%	53.57	36.22	7.65	2.55	97.45
Просечна грешка [m]	0.09	0.21	0.44	0.86	0.16



Слика 3: Број идентификованих грешака



Слика 4: Процентуално учешће у укупном броју грешака



Слика 5: Просечне грешке положаја дигитализованих тачака

5. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

На основу анализе добијених резултата може се констатовати да је идентификовано највише минорних грешака (105 или 53.57 %), затим значајних (71 или 36.22 %), и на крају критичних (15 или 7.65 %). Укупан број тачака, чије грешке нису класификоване као грубе, износи 191, односно 97.45 % од укупног броја дигитализованих тачака канализационе мреже. Гледајући са аспекта тачности премера и израде дигиталних геодетских подлога, може се констатовати да 53.57 % тачака задовољава критеријуме квалитета, што представља изузетно добар резултат. Ако се узме у обзир да је горња граница значајних грешака 0.35 м, може се закључити да 89.79 % дигитализованих тачака канализационе мреже, има тачност која би могла задовољити потребе корисника података катастра водова. У односу на укупан број дигитализованих тачака, идентификовано је свега 2.55 % тачака, чије су грешке класификоване као грубе. Добијена просечна положајна грешка детаљних тачака канализационе мреже износи 0.09 м за 53.57 % тачака, 0.21 м за 36.22 % тачака и 0.44 м за 7.65 % тачака. На основу изложеног, може се закључити да је процес дигитализације успешно спроведен, односно да се дигитализована подлога може третирати као „добра“, јер је 89.79 % детаљних тачака употребљиво са аспекта већине корисника катастра водова.

На основу проучавања бројне студијске и стручне литературе и појединачне и упоредне анализе дигитализованих водова у овом мастер раду, може се закључити да на квалитет дигитализованих планова катастра водова, утичу следећи фактори:

- *грешке картирања и израде аналогних катастарских планова,*
- *грешке превођења аналогних у дигиталне планове.*

Грешке картирања детаљних тачака и формирања садржаја у поступку израде, имају велики утицај на квалитет аналогних катастарских планова водова. Ако је у процесу израде аналогних геодетских подлога узет у обзир само добијен графички приказ на катастарском плану водова, а није извршена и контрола на основу тахиметрије, односно нумеричких података премера и контролних мерења (друга оријентација, списак грешака премера, дужина фронта и др.), онда то, између осталог, доводи до разлике између садржаја аналогног плана водова и фактичког стања на терену, односно стања у пратећем елаборату премера.

Креирање и одржавање катастарских планова водова су се мењали кроз историју, у зависности од промене правних система и доступне технологије. Сво то време подаци премера су уклапани у постојеће катастарске планове водова, односно у границе постојећих катастарских парцела и већ картираних водова ниже тачности. Како је технологија прикупљања података напредовала, тако је све више долазило до уклапања „тачних“ података у „нетачни“ садржај постојећих катастарских планова водова.

Грешке превођења аналогних у дигиталне планове водова имају велики утицај на квалитет дигиталних катастарских планова водова, поготово у случајевима када се врши дигитализација застарелих и готово неупотребљивих катастарских планова. Осим тога, ако се у процесу дигитализације узима у обзир само графички приказ на аналогном катастарском плану, а не оригинални подаци премера, односно нумерички подаци, то може довести до разлике између дигиталног плана добијеног векторизацијом и из оригиналних података премара и одржавања премера.

Иако се „дигитализација са екрана“ показала као економичнија метода, предност треба дати изради дигиталног катастарског плана из оригиналних података премера, јер такав приступ пружа максималну поузданост у квалитет и тачност података, те смањује могућност настајања нових грешака, као и отклањања постојећих, насталих приликом картирања детаља. Овоме треба дати озбиљан значај, будући да су квалитет и тачност података највећа вредност катастра водова.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боц, К.: Израда дигиталних катастарских планова и њихова компарација с књижним дијелом катастарског оператa, Геодетски лист бр. 1, стр. 39–53, **2009.**
- [2] Ивковић, М., Влашић, И.: Успоредба површина катастарских честица старе и нове измјере, Геодетски лист бр. 4, стр. 285–294, **2006.**
- [3] Миладиновић, М.: Геодетски планови, Грађевински факултет, Београд, **2005.**
- [4] Правилник о плановима и картама ("Службени гласник РС", број 27/00 и 90/12)
- [5] Трифковић, М.: Геодетски планови, Виша грађевинско геодетска школа, Београд, **2003.**
- [6] Уредба о дигиталном геодетском плану ("Службени гласник РС", број 15/03, 18/03 и 85/08)
- [7] Цвијовић Ч.: Катастар водова као основа за стварање информационих система комуналне инфраструктуре, Геодетска служба бр. 87, РГЗ, Београд, **2001.**

ANALYSIS QUALITY OF CONTENT DIGITAL PLAN OF CADASTRE LINES (UNDERGROUND INSTALLATION)

***Summary:** This work presents the results of research quality digital geodetic plans lines and underground installations. The study included the creation of a digital geodetic plan sewerage network vectorization of analogue geodetic plans and creation of digital geodetic plan of the same details from the original data survey and maintenance survey. Based on research results the analysis of the accuracy and reliability digital geodetic plan created vectoring analogue plan or "digitizing from the screen". The results obtained in this work, the can be use not only in the Republic of Serbia, but also in other countries where digitalisation of geodetic plans are increasingly gaining in importance.*

***Key words:** Digitization, cadastre lines(cadastre underground installations)*