

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Dorđević, B., 2016. Geografski informacijski sistem omrežja plinovoda v javnem podjetju Energetika Ljubljana. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drobne, S.): 49 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5765/>

Datum arhiviranja: 14-10-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Dorđević, B., 2016. Geografski informacijski sistem omrežja plinovoda v javnem podjetju Energetika Ljubljana. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Drobne, S.): 49 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5765/>

Archiving Date: 14-10-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GEODEZIJA
SMER GEODEZIJA V
INŽENIRSTVU**

Kandidatka:

BARBARA ĐORĐEVIĆ

**GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM OMREŽJA
PLINOVODA V JAVNEM PODJETJU ENERGETIKA
LJUBLJANA**

Diplomska naloga št.: 452/GI

**GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF GAS
PIPELINE NETWORK IN JAVNO PODJETJA
ENERGETIKA LJUBLJANA**

Graduation thesis No.: 452/GI

Mentor:

viš. pred. dr. Samo Drobne

Ljubljana, 12. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

»Ta stran je namenoma prazna.«

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka **Barbara Dorđević**,
vpisna številka **26202778**, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom:
**»GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM OMREŽJA PLINOVODA V JAVNEM
PODJETJU ENERGETIKA LJUBLJANA«**

IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

Ljubljana, 18. avgusta 2016

Podpis študentke:

»Ta stran je namenoma prazna.«

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	53.084.83:629.052.9(497.4)(043.2)
Avtorica:	Barbara Dorđević
Mentor:	viš. pred. dr. Samo Drobne
Naslov:	Geografski informacijski sistem omrežja plinovoda v Javnem podjetju Energetika Ljubljana
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – visokošolski študij
Obseg in oprema:	49 str., 41 sl.
Ključne besede:	geografski informacijski sistem, plinovodno omrežje, Javno podjetje Energetika Ljubljana, Mestna občina Ljubljana

IZVLEČEK

V diplomski nalogi predstavimo projekt vzpostavitve geografskega informacijskega sistema (GIS) omrežja plinovoda v Javnem podjetju Energetika Ljubljana, pri katerem smo sodelovali. Posebej opišemo postopke ažuriranja podatkovne baze omrežja plinovoda ter predstavimo nekatere postopke prostorskih analiz, ki jih omenjeni GIS omogoča. S pomočjo tega sistema ocenjujemo število zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov oziroma odjemalcev na območju Mestne občine Ljubljana. Rezultati kažejo, da je od skupno 5.817 neaktivnih odjemalcev plina, največ potencialnih novih odjemalcev na vzhodu Mestne občine Ljubljana; v naseljih Novo Polje, Polje in Vevče.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 53.084.83:629.052.9(497.4)(043.2)
Autor: Barbara Đorđević
Supervisor: Sen. Lect. Dr. Samo Drobne
Title: Geographic information system of gas pipeline network in Javno podjetje Energetika Ljubljana
Document type: Graduation Thesis - Higher professional study
Scope and tools: 49 p., 41 fig.
Keywords: geographic information system, gas pipeline network, public company Energetika Ljubljana, City municipality Ljubljana

ABSTRACT

The diploma thesis presents a project to establish a geographic information system (GIS) for a gas pipeline network at Javno podjetje Energetika Ljubljana, a public undertaking with which we cooperated. Procedures for updating the pipeline network database are described in detail and certain spatial analysis procedures provided by the mentioned GIS are presented. Using the system, the number of built and inactive gas connections or customers in the area of the Ljubljana City Municipality was estimated. The results revealed that most potential gas customers, from a total of 5.817, come from the eastern part of the Ljubljana City Municipality: in settlements Novo Polje, Polje and Vevče.

ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju viš. pred. dr. Samu Drobnetu.

Posebno se zahvaljujem kolegoma Mojci Bohovi in Janezu Vengarju za pomoč pri diplomski nalogi. Zahvaljujem se tudi družini za podporo in spodbudo v času študija ter Mitji Krištofu.

»Ta stran je namenoma prazna.«

KAZALO VSEBINE

IZJAVE	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	V
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	VI
ZAHVALA.....	VII
KAZALO VSEBINE.....	IX
KAZALO SLIK.....	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIII
1 UVOD.....	1
1.1 Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o.	1
1.2 Zgodovina plinarne	2
2 GIS PLINOVODNEGA OMREŽJA V ENERGETIKI	5
2.1 Zemeljski plin.....	5
2.2 Plinovodno omrežje.....	5
2.3 Splošno o GIS-u	6
2.4 GIS v Energetiki.....	7
2.5 Projekt nastavitve GIS-a v Energetiki	8
2.6 Programska in strojna oprema.....	9
2.7 Analiza stroškov in koristi.....	9
2.8 Faze izgradnje	10
2.8.1 Določitev cilja	11
2.8.2 Izdelava baze podatkov	11
2.8.3 Prostorske analize.....	14
2.8.4 Predstavitev podatkov	14
2.9 Metodologija razvoja GIS-a plinovodnega omrežja	14
2.10 Podatkovni model plinovodnega omrežja	15
2.11 Zajem grafičnih in osnovnih atributnih podatkov	16
2.11.1 Stanje.....	16
2.11.2 Skeniranje.....	18
2.11.3 Vektorizacija	20
2.12 Vzdrževanje baze podatkov	20
2.13 Grafična baza podatkov.....	21
2.13.1 Potek dela	22
2.14 Opisni podatki	24
2.14.1 Šifra potrošnika	25
2.14.2 Dopolnjevanje evidence EHIŠ	27

2.14.3	Tablice	28
2.14.4	Status	29
2.14.5	Slike	29
2.15	Prostorske analize	30
3	ANALIZA ZGRAJENIH IN NEAKTIVNIH PLINSKIH PRIKLJUČKOV V MOL	36
3.1	Metoda dela	36
3.2	Podatkovne osnove	40
3.3	Zgrajeni in neaktivni plinski priključki v MOL	40
4	ZAKLJUČEK	46
	VIRI IN LITERATURA	48

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Plinovodno omrežje Energetike Ljubljana.....</i>	<i>2</i>
<i>Slika 2: Plinska svetilka v Stari Ljubljani po potresu okoli leta 1896.</i>	<i>3</i>
<i>Slika 3: Del načrta poteka plinovodnega omrežja v mestu Ljubljana, z lokacijami za namestitve plinskih svetilk in pripadajočih naprav na omrežju. Načrt je bil izdelan 27. Decembra 1860.</i>	<i>4</i>
<i>Slika 4: Del katastra plinskega omrežja v Ljubljani leta 1920.....</i>	<i>6</i>
<i>Slika 5: Faze projekta vzpostavitve GIS-a plinovodnega omrežja.....</i>	<i>11</i>
<i>Slika 6: Izdelava baze podatkov.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 7: Funkcionalna uporaba podatkov.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 8: Kartografski podatkovni model v Energetiki.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 9: Ulični kataster.....</i>	<i>16</i>
<i>Slika 10: Temeljni topografski načrt s kartiranim plinovodom.....</i>	<i>17</i>
<i>Slika 11: Območje skeniranih listov.....</i>	<i>19</i>
<i>Slika 12: Vnos opisnih podatkov odseka.....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 13: Vnos opisnih podatkov objekta.....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 14: Prikaz anotacij.....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 15: Vrstne hiše.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 16: Vnos šifre potrošnika na izbrani naslov.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 17: Vnos atributov začasnega centroida.....</i>	<i>27</i>
<i>Slika 18: Prikaz lokacije tablic.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 19: Vnos atributov tablic.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 20: Prikaz fotografije.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 21: Izdelava analiz.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 22: Atributi po letu vgradnje.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 23: Atributi po letu vgradnje.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 24: Atributi po materialu (jeklo in polietilen).....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 25: Atributi po dimenziji cevi.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 26: Atributi po statusu (omrežje ni v obratovanju in je v obratovanju).....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 27: Atributi po šifri trase (999 je oznaka za plinski priključek).....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 28: Rezultat volumna cevi na izbranem omrežju.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 29: Rezultat dolžine izbranega omrežja.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 30: Model Bilder.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 31: Izbira glavnih plinskih požarnih pip.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 32: Orodje za prostorsko združevanje.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 33: Izbira PP po statusu in občini Ljubljana.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 34: Spreminjanje preglednice v sloj.....</i>	<i>39</i>

<i>Slika 35: Zgrajeni in neaktivni plinski priključki v MOL</i>	41
<i>Slika 36: Mreža rastra 100x100 metrov v MOL</i>	42
<i>Slika 37: Gostota plinskih priključkov v MOL</i>	43
<i>Slika 38: Preglednica sešteti točk po poligonih</i>	43
<i>Slika 39: Preglednica sešteti točk po poligonih</i>	44
<i>Slika 40: Karta plinskih priključkov po gostoti</i>	45
<i>Slika 41: Gostota plinskih priključkov na vzhodnem delu MOL</i>	45

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CO ₂	Ogljikov dioksid
EHIŠ	Evidenca hišnih števil
GDB	Geodatabase
GIS	Geografski informacijski sistem
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
JE	Jeklo
JP	Javno podjetje
MID	Medresorski identifikator
MOL	Mestna občina Ljubljana
ODBC	Open Database Connectivity
P	Šifra potrošnika
PE	Polietilen
PP	Glavna plinska zaporna pipa
PVC	Polivinil klorid
RPE	Register prostorskih enot

»Ta stran je namenoma prazna.«

1 UVOD

1.1 Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o.

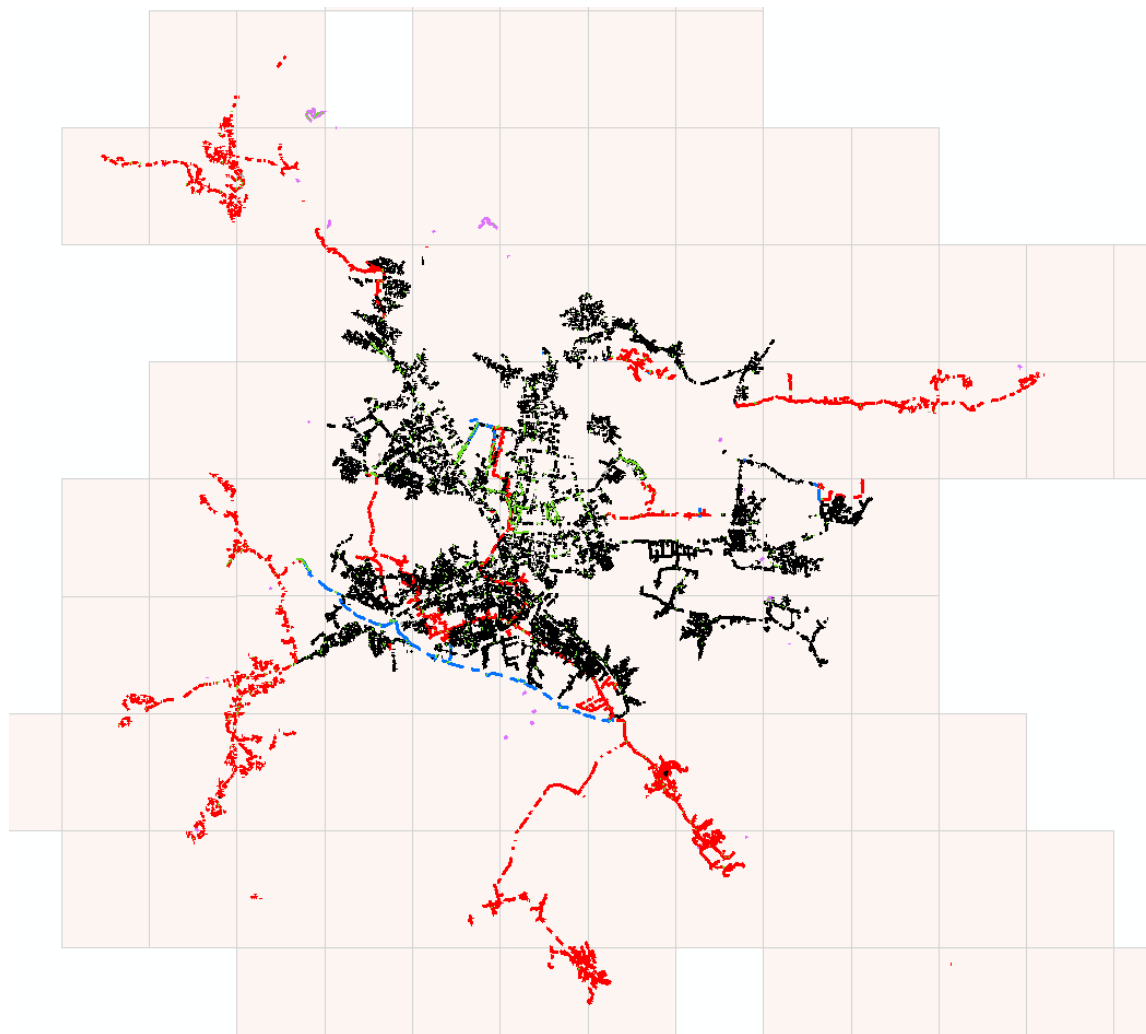
Javno podjetje (JP) Energetika Ljubljana d.o.o. se ukvarja z distribucijo zemeljskega plina, daljinsko oskrbo s toploto in hladom, izgradnjo in vzdrževanjem plinovodnega omrežja (ki je prikazano na sliki 1) ter omrežja daljinskega ogrevanja na območju Mestne občine Ljubljana (MOL) in sosednjih občin: Brezovica, Dobrova-Polhov Gradec, Dol pri Ljubljani, Ig, Log-Dragomer, Medvode in Škofljica. »Visoko učinkovita soproizvodnja na eni strani in celovita distribucija in oskrba z energijo na drugi, je uveljavljen koncept, ki s strateško-tehnološkega vidika v veliki meri izpolnjuje širše postavljene cilje oz. zahteve oskrbe z energijo in varstvom okolja. Zanesljiva oskrba z energijo, učinkovita raba energije in uporaba obnovljivih virov energije so, ob potrebni trajnostni skrbi za okolje, le nekatere od skupnih nalog, za katere se je kot večina državljanov Evropske unije plebiscitarno odločila tudi Energetika.« (Brate, 2011: 8 str.)

Poslanstvo podjetja je zanesljiva, varna, okolju prijazna in ekonomsko učinkovita oskrba prebivalcev Ljubljane in okolice s toploto, zemeljskim plinom in drugimi energenti po konkurenčnih cenah. Po razsežnosti sistema daljinskega ogrevanja, izkoriščenosti distribucijskega omrežja in rezultatih prodaje se uvršča med razvitejše oskrbovalne sisteme v srednji Evropi. Z dolgoletnimi izkušnjami na področju oskrbe s plinom in na področju oskrbe s toploto je pravi partner z znanjem za celovite energetske rešitve. Energetika je vključena v Javni Holding Ljubljana, družbo za izvajanje strokovnih in razvojnih nalog na področju gospodarskih javnih služb.

Strateški cilji:

- zanesljiva energetska oskrba Ljubljane in sosednjih občin,
- doseganje ekonomske učinkovitosti in zagotavljanje konkurenčnih cen,
- skrb za čisto in zdravo okolje,
- izpolnjevanje vseh mednarodnih obveznosti,
- oblikovanje preglednega sistema odločanja o energetske politiki,
- doseganje cilja, da bi se vsaka novogradnja ali objekt v rekonstrukciji sistema ogrevanja priključila na sistem daljinske oskrbe s toploto ali plinom,
- uveljavitev daljinskega hlajenja,
- zagotavljanje popolne servisne storitve odjemalcem,
- utrditev in razširitev položaja na trgu.

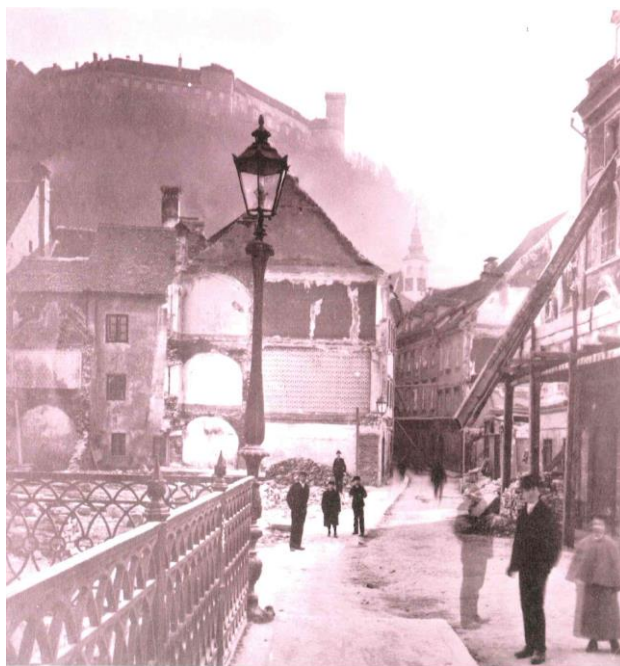
(JP Energetika, 2016).



Slika 1: Plinovodno omrežje Energetike Ljubljana

1.2 Zgodovina plinarne

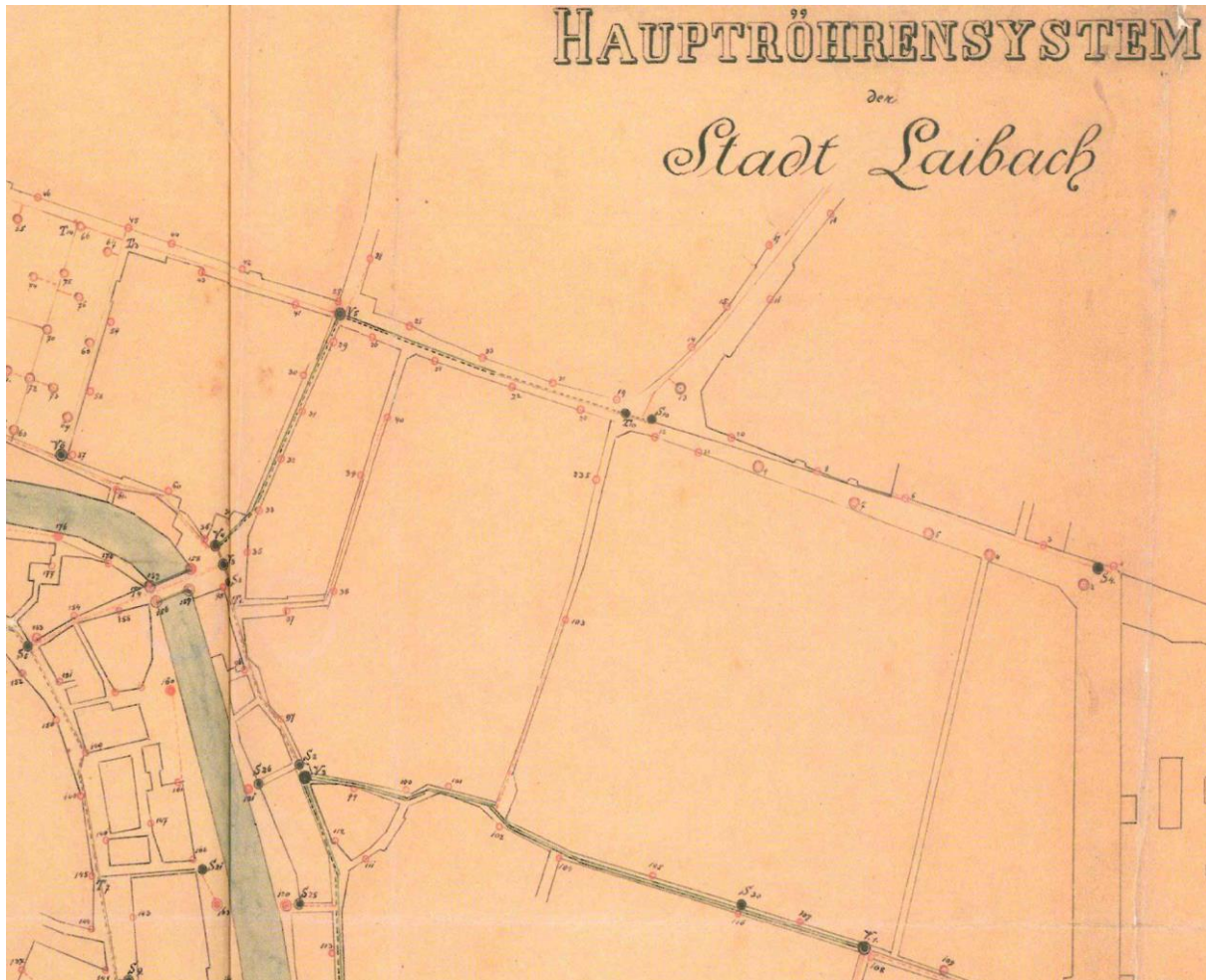
Spomladi leta 1861 je bila Ljubljana eno samo veliko gradbišče. V mestu so gradili plinarno in po ulicah polagali plinske cevi. Plinarne je bila sprva v rokah Nemcev, leta 1907 je prešla v slovenske roke in postala mestna last. Pred uporabo elektrike je 9. novembra 1861 v Ljubljani zasvetila prva plinska luč, ki je razsvetljevala mesto vse do leta 1946. Predvidena je bila predvsem plinska razsvetljava mestnega središča. Sprva so postavili 241 javnih plinskih svetilk (načrt svetilk vidimo na sliki 3), z leti pa jih je bilo čedalje več, leta 1934 že približno 1.300. Plinovodno omrežje je preneslo brez poškodb celo potres leta 1895 (glej sliko 2, ki prikazuje nepoškodovano plinsko svetilko po potresu v Ljubljani).



Slika 2: Plinska svetilka v Stari Ljubljani po potresu okoli leta 1896.

Uporabnost plina se je kazala v vseh oblikah, sprva samo v javni razsvetljavi, kasneje tudi za kuhanje in ogrevanje v gospodinjstvih ter za pogon strojev v obrtnih delavnicah in tovarnah. Plinovod so na začetku položili v ožjem delu mesta, veliko kasneje se je širil tako po naseljih v Ljubljani kot v strnjene urbane gradnje v sosednje občine.

Najprej so mestni plin pridobivali v retortnih pečeh s suho destilacijo lesa, po letu 1903 pa iz premoga. V tridesetih letih prejšnjega stoletja je mesto pospešeno gradilo stanovanjske zgradbe, ki so morale obvezno imeti plinski priključek. Leta 1961 so uvedli novo tehnologijo proizvodnje plina, termo katalitično cepljenje tekočega naftnega plina propan-butana. Novi plin ni tako zelo smrdel kot prejšnji, ki je bil izdelan iz premoga, pa tudi strupen ni bil. Nova tehnologija plina je zahtevala nove tehnične obrate in tako so postavili dve mali lokalni plinarni v Kosezah in Zalogu. Leta 1974 je bil podpisan sporazum med Plinarno Ljubljana, plinarnama v Celju in Mariboru ter s še 73 večjimi podjetji na Slovenskem, ki je predvideval skupno naložbo v izpeljavo programa oskrbe Slovenije z zemeljskim plinom iz takratne Sovjetske zveze. Prvi december 1978 predstavlja novo prelomnico pri oskrbi mesta Ljubljane s plinom, saj je iz Sovjetske zveze k nam po novem magistralnem plinovodu prvič pritekel zemeljski plin. Novi energent je bil sodoben in primerljiv s podobnimi vrstami goriva v Evropi (Brate, 2011).



Slika 3: Del načrta poteka plinovodnega omrežja v mestu Ljubljana, z lokacijami za namestitve plinskih svetilk in pripadajočih naprav na omrežju. Načrt je bil izdelan 27. decembra 1860.

2 GIS PLINOVODNEGA OMREŽJA V ENERGETIKI

2.1 Zemeljski plin

Zemeljski plin se pridobiva iz podzemnih nahajališč in nato po plinovodih, ki ležijo pod površjem, potuje do uporabnika. Je najkakovostnejše in najčistejše fosilno gorivo z najmanjšo emisijo ogljikovega dioksida (CO₂) pri izgorevanju, vsestransko uporaben in energijsko učinkovit. Je nestrupen plin, lažji od zraka in brez vonja. V določenem razmerju z zrakom je eksploziven, zato se mu dodaja vonljivo snov, da dobi značilen vonj, ki ga takoj zaznamo. Uporablja se za ogrevanje in hlajenje prostorov, kuhanje, pripravo tople sanitarne vode, za proizvodnjo električne energije ter kot pogonsko gorivo za vozila (Zemeljski plin, 2016). »Je človeku in okolju prijazno gorivo, zaradi katerega je v Ljubljani in njeni okolici zrak čistejši.« (Brate, 2011: 6 str.)

Pri zgorevanju plina se skoraj v celoti tvori le vodna para, tako da nimamo pepela ali drugih odpadkov. Lahko trdimo, da je plin v sedanji obliki gorivo prihodnosti, brez katerega si življenja v sodobnem mestnem okolju ne moremo več zamišljati. »Gre za energent, ki zaradi majhnega vpliva na okolje predstavlja energent prehoda v nizkoogljico družbo.« (Brate, 2011: 10 str.)

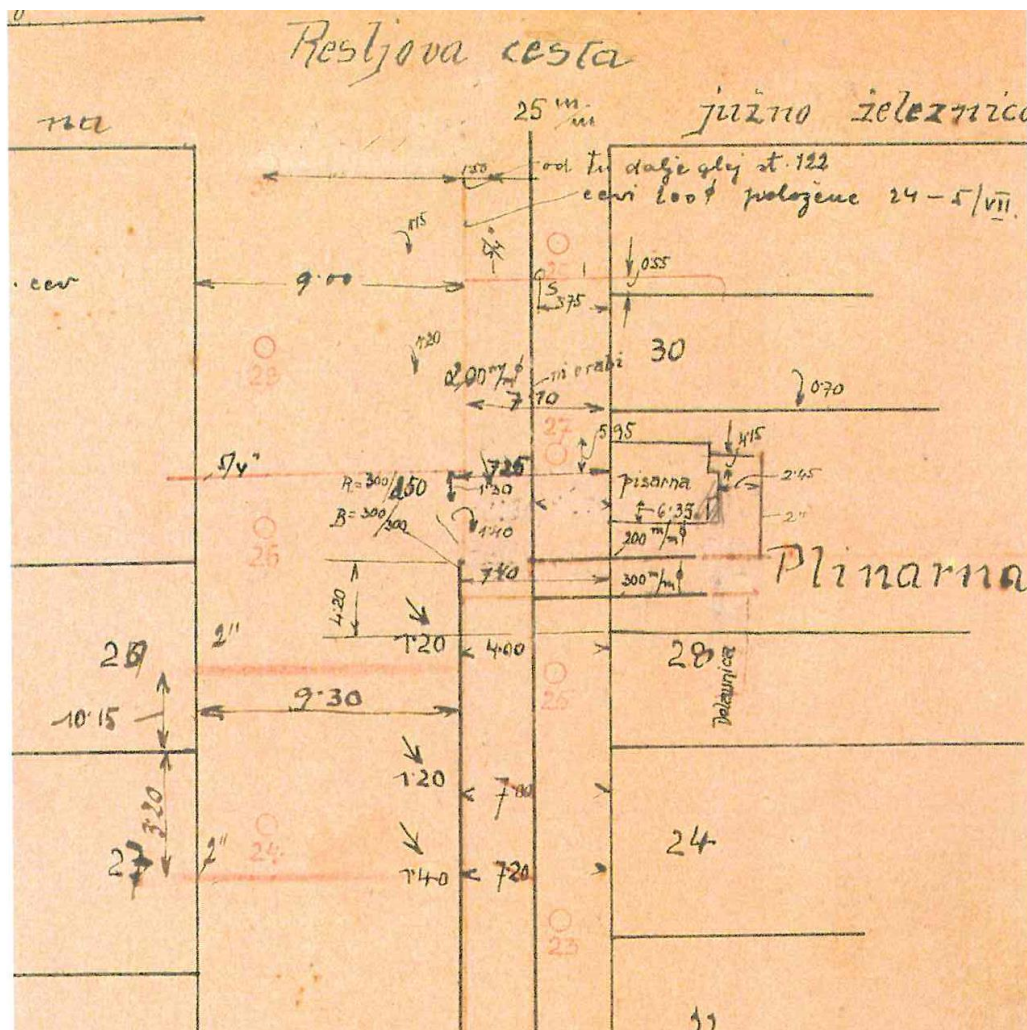
Vloga zemeljskega plina je vidna in perspektivna. Zaradi številnih prednosti, tako ekoloških kot tehnoloških, ter komercialne sprejemljivosti je pričakovati pospešen prodor v proizvodnjo elektrike, večjo uporabo v soproizvodnji toplote in elektrike ter uvajanje zemeljskega plina v transport.

2.2 Plinovodno omrežje

Plinovodno omrežje je sestavljeno iz cevi, ki so položene v zemljo in po katerih plin potuje do končnih odjemalcev. Ogrodje napajanja predstavlja visokotlačni obroč okoli Ljubljane. Visokotlačni obroč se napaja iz slovenskega magistralnega plinovodnega omrežja, ki je povezano na plinovode omrežja sosednjih držav (Avstrije, Italije in Hrvaške) in predstavlja integralni del evropskega plinovodnega omrežja (Razvojni načrt, 2016). Ves sistem poteka preko 31 regulacijskih postaj, ki znižajo tlak plina na stopnjo, da ustreza plinovodnemu omrežju. Omrežje se deli na visokotlačno (V), srednjetačno (S) in nizekotlačno (N). V visokotlačnem omrežju je tlak plina 1 do 10 barov, v srednjetačnem od 0,1 do 1 bar in v nizekotlačnem 100 milibarov. Visoko in srednjetačna omrežja služijo le kot transportni plinovodi za oskrbo večjih potrošnikov, nizekotlačni sistemi pa oskrbujejo individualne potrošnike, blokovne kotlovnice in različne javne ustanove.

Včasih so uporabljali litoželezne cevi, po letu 1962 jeklene (JE), v začetku sedemdesetih let pa prve cevi iz umetne mase polivinil klorid (PVC). Leta 1982 so začeli uvajati nov material, izdelan iz polietilena (PE), ki se za nizekotlačno in srednjetačno omrežje uporablja še danes.

Pred prvo svetovno vojno je bilo v Ljubljani 18 km plinovodnega omrežja, leta 1931 pa že 40 km (slika 4 prikazuje del katastra iz tistega časa), (Brate, 2001). Na območju MOL-a in sosednjih občin je do danes položenih več kot 1000 km cevi, od tega 15,6 km visokotlačnega, 259 km srednjetačnega in 820 km nizkotlačnega plinovoda. Zgrajenih je več kot 24.000 priključkov in od tega priključenih skoraj 60.000 odjemalcev.



Slika 4: Del katastra plinskega omrežja v Ljubljani leta 1920

2.3 Splošno o GIS-u

GIS je sistem strojne opreme, programske opreme, podatkov, ljudi in raznih organizacijskih povezav za zajemanje, shranjevanje, iskanje, obdelavo, vzdrževanje, analiziranje in prikazovanje prostorskih geokodiranih podatkov. Poudarek je na različnih analizah prostorskih podatkov, ki so zbrani in opredeljeni na podlagi prostorskih položajev. To je lastnost, ki loči GIS od drugih neprostorskih informacijskih sistemov. Njegova prednost je, da je prilagojen za predstavitev in obdelavo prostorskih

pojavov, ki se pojavljajo ali dogajajo na oziroma pod zemeljskim površjem. Namen je hiter dostop do kvalitetnih in ažurnih podatkov.

Sestavni deli GIS-a so:

- splošna in posebna strojna oprema,
- sistemska in posebna programska oprema,
- integrirana baza prostorskih podatkov, ki je osrednji del in v kateri so shranjeni digitalni podatki o vseh pomembnejših prostorskih pojavih,
- uporabniške aplikacije,
- vzdrževalci in uporabniki.

Po Kvamme in sodelavci so glavni cilj izgradnje prostorskega informacijskega sistema predvsem (Kvamme, 1997: 332 str.):

- zagotavljanje novih in izboljšanih poslovnih možnosti poslovnega sistema,
- izboljšanje tehničnih in organizacijskih sposobnosti.

2.4 GIS v Energetiki

Za učinkovito upravljanje in gospodarjenje s plinovodnim sistemom mora imeti Energetika na razpolago kvalitetne informacije o stanju omrežja. To so opisni in prostorski podatki o lokaciji elementov omrežja. S pojmom kvalitetne informacije označujemo ažurne, natančne in relativne podatke, predvsem o geometriji in stanju plinovodnega omrežja z vsemi pripadajočimi elementi. Poleg tega so prav tako pomembni podatki o tekočem poslovanju-zaradi lažjega poslovanja in kot baza podatkov za podporo strokovnim odločitvam.

Učinkovit plinovodni sistem je pomemben faktor pri ekonomskem in socialnem razvoju. Zato je nujno potrebno izdelati strategijo izgradnje in vzdrževanja plinovodnega omrežja, ki bo znotraj finančnih in drugih omejitev minimizirala celotno omrežje. Izdelava take strategije pa je možna samo na osnovi kvalitetnega računalniško podprtega informacijskega sistema.

Položaj cevi se določi z izmero po vgradnji plinovodnega omrežja v zemljo. Včasih se je potek vrisal na papir v obliki skic, kart ali načrtov s topografsko vsebino. Ker na načrt ne moremo vnesti vseh podatkov, so bili opisni podatki shranjeni v različnih evidencah. Danes so dodatne evidence o cevovodih in elementih v računalniški obliki, kjer določimo lokacijo v prostoru s pomočjo kodiranih atributov (ulica, odsek, opis...).

Ko imamo v računalniku zbrane vse podatke o omrežju in odjemalcih, nam jih GIS omogoča povezati s karto, da si ustvarimo boljši pregled nad omrežjem ter nam omogoča preglednejše upravljanje s podatki in bistveno poenostavi prostorske analize.

Odvisno od namena GIS-a v podjetju, je odvisen tudi pristop. Ta je sicer odvisen od več faktorjev, generalno pa v Energetiki prevladujeta dva pristopa: s strani katastrskih potreb (podrobno kartiranje) in s strani hidravličnih potreb (zajem podatkov prilagojen za hidravlične izračune). V svojem razvoju se obe poti srečata in bolj ali manj pokrijeta obe področji.

Vzpostavitev GIS-a pa ni samo ustvarjanje digitalnih kart, ampak predvsem systemske analize, ki vplivajo na poslovanje podjetja. Da lahko zagotovimo funkcionalnost, je potrebno zgraditi podatkovni model oziroma izbor podatkov na osnovi poznavanja poslovnih procesov in pretoka podatkov v podjetju. Izbor tehnologije in podatkov sta pomembna dejavnika pri uspešnem delovanju GIS-a.

2.5 Projekt nastavitve GIS-a v Energetiki

Oskrba z zemeljskim plinom s predvidenim razvojem plinovodnega omrežja predstavlja enega izmed osnovnih sistemov oskrbe s toplotno energijo na območju MOL-a in okolice. Za učinkovito upravljanje z omrežjem potrebujemo kvalitetne podatke, kot so lega plinovodov, tehnični opisni in poslovni podatki.

Iz vsega navedenega sledi spoznanje, da uporaba GIS tehnologije pripomore k učinkovitejšemu in gospodarnejšemu poslovanju Energetike. Poleg tega so javna podjetja, bolj kot lokalne skupnosti, ki jim služijo, sposobna sama financirati investicije v razvoj GIS-a. Ideja o vzpostavitvi sistema je bila v podjetju prisotna dalj časa, vendar do izvedbe ni prišlo.

GIS zahteva sodelovanje med bodočimi uporabniki in izvajalci ter združuje različne poglede in znanja ljudi v podjetju in izven. Bodoči uporabniki morajo videti prednosti pri delu, ker jih je le tako možno pritegniti k aktivnemu sodelovanju. Pomembno je, da so vsi akterji pripravljeni sodelovati in da vodstvo podpira projekt. Vodstvo Energetike je videlo potencial v GIS-u in tako smo leta 1992 pričeli projekt izgradnje. Pred tem smo si zastavili nekaj vprašanj in odgovori nanje so potrdili pravilno odločitev za začetek projekta:

- Kdaj začeti? Čakanje pomeni kasnejši rezultat, poleg tega se podobni problemi lahko pojavijo tudi kasneje. Vzdrževanje strojne in programske opreme je velik strošek in zato ni dobro, da bi odlašali s projektom.
- Visoki stroški v začetku ali investirati postopoma? Večja investicija na začetku prinese visoke koristi v kratkem času, koristi pa se bodo pokazale šele, ko bodo zajeti vsi podatki. Velik del

stroškov pri vzpostavitvi sistema predstavlja prav zajem podatkov in če želimo zadovoljiv rezultat, je potrebno celotno omrežje zajeti v čim krajšem času.

- Sistem po naročilu ali splošen sistem razvit na standardnih orodjih? Sistem po naročilu omejuje možnosti nadaljnjega razvoja. Zato je lasten razvoj na standardnih GIS orodjih prava rešitev, kljub začetnemu pomanjkanju znanja. Uporaba GIS orodij pomeni večjo združljivost oziroma možnost izmenjave podatkov z GIS sistemi drugih organizacij.

2.6 Programska in strojna oprema

Računalniki so okolje, znotraj katerega delujejo geografski informacijski sistemi. To okolje vključuje strojno in programsko opremo. Strojna oprema označuje fizične naprave: računalnik, pomnilnik ter vhodne in izhodne naprave. Programska oprema so računalniški programi, ki jih definiramo kot zbirko navodil, ki se drugo za drugim izvajajo v centralni procesni enoti. Programska oprema narekuje računalniku, kako naj obdeluje podatke in kako naj oblikuje izhodno informacijo. (Kvamme, 1997: str. 28-33).

Za podjetja, ki se ukvarjajo z distribucijo plina in daljinskega ogrevanja so ponudniki GIS sistemov že ponujali delno pripravljene rešitve (*Sicad Open, Smallworld, Intergraph...*). Toda takšni sistemi zahtevajo velika finančna sredstva za nakup in izobraževanje, so preveč zaprti za lasten razvoj in dopolnjevanje, zato bi bila potrebna precejšnja prilagoditev. Takrat je bilo v slovenskem prostoru in v samem podjetju največ znanja za upravljanje s sistemom Arc/Info. Tako smo se na podlagi finančne analize, ob upoštevanju lastnega znanja in ponudbe v slovenskem prostoru, odločili, da razvijemo aplikacije za digitalni kataster komunalnih vodov plina v okolju Arc/Info, ArcView, MapObjects in Oracle kot baze podatkov.

Že prej smo imeli UNIX strežnik *Silicon Graphics*, ki smo ga kasneje zamenjali z novejšim *Origin 200*. Na njem je shranjena baza podatkov Oracle. Za vnos podatkov v grafični del baze podatkov smo uporabljali MS Windows NT delovne postaje, za vnos ostalih opisnih podatkov in za pregledovanje pa PC računalnike z operacijskim sistemom MS Windows NT ali MS Windows 98. Za izrise načrtov uporabljamo laserske tiskalnice.

2.7 Analiza stroškov in koristi

Razvoj sistema GIS je zahteven in hkrati dolgotrajen postopek, ki zahteva veliko sredstev, virov, časa in znanja. »Za sprejemljivo in gospodarsko uspešno izvedbo sistema GIS so potrebna znatna in dolgotrajna vlaganja sodelujočih. Potreben je podroben strateški načrt, ki je osnovno izhodišče za investiranje, izvedbo in upravljanje načrtovanega ter kasneje delujočega informacijskega sistema.

Pomemben element strateškega plana je njegova proračunska sestavina, ki mora opredeliti finančne vire, porazdelitev stroškov in koristi investicije za naslednje nekajletno obdobje. Treba je izvesti analizo stroškov in koristi, katere rezultat je ugotovljeno razmerje med stroški in koristmi, kar odraža tudi realne možnosti za povrnitev investicije.« (Šumrada, 2005b: 67 str.).

»Analizo stroškov in koristi izvajamo, ker predstavlja večina projektov uvajanja tehnologije GIS velika finančna vlaganja. Je metoda za sistematično, dosledno in vsestransko oceno glavnih ekonomskih vidikov projekta GIS.« (Kvamme in sod., 1997: 331 str.).

Analiza stroškov in koristi je potrebna za (Kvamme in sod., 1997: str. 331, 332):

- ocenitev stroškov sistema GIS,
- ocenitev koristi od razvoja in delovanja načrtovanega sistema GIS,
- primerjavo fiksnih in variabilnih stroškov in merljivih koristi razvoja in delovanja sistema GIS.

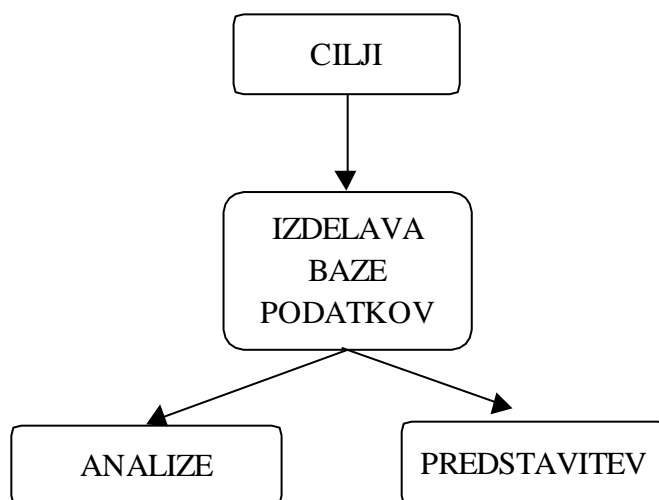
Kvamme in sodelavci (ibid) še navajajo, da morajo biti stroški in koristi primerljivi. Tako se lahko projekt razvoja GIS nadaljuje le, če so koristi ustrezno večje od stroškov naložbe.

Analizo stroškov in koristi smo opravili v prvi fazi projekta vzpostavitve GIS, na podlagi njene ocene pa se je vodstvo odločilo za izvedbo projekta.

2.8 Faze izgradnje

Faze izgradnje sistema smo podrobno razdelali, da smo dobili jasno sliko posameznih aktivnosti. Na sliki 5 vidimo razčlenitev na štiri sklope:

- določitev cilja,
- izdelava baze podatkov,
- prostorske analize,
- predstavitev podatkov.



Slika 5: Faze projekta vzpostavitve GIS-a plinovodnega omrežja

V razvojnem ciklusu informacijskega sistema sta najpomembnejši fazi predvsem analiza obstoječega stanja in načrtovanje ukrepov za razvoj novega sistema. V našem primeru smo to izvedli v fazi določitve cilja.

»Sistemska analiza se navadno prične s proučitvijo obstoječega ali sorodnih informacijskih sistemov, nadaljuje s podrobno analizo uporabniških potreb in zahtev, sistemskih odgovornosti ter izvedensko obdelavo problemskega področja. Glavni rezultat analitične faze je podroben analitični model sistema, ki opredeljuje vse podrobnosti v smislu, kaj mora prenovljeni informacijski sistem vsebovati in zagotavljati predvidenim uporabnikom« (Šumrada, 2005b: 41 str.). Načrtovanje sistema predstavlja uporabo in razširitev rezultatov analize v smeri določene izvedbe novega sistema v izbranem okolju. Načrtovanje da odgovor, kako mora biti novi sistem dejansko izveden.

2.8.1 Določitev cilja

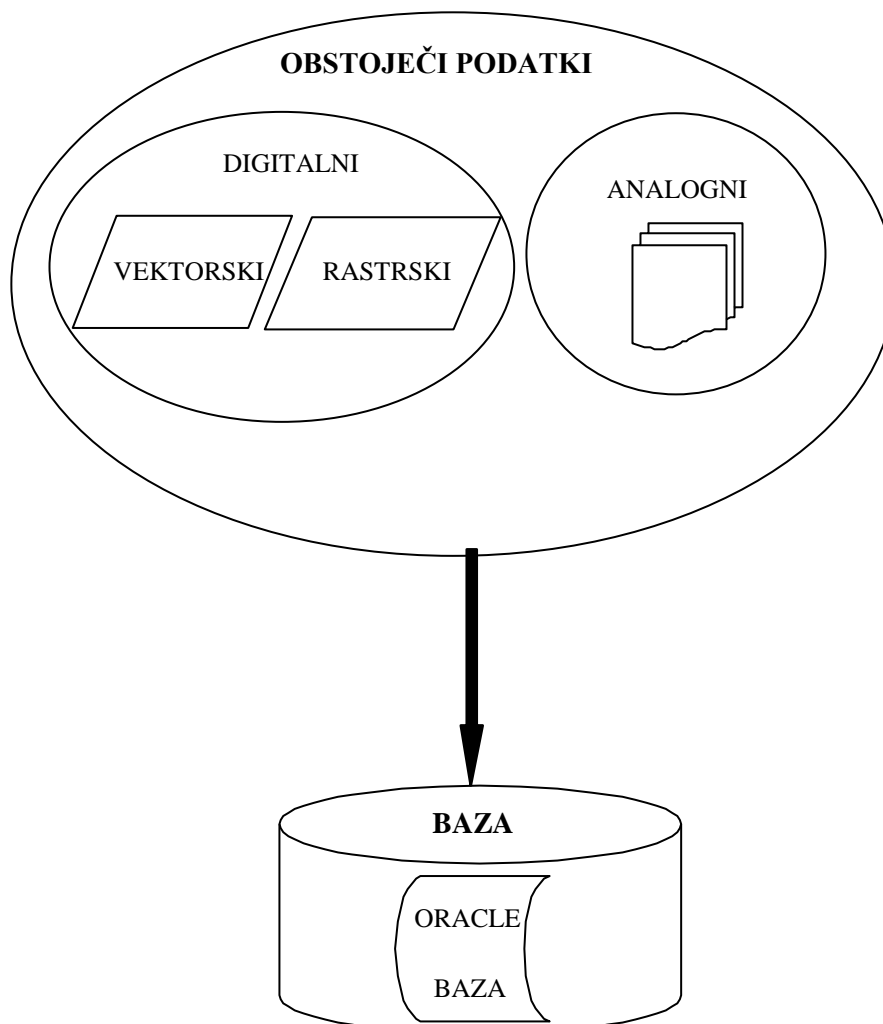
Osnovni cilj GIS-a v Energetiki je zagotavljanje hitre dostopnosti do podatkov o plinovodnem omrežju, o potrošnikih, omogočanje različnih analiz in izpisov kot podpora poslovnemu procesu na vseh ravneh. To pripomore h kvalitetnim, hitrim in varnim storitvam Energetike. Pot nas je na podlagi poznanega cilja, preko prepoznavanja zahtev, izbora obstoječih in potrebnih podatkov ter določitve območja, pripeljala do entitetnega modela. Cilj načrtovanja je, da se novi ali spremenjeni elementi zopet sestavijo v harmonično delujočo celoto, ki jo predstavlja novi sistem.

2.8.2 Izdelava baze podatkov

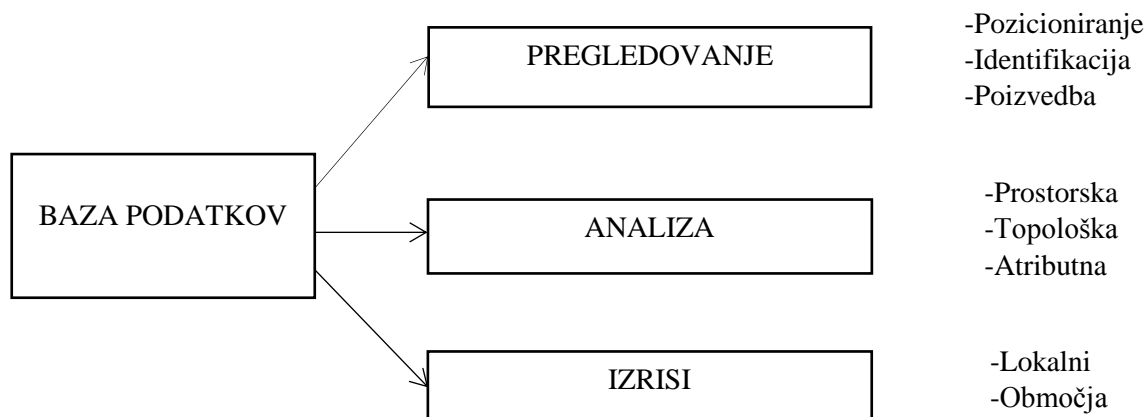
Grafična podatkovna baza (izdelava je prikazana na sliki 6) je posebej organizirana baza in osrednji del GIS-a. V njej so shranjeni grafični, lokacijski in topološki podatki, ki opisujejo predvsem položaj, obliko in povezljivost geografskih objektov. (Šumrada, 2005a).

»Osrednji del v sistemih GIS je posebej organizirana podatkovna baza, ki jo lahko imenujemo grafična podatkovna baza, v kateri so shranjeni razni lokacijski, grafični in topološki podatki. Ti opisujejo zlasti položaj, povezljivost, obliko, izgled in sosedstvo geografskih objektov« (Šumrada, 2005a: 5 str.).

»Baza podatkov mora biti sposobna obdelovati opisne, časovne, grafične, geometrične in topološke podatke na enakovreden, povezan in čim bolj celovit način.« (Šumrada, 2005a: 21 str.).



Slika 6: Izdelava baze podatkov



Slika 7: Funkcionalna uporaba podatkov

Geografski informacijski sistemi vsebujejo in obdelujejo mnogo več podatkov kakor večina primerljivih računalniških sistemov. GIS delajo s prostorskimi podatki (na sliki 7 vidimo njihovo funkcionalno uporabo), ki imajo svoje posebne značilnosti. Opisni podatki so pogosto pomembnejši od grafične upodobitve (Kvamme in sod., 1997).

»V računalniškem pomenu je baza podatkov poseben, večnamenski sistem za zajemanje, vzdrževanje in obdelavo podatkov.« (Kvamme in sod., 1997: 223 str). Sestavljena je iz dveh osnovnih delov: uporabniških programov in metapodatkov. Uporabniške podatke obdelujejo različni programi, baza metapodatkov pa hrani vse podatke o uporabniških in sistemskih podatkih. Šumrada opredeljuje metapodatke ali podatke o podatkih kot »izpeljane podatke in posredno informacije o pomenu, sestavi, vsebini, obsegu, kakovosti, poreklu, zgodovini, dostopnosti, vrednosti in uporabi shranjenih podatkov v podatkovnem nizu, ki je osnovna enota takšnega opisa« (Šumrada, 2005b: 129 str.).

Sistemi so se razvijali v atributne in grafične baze podatkov. Na začetku je razvoj potekal ločeno in ime baza podatkov se je prvotno uporabljalo le za atributne baze podatkov. Po združitvi obeh so nastale združene baze podatkov, ki so delovale kot funkcionalna celota. Sistem baze podatkov je kombinacija strojne in programske opreme in omogoča izvedbo opravil pri vnosu, vzdrževanju in obdelavi podatkov.

Pomembno je bilo, da smo vsakemu atributu določili izvor podatka (oddelek ali delovno mesto). V izvoru smo opredelili tudi odgovornost za podatek in postopek ažuriranja. Potrebno je bilo čim boljše opisati predvidene attribute in povezave. Odločili smo se, da je boljše najprej narediti delujoče jedro in kasneje priključiti evidentirane dodatne elemente.

2.8.3 Prostorske analize

Analize so jedro in temeljna funkcionalna namembnost tehnologije GIS-a. V prostorskih analizah delamo preseke slojev prostorskih podatkov in njihovih atributov.

2.8.4 Predstavitev podatkov

Končni izdelek analize ali proizvod poizvedbe je izris karte in izpis tabel ali grafov. Karte formatov A4 in A3 lokalno izrisujemo v poljubnem merilu iz ArcView-a ali za to namenjene aplikacije za pregledovanje grafičnih in atributnih podatkov, ki popolnoma nadomestijo kopiranje katastrskih podlog za plinovodno omrežje. Kot rezultat analize so izpisi tabel ali grafov pripravljene v točno določenih oblikah. Prav tako jih dobimo iz ArcView-a ali za to namenjene aplikacije za pregledovanje grafičnih in atributnih podatkov.

Za potrebe arhiva v katastru izdelujemo karte v merilu 1:500 s celotnim kartografskim ključem in anotacijami, ki so bili tudi v preteklosti na kartah. V ta namen smo izdelali aplikacijo, ki je izvedena v programskem orodju ArcInfo in predstavlja poseben modul za zajem in ažuriranje plinovodnega omrežja. Karte poljubnih območij se lahko izrisuje v merilu 1:500, 1:1000 ali 1:5000.

2.9 Metodologija razvoja GIS-a plinovodnega omrežja

Razvoj informacijske arhitekture GIS-a plinovodnega omrežja smo zastavili tako, da smo se izognili preveliki kompleksnosti projekta z morebitno vključitvijo prevelikega števila izvajalcev v projekt. Preveliko vključevanje vseh podrobnosti bi lahko ogrozilo projekt, ker bi za to porabili ogromno časa, medtem ko konkretnih rezultatov še ne bi bilo.

Cilji začetne faze razvijanja informacijske arhitekture so:

- izgradnja modela poslovnih funkcij (preučili in analizirali smo delo vseh oddelkov in opredelili postopke, ki se navezujejo na GIS),
- izdelava diagrama pretokov podatkov (vsak oddelek vnese in skrbi za podatke, za katere je odgovoren. Najprej smo analizirali poti zagotavljanja prostorsko opredeljenih podatkov o plinovodnem omrežju in spremljevalnih podatkov, ki tvorijo okostje GIS sistema),
- opredelitev in pregled ključnih entitet (opisane entitete obdelane z ustreznim katalogom podatkov, so osnova za gradnjo prototipne baze podatkov),
- razvoj globalnega modela podatkov (grafično predstavljen model na ravni entitet in njihovih povezav služi kot izhodišče za nadaljnja dela na izvedbenem nivoju),

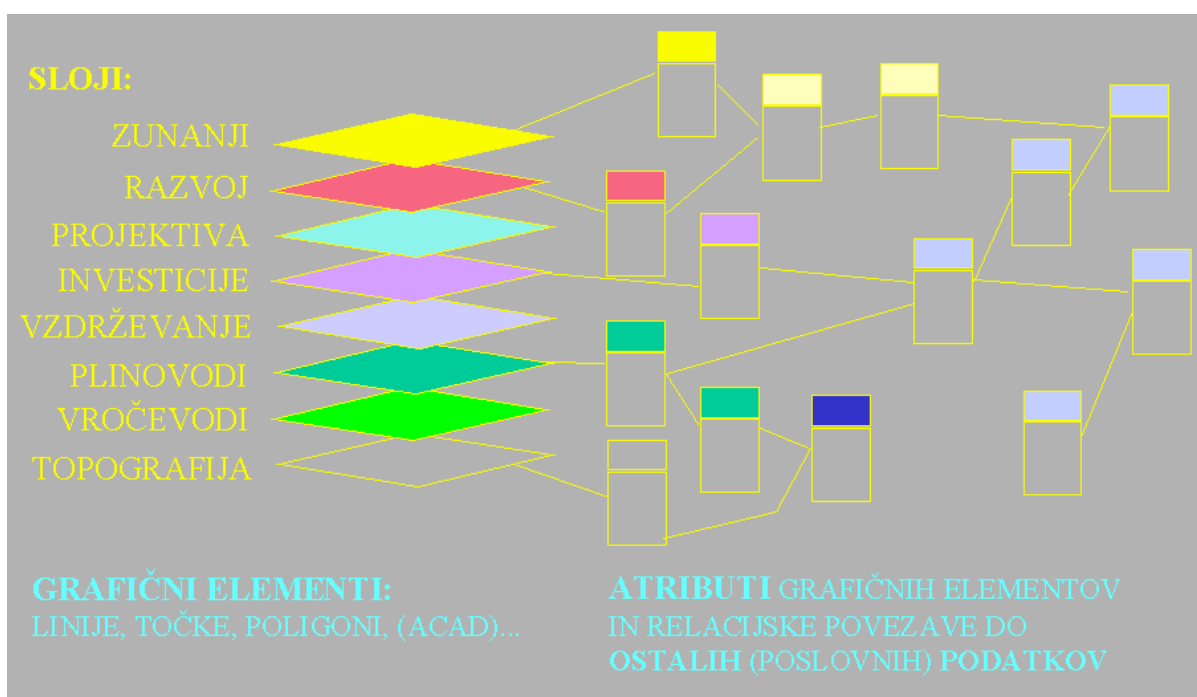
- priprava organizacijsko-tehnoloških izhodišč (spremljali smo razvoj in načrtovanje strojne, programske in komunikacijske opreme).

2.10 Podatkovni model plinovodnega omrežja

Podatkovni model predstavlja razlago stvarnega sveta glede na določeno aplikacijo. Model predstavlja uporabno nadomestilo, ki ga sestavlja opisna in grafična predstavitev izbora ali dela stvarnosti. Podaja poenostavljeno preslikavo fizičnega okolja v smiselni in razlagalni model.

Topologija podaja geometrično povezljivost in opisuje logične sosedske odnose med lokacijami posameznih geografskih pojavov v prostoru. Topološki model predstavlja in opredeljuje geometrično povezanost grafičnih gradnikov, ki tvorijo neki geografski objekt, brez uporabe absolutne lokacije oz. koordinat.

Podatkovni model opisnih podatkov (glej sliko 8) smo predstavili v obliki relacijskih tabel. Obliko grafičnih podatkov smo opredelili že s samim izborom programskega orodja in načinom shranjevanja podatkov o lokaciji. Kota temena cevi plinovoda je edini opisni podatek, ki se vodi skupaj z grafičnimi podatki. Točke na plinovodu z določeno koto lahko ležijo kjerkoli na odseku plinovoda in ne sovpadajo vedno z objekti na plinovodu. Zato kote predstavimo v posebnem sloju, ki poleg ravninskih koordinat x in y vsebuje še koordinato z .

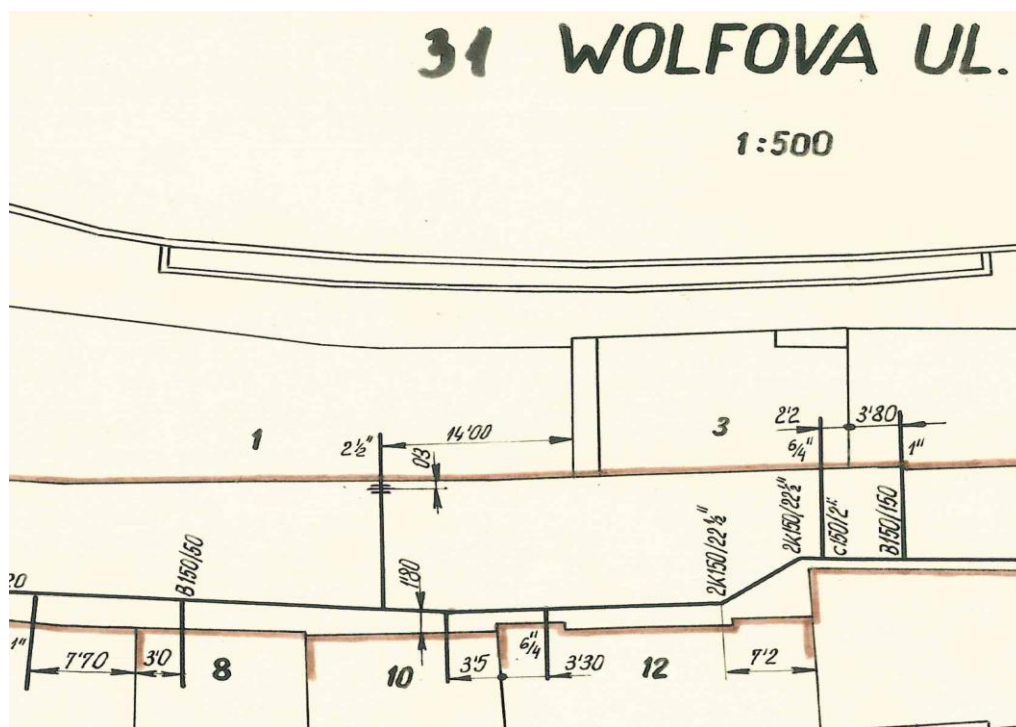


Slika 8: Kartografski podatkovni model v Energetiki

2.11 Zajem grafičnih in osnovnih atributnih podatkov

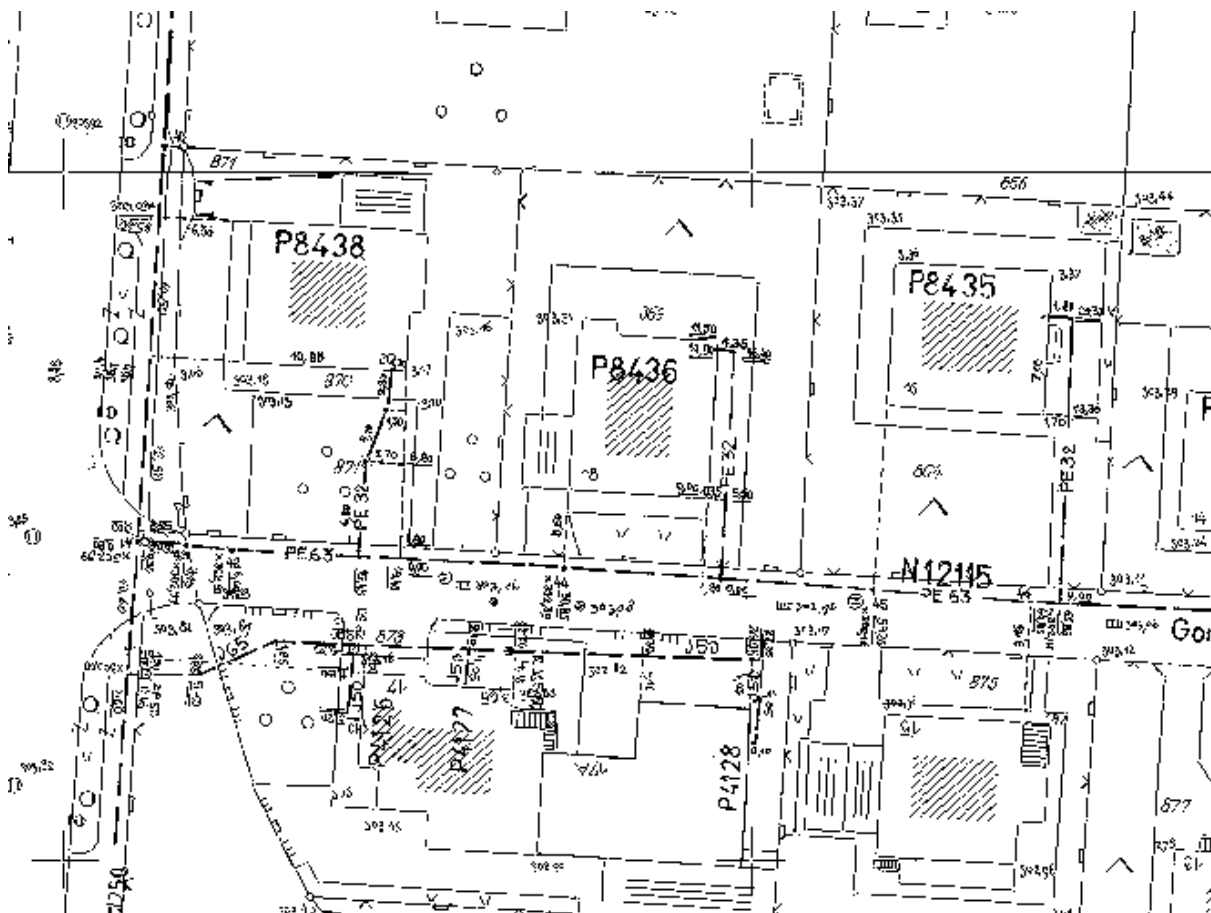
2.11.1 Stanje

Evidentiranje plinovodnega omrežja se je skozi čas spreminjalo. Na sliki 9 je prikaz uličnega katastra, ki se je uporabljal pred drugo svetovno vojno. Za vsako ulico je obstajal papirnati svitek, na katerem je bil narisana načrt plinovoda, na podlagi odmerjenj od objektov z merskim trakom. Objekti in geodetska mreža so bili prerisani iz topografskega načrta v merilu 1:500. Prednost takega načina je bila v preglednosti plinovoda po ulicah, pomanjkljivost pa pri predstavitvi celotnega omrežja, kjer so se določeni podatki ali podvajali ali izgubljali. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja se je ulični kataster pričel risati na paus papir.



Slika 9: Ulični kataster

V devetdesetih so se plinovodi na podlagi terenskih meritev pričneli kartirati na sistemske liste temeljnega topografskega načrta v merilu 1:500 in 1:1000. Terenske meritve so se pričele navezovati na državno geodetsko mrežo, to je Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem. Prednost novega načina kartiranja je bila, poleg navezave na državno mrežo, še slika omrežja v celoti. Potrebno je bilo prekartirati na liste temeljnega topografskega načrta vse plinovode, ki so se vodili na t. i. uličnem katastru. Temeljni topografski načrti so bili osnova pri vzpostavitvi GIS-a. Ob zajemanju je bilo okrog 450 listov temeljnega topografskega načrta z vsebino plinovoda (glej sliko 10).



Slika 10: Temeljni topografski načrt s kartiranim plinovodom

Že v času projektiranja se določenim odsekom podeli šifra trase, ki je opisni podatek in ni zajet v grafičnem delu. Tehnična dokumentacija o objektih in napravah na plinovodu se vodi v sektorju Plinarna. Pisne evidence se vnašajo v bazo podatkov Microsoft Access. Navezava na geolokacijo poteka preko šifre objekta, ki se podeli pri zajemu.

Vsaka stavba, ki ima plinski priključek, dobi šifro potrošnika (P). P-ji se nahajajo v sekvenčnih datotekah na sistemu VAX. Kar nekaj težav smo imeli ob pripenjanju šifer na uradno evidenco hišnih števil. Naslovi na sistemu VAX se niso vnašali po uradnem šifrantu ulic, temveč ročno; zato je prihajalo do napak.

Pri vodenju grafičnega dela katastra plinovodnega omrežja so bila osnovna dela:

- geodetska izmera na terenu,
- obdelava podatkov v pisarni,
- kartiranje na liste temeljnega topografskega načrta v merilu 1:500,
- risanje pregledne karte omrežja na liste temeljnega topografskega načrta v merilu 1:5000,
- vodenje pisne evidence po trasah in priključkih,

- prijava komunalnega voda na Mestno geodetsko upravo.

Osnova vzpostavitve GIS-a v Energetiki je bila avtomatizacija katastra. To pomeni, da smo zagotovili ažuren vnos grafičnih in opisnih podatkov v bazo podatkov ob sočasnih topoloških in vsebinskih kontrolah.

Na listih temeljnega topografskega načrta je bilo prikazano:

- potek tras in priključkov plinovoda,
- šifre tras in šifre potrošnikov,
- material in dimenzije cevi,
- značilni objekti na plinovodu,
- višinske kote,
- številke detajlnih točk,
- abscisna in ordinatna odmerjenja.

Osnova za kartiranje na liste je terenska skica in ASCII (ameriški standardni nabor za izmenjavo informacij) datoteka koordinat značilnih točk plinovoda, ki je rezultat terenskih meritev. Skica vsebuje oštevilčenje točk, ki se mora ujemati z oštevilčenjem v datoteki, ter dodatne meritve z merskim trakom. Za objekte na plinovodih se uporablja topografski ključ komunalnih vodov. Šifra trase vsebuje oznako, ki označuje tlak omrežja, in zaporedno številko (primer: N17000). Šifra potrošnika vsebuje oznako P in zaporedno številko (primer: P36789).

Omrežje in priključke plinovodov smo vrisali še na temeljni topografski načrt v merilu 1:5000. Nove trase in priključke plinovoda smo po šifrah tras evidentirali v popisne liste, same priključke pa še dodatno v seznam popisa priključkov za posamezno leto. Opisne podatke tras in priključkov smo za statistične obdelave ob zaključku koledarskega leta prepisali v zbirnik.

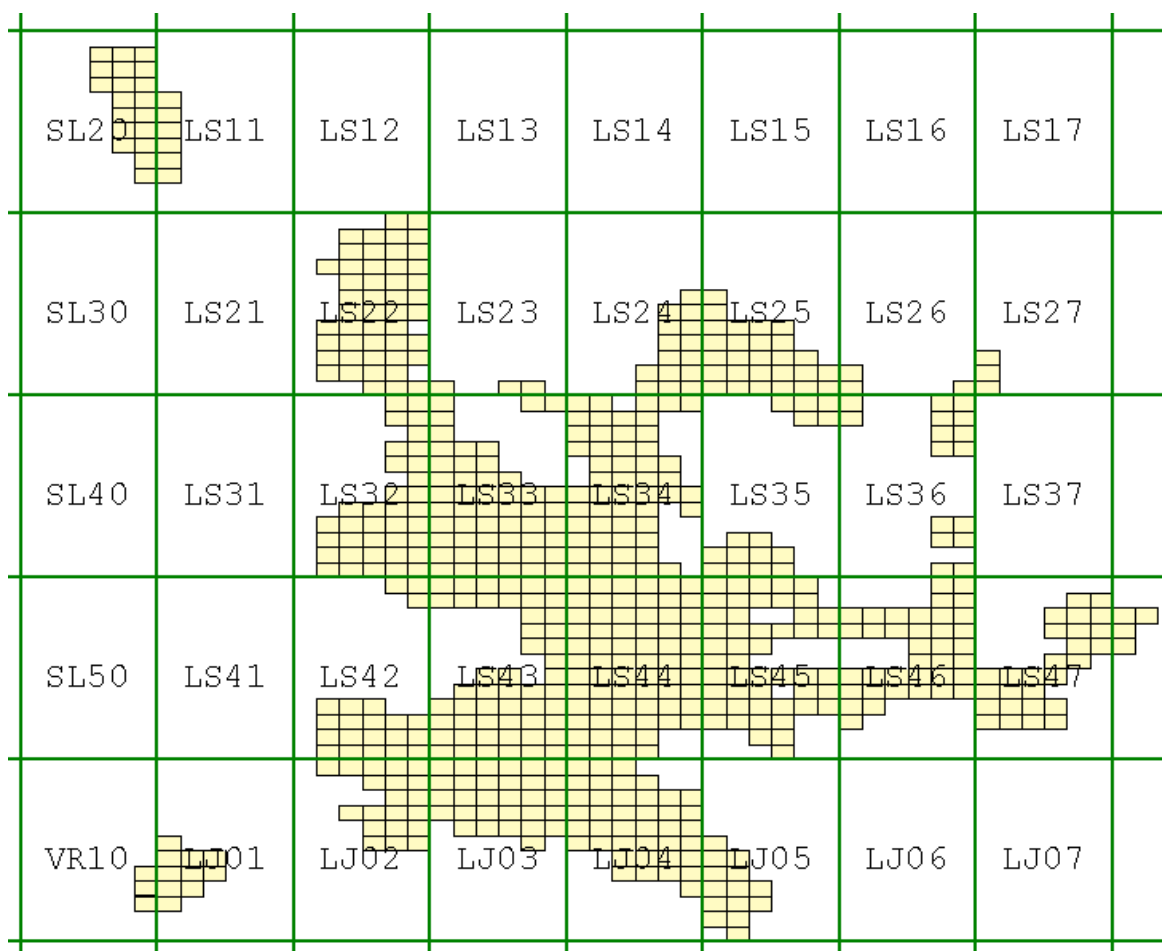
2.11.2 Skeniranje

Osnovni namen skeniranja je bil zajem obstoječih grafičnih podatkov plinovodnega omrežja (območje skeniranih listov je prikazano na sliki 11) . Skanogrami so služili kot pomožni sloj zaradi topografske vsebine. Za skeniranje smo se odločili zaradi slabega materiala in raztezka temeljnih topografskih načrtov, ker s skeniranjem dosežemo večjo natančnost kot z digitalizacijo na mizi. Skeniranje je avtomatizirano, pri digitalizaciji pa se lahko pojavlja človeški faktor, od katerega je odvisna natančnost. S skeniranjem tudi hitreje opravimo delo. Opravil ga je strokovni zunanji izvajalec. Projekt skeniranja je vseboval naslednje faze:

- priprava in kopiranje originalnih načrtov,

- analiza načrtov (primernost),
- skeniranje,
- geometrično razpačenje skanogramov na vogale in decimetersko mrežo,
- geolociranje skanogramov v Gauss-Kruegerjevem koordinatnem sistemu,
- retuširanje skanogramov (brisanje pack, zarisov s svinčnikom...),
- izdelava elaborata kontrole kvalitete skeniranja in geometričnega razpačenja za vsak posamezen list načrta,
- zaključno poročilo.

Rezultat so skanogrami v TIF formatu z geolokacijskimi datotekami tipa *.TFW, ki je del ArcInfo standarda. Skenirane in geolocirane liste smo zložili v »image katalog« v ArcView pregledovalnik in z ostalimi sloji dobili uporaben način poizvedbe in pregledovanje plinovodnega omrežja. Tako smo dobili dobro podlago za vektorizacijo plinovodnega omrežja, ki je bila glavni namen skeniranja.



Slika 11: Območje skeniranih listov

2.11.3 Vektorizacija

Z vektorizacijo se rastrski podatki pretvorijo v vektorske. To je bil najboljši način pridobivanja podatkov za masovni zajem plinovodnega omrežja. Zajemali so se opisni podatki iz načrtov in popisov plinovodov ter geometrija omrežja. Natančno smo opredelili vsebino, vrsto in obliko podatkov, ki smo jih zajemali. Kopije originalnih načrtov, nastale ob postopku skeniranja, smo dopolnili s podatki, ki se nahajajo samo v popisih. Namen dopolnitve je določitev vseh potrebnih atributov, ki jih potrebujemo za vektorizacijo plinovodnega omrežja. Podloge so vsebovale letnice vgradnje elementov plinovoda, označbe posebnosti in dopolnitve pomanjkljivih označb. Tako smo zagotovili višjo kakovost atributnih podatkov in se izognili morebitnemu naknadnemu iskanju podatkov v arhivu. Za dopolnitev manjkajočih podatkov smo predhodno napisali navodila.

Plinovod kot entiteta (koda plinovoda) je sestavljen iz enega ali več segmentov. Segment je del plinovoda, ki je omejen z začetkom in koncem, ter enolično določen s koordinatami v prostoru. Lastnost segmenta je, da so parametri (material in dimenzija cevi, leto vgradnje) konstantni po celotnem segmentu. V primeru sprememb segmenta, se del plinovoda spremeni v nov segment. Spremeni se tudi v primeru križanja plinovodov. Segmenti so tudi objekti oziroma elementi na plinovodu, označeni z atributi in podatki. (Šorc, 1990)

Tako kot skeniranje smo tudi vektorizacijo zaupali strokovnemu zunanjemu izvajalcu. Kontrolo podatkov pa smo izvedli sami po sledečih načinih:

- vizualna kontrola natančnosti položaja,
- kontrola priključkov v naši bazi,
- na koncu voda mora biti vedno objekt,
- objekt mora biti povezan vsaj na en vod,
- kontrole na stikih listov,
- atributni podatki se morajo ujemati s šifranti.

2.12 Vzdrževanje baze podatkov

Baza podatkov ni uporabna, če ni zagotovljeno vzdrževanje podatkov. Zato smo se najprej lotili izdelave aplikacije za vnos in ažuriranje grafičnih in osnovnih atributnih oziroma opisnih podatkov o plinovodnem omrežju, z oznako PLN (oznako KEL ima aplikacija za vnos in ažuriranje podatkov omrežja daljinskega ogrevanja). Izdelana je bila na osnovi paketa ESRI ArcGIS Desktop ver. 9.1, napisana v programskem jeziku AML. Za uporabo je potrebna licenca ArcInfo ali ArcEditor. K sodelovanju smo povabili zunanjega strokovnjaka.

Najprej smo opredelili delovna mesta in vrsto podatkov za vnos oziroma vzdrževanje. Področje smo razdelili na grafični in pisni del podatkov. Istočasno so se v relacijsko bazo preko povezave *Open Database Connectivity* (ODBC) vnašali grafični in določeni opisni podatki. Ostali opisni podatki pa so se vnašali preko izbire objekta ali odseka. Podatki o lokaciji omrežja so se zbirali v oddelku Kataster, zato je tudi vnos podatkov potekal na tem oddelku.

Vektorski podatkovni model je najboljša rešitev za obdelavo linijskih in točkovnih pojavov, kakršno je plinovodno omrežje, čeprav gre za zamudno in dokaj zahtevno zajemanje podatkov. »V vektorskem podatkovnem modelu je poudarek na obliki, položaju in povezljivosti prostorskih pojavov. Točka na karti oziroma vsaka točka v naravi se enolično locira v prostoru s tremi koordinatami (x, y, z). Digitalna predstavitev prostorskih podatkov v vektorskem podatkovnem modelu je podana in temelji na posameznih ključnih točkah in njihovih koordinatah.« (Šumrada, 2005a: str. 29, 30).

2.13 Grafična baza podatkov

Grafična baza podatkov mora ponuditi naslednje postopkovne funkcije geografskih objektov (Šumrada, 2005a: 21):

- sposobnost strukturiranja podatkov v tradicionalni kartografski model,
- zmožnost ponazarjanja poljubnega območja obravnave,
- sposobnost zajemanja podatkov iz različnih virov in v različnih formatih,
- sposobnost posredovanja podatkov v različnih formatih,
- enostaven vmesnik in standardni jezik za poizvedovanje, iskanja in ažuriranja prostorskih objektov,
- vzdrževanje topologije za določitev povezljivosti med geometričnimi objekti,
- grafični in geometrični algoritmi za različne podatkovne analize,
- zmožnost različnih predstavitev podatkov,
- dostop in povezovanje z drugimi bazami podatkovno ali preko omrežja.

Osnovna grafična gradnika za vektorsko ponazoritev plinovodnega omrežja sta točka in linija, na katera se navezujejo atributi. Grafični podatki se hranijo v Oracle bazi, ki vsebuje podatkovne sloje:

- VODI (odseki in objekti plinovoda),
- SPREM (odseki in objekti spremljevalca plinovoda-zaščitne cevi, katodna zaščita...),
- KOTE (višine značilnih točk plinovoda).

Sloja VODI in SPREM sta linijska, sloj KOTE pa točkovni. Točkovna sta še dva pomožna sloja:

- TMPTOC (pomerjene točke zapisane v ASCII datotekah),
- HISE (evidenca hišnih števil).

Sloj HISE se oblikuje iz Oracle baze, kjer se nahajajo podatki o lokaciji centroidov. V posameznem sloju so odseki shranjeni v segmentni obliki, objekti pa v obliki vozlišča. Odseki in objekti so označeni z enolično šifro, ki se navezuje na opisne podatke.

2.13.1 Potek dela

Aplikacija iz ASCII datotek prebere koordinate značilnih točk, ki smo jih izmerili na terenu. Točke, ki se prikažejo na rastrski topografiji, se generirajo v sloj začasnih točk. Rastrska topografija predstavlja skanograme temeljnih topografskih načrtov in služi kot orientacija za izdelavo pomožnih točk. Pomožne točke so točke, ki so izmerjene na terenu z merskim trakom oziroma ročnim laserskim razdaljemerom in jih izdelamo po različnih metodah:

- ortogonalna metoda,
- točka na liniji,
- presek linij,
- presek krožnic.

Točke med seboj povežemo in določimo attribute odsekom in objektom. V ustreznem sloju izberemo odsek ali objekt in preko posebne maske (maski za vnos odsekov in objektov vidimo na sliki 12 ter 13) vnesemo podatke, ki se zapišejo v Oracle bazo. Opisne podatke vnašamo s tipkanjem vrednosti ali izborom iz šifrantov v ekranske obrazce. Aplikacija na podlagi povezave zgradi topologijo.

The screenshot shows a software window titled 'PLIN-ODSEKI'. It contains a form with the following fields and values:

ObjectId	583693	Naloži zadnje
Omrežje	NIZKOTLAČNO OMREŽJE	
Tip	TRASA	
Trasa	19283	
Status	NI V OBRATOVANJU	
Leto/mesec vgradnje	1976	NOVEMBER
Leto/mesec obnove	2016	AVGUST
Napaka leta vgradnje	TOČEN PODATEK	
Artikel	67	Izberi artikel
Material	PE	
Šifra materiala	PE 100	
Nazivni premer	50	GJI
Zunanji premer	63	INV
Debelina stene	5,8	
Oplaščen	NEOPLAŠČEN	
Preizkusni tlak	1	
Lega	V ZEMLJI	
Izvedba	PROSTO	
Odgovorni za meritev	AMBROŽ BARBARA	
Način vnosa	KATASTER - IZMERA - GNSS	
Napaka vnosa	TOČEN PODATEK	
Sprememba	SANACIJA	
Šifra inv.	30II-331-00	
Opombe		
Lastniki	1 ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.	
	Dodaj	
	Briši	
	Shrani	Preklic
	Spremeni vsem izbranim	

Slika 12: Vnos opisnih podatkov odseka

The screenshot shows a software window titled 'PLIN-OBJEKTI'. It contains a form with the following fields and values:

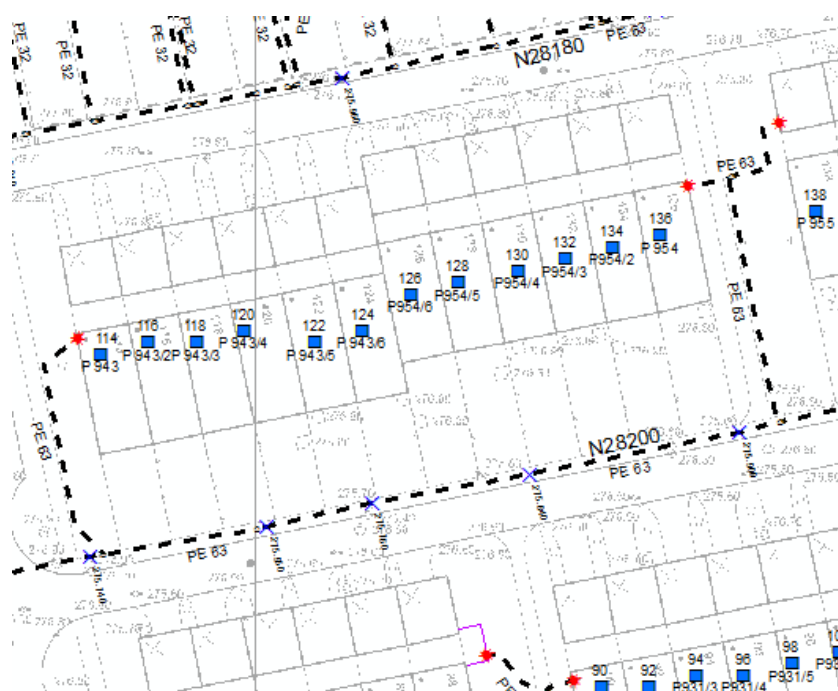
ObjectId	17901	Naloži zadnje
Tip	GLAVNA PLINSKA ZAPORNA PIPA	
Status	V OBRATOVANJU	
Shema		
Nadobjekt	0	
Opombe		
	Ostali atributi	
	Shrani	Preklic
	Spremeni vsem izbranim	

Slika 13: Vnos opisnih podatkov objekta

Opisne podatke, kot so lega cevi, tip objektov ter način meritev, pridobimo neposredno od terenskih meritev. Ostale opisne podatke (material in dimenzije cevi, šifra investicij, šifra tras, lastništvo

2.14.1 Šifra potrošnika

Šifra potrošnika (P) se podeli pri izdaji soglasja k priključitvi na plinovodno omrežje. Podeli se stavbi, ki še nima plinskega priključka. Vsebuje oznako P in zaporedno številko (primer: P33630). Lahko pa vsebuje še dodatek, tako imenovano poddelilko (primer: P943/02). Šifra nam pove, da je PP vezana na P943, od PP pa poteka notranja plinska napeljava do sosednje stavbe oz. odjemalcev z različnim naslovom. Slika 15 prikazuje vrstne hiše, kjer se preko PP s plinom oskrbuje še pet hiš. PP se pri editiranju poveže s P (tudi s poddelilkami).



Slika 15: Vrstne hiše

P predstavlja ključ za navezavo vseh podatkov o priključku (soglasje k priključitvi na plinovodno omrežje, projekt priključnega plinovoda in projekt notranje plinske inštalacije), ki se shranjujejo v arhivu. Preko P dostopamo do podatkov o odjemalcih. Osnovno načelo je, da ima lahko stavba samo en plinski priključek, vsak priključek pa svoj P. Na en P je lahko vezanih več odjemalcev. Smisel prostorske opredelitve šifre je določitev stavbe, ki jo bomo priključili na plinovodno omrežje.

Šifra potrošnika je vezana na uradno evidenco hišnih števil (EHIŠ). Osnova Registra prostorskih enot (RPE) je povezana podatkovna baza z lokacijskimi in opisnimi podatki. V registru so evidentirane tudi vse hišne številke, ki so povezane s katastrom stavb. Osnova RPE je povezana podatkovna baza z lokacijskimi in opisnimi podatki. Osrednjo bazo, ki jo imenujemo tudi delovna baza, vzdržujejo geodetske pisarne, območne geodetske uprave in glavni urad preko lokalnih baz s pomočjo aplikacij

za vodenje, vzdrževanje in izdajanje podatkov Registra prostorskih enot in hitrega komunikacijskega omrežja državnih organov po principu porazdeljenih baz podatkov (Register prostorskih enot, 2016).

Evidenco sestavljajo centrihi hiš, ki imajo uraden naslov s hišno številko. Vsak centroid ima določeno enolično šifro, tako imenovani MID (medresorski identifikator). Poleg opisnih podatkov ima centroid določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu. Te podatke smo uporabili za izdelavo podatkovnega sloja, ki služi za opredeljevanje šifer.

Aplikacijo za podeljevanje šifer potrošnika (glej sliko 16) smo izdelali v okolju ArcView, v programskem jeziku *Avenue*. EHIŠ uporabljamo kot podatkovni sloj, za podlago oziroma orientacijo pa uporabljamo rastrske podatke. To so skanogrami listov temeljnih topografskih načrtov v merilu 1:500 in 1:5000 ter digitalni ortofoto.

Preko šifranta ulic poiščemo želeni naslov oziroma njegov centroid. Preko maske vnesemo šifro potrošnika ter podatke o bodočem potrošniku, vrsti objekta ter šifri trase. Po vpisu podatkov se v tabelo potrošnikov zapiše še MID.

The image shows a software window titled "VNOS P". It contains a form with the following fields and values:

- Občina: LJUBLJANA
- Naselje: LJUBLJANA
- Ulica: JAMOVA CESTA
- Hs: 2
- Hd: (empty)
- Šifra P: 33630
- Vhod P: (empty)
- Trasa: (empty)
- Naziv: FGG
- Vrsta: FAKULTETA (selected from a dropdown menu)

There is also a large empty box on the right side labeled "Obstoječi P". At the bottom of the window, there are four buttons: "Vnesi", "Osveži", "Briši", and "Preklic".

Slika 16: Vnos šifre potrošnika na izbrani naslov

2.14.2 Dopolnjevanje evidence EHIŠ

Novogradnje in pomožne stavbe nimajo uradnega centroida, zato določimo za interno uporabo nove začasne centroide (vnos atributov začasnih centroidov vidimo na sliki 17). Po pridobitvi novih podatkov na GURS, začasne centroide zamenjamo z uradnimi. Vneseni podatki morajo biti prostorsko opredeljeni, zato poteka vnos centroidov in podeljevanje šifer v grafičnem okolju. ArcView služi kot grafični vmesnik za podeljevanje lokacije in vnos opisnih podatkov v Oracle bazo. Ta skrbi za povezavo podatkov in avtomatično dodajanje MID novim centroidom, ki se podeljuje po posebnem ključu. Vsak posamezni centroid je enolično opredeljen kot začasen ali del uradne evidence.

Občina	LJUBLJANA	Hs_mid	8208298	Gradbena oznaka	
Naselje	LJUBLJANA	Nov		Parc. št	202/7, 166/5
Ulica	JAMOVA CESTA	TTN5_4	E2443/4	KO	10065844
Hs		Enota urejanja	'VI-461'	Zaz.otok - star	
Hd		Temperaturna cona	'A'	Zaz.otok - nov	871
Vrsta zgradbe	KATEGORIJA, KI VSEBUJE VSE DVORIŠČNE OBJEKTE, P...			TTN5	E2443
Gradbeno področje	HOTELSKI OBJEKT			PTT	1000
	KATEGORIJA, KI VSEBUJE VSE DVORIŠČNE OBJEKTE, P...			Četr. skupnost	18445859
	POSLOVNI OBJEKT				
	POSLOVNO STANOVANJSKI OBJEKT				
	PRODAJNO SERVISNI OBJEKT				
	ZIDANI OBJEKT, V KATEREM SE OPRAVLJA PROIZVODN...				
	STANOVANJSKA HIŠA				
	VEČSTANOVANJSKI OBJEKT				

Slika 17: Vnos atributov začasnega centroida

Hišne številke so vezane na kataster stavb, zato je potrebno v bazo podatkov dodati tloris predvidenih stavb, ker še niso v uradnih evidencah. Tlorisi se hranijo v posebnem vektorskem sloju poligonov brez opisnih podatkov. Služijo za orientacijo v prostoru in določajo lego stavbe. Pomembni so pri izrisu situacij za potrebe soglasja k priključitvi na plinovodno omrežje.

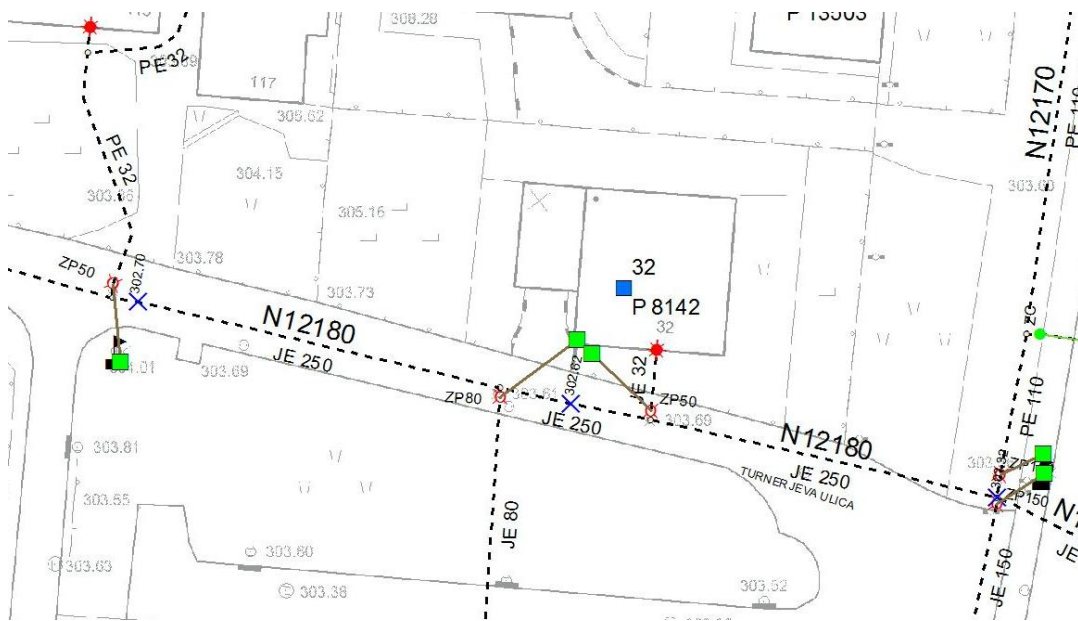
Podatke EHIŠ obnavljamo v določenih časovnih obdobjih in sicer tako, da v bazo vključimo vse spremembe, ki so nastale v tem času. Zaradi začasnih centroidov smo izdelali aplikacijo, ki s prostorsko poizvedbo poišče vse centroide, ki so oddaljeni za določen radij in bi lahko bili pravi za zamenjavo. Začasne centroide nato zamenjamo z uradnimi. V bazi podatkov se samo zamenja MID in podatki o lokaciji, vsi ostali opisni podatki, ki smo jih vnesli preko maske, pa se ohranijo.

V primeru, da je uradni centroid zamaknjen oziroma ne leži na tlorisu katastra stavb, aplikacija omogoča tudi njihovo premikanje. Pri tem se vodi zgodovina, kar omogoča kontrolo pri ažuriranju baze EHIŠ.

2.14.3 Tablice

Za zapiranje plinovodov se uporabljajo zaporne pipe, za odzračevanje plinovodov in zaščitnih cevi pa odzračevalne pipe. Na najnižjem delu plinovoda mora biti vgrajen sifon ali kondenčna cev za izpust kondenzata (Tehnične zahteve, 2016). To so objekti oziroma armature na plinovodih, ki v naravi predstavljajo cestne kape.

Podatki o armaturah na plinovodu se vnašajo že pri grafičnem editiranju omrežja. Da bi zagotovili ustrezno kakovost in največjo ažurnost smo določili, da tehnične podatke o vgrajenih armaturah vodijo v sektorju Plinarna, vnos lokacije pa poteka v oddelku Kataster. Tehnični podatki se po vnosu naknadno vnašajo po skicah, ki jih izdela izvajalec. Namen tehničnega podatka o armaturah je izdelava tablice, ki se pritrdi na vidno mesto v bližini vgrajene armature za lažje lociranje (slika 18 prikazuje lokacije tablic). Tablica vsebuje podatke o tipu armature, šifri trase plinovoda, na kateri se nahaja armatura, ter razdaljo od tablice do armature. Tablica ima svojo identifikacijsko številko, pod katero vodimo podatke o proizvajalcu, nazivnem premeru, nazivnem tlaku, materialu, izvedbi ter letu vgradnje.



Slika 18: Prikaz lokacije tablic

Aplikacija za vnos lokacije tablic je narejena v okolju ArcView, podatki pa so shranjeni v posebnem sloju. Masko za vnos (vidimo jo na sliki 19) smo izdelali z orodjem Oracle Developer.

The image shows a software window titled "PLIN - TABLICE" with a close button in the top right corner. The window contains a data entry form with the following fields and values:

- Buttons: "Naloži iz Accessa", "Izbor objekta"
- VRSTA: Radio buttons for "VELIKA" (selected) and "MALA"
- ID_TAB: 3172
- PODLOKACIJA: FASADA
- ULICA: TURNERJEVA ULICA
- HS: 32
- HD: (empty)
- NAZ_PRE_TR: 80
- OMREZJE: NIZKOTLAČNO OMREŽJE
- TRASA: 12182
- TIP_OBJ: ZAPORNA PIPA NA PLINC
- SIF_OBJ: 16952
- Button: "p"
- L_ODD: 4.6
- D_ODD: 0
- S_ODD: 3.6
- TEHNIČNI PODATKI section:
 - ARMATURA: KROGELNA PIPA
 - PROIZ: RAVNE
 - NAZ_PRE: 80
 - NAZ_TLAK: 16
 - LETO_VGR: 1987
 - MATERIAL: JL
 - IZVEDBA: PRIROBIČNA IZVEDBA
- Buttons: "Shrani", "Briši", "Preklic"

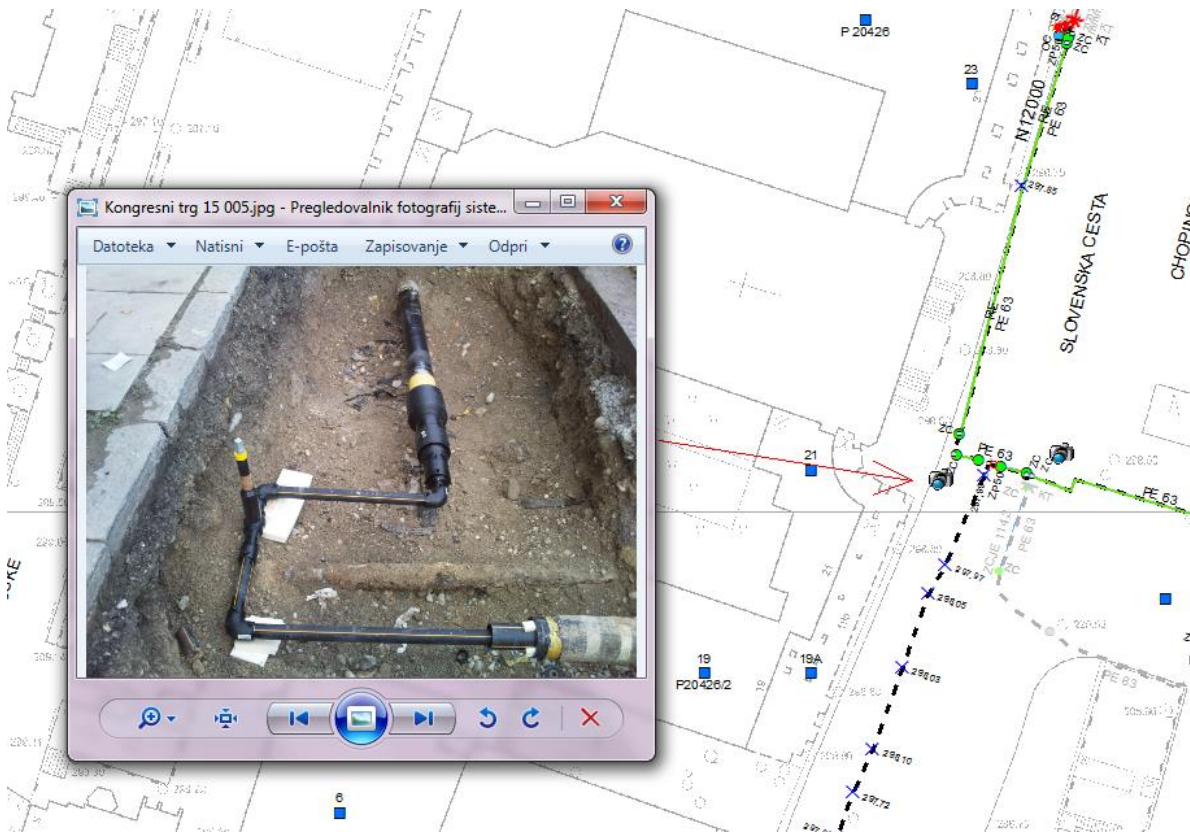
Slika 19: Vnos atributov tablic

2.14.4 Status

Po izgradnji, omrežje še ni v obratovanju. Ta podatek vnesemo pri grafičnem editiranju omrežja. Sektor Plinarna po testiranju omrežja vanj spusti plin. Izdelali smo aplikacijo, ki omogoči sektorju Plinarna označevanje območja plinovoda, ki se mu spremeni status obratovanja. Aplikacija je izvedena v okolju ArcView.

2.14.5 Slike

Posebnosti na plinovodih lahko v zadnjih petih letih dokumentiramo na fotografijah v formatu *jpg* (primer vidimo na sliki 20). Aplikacija za vnos je prav tako narejena v okolju ArcView, podatki pa shranjeni v posebnem sloju. Pomemben podatek je tudi datum nastanka slike.

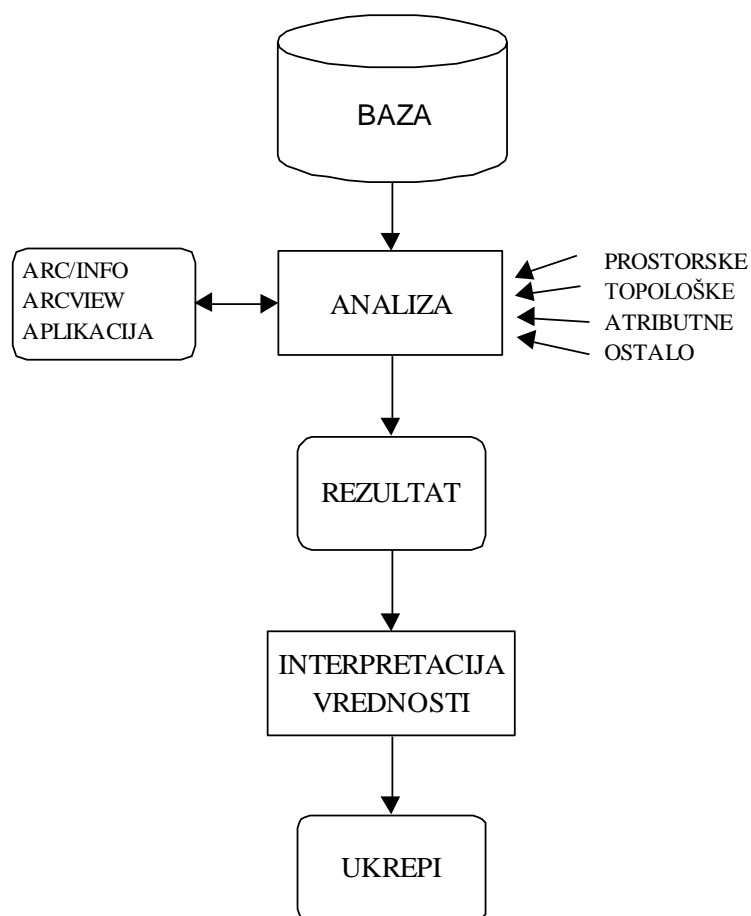


Slika 20: Prikaz fotografije

Šifre potrošnikov ter EHIŠ (uradni in začasni centroidi) so shranjeni v Oracle bazi. Ostali opisni podatki (tablice, slike) pa na posebnem sloju *Personal Geodatabase (GDB)*, ker se podatki vnašajo preko aplikacij ArcView.

2.15 Prostorske analize

Šumrada (2005a) opredeljuje prostorske analize kot temeljne in najbolj pomembne operacije v sistemih GIS. So postopki, s katerimi obdelujemo prostorske podatke in ustvarjamo nove podatke oziroma posredno informacije (ibid). Kvamme in sodelavci (1997: 23 str.) pa pišejo, da »v prostorskih analizah pogosto iščemo povezave ali poskušamo ugotoviti različne zveze med podatki s posameznih področij«.



Slika 21: Izdelava analiz

V prostorskih analizah (potek izdelave analiz prikazuje slika 21) delamo preseke slojev prostorskih podatkov in njihovih atributov. Ugotovljamo zapiralna območja, zbiramo naslove na območju za akcije priklopov, ugotovljamo stanja odjemalcev ter dolžino omrežja po določenih atributih (letu vgradnje, investicijah...). Za preproste analize uporabljamo že pripravljena sistemska analitična orodja, ki jih nudi paket ArcGis. Različna orodja sestavljamo v poljuben model. Za napredne analize kombiniramo programska orodja. Pomagamo si s programom, zapisanim v programskem jeziku *Visual Basic*. Program zapišemo z urejevalnikom besedil *Notepad* v datoteko *.vb*. S pomočjo prevajalnika se izvorni program prevede v preveden program, zapisan v datoteko *.exe*, ki jo potrebujemo za analize.

Na tak način smo za sektor Plinarna pripravili program za analizo, ko na izbranem omrežju poizvedujemo po:

- tlaku (primer rezultata je preglednica na sliki 22),
- letu vgradnje (primer rezultata je preglednica na sliki 23),
- materialu cevi (primer rezultata je preglednica na sliki 24),
- dimenziji cevi (primer rezultata je preglednica na sliki 25),
- statusu (primer rezultata je preglednica na sliki 26),

- tipu odseka,
- šifri trase (primer rezultata je preglednica na sliki 27),
- volumnu cevi (primer rezultata je na sliki 28).

OID	omrežje	Count omrežje	Sum plinovod.shape len
0	N	455	4277,6273
1	S	13	578,5839

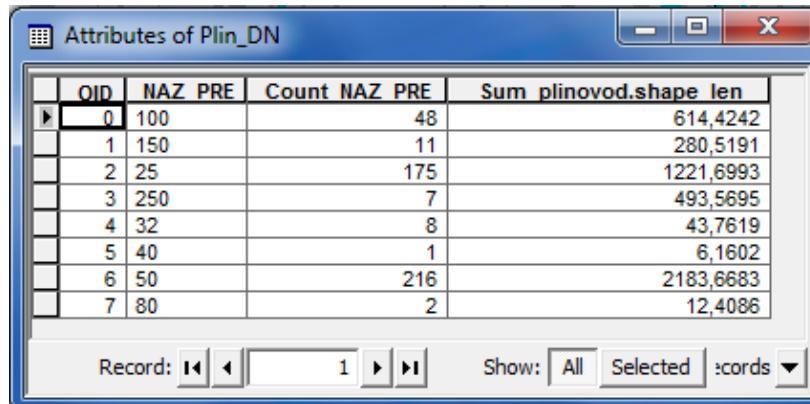
Slika 22: Atributi po letu vgradnje

OID	leto vgr	Count leto vgr	Sum plinovod.shape len
0	1979	7	493,5695
1	1981	14	149,6073
2	1985	2	20,8576
3	1989	2	63,0108
4	1991	406	3799,0475
5	1994	6	65,5634
6	1995	3	1,5099
7	2002	10	103,2894
8	2003	1	1,4001
9	2006	1	7,0973
10	2007	5	78,2705
11	2008	1	11,2598
12	2012	2	8,2365
13	2013	1	5,2831
14	2014	1	22,0488
15	2015	6	26,1596

Slika 23: Atributi po letu vgradnje

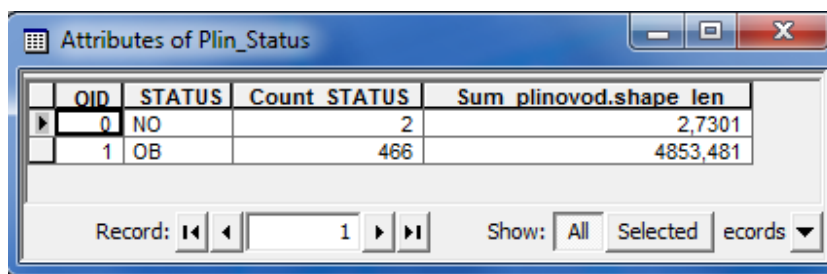
OID	MATERIAL	Count MATERIAL	Sum plinovod.shape len
0	JE	32	696,5328
1	PE	436	4159,6783

Slika 24: Atributi po materialu (jeklo in polietilen)



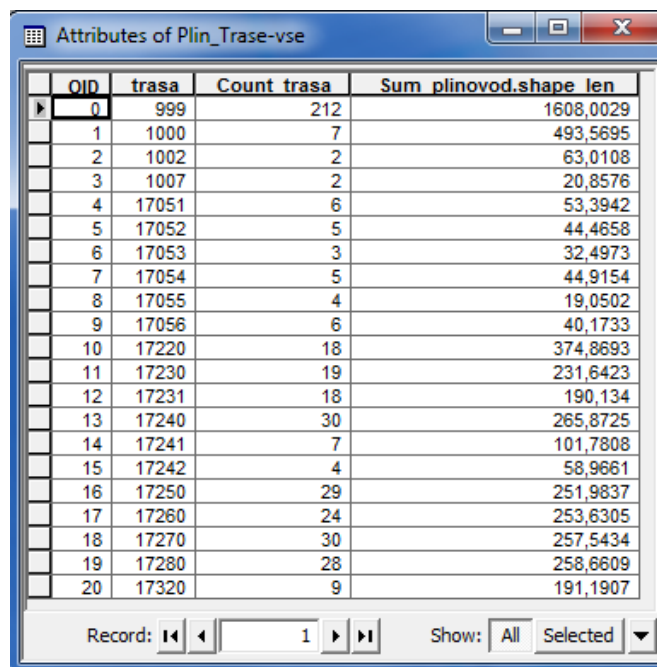
OID	NAZ PRE	Count NAZ PRE	Sum plinovod.shape len
0	100	48	614,4242
1	150	11	280,5191
2	25	175	1221,6993
3	250	7	493,5695
4	32	8	43,7619
5	40	1	6,1602
6	50	216	2183,6683
7	80	2	12,4086

Slika 25: Atributi po dimenziji cevi



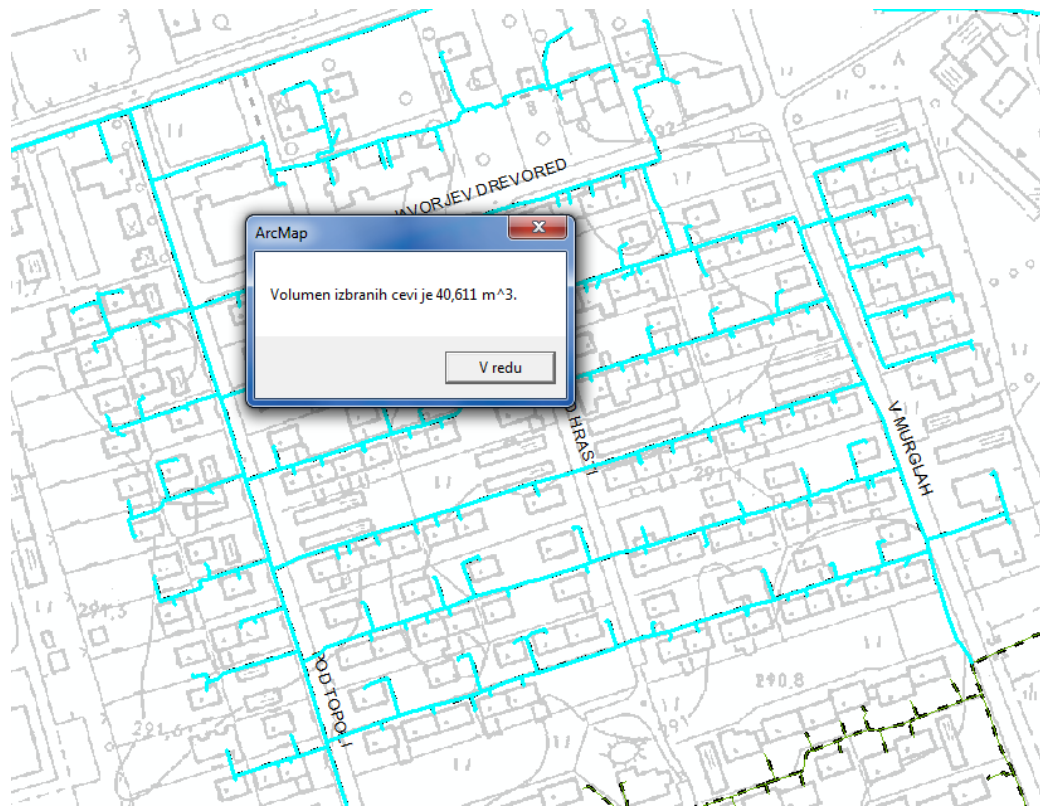
OID	STATUS	Count STATUS	Sum plinovod.shape len
0	NO	2	2,7301
1	OB	466	4853,481

Slika 26: Atributi po statusu (omrežje ni v obratovanju in je v obratovanju)

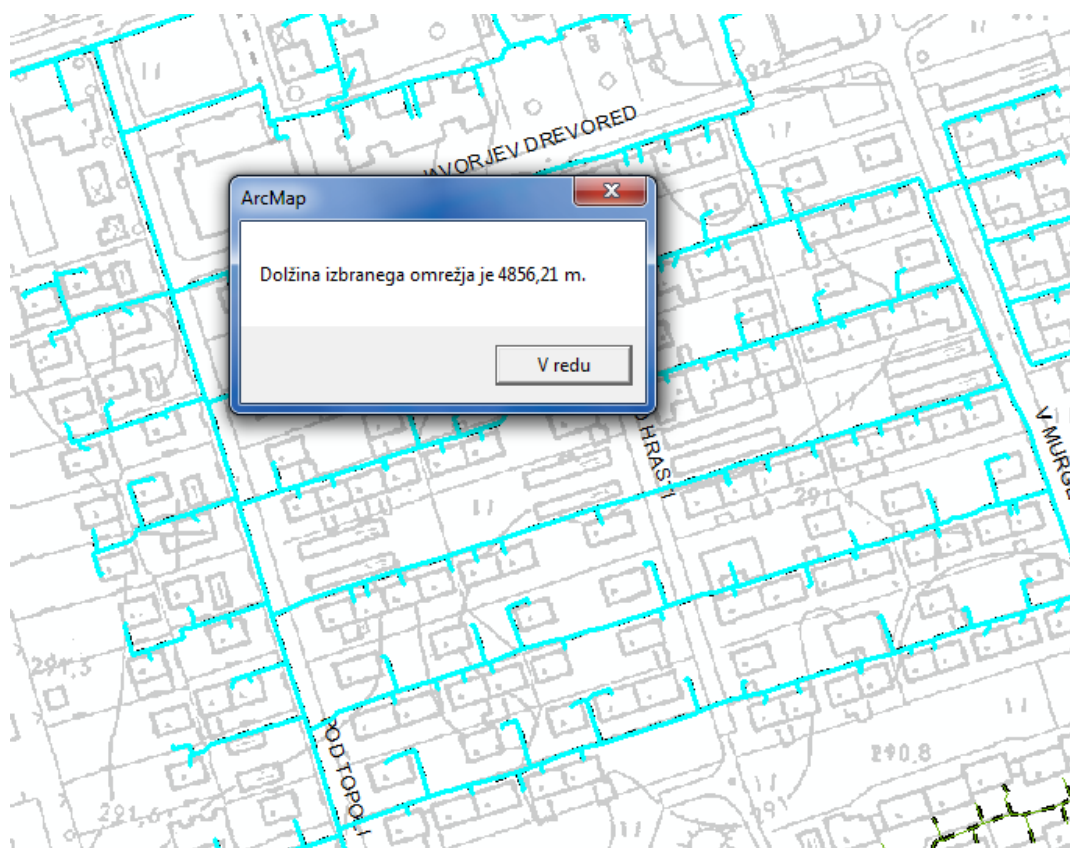


OID	trasa	Count trasa	Sum plinovod.shape len
0	999	212	1608,0029
1	1000	7	493,5695
2	1002	2	63,0108
3	1007	2	20,8576
4	17051	6	53,3942
5	17052	5	44,4658
6	17053	3	32,4973
7	17054	5	44,9154
8	17055	4	19,0502
9	17056	6	40,1733
10	17220	18	374,8693
11	17230	19	231,6423
12	17231	18	190,134
13	17240	30	265,8725
14	17241	7	101,7808
15	17242	4	58,9661
16	17250	29	251,9837
17	17260	24	253,6305
18	17270	30	257,5434
19	17280	28	258,6609
20	17320	9	191,1907

Slika 27: Atributi po šifri trase (999 je oznaka za plinski priključek)



Slika 28: Rezultat volumna cevi na izbranem omrežju



Slika 29: Rezultat dolžine izbranega omrežja

Program, izdelan v razvojnem okolju *Visual Basic*, omogoča v okolju ArcView pridobivanje zelenih podatkov kadarkoli. Poleg podatkov, prej naštetih atributov, dobimo še podatek o skupni dolžini izbranega omrežja (slika 29 prikazuje rezultat dolžine). Analiza je pomembna za izvedbo sanacij plinovoda, ko je potrebno zamenjati dotrajane jeklene ali PVC cevi s PE cevmi.

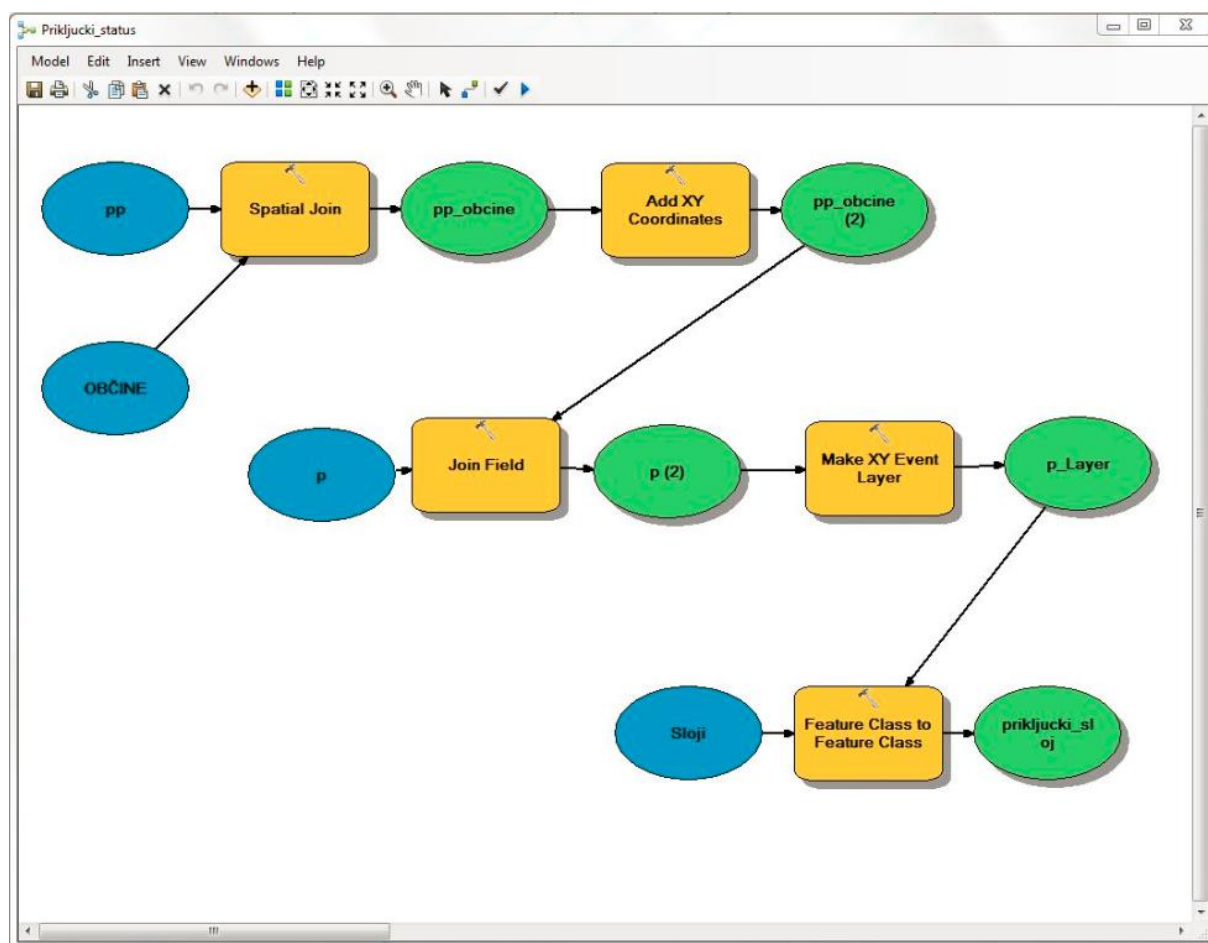
3 ANALIZA ZGRAJENIH IN NEAKTIVNIH PLINSKIH PRIKLJUČKOV V MOL

Javno podjetje Energetika ima v paketu ArcGIS naslednje licence modulov:

- dvaindvajset licenc ArcView za pregledovanje in osnovne analize,
- tri licence ArcEditor za vzdrževanje in vnos,
- eno licenco ArcInfo za vzdrževanje in kompresiranje baze, za napredne analize ter geoprocesiranje.

3.1 Metoda dela

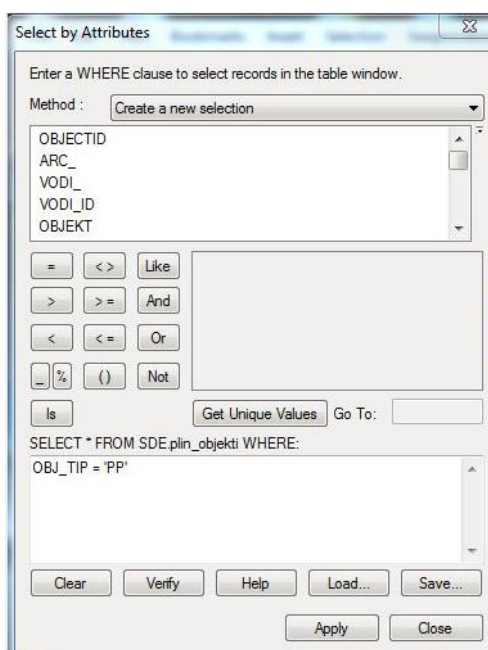
Primer analize, ki jo bom predstavila v nadaljevanju, smo izvedli v okolju ArcInfo. Analizo smo izvedli s sistemskimi analitičnimi orodji, ki jih ponuja paket ArcGIS. Z orodjem *Model Builder* smo sestavili orodje za analizo (glej sliko 30).



Slika 30: Model Builder

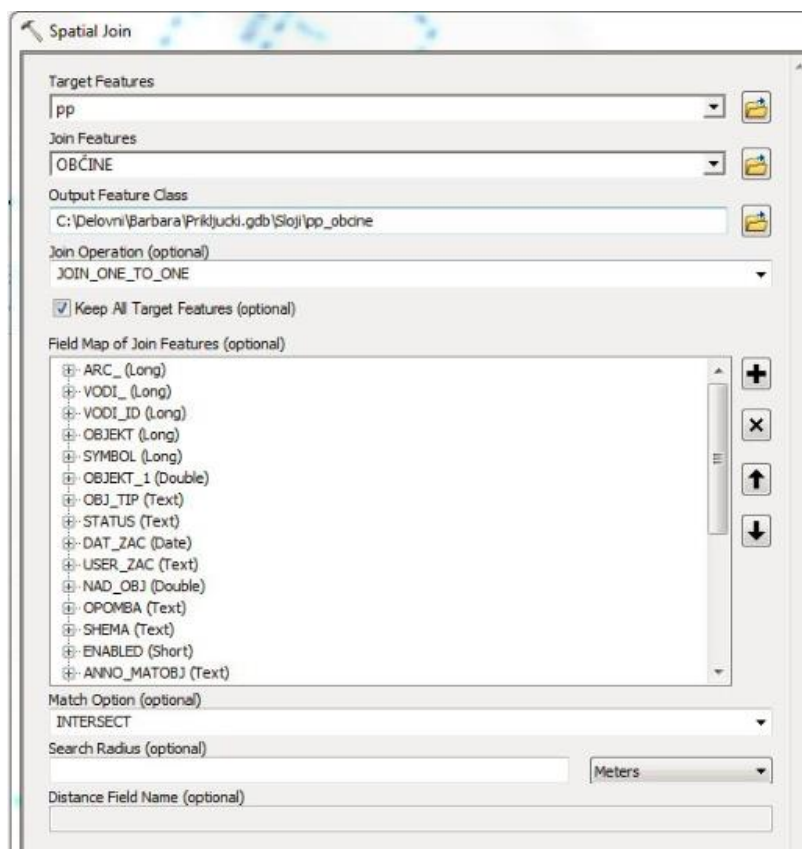
Za izris rezultatov potrebujemo podatke o geometriji. Zato je bilo potrebno na začetku določiti koordinatni sistem. Izbrali smo horizontalni državni koordinatni sistem D48, ki ga ponuja paket. Na lokalnem disku smo pripravili bazo (*Dataset*) kamor bomo shranjevali rezultate analize.

Z orodjem *Select by Attributes* (vidimo na sliki 31) smo izbrali objekte PP (glavna plinska zaporna pipa). Potrebno je bilo urediti podatke in izločiti vse PP, ki niso vezane na P (šifro potrošnika). Rezultat je bil seznam 24.451 glavnih plinskih požarnih pip, ki so povezane na šifro potrošnika.



Slika 31: Izbira glavnih plinskih požarnih pip

Program upošteva matematični koordinatni sistem, ki je drugačen, kot ga uporabljamo v geodeziji. Zato je bilo potrebno v preglednici zamenjati koordinati x in y . Iz Geodatabase (GDB) smo uvozili poligone občin in z orodjem za prostorsko združevanje *Spatial Join* (prikazano na sliki 32) združili sloja PP in občin. Sloju PP dodamo attribute, ki jih vsebuje sloj občin. Izdelali smo nov sloj PP_OBCINE.

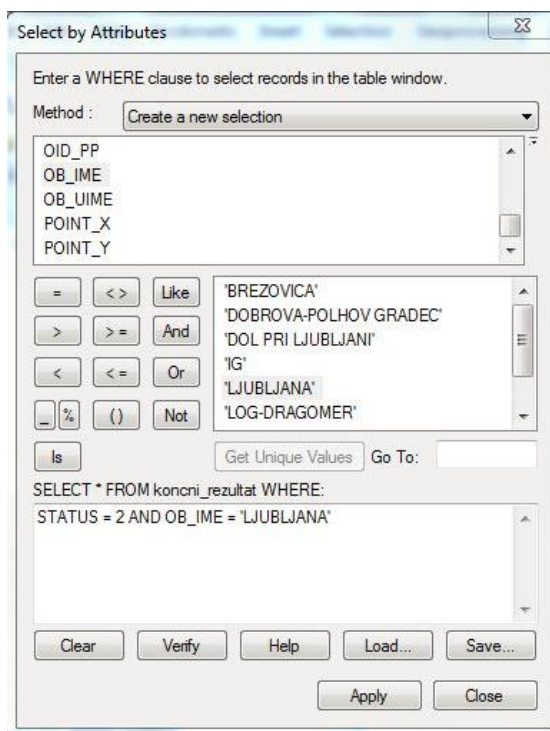


Slika 32: Orodje za prostorsko združevanje

Preglednica PP_OBCINE ne vsebuje geometrije, ki jo potrebujemo za izris, zato smo z orodjem *Add XY Coordinates* dodali koordinate x in y .

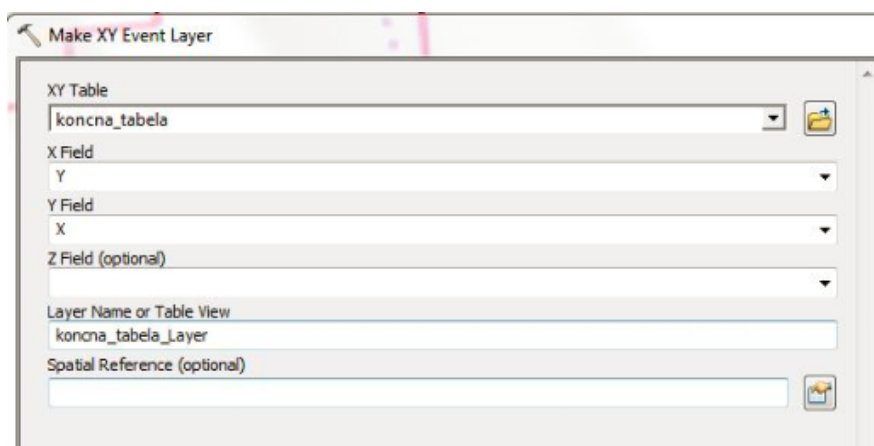
Ena PP je lahko vezana na več P-jev oziroma poddelilk. Program omogoča pripojitve »mного na ena« (ne omogoča pa »ena na mnogo«), zato smo preglednico PP_OBCINE pripojili k tabeli P, ki smo jo uvozili iz Oracle baze. Pripojili smo jo z orodjem *Join Field* na podlagi skupnih atributov (OBJECTID, VODI_). Izvozili smo jo v sloj, s čimer smo jo shranili v bazo za nadaljnjo uporabo.

Rezultat je seznam 26.540 šifer potrošnikov, ki so povezani na glavno plinsko zaporno pipo. Z orodjem *Select by Attributes* (glej sliko 33) smo izdelali seznam 23.385 šifer potrošnikov v MOL.



Slika 33: Izbira PP po statusu in občini Ljubljana

Preglednice ne moremo prenesti v prostor, zato smo jo z orodjem *Make XY Event Layer* (prikazano na sliki 34) pretvorili v podatkovni sloj. Sloj smo z orodjem *Feature Class to Feature Class* izvozili v *Dataset*, bazo, ki smo jo pripravili na začetku.



Slika 34: Spreminjanje preglednice v sloj

Preglednica P vsebuje atribut status:

- 1-soglasja,
- 2-zgrajeni in neaktivni,
- 3-zgrajeni in aktivni,
- 4-napake.

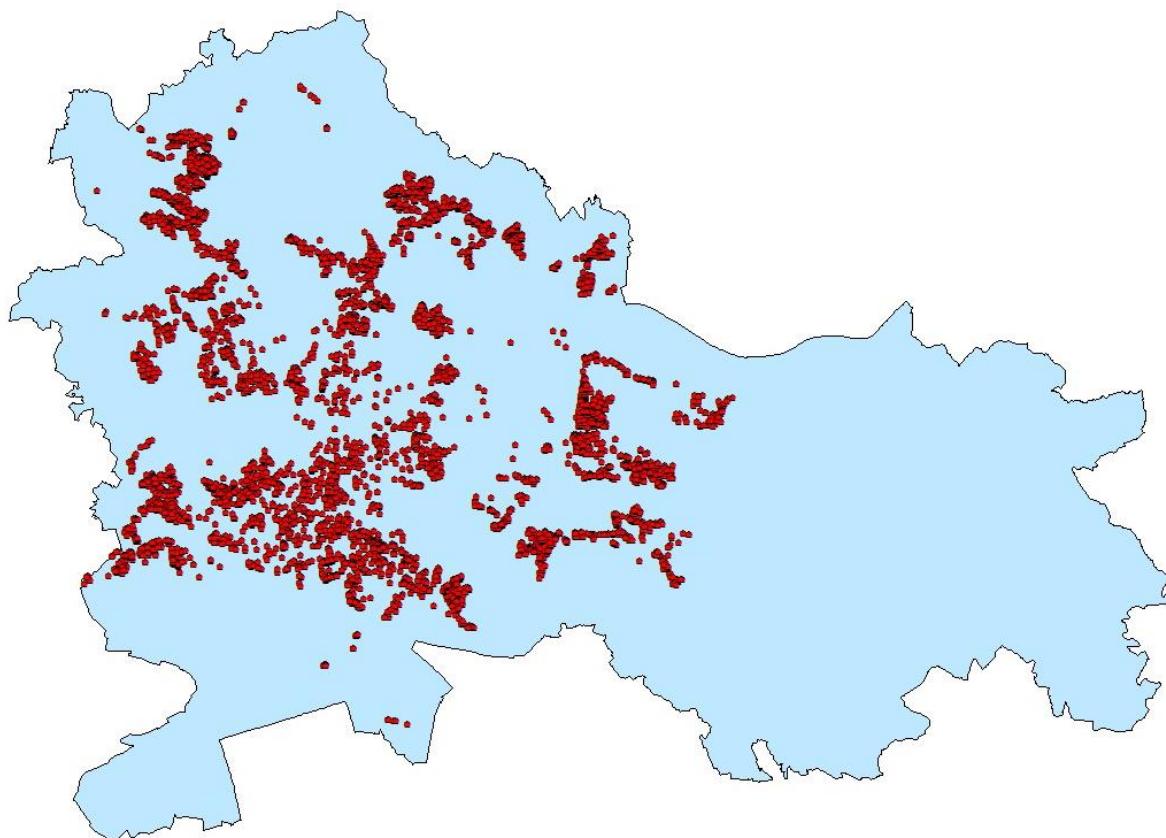
Analizo smo izvedli s P-ji s statusom 2 (izbira po statusu je prikazana na sliki 33). Kljub avtomatizaciji se občasno pojavljajo napake. Pri izvajanju analiz jih sproti popravljamo in tako vzdržujemo bazo. Pod statusom 1 so P-ji, ki so v času izgradnje plinovoda v fazi pridobivanja soglasij za priključitev na plinovodno omrežje in jih lahko vodimo kot aktivne. Podatek o statusu v preglednici P ni ažuren, ker se vnaša ročno vsakih nekaj dni.

3.2 Podatkovne osnove

Analizo zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov v MOL smo izvedli s podatki plinovodnega omrežja Javnega podjetja Energetika Ljubljana. Podatki o plinovodnem omrežju ter preglednica šifer potrošnikov so zapisani v bazi Oracle. V bazo je zapisanih 24.451 glavnih plinskih zapornih pip ter 34.738 šifer potrošnikov vključno s poddelilkami. Sloj občine smo leta 2016 pridobili na Geodetski upravi RS.

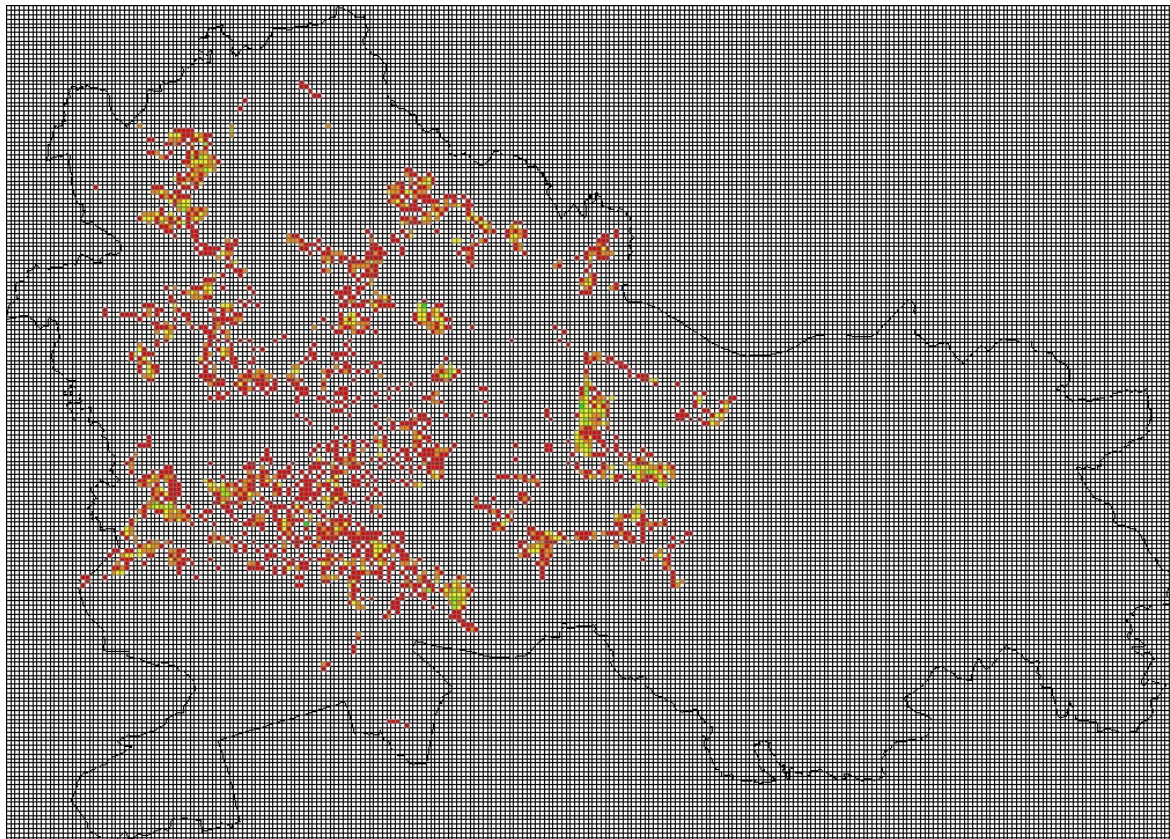
3.3 Zgrajeni in neaktivni plinski priključki v MOL

V analizi smo ugotovili, da je v Mestni občini Ljubljana 5.817 potencialnih odjemalcev na plinovodnem omrežju, ki že imajo zgrajene plinske priključke, vendar še niso aktivno priključeni na plinovodno omrežje (rezultat je prikazan na sliki 35). Za priklop potrebujejo samo projekt notranje plinske inštalacije. Podatek je pomemben za Prodajno službo, da lahko pričnejo z akcijo pridobivanja novih odjemalcev oziroma poslovnih partnerjev.



Slika 35: Zgrajeni in neaktivni plinski priključki v MOL

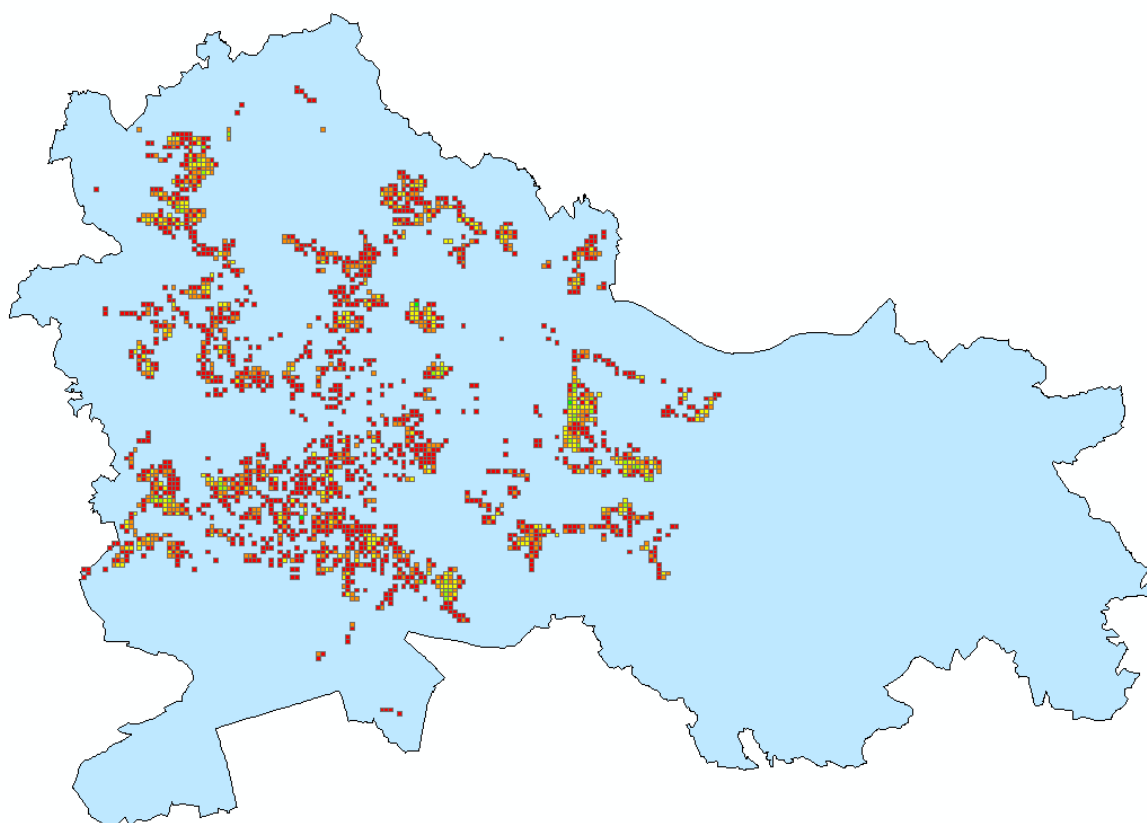
Z namenom poiskati območje (območja) v MOL z največ zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov, smo v aplikacijo dodali mrežo rastra 100x100 metrov (glej sliko 36). Izdelali smo jo z orodjem *Create Fishnet* in jo vpeli na meje občine MOL. Mreža je v linijskem sloju, za ugotavljanje gostote točk neaktivnih priključkov pa potrebujemo poligonski podatkovni sloj. Z orodjem *Feature To Polygon* smo mrežo rastra spremenili v poligonski sloj. Izdelali smo 51.188 zapisov v poligonskem sloju. Zapisov v točkovnem sloju neaktivnih priključkov je 5.817.



Slika 36: Mreža rastra 100x100 metrov v MOL

V poligonskem podatkovnem sloju mreže smo dodali polje za enolično številko (STEVIKA_POL; glej sliko 38), ki je enaka identifikatorju priključka (ID). Na ta način smo pri uvažanju ohranili identifikacijsko številko priključka. Z orodjem *Intersect Analysis* smo točke neaktivnih priključkov združili s poligonsko mrežo in s tem vsaki točki dopisali enolični ID poligonske mreže (STEVIKA_POL). Izdelali smo nov sloj točk neaktivnih priključkov, združen z mrežo. V preglednici novega sloja točk neaktivnih priključkov z mrežo smo izvedli operacijo *Summarize*. Rezultat je preglednica, kjer so točke neaktivnih priključkov seštete po vsakem posameznem poligonu velikosti 100x100 metrov v naravi (count_STEVIKA_POL; glej sliko 38).

Z orodjem *Join* smo združili poligonski podatkovni sloj in preglednico *count_STEVIKA_POL* na podlagi enakega atributa (STEVIKA_POL) in dobili končni rezultat analize zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov v posameznem poligonu 100x100 metrov (glej sliko 37). Ugotovili smo, da so zgrajeni in neaktivni priključki razporejeni v 2.304 (4,5 %) poligonih mreže od skupno 51.188 poligonov.



Število neaktivnih priključkov na ha

- 1 - 2
- 3 - 4
- 5 - 8
- 9 - 16
- 17 - 27

Slika 37: Gostota neaktivnih plinskih priključkov v MOL

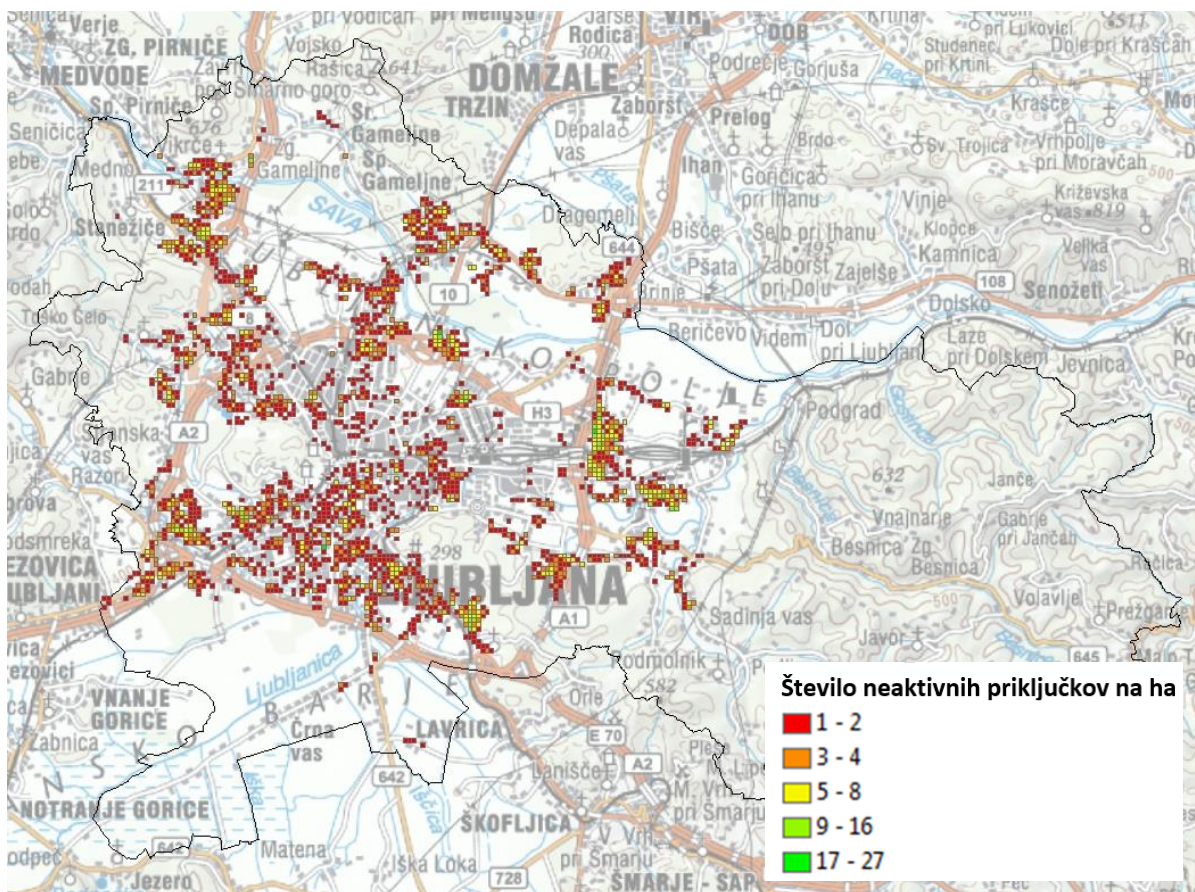
OID *	Shape *	STEVILKA POL	OBJECTID_1	STEVILKA POL	Count STEVILKA POL	Shape Length	Shape Area
533	Polygon	19365	529	19365	27	400	10000
1263	Polygon	26664	1259	26664	22	400	10000
1722	Polygon	32792	1718	32792	19	400	10000
645	Polygon	20245	641	20245	16	400	10000
825	Polygon	21859	821	21859	14	400	10000
43	Polygon	14575	39	14575	13	400	10000
1193	Polygon	25593	1189	25593	13	400	10000
649	Polygon	20402	645	20402	12	400	10000
2098	Polygon	38900	2094	38900	12	400	10000
2242	Polygon	41851	2238	41851	12	400	10000
54	Polygon	14844	50	14844	11	400	10000
651	Polygon	20404	647	20404	11	400	10000
948	Polygon	22659	944	22659	11	400	10000
949	Polygon	22660	945	22660	11	400	10000
984	Polygon	22925	980	22925	11	400	10000
1348	Polygon	27737	1344	27737	11	400	10000
2218	Polygon	41050	2214	41050	11	400	10000
2293	Polygon	43468	2289	43468	11	400	10000
72	Polygon	15373	68	15373	10	400	10000
1236	Polygon	26133	1232	26133	10	400	10000
1249	Polygon	26396	1245	26396	10	400	10000
1422	Polygon	28508	1418	28508	10	400	10000
34	Polygon	14307	30	14307	9	400	10000
53	Polygon	14843	49	14843	9	400	10000
77	Polygon	15379	73	15379	9	400	10000

Slika 38: Preglednica seštetih točk po poligonih

Največje število zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov v posameznem poligonu mreže je 27, najmanjše pa 1 in teh je tudi največ (glej sliko 39). Statistično gledano smo dobili enak rezultat po posameznih poligonih mreže oziroma gostoto neaktivnih priključkov na hektar.

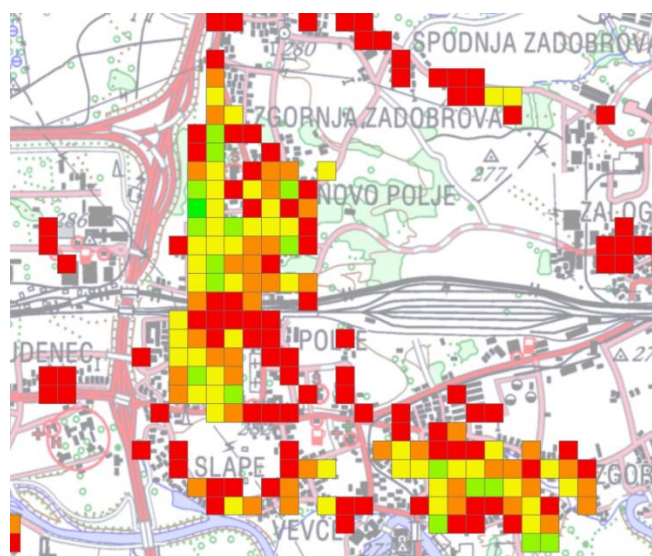
število neaktivnih priključkov	število poligonov mreže 100x100
1	986
2	488
3	319
4	185
5	126
6	84
7	38
8	33
9	23
10	4
11	8
12	3
13	2
14	1
16	1
19	1
22	1
27	1

Slika 39: Frekvenčna preglednica števila neaktivnih priključkov v mreži 100x100 metrov v MOL



Slika 40: Gostota neaktivnih plinskih priključkov v MOL

S slik 40 in 41 vidimo, da je gostota največja na vzhodu Mestne občine Ljubljana; v naseljih Novo Polje, Polje in Vevče. Na tem območju je kar nekaj primerov, ko je na enem hektaru od 5 do 27 zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov. Predstavljene ugotovitve so pomembne za Prodajno službo za izvajanje akcij priklopa, ker je tam večja verjetnost za pridobitev novih odjemalcev.



Slika 41: Gostota plinskih priključkov na vzhodnem delu MOL

4 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo predstavili projekt vzpostavitve geografskega informacijskega sistema omrežja plinovoda v Javnem podjetju Energetika Ljubljana. Podjetje se ukvarja z distribucijo plina, daljinsko oskrbo s toplotno energijo in hladom ter izgradnjo in vzdrževanjem plinovodnega omrežja in omrežja daljinskega ogrevanja na območju Mestne občine Ljubljana in sedmih sosednjih občin.

Oskrba z zemeljskim plinom predstavlja enega izmed osnovnih sistemov oskrbe s toplotno energijo na območju MOL-a in okolice. Namen GIS-a v Energetiki je zagotoviti hitro dostopnost do kvalitetnih podatkov o omrežju in potrošnikih ter omogočiti različne statistične obdelave in analize kot podporo poslovnim postopkom na vseh ravneh. Cilj je prispevati h kvalitetni, hitri in varni storitvi.

Vzpostavitev GIS-a v Energetiki sloni na lastnem razvoju. To nam omogoča popoln nadzor nad bazo. Po vzpostavitvi GIS-a smo prvič dobili pregledno sliko celotnega omrežja. Dobili smo prostorsko sliko, ki je podlaga pri načrtovanju vzdrževanja in sanaciji omrežja. S poizvedbami lahko razvrstimo omrežje po različnih lastnostih.

Izgradnja baze prostorskih podatkov je potekala v okolju Oracle, s pomočjo vmesnika ArcSDE. Z digitalizacijo katastrskih načrtov smo pridobili vektorski model podatkov. Dodali so se sloji ostalih prostorskih podatkov (topografija, EHIŠ, zazidalni otoki, občine, mreža listov...). Sistem se deli na tehnični del (omrežje z atributi) in na poslovni del, kjer se zajema podatke o odjemalcih, osnovnih sredstvih ter številke investicij. Ažurnost ima velik vpliv na popolnost geografskih podatkov, zato se redno vzdržujejo vse aplikacije in baze. Danes dosegamo kvalitetne in ažurne podatke plinovodnega omrežja in omrežja daljinskega ogrevanja.

V diplomski nalogi smo opisali nekaj analiz, ki jih izvajamo v Energetiki, ter predstavili analizo zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov v MOL. Ugotovili smo, da je v Mestni občini Ljubljana 5.817 potencialnih odjemalcev plina, ki že imajo plinski priključek in bi za odjem potrebovali samo projekt notranje plinske inštalacije. Z analizo smo ugotovili gostoto neaktivnih priključkov na hektar. Največja gostota neaktivnih priključkov je na vzhodu Mestne občine Ljubljana, natančneje v naseljih Novo Polje, Polje in Vevče. Tam zasledimo tudi do 27 neaktivnih priključkov na hektar. Podatek je pomemben za nadaljnje delo Prodajne službe.

V podjetju imamo dvaindvajset licenc ArcView (na začetku vzpostavitve GIS-a smo imeli različico 7, sedaj prihajamo na različico 10.2.2), kar predstavlja velike stroške vzdrževanja. V prihodnje si zato želimo vzpostaviti GIS Portal na *Intranetu*, ki je znotraj podjetja, da bo omrežje dostopno več uporabnikom. Za izvedbo bi potrebovali samo *Internet Explorer* ali *Google Chrome*, vsak uporabnik

pa bi dobil svoje geslo za dostop do GIS Portala. GIS Portal, ki je del paketa ArcGIS, bo omogočal pregled omrežja, nanj se bodo pripenjale tematske karte, izdelane v ArcInfu, lahko se bodo dodajali določeni podatki. Omogočal bo preproste analize, ki jih bo uporabnih izvajal sam.

Želja avtorice te diplomske naloge je, da bi vodstvo Javnega podjetja Energetika Ljubljana še naprej spodbujalo uporabo GIS-a v podjetju, da se vzpostavi GIS Portal in da bi še naprej sledili sodobnim trendom pri uporabi geografskih informacijskih sistemov.

VIRI IN LITERATURA

Boh, M. 1999. Vzpostavitev geografskega informacijskega sistema omrežja daljinskega ogrevanja. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Boh).

Brate, T. 2001. Mestni plin v Ljubljani: zgodovina plinarne od prvih začetkov do vpeljave zemeljskega plina. Ljubljana, Energetika.

Brate, T. 2011. 150 let oskrbe s plinom v Ljubljani: zgodovina plinarne od začetkov do danes. Ljubljana, Energetika.

Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R. 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center slovenske akademije znanosti in umetnosti.

JP Energetika Ljubljana.

<http://www.energetika-lj.si/o-druzbi/vloga-v-energetickem-sistemu>

(Pridobljeno 12.8.2016)

Razvojni načrt. Plinovodi.

http://www.plinovodi.si/wp-content/uploads/2011/12/razvojni-nacrt_2011_2020_sl.pdf

(Pridobljeno 13.7.2016)

Register prostorskih enot. Geodetska uprava Republike Slovenije.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/nepremicnine/register_prostorskih_enot

(Pridobljeno 9.8.2016.)

Šorc, B. 1990. Projekt vektorizacije in zajema atributnih podatkov za plinovodno omrežje. Ljubljana, JP Energetika Ljubljana

Šumrada, R. 2005a. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Šumrada, R. 2005b. Tehnologija GIS. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Tehnične zahteve. JP Energetika Ljubljana.

http://www.energetika-lj.si/sites/default/files/energetika_lj_si/stran/datoteke/5535_tehnicne_zahteve_za_graditev_plin.pdf

(Pridobljeno 10.8.2016)

Vengar, J. 2000. GIS plinovodnega omrežja mesta Ljubljane. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Vengar).

Zgodovina. JP Energetika Ljubljana.

<http://www.energetika-lj.si/o-druzbi/zgodovina>

(Pridobljeno 13.7.2016)

Zemeljski plin. Geoplin.

<http://www.geoplin.si/sl/zemeljski-plin>

(Pridobljeno 13.7.2016)