

Грађевински факултет
одсек за хидротехнику и водно-еколошко инжењерство

ДИПЛОМСКИ РАД

Тема: Предлог позиције основних зона билансирања (ОЗБ) водоводне мреже у ужем градском језгру града Ужица

Ивановић Младен 181/07

Београд, 2013. година

Садржај

- Увод
- Опис система
- Приказ расположивих података
- Предлог позиција ОЗБ у ужем градском језгру
- Мерење потрошње на ОЗБ Мегдан
- Обрада података и формирање шаблона потрошње
- Рекалибрација модела
- Закључак

Увод

- Водоводно-дистрибуциони систем у Ужицу је подељен на две висинске зоне -високу и ниску.
- Последица - високи притисци у ниској зони који узрокују губитке воде и честе кварове на уређајима.
- Формирати позиције свих потенцијалних ОЗБ дела мреже у ниској зони, и проверити их у моделу.
- Експериментална зона-Мегдан, опремљена водомерима на даљинско читавање.
- На основу података одређени су шаблони потрошње, и рекалибрисан је модел.

Основни подаци о водоводном систему Ужице

- Сложен систем са аспекта изградње и одржавања
- Снабдева водом око 80000 потрошача
- Укупна висинска разлика између највиших и најнижих потрошача-510 метара
- Основно извориште-акумулација “Врутци”
- Средњи дневни протицај је 350-400 m³/s
- Највећи ужички произвођач воде-ППВ “Церовића брдо”



Приказ расположивих података

- За израду овог рада коришћени су подаци:
 1. Подлоге у оквиру софтверског пакета MapInfo Professional
 2. Математички модел у оквиру софтверског пакета за симулацију мрежа под притиском - EPANET.

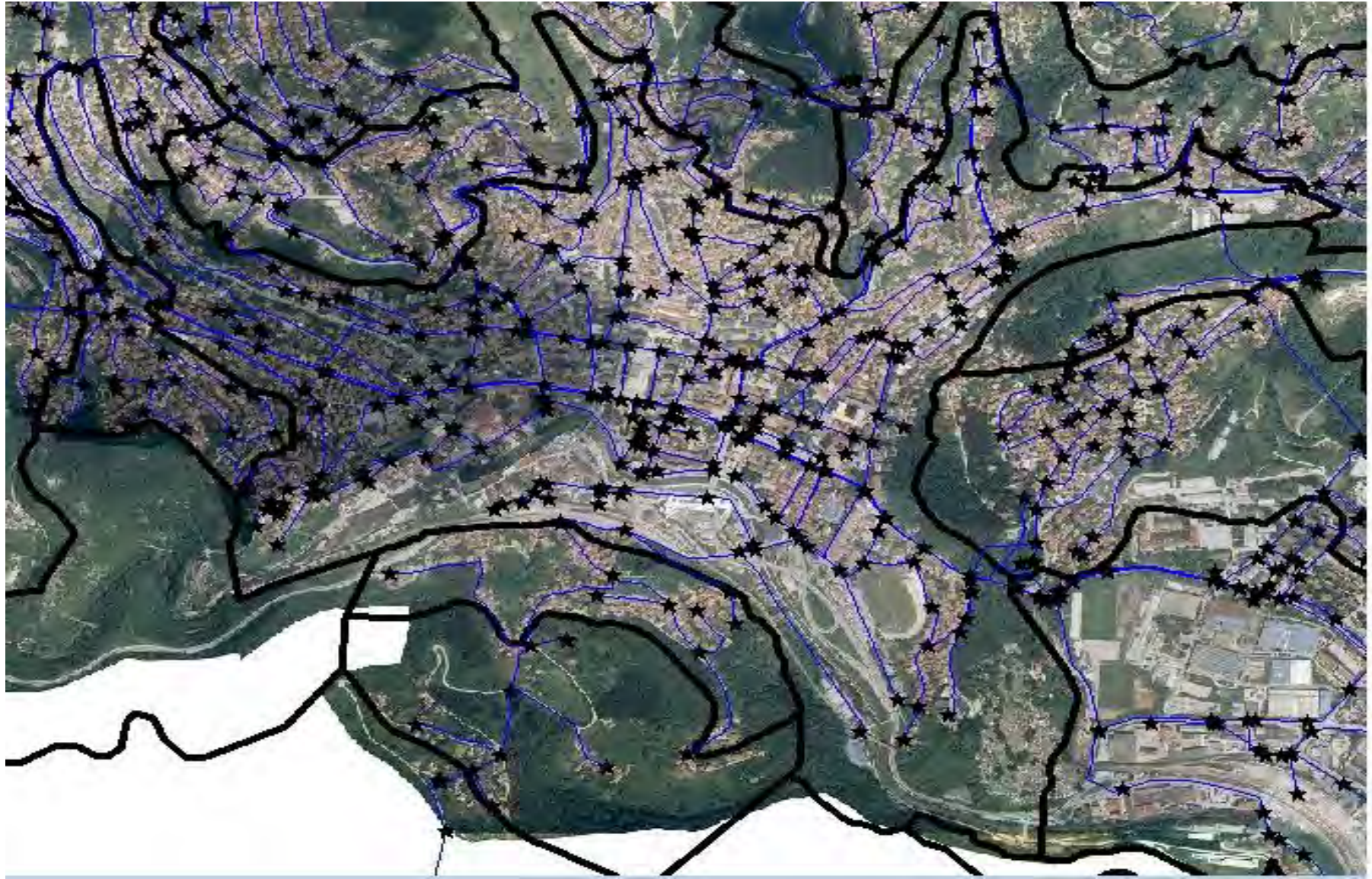
Приказ расположивих података у оквиру MapInfo Proffesional

- MapInfo Proffesional је десктоп ГИС софтвер, који служи за мапирање и анализу локација.
- Приликом израде рада, коришћени су подаци добијени из ЈКП

“Водовод” Ужице:

- Орто-фото снимак Ужица са околином
- Положај ниске и високе зоне са њиховим границама
- Водоводна мрежа (цеви и чворови) са свим карактеристикама
- Мерна места
- Затварачи.

Изглед ниске зоне Ужица са са цевима и чворовима у MapInfo Proffesional



Математички модел водоводне мреже у програмском окружењу EPANET 2.0

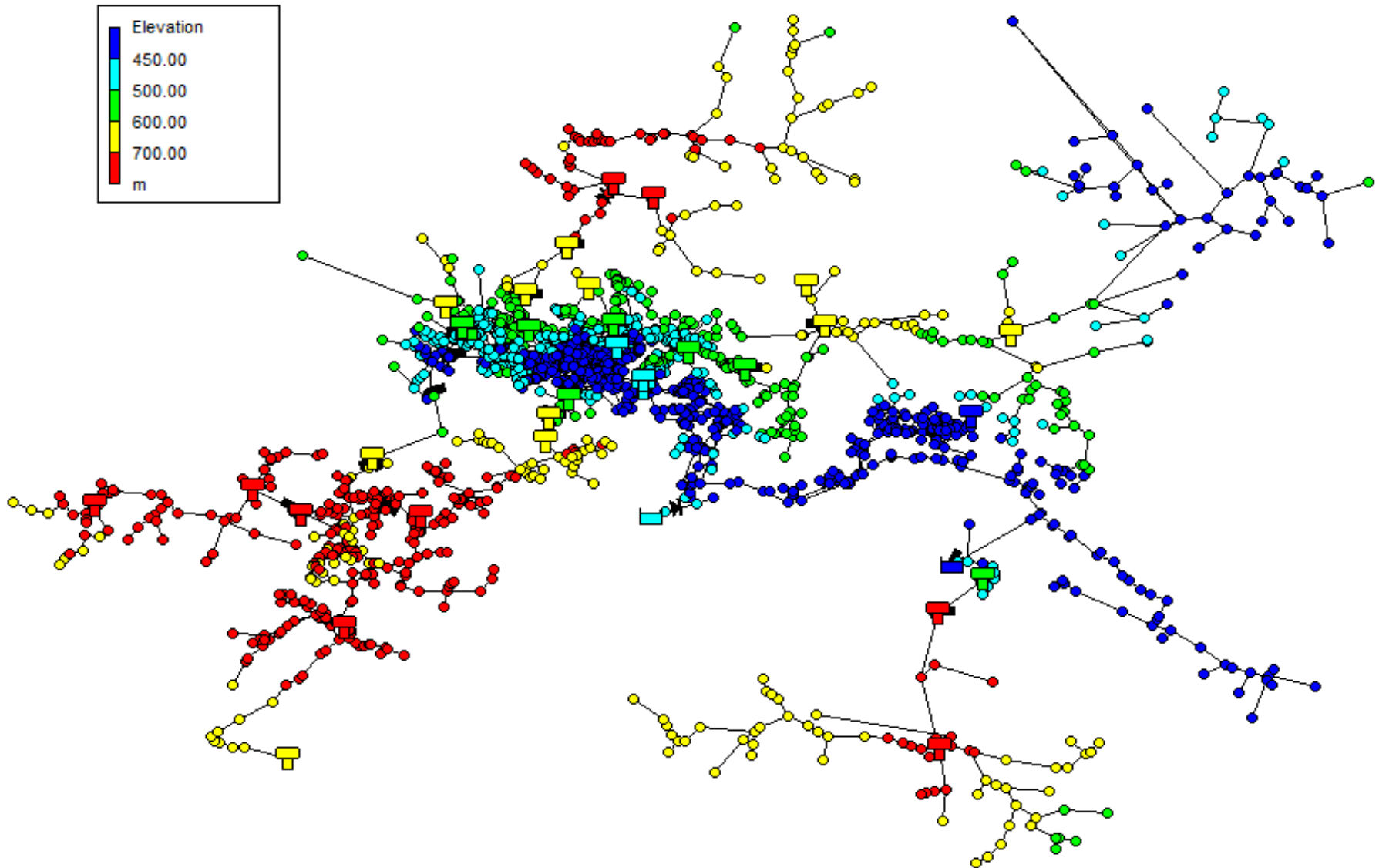
- EPANET – симулирање континуалног рада система, математичким моделом квази-устаљеног течења, а користи се за мреже под притиском.

- Преузети математички модел водоводног система ужице

обухвата:

- Дистрибутивну мрежу, изворишта, црпне станице, резервоаре, затвараче,
- Дефинисане чворне потрошње-обрачун воде из 2011. год,
- Теоријске шаблоне потрошње, кориговане тако да се добије слагње притисака добијеним мерењем на терену и прорачуном у моделу,
- Податке о емитерима

Математички модел водоводне мреже у програмском окружењу EPANET 2.0



Предлог позиција ОЗБ у ужем градском језгру

- Основна зона билансирања је дефинисана као засебна област водоводног-дистрибутивног система.
- Формира се затварањем затварача, или потпуним прекидом цевовода.
- У зависности од карактеристика мреже, може бити:
 - Област која се снабдева са једне главне цеви, или са више страна
 - Одвојена област-без протока у суседне зоне
 - Прелазна (каскадна) према суседној ОЗБ

Критеријуми пројектовања ОЗБ

- Захтевани ниво губитака
- Величина
- Варијације у висинским котама
- Типови кућа
- Квалитет воде
- Потребни притисци
- Циљани ниво губитака
- Број затварача које треба затворити
- Број мерача који се користе
- Сање инфраструктуре
- **Квалитет снабдевања потрошача-најважнији фактор**

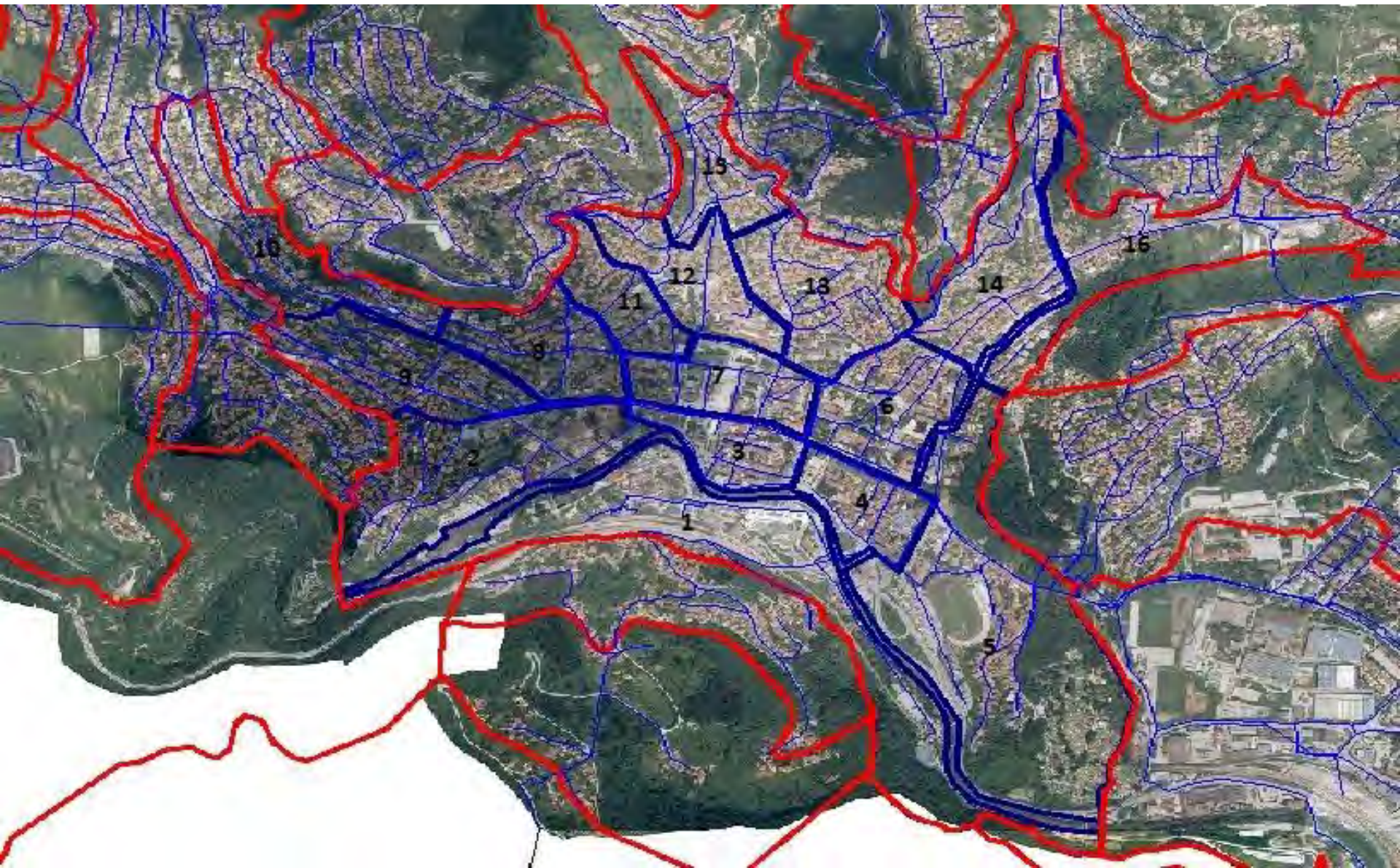
Величина ОЗБ

- Величина зависи од трошкова формирања:
 1. Мања зона – већи трошкови формирања и одржавања, али предност у погледу ранијег и лакшег одређивања губитака.
 2. Већа зона – мањи трошкови, али теже лоцирање пукотина.
- Начини формирања ОЗБ:
 1. По километру цевовода – системи који садрже блокове зграда, у којима је мала густина прикључака
 2. По броју прикључака – најчешћи начин

Предлог ОЗБ у ужем градском језгу Ужица

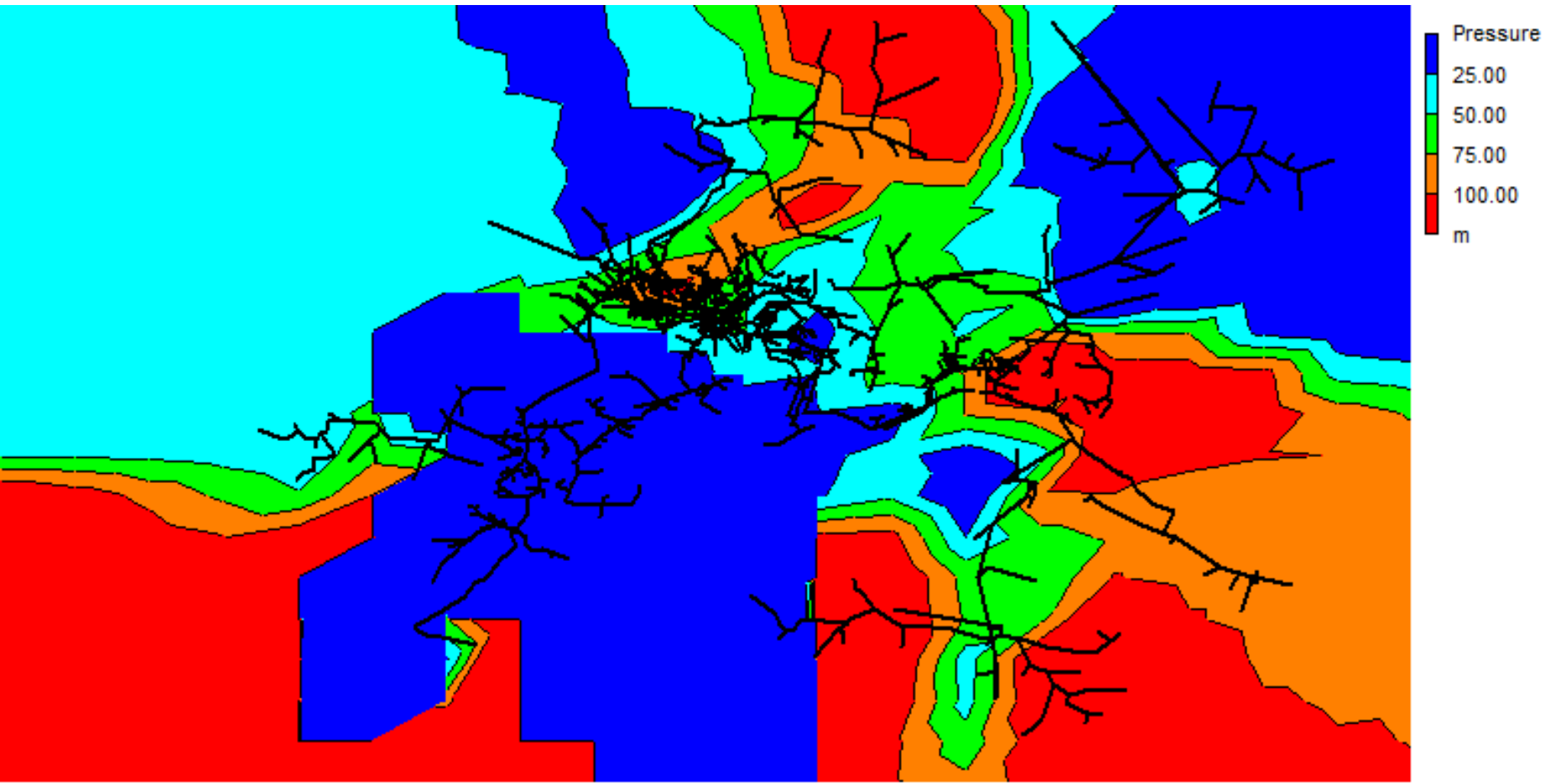
- Ниска зона обухвата уже градско језгро Ужица, и њу одликује изразито прстенаста структура водоводне мреже.
- Два критеријума за формирање ОЗБ:
 1. Број прикључака (водомера) треба да буде између 150 и 250
 2. Број улаза не треба да буде већи од 2

Предлог ОЗБ у ужем градском језгру Ужица



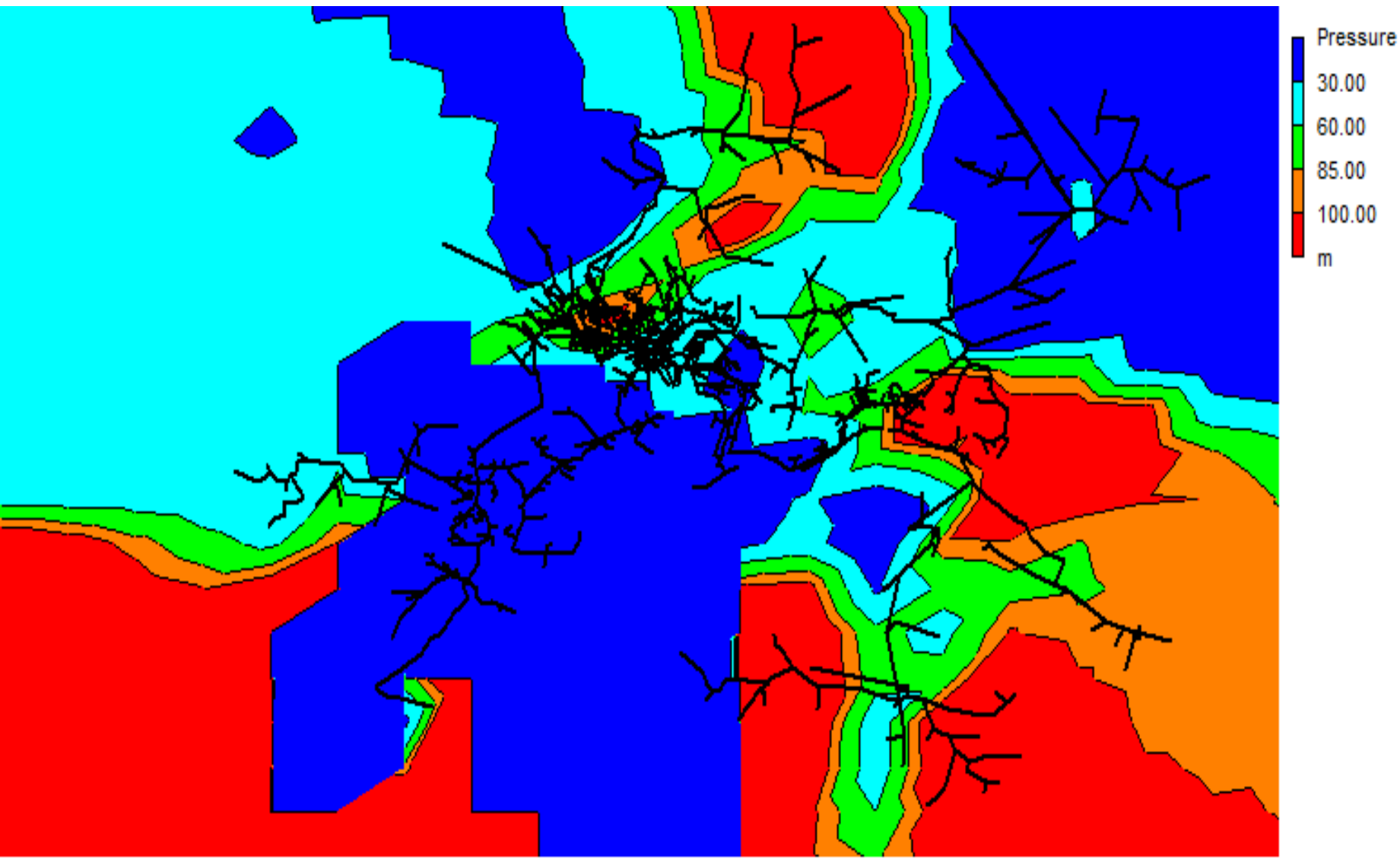
Провера предлога позиција ОЗБ

- Провера је извршена у математичком моделу у EPANET-у, затварањем појединих цеви, и анализом промене притиска. На слици се види стање притисака добијених у моделу пре успостављања ОЗБ:



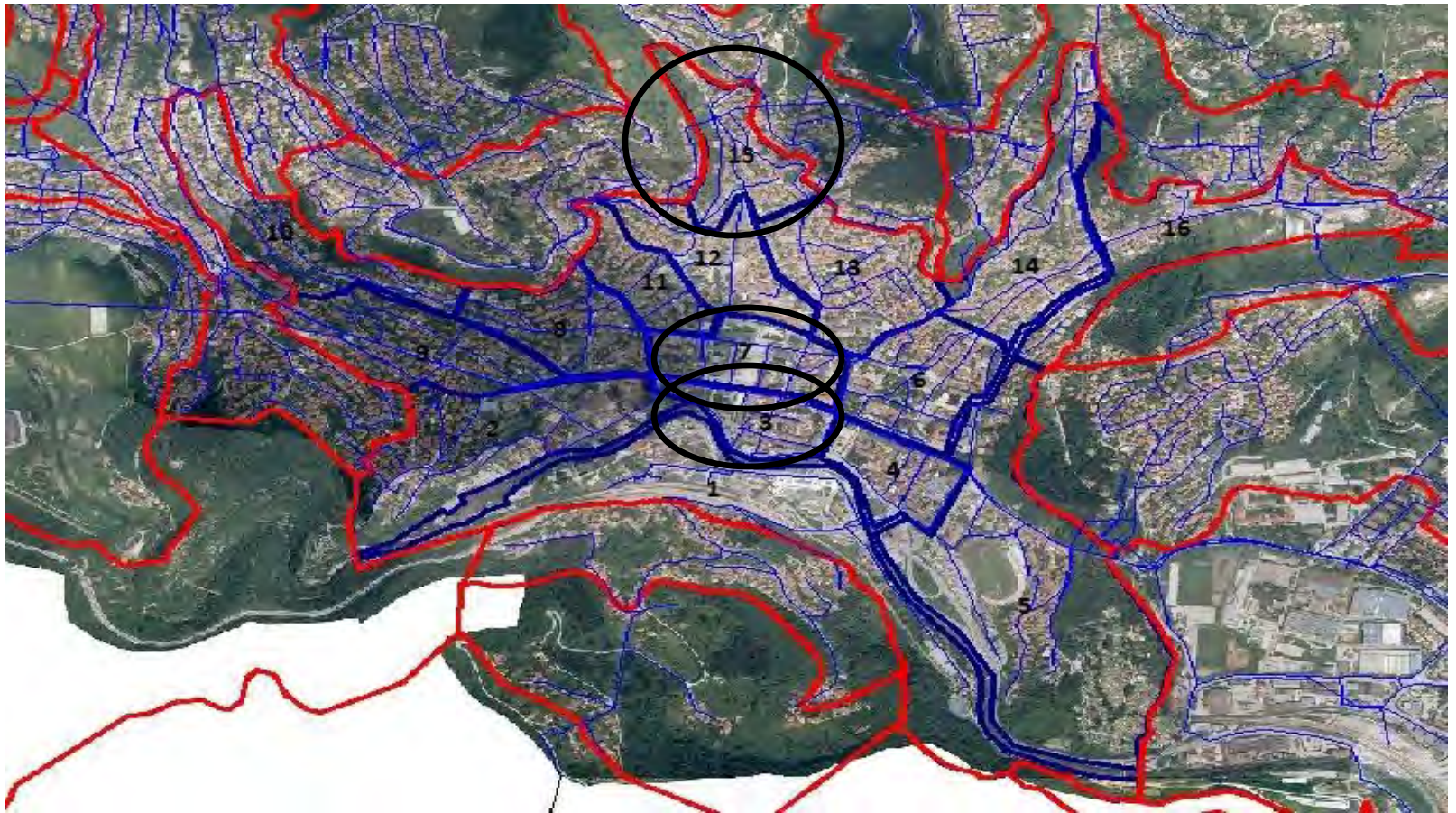
Провера предлога позиција ОЗБ

- Стање притисака након успостављања ОЗБ:



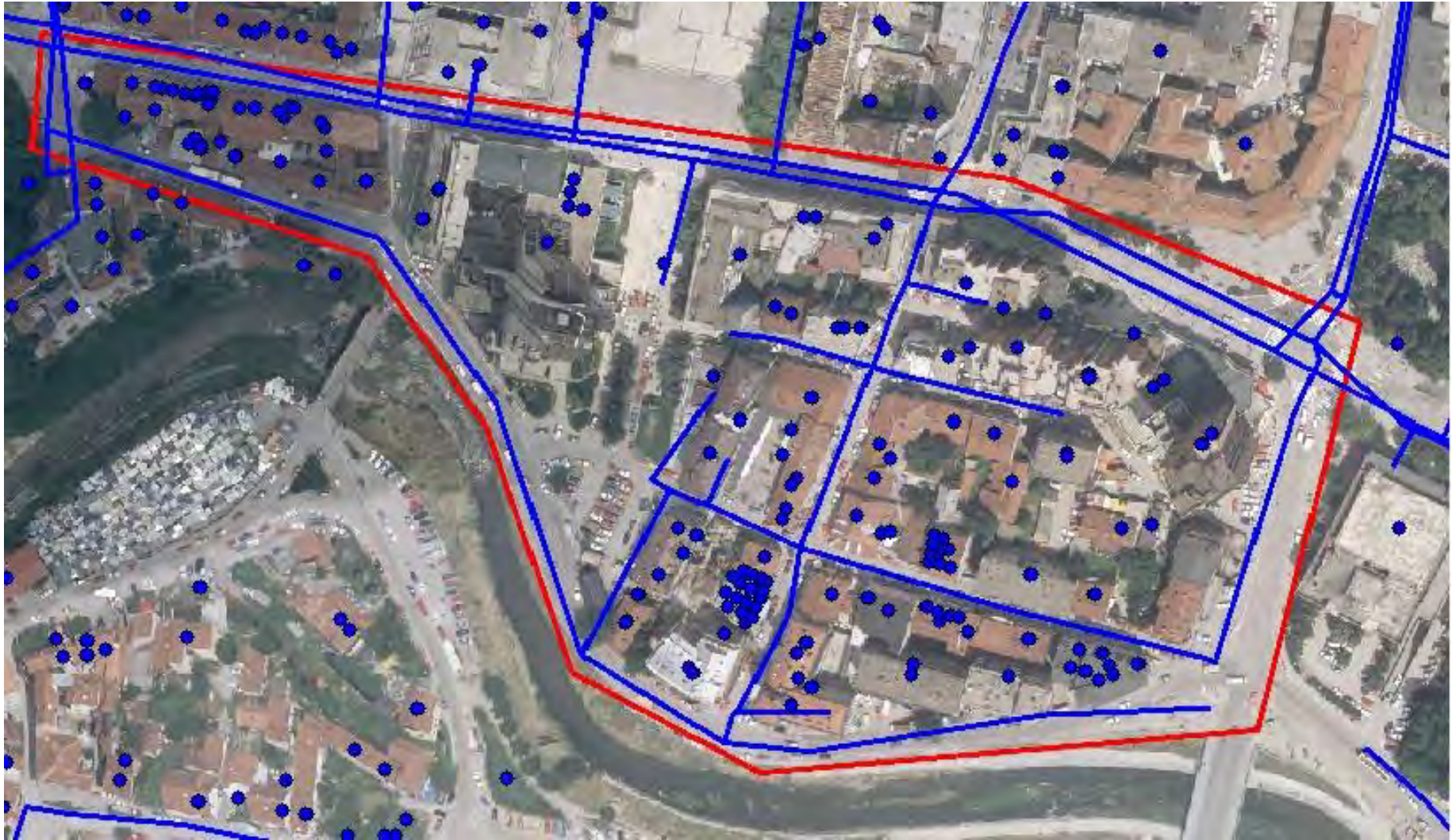
Провера предлога позиција ОЗБ

- Након формирања ОЗБ дошло је до смањења притисака за око 5m (од 2 m до 7 m).
- Због великог смањења притисака у ОЗБ 3, 7 и 15, број улаза је већи од 2.



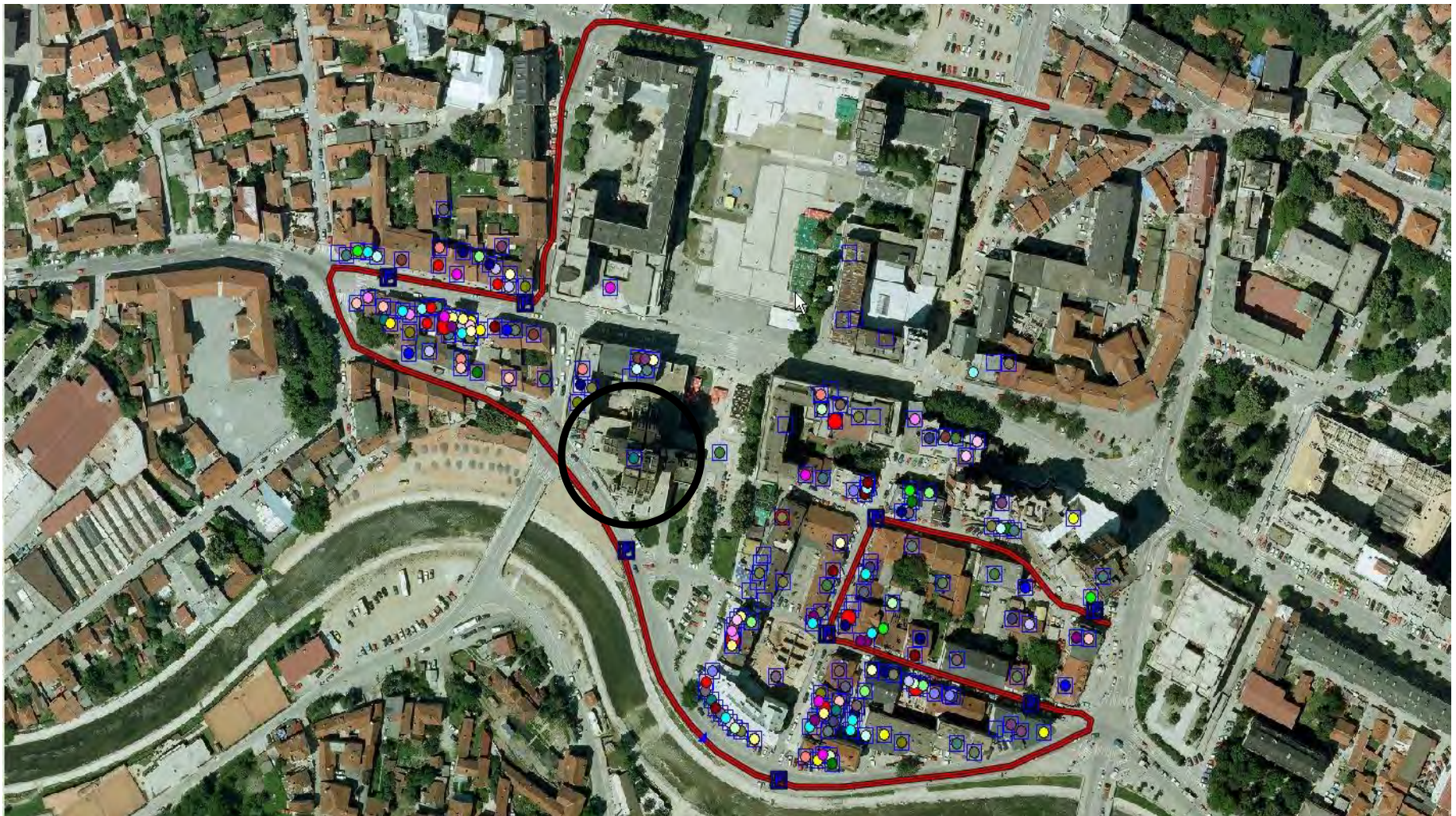
Мерење потрошње на ОЗБ Мегдан

- У оквиру ниске зоне формирана је експериментална ОЗБ Мегдан, која је опремљена водомерима на даљинско читавање.



Мерење потрошње на ОЗБ Мегдан

- Траса очитавања водомера:



Процедура очитавања

Очитавање водомера



Пребацивање података на рачунар



Провера и обрада података



Израчунавање шаблона потрошње

Очитавање водомера

- Очитавање је вршено уз помоћ специјалне опреме:
bluetooth пријемника iPaq уређаја





Обрада података

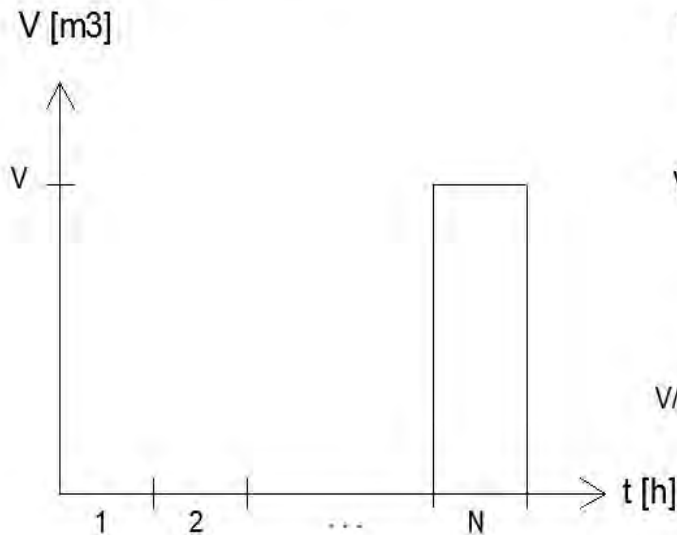
- Након прикупљања података прелази се на њихову обраду.
- Прва фаза обраде представља израчунавање потрошње за сваки сат, по обрасцу:

$$\Delta V(t_i) = \Delta V(t_i) - \Delta V(t_{i-1})$$

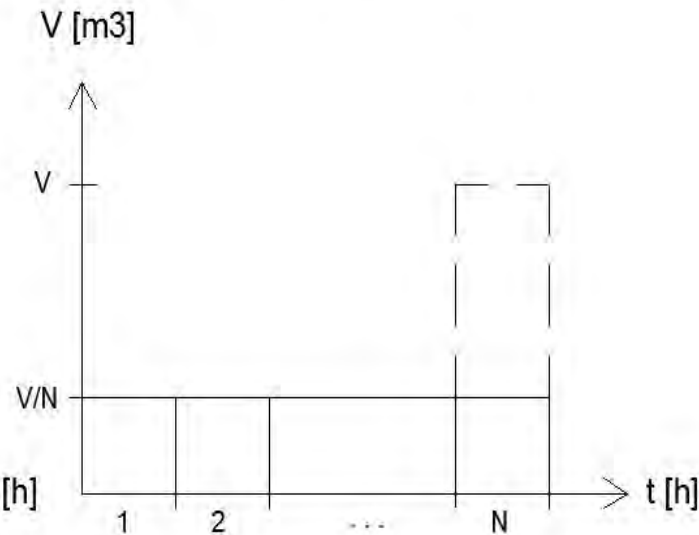
Обрада података

- Нису сви водомери исто програмирани:
 - Мањи водомери: 1 импулс = 1 литар
 - Већи водомери (50, 60 mm): 1 импулс = 1 m³
- Треба кориговати потрошњу где год је то потребно:

Потрошња добијена читавањем



Расподељена потрошња



Обрада података

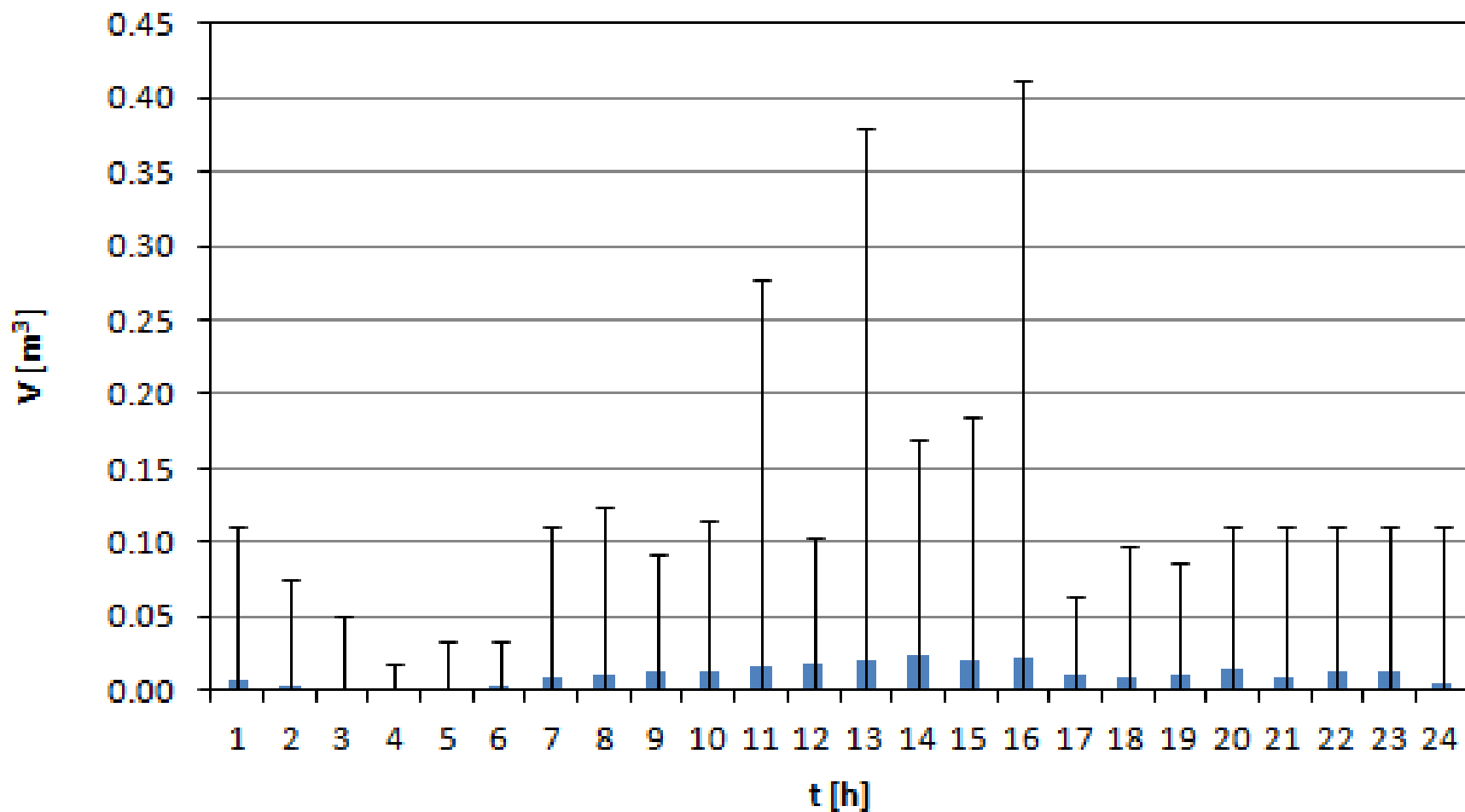
- Трећа фаза обраде података представља разврставање корисника по категоријама.
- Три категорије потрошача:
 1. Стамбене куће
 2. Стамбене зграде
 3. Пословни простор (фирме)
- Искључене су грубе грешке у подацима о потошњи воде на сваком мерном месту:

$$\textit{if } [P > \bar{P} + 3 * Sd] \textit{ or } [P < \bar{P} - 3 * Sd]$$

P се искључује!

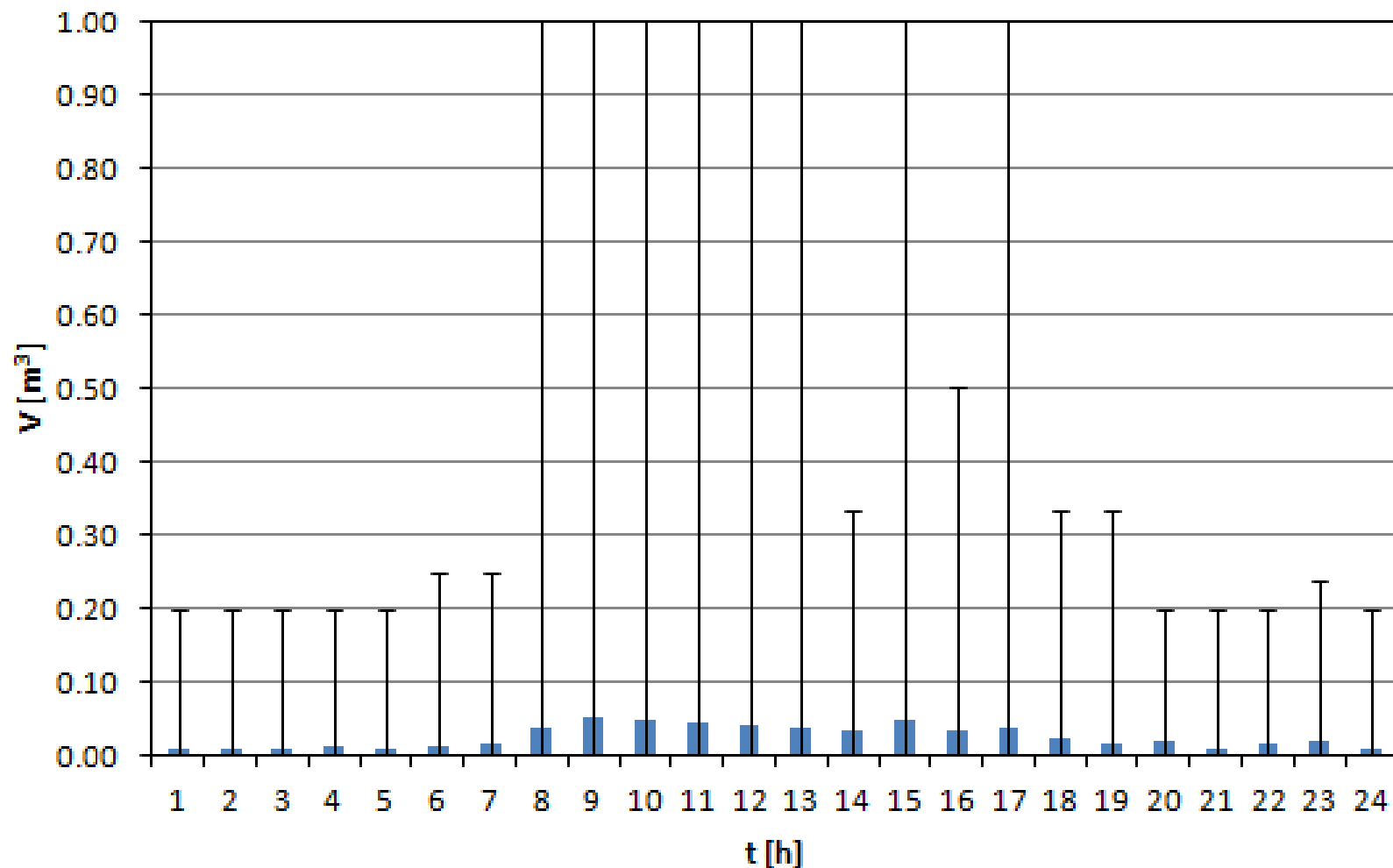
Обрада података

Дијаграм средње часовне потрошње за куће



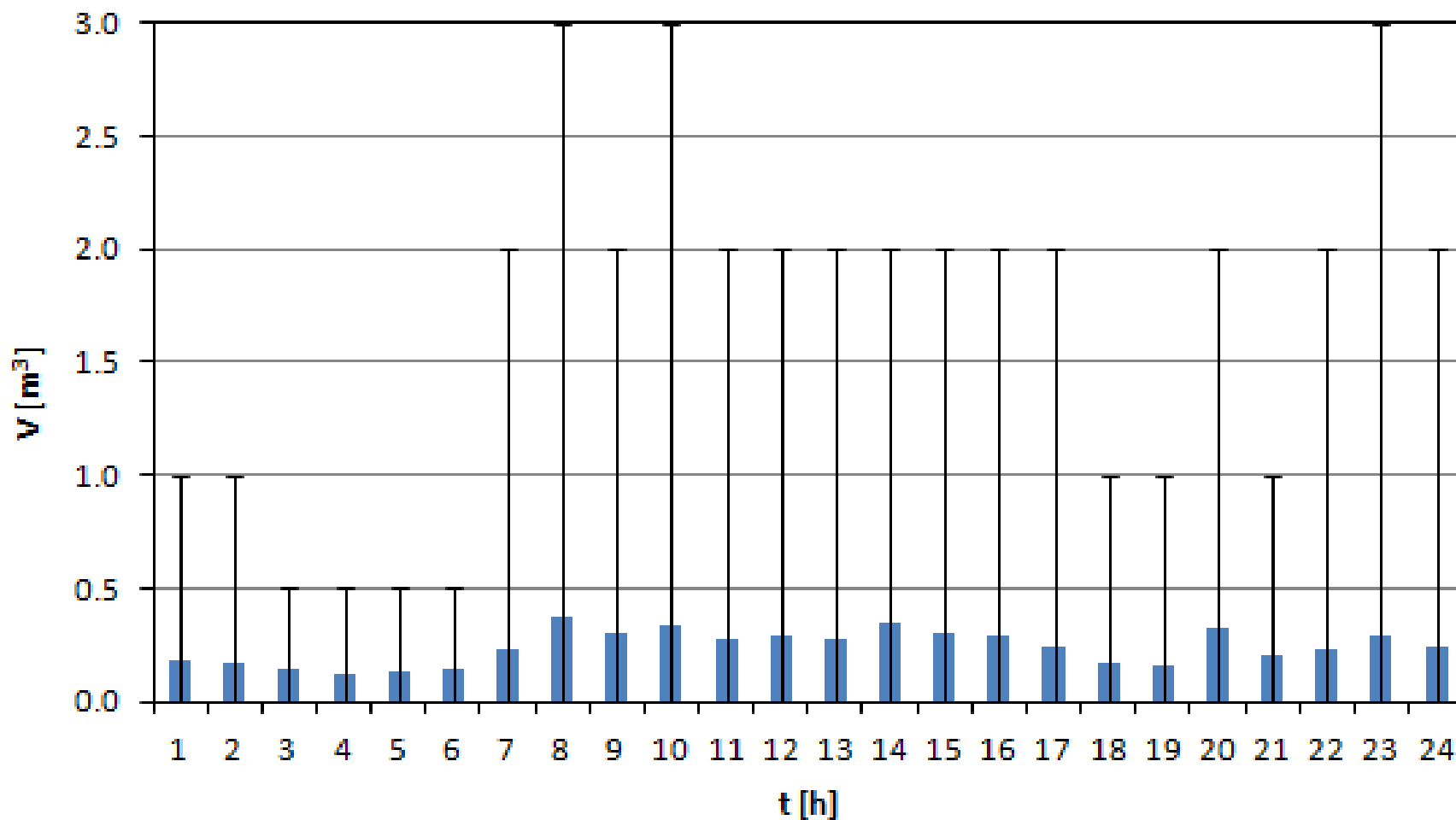
Обрада података

Дијаграм средње часовне потрошње за пословни простор



Обрада података

Дијаграм средње часовне потрошње за зграде



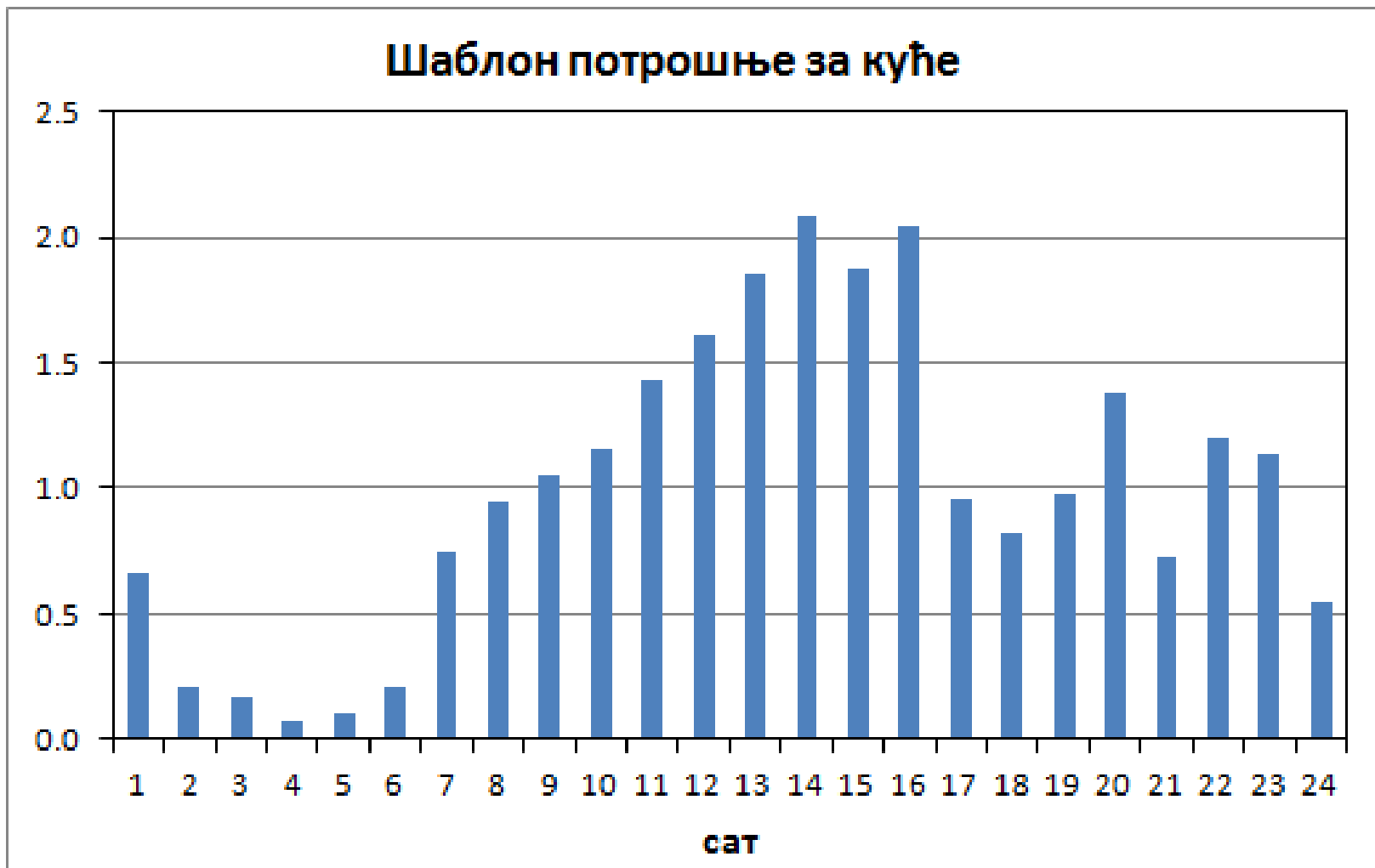
Формирање шаблона потрошње

- Шаблони потрошње представљају часовну промену потрошње у току једног дана.
- За сваку категорију потрошача су одређени шаблони потрошње, по обрасцу:

$$pattern(i) = \frac{24 * P_{sr}(i)}{\sum_1^{24} P(i)}$$

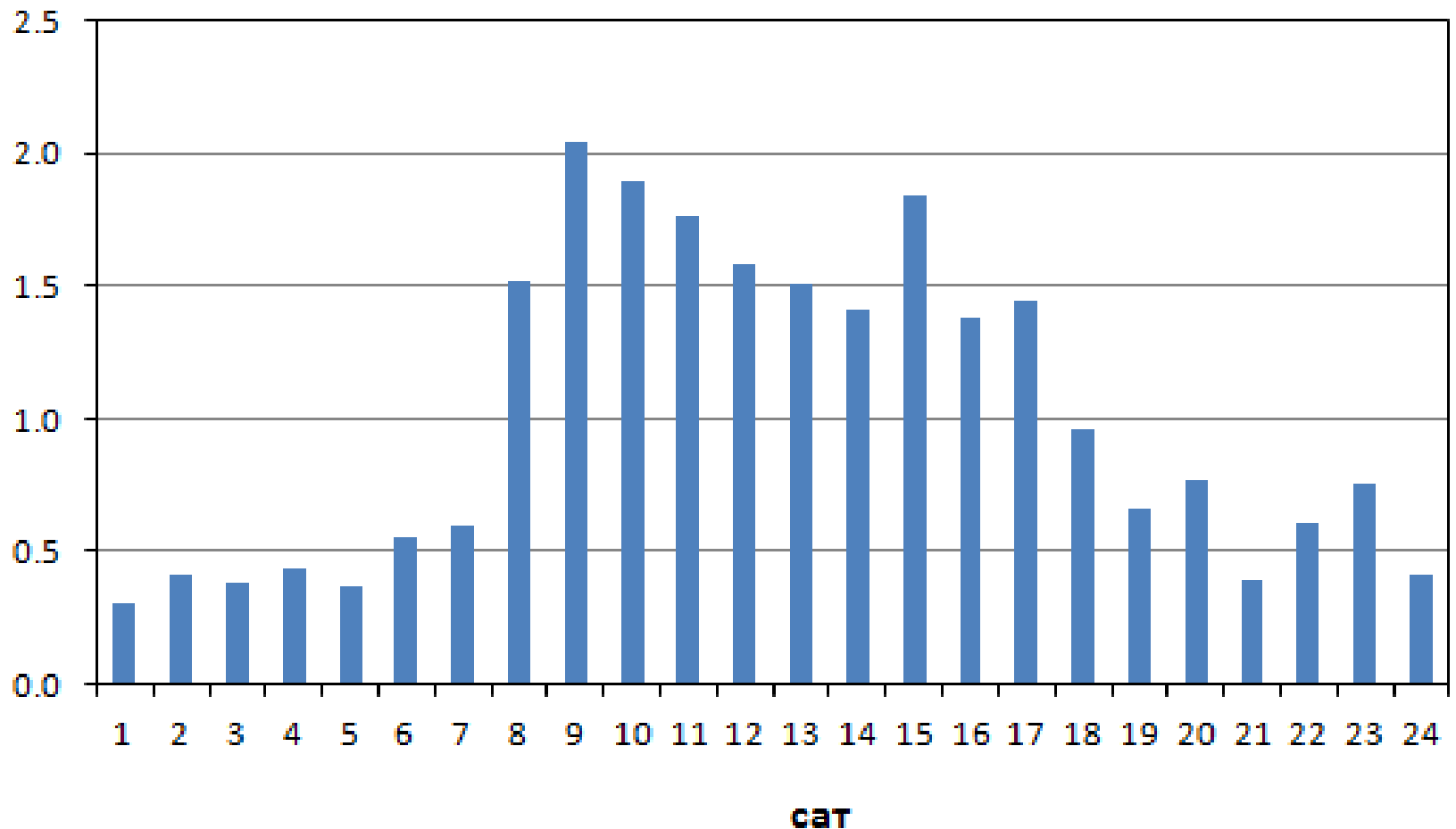
P_{sr} -средња вредност потрошње за сваки сат
 $\sum P_{sr}$ -укупна средња потрошња у току 24 часа
 i -временски пресек

Формирање шаблона потрошње



Формирање шаблона потрошње

Шаблон потрошње за пословни простор

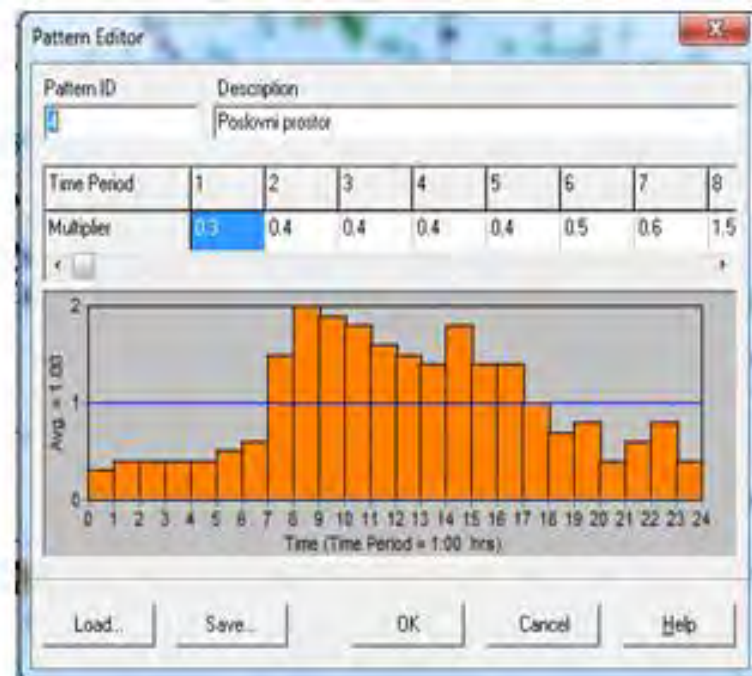


Формирање шаблона потрошње



Формирање шаблона потрошње

- Како и зграде и куће спадају у стамбене објекте, обједињене су у једну категорију-стамбени простор.
- Добијени су шаблони потрошње за стамбени и пословни простор, који су унети у математички модел у EPANET-у.

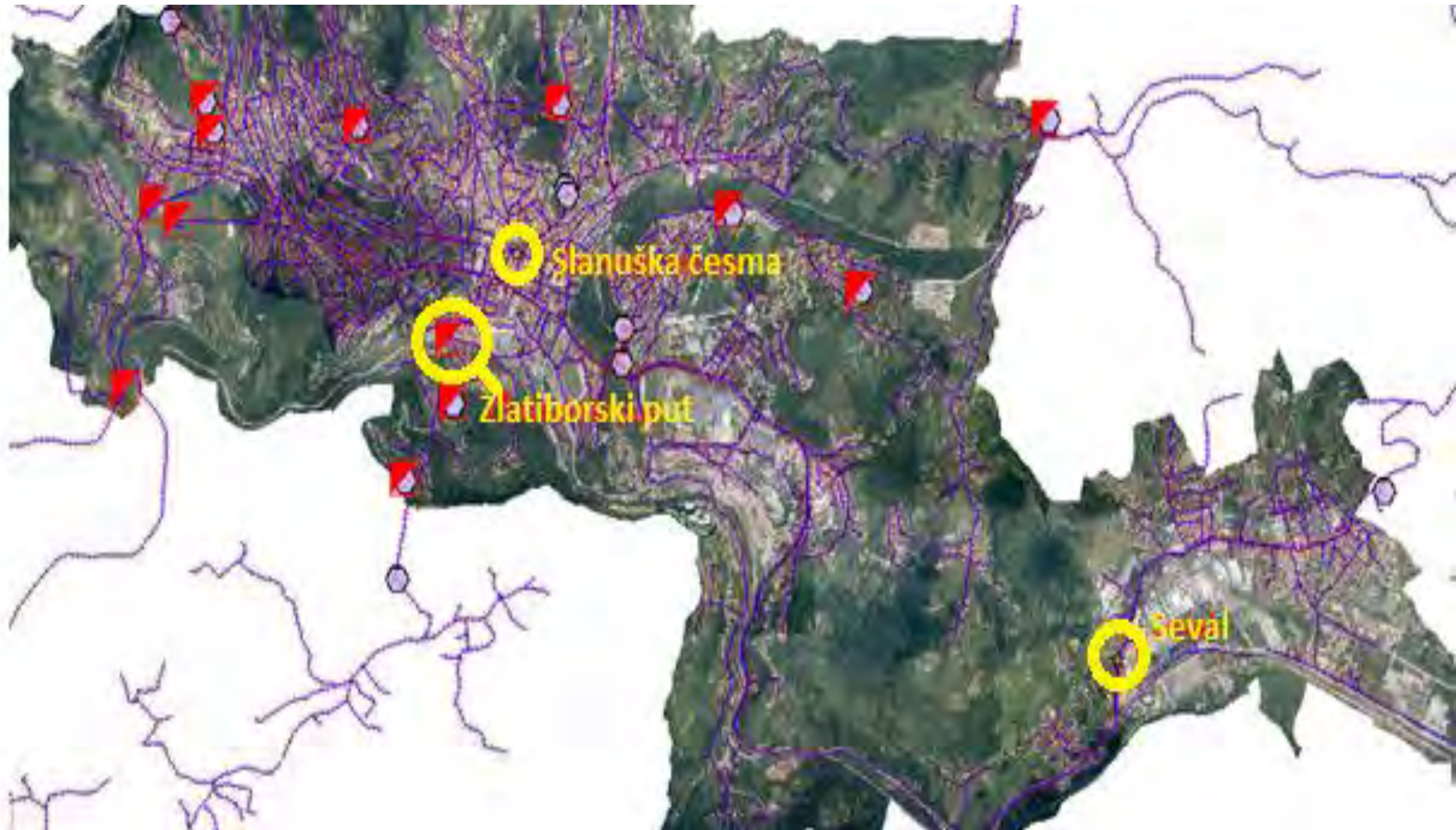


Рекалибрација модела

- Израчунавањем шаблона потрошње статистичком обрадом података, добијен је улазни податак математичког модела.
- Претпоставка се да има мању грешку и неизвесност од шаблона из литературе.
- Након уношења у модел извршено је упоређивање притисака.

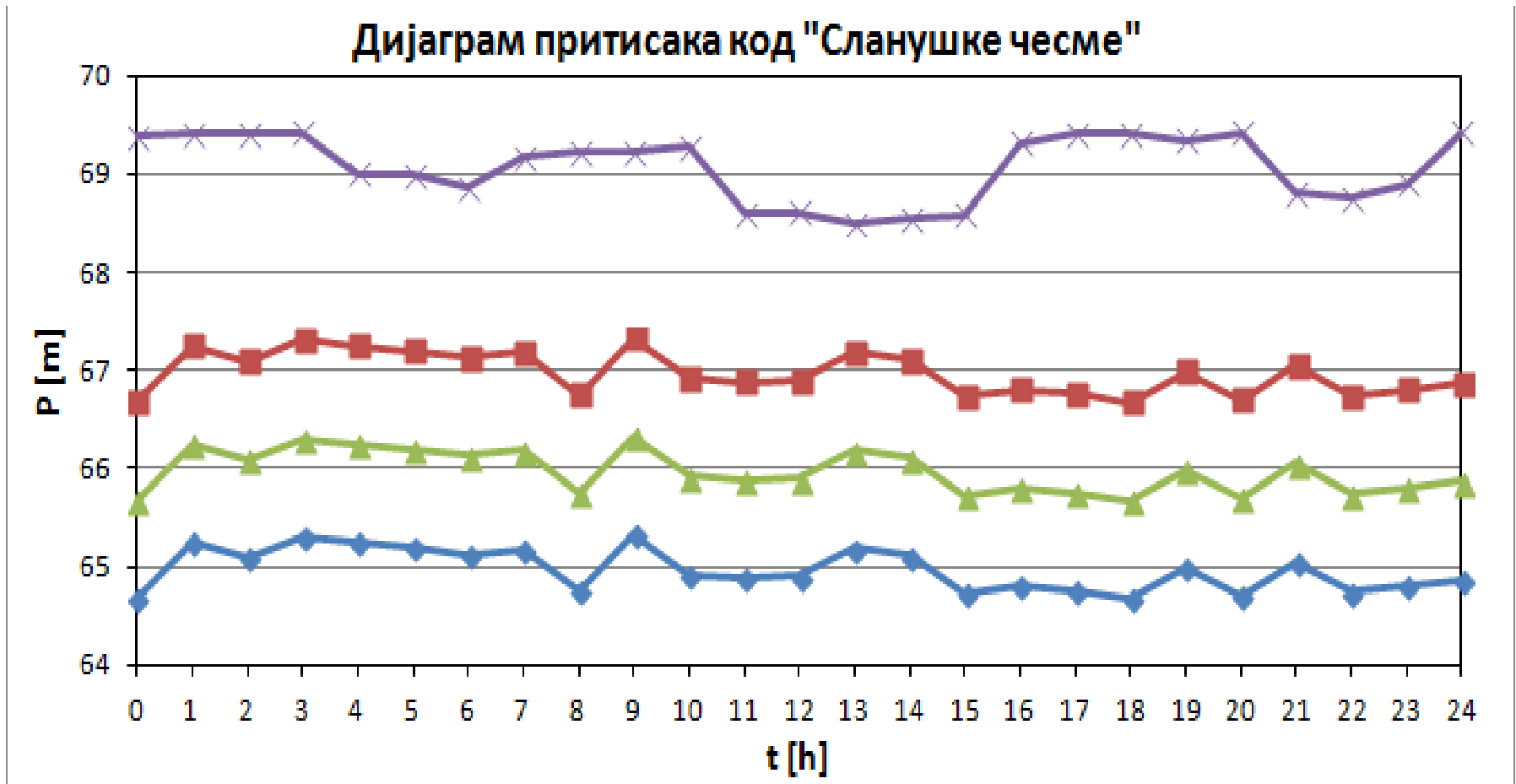
Рекалибрација модела

- Позиције локација на којима је извршено мерење притисака:



Рекалибрација модела

- Дијаграм притисака код “Сланушке чесме” (junction 10359) након уношења шаблона потрошњем :



Рекалибрација модела

- Како је у математичком моделу коришћени теоријски шаблони, мора се урадити његова рекалибрација.
- Пруzeti модел садржи емитере, који служе за симулирање губитака.
- Губици воде се у емитерима рачунају по формули: $q = C \cdot p^{\gamma}$
- При чему су:
 - 1) q -проток губитака воде
 - 2) C -коефицијент
 - 3) p -притисак у том чвору
 - 4) γ -коефицијент
- Коефицијент C је рачунат као:
 - 1) O -оцена губитака воде у зони потрошње
 - 2) L -дужина цевовода у одређеној зони потрошње
 - 3) A -параметар који се мења

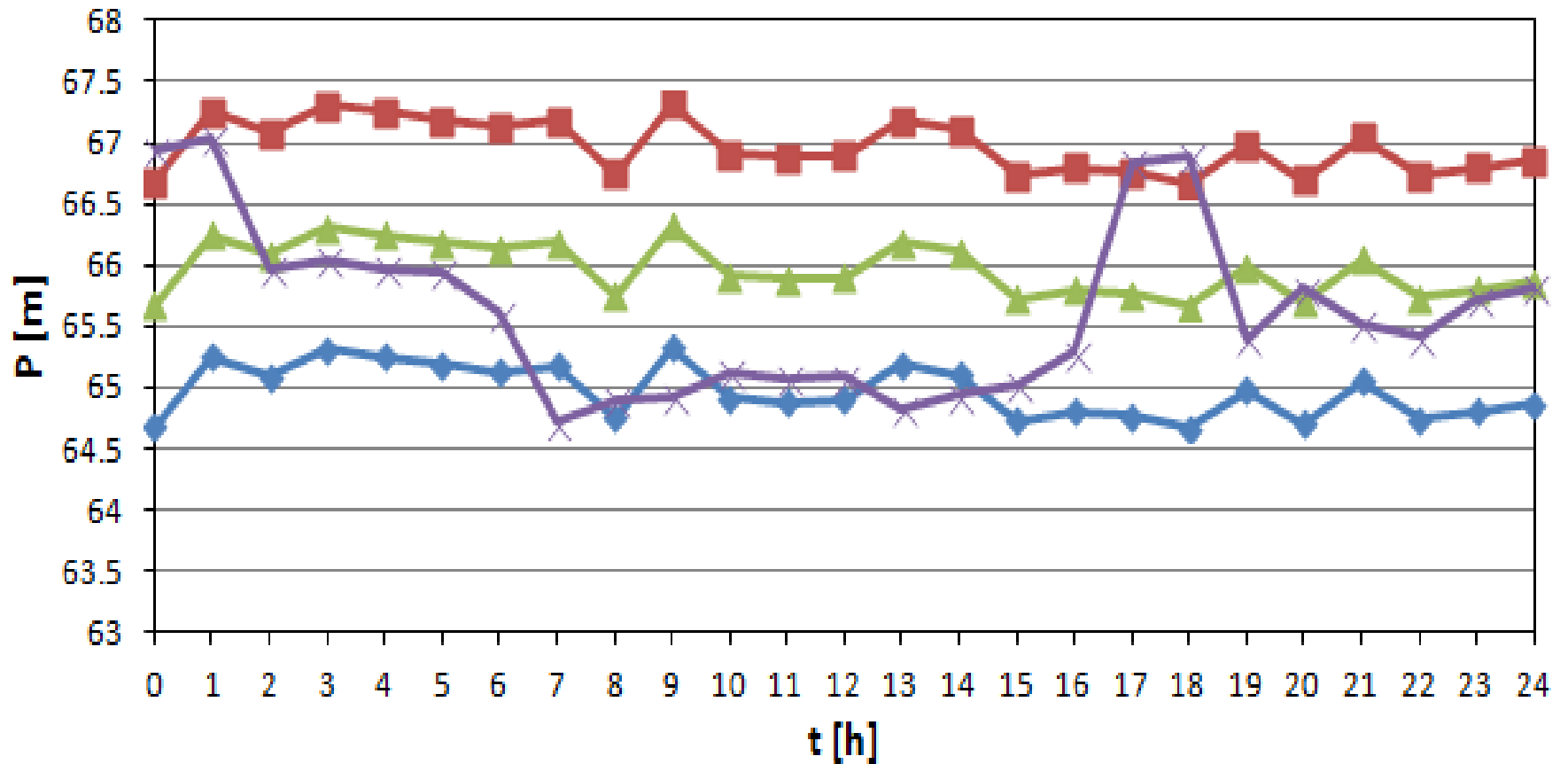
$$C = O \cdot L \cdot A$$

Рекалибрација модела

- Губици воде нису исти у свакој зони потрошње, већ зависе од притисака у мрежи и од старости цевовода.
- Дата је оцена губитака у свакој зони потрошње.
- Процењена теоријска вредност коефицијента $\gamma=0,5$.
- Како вредност губитака зависи од притисака, а услед притисака долази до повећања пукотина, вредност коефицијента γ је већа од 0,5.
- Симулацијом модела са унетим подацима у EPANET-у, а за вредност коефицијента $\gamma=1,1$ добијено је слагање дијаграма код “Сланушке чесме”.

Рекалибрација модела

Дијаграм притисака код "Сланушке чесме"



Закључак

- Одређене су позиције ОЗБ за ниску зону, и констатовано је снижење притисака од 2 m до 7 m.
- У високој зони није вршено формирање ОЗБ, јер је мрежа сама по себи граната.
- На експерименталној ОЗБ Мегдан, извршено је читавање водомера, на основу којих су формиран шаблони потрошње. Ти шаблони су унети у математички модел и извршена је његова рекалибрација.
- Математички модел је успешно рекалибрисан, тј добијено је слагање притисака добијених у моделу са притисцима измереним на терену.
- Приказана методологија треба да постане редовна пракса јер се на тај начин добијају подацинеопходни за моделирање водоводне мреже.
- Применом ове методологије престаће потреба за коришћењем шаблона из литературе.

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!