VZPOSTAVITEV SISTEMA ZA UČINKOVITO SPREMLJANJE IN LOCIRANJE VODNIH IZGUB NA VODOVODNEM SISTEMU MRZLEK

TEŽAVE IN REŠITVE

Vsebina

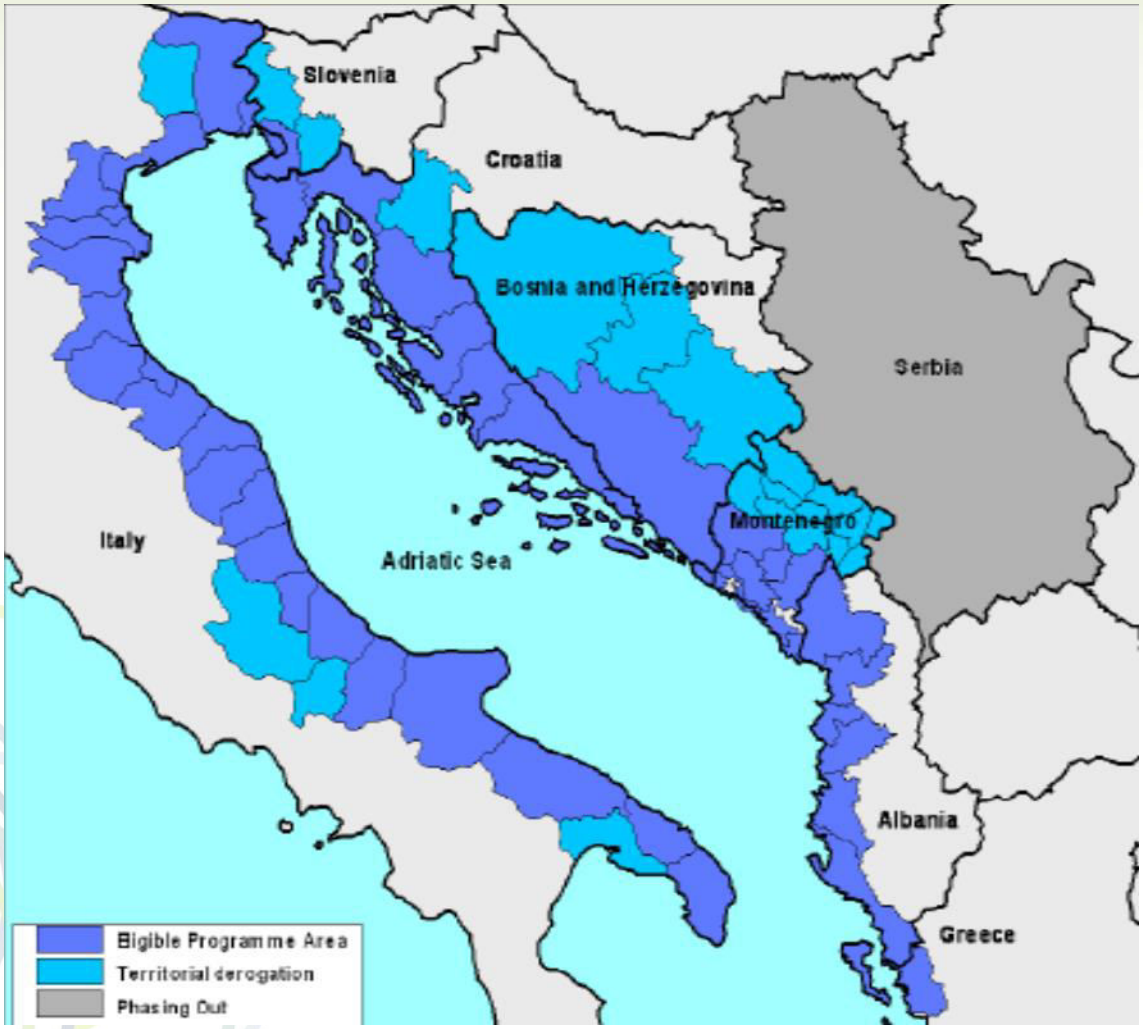
- Uvod
- Opis hidravličnega modela
- Težave in Rešitve vzpostavitve hidravličnega modela
- Zaključek
- Diskusija

Uvod

- Podjetje Vodovodi in kanalizacija Nova Gorica, d. d., je bilo soudeleženo v mednarodnem projektu *DRINKADRIA.*

- Vse aktivnosti v projektu so bile usmerjene v identifikacijo vodnih izgub na obstoječem vodovodnem omrežju in razvoj orodij za njihovo enostavnejše odkrivanje.

Uvod


Slovenia
Croatia
Bosnia and Herzegovina
Serbia
Montenegro
Italy
Adriatic Sea
Albania
Greece
Eligible Programme Area
Territorial derogation
Phasing Out

Uvod

- Eden izmed operativnih ciljev projekta je bila *vzpostavitev ustrezne infrastrukture*, ki bo omogočila *identifikacijo in ovrednotenje vodnih izgub* ter, glede na razpoložljive finančne možosti, *določitev optimalnega deleža* le-teh.

- V projektu smo sodelovali v fazi izdelave *projektne dokumentacije*, *študije izvedljivosti* in *hidravličnega modela vodovodnega omrežja Mrzlek*.

Opis hidravličnega modela

- Pomembno orodje pri analizi vodnih izgub predstavlja *primerno umerjen* hidravlični model vodovodnega omrežja.
- Vodovodni sistem Mrzlek je funkcionalno povezan še s *7 vodovodnimi sistemi* (Italija, Bate, Hubelj, Kromberk, Osek-Vitovlje, Slatna-Grgar in Vrba).
- Vodovodni sistem Italije (izvoz vode) → sestavni del vodovodnega sistema Mrzlek (magistralni in primarni cevovod DN 700 in 500 mm).

Opis hidravličnega modela

- Hidravlični model je bil izdelan *z odprtokodnimi orodji*, ki so prosto dostopna na spletu
  - GIS podatkovna baza temelji na strežniku PostgreSQL s prostorskim dodatkom PostGIS.
  - Model in vse analize so bile izvedene s programskim orodjem EPANET.
  - Vizualizacija hidravličnega modela in rezultatov le-tega ter upravljanje topoloških podatkov je bilo izvedeno v okolju QGIS.

Opis hidravličnega modela

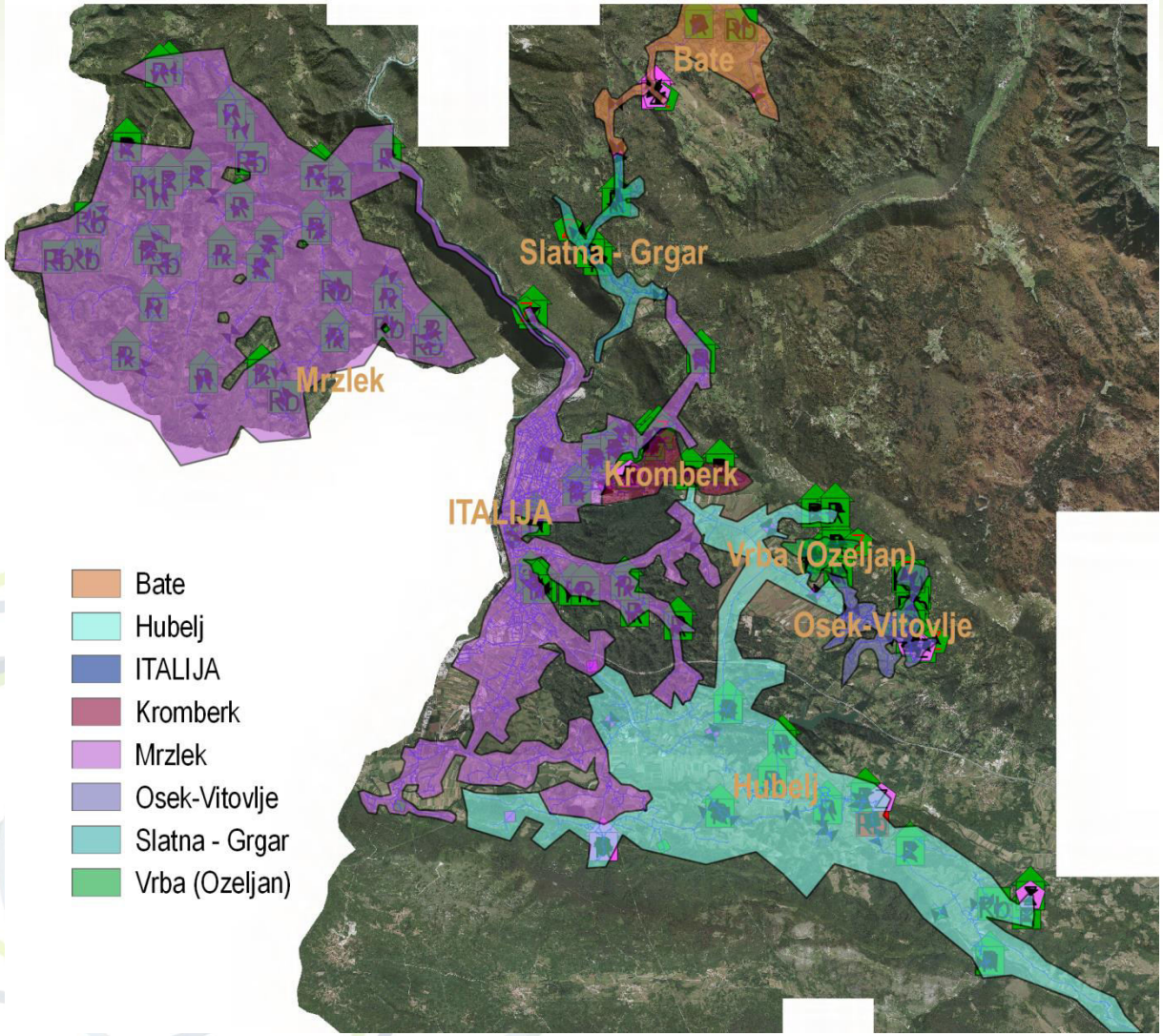
Postopek izdelave hidravličnega modela

1. Priprava in dopolnitev GIS podatkovne baze upravljavca omrežja.
2. Izdelava preliminarnega hidravličnega modela.
3. Nadaljnja groba kalibracija preliminarnega hidravličnega modela.
4. Fina kalibracija hidravličnega modela.
5. Interpretacija rezultatov in identifikacija vodnih izgub na sektor (zanko) vodovodnega omrežja natančno.
6. Zaključki hidravličnih izračunov s predlogi ukrepov v smislu zmanjšanja vodnih izgub.

Opis hidravličnega modela

- *Širše* območje izdelave hidravličnega modela obsega:
  - pribl. 504 km omrežja in pribl. 84 km priključkov (8387 priklj. priključkov – pribl. 17 priključkov/km)
  - 56 črpališč, 18 razbremenilnih objektov, 73 vodohranov, 10 vodnih virov in
  - 128 zapornih elementov (53 reduktorjev tlaka, 2 zadrževalnika tlaka in 73 plovnih ventilov).

Opis hidravličnega modela

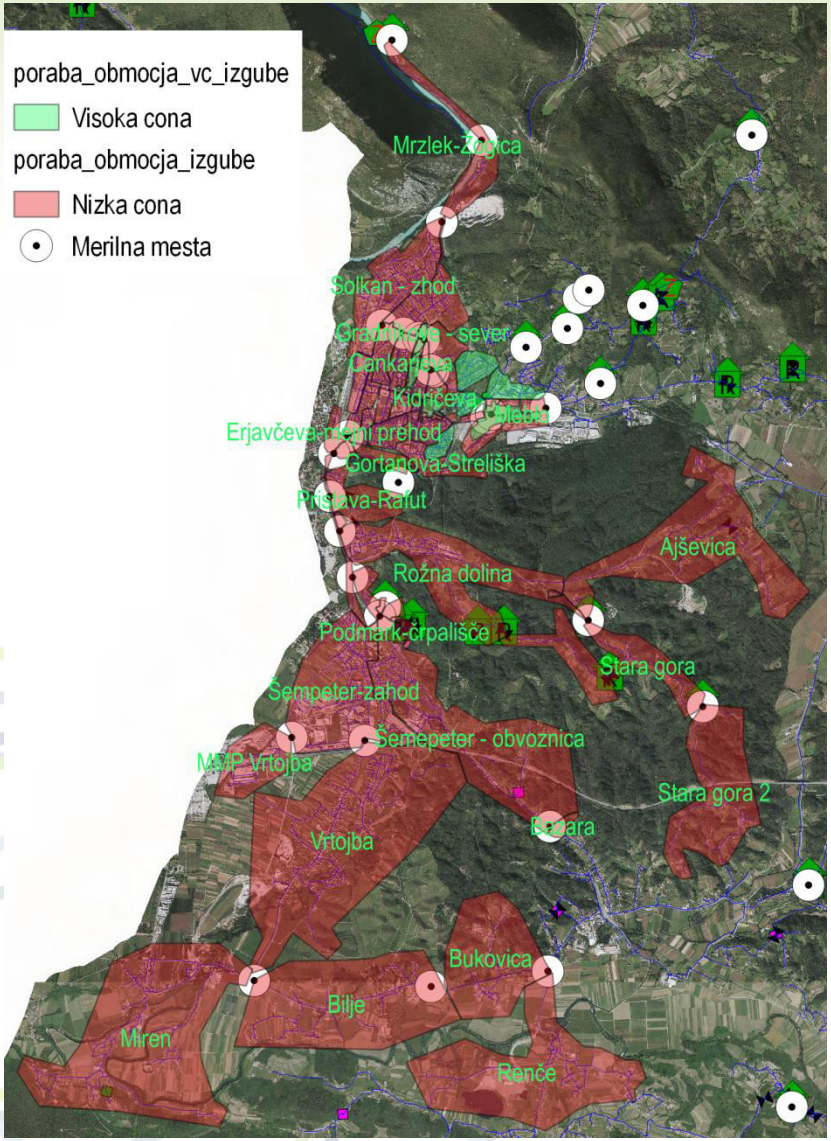


»Širše« območje izdelave hidravličnega modela

Opis hidravličnega modela

- *Ožje* območje (najgostejša poselitev) izdelave hidravličnega modela obsega:
  - pribl. 200 km omrežja (64% celotnega omrežja) in pribl. 39 km priključkov (4616 priklj. Priključkov (85% vseh priključkov) – pribl. 23 priključkov/km)
- Na *ožjem* območju → Izvedenih 22 novih merilnih mest (tlak in pretok) → *lokacije določene na podlagi „grobo“ umerjenega hidravličnega modela.*

Opis hidravličnega modela



»Ožje« območje hidravličnega modela

- 33 merilnih mest (11 obtoječih + 22 novih),
- 1 vodni vir,
- 2 tlačni coni,
- 15 vodohranov,
- 13 črpališč,
- 31 zapornih elementov (reduktorji tlaka, plovni ventili,…) in
- *904* pravil nadzora in upravljanja sistema (od tega *872* pravil za nadzor *8* plovnih ventilov).

Težave in Rešitve

- Ključne težave v postopku izdelave hidravličnega modela so predstavljali *trije (3-4)* elementi:
  1. prenos topoloških podatkov omrežja v hidravlični model,
  2. verodostojnost razpoložljivih podatkov o karakteristikah (dotrajanih) črpalk (Q-H krivulje) in
  3. pomanjkljivi (neobstoječi) podatki o hidravličnih karakteristikah plovnih ventilov v vodohranih in razbremenilnikih objektih.

  ---

  4. *kakovost zajetih podatkov!*

1. Prenos topoloških podatkov

- *Težava:* prenos topoloških podatkov omrežja v ustrezno obliko zapisa (EPANET).

- Upravljavčeva podatkovna baza (»IZVORNA« baza) je zaradi specifičnih potreb upravljanja in poročanja neprimerna za neposredno generiranje EPANET-ove vhodne datoteke. Baza in njeni elementi nimajo ustrezne strukture, zato so bile potrebne ustrezne prilagoditve.

1. Prenos topoloških podatkov

- *Rešitev:* prilagoditve so bile izvedene preko »VMESNE« podatkovne baze, ki ima primerno strukturo za izvoz v vhodno datoteko EPANET.
- Prenos iz »VMESNE« baze v EPANET (in obratno) je omogočen samodejno preko v ta namen razvite aplikacije (vmesnika).

1. Prenos topoloških podatkov

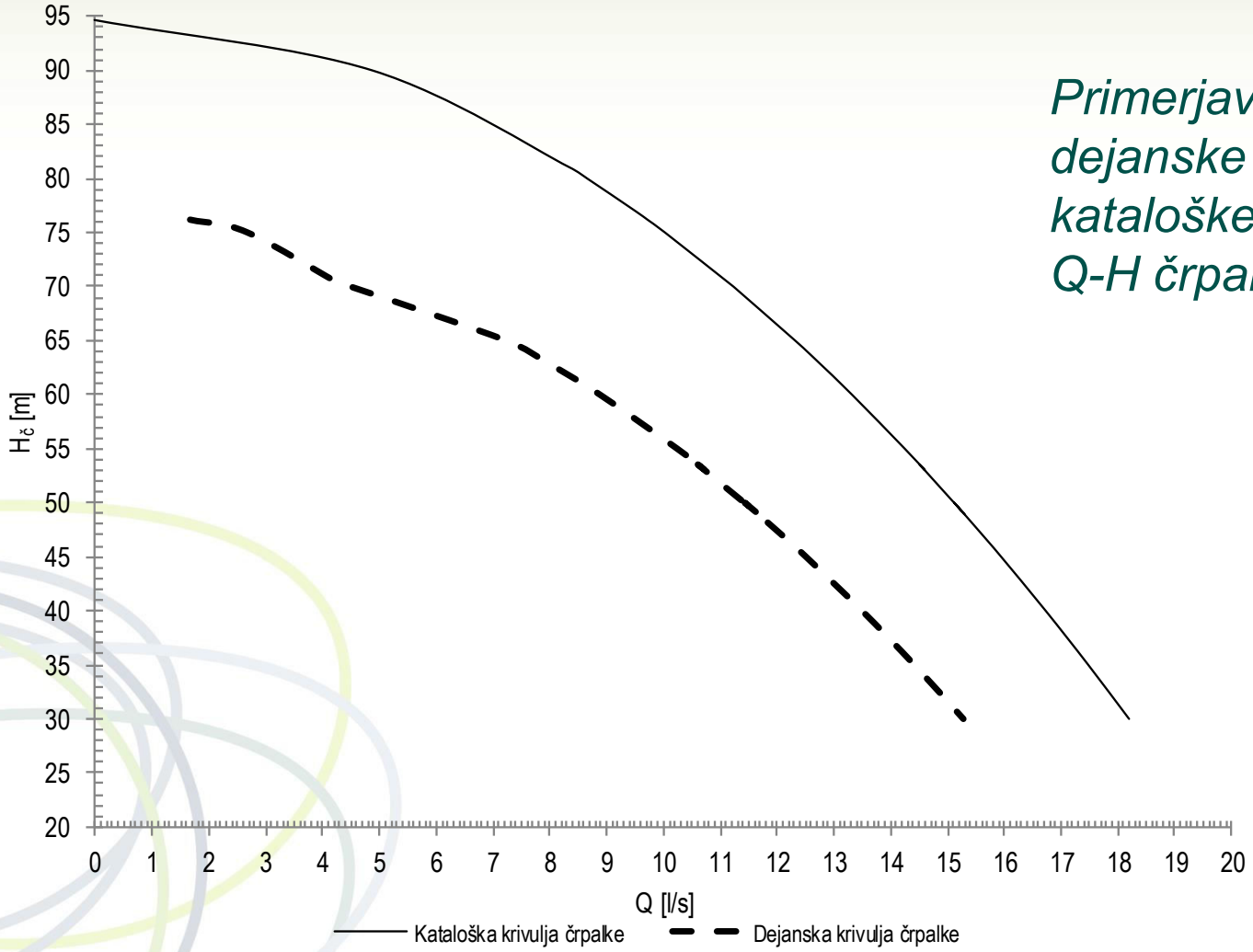
Priprava podatkov za prenos v »VMESNO« bazo

- izbor elementov (vodni viri, cevi,…) »IZVORNE« podatkovne baze, ki bodo uporabljeni v hidravličnem modelu (na podlagi atributnih podatkov),
- ročne dopolnitve nujno potrebnih manjkajočih atributov elementov (npr. premer cevovoda, status zapornega elementa – odprt/zaprt ...) – dolgotrajen postopek,
- sprememba točkovnih elementov »IZVORNE« baze v linijske (črpališča in zaporni elemente),
- deljenje daljših kompleksnih cevovodov (z vmesnimi lomi) na enostavne cevovode (brez vmesnih lomov),
- filtriranje podvojenih vozlišč v »IZVORNI« podatkovni bazi,
- dopolnitev nujno potrebnih manjkajočih atributov vozlišč (npr. nadmorska višina ...) iz posnetkov DMV ali LIDAR,
- določitev začetnega in končnega vozlišča linijskih elementov,
- povezava porabe odjemnih mest z najbližjim vozliščem na vodovodnem omrežju,
- »ročna« povezava porabe odjemnih mest z najbližjim vozliščem na vodovodnem omrežju (npr. različne tlačne cone),
- vnos pravil obratovanja in ostalih atributnih parametrov hidravličnega modela (Q-H krivulje črpalk, vzorci porabe …),
- izvoz vhodne datoteke EPANET-a,
- poganjanje modela in »ročno« odpravljanje topoloških napak vodovodnega sistema (npr. nepovezana volišča in cevi …),
- prenos popravkov EPANET-a vhodne datoteke in rezultatov hidravličnega modela v »VMESNO« podatkovno bazo,
- prenos popravkov iz »VMESNE« v »IZVORNO« podatkovno bazo (*če mogoče in potrebno!?*).

2. Podatki o karakteristikah črpalk

- *Teževa: starost in dotrajanosti* črpalk ter hidroforjev → *nazivni kataloški podatki* o karakteristikah črpalk (krivulje Q-H) so *neverodostojni,* kar *vpliva na* dejanske tlačne razmere v omrežju in posledično na morebitno *napačno umerjanje obratovalne hrapavosti omrežja*.
- *Rešitev:* meritve karakteristikah črpalk in hidroforjev

2. Podatki o karakteristikah črpalk



Primerjava dejanske in kataloške krivulje Q-H črpalke

3. Podatki o karakt. plovnih ventilov

- *Teževa:* kritično za primerno umerjanje hidravličnega modela je *poznavanje hidravličnih karakteristik (v večini so nepoznane) plovnih ali hidravličnih ventilov* na vtokih v vodohranih in razbremenilnih objektih.
- V vodovodnih sistemih, z višinskimi razlikami med vodohrani in raztežilniki v rangu velikosti 60 m do 120 m → *lokalne tlačne izgube* na plovnih ali hidravličnih ventilih *prevladujoč vpliv* na natančnost umerjenosti modela.

3. Podatki o karakt. plovnih ventilov

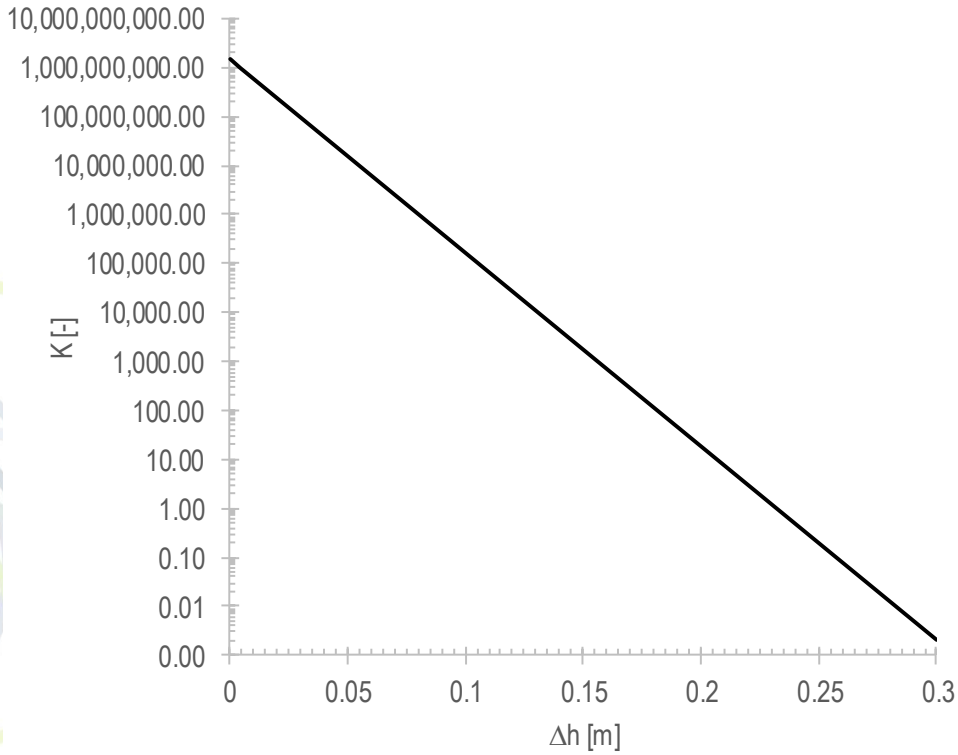
- *Rešitev: n*a podlagi terenskih meritev se je izkazalo, da je mogoče delovanje plovnih ventilov opisati z logaritemsko funkcijo:

$$\Delta h = \frac{\left(ln(K) - ln(a)\right)}{b}$$

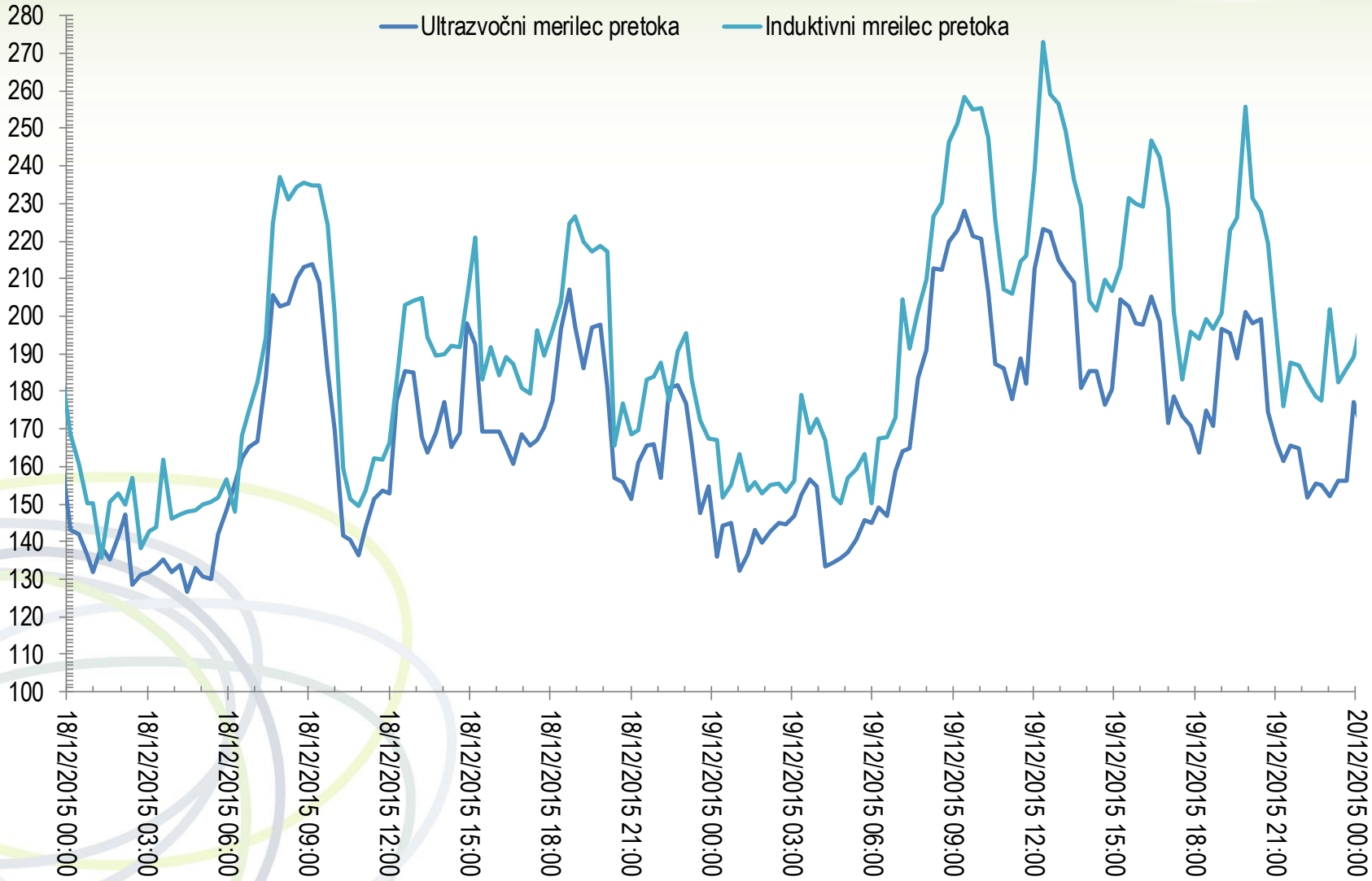
- Aproksimacija temelji na dejstvih, da gladine v vodohranih vodooskrbnega sistema Mrzlek nihajo pribl. ±0,20 m, višinske razlike med vodohrani in raztežilniki pa ne presegajo 120 m.

3. Podatki o karakt. plovnih ventilov

Hidravlična karakteristika lokalnih izgub generičnega plovnega ventila (*b = –136.555; a = 1.452 x* 10^9) – *v EPANET-u opisana s 109 pravili za nadzora!*

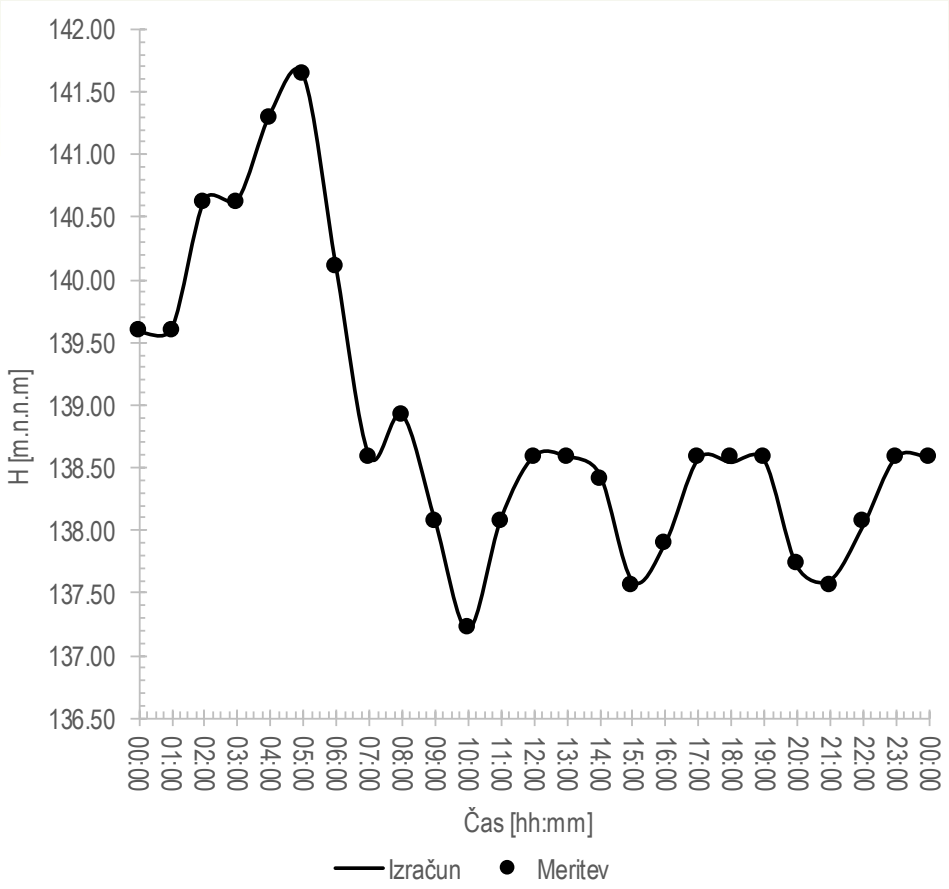


4. Kakovost zajetih podatkov



Zaključek

S primernim pristopom in ustrezno pripravljenimi vhodnimi podatki je bilo mogoče pripraviti hidravlični model, ki je dosegal *rezultate s povprečnim standardnim odklonom ±5 %* (pretok, tlak in padec tlaka).



Hvala za pozornost!