

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Hidrotehniška smer

Kandidat:

Andrej Opara

Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovci v Škofji Loki

Diplomska naloga št.: 2921

Mentor:
prof. dr. Boris Kompare

Somentor:
Rade Kovačević

Ljubljana, 27. 10. 2006

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ANDREJ OPARA** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»REHABILITACIJA PRIMARNEGA CEVOVODA V NASELJU KARLOVC V
ŠKOFJI LOKI«.**

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 6.10.2006

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

| | |
|-------------------------|---|
| UDK: | 628.1 (043.2) |
| Avtor: | Andrej Opara |
| Mentor: | izr. prof. dr. Boris Kompare, univ. dipl. inž. gradb. |
| Somentor: | Rade Kovačević, univ. dipl. inž. gradb. |
| Naslov | Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki |
| Obseg in oprema: | 150 str., Napaka! Zaznamek ni definiran. 5 en., 75 slik, 34 pregl., |
| Ključne besede: | primarni cevovod, naselje Karlovc, variante trase, podvariante vodohranov, hidravlika cevovoda |

Izveček:

V Škofji Loki v naselju Karlovc se je pokazala potreba po zamenjavi-obnovitvi primarnega cevovoda, ki poteka skozi to območje Škofje Loke. Problem leži v 60. let starem primarnem cevovodu, ki je dotrajan in poln poškodb. Zadnje okvare so povzročile veliko škodo med prebivalci, kar je narekovalo odločitev občine Škofja Loka, da se naredi načrt za dolgoročno rešitev problema.

Narediti je bilo treba več možnih variant trase cevovoda z različnimi premeri cevi, poleg tega pa še obdelati podvariante obeh vodohranov Grad skupaj. Zamenjati bi bilo potrebno tudi sekundarne cevovode, ker so poddimenzionirani. Konča varianta bi bila izbrana na podlagi ekonomskih, prostorskih in hidravličnih pokazateljev in bi vsebovala varianto trase primarnega cevovoda v povezavi s podvarianto vodohranov in predlaganimi novimi premeri cevi na sekundarnem omrežju na območju naselja Karlovc.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 628.1 (043.2)
Author: Andrej Opara
Supervisor: Assoc. Prof. Boris Kompare, Ph. D.
Co-supervisor: Rade Kovačević, Civ. Eng.
Title: Rehabilitation of the primary pipeline in the town Škofja Loka, Karlovc settlement
Notes: 150 p., Napaka! Zaznamek ni definiran. 5 eq., 75 fig., 34 tab.,
Keywords: pipeline, Karlovc settlement, multiple variants, sub variants of waterworks, hydraulics

Abstract:

The need for reconstruction and rehabilitation of the primary pipeline emerged in the town of Škofja Loka, Karlovc settlement. The problem is based upon obsolete 60 - years old pipeline filled with damage. Recent breakdown caused property damage to the residents and so they took an initiative that led the community of Škofja Loka to come up with a long - term plan to solve the problem. The solution demanded preparing multiple variants of the new primary pipeline with different diameters incorporating Grad waterworks in the sub plans. Secondary pipeline net would also have to be altered, regarding to the fact of undersized pipelines diameters and thus inefficiency of the water distribution. The final variant would be chosen based on economical, spatial and hydraulic indicators linked with sub variant of Grad waterworks and proposed new pipeline diameters on the secondary pipeline net.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju Borisu Komparetu, somentorju Radetu Kovačeviću, ki mi je omogočil izdelavo te naloge v okviru projekta, ki se izdeluje v projektantskem biroju Projekt inženiring, Leonidu Kregarju za strokovne nasvete in podloge in vsem mojim bližnjim, ki so mi stali ob strani ob nastajanju le-te.

KAZALO VSEBINE

| | |
|--|-------------|
| STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA | II |
| IZJAVA O AVTORSTVU..... | III |
| BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK | IV |
| BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION | V |
| ZAHVALA | VI |
| KAZALO VSEBINE..... | VII |
| KAZALO PREGLEDNIC | XI |
| KAZALO SLIK | XIII |
| 1 UVOD | 1 |
| 2 TEHNIČNO POROČILO | 2 |
| 2.1 Uvod..... | 2 |
| 2.2 Obstoječe stanje..... | 2 |
| 2.3 Projektna naloga..... | 3 |
| 2.4 Predvideno stanje | 4 |
| 2.5 Predstavitev tehnologije vgrajevanja »cev v cev« | 6 |
| 2.6 Zaključek..... | 6 |
| 3 STROKOVNE PODLOGE | 9 |
| 3.1 Topografske podloge | 9 |
| 3.2 Podloge v Sewer+ programu | 9 |
| 4 IDENTIFIKACIJA MOŽNIH VARIANTNIH REŠITEV S PODVARIANTAMI VODOHRANOV | 10 |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 4.1 | Varianta 1..... | 10 |
| 4.2 | Varianta 2..... | 11 |
| 4.3 | Varianta 3..... | 12 |
| 4.4 | Varianta 4..... | 13 |
| 4.5 | Vse variante skupaj z obstoječim cevovodom in hidrantoma uporabljenima v hidravličnem računu v točki 5..... | 14 |
| 4.6 | Vsi hidranti uporabljeni v simulaciji na območju Škofje Loke..... | 15 |
| 4.7 | Podvariate vodohranov uporabljene pri hidravličnem izračunu v točki 5..... | 16 |
| 4.7.1 | Podvarianta vodohranov 1 | 17 |
| 4.7.2 | Podvarianta vodohranov 2 | 18 |
| 4.7.3 | Podvarianta vodohranov 3 | 19 |
| 4.7.4 | Podvarianta vodohranov 4 | 20 |
| 5 | OPIS IN IZRAČUN HRAVLIČNIH RAZMER ZA IZBRANE VARIANTE IN PREDLOGI ZA REHABILITACIJO VODOVODNEGA SISTEMA V NASELJU KARLOVC V ŠKOFJI LOKI..... | 21 |
| 5.1 | Predpostavke, prevzeti podatki in izhodišča pri hidravličnem izračunu..... | 21 |
| 5.2 | Demografski podatki in izračuni naraščanja prebivalstva za Škofjo loko | 23 |
| 5.3 | Poraba vode v sedanosti v Škofji loki..... | 26 |
| 5.4 | Obstoječi, predvideni in potencialni viri na območju Škofje loke in okolici | 34 |
| 5.5 | Izgube vode | 36 |
| 5.6 | Razporeditev porabe in izgub po vozliščih..... | 38 |
| 5.7 | Objekti in naprave na vodovodnem omrežju | 41 |
| 5.8 | Tlačne cone..... | 44 |
| 5.9 | Računski primeri za obstoječe stanje ($Q_{povp,d}$, $Q_{max, d}$, $Q_{povp,d+požar}$) | 45 |
| 5.9.1 | Računski primer za povprečno dnevno porabo v letu, $Q_{povp, d}$ | 45 |
| 5.9.2 | Računski primer za maksimalno dnevno porabo v letu, $Q_{max, d}$..... | 48 |
| 5.9.3 | Računski primer za povprečno dnevno porabo v letu skupaj s požarom, $Q_{povp, d+požar}$..... | 51 |
| 5.10 | Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov | 54 |
| 5.10.1 | Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, $Q_{povprečni}$, dnevni..... | 54 |
| 5.10.1.1 | Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, $Q_{povprečni}$, | |

| | |
|--|-----|
| dnevni..... | 54 |
| 5.10.1.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, Qpovprečni, dnevni..... | 58 |
| 5.10.1.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Qpovprečni, dnevni..... | 62 |
| 5.10.1.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Qpovprečni, dnevni..... | 66 |
| 5.10.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, Qmaksimalni, dnevni..... | 68 |
| 5.10.2.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, Qmaksimalni, dnevni..... | 68 |
| 5.10.2.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, Qmaksimalni, dnevni..... | 75 |
| 5.10.2.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Qmaksimalni, dnevni..... | 80 |
| 5.10.2.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Qmaksimalni, dnevni..... | 84 |
| 5.10.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, Q povprečni, dnevni + požar..... | 86 |
| 5.10.3.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, Q povprečni, dnevni + požar..... | 86 |
| 5.10.3.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, Q povprečni, dnevni + požar..... | 97 |
| 5.10.3.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Q povprečni, dnevni + požar..... | 101 |
| 5.10.3.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni + požar..... | 105 |
| 5.10.4 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4..... | 107 |
| 5.10.4.1 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni..... | 107 |
| 5.10.4.2 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q maksimalni, dnevni..... | 109 |
| 5.10.4.3 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni+požar..... | 111 |
| 5.10.5 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m ³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200..... | 113 |
| 5.10.5.1 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m ³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q povprečni, dnevni..... | 113 |
| 5.10.5.2 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m ³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q maksimalni, dnevni..... | 116 |
| 5.10.5.3 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m ³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q povprečni, dnevni + požar..... | 118 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| 6 | EKONOMSKA PRIMERJAVA MED VARIANTAMA 3 IN 4 (POPIS DEL, PREDIZMERE IN PROJEKTANTSKI PREDRAČUN)..... | 120 |
| 6.1 | Varianta 3..... | 120 |
| 6.2 | Varianta 4 (cev v cev)..... | 127 |
| 7 | ZAKLJUČKI | 133 |
| VIRI | | 136 |
| PRILOGE | | 137 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Preglednica 1: Demografski podatki za občino Škofja loka..... | 23 |
| Preglednica 2: Stopnja naravnega prirastka (izračunana za leto 2002)..... | 24 |
| Preglednica 3: Predvideno število prebivalcev..... | 24 |
| Preglednica 4: Prognoza naraščanja prebivalstva Urbanističnega inštituta-1..... | 25 |
| Preglednica 5: Prognoza naraščanja prebivalstva Urbanističnega inštituta-2..... | 25 |
| Preglednica 6: Dosedanja poraba vode (prodana voda v [m ³ /leto]) v Škofji loki med letoma 1985-2003..... | 26 |
| Preglednica 7: Število oskrbovanih prebivalcev v letu 2003..... | 26 |
| Preglednica 8: Analiza porabe vode v industriji..... | 27 |
| Preglednica 9: Mesečno spreminjanje vode v letu 2003..... | 28 |
| Preglednica 10: Koefficient neenakomerne mesečne porabe..... | 28 |
| Preglednica 11: Izračun povprečne in največje dnevne porabe v letu 2003..... | 28 |
| Preglednica 12: Potrebna kapaciteta vodnih virov..... | 30 |
| Preglednica 13: Spreminjanje urne (poraba vode v teku 1 ure) porabe v dnevu z največjo porabo v letu..... | 30 |
| Preglednica 14: Spreminjanje urne (poraba vode v teku 1 ure) porabe tekom dneva s povprečno porabo v letu..... | 31 |
| Preglednica 15: Spreminjanje porabe po različnih porabnikih..... | 32 |
| Preglednica 16: Razporeditev porabe vode v industriji tekom dneva..... | 33 |
| Preglednica 17: Seznam obstoječih vodnih virov..... | 34 |
| Preglednica 18: Predvideni in potencialni vodni viri..... | 35 |
| Preglednica 19: Izgube vode..... | 36 |
| Preglednica 20: Določitev raznih vrst porabe po aglomeracijah v dnevu z največjo porabo...38 | |
| Preglednica 21: Nihanje urne porabe po aglomeracijah v dnevu z največjo porabo.....39 | |
| Preglednica 22: Seznam naprav in objektov na vodovodnem omrežju Škofje loke.....41 | |
| Preglednica 23: Pregled dnevne bilance dotokov, Q _{povp,d}46 | |
| Preglednica 24: Vzorec urne porabe v Epanetu za gospodinjstvo in javno porabo.....47 | |
| Preglednica 25: Vzorec urne porabe v Epanetu za industrijo - 16 urni delavnik.....47 | |
| Preglednica 26: Vzorec urne porabe v Epanetu za izgube vode.....47 | |
| Preglednica 27: Pregled dnevne bilance dotokov, Q _{max,d}50 | |
| Preglednica 28: Vzorec urne porabe v Epanetu za gospodinjstvo in javno porabo.....50 | |
| Preglednica 29: Vzorec urne porabe v Epanetu za industrijo-16 urni delavnik.....50 | |
| Preglednica 30: Vzorec urne porabe v Epanetu za izgube vode.....50 | |
| Preglednica 31: Vzorec urne porabe v Epanetu za gospodinjstvo in javno porabo.....53 | |
| Preglednica 32: Vzorec urne porabe v Epanetu za industrijo - 16 urni delavnik.....53 | |
| Preglednica 33: Vzorec urne porabe v Epanetu za izgube vode.....53 | |
| Preglednica 34: Vzorec urne porabe v Epanetu za požar.....53 | |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Trasa variante 1 (v rdeči barvi) | 10 |
| Slika 2: Trasa variante 2 (v vijolični barvi) | 11 |
| Slika 3: Trasa variante 3 (v oranžni barvi) | 12 |
| Slika 4: Trasa variante 4 (v zeleni barvi) | 13 |
| Slika 5: Trase vseh variant z izbranimi hidrantoma za simulacijo požara | 14 |
| Slika 6: Vsi štirje hidranti uporabljeni v simulaciji | 15 |
| Slika 7: Sistem cevi v okolici vodohranov Grad. | 16 |
| Slika 8: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 1 | 17 |
| Slika 9: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 2 | 18 |
| Slika 10: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 3 | 19 |
| Slika 11: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 4 | 20 |
| Slika 12: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur | 54 |
| Slika 13: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur | 55 |
| Slika 14: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur | 56 |
| Slika 15: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur | 57 |
| Slika 16: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur | 58 |
| Slika 17: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur | 59 |
| Slika 18: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur | 60 |
| Slika 19: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur | 61 |
| Slika 20: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur | 62 |
| Slika 21: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur | 63 |
| Slika 22: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur | 64 |
| Slika 23: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur | 65 |
| Slika 24: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur | 66 |
| Slika 25: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ , Qpovp,d, var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur | 67 |
| Slika 26: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00, Qmax,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur | 69 |
| Slika 27: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjavi cevi, Qmax,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur | 70 |
| Slika 28: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Qmax,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur | 71 |

| | |
|---|----|
| Slika 29: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur..... | 72 |
| Slika 30: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 73 |
| Slika 31: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 1 čas simulacije 168 ur..... | 74 |
| Slika 32: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur..... | 75 |
| Slika 33: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur..... | 76 |
| Slika 34: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur..... | 77 |
| Slika 35: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur..... | 78 |
| Slika 36: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur..... | 79 |
| Slika 37: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur..... | 80 |
| Slika 38: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur..... | 81 |
| Slika 39: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur..... | 82 |
| Slika 40: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur..... | 83 |
| Slika 41: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur..... | 84 |
| Slika 42: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ po zamenjavi cevi, Q _{max,d} , var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur..... | 85 |
| Slika 43: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 na obstoječem stanju cevovoda in lokacija dveh hidrantov označena z rdečima krogoma, Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 87 |
| Slika 44: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ , Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 88 |
| Slika 45: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ , Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur..... | 89 |
| Slika 46: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ , Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 90 |
| Slika 47: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ , Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur..... | 91 |
| Slika 48: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjanih ceveh in lokacija dveh hidrantov označena z rdečima krogoma, Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 92 |
| Slika 49: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 93 |
| Slika 50: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Q _{povp,d+požar} , var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur..... | 94 |
| Slika 51: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ z že zamenjanimi cevmi, | |

| | |
|---|-----|
| Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur..... | 95 |
| Slika 52: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur..... | 96 |
| Slika 53: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur..... | 97 |
| Slika 54: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 2, čas simulacije 120 ur..... | 98 |
| Slika 55: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur..... | 99 |
| Slika 56: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m ³ , Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur..... | 100 |
| Slika 57: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur..... | 101 |
| Slika 58: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur..... | 102 |
| Slika 59: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur..... | 103 |
| Slika 60: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur..... | 104 |
| Slika 61: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur..... | 105 |
| Slika 62: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur..... | 106 |
| Slika 63: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur..... | 107 |
| Slika 64: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur..... | 108 |
| Slika 65: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qmax,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur..... | 109 |
| Slika 66: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qmax,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur..... | 110 |
| Slika 67: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur..... | 111 |
| Slika 68: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur..... | 112 |
| Slika 69: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana, čas simulacije 24 ur..... | 114 |
| Slika 70: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana, čas simulacije 168 ur..... | 115 |
| Slika 71: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qmax,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana..... | 116 |
| Slika 72: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qmax,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana..... | 117 |

| | |
|--|-----|
| Slika 73: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana..... | 118 |
| Slika 74: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m ³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana..... | 119 |
| Slika 75: Trasa končne variante..... | 135 |

1 UVOD

Glavni namen-cilj projekta rehabilitacije primarnega cevovoda v Škofji Loki v naselju Karlovc je obnova le-tega, glavni krivec za to pa je veliko število poškodb na primarnem obstoječem cevovodu, ki gre skozi ta del Škofje Loke, kjer so zelo visoki vodni pritiski. In zato prihaja do motene oskrbe s pitno vodo na celotnem območju Škofje Loke. Predvsem je kriva dotrajanost in starost materiala, ki ne vzdrži več velikih vodnih pritiskov, ki velikokrat presegajo tudi 7 barov. Ob zadnjih okvarah je veliko prebivalcev na območju Karlovca utrpelo veliko materialno škodo, kar je narekovalo odločitev občine za dolgoročno in temeljito ureditev problema. To pa kliče k izdelavi več možnih variant trase cevovoda z različnimi premeri cevi, nakar bi bila izbrana ena končna, najbolj ugodna varianta na podlagi prostorskih, ekonomskih in hidravličnih pokazateljev. Pomembnost obnovitve te veje cevovoda, ki služi kot transportni cevovod, se kaže tudi v dovajanju vode vodohranoma Kamnitnik 1 in 2, ki pa sta glavna in obenem največja vodohrana na celotnem območju Škofje Loke in pokrivata dnevno nihanje porabe vode na le-tem. Zaenkrat, dokler še ni zgrajen pomožni primarni cevovod skozi naselje Karlovc, je v obratovanju glavni primarni cevovod Viršk-Puštal, kamor je preusmerjen dovod vode iz smeri vodnih virov. Ko pa bo obnovljen-zgrajen še primarni cevovod skozi naselje Karlovc, bo le-ta zagotavljal pomožno podporo v primeru zaprtja glavnega voda skozi Viršk-Puštal, kar nam zagotavlja varnost in nemoteno oskrbo vode v prihodnosti. Obenem pa bo cevovod skozi naselje Karlovc pomagal pri vodooskrbi prebivalstva, ki so priključeni in povezani prek vodohranov Grad 78 m³ in Grad 100 m³ na sekundarne cevovode v nizkotlačni coni, na tem območju. S hidravličnimi simulacijami bo potrebno ugotoviti tudi, kje so potrebne zamenjave cevi na sekundarni mreži v naselju Karlovc, ker trenutno stanje je katastrofalno, kar se tiče poddimenzioniranosti cevi, zaradi česar bo potrebno predlagati nove dimenzije cevi.

Kot končna izbrana varianta bo predlagana varianta planiranega cevovoda (trasa pomožnega primarnega cevovoda skozi naselje Karlovc) in skupaj z njo še podvarianta vodohranov Grad 78 m³ in 100 m³ v kombinaciji s predlaganimi novimi premeri cevi na sekundarni vodovodni mreži, ki direktno oskrbuje prebivalstvo na območju naselja Karlovc v Škofji Loki.

2 TEHNIČNO POROČILO

2.1 Uvod

Glavni vodni viri za Škofjo Loko so zajetja iz karbonatnih vodonosnikov na območju Trebije in Hotovlj ter črpališča iz dolomitnih vodonosnikov na območju Visokega v Poljanski dolini. Za dovod vode iz navedenih vodnih virov do Škofje Loke je bil pred približno šestdesetimi leti izveden povezovalni cevovod \varnothing 350 iz AC cevi. Trasa cevovoda poteka po Poljanski dolini do Virška, od koder se preusmeri proti naselju Karlovc v Škofji Loki. Po njem poteka delno po ozkih ulicah, delno pa po zasebnih parcelah, ki so zasajene s sadovnjaki ali zelenjavo. Na parcelni številki 210/2, k.o. Škofja Loka se trasa deli na dve smeri. Glavni del se preusmeri proti Poljanski Sori in se pred mlekarno še enkrat preusmeri ob levem bregu Sore proti Selški Sori in po prečkanju reke zavije naprej proti vodohranu na Kamnitniku. Drugi del primarnega voda je usmerjen proti Gradu, kjer se nahajata dva vodohrana. Zgornji vodohran ima volumen 78 m^3 (imenujejo ga raztežilnik), spodnji pa 100 m^3 .

2.2 Obstoječe stanje

Starost materiala na loškem vodovodu je že dalj časa kritična. Kot posledice te starosti so zelo pogoste poškodbe na skoraj celotni trasi cevovoda, posebej pa na odseku z višjim tlakom. Zato je tudi razumljivo, da v kritična območja sodi tudi del Škofje Loke, ki ima najvišje pritiske in v katerem so še vedno stare vodovodne cevi. Število okvar na tem cevovodu je zelo veliko, sanacija okvar pa povzroča velike motnje v vodooskrbi.

Zadnje okvare na območju Karlovca so bile tako močne, da so povzročile veliko materialne škode prebivalcem, kar je narekovalo odločitev občine za temeljito in dolgoročno ureditev problema. V ta namen je bila naročena izdelava predmetne projektne dokumentacije, ki bo na osnovi analize vseh možnih variant podala optimalno rešitev za izvedbo novega cevovoda z novim materialom. Stari cevovod skozi Karlovc ne bo več v funkciji. Do izvedbe novega primarnega voda bo dovod vode iz smeri vodnih virov preusmerjen v novi primarni cevovod

Viršk – Puštal.

Vodohrana na območju Gradu delujeta samostojno in medsebojno povezano. Zgornji rezervoar, volumna 78 m³, je zbirni (ne vemo, zakaj ga imenujejo raztežilnik ?). V njega doteka voda po primarnem cevovodu \varnothing 350 iz smeri Virška, odtok iz njega pa je v dveh smereh, in sicer v smeri spodnjega 100 m³ vodohrana, ki je pretočni in raztežilni in v smeri Karlovca za direktno vodooskrbo prebivalcev, preko sekundarnih vodov, ki so v dokaj slabem stanju in neprimernih profilov.

Stara sekundarna mreža je v slabem stanju in neprimernih profilov, kar povzroča velike motnje pri vodooskrbi prebivalcev ožjega mestnega jedra. Dodatni problem je še požarna varnost, ki sploh ni zagotovljena, zato je rekonstrukcija sekundarne mreže nujna.

2.3 Projektna naloga

Od projektanta se zahteva, da pri predlogu sanacije obstoječega vodovoda, preveri vse možne variante trase cevovoda skozi Karlovc (od priključka na obstoječi cevovod DN 400 v Viršku do parcelne števil. 210/2, k.o. Škofja Loka) in z utemeljitvijo predlaga najbolj optimalno varianto, ki jo je potrebno obdelati do faze PZI. Pri tem sta na razpolago dva tehnološka pristopa izgradnje, in sicer: z normalnim, odprtim izkopom in s polaganjem cevi \varnothing 200 v obstoječo cev \varnothing 350. Možna je tudi kombinacija obeh tehnologij. Pri analizi variant je potrebno upoštevati zahtevnost postopka pridobitve soglasja in služnosti lastnikov parcel. Ravno tako je potrebno pridobiti podatke o obstoječih komunalnih vodih ter ugotoviti ali nam razpored le teh omogoča izvedbo še enega komunalnega voda – vodovoda in pod kakšnimi pogoji. Dimenzijo cevovoda je potrebno prilagoditi novemu stanju na terenu pri katerem je primarni vod skozi Puštal prevzel glavno povezovalno vlogo med Virškom in Plevnem, primarni vod skozi Karlovc pa bo prevzel pomožno vlogo, ki bo posebej poudarjena v primeru zaprtja cevovoda skozi Puštal. Istočasno pa bo, preko dveh vodohranov pri Gradu, prispeval k vodooskrbi prebivalcev pod Gradom. S hidravličnim modelom je potrebno preveriti delovanje širšega območja starega mestnega jedra in na osnovi simulacij sedanjega stanja in novih variant predlagati najoptimalnejšo varianto dimenzij sekundarnih vodovodov, ki bodo ustrezali dolgoročni vodooskrbi in požarni varnosti. Za obstoječe vodohrane pri Gradu je potrebno obdelati več variant povezave in predlagati najprimernejšo varianto. Kot izhodišče za obdelavo variant bodo na voljo podatki, ki jih je obdelal že Kregar, (2006)

2.4 Predvideno stanje

Predmetna projektna dokumentacija obdeluje rekonstrukcijo primarnega cevovoda od Virška skozi naselje Karlovc do mlekarnice z odcepom proti vodohranoma na območju Gradu. Pri izbiri najbolj optimalne rešitve za novi primarni vod smo obdelali vse ponujene prostorske variante in različne variante profila cevi, tehnologije gradnje in materiala na odseku od Virška do parcelne številke 210/2, k.o. Škofja Loka. V naselju Karlovcu so obdelane štiri variante trase. Pri vseh variantah je začetek trase enak: od priključka na izvedeni odsek novega primarnega cevovoda DN 400 pri RJ 1 v Viršku, do T 3 na parcelni št.1048.

Od T 3 naprej pa se ponujajo 4 variante trase:

1. varianta trase poteka po travnikih ob reki Sori do kapelice pri Hudičevi brvi in naprej po ozki dovozni cesti v Jegrovem predmestju do povezave z obstoječim primarnim vodom pod kapelico v Kopališki ulici, ki je bil v kratkem obnovljen z duktilno cevjo DN 300. Prekop skozi travne površine je tehnično najbolj ugoden. Večjih problemov tukaj ne bi smelo biti. Možni so le kakšni dodatni ukrepi zaradi neugodne geomehanske presoje terena. V ozki dovozni ulici pa bi se na odseku dolžine 80 m soočili z obstoječo kanalizacijo (meteorno in fekalno). Izvedba vodovoda nad kanali je možna, potrebno bo le prilagajanje terenu z večjim številom horizontalnih lokov. Varianta je tehnično najugodnejša, operativno najlažja in najcenejša. Problemi nastanejo pri pridobitvi služnosti za prekope po zasebnih parcelah. Po prvih informacijah bodo pogajanja dolga in naporna. Glede na dejstvo, da bo trasa novega vodovoda na daljšem odseku popolnoma nova, bi za izvedbo del morali pridobiti gradbena dovoljenja.

2. varianta, trase vodovoda, poteka po Kopališki ulici. Varianto je možno upoštevati le tlorisno. Ob ureditvi ulice in izvedbi komunalnih vodov (dela so bila izvajana pred dvema letoma) je bilo zasedeno skoraj celotno cestno telo. Vsa ureditvena dela na cesti so končana, za dodatno vgradnjo primarnega cevovoda pa zato ni prostora.

3. varianta, trase primarnega cevovoda, se v T 3 preusmeri proti obstoječemu cevovodu iz AC \varnothing 350 in po združitvi z njim v T6, poteka po isti trasi do T 22 na parcelni številki 210/2.

Do Kopališke ulice (T 8) je predviden odprti izkop in cevovod iz duktila DN 300, od tod pa bi se v obstoječo cev AC \varnothing 350 položila nova cev iz alkatena \varnothing 200.

Tehnologija polaganja »cevi v cev« se bo kot testna rešitev najprej izvajala na odseku primarnega voda pri mlekarni. Uspešna izvedba tega odseka bi potrdila možnost nadaljevanja del na preostalih kritičnih odsekih, ki niso primerni za izvedbo po klasični metodi z odprtim izkopom. Predpogoj za izvedbo takšnih del pa je zelo dobra informacija o stanju obstoječega cevovoda, ki se bo ugotovila z mobilno kamero. Na osnovi teh posnetkov in predlogov izvajalca se bodo predvidele lokacije za izvedbo gradbenih jam za polaganje novega cevovoda. Izvedene bodo na vseh kritičnih točkah v katerih bo prišlo do lomov nivelete oziroma stika več cevi. Dimenzije teh jam bo določil operativni izvajalec del. Po naši oceni gre za tlorisne dimenzije 2x8-10 m in globine, ki je za približno 30 cm nižja od globine obstoječe cevi. Gre za velike izkope, ki niso enostavni in predstavljajo kar močan poseg v prostor. Pridobitev soglasij lastnikov parcel za te posege ne bo enostavna naloga, ker obstoječi cevovod poteka po vrtovih in sadovnjakih v neposredni bližini hiš, ki so bile že večkrat poškodovane na račun okvar na cevovodu.

4. varianta, ki predvideva umik trase izven njihovih parcel na lokalno cesto, je zelo všeč krajanom naselja Karlovc. Trasa cevovoda po tej varianti je do Kopališke ulice enaka trasi iz **3. variante**. Enak je tudi način izvedbe del (z odprtimi izkopi) ter material in profil cevi (duktil DN 300). Bistvena razlika pa nastopi po prečkanju Kopališke ulice, ko se trasa umika v levo in poteka po ozki ulici ob sadovnjaku in se po kakšnih 10 metrih preusmeri v desno proti dvorišču med hišo in sadovnjakom in naprej po ozki ulici proti ateljeju do T 23 na parcelni številki 210/2.

Ta varianta se v celoti izvaja z odprtimi izkopi, razen na dveh odsekih, ko bo zaradi že izvedenih začasnih objektov (garaže), potrebno podvrtavanje le teh. Pri pridobitvi soglasja in služnosti s strani zasebnih lastnikov ne vidim večjih problemov, razen pri parcelni številki 210/2, na kateri bi lahko imeli probleme pri izvedbi cevovoda, stičnega jaška in izkopa za polaganje novega cevovoda iz smeri mlekarna – Grad. Cevi bodo iz duktila DN 300.

2.5 Predstavitev tehnologije vgrajevanja »cev v cev«

Pri našem projektu bi v eni izmed variant uporabili metodo rekonstrukcije-rehabilitacije cevovodov z zamenjavo obstoječih cevi brez izkopov. Ta tehnologija je predvsem primerna za vlačenje polietilenskih ali duktilnih cevi v že obstoječe cevi, ki imajo lahko manjši, isti ali večji premer kot nove cevi, ki se vgrajujejo na novo. Za samo izvedbo potrebujemo gradbeno jamo na vhodni in izhodni strani, zaradi vlečenja cevi. Kot nove cevi lahko vgrajujemo polietilenske, kovinske, polipropilenske, hobas ter duktilne cevi. Na voljo je več različnih vrst cevi za različne namene in različne terene; tukaj so izpostavljene polietilenske cevi gostote PE 100 ali PE 80.

- cevi z dodatnim oplaščem namenjene za klasično vgradnjo ali uvlačenjem, odporne proti mehanskim poškodbam
- cevi z dodatnim oplaščem in vgrajenimi posebnimi nitkami, ki služijo za lociranje cevi z detektorjem
- cevi z dodatnim dvojnimi oplaščem, od katerih je eden kovinski in so namenjene predvsem terenom, kjer je možnost dostopa zelo agresivnim medijem
- cevi z dodatnim dvojnimi oplaščem namenjene vsem vrstam uporabe, katerih posebnost je, da sredinski zaščitni oplašč nudi možnost lociranja cevi, kot tudi morebitne napake oziroma poškodbe cevi

Metoda sama naj ne bi povzročala vibracij in hrupa med samo izvedbo.

2.6 Zaključek

Če naredimo oceno posameznih variant bi lahko ugotovili da je:

1. varianta tehnično najbolj primerna, operativno najlažja, najhitrejša za izvedbo in najcenejša. Ni pa ugodna glede relativno dolgega postopka pridobitve gradbenega dovoljenja pri katerem bodo posebej zahtevne nekatere služnostne pogodbe.

2. varianta ne pride v poštev. V Kopališki ulici je investicija že zaključena. Rezervnega prostora ni!

3. varianta nas rešuje dodatnih zapletov zaradi usklajevanja z obstoječimi komunalnimi vodi in pridobivanja soglasij oz. služnosti lastnikov parcel. Zato pa bodo veliki problemi pri pridobitvi soglasij za izvedbo gradbenih jam (večjih dimenzij), ki bodo potrebne za polaganje novih cevi po tehnologiji »cev v cev«. Profil cevi bo bistveno manjši od obstoječega (\varnothing 200 v \varnothing 350), kar za nas ni hidravlično najbolj ugodno, posebej ker gre (po novem) za eno od dveh vej glavnega dovodnega cevovoda iz smeri glavnih vodnih virov v Poljanski dolini. Obe novi veji (skozi Puštal, duktil DN 400 in skozi Karlovc) morata biti sposobni prevzeti samostojno funkcijo transporta vode, če bi se kdaj zgodilo, iz sedaj še ne znanih razlogov, da bi eno vejo morali izklopiti iz obratovanja.

Zaradi velike razlike v profilih obeh cevovodov lahko, pri večjih pritiskih in ravnih odsekih, pride do manjših vibracij notranjega cevovoda, ki so v daljšem obdobju (gradimo za naslednjih 50 let !) lahko usodne za stabilnost objekta, saj se pri dotiku z notranjo steno starega cevovoda novi cevovod lahko »utrudi« in poškoduje . O dodatnih posegih, ki bi stabilizirali notranjo cev (drsniki ali dodatno injektiranje), nam izvajalec del na odseku pri mlekarni zaenkrat ni podal nobenih pravih rešitev, ki bi nam zagotovile mirno spanje. Iz vseh navedenih razlogov bi bila ta varianta sprejemljiva le, če bi nam bilo onemogočeno izvesti kakšno drugo varianto.

4. varianta je po kvaliteti enaka 1. varianti. Za razliko od 1. variante je tehnično veliko bolj zahtevna, dražja in časovno daljša. Zahtevna bo tudi pri pridobitvi služnostnih pravic, posebej pa na parceli števil. 210/2 pri stiku s cevovodom v smeri mlekarna - Grad. Prednost te variante je v tem, da za njo ne potrebujemo gradbenega dovoljenja, ker se zaradi »manjšega« odstopanja od obstoječe trase njena izvedba lahko prikaže kot sanacija starega cevovoda. V obeh primerih je material in profil cevi enak (duktil DN 300), kar je hidravlično ugodno. Po predstavitvi vseh variant in konstruktivni oceni predstavnikov investitorja **je ugotovljeno, da je (4.) varianta najugodnejša**, zaradi česar je bila tudi **izbrana kot končna varianta-s podvarianto vodohranov 4** (vse variante in podvariate so predstavljene v točki 4).

Za rekonstrukcijo cevovoda od mlekarne do Gradu, kjer se nahajata dva vodohrana volumna 78 m^3 in 100 m^3 , smo mnenja, da je najbolj primerna varianta polaganja nove cevi $\varnothing 200$ v obstoječo cev $\varnothing 350$. Zaradi krajših odsekov z manjšim profilom, od T 23 na parcelni št. 210/2 do mlekarne, ne bo bistvenih učinkov na hidravlično sposobnost glavnega voda proti Kamnitnem. Na odseku od T 23 do vodohranov Grad pa bo novi profil 200 zadosten, kar je razvidno iz hidravličnega poročila s hidravličnimi simulacijami za območje vodooskrbe starega mestnega jedra v Karlovcu in pod Gradom. Pred izvedbo javnega razpisa za izbiro izvajalca del, je obvezno snemanje celotnega odseka z mobilno kamero. V primeru neugodnih rezultatov posnetka je potrebno dopolniti predmetno projektno dokumentacijo. Za vse nevšečnosti glede priprave terena za polaganje novih cevi v obstoječe, vključno s pridobivanjem soglasij lastnikov parcel, veljajo enaka pravila kot pri navedenih variantah na odseku od T6 do T23.

3 STROKOVNE PODLOGE

3.1 Topografske podloge

Na voljo je:

- osnovna topografska karta območja; M=1:5000
- detajlna situacija (novo posneto); M=1:1000

3.2 Podloge v Sewer+ programu

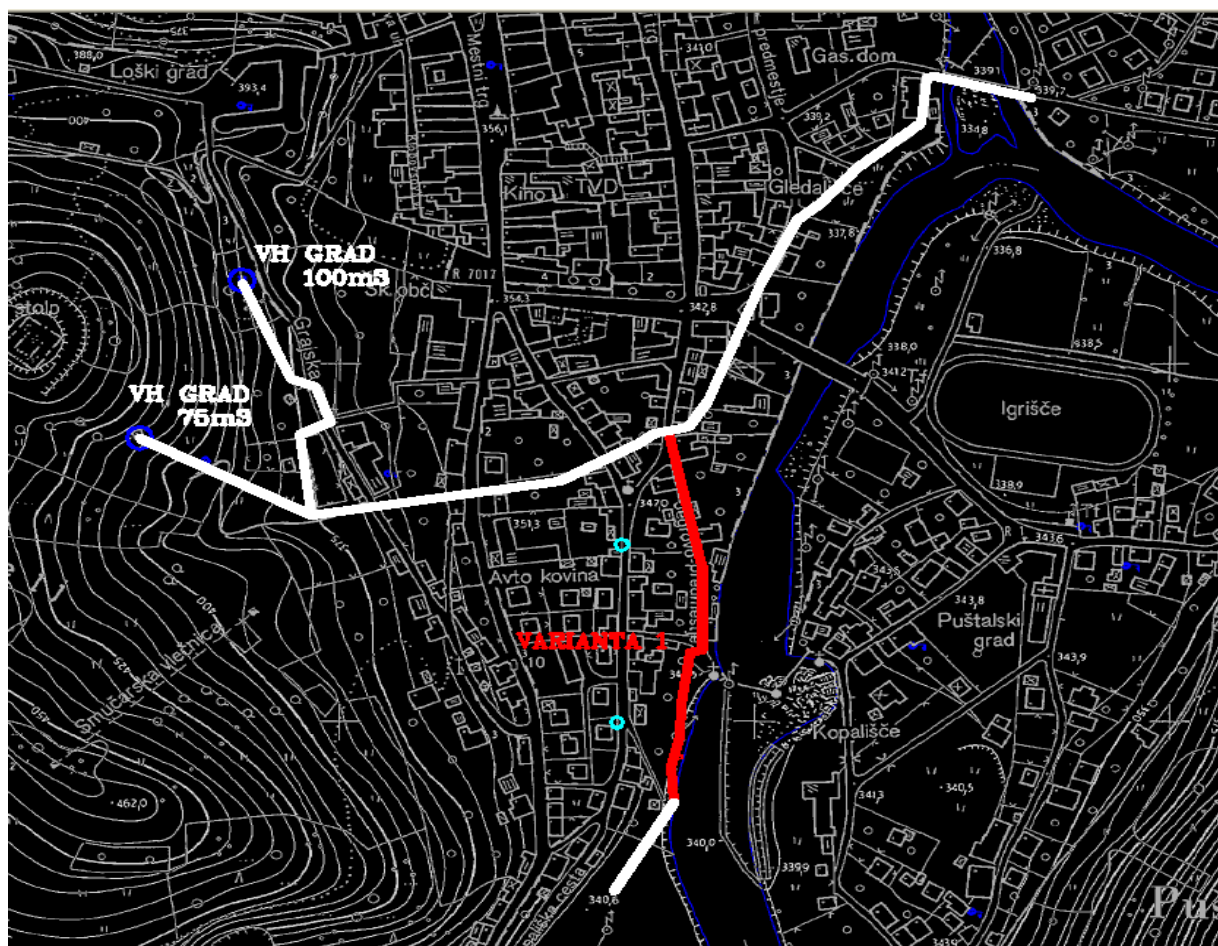
Vse podloge so prejete od Občina Škofja Loka, 2006

- obstoječe stanje cevovodov Škofji Loki
- obstoječa postavitve hidrantov v Škofji Loki

4 IDENTIFIKACIJA MOŽNIH VARIANTNIH REŠITEV S PODVARIANTAMI VODOHRANOV

4.1 Varianta 1

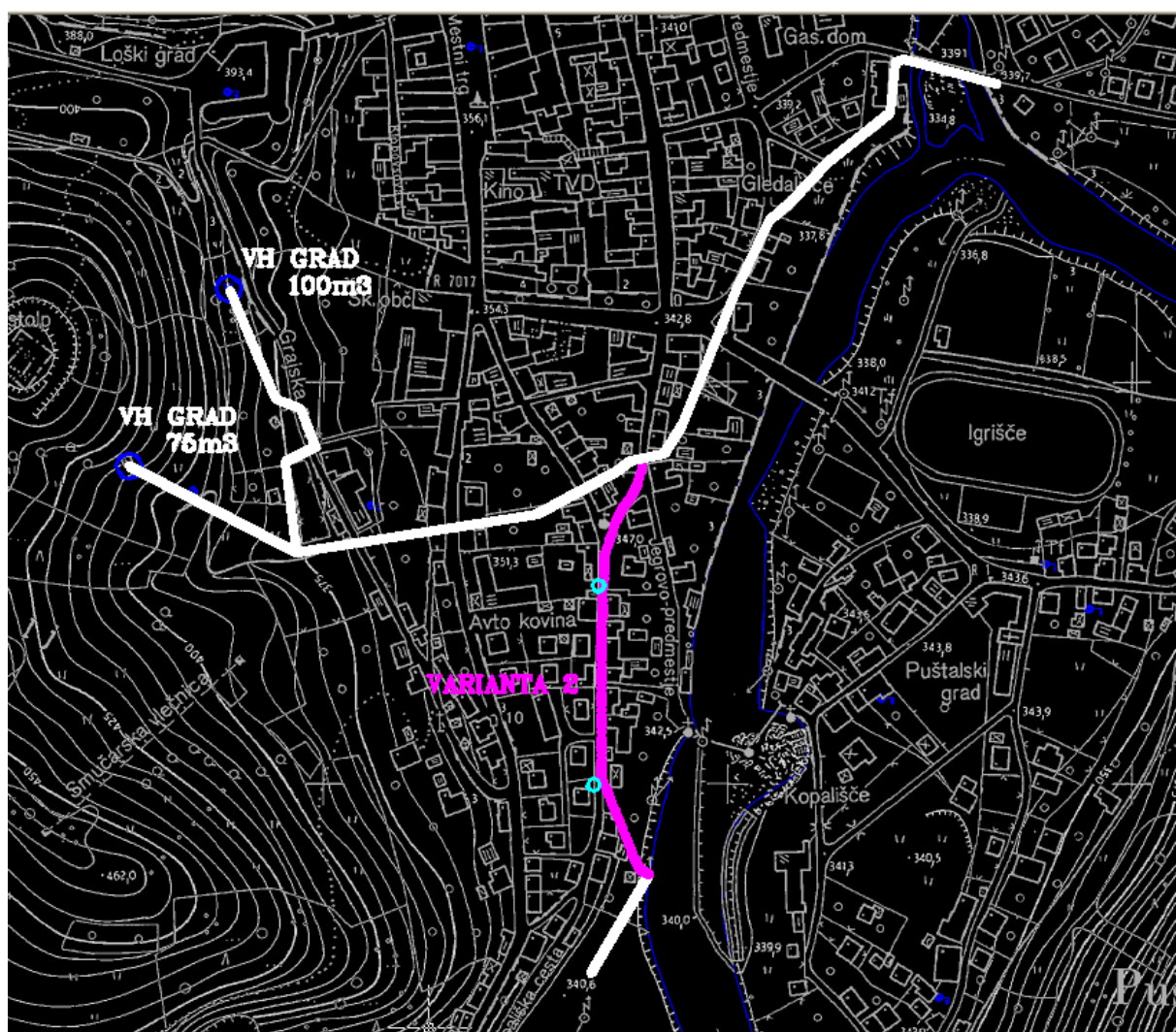
Prva varianta trase možne rehabilitacije cevovoda je označena z rdečo barvo, kot je razvidno na sliki 1, z belo barvo pa je označen potek glavnih obstoječih, in na kratkem odseku že rehabilitiranem cevovodu, cevovodov, ki povezujejo vodohrane Grad 100 m³ in 78 m³ ter varianto 1. Kot že omenjeno v tehničnem poročilu, je pri vseh variantah začetek trase enak in zato ni vrisan s pripadajočo barvo variante, ampak z belo barvo: začne se od od priključka na izvedeni odsek novega primarnega cevovoda DN 400 pri RJ 1 v Viršku, do T3 na parcelni št. 1048.



Slika 1: Trasa variante 1 (v rdeči barvi)

4.2 Varianta 2

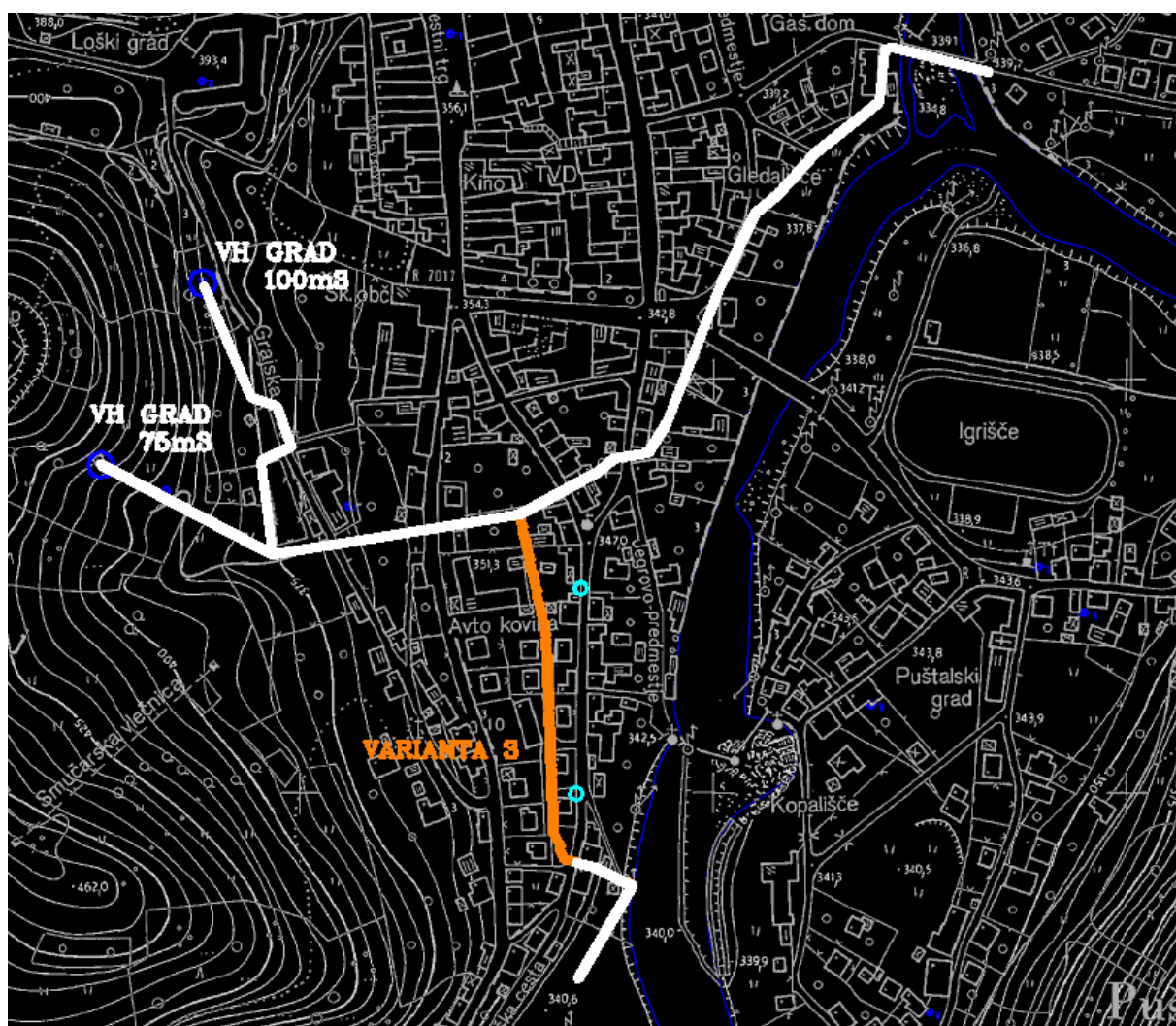
Druga varianta trase možne rehabilitacije cevovoda je označena z vijolično barvo, kot je razvidno na sliki 2, z belo barvo pa je označen potek glavnih obstoječih, in na kratkem odseku že rehabilitiranem cevovodu, cevovodov, ki povezujejo vodohrane Grad 100 m³ in 78 m³ ter varianto 2. Kot že omenjeno v tehničnem poročilu, je pri vseh variantah začetek trase enak in zato ni vrisan s pripadajočo barvo variante, ampak z belo barvo: začne se od od priključka na izvedeni odsek novega primarnega cevovoda DN 400 pri RJ 1 v Viršku, do T3 na parcelni št. 1048.



Slika 2: Trasa variante 2 (v vijolični barvi)

4.3 Varianta 3

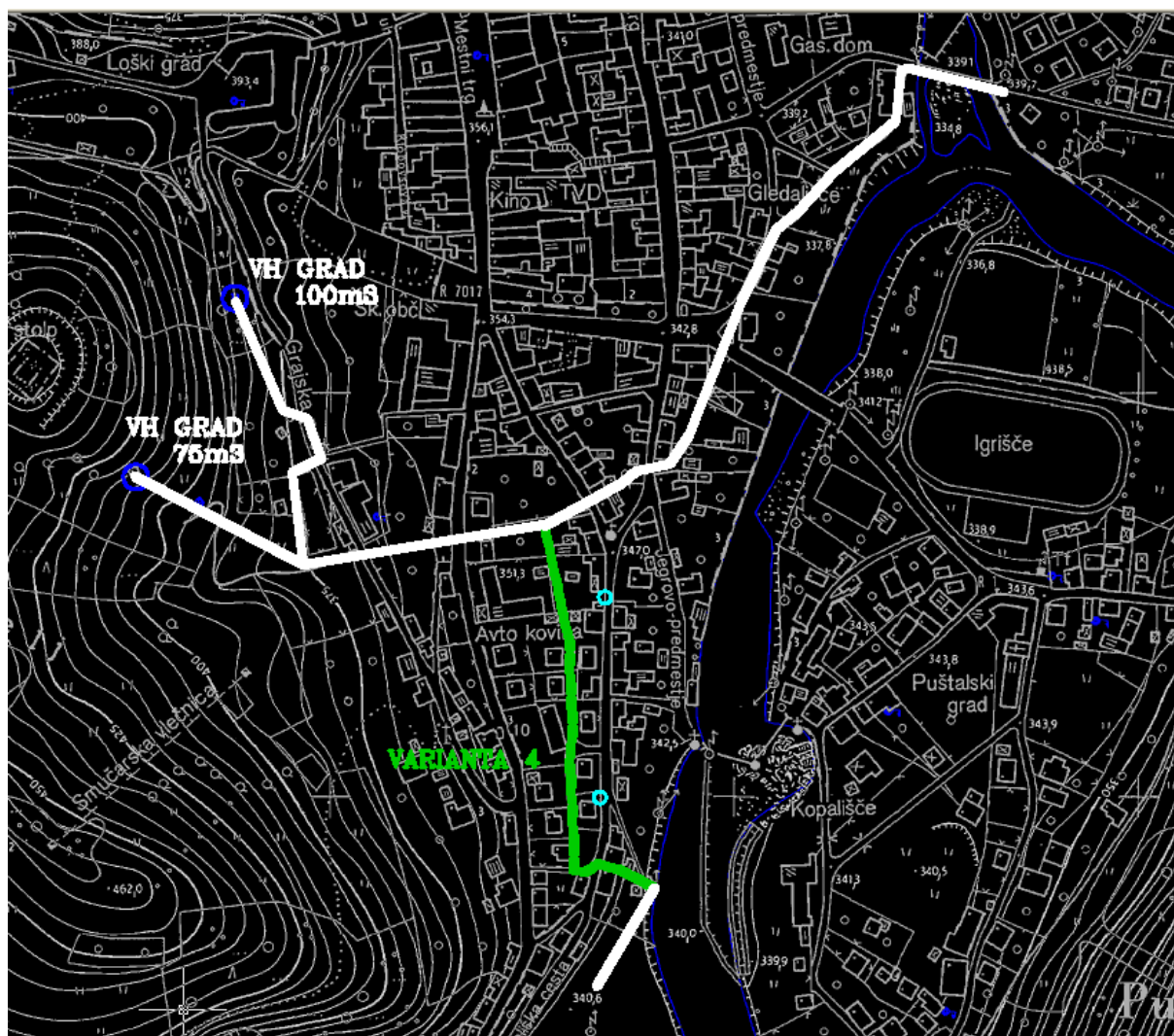
Tretja varianta trase možne rehabilitacije cevovoda je označena z oranžno barvo, kot je razvidno na sliki 3, z belo barvo pa je označen potek glavnih obstoječih, in na kratkem odseku že rehabilitiranem cevovodu, cevovodov, ki povezujejo vodohrane Grad 100 m³ in 78 m³ ter varianto 3. Kot že omenjeno v tehničnem poročilu, je pri vseh variantah začetek trase enak in zato ni vrisan s pripadajočo barvo variante, ampak z belo barvo. Izjema je samo varianta 3, ker poteka DN 300 od priključka na izvedeni odsek novega primarnega cevovoda DN 400 pri RJ 1 v Viršku do Kopališke ulice.



Slika 3: Trasa variante 3 (v oranžni barvi)

4.4 Varianta 4

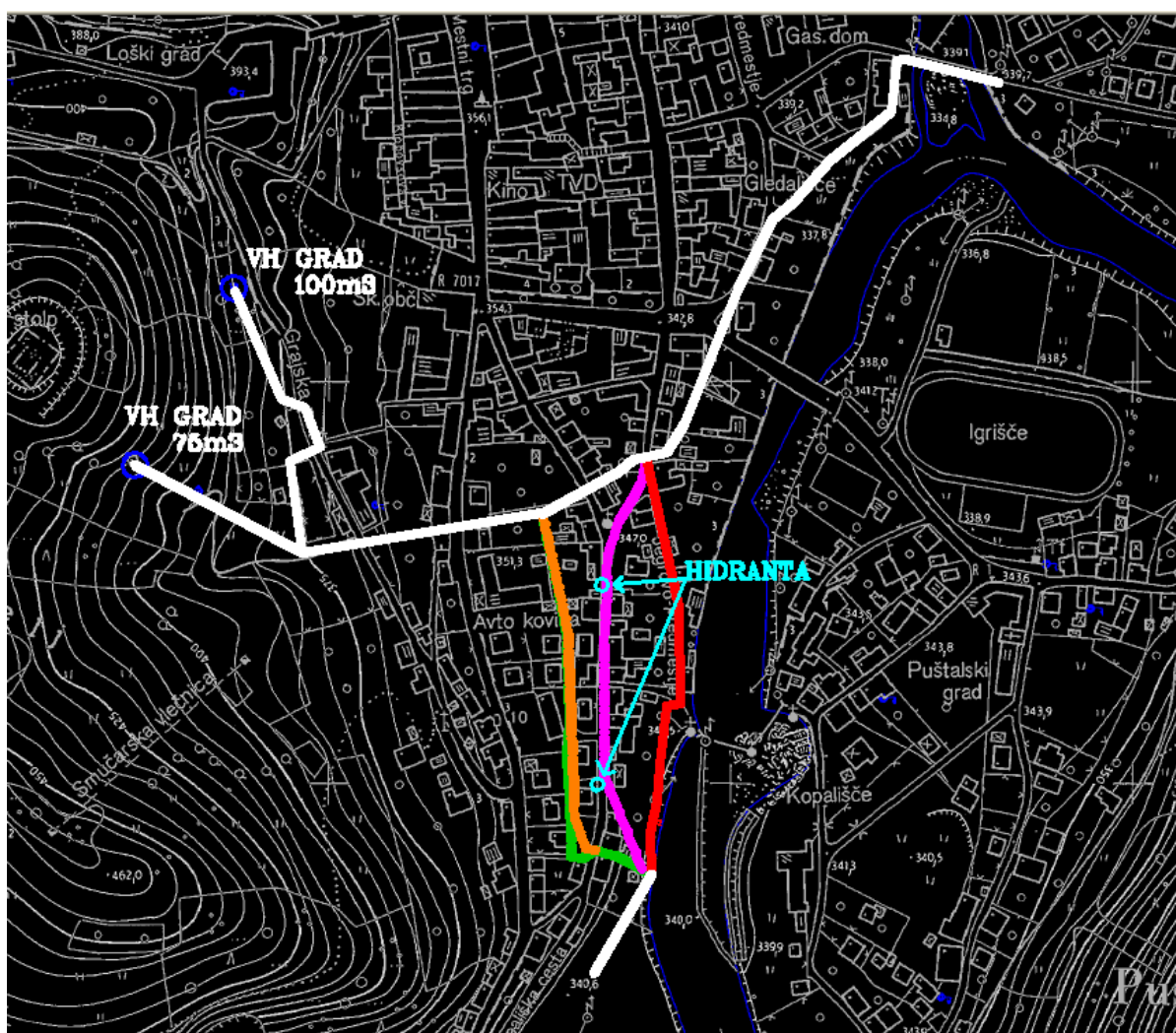
Četrta varianta trase možne rehabilitacije cevovoda je označena z zeleno barvo, kot je razvidno na sliki 4, z belo barvo pa je označen potek glavnih obstoječih, in na kratkem odseku že rehabilitiranem cevovodu, cevovodov, ki povezujejo vodohrane Grad 100 m³ in 78 m³ ter varianto 4. Kot že omenjeno v tehničnem poročilu, je pri vseh variantah začetek trase enak in zato ni vrisan s pripadajočo barvo variante, ampak belo barvo: začne se od od priključka na izvedeni odsek novega primarnega cevovoda DN 400 pri RJ 1 v Virišku do T3 na parcelni št. 1048



Slika 4: Trasa variante 4 (v zeleni barvi)

4.5 Vse variante skupaj z obstoječim cevovodom in hidrantoma uporabljenima v hidravličnem računu v točki 5

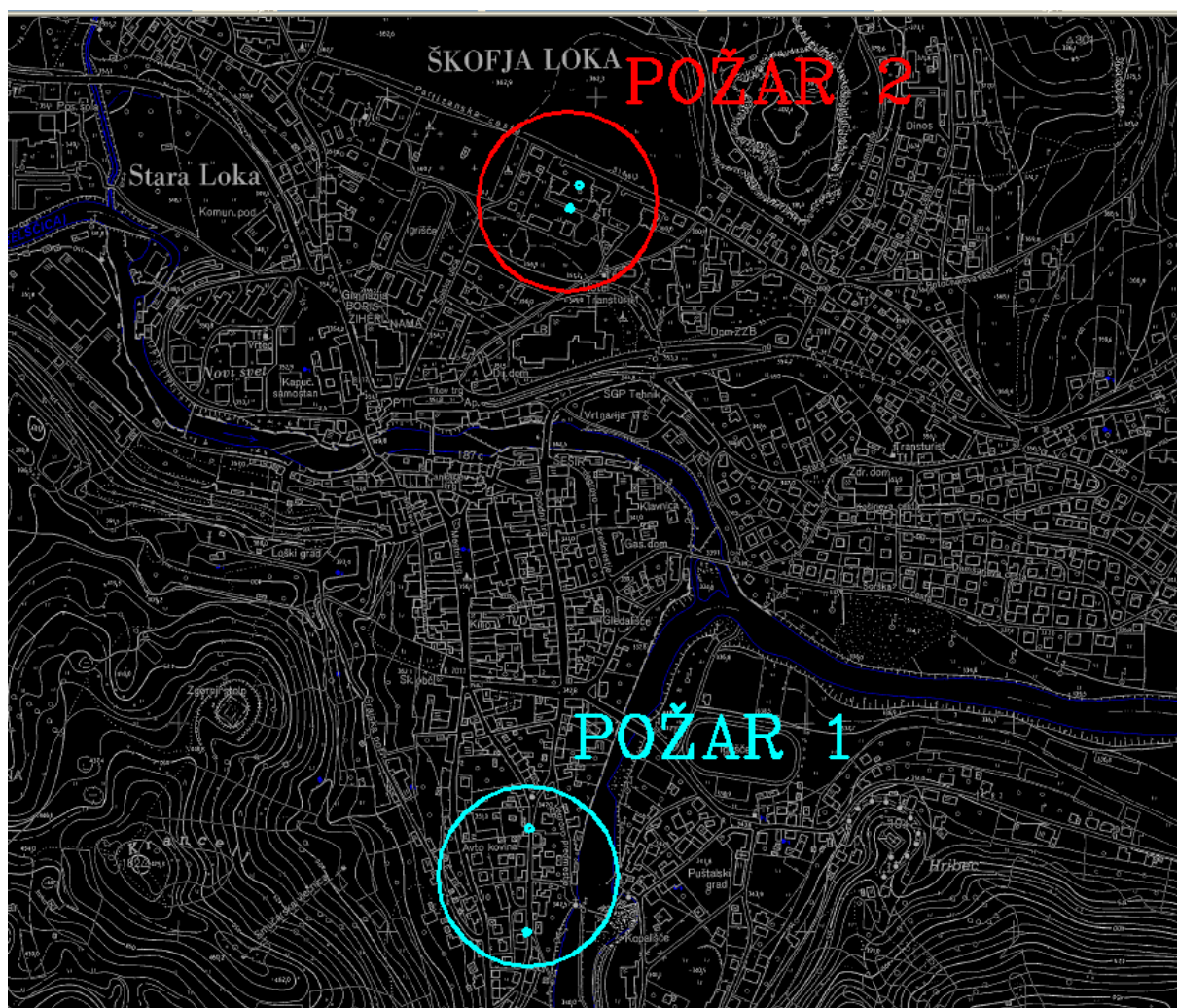
Da bi se lažje primerjale trase variant, še slika 5 s prikazom vseh variant naenkrat in hidrantoma na Kopališki ulici, ki sta bila uporabljena pri primeru $Q_{povp,d} + \text{požar}$ za simulacijo požara.



Slika 5: Trase vseh variant z izbranimi hidrantoma za simulacijo požara

4.6 Vsi hidranti uporabljeni v simulaciji na območju Škofje Loke

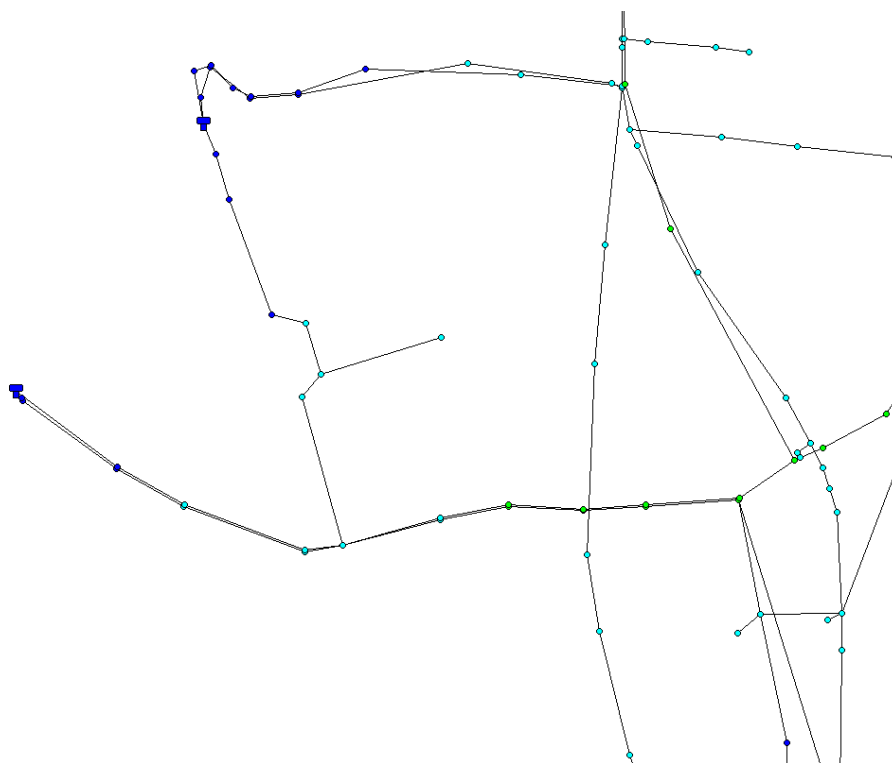
Ker je potrebno simulirati 2 požara, za vsak požar pa 2 hidranta, sem si moral izbrati poleg enega požara v naselju Karlovc, požar 1 na spodnji sliki, še en požar v Škofji Loki, požar 2 na spodnji sliki, ob Partizanski cesti, kot je razvidno na sliki 6.



Slika 6: Vsi štiri hidranti uporabljeni v simulaciji.

4.7 Podvariante vodohranov uporabljene pri hidravličnem izračunu v točki 5

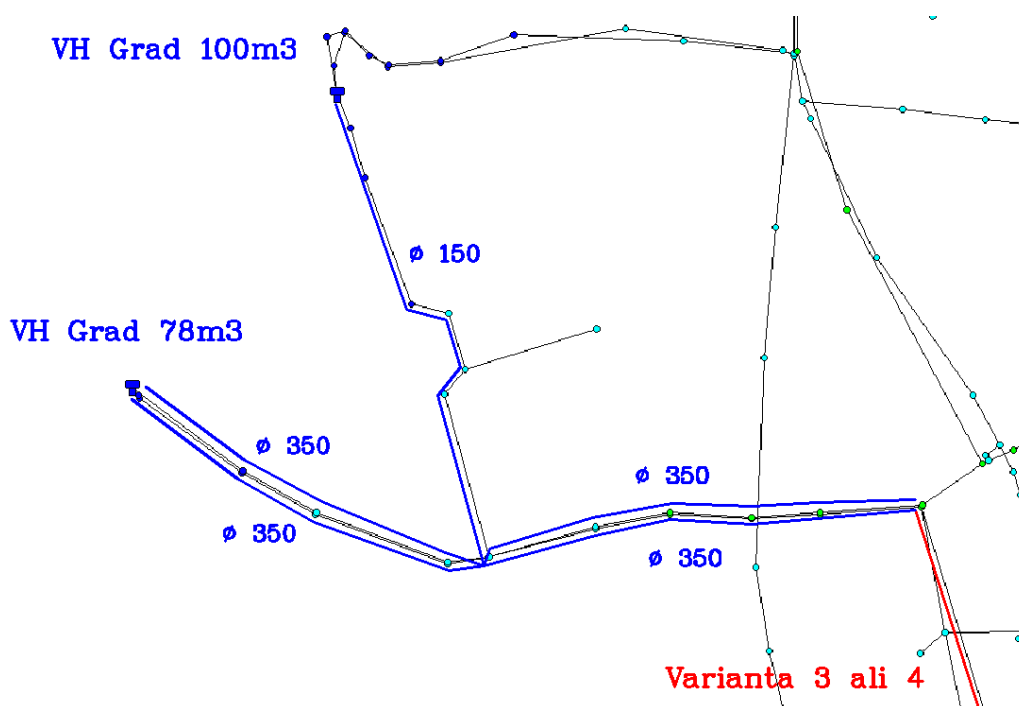
Vse te podvariante vodohranov so uporabljene pri hidravličnem računu v točki 5 za vsak primer: $Q_{povp,d}$, $Q_{max,d}$, $Q_{povp,d+požar}$. Predvsem gre pri »podvariantah vodohranov« za različne načine povezovanja (izklapljanje, priklapljanje cevi z ventili) vodohranov s cevmi, Grad 100 m^3 in Grad 78 m^3 , da bi se ugotovilo, katera varianta najbolj odgovarja potrebam naselja Karlovc v preskrbovalnem in tlačnem smislu v navezi z varianto trase 3 ali 4. Zaradi tega sem sestavil 4 podvariante z različnimi načini povezovanja med vodohranoma. Nekatere so se izkazale za bolj ugodne, nekatere manj. Na sliki 7 je prikazan osnovni sistem cevi v okolici vodohranov. Potek obstoječih cevovodov na podvariantah, ki jih po potrebi zapiram in odpiram, je označen z modro barvo, na podlagi iz programa Epanet (na spodnji sliki).



Slika 7: Sistem cevi v okolici vodohranov Grad.

4.7.1 Podvarianta vodohranov 1

Pri tej podvarianti imamo dva AC ϕ 350 cevovoda skupaj s ϕ 150 cevovodom (dovodni cevovod za vodohran Grad 100 m³), vsi pa se stikujejo v isti točki-vsi so povezani med sabo.

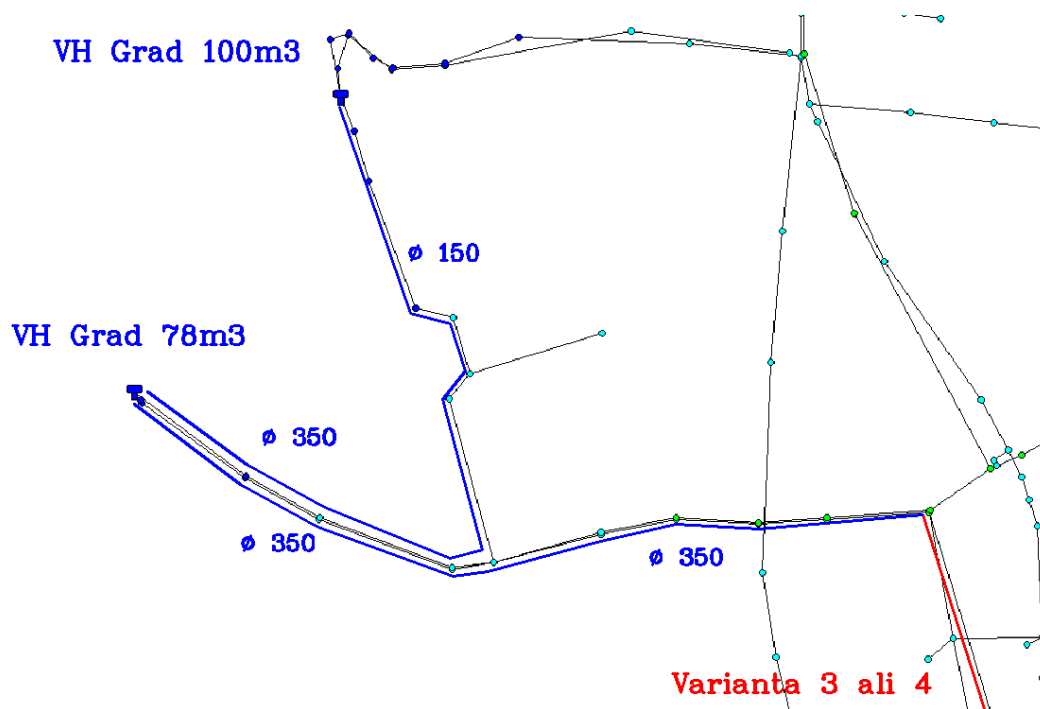


Slika 8: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 1

V točki T23, razvidno na prilogi 4, kjer se končata varianti 3 in 4 (v rdeči barvi), se v tej podvarianti začneta dva cevovoda AC ϕ 350 (označena z modro barvo), ki se nadaljujeta proti vodohranu Grad 78 m³. Na ta dva cevovoda se priključi cevovod ϕ 150 na nadmorski višini približno 372,60 m, ki poteka do vodohrana Grad 100 m³ (v modri barvi)

4.7.2 Podvarianta vodohranov 2

Tukaj imamo dva AC ϕ 350 cevovoda skupaj s ϕ 150 cevovodom, vendar se ne stikujejo v isti točki, ker en cevovod AC ϕ 350 predstavlja dovodni cevovod do vodohrana Grad 78 m³, ostali (odvodni cevovod vodohrana Grad 78 m³) AC ϕ 350 pa je povezan s ϕ 150, ki predstavlja dotok v vodohran Grad 100 m³.

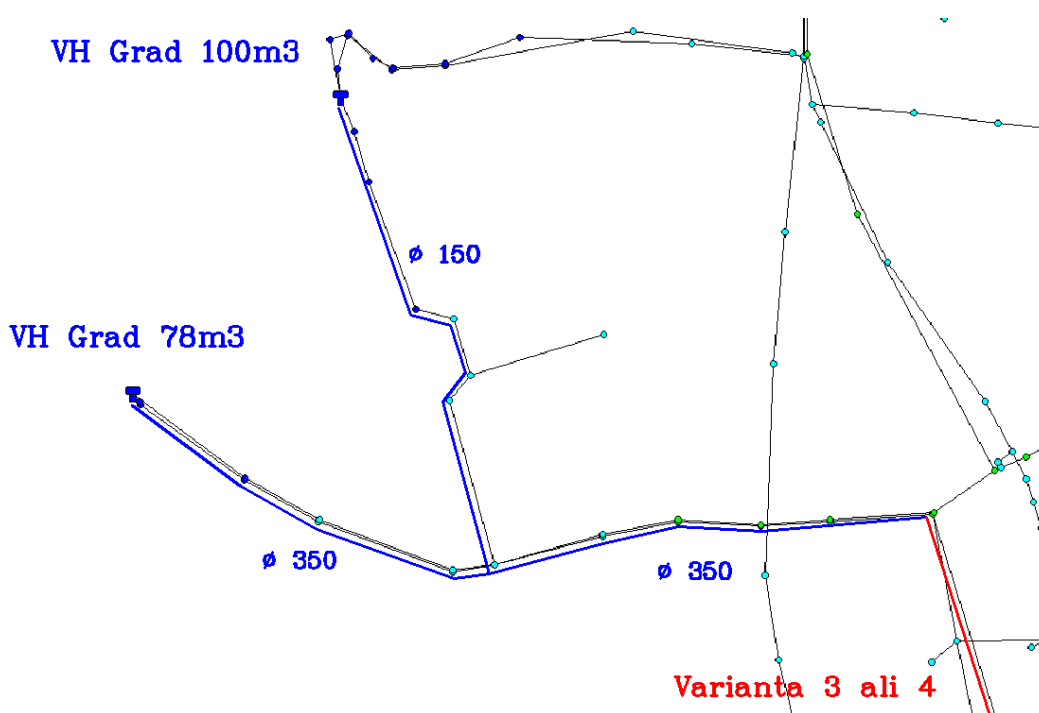


Slika 9: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 2

V točki T23, razvidno na prilogah, kjer se končata varianti 3 in 4 (v rdeči barvi), se v tej podvarianti začne en cevovod AC ϕ 350 (označen z modro barvo), ki se nadaljuje proti vodohranu Grad 78 m³. Od vodohrana Grad 78 m³ odteka voda po drugem cevovodu AC ϕ 350, ki pa se na nadmorski višini približno 372, 60 m združi v cevovod ϕ 150 (v modri barvi).

4.7.3 Podvarianta vodohranov 3

Pri tej varianti imamo en cevovod AC ϕ 350, ki funkcioniira kot dovod in odvod obenem za vodohran Grad 78 m³, ϕ 150 pa se stika v eni točki s tem cevovodom AC ϕ 350 in deluje kot dovod za vodohran Grad 100 m³.

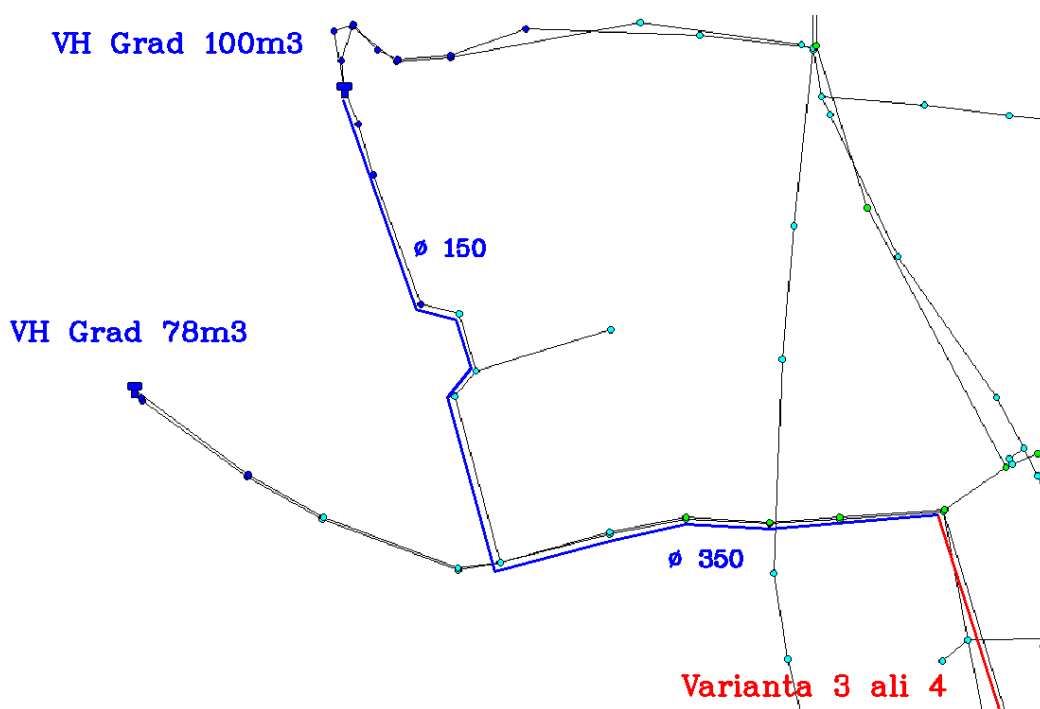


Slika 10: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 3

V točki T23, razvidno na prilogi 4, kjer se končata varianti 3 in 4 (v rdeči barvi), se v tej podvarianti začne en cevovod AC ϕ 350 (označen z modro barvo), ki se nadaljuje proti vodohranu Grad 78 m³. Na ta cevovod se priključi cevovod ϕ 150 na nadmorski višini približno 372,60 m, ki poteka do vodohrana Grad 100 m³ (v modri barvi).

4.7.4 Podvarianta vodohranov 4

Varianta 4 vsebuje najmanjše število potrebnih cevi za izvedbo le-te, saj tukaj vodohran Grad 78 m³ ni več v uporabi in se zato zapre vse dovodne in dovodne cevi do njega. Tu se uporabi en cevovod ϕ 150, ki funkcionira kot dovod do vodohrana Grad 100m³ in en cevovod AC ϕ 350, ki se stika skupaj s cevovodom ϕ 150.



Slika 11: Potek obstoječih cevi v podvarianti vodohranov 4

V točki T23, razvidno na prilogi 4, kjer se končata varianti 3 in 4 (v rdeči barvi), se v tej podvarianti začne en cevovod AC ϕ 350 (označen z modro barvo), ki se na nadmorski višini približno 372,60 m združi v cevovod ϕ 150, le-ta pa poteka do vodohrana 100 m³ (v modri barvi).

5 OPIS IN IZRAČUN HRAVLIČNIH RAZMER ZA IZBRANE VARIANTE IN PREDLOGI ZA REHABILITACIJO VODOVODNEGA SISTEMA V NASELJU KARLOVC V ŠKOFJI LOKI

5.1 Predpostavke, prevzeti podatki in izhodišča pri hidravličnem izračunu

Izhodišče prve predpostavke je, da če bo hidravlično zadoščeno razmeram pri varianti 3 (premer cevi 200 mm), potem je varianta 4 še bolj ugodna, kjer je predvideni večji premer cevi (300 mm). Pri varianti 3, za primer $Q_{\text{povprečni,d}}$ in vseh njenih podvariantah, je bilo treba preveriti, kakšni tlaki so v obstoječih ceveh na območju Karlovca v Škofji loki, volumensko zadostnost vodohranov Grad (100 m^3 in 78 m^3) ter hidravlično zadostnost primarnih napajalnih ceveh do vodohranov. Pri primerih $Q_{\text{maksimalni,d}}$ in $Q_{\text{povprečni,d}}$ +požar pa je bilo treba preveriti hidravlični sistem na predpostavljenih povečanih premerih cevi, ker zaganjanje simulacij na že obstoječem, hidravlično neugodnem (ugotovljeno v nadaljevanju v vsaki podtočki variante 3) vodovodnem sistemu, bi bilo nesmiselno. Prav tako je bila preverjena volumenska ustreznost vodohranov Grad za zadnji dve varianti ($Q_{\text{max,d}}$, $Q_{\text{povp.,d+požar}}$). Kot merilo za minimalne vodne tlake v ceveh sem vzel vrednost 2,5 bara. Kjer je ta vrednost padla pod 2,5 bara, sem smatral, da so problemi s prenizkimi tlaki. To sem poskušal sanirati s predpostavljenimi večjimi premeri cevi pri hidravlični presoji za $Q_{\text{max,d}}$ in $Q_{\text{povp.,d+požar}}$, ki sta merodajna primera. Privzeta minimalna višina vode v vodohranih Grad je 0,5 m. Vrednosti pod to mejo pomenijo, da vodohran ne zagotavlja zadostnih količin vode za sistem (nizkotlačno cono Karlovca) in je zato odtok v sistem večji od dotoka v vodohran, zaradi česar lahko pričakujemo podtlake v nizkotlačnem covovodu, ki je vezan na vodohrana VH Grad 100 m^3 in 78 m^3 . Primer $Q_{\text{minimalno}}$ ni potrebno delati, ker se nahajamo v nizkotlačni coni v naselju Karlovc, kjer je največja višinska razlika med vodohranom Grad 100 m^3 in najnižjo točko na območju naselja Karlovc približno 39 m (3.9 bar), kar ne privede do prevelikih tlakov; primarni napajalni cevovodi pa premorejo 6-7,5 barov tlaka konstantno, zaradi česar so priporočene cevi, ki prenesejo visoke tlake do 16 barov in zato tukaj ni problemov. Ng novih cevi pri primerih $Q_{\text{max,d}}$, Q_{povp} ter $Q_{\text{povp.+požar}}$ sem vzel, da je 0.012. V programu Epanet je nastavljeno, da se izgube računa po enačbah Chezy-Manning.

Simulacije sem izvedel najprej za vsako varianto in vsako podvarianto za obdobje 24 ur, nato pa sem izvedel še simulacije za celotedenski cikel (7 dni), da bi preveril ali se gladina vode v obeh vodohranih Grad ustali-zvišuje ali znižuje skozi obdobje več dni.

Izhodišča za izračun porabe pitne vode:

V študiji, ki jo je opravila Občina Škofja Loka, 2006, so podane potrebne količine vode, ki bi zadostovale za oskrbo okoli 31000 prebivalcev do leta 2060. Po štetju prebivalcev leta 2003 ima Škofja Loka približno 19500 oskrbovanih prebivalcev z vodo, kar je razvidno iz tabele 7. Predvideno število prebivalcev se bo povečalo na račun novih zazidalnih con, izven ožjega mestnega jedra. Predvidevamo, da bo trend rasti števila prebivalcev v ožjem mestnem jedru negativen. Zato smo pri hidravlični simulacijah upoštevali obstoječe stanje po popisu iz leta 2003.

Opazil sem tudi zanimiv problem, ko sem prvič zaganjal simulacije na vseh variantah in podvariantah, kjer se je v Epanetu pokazalo (pri izračunu hidravlike), da časovni korak 1 ura ne zadostuje za izračun hidravlike. Ta problem sem odkril pri vodohranu Grad 100 m³, kjer sem pri vseh variantah-podvariantah, naletel na zelo čudno spreminjanje vodne gladine v vodohranu. Takrat, ko je največja poraba (od 13.-14. ure), je nastal nenaden skok v gladini vode za približno 1,7 m in je zato kazalo, da se vodohran takrat celo polni, kar pa je praktično nemogoče, če je takrat največja poraba v dnevu. Časovni korak sem zato spremenil na 1 minuto, kar pa je dalo bolj verodostojne rezultate.

5.2 Demografski podatki in izračuni naraščanja prebivalstva za Škofjo loko

Vse podatke, grafe in izračune o naraščanju (upadanju) prebivalstva v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006.

Preglednica 1: Demografski podatki za občino Škofja loka

| Leto | | 1869 | 1900 | 1931 | 1961 | 1971 | 1981 | 1991 | 2002 |
|-------|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|------|-----------------|------|------|
| Štev. | Ime naselja | ŠTEVILO PREBIVALCEV PO POPISU | | | | | | | |
| 1 | Binkelj | 128 | 84 | 118 | 140 | 125 | 141 | 155 | 164 |
| 2 | Bodovlje | 68 | 79 | 90 | 103 | 117 | 87 | 103 | 175 |
| 3 | Breznica pod Lubnikom | 132 | 115 | 105 | 68 | 60 | 40 | 34 | 42 |
| 4 | Brode | 104 | 87 | 75 | 102 | 102 | 87 | 116 | 148 |
| 5 | Bukov vrh nad Visokim | 220 | 192 | 200 | 137 | 121 | 212 | 125 | 42 |
| 6 | Bukovica | 143 | 140 | 134 | 140 | 141 | 146 | 159 | 154 |
| 7 | Bukovščica | 173 | 150 | 133 | 100 | 101 | 124 | 128 | 139 |
| 8 | Crngrob | 42 | 47 | 47 | 46 | 46 | 46 | 35 | 33 |
| 9 | Dorfarje | 142 | 124 | 163 | 194 | 173 | 174 | 172 | 176 |
| 10 | Draga | 91 | 90 | 88 | 90 | 85 | 53 | 88 | 118 |
| 11 | Florjan nad Zmincem | 48 | 35 | 38 | 24 | 23 | 25 | 17 | 27 |
| 12 | Forme | 38 | 45 | 59 | 97 | 97 | 109 | 111 | 121 |
| 13 | Gabrk | 50 | 55 | 56 | 65 | 72 | 75 | 94 | 97 |
| 14 | Gabrovo | 46 | 56 | 35 | 27 | 27 | 18 | 27 | 28 |
| 15 | Gabrška gora | 97 | 102 | 77 | 59 | 60 | 51 | 53 | 60 |
| 16 | Godešič | 321 | 342 | 351 | 416 | 486 | 558 | 613 | 663 |
| 17 | Gorenja vas - Reteče | 137 | 153 | 177 | 273 | 293 | 325 | 324 | 368 |
| 18 | Gosteče | 100 | 90 | 68 | 100 | 99 | 84 | 82 | 74 |
| 19 | Grenc | 87 | 64 | 77 | 135 | 159 | 149 | 161 | 181 |
| 20 | Hosta | 36 | 51 | 38 | 39 | 36 | 43 | 61 | 80 |
| 21 | Knape | 92 | 92 | 94 | 75 | 79 | 66 | 76 | 84 |
| 22 | Kovski vrh | 42 | 51 | 30 | 29 | 29 | 27 | 23 | 28 |
| 23 | Križna gora | 98 | 86 | 101 | 73 | 78 | 82 | 88 | 102 |
| 24 | Lenart nad Lušo | 216 | 156 | 142 | 101 | 107 | 94 | 90 | 90 |
| 25 | Lipica | 49 | 51 | 48 | 32 | 36 | 36 | 35 | 37 |
| 26 | Log nad Škofjo Loko | 143 | 103 | 127 | 126 | 122 | 156 | 173 | 179 |
| 27 | Moškrin | 34 | 25 | 31 | 24 | 22 | 26 | 23 | 20 |
| 28 | Na Logu | 100 | 94 | 83 | 76 | 66 | 58 | 95 | 130 |
| 29 | Papimica | 37 | 59 | 48 | 57 | 68 | 43 | 26 | 61 |
| 30 | Pevno | 116 | 81 | 66 | 58 | 53 | 43 | 47 | 59 |
| 31 | Podpulfrca | 27 | 26 | 39 | 55 | 50 | 45 | 39 | 38 |
| 32 | Pozirno | 102 | 81 | 61 | 49 | 45 | 39 | 30 | 27 |
| 33 | Praprotno | 112 | 92 | 111 | 92 | 96 | 114 | 118 | 134 |
| 34 | Pungert | 78 | 70 | 71 | 89 | 99 | 101 | 122 | 125 |
| 35 | Puštal | 343 | 350 | 377 | 522 | 561 | 555 | 552 | 604 |
| 36 | Reteče | 132 | 152 | 210 | 332 | 390 | 477 | 502 | 595 |
| | | | | | | | se nadaljuje... | | |

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| ...nadaljevanje | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 37 | Rovte v Selški dolini | 64 | 106 | 87 | 70 | 59 | 54 | 58 | 54 |
| 38 | Sopotnica | 137 | 98 | 92 | 72 | 56 | 59 | 67 | 70 |
| 39 | Spodnja Luša | 150 | 161 | 134 | 97 | 88 | 96 | 111 | 130 |
| 40 | Staniše | 55 | 42 | 34 | 22 | 17 | 8 | 9 | 8 |
| 41 | Stara Loka | 500 | 485 | 451 | 748 | 1549 | 1499 | 599 | 808 |
| 42 | Stirpnik | 84 | 95 | 83 | 77 | 72 | 81 | 89 | 80 |
| 43 | Strmica | 18 | 66 | 73 | 59 | 52 | 50 | 62 | 64 |
| 44 | Suha | 274 | 244 | 346 | 1210 | 1902 | 2426 | 132 | 158 |
| 45 | Sv. Andrej nad Zmincem | 95 | 104 | 78 | 58 | 72 | 55 | 92 | 139 |
| 46 | Sv. Duh | 282 | 223 | 268 | 484 | 505 | 832 | 844 | 930 |
| 47 | Sv. Ožbolt nad Zmincem | 196 | 172 | 137 | 94 | 84 | 72 | 64 | 78 |
| 48 | Sv. Petra Hrib | 34 | 40 | 41 | 28 | 31 | 30 | 29 | 32 |
| 49 | Sv. Tomaž nad Praprotnim | 59 | 60 | 46 | 41 | 47 | 41 | 34 | 55 |
| 50 | Sv. Barbara | 186 | 154 | 124 | 81 | 69 | 77 | 85 | 100 |
| 51 | Ševlje | 139 | 107 | 109 | 115 | 123 | 150 | 159 | 201 |
| 52 | Škofja Loka | 2102 | 2308 | 2545 | 4266 | 4969 | 4913 | 12340 | 12289 |
| 53 | Trata | 85 | 65 | 79 | 142 | 161 | 213 | 160 | 163 |
| 54 | Trnje | 91 | 103 | 88 | 81 | 79 | 79 | 71 | 59 |
| 55 | Valterski vrh | 50 | 40 | 24 | 23 | 10 | 10 | 7 | 5 |
| 56 | Vešter | 126 | 129 | 172 | 170 | 179 | 141 | 139 | 178 |
| 57 | Vincarje | 26 | 44 | 57 | 110 | 200 | 180 | 162 | 162 |
| 58 | Virlog | 94 | 82 | 83 | 94 | 90 | 88 | 99 | 100 |
| 59 | Virmaše | 243 | 248 | 250 | 413 | 443 | 425 | 453 | 512 |
| 60 | Visoko pri Poljanah | 26 | 30 | 28 | 15 | 20 | 17 | 14 | 26 |
| 61 | Zgornja Luša | 68 | 64 | 70 | 71 | 58 | 79 | 86 | 98 |
| 62 | Zminec | 92 | 110 | 141 | 166 | 164 | 231 | 271 | 391 |
| | skupaj | 11069 | 10950 | 11339 | 14913 | 17394 | 18396 | 22924 | 24095 |

Preglednica 2: Stopnja naravnega prirastka (izračunana za leto 2002)

| Izhodiščno leto | 1869 | 1900 | 1931 | 1961 | 1971 | 1981 | 1991 | 2002 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Naravni prirastek | 0,59% | 0,78% | 1,07% | 1,18% | 1,06% | 1,29% | 0,45% | 0,00% |

Preglednica 3: Predvideno število prebivalcev

| Prirastek prebivalstva (p) | Leto | | |
|----------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | 2002 | 2025 | 2050 |
| | Število prebivalcev | | |
| 0,59% | 24095 | 27564 | 31904 |
| 0,78% | 24095 | 28785 | 34923 |
| 1,07% | 24095 | 30759 | 40108 |
| 1,18% | 24095 | 31536 | 42254 |
| 1,06% | 24095 | 30685 | 39909 |
| 1,29% | 24095 | 32381 | 44650 |
| 0,45% | 24095 | 26740 | 29946 |

V strokovnih podlagah za srednji in dolgoročni plan občine Škofja Loka, je predvidena naslednja projekcija prebivalstva po naravni rasti.

Preglednica 4: Prognoza naraščanja prebivalstva Urbanističnega inštituta-1

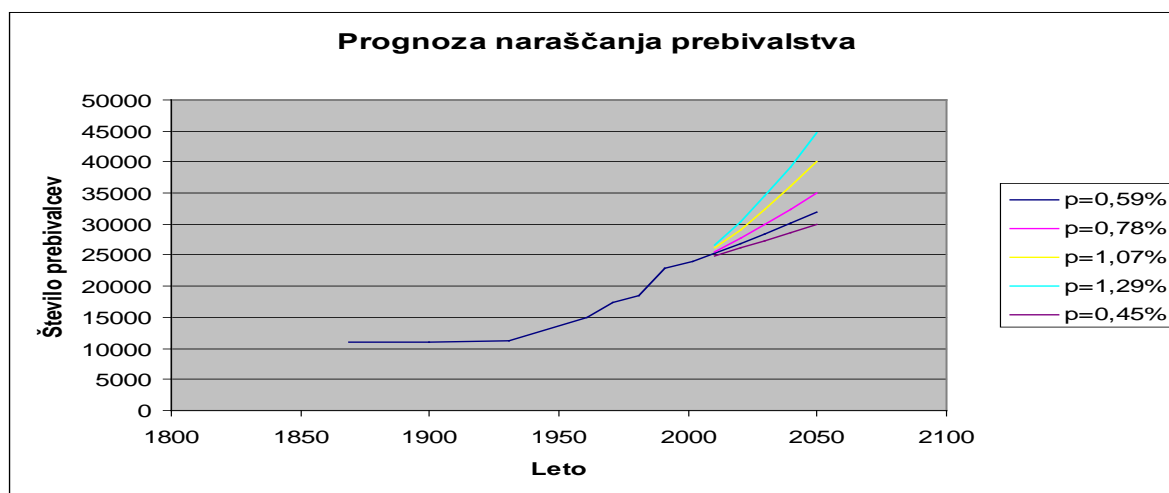
| Leto ali obdobje | Št. prebivalcev |
|------------------|-----------------|
| 2005 | 21 800 |
| med 2009-12 | 22 200 |
| 2030 | 21 000 |

V istih podlagah je predvidena projekcija prebivalstva po naravni rasti za mesto Škofja Loka:

Preglednica 5: Prognoza naraščanja prebivalstva Urbanističnega inštituta-2

| Leto | Št. prebivalcev |
|------|-----------------|
| 2005 | 12 583 |
| 2010 | 12 702 |
| 2030 | 11 950 |

Ker število prebivalcev občine po popisu iz leta 2002 že precej presega predvidene podatke (24095/22200), bomo v nadaljnih izračunih privzeli stopnjo naravnega prirastka 0,59 %, ki velja za obdobje 1869-2002. Ta prognoza se najbolj prilega dosedanji liniji naraščanja prebivalstva. Grafični prikaz dosedanjega poteka naraščanja prebivalstva na področju občine Škofja Loka je podan v spodnjem diagramu. Dosedanjemu trendu naraščanja prebivalstva se najbolj prilega spodnja linija za stopnjo naravnega prirastka ($p=0,59\%$).



Prognoza naraščanja prebivalstva (Občina Škofja loka, 2006)

5.3 Poraba vode v sedanosti v Škofji loki

Vse podatke in izračune o dosedanji porabi v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006.

Preglednica 6: Dosedanja poraba vode (prodana voda v [m³/leto]) v Škofji loki med letoma 1985-2003

| Leto | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Škofja Loka : | | | | | | | | |
| prebivalci | 708.068 | 840.336 | 806.457 | 830.610 | 834.692 | 813.638 | 852.595 | 854.072 |
| ustanove | 92.374 | 105.122 | 100.255 | 93.767 | 84.594 | 91.114 | 95.379 | 85.589 |
| industrija | 1.327.120 | 1.330.789 | 1.332.625 | 1.182.612 | 1.159.748 | 975.520 | 903.273 | 976.612 |
| (tehnološka voda) | | | | | | | | |
| skupaj | 2.127.562 | 2.276.247 | 2.239.337 | 2.106.989 | 2.079.034 | 1.880.272 | 1.851.247 | 1.916.273 |

| Leto | 1993 | 1994 | 1.995 | 1996 | 1997 | 1.998 | 1.999 | 2.000 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Škofja Loka : | | | | | | | | |
| prebivalci | 882.784 | 867.645 | 888.604 | 876.100 | 946.507 | 905.339 | 1.031.813 | 947.195 |
| ustanove | 139.583 | 162.540 | 147.329 | 138.528 | 118.312 | 105.881 | 95.908 | 79.007 |
| industrija | 994.761 | 800.043 | 831.384 | 771.899 | 696.744 | 680.667 | 711.567 | 699.532 |
| (tehnološka voda) | | 166.684 | 140.400 | 150.914 | 173.124 | | | |
| skupaj | 2.017.128 | 1.996.912 | 2.007.717 | 1.937.441 | 1.934.687 | 1.691.887 | 1.839.288 | 1.725.734 |

| Leto | 2.001 | 2.002 | 2.003 | 2.004 | 2.005 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Škofja Loka : | | | | | |
| prebivalci | 961.039 | 920.062 | 938.899 | 917.278 | 895.657 |
| ustanove | 84.101 | 74.543 | 76.371 | 70.222 | 64.073 |
| industrija | 652.339 | 613.398 | 612.531 | 565.382 | 518.233 |
| (tehnološka voda) | | | | | |
| skupaj | 1.697.479 | 1.608.003 | 1.627.801 | 1.552.882 | 1.477.963 |

Preglednica 7: Število oskrbovanih prebivalcev v letu 2003

| Naselje | Leto | | | |
|-----------------|------|------|-----------|----------|
| | 1985 | 2002 | 2003 | 2003 |
| | | | Iz popisa | Komunala |
| Binkelj | 146 | 164 | 165 | 162 |
| Bodovlje | 93 | 175 | 184 | 182 |
| se nadaljuje... | | | | |

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| ...nadaljevanje | | | | |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Crngrob | 41 | 33 | 33 | 34 |
| Dorfarje | 173 | 176 | 176 | 189 |
| Forme | 110 | 121 | 122 | 129 |
| Gabrak | 82 | 97 | 97 | 95 |
| Godešič | 579 | 663 | 668 | 658 |
| Gorenja vas - Reteče | 325 | 368 | 372 | 360 |
| Gosteče | 83 | 74 | 73 | 74 |
| Grenc | 154 | 181 | 183 | 182 |
| Hosta | 49 | 80 | 82 | 83 |
| Lipica | 36 | 37 | 37 | 37 |
| Log nad Škofjo Loko | 163 | 179 | 180 | 181 |
| Na Logu | 71 | 130 | 134 | 129 |
| Papirnica | 35 | 61 | 66 | 56 |
| Podpulfrca | 42 | 38 | 38 | 41 |
| Pungert | 109 | 125 | 125 | 132 |
| Puštal | 554 | 604 | 609 | 623 |
| Reteče | 487 | 595 | 604 | 601 |
| Stara Loka | 1.039 | 808 | 830 | 635 |
| Suha | 757 | 158 | 161 | 154 |
| Sv.Duh | 837 | 930 | 938 | 959 |
| Škofja Loka | 7.101 | 12.289 | 12.284 | 12.143 |
| Trata | 190 | 163 | 163 | 157 |
| Trnje | 76 | 59 | 58 | 64 |
| Vešter | 140 | 178 | 182 | 185 |
| Vincarje | 173 | 162 | 162 | 162 |
| Virlog | 92 | 100 | 100 | 113 |
| Virmaše | 436 | 512 | 518 | 518 |
| Visoko pri Poljanah | 16 | 26 | 28 | 23 |
| Zminec | 246 | 391 | 404 | 409 |
| Skupaj oskrbov.prebiv. | 14.435 | 19.677 | 19.776 | 19.470 |

Preglednica 8: Analiza porabe vode v industriji

| Analiza porabe vode v industriji | Enote | 1.995 | 2.000 | 2.003 |
|----------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| Letna poraba vode | m ³ /leto | 922.813 | 652.339 | 612.531 |
| Industrijske površine | ha | 112,43 | 112,43 | 112,43 |
| Letna poraba vode na ha | m ³ /ha | 8.208 | 5.802 | 5.448 |
| Delovni dnevi | dan | 283 | 283 | 283 |
| Dnevna poraba vode | m ³ /dan | 3.260,82 | 2.305,08 | 2.164,42 |
| Dnevna poraba vode na ha | m ³ /dan.ha | 29,00 | 20,50 | 19,25 |
| Delovni čas | ur/dan | 16,00 | 16,00 | 16,00 |
| Urna poraba vode | m ³ /uro | 203,80 | 144,07 | 135,28 |
| Urna poraba vode na ha | m ³ /uro.ha | 1,81 | 1,28 | 1,20 |
| Urna poraba vode na ha | l/s.ha | 0,50 | 0,36 | 0,33 |

Predstavljeni so tudi teoretični izračuni različnih porab. Izračun je narejen za izbrano leto 2003, ki naj bi predstavljalo sedanjo porabo. Osnova za te izračune so podatki o letni prodani vodi. Trenutno ni na razpolago drugih merjenih podatkov, zato se kot porabljena voda upošteva prodana voda. V preglednici 9 je razvidno spreminjanje porabe vode v procentih za vsak mesec, glede na letno porabo vode v letu 2003. Porabe so izračunane na podlagi literature Mutschmann in Stimmelmayer, (1995) za manjše mesto.

Preglednica 9: Mesečno spreminjanje vode v letu 2003

| Mesec | januar | februar | marec | april | maj | junij | |
|--------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|-----------|
| delež let.porabe v % | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| poraba [m ³] | 97.668 | 97.668 | 113.946 | 130.224 | 146.502 | 162.780 | |
| Mesec | julij | avg. | septemb. | okt. | novemb. | decemb. | skupaj |
| delež let.porabe v % | 11 | 11 | 10 | 9 | 7 | 6 | 100 |
| poraba [m ³] | 179.058 | 179.058 | 162.780 | 146.502 | 113.946 | 97.668 | 1.627.801 |

Preglednica 10: Koeficient neenakomerne mesečne porabe

| | | |
|---|-------------------|---------|
| Povprečna mesečna poraba vode : | [%] | 8,3 |
| | [m ³] | 135.650 |
| Koeficient neenakom.mesečne porabe (k=max. mes. poraba/povp. mes. poraba) | k | 1,32 |

Največja dnevna poraba vode je izračunana po enačbi :

$$Q_{MAX,D} = 8,77365 \cdot Q_A^{0,95549} \quad (1)$$

Enačba velja od 10000 do 2000000 m³/leto

Oznake:

Q_A - letna poraba podana v 1000 m³,

$Q_{max,d}$ - največja dnevna poraba vode v letu

Preglednica 11: Izračun povprečne in največje dnevne porabe v letu 2003

| Naselje | Št.oskrb. prebival. (os) | Letna poraba vode [m ³] | Dnevna poraba vode | | | Faktor neenakomern. | | |
|------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|--|
| | | | povpreč. [m ³ /dan] | največja [m ³ /dan] | najmanjša [m ³ /dan] | največji | najmanjši | |
| Binkelj | 162 | 8.825 | 24,18 | 70,28 | 12,09 | 2,91 | 0,5 | |
| Bodovlje * | 182 | 30.284 | 82,97 | 228,28 | 41,48 | 2,75 | 0,5 | |
| | | | | | | | se nadaljuje... | |

| ...nadaljevanje | | | | | | | |
|------------------------|--------|-----------|---------|----------|---------|------|------|
| Crngrob | 34 | 795 | 2,18 | 7,05 | 1,09 | 3,24 | 0,5 |
| Dorfarjo | 189 | 7.154 | 19,60 | 57,50 | 9,80 | 2,93 | 0,5 |
| Forme | 129 | 6.942 | 19,02 | 55,87 | 9,51 | 2,94 | 0,5 |
| Gabrak | 95 | 50 | 0,14 | 0,50 | 0,07 | 3,66 | 0,5 |
| Godešič | 658 | 36.893 | 101,08 | 275,66 | 60,65 | 2,73 | 0,6 |
| Gorenja vas - Reteče * | 360 | 30.763 | 84,28 | 231,73 | 50,57 | 2,75 | 0,6 |
| Gosteče * | 74 | 6.043 | 16,56 | 48,94 | 8,28 | 2,96 | 0,5 |
| Grenc | 182 | 9.307 | 25,50 | 73,94 | 12,75 | 2,90 | 0,5 |
| Hosta ** | 83 | 6.895 | 18,89 | 55,51 | 9,45 | 2,94 | 0,5 |
| Lipica | 37 | 2.292 | 6,28 | 19,38 | 3,14 | 3,09 | 0,5 |
| Log nad Škofjo Loko | 181 | 4.029 | 11,04 | 33,22 | 5,52 | 3,01 | 0,5 |
| Na Logu | 129 | 3.147 | 8,62 | 26,24 | 4,31 | 3,04 | 0,5 |
| Papirnica | 56 | 653 | 1,79 | 5,84 | 0,89 | 3,26 | 0,5 |
| Podpulfra | 41 | 1.900 | 5,21 | 16,20 | 2,60 | 3,11 | 0,5 |
| Pungert | 132 | 635 | 1,74 | 5,69 | 0,87 | 3,27 | 0,5 |
| Puštal | 623 | 30.145 | 82,59 | 227,28 | 49,55 | 2,75 | 0,6 |
| Reteče | 601 | 38.116 | 104,43 | 284,39 | 62,66 | 2,72 | 0,6 |
| Stara Loka * | 635 | 57.124 | 156,50 | 418,60 | 93,90 | 2,67 | 0,6 |
| Suha *** | 154 | 21.654 | 59,33 | 165,68 | 29,66 | 2,79 | 0,5 |
| Sv.Duh | 959 | 61.773 | 169,24 | 451,10 | 101,54 | 2,67 | 0,6 |
| Škofja Loka * | 12.143 | 1.070.264 | 2932,23 | 6883,81 | 2052,56 | 2,35 | 0,7 |
| Trata * | 157 | 96.621 | 264,72 | 691,67 | 132,36 | 2,61 | 0,5 |
| Trnje | 64 | 3.252 | 8,91 | 27,07 | 4,45 | 3,04 | 0,5 |
| Vešter | 185 | 8.236 | 22,56 | 65,79 | 11,28 | 2,92 | 0,5 |
| Vincarje * | 162 | 38.661 | 105,92 | 288,27 | 52,96 | 2,72 | 0,5 |
| Virlog | 113 | 6.080 | 16,66 | 49,23 | 8,33 | 2,96 | 0,5 |
| Virnaše | 518 | 30.015 | 82,23 | 226,34 | 49,34 | 2,75 | 0,6 |
| Visoko pri Poljanah | 23 | 914 | 2,50 | 8,05 | 1,25 | 3,22 | 0,5 |
| Zminec * | 409 | 8.338 | 22,84 | 66,56 | 13,71 | 2,91 | 0,6 |
| | | | | | | | |
| Seštevek | 19.470 | 1.627.800 | 4459,73 | 11065,66 | 2896,63 | 2,48 | 0,65 |

Opombe:

- * naselje z industrijo - izračunana največja dnevna poraba je prevelika
- ** nepojasnjena velika poraba vode
- *** velika javna poraba (komunalna čistilna naprava)

Za hidravlični preračun vodovodnega omrežja in vodnih virov je odločilna poraba vode v dnevu z največjo porabo v letu. Vodni viri morajo pokriti celodnevno porabo tega dne.

Preglednica 12: Potrebna kapaciteta vodnih virov

| | | | |
|---|---------|--------------|---------------------------|
| Največja dnevna poraba v letu 2003 : | Q max,d | 11065,66 | [m ³ /dan] |
| Povprečna poraba v 1 uri : | Q sred | 461,07 | [m ³ /uro] |
| Povprečna poraba v 1 uri v l/s : | Q sred | 128,1 | [l/s] |
| Potrebna najmanjša kapaciteta vodnih virov : | | 128,1 | [l/s] (brez izgub) |
| Potrebna najmanjša kapaciteta vodnih virov : | | 177,3 | [l/s] (z izgubami) |

Oznake:

Q_{sred} - Povprečna poraba vode v 1 uri v dnevu z največjo porabo vode v letu

Črta spreminjanja urne porabe tekom dneva z največjo porabo vode v letu je podlaga za določitev fluktuirajoče prostornine vode in s tem za določitev potrebne prostornine vodohranov za izravnavo dnevnega nihanja porabe. Za manjše mesto kot je Škofja Loka podaja Mutschmann in Stimmelmayer, (1995) naslednje % deleže celodnevne porabe. V tabeli 13 je upoštevana tudi poraba vode v industriji.

Preglednica 13: Spreminjanje urne (poraba vode v teku 1 ure) porabe v dnevu z največjo porabo v letu

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| [%] | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,0 |
| Poraba [m ³ /h] | 221,31 | 165,98 | 110,66 | 55,33 | 55,33 | 165,98 | 276,64 | 331,97 |
| Poraba [l/s] | 61,48 | 46,11 | 30,74 | 15,37 | 15,37 | 46,11 | 76,84 | 92,21 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------------|--------|--------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| [%] | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 5,0 |
| Poraba [m ³] | 387,30 | 442,63 | 553,28 | 774,60 | 1051,24 | 1106,57 | 940,58 | 553,28 |
| Poraba [l/s] | 107,58 | 122,95 | 153,69 | 215,17 | 292,01 | 307,38 | 261,27 | 153,69 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| [%] | 3,5 | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 2,5 |
| Poraba [m ³ /h] | 387,30 | 331,97 | 553,28 | 885,25 | 663,94 | 442,63 | 331,97 | 276,64 |
| Poraba [l/s] | 107,58 | 92,21 | 153,69 | 245,90 | 184,43 | 122,95 | 92,21 | 76,84 |

Opomba :v zgornji tabeli je poraba vode v industriji porazdeljena preko celega dneva (dejansko je delovni čas 16 ur dnevno), zato je jutranja poraba prevelika, dnevna pa premajhna. Poraba vode z upoštevanjem delovnega časa je podana v tabeli 16.

Črta spreminjanja urne porabe tekom dneva s povprečno porabo vode v letu ($Q_{povp,d}$) je v

kombinaciji s požarom merodajna za preverbo vodovodnega sistema glede požarne varnosti mesta. V spodnji tabeli je upoštevana tudi poraba vode v industriji.

Preglednica 14: Spreminjanje urne (poraba vode v teku 1 ure) porabe tekom dneva s povprečno porabo v letu

| | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| [%] | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,0 |
| Poraba [m ³ /h] | 89,19 | 66,90 | 44,60 | 22,30 | 22,30 | 66,90 | 111,49 | 133,79 |
| Poraba [l/s] | 24,78 | 18,58 | 12,39 | 6,19 | 6,19 | 18,58 | 30,97 | 37,16 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| [%] | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 5,0 |
| Poraba [m ³ /h] | 156,09 | 178,39 | 222,99 | 312,18 | 423,67 | 445,97 | 379,08 | 222,99 |
| Poraba [l/s] | 43,36 | 49,55 | 61,94 | 86,72 | 117,69 | 123,88 | 105,30 | 61,94 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| [%] | 3,5 | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 2,5 |
| Poraba [m ³ /h] | 156,09 | 133,79 | 222,99 | 356,78 | 267,58 | 178,39 | 133,79 | 111,49 |
| Poraba [l/s] | 43,36 | 37,16 | 61,94 | 99,11 | 74,33 | 49,55 | 37,16 | 30,97 |

Opomba :v zgornji tabeli je poraba vode v industriji porazdeljena preko celega dneva (dejansko je delovni čas 16 ur dnevno), zato je jutranja poraba prevelika, dnevna pa premajhna. Poraba vode z upoštevanjem delovnega časa je podana v tabeli 16

Koeficient največje urne porabe tekom dneva :

$$f_h = \frac{Q_{\max,H}}{Q_{\text{povp},H}} = 2,481 \quad (2)$$

Oznake:

- $Q_{\max,H}$ - največja urna poraba v dnevu z največjo porabo v letu
 $Q_{\text{povp},H}$ - največja urna poraba v dnevu s povprečno porabo v letu

Koeficient največje dnevne porabe tekom leta :

$$f_h = \frac{Q_{\max,d}}{Q_{\text{povp},d}} = 2,481 \quad (3)$$

Preglednica 15: Spreminjanje porabe po različnih porabnikih

| Porabniki | Letna poraba | Delež porabe | Največja poraba | Srednja poraba | Povpr. poraba |
|------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|----------------|
| | Q a [m3] | [%] | Qmax,h [l/s] | Q sred [l/s] | Q povp.h [l/s] |
| gospodinj. | 938.899 | 57,68% | 177,29 | 73,88 | 71,45 |
| ustanove | 76.371 | 4,69% | 14,42 | 6,01 | 5,81 |
| industrija | 612.531 | 37,63% | 115,66 | 48,20 | 46,62 |
| skupaj | 1.627.801 | 100,00% | 307,38 | 128,09 | 123,88 |

Določitev koeficienta največje porabe vode v industriji $f_{\text{ind,max}}$:

$$q_{\text{ind}} = 0,33l / s \cdot ha$$

$$A_{\text{ind}} = 112,43ha$$

$$Q_{\text{ind,povp}} = q_{\text{ind}} \cdot A_{\text{ind}} = 37,58l / s \quad (4)$$

Oznake:

$Q_{\text{ind,povp}}$ - povprečna poraba vode v industriji čez leto

q_{ind} - urna poraba vode na ha na celotnem območju Škofje loke

A_{ind} - površina, ki jo zaseda industrija na celotnem območju Škofje loke

Iz tabele 15 in zgornje vrednosti za $Q_{\text{ind,povp}}$ izračunamo koeficient največje porabe vode v industriji :

$$Q_{\text{ind,max,H}} = 115,66l / s$$

$$f_{ind,max} = \frac{Q_{ind,max,H}}{Q_{ind,povp}} = 3,078 \quad (5)$$

Oznake:

$Q_{ind,max,H}$ - največja urna poraba vode v industriji v dnevu z največjo porabo v letu

Vrednost $f_{ind,max}$ zaokrožimo na 3 in je konstantna za vse delovne dni v letu. Sedaj je potrebno še prestaviti časovni diagram porabe vode v industriji na 16 urni delavnik.

$$Q_{ind,d} = 2164,42m^3 / dan$$

$$Q_{ind,16u} = 135,28m^3 / h$$

Oznake:

$Q_{ind,d}$ - dnevna poraba vode v letu v industriji

$Q_{ind,16u}$ - dnevna poraba vode za 16 urni delavnik v letu v industriji

Preglednica 16: Razporeditev porabe vode v industriji tekom dneva

| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,5 | 1,0 |
| Poraba (m ³ /h) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 67,64 | 135,28 |
| Poraba (l/s) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 18,79 | 37,58 |

| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
|----------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| % | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Poraba (m ³ /h) | 135,28 | 67,64 | 135,28 | 405,83 | 135,28 | 135,28 | 135,28 | 135,28 |
| Poraba (l/s) | 37,58 | 18,79 | 37,58 | 112,73 | 37,58 | 37,58 | 37,58 | 37,58 |

| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
|----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| % | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,00 | 0,00 |
| Poraba (m ³ /h) | 67,64 | 135,28 | 135,28 | 135,28 | 135,28 | 67,64 | 0,00 | 0,00 |
| Poraba (l/s) | 18,79 | 37,58 | 37,58 | 37,58 | 37,58 | 18,79 | 0,00 | 0,00 |

5.4 Obstoječi, predvideni in potencialni viri na območju Škofje loka in okolici

Vse podatke in izračune o predvidenih, potencialnih, obstoječih virih v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006. V spodnji dveh tabelah je seznam obstoječih, predvidenih in potencialnih vodnih virov na območju Škofje loka z lokacijo v programu Sewer.

Preglednica 17: Seznam obstoječih vodnih virov

| Ime vira | Oznaka | Dovoljeni odvzem | | Povprečni odvzem | Opombe |
|----------------------------|--------------|------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | [l/s] | [m ³ /leto] | [l/s] | |
| Trebija I in II : | M1.K1.T1 | 25,0 | 630.000 | 19,98 | velja za zajetji I in II |
| | M1.K2.T1 | | | | |
| Hotovlja I | M1.K15.T57 | 12,0 | | | |
| Hotovlja II | M1.K16.T13 | 60,0 | | | velja za zajetji II in III |
| Hotovlja III | M1.K17.T2 | | | | |
| Hotovlja IV | M1.K18.T7 | 10,0 | | | velja za zajetji IV in V |
| Hotovlja V | M1.K19.T2 | | 2.000.000 | 63,42 | velja za vsa zajetja Hotovlja (I-V) |
| Virško | M1.K381.T1 | 22,0 | 656.000 | 20,80 | črpanje podtalnice |
| Lovrenc | M1.K63.T34 | 2,0 | 24.000 | 0,76 | |
| Gabrovo (Nunski) | M1.K109.T1 | 1,5 | 1.000 | 0,03 | skupna količina |
| | M1.K110.T1 | | | | |
| Vešter | M1.K343.T32 | 2,0 | 24.000 | 0,76 | črpanje |
| Trnje | M1.K255.T102 | 0,3 | 750 | 0,02 | |
| Godešič | M1.K126.T114 | 60,0 | | | voda onesnažena z nitrati |
| Skupaj gravitac.vodni viri | | 110,8 | 2.655.750 | | |
| Skupaj črpališča | | 24,0 | 680.000 | | črpališče Godešič ni všteto |
| Skupaj | | 194,8 | 3.335.750 | 105,78 | črpališče Godešič je všteto |

Preglednica 18: Predvideni in potencialni vodni viri

| PREDVIDENI VODNI VIRI | | | |
|------------------------|------|--|--|
| Vrtine Visoko | 95,0 | | Še ni pridobljeno uporabno dovoljenje |
| POTENCIALNI VODNI VIRI | | | |
| Črpališče Lipica | 10,0 | | Črpališče ja bilo opuščeno zaradi prekoračenih nitratov. |
| | | | |
| Vrtine v Hrastnici | 25,0 | | Ocena in raziskave še niso zaključene |

5.5 Izgube vode

Vse podatke in izračune o izgubah vode v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006. Na javnem vodovodu je registrirano vsako leto 60 - 90 okvar. Poleg tega je vprašljiva tesnost cevi, še posebej hišnih priključkov. Izgube so bile izračunane za leto 2004. Ocena povprečne količine dobavljene vode v 1 letu :

Preglednica 19: Izgube vode

| Vodni vir | Q | Trajanje | Letna količina | Vodno dovoljenje |
|---|-------|------------|-------------------|------------------------|
| | [l/s] | [dni/leto] | [m ³] | [m ³ /leto] |
| Hotovlja, vključno z Trebijo | 83,40 | 365 | 2.630.000 | 2.630.000 |
| Viršk | 16,00 | 60 | 82.944 | 656.000 |
| Sv.Lovrenc | 0,76 | 365 | 24.000 | 24.000 |
| Nunski | 0,04 | 365 | 1.261 | 1.000 |
| Trnje | 0,02 | 365 | 750 | 750 |
| Vešter | 2,00 | 60 | 10.368 | 24.000 |
| Godešič | | | | |
| Skupaj dobavljena voda | | | 2.749.323 | 3.311.750 |
| Prodana voda (leto 2004) | | | 1.552.882 | 1.552.882 |
| Izgubljena (neprodana) voda | | | 1.196.441 | 1.758.868 |
| Izgube (%) | | | 77,05% | 113,26% |
| V nadaljnjem izračunu upoštevam : | | | 100% | izgube |
| Letne izgube izračunane glede na prodano vodo v l. 2004 : | | | 1.552.882 | m³ |

Letno količino izgub porazdelim v enakih deležih na vsak dan v letu, ker smatram, da je količina izgub bolj odvisna od tlaka v omrežju kot od pretoka. Tlak v omrežju je zaradi večjih hidravličnih izgub (večji pretok) nižji pri večji porabi.

Dnevne izgube :

$$Q_{\text{izgube,d}} = 4254,47 \text{ m}^3 / \text{dan} = 177,27 \text{ m}^3 / \text{h} = 49,24 \text{ l} / \text{s}$$

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

Skupna dolžina vodovodnega omrežja je 123714,9 m. Izgube na tekoči meter vodovodnega omrežja pa so 0,000398025 l/s.m

5.6 Razporeditev porabe in izgub po vozliščih

Vse podatke in izračune o razporeditvi porabe in vodnih virih v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006. Poraba in izgube v vodvodnem sistemu so računane na dan z največjo porabo v letu. Ostale primere s povprečno porabo in povprečno porabo+požar se korigira v programu Epanet s faktorji (multipliers), ki so izračunani v naslednjih točkah.

Preglednica 20: Določitev raznih vrst porabe po aglomeracijah v dnevu z največjo porabo

| Naselje | Št.oskrb. prebival. | Letna poraba vode | Površina industrije | Poraba vode v dnevu z največjo porabo | | | |
|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | Gospod. (57,68%) | Javna por. (4,69%) | Industrija | Skupaj |
| | | | | [m ³ /dan] | [m ³ /dan] | [m ³ /dan] | [m ³ /dan] |
| Binkelj | 162 | 8.825 | 0,000 | 55,48 | 4,51 | 0,00 | 59,99 |
| Bodovlje | 182 | 30.284 | 2,227 | 150,73 | 12,26 | 42,88 | 205,87 |
| Crngrob | 34 | 795 | 0,000 | 5,00 | 0,41 | 0,00 | 5,40 |
| Dorfarje | 189 | 7.154 | 0,000 | 44,97 | 3,66 | 0,00 | 48,63 |
| Draga | 0 | 0 | 4,979 | 0,00 | 0,00 | 95,86 | 95,86 |
| Forme | 129 | 6.942 | 0,000 | 43,64 | 3,55 | 0,00 | 47,19 |
| Gabrk | 95 | 50 | 0,000 | 0,31 | 0,03 | 0,00 | 0,34 |
| Godešič | 658 | 36.893 | 7,351 | 101,05 | 8,22 | 141,52 | 250,80 |
| Gorenja vas - Reteče | 360 | 30.763 | 3,635 | 128,69 | 10,47 | 69,97 | 209,12 |
| Gosteče | 74 | 6.043 | 0,878 | 22,36 | 1,82 | 16,90 | 41,08 |
| Grenc | 182 | 9.307 | 9,315 | 58,51 | 4,76 | 179,32 | 242,58 |
| Hosta | 83 | 6.895 | 0,000 | 43,35 | 3,53 | 0,00 | 46,87 |
| Lipica | 37 | 2.292 | 0,000 | 14,41 | 1,17 | 0,00 | 15,58 |
| Log nad Škofjo Loko | 181 | 4.029 | 0,000 | 25,33 | 2,06 | 0,00 | 27,39 |
| Na Logu | 129 | 3.147 | 0,000 | 19,78 | 1,61 | 0,00 | 21,39 |
| Papirnica | 56 | 653 | 0,000 | 4,11 | 0,33 | 0,00 | 4,44 |
| Podpulfrca | 41 | 1.900 | 0,000 | 11,94 | 0,97 | 0,00 | 12,92 |
| Pungert | 132 | 635 | 0,000 | 3,99 | 0,32 | 0,00 | 4,32 |
| Puštal | 623 | 30.145 | 0,000 | 189,51 | 15,41 | 0,00 | 204,92 |
| Reteče | 601 | 38.116 | 0,000 | 239,62 | 19,49 | 0,00 | 259,11 |
| Stara Loka | 635 | 57.124 | 0,000 | 359,11 | 29,21 | 0,00 | 388,32 |
| Suha | 154 | 21.654 | 0,000 | 136,13 | 11,07 | 0,00 | 147,20 |
| Sv.Duh | 959 | 61.773 | 0,000 | 388,34 | 31,59 | 0,00 | 419,93 |
| Škofja Loka | 12.143 | 1.070.264 | 53,867 | 5512,07 | 451,34 | 1036,99 | 7000,40 |
| Trata | 157 | 96.621 | 26,985 | 127,00 | 10,33 | 519,50 | 656,82 |
| Trnje | 64 | 3.252 | 0,000 | 20,44 | 1,66 | 0,00 | 22,11 |
| Vešter | 185 | 8.236 | 0,000 | 51,78 | 4,21 | 0,00 | 55,99 |
| Vincarje | 162 | 38.661 | 2,966 | 190,24 | 15,47 | 57,10 | 262,81 |
| Virlog | 113 | 6.080 | 0,000 | 38,22 | 3,11 | 0,00 | 41,33 |
| Virmaše | 518 | 30.015 | 0,000 | 188,69 | 15,35 | 0,00 | 204,04 |
| Visoko pri Poljanah | 23 | 914 | 0,000 | 5,75 | 0,47 | 0,00 | 6,21 |
| | | | | | | | se nadaljuje... |

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|---------|--------|---------|----------|
| ...nadaljevanje | | | | | | | |
| Zminec | 409 | 8.338 | 0,227 | 48,37 | 3,93 | 4,38 | 56,68 |
| Skupaj | 19.470 | 1.627.800 | 112,432 | 8228,91 | 672,33 | 2164,42 | 11065,66 |

Preglednica 21: Nihanje urne porabe po aglomeracijah v dnevu z največjo porabo

| Naselje, aglomeracija | Dnevna poraba | Poraba v gospod.in javna por. | Poraba industrije | Največja urna poraba | | Osnovna poraba | |
|--------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| | | | | Gospod., javna por. | Industrija | Gospod., javna por. (1%*Qmax,d) | Industrija (16 urni del.) |
| | | | | [m ³ /dan] | [m ³ /dan] | [l/s] | [l/s] |
| Binkelj | 59,99 | 59,99 | 0,00 | 1,67 | 0,00 | 0,17 | 0,00 |
| Bodovlje | 205,87 | 162,99 | 42,88 | 4,53 | 2,23 | 0,45 | 0,74 |
| Crngrob | 5,40 | 5,40 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Dorfarje | 48,63 | 48,63 | 0,00 | 1,35 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| Draga | 95,86 | 0,00 | 95,86 | 0,00 | 4,99 | 0,00 | 1,66 |
| Forme | 47,19 | 47,19 | 0,00 | 1,31 | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| Gabrak | 0,34 | 0,34 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Godešič | 250,80 | 109,27 | 141,52 | 3,04 | 7,37 | 0,30 | 2,46 |
| Gorenja vas - Reteče | 209,12 | 139,15 | 69,97 | 3,87 | 3,64 | 0,39 | 1,21 |
| Gosteče | 41,08 | 24,18 | 16,90 | 0,67 | 0,88 | 0,07 | 0,29 |
| Grenc | 63,27 | 63,27 | 179,32 | 1,76 | 9,34 | 0,18 | 3,11 |
| Hosta | 46,87 | 46,87 | 0,00 | 1,30 | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| Lipica | 15,58 | 15,58 | 0,00 | 0,43 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Log nad Škofjo Loko | 27,39 | 27,39 | 0,00 | 0,76 | 0,00 | 0,08 | 0,00 |
| Na Logu | 21,39 | 21,39 | 0,00 | 0,59 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Papirnica | 4,44 | 4,44 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Podpulfra | 12,92 | 12,92 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Pungert | 4,32 | 4,32 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Puštal | 204,92 | 204,92 | 0,00 | 5,69 | 0,00 | 0,57 | 0,00 |
| Reteče | 259,11 | 259,11 | 0,00 | 7,20 | 0,00 | 0,72 | 0,00 |
| Stara Loka | 388,32 | 388,32 | 0,00 | 10,79 | 0,00 | 1,08 | 0,00 |
| Suha | 147,20 | 147,20 | 0,00 | 4,09 | 0,00 | 0,41 | 0,00 |
| Sv.Duh | 419,93 | 419,93 | 0,00 | 11,66 | 0,00 | 1,17 | 0,00 |
| Škofja Loka | 7179,71 | 5.963,41 | 1036,99 | 165,65 | 54,01 | 16,57 | 18,00 |
| Trata | 656,82 | 137,32 | 519,50 | 3,81 | 27,06 | 0,38 | 9,02 |
| Trnje | 22,11 | 22,11 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Vešter | 55,99 | 55,99 | 0,00 | 1,56 | 0,00 | 0,16 | 0,00 |
| Vincarje | 262,81 | 205,71 | 57,10 | 5,71 | 2,97 | 0,57 | 0,99 |
| Virlog | 41,33 | 41,33 | 0,00 | 1,15 | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| Virmaše | 204,04 | 204,04 | 0,00 | 5,67 | 0,00 | 0,57 | 0,00 |
| Visoko pri Poljanah | 6,21 | 6,21 | 0,00 | 0,17 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Zminec | 56,68 | 52,30 | 4,38 | 1,45 | 0,23 | 0,15 | 0,08 |
| Skupaj | 11.065,66 | 8.901,24 | 2164,42 | 247,26 | 112,73 | 24,73 | 37,58 |

Pri industriji je za osnovno uporabo v programu Epanet upoštevan 16 urni delavnik v zgornji tabeli-v Epanet je vnešena urna poraba v industriji. Za gospodinjstvo in javno porabo pa je v programu Epanet za osnovno porabo vzeta 1% od urne porabe v dnevu z največjo porabo v letu, ker je urna razporeditev porabe čez dan z največjo porabo narejena v procentih, njen seštevek v 24 urah pa da 100% porabo.

Podatka, ki sta pomembna sta osnovna poraba v gospodinjstvu in javni porabi ter industriji označena z rumeno barvo v zgornji tabeli. Uporabljena sta bila za porazdelitev porabe vode v vodovodno omrežje in sicer tako, da tam (na določenem odseku cevovoda), kjer je bil določen točkovni porabnik, se je poraba izračunala tako, da se je kot »območje« točkovne porabe vzelo polovico cevi (cev predstavlja povezavo med dvema točkovnima porabnikoma) za vsako cev, ki se je stikovala v tej porabniški točki in potem seštevek teh polovic, se je delil s celotno dolžino cevovodov v Škofji Loki ter na koncu še pomnožil z 1% dnevne maksimalne porabe v letu. Tako se je dobila poraba za vsako določeno točkovno porabo glede na 1% dnevne porabe v dnevu z maksimalno porabo v letu. Za ostala primera se je uporabil faktor nihanja porabe vode, ker sta oba primera ($Q_{povp,d}$ in $Q_{povp, d+požar}$) temeljila na $Q_{maksimalno,d}$. Potrebno je bilo tudi preračunati ostale faktorje dnevnega nihanja (izgube) za vnos v Epanet. Urne porabe so povzete po Mutschmann in Stimmelmayer, (1995)

5.7 Objekti in naprave na vodovodnem omrežju

Vse podatke in izračune o dosedanji porabi v Škofji loki sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006.

Preglednica 22: Seznam naprav in objektov na vodovodnem omrežju Škofje loka

| REDUCIRNI VENTILI | | | |
|--|------------|------------|----|
| Točka | M1.K62.T37 | M1.K62.T51 | |
| DH | 0 | 0 | |
| DN | 0 | 0 | |
| DOD_01 | | | |
| ID | 3 | 2 | |
| int status | 0 | 0 | |
| X | 447661,98 | 448092,94 | |
| Y | 113575,47 | 113632,92 | |
| smer | 453,5 | 334,7 | |
| omejitev tlaka (m) | 50 | 35 | |
| ČRPALIŠČA | | | |
| Godešič | | | |
| X | 450672,01 | Q [l/s] | 60 |
| Y | 114597,87 | | |
| Virško | | | |
| X | 446892,00 | Q (l/s) | 25 |
| Y | 113015,00 | | |
| Virško ima 2 črpalki; ena je kapacitete do 25 l/s, druga 16 l/s, ki črpa vodo direktno v potrošnjo in vodohran Kamnitnik 1 | | | |
| Vešter | | | |
| 1.vrtina | | | |
| X | 445317,00 | Q (l/s) | 2 |
| Y | 114639,00 | | |
| 2.vrtina | | | |
| X | 445311,00 | Q (l/s) | 0 |
| Y | 114616,00 | | |
| se nadaljuje... | | | |

| | | |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| ...nadaljevanje | | |
| VODOHRANI | | |
| Vodohran Kamnitnik I | oznaka v vodov.sistemu | M1.K295.T11 |
| | kota dna (podat.Loška komunala) | 406,00 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 408,0 |
| | največja višina vode | 5,0 |
| | prostornina | 4200,0 |
| Vodohran Visoko (Na Logu) | oznaka v vodov.sistemu | M1.K30.T1 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 408,35 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 412,0 |
| | največja višina vode | 2,0 |
| | prostornina | 30,0 |
| Vodohran Log nad Škofjo Loko | oznaka v vodov.sistemu | M1.K39.T1 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 415,00 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 414,7 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 100,0 |
| Vodohran Zminec | oznaka v vodov.sistemu | M1.K45.T10 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 394,81 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 389,7 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 50,0 |
| Vodohran Grad (Škofja Loka) | oznaka v vodov.sistemu | M1.K97.T9 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 384,66 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 385,0 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 100,0 |
| Raztežilnik Grad (Škofja Loka) | oznaka v vodov.sistemu | M1.K94.T14 |
| | kota dna | 409,00 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 413,0 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 78,0 |
| Vodohran Nunski | oznaka v vodov.sistemu | M1.K109.T26 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 444,73 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 458,0 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 90,0 |
| se nadaljuje... | | |

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| ...nadaljevanje | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------------|
| Vodohran Trnje | oznaka v vodov.sistemu | M1.K255.T96 |
| | kota dna (izračunana iz situacije) | 423,90 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 432,0 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 50,0 |
| Vodohran Kamnitnik II | oznaka v vodov.sistemu | M1.K305.T2 |
| | kota dna (podat.Loška komunala) | 407,00 |
| | kota terena po situaciji 1:5000 | 407,1 |
| | največja višina vode | 3,0 |
| | prostornina | 400,0 |

Legenda :

- kota dna (izračunana iz situacije): kota je izračunana iz merjenih geodetskih podatkov za topografsko karto 1:5000
- kota terena po situaciji 1:5000: kota je odčitana iz geodetske karte 1:5000 na podlagi izrisanih plastnic

Iz zgoraj navedenih podatkov se vidi, da se le-ti med seboj precej razlikujejo. V hidravličnem računu so pri vodohranih privzete odebeljene vrednosti.

5.8 Tlačne cone

Vodovodno omrežje Škofje Loke je razdeljeno v dve tlačni coni.

a) Visoka tlačna cona

Tlačne razmere v visoki tlačni coni v glavnem diktirajo kote zajetij v Trebiji in Hotovlji ter višinske lege vodohranov Kamnitnik I in II. Nunsko zajetje in zajetje Trnje, ki dajeta skupaj cca 2 l/s, ne vplivata bistveno na tlačne razmere v visoki coni. V osrednjem delu doline (ob Poljanski Sori) tlak dosega in včasih tudi presega 7 barov. Kota gladine vode v vodohranu Kamnitnik I je 408-408,5 m, področja ob Sori pa so na koti 335 m.

b) Nizka tlačna cona

Nizko tlačno cono sestavljata dva sektorja:

Sektor Grad :

Nizka tlačna cona se napaja preko vodohrana Grad, kjer je gladina vode na koti cca 385-387 m. V vodohran priteka voda iz visoke tlačne cone in iz zajetja Sv.Lovrenc. Nizko tlačno cono sestavljajo naslednje vodovodne cevi z oznako K in številko 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125 in 380. Te cevi oskrbujejo področja ob bregovih reke Sore, Mestni trg, Podpulfreo, Puštal.

Sektor Zdravstveni dom :

Nizka tlačna cona se napaja iz visoke tlačne cone preko ventila za redukcijo tlaka. To cono sestavljajo cevi 263, 265 in 382.

5.9 Računski primeri za obstoječe stanje ($Q_{povp,d}$, $Q_{max,d}$, d , $Q_{povp,d+požar}$)

5.9.1 Računski primer za povprečno dnevno porabo v letu, $Q_{povp,d}$

Vse podatke in izračune sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006. Faktor nihanja porabe vode med dnevom z povprečno ($Q_{povp,d}$) in dnevom z največjo porabo ($Q_{max,d}$) vode v letu

$$f = \frac{Q_{max,d}}{Q_{povp,d}} = 2,48$$

Ker imamo v program že vnesene podatke o porabi za dan z največjo porabo vode v letu, je množitelj za dan s povprečno porabo :

$$m = \frac{1}{f} = \frac{1}{2,48} = 0,403$$

Vodne izgube v omrežju so konstantne ne glede na porabo vode. Ker smo količino izgub z množiteljem (0,403) zmanjšali, jo moramo, da ostane nespremenjena, zopet pomnožiti s faktorjem 2,48, kar naredimo v vzorcu porabe za vodne izgube.

Simulacija sistema :

Glavni oskrbovalni vodovod je vodovod, ki poteka iz zajetij v Poljanski dolini (Trebija, Hotavlje) do vodohrana Kamnitnik I v Škofji Loki. Vodovod je iz azbestcementnih cevi premera 350 mm. Voda priteka najprej v razbremenilnik, ki je približno na isti koti kot vodohrana Kamnitnik I in Kamnitnik II. Ob trasi je še nekaj vodohranov za manjša naselja, ki pa obratovalno niso pomembni. Pomembnejši je vodohran Grad, ki je cca 20 m nižji od Kamnitnika in služi kot vodohran za nizko tlačno cono.

V zgornjem delu so že izvedene 4 vrtine, ki pa še niso tehnično privzete in zaenkrat niso vključene v oskrbo. Vrtine so predvidene kot rezervni vodni vir, ki se bo aktiviral v primeru

izpada (onesnaženja) gravitacijskih vodnih virov. Ob vstopu magistralnega vodovoda DN 350 v mesto je položen nov vodovod NL DN 400 mm, ki je tudi upoštevan v računu.

Izhodiščni podatki:

| | | |
|---------------------------|---|-----------------------------|
| povprečna dnevna poraba : | gospodinjstvo, javna poraba, industrija | 4459,73 m ³ /dan |
| | izgube vode | 4254,47 m ³ /dan |
| | skupaj | 8714,20 m ³ /dan |
| gravitacijski vodni viri: | 3.335.750m ³ /365dni = | 9139,04 m ³ /dan |

Prvi zaključek :

gravitacijski vodni viri zadoščajo za kritje porabe v dnevu s povprečno porabo vode v letu.

Pregled dnevne bilance dotokov, porabe vode in polnitve, praznitve vodohranov v dnevu z povprečno porabo v letu. Dobava vode se vrši samo iz vodnih virov, iz katerih priteka voda v omrežje le gravitacijsko.

Preglednica 23: Pregled dnevne bilance dotokov, $Q_{povp,d}$

| Vodohran | Kamnitnik I | Na Logu | Log | Zminec | Grad | Raztežilnik | Nunski | Trnje | Kamnitnik II |
|-------------------------|-------------|---------|-------|--------|-------|-------------|--------|-------|--------------|
| Začetno stanje gladine | 2,09 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,00 |
| Končno stanje gladine | 1,71 | 0,50 | 2,42 | 2,51 | 2,68 | 1,65 | 0,55 | 2,00 | 0,67 |
| Površina | 840 | 20,00 | 33,33 | 16,67 | 33,33 | 26,00 | 30,00 | 16,67 | 133,33 |
| Fluktuiraj. prostornina | -319,2 | -20,00 | 30,67 | 16,83 | 39,33 | 3,90 | -28,50 | 8,33 | -44,00 |

Seštevek dnevne prostornine (prirastek ali primanjkljaj) vseh vodohranov je 312,63 m³. To pomeni, da je skupna prostornina vode v vodohranih zvečer manjša kot zjutraj. Če želimo obdržati prostornino vode v vodohranih stalno, je potrebno vsak dan dočrpati manjkajočo količino vode. Ker nastane večina dnevnega primanjkljaja vode v vodohranu Kamnitnik I (visoka cona), je potrebno vklopiti črpalko visoke cone na črpališču Virško ($q=25$ l/s). Povprečno trajanje črpanja :

$$Q_{\text{črp}} = 25 \text{ l/s} = 90 \text{ m}^3 / \text{h}$$

5.9.2 Računski primer za maksimalno dnevno porabo v letu, $Q_{max, d}$

Vse podatke in izračune sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006. Faktor nihanja porabe vode med dnevom s povprečno ($Q_{povp, d}$) in dnevom z največjo porabo ($Q_{max, d}$) vode v letu :

$$f = \frac{Q_{max, d}}{Q_{povp, d}} = 2,48$$

Simulacija sistema :

Glavni oskrbovalni vodovod je vodovod, ki poteka iz zajetij v Poljanski dolini (Trebija, Hotavlje) do vodohrana Kamnitnik I v Škofji Loki. Vodovod je iz azbestcementnih cevi premera 350 mm. Voda priteka najprej v razbremenilnik, ki je približno na isti koti kot vodohrana Kamnitnik I in Kamnitnik II. Ob trasi je še nekaj vodohranov za manjša naselja, ki pa obratovalno niso pomembni. Pomembnejši je vodohran Grad, ki je cca 20 m nižji od Kamnitnika in služi kot vodohran za nizko tlačno cono.

V zgornjem delu so že izvedene 4 vrtine, ki pa še niso tehnično privzete in zaenkrat niso vključene v oskrbo. Vrtine so predvidene kot rezervni vodni vir, ki se bo aktiviral v primeru izpada (onesnaženja) gravitacijskih vodnih virov. Ob vstopu magistralnega vodovoda DN 350 v mesto je položen nov vodovod NL DN 400 mm, ki je tudi upoštevan v računu V tej simulaciji je upoštevana oskrba z vodo za dan s povprečno porabo vode v letu iz virov, iz katerih priteka voda v omrežje pod vplivom gravitacije (razen v primeru okvar ali izpadov večjih vodnih virov iz obratovanja). Črpališča sedaj obratujejo.

Izhodiščni podatki:

| | | | |
|--------------------------|---|--------------------|---------------------|
| največja dnevna poraba : | gospodinjstvo, javna poraba, industrija | 11065,66 | m ³ /dan |
| | izgube vode | 4254,47 | m ³ /dan |
| | skupaj | 15320,13 | m ³ /dan |
| | | 638,34 | m ³ /uro |
| | | 177,32 | l/s |
| Vodni viri : | | | |
| | črpalke obr. 21 ur | črpalke obr. 24 ur | |
| gravitacijski vodni viri | 9139,04 * | 8121,60 | m ³ /dan |
| črpališče Virško | 1.663 | 1.901 | m ³ /dan |
| črpališče Vešter | 151 | 173 | m ³ /dan |
| črpališče Godešič | 4.536 ** | 5.184 | m ³ /dan |
| | skupaj | 15489 | m ³ /dan |
| | | 645,39 | m ³ /dan |
| | | 179,28 | l/s |

Opomba :

- * - pretočna zmogljivost dovodnega cevovoda iz Visokega do Škofje Loke je samo do 90 l/s, kar pomeni skupaj z viri Gabrovec, Lovrenc in Trnje cca. 94 l/s ali 8121,6 m³/dan. To pomeni, da morajo črpališča v dnevu z največjo porabo vode v letu obratovati cel dan in ne samo 21 ur.
- ** - voda iz Sorškega polja je onesnažena z nitrati. Stopnja onesnaženja je 70-80 mg NO₃/l. Ta voda se pred dobavo uporabnikom meša z neonesnaženo vodo iz ostalih virov v razmerju 8184 m³ proti 10195 m³ ali 1:1,97. Koncentracija nitratov v vodi, ki se dobavlja uporabnikom je $80/1,97 = 40,6$ mg NO₃/l, pod dopustno mejo (MDK=50).

Pregled dnevne bilance dotokov, porabe vode in polnitve, praznitve vodohranov v dnevu z maksimalno porabo v letu. Dobava vode se vrši iz vodnih virov, iz katerih priteka voda v omrežje le gravitacijsko in iz črpališč.

5.9.3 Računski primer za povprečno dnevno porabo v letu skupaj s požarom, $Q_{povp,d+požar}$

Podatke in izračune za povprečno dnevno porabo v letu sem prevzel od Občine Škofja Loka, 2006, izračun za ta primer, povprečno+požar, pa sem opravil sam. Pri požaru sem uporabil sledeče predpostavke in sklicevanja. Kar se tiče požara, glede na število prebivalstva (okoli 20.000) oskrbovanega z vodo leta 2003 v Škofji Loki, vzamem območje med 11 in 25 tisoč prebivalcev, kar me privede do 20 l/s na en požar, s tem da sta na enkrat predvidena 2 požara v mestu (vsak požar na dveh hidrantih in traja 2 uri, pri čemer mora biti minimalni tlak 2,5 bara). Minimalni notranji premer cevi je 100 mm v primeru požara. En požar sem razporedil v centru Karlovca na Kopališki ulici, drugega pa ob Partizanski cesti v Škofji loki. Po Mutschmann in Stimmelmayer, (1995), je treba preveriti požarno varnost skupaj s povprečno dnevno porabo v letu $Q_{povp,d}$, +požar in to za maksimalno urno porabo v tem dnevu $Q_{h,max}$ (izberemo 2 uri v dnevu s $Q_{povp,d}$ +požar), kjer je poraba največja, to pa se zgodi med 12 in 14 uro). Vsi podatki za požar, razen po Mutschmannu-Stiimmelmyrerju, so povzeti iz [Uradni list SFRJ, Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov, april 1991, str 552-številka 30]

$$Q_{požar} = 2 \cdot 20 \text{ l/s} \cdot (2 \cdot 3600 \text{ s}) = 288000 \text{ l/s} = 288 \text{ m}^3 / \text{dan}$$

$$Q_{povp,d+požar} = Q_{povp,d} + Q_{požar} = 4459,73 \text{ m}^3 / \text{dan} + 288 \text{ m}^3 / \text{dan} = 4747,73 \text{ m}^3 / \text{dan}$$

Faktor nihanja porabe vode med dnevom s povprečno ($Q_{povp,d}$) in dnevom z največjo porabo ($Q_{max,d}$) vode v letu :

$$f = \frac{Q_{max,d}}{Q_{povp,d}} = 2,48$$

Ker imamo v program že vnesene podatke o porabi za dan z največjo porabo vode v letu, je množitelj za dan s povprečno porabo :

$$m = \frac{1}{f} = \frac{1}{2,48} = 0,403$$

Vodne izgube v omrežju so konstantne ne glede na porabo vode. Ker smo količino izgub z množiteljem (0,403) zmanjšali, jo moramo, da ostane nespremenjena, zopet pomnožiti s faktorjem 2,48, kar naredimo v vzorcu porabe za vodne izgube (Epanet).

Simulacija sistema :

Glavni oskrbovalni vodovod je vodovod, ki poteka iz zajetij v Poljanski dolini (Trebija, Hotavlje) do vodohrana Kamnitnik I v Škofji Loki. Vodovod je iz azbestcementnih cevi premera 350 mm. Voda priteka najprej v razbremenilnik, ki je približno na isti koti kot vodohrana Kamnitnik I in Kamnitnik II. Ob trasi je še nekaj vodohranov za manjša naselja, ki pa obratovalno niso pomembni. Pomembnejši je vodohran Grad, ki je cca 20 m nižji od Kamnitnika in služi kot vodohran za nizko tlačno cono.

V zgornjem delu so že izvedene 4 vrtine, ki pa še niso tehnično privzete in zaenkrat niso vključene v oskrbo. Vrtine so predvidene kot rezervni vodni vir, ki se bo aktiviral v primeru izpada (onesnaženja) gravitacijskih vodnih virov. Ob vstopu magistralnega vodovoda DN 350 v mesto je položen nov vodovod NL DN 400 mm, ki je tudi upoštevan v računu.

Izhodiščni podatki:

| | | |
|--------------------------|---|-----------------------------|
| povprečna poraba+požar : | gospodinjstvo, javna poraba, industrija+požar | 4747,73 m ³ /dan |
| | izgube vode | 4254,47 m ³ /dan |
| | skupaj | 9002,20 m ³ /dan |
| gravitacijski vodni viri | 3.335.750m ³ /365dni = | 9139,04 m ³ /dan |

Kot je bilo že ugotovljeno v primeru s povprečno porabo, gravitacijski vodni viri ne zadostujejo za nemoteno oskrbo.

Ker nastane večina dnevnega primanjkljaja vode v vodohranu Kamnitnik I (visoka cona), je potrebno vklopiti črpalko visoke code na črpališču Virško (q=25 l/s).

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

Preglednica 31: Vzorec urne porabe v Epanetu za gospodinjstvo in javno porabo

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| % | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,0 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| % | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 9,5 | 10,0 | 8,5 | 5,0 |

| | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| % | 3,5 | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 2,5 |

Preglednica 32: Vzorec urne porabe v Epanetu za industrijo - 16 urni delavnik

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| % | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1,0 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| % | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

| | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| % | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 |

Preglednica 33: Vzorec urne porabe v Epanetu za izgube vode

| | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| množitelj | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| množitelj | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| množitelj | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 | 2,48 |

Preglednica 34: Vzorec urne porabe v Epanetu za požar

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ura | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 |
| množitelj | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 |
| množitelj | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

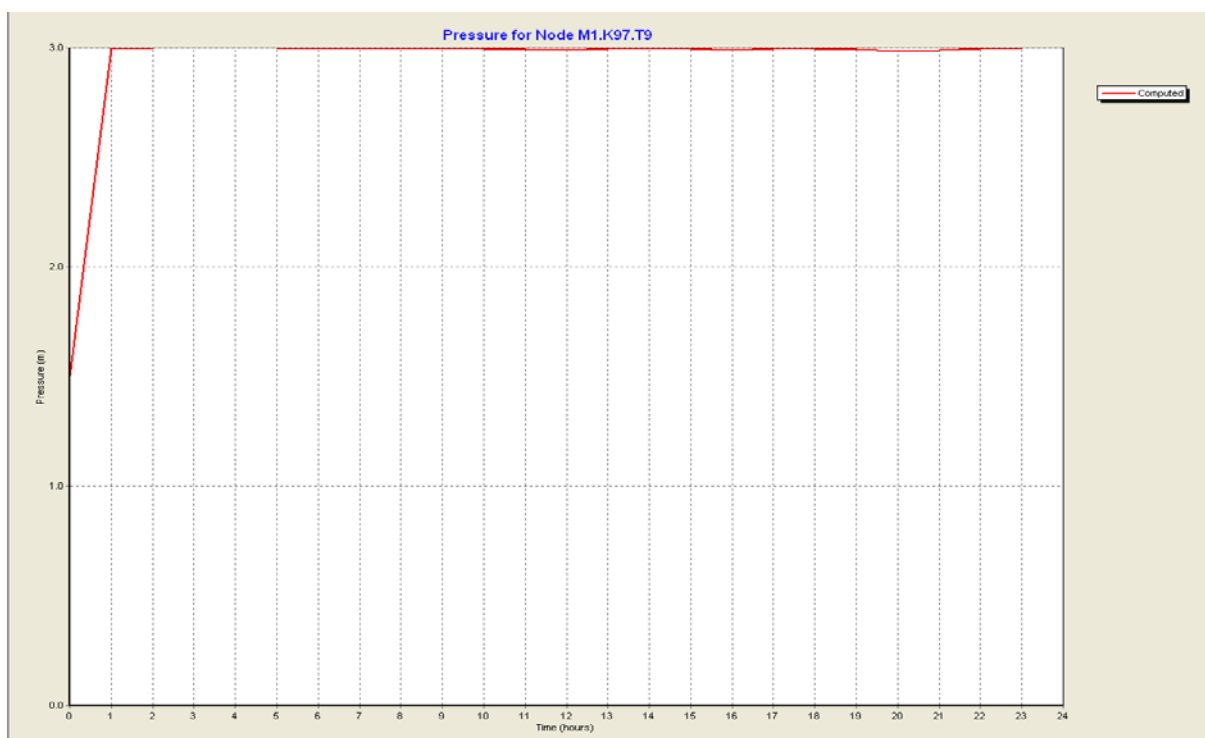
| | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ura | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| množitelj | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

5.10 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov

5.10.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, Qpovprečni, dnevni

5.10.1.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, Qpovprečni, dnevni

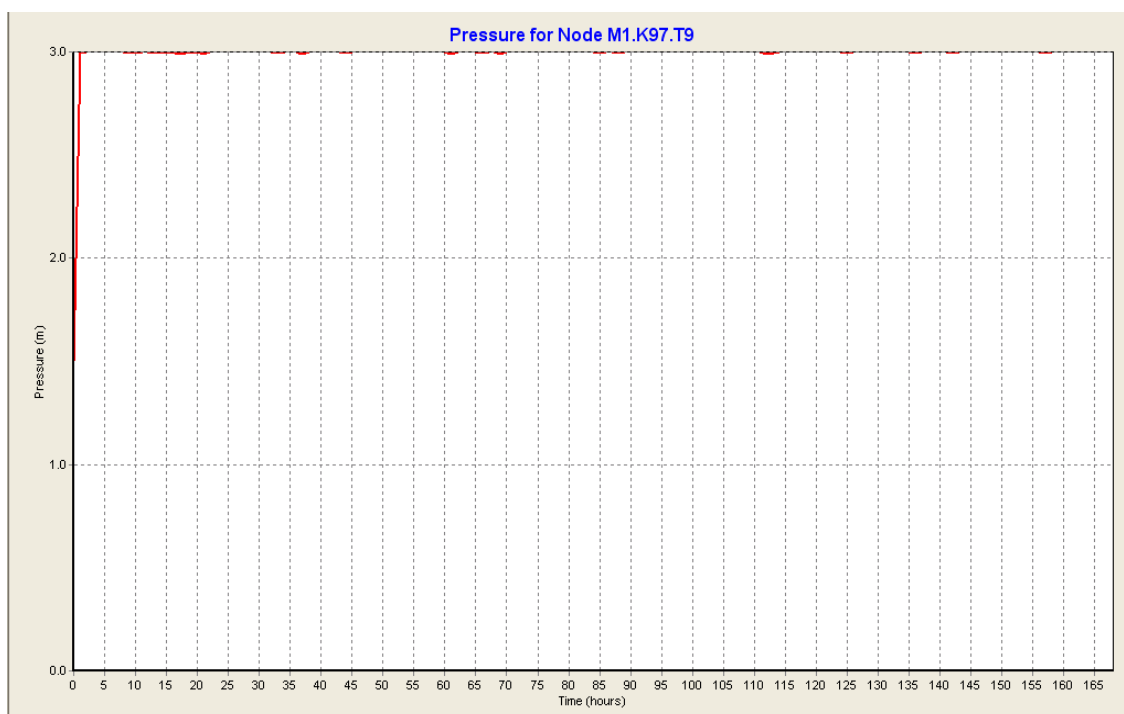
- Tlak, ki je le za malenkost manjši od 2,5 bara (okoli 2,47 bara) se pojavi v točkah M1.K102.T5 in M1.K102.T22 približno med 13. in 14. uro popoldan, kjer je skoraj največja poraba v dnevu. Večjih težav tukaj ne bi smelo biti pri oskrbi z vodo. V ostalih točkah sistema na območju Karlovca v Škofji loki so vsi tlaki nad 2,5 bara, kar je ugodno.
 - Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m³ in 78 m³).
- a) Vodohran Grad 100 m³ (24 ur)



Slika 12: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Tukaj ni opaziti nobenega primanjkljaja vode, saj je gladina vode v vodohranu nad 0,5 m cel dan. Izkaže se celo, da gladina skoraj vedno 3 m, kar pomeni da takoj, ko odteče voda iz vodohrana v sistem, je tako močan dotok v vodohran, da ga takoj napolni nazaj na maksimalno gladino vode.

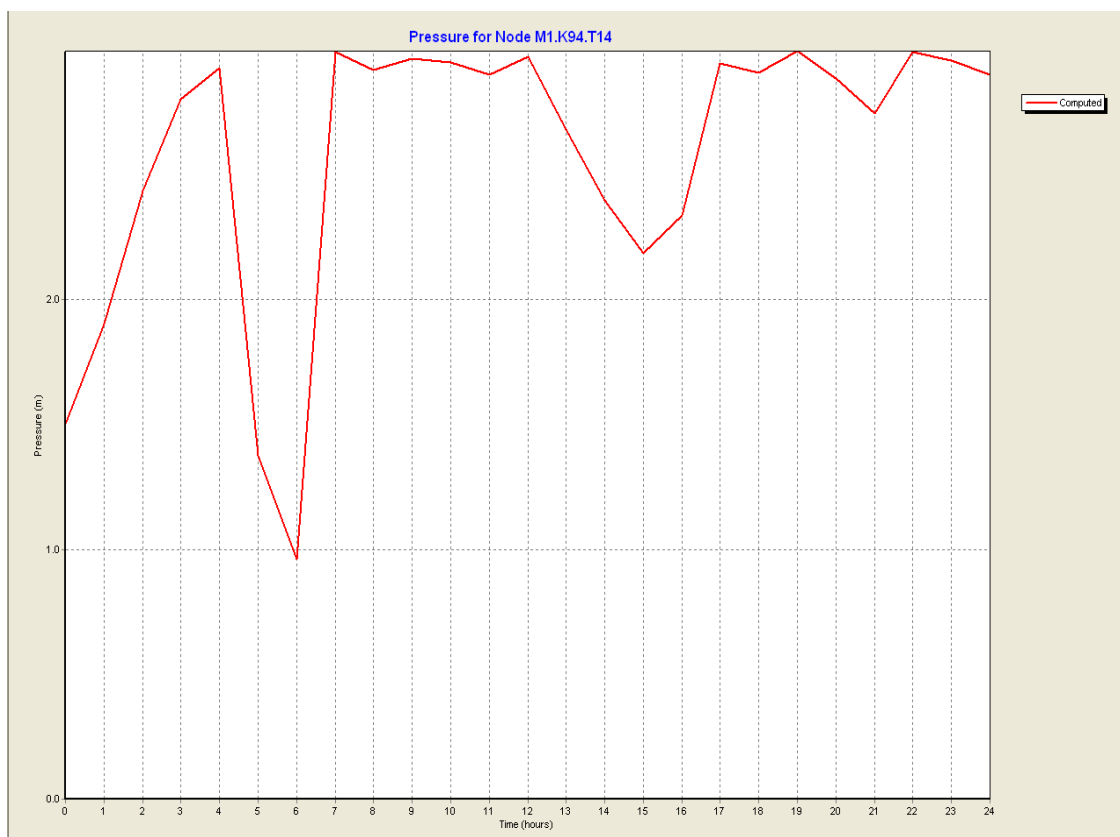
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 13: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

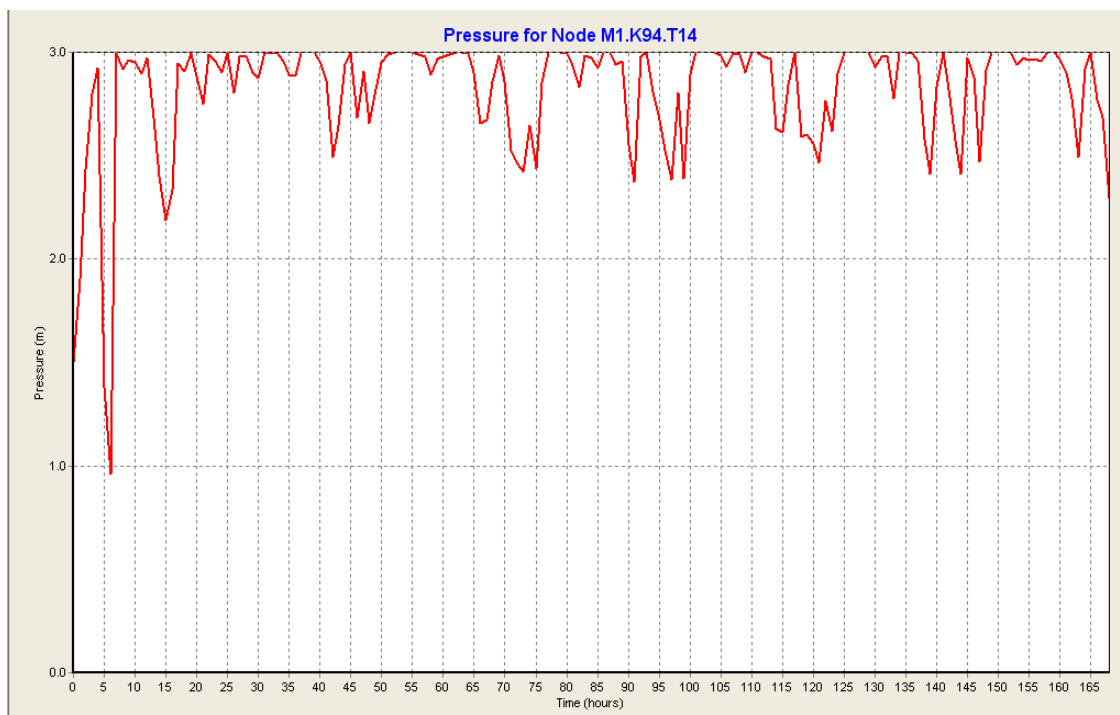
c) Vodohran Grad 78 m^3 (24 ur)



Slika 14: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m^3 , Qpovp,d, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Višina gladine je tukaj prav tako nad minimalno višino 0,5 m in zato ni težav.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)

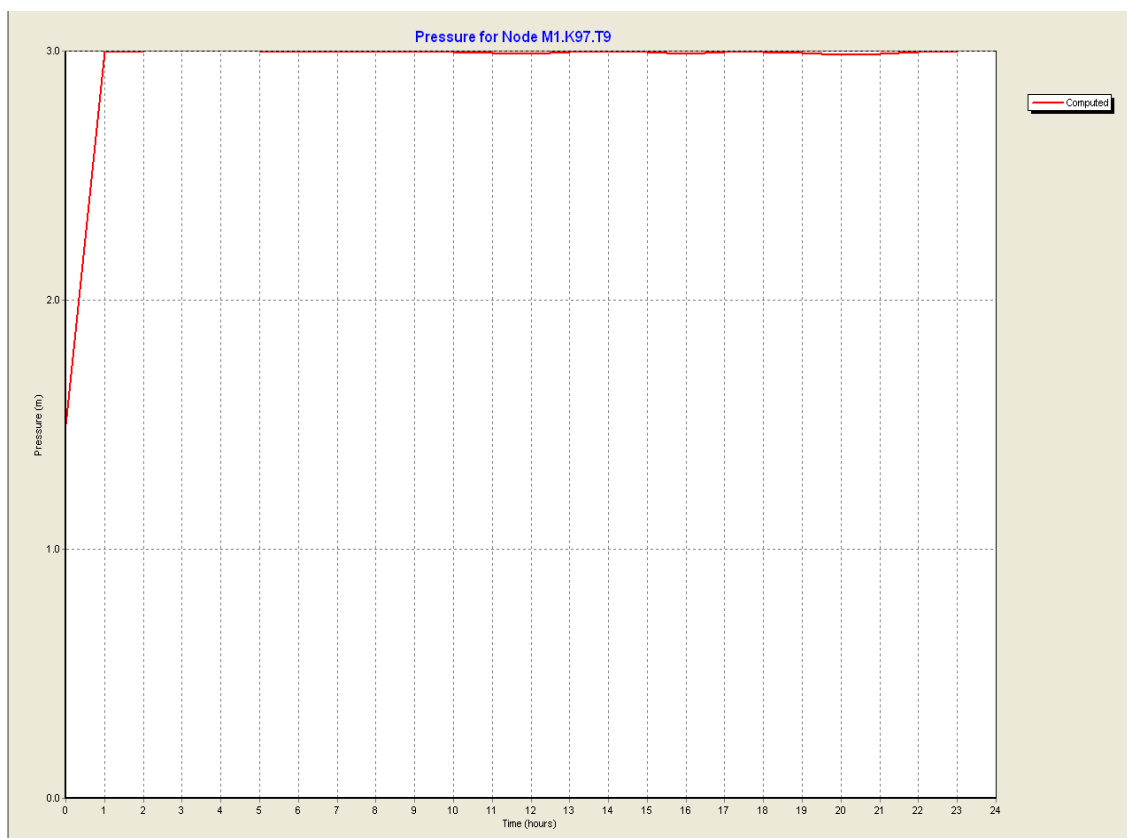


Slika 15: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m³, *Q*_{povp,d}, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali okoli tretjega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.1.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, Qpovprečni, dnevni

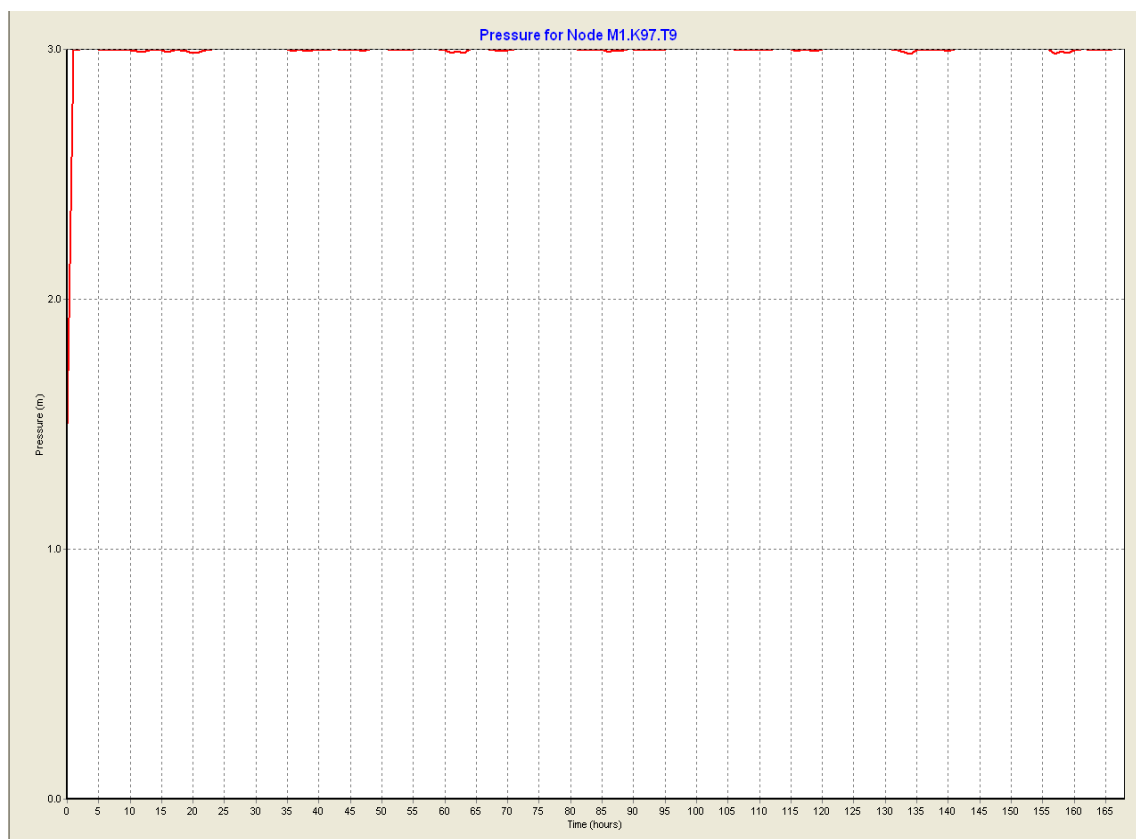
- V tem primeru je spet tlak za malenkost manjši od 2,5 bara in se pojavi v točkah M1.K102.T5 in M1.K102.T22 približno med 13. in 14. uro popoldan, kjer je skoraj največja poraba v dnevu. Večjih težav tukaj ne bi smelo biti pri oskrbi z vodo. V ostalih točkah sistema na območju Karlovca v Škofji loki so vsi tlaki nad 2,5 bara, kar je ugodno.
 - Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).
- a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 16: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 , Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v VH Grad 100 m^3 zaniha rahlo le ob 13. in 21. uri, kar ne povzroča nobenih težav.

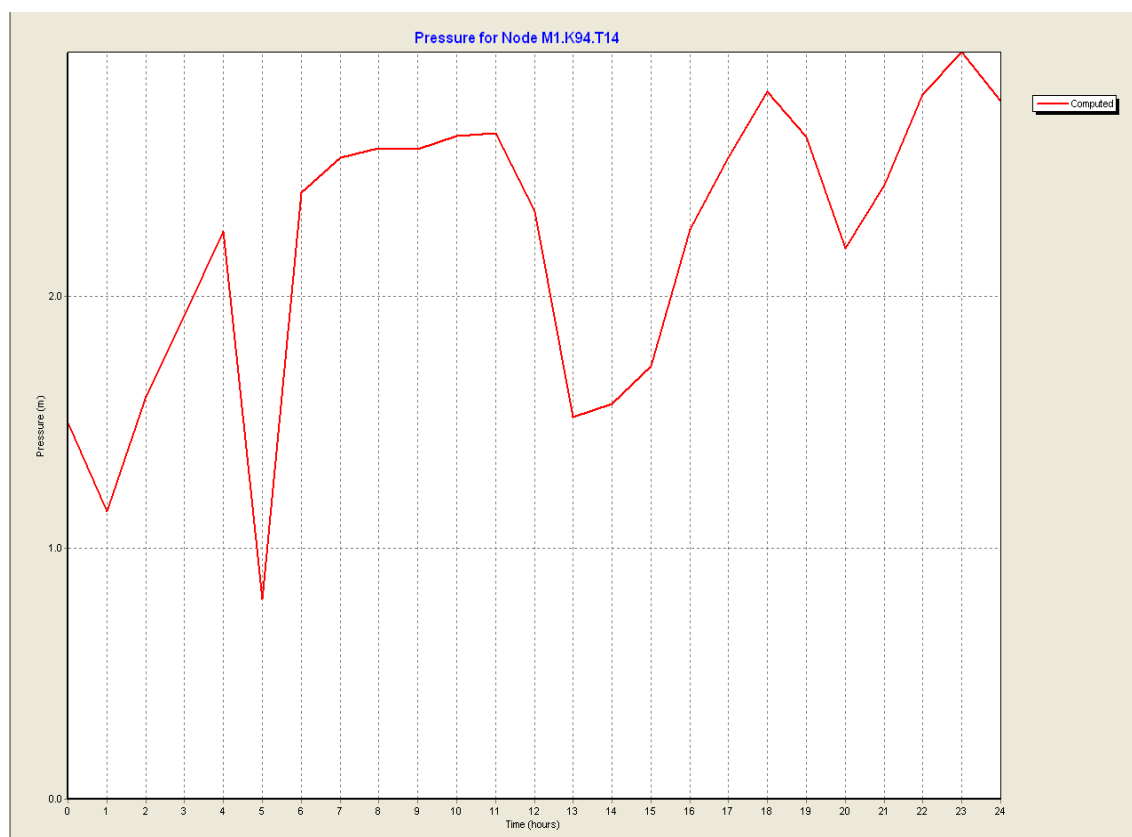
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 17: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

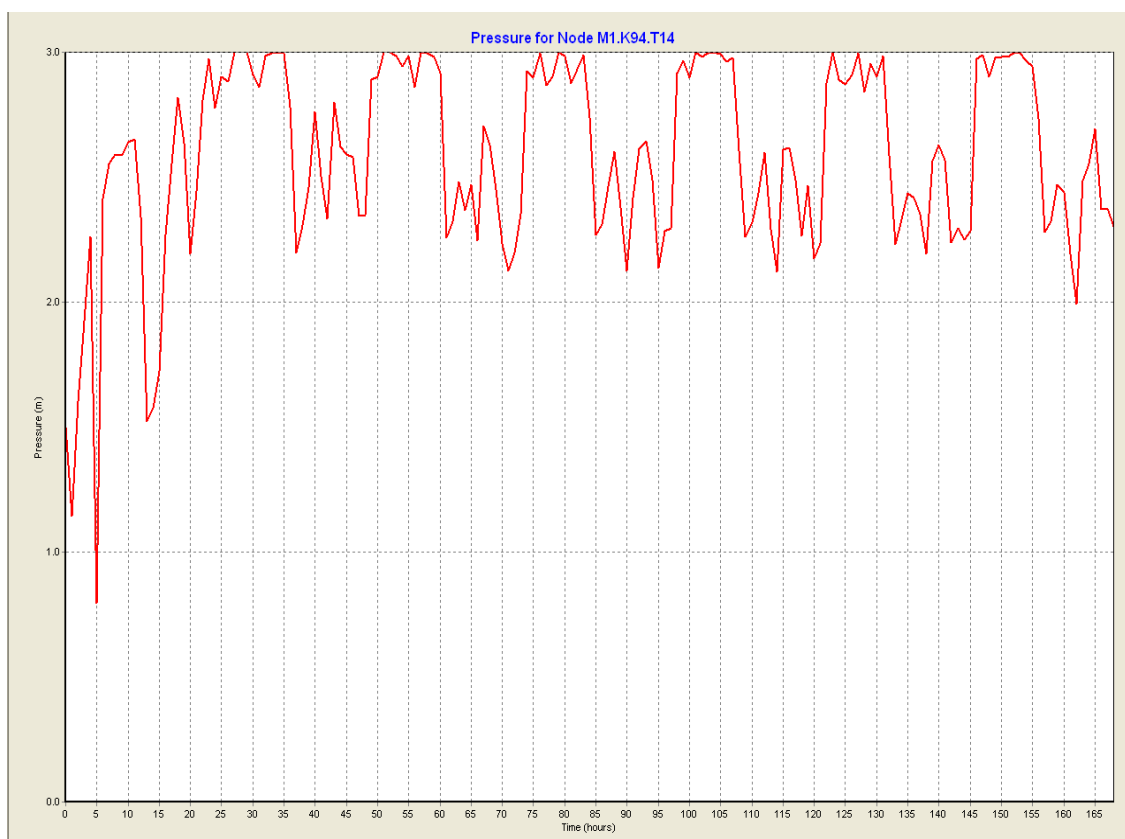
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 18: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine pade blizu minimuma le zjutraj ob 6. uri, drugače pa vodohran zagotavlja nemoteno oskrbo vode vodohranu Grad 100 m³.

d) Vodohran Grad 78 m^3 (168 ur)

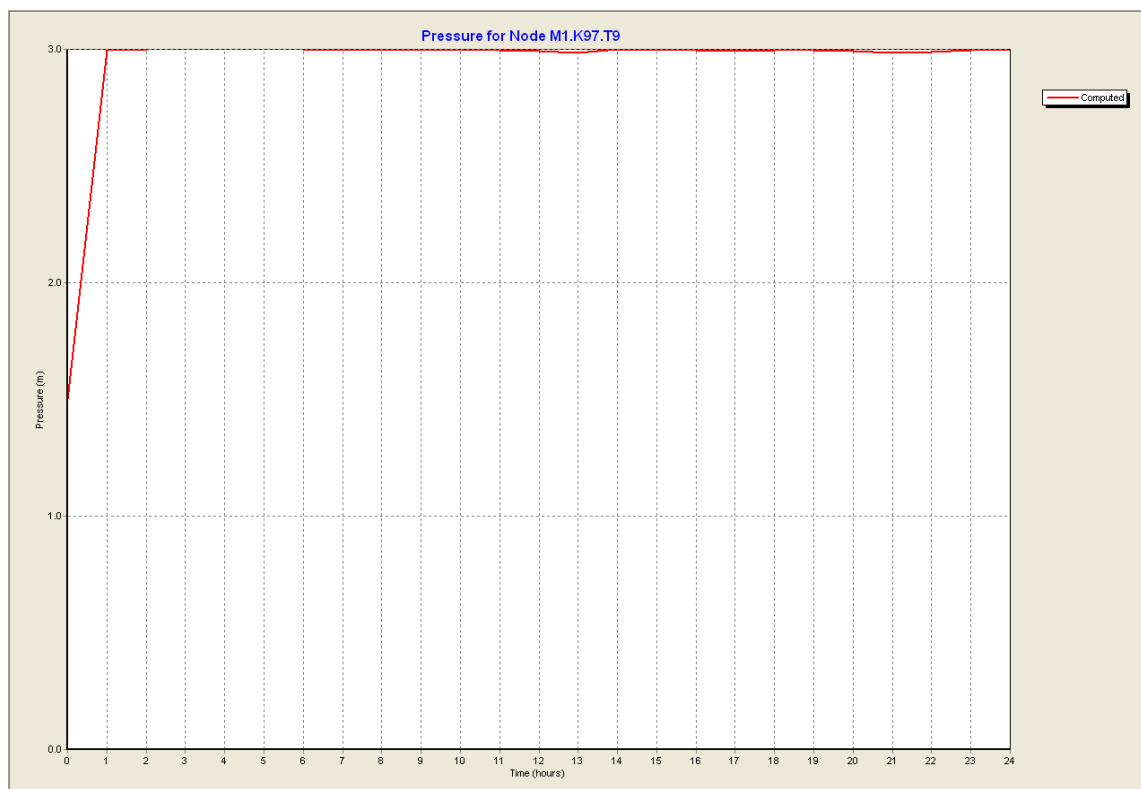


Slika 19: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m^3 , $Q_{povp,d}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali okoli tretjega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.1.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Qpovprečni, dnevni

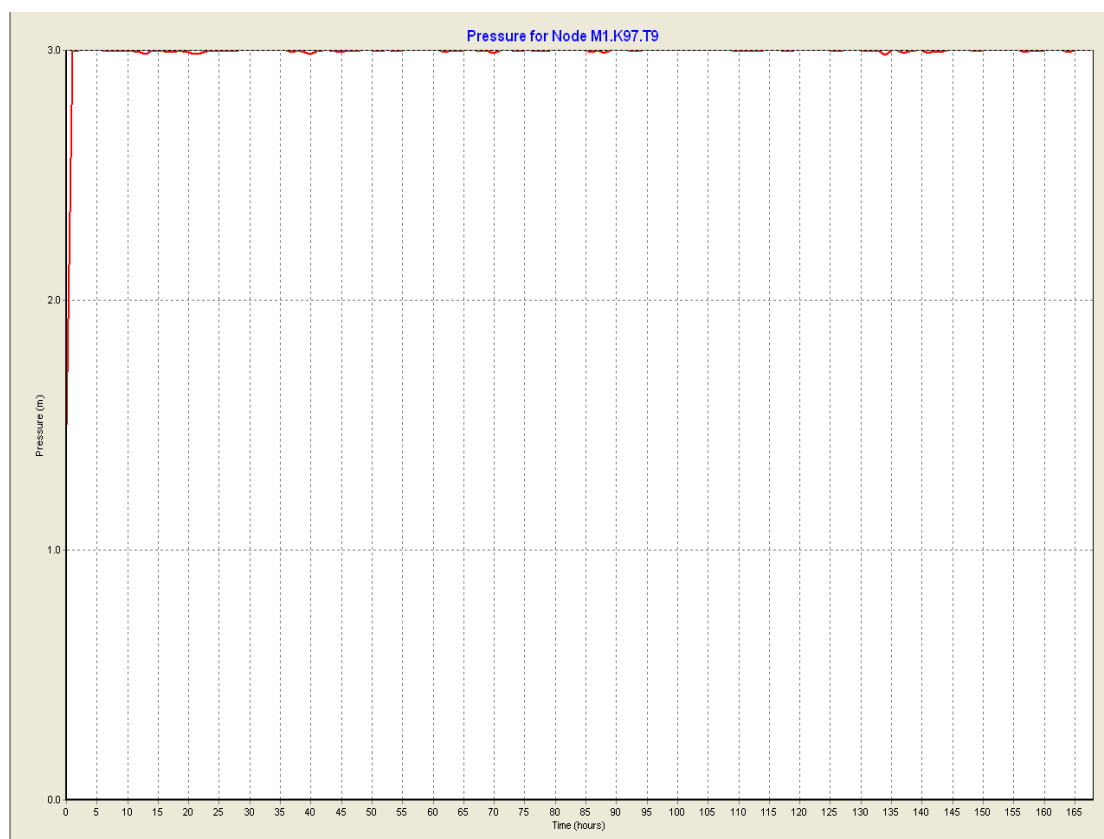
- V tej, 3. podvarianti vodohranov, so razmere skoraj identične razmeram iz 1. podvariante vodohranov, kar se tiče tlakov v ceveh. Tlak, ki je le za malenkost manjši od 2,5 bara (okoli 2,47 bara) se pojavi v točkah M1.K102.T5 in M1.K102.T22 približno med 13. in 14. uro popoldan, kjer je dejansko največja poraba v dnevu. Večjih težav tukaj ne bi smelo biti pri oskrbi z vodo. V ostalih točkah sistema na območju Karlovca v Škofji loki so vsi tlaki nad 2,5 bara, kar je ugodno.
 - Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).
- a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 20: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 je cel dan nad min. vrednostjo 0,5 m, kar zagotavlja nemoteno oskrbo.

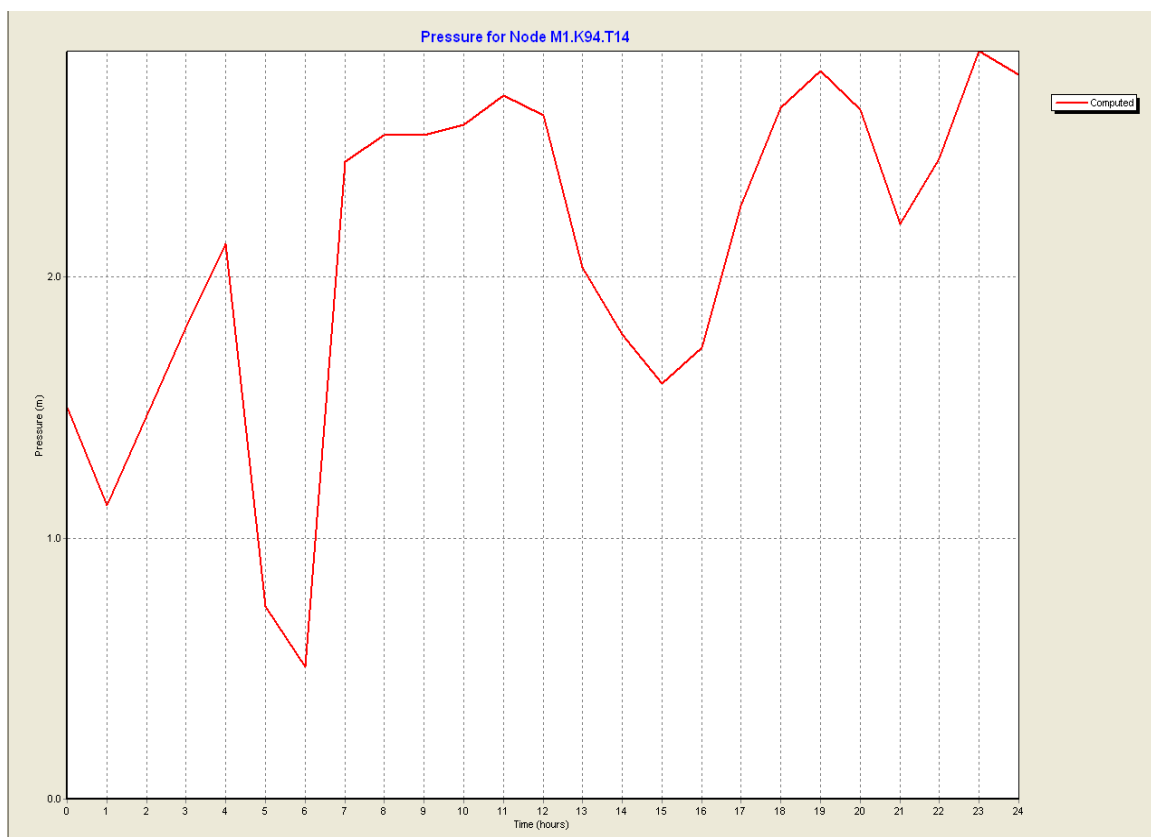
b) Vodohran Grad 100 m^3 (168 ur)



Slika 21: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 , Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

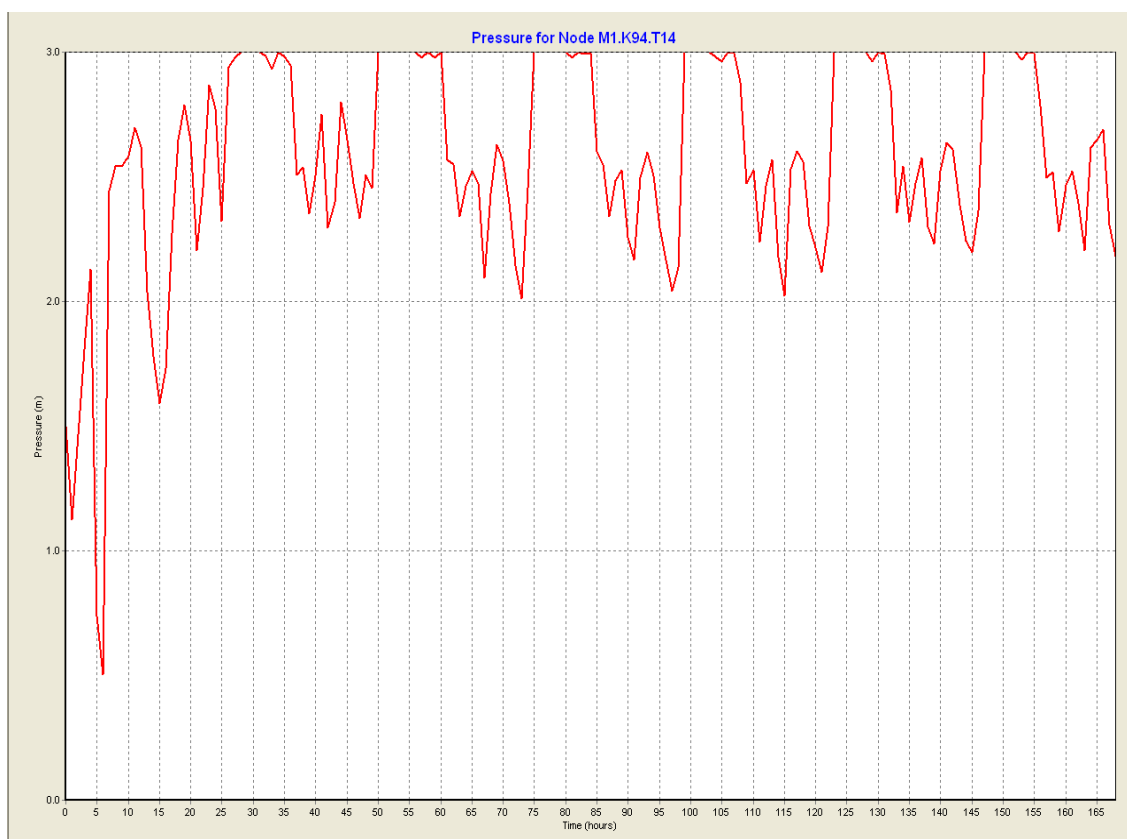
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 22: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 78 m³ je skoraj cel dan nad min. vrednostjo 0,5m, razen ob 6. zjutraj, ko doseže omenjeno vrednost 0,5 m.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)

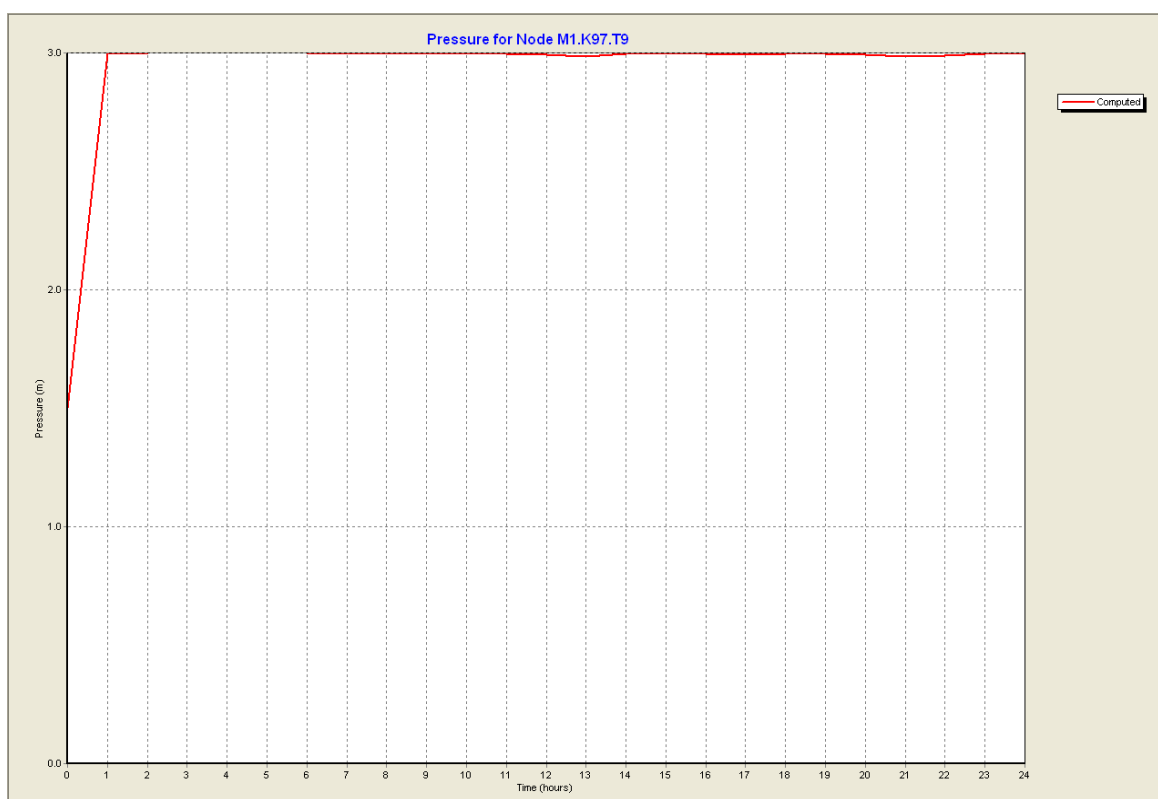


Slika 23: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali okoli drugega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.1.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Qpovprečni, dnevni

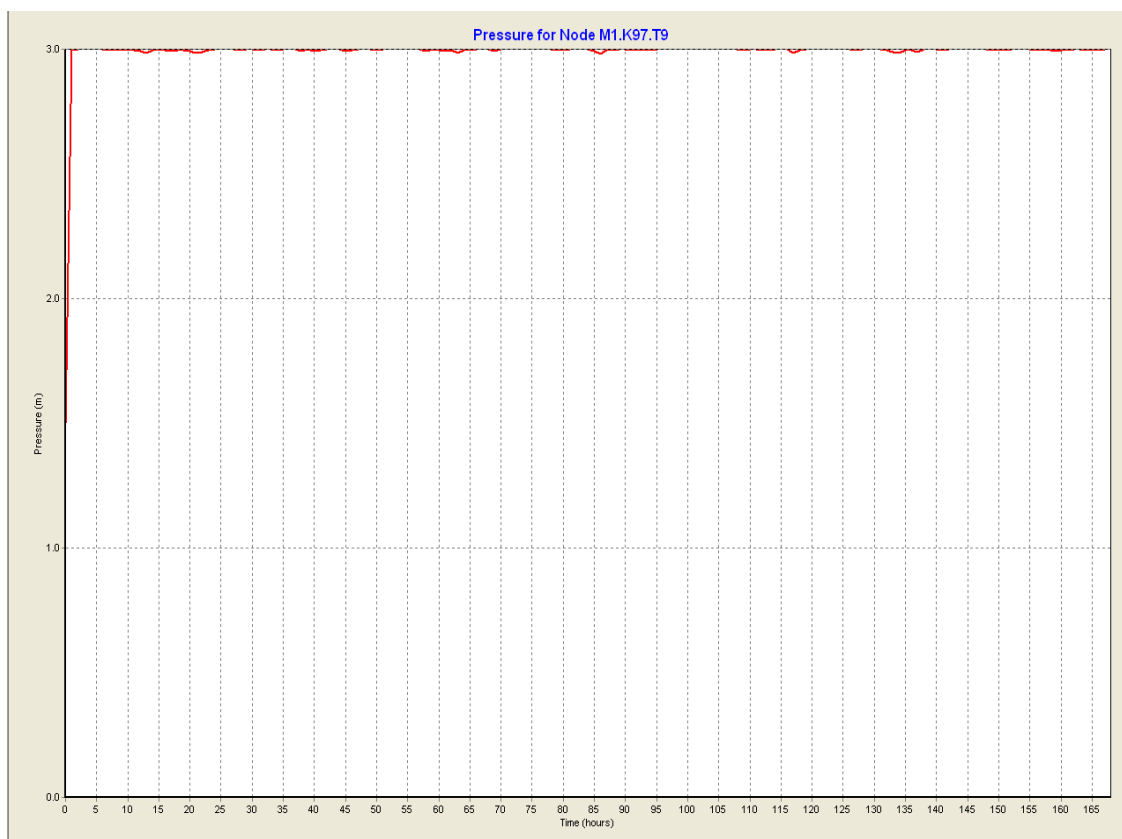
- V tej, 4. podvarianti vodohranov, so razmere skoraj identične razmeram iz 1. in 3. podvariante vodohranov, kar se tiče tlakov v ceveh. Tlak, ki je le za malenkost manjši od 2,5 bara (okoli 2,47 bara) se pojavi v točkah M1.K102.T5 in M1.K102.T22 približno med 13. in 14. uro popoldan, kjer je skoraj največja poraba v dnevu. Večjih težav tukaj ne bi smelo biti pri oskrbi z vodo. V ostalih točkah sistema na območju Karlovca v Škofji loki so vsi tlaki nad 2,5 bara, kar je ugodno.
 - Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).
- a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 24: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 , Qpovp,d, var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 je cel dan nad min. vrednostjo 0,5 m, zato ni težav pri min. tlakih na območju naselja Karlovc.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 25: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m³, Qpovp,d, var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

c) Vodohran Grad 78 m³ (24 in 168 ur)

Višina gladine v vodohranu VH Grad 78 m³ je cel dan konstantna, saj ne sodeluje v tem primeru ta vodohran z ostalim sistemom-dotočne in odtočne cevi le-tega so zaprte in posledično tako ni povezave z VH Grad 100 m³

5.10.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, Qmaksimalni, dnevni

Pri primeru $Q_{max,d}$, pa bom pri prvi podvarianti že poskušal določiti večje dimenzije cevi v nizkotlačni coni v naselju Karlovc, ker pričakujem vrednosti tlakov manjših od 2,5 bara in verjetno tudi kakšne negativne podtlake, ker imajo obstoječe cevi ponekod tudi premer okoli 25 mm, kar je absolutno premalo. Te cevi s povečanim premerom bom potem upošteval pri vsaki naslednji podvarianti in zraven še po potrebi povečal cevi, če bodo tako narekovali tlaki v ceveh.

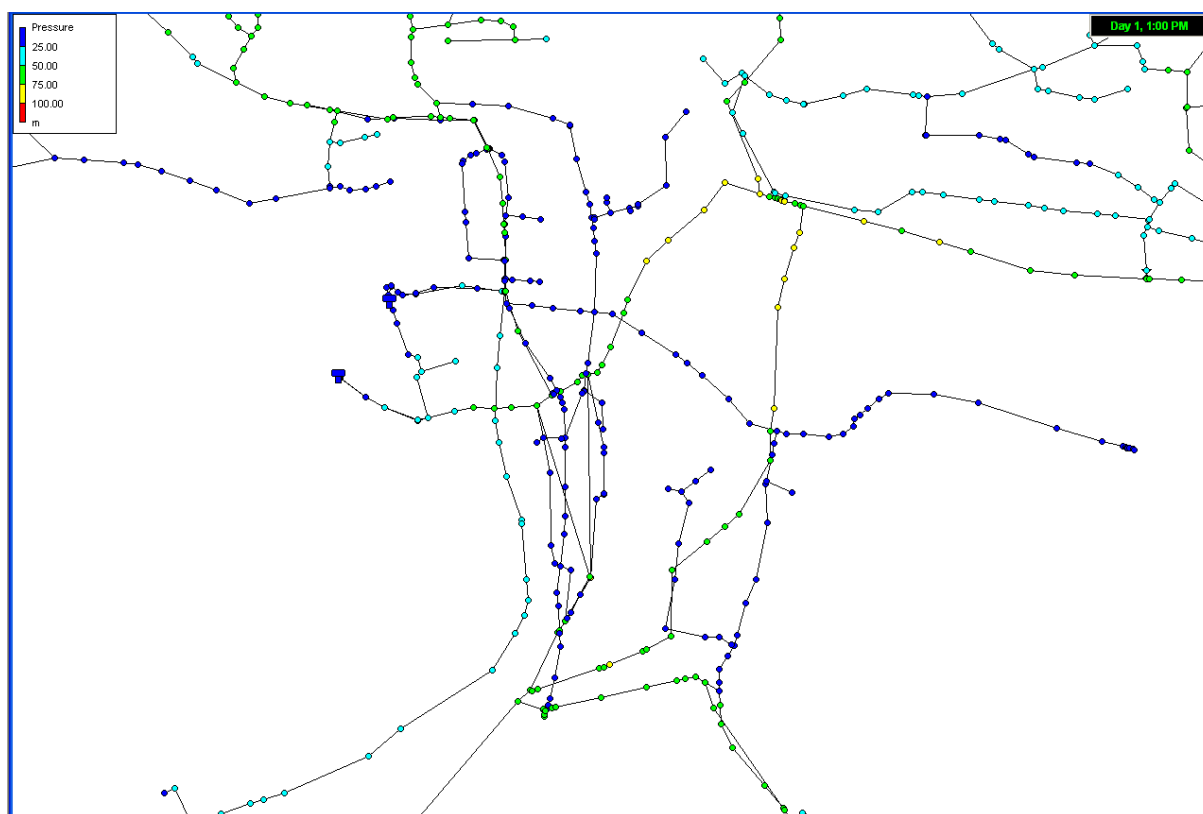
5.10.2.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, Qmaksimalni, dnevni

- Po zagonu simulacije sem ugotovil, da nastanejo tlaki manjši od 2,5 bara povsod po območju Karlovca, zato sem se odločil zamenjati cevi s premajhnim premerom in jih povečati na $\phi 125$ do $\phi 150$ za samo nekaj odsekov. Za to velikost sem se odločil na podlagi dejstva, da je minimalni premer pri primeru požara $\phi 100$, s tem premerom pa sem si zagotovil še nekaj varnosti. Razporeditev nezadostnih tlakov je prikazana na sliki 26.

Seznam zamenjanih cevovodov s premerom $\phi 125\text{mm}$ ter $\phi 150\text{mm}$:

- M1.K64: prej en del cevovoda $\phi 150\text{mm}$ ostane isti, drug del $\phi 80$ pa je bil zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K61: prej cel cevovod $\phi 40\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K65: prej cel cevovod $\phi 25\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K66: prej cel cevovod $\phi 25\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K67: prej cel cevovod $\phi 70\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K119: prej cel cevovod $\phi 16\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K117: prej cel cevovod $\phi 100\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K113: prej en del cevovoda $\phi 150\text{mm}$ ostane isti, drug del $\phi 100$ pa je bil zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K100: prej cel cevovod $\phi 26\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K102: prej cel cevovod $\phi 50\text{mm}$, zvečan na $\phi 125\text{mm}$
- M1.K101: en del cevovoda $\phi 250$ ostane isti, drug del $\phi 73.4\text{mm}$ pa je bil zvečan na $\phi 125\text{mm}$

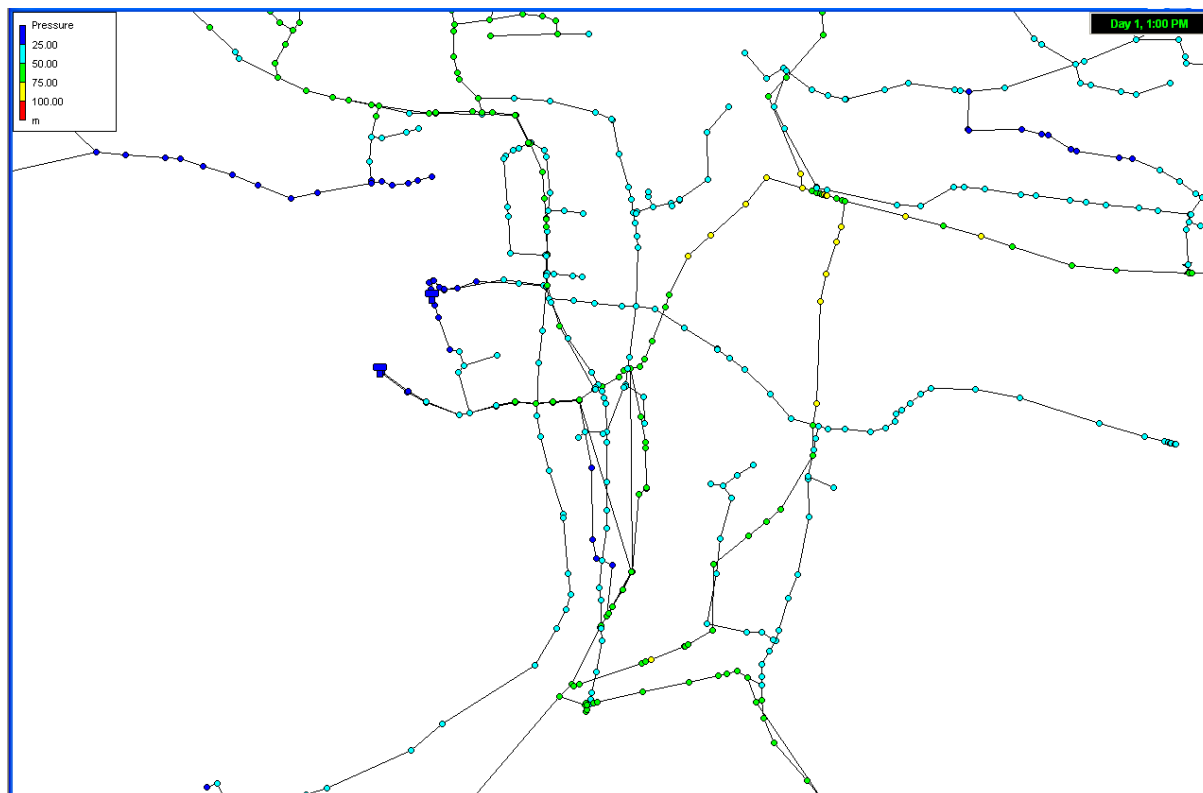
- M1.K121: en del cevododa ϕ 100mm, zvečan na ϕ 125mm, drug del cevododa ϕ 80mm, zvečan na ϕ 125
- M1.K99 (odvodna cev od VH Grad 100m³): prej cel cevodod ϕ 100mm, zvečan na ϕ 150mm
- M1.K124: en del cevododa ϕ 100mm, zvečan na ϕ 125mm, drug del cevododa ϕ 20mm, zvečan na ϕ 125
- M1.K122: en del cevododa ϕ 100mm, zvečan na ϕ 125mm, drug del cevododa ϕ 90mm, zvečan na ϕ 125mm, tretji del cevododa ϕ 80mm, zvečan na ϕ 125mm,
- M1.K125: , prej cel cevodod ϕ 20mm, zvečan na ϕ 125mm



Slika 26: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Pred zagonom simulacije je razvidno, da ima celotno območje tlak manjši od 2,5 bara,.
 Kar je razvidno s temno modro obarvanimi točkami na sliki 26.

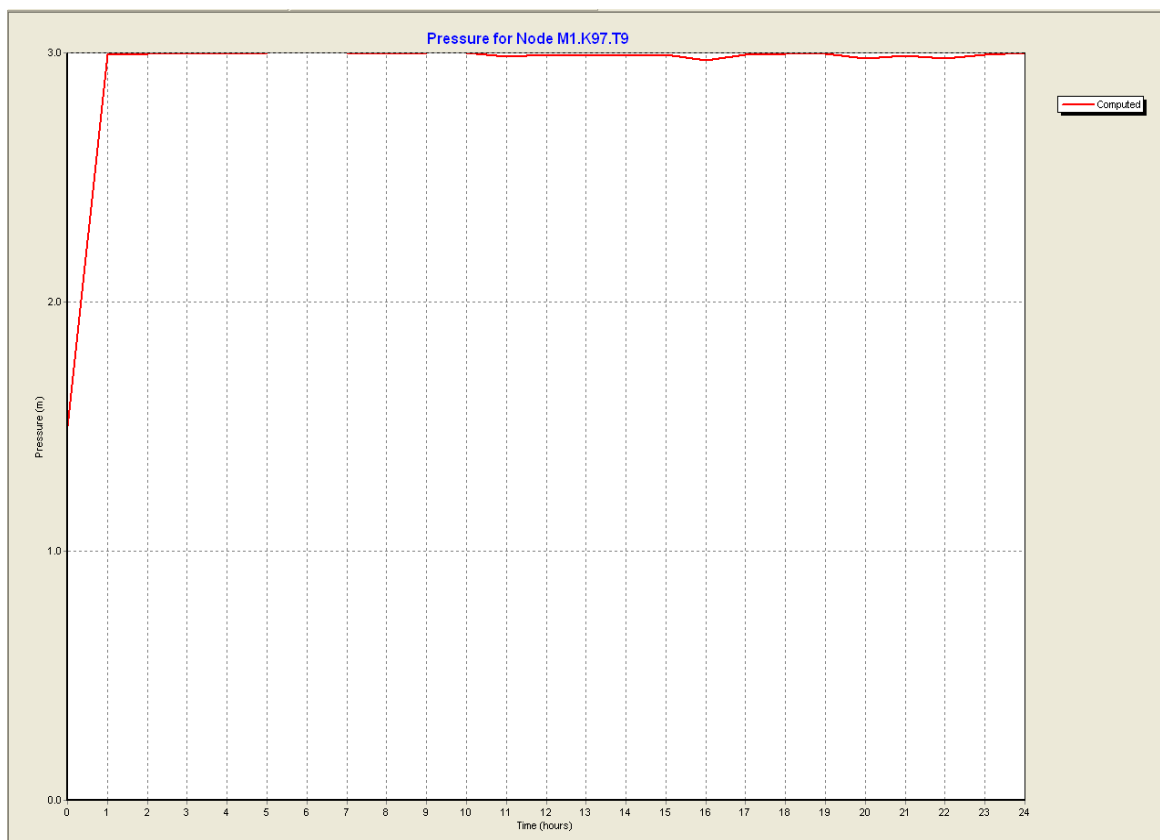
Po zagonu simulacije, ko sem zamenjal cevi pa je razvidno, da ima celotno območje tlak večji od 2,5 bara (svetlo modra barva) na sliki 27.



Slika 27: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

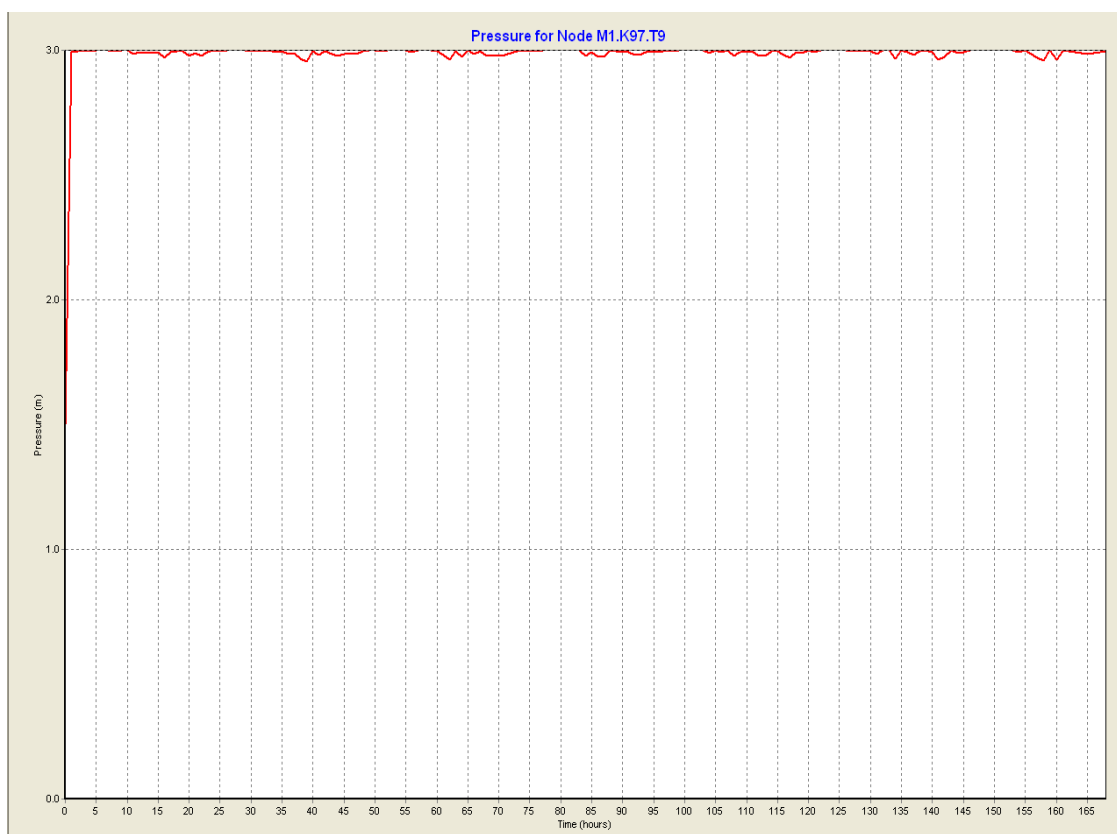
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 28: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{\max,d}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 , na sliki 28, je cel dan nad min. vrednostjo $0,5 \text{ m}$ zato ni težav pri min. tlakih. Tudi tukaj niha gladina vode v vodohranu minimalno, kar pomeni, da je dotok v vodohran zelo močan (od 55 do 62 l/s) in to celo od $13.$ do $14.$ ure, ko je maksimalna poraba v sistemu. To razloži dejstvo, zakaj pri vseh nadaljnjih primerih in njihovih podvariantah, gladina vode v vodohranu niha minimalno okoli maksimalne višine 3 m .

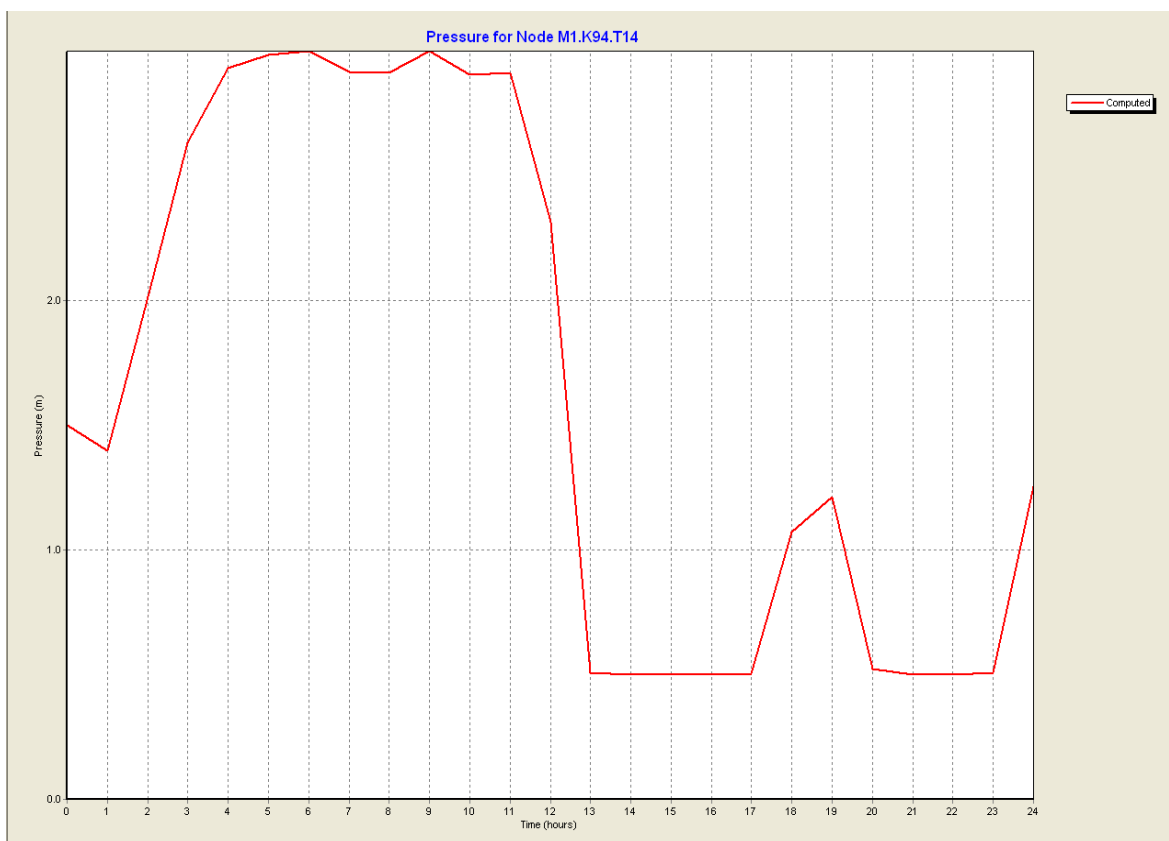
b) Vodohran Grad 100 m^3 (168 ur)



Slika 29: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{\max,d}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

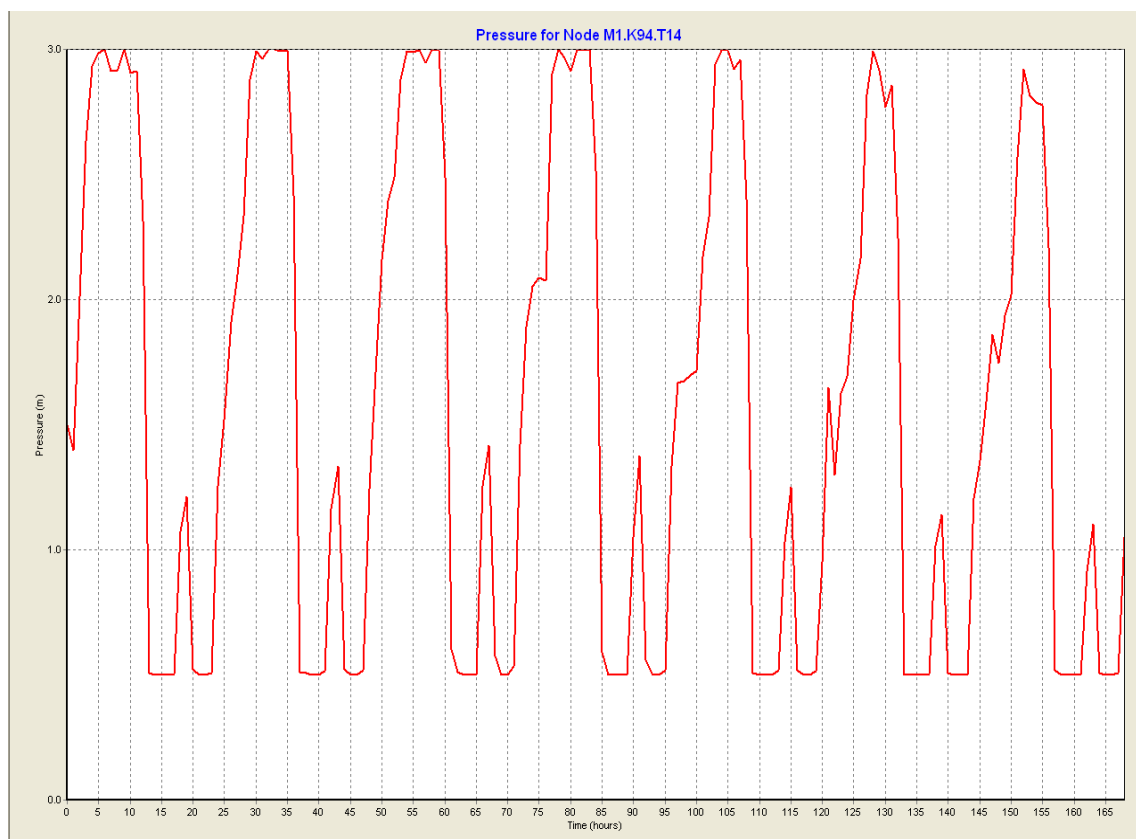
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 30: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Višina gladine pade na minimalno vrednost dvakrat na dan med 13. in 17. uro ter 20. in 23. uro.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)

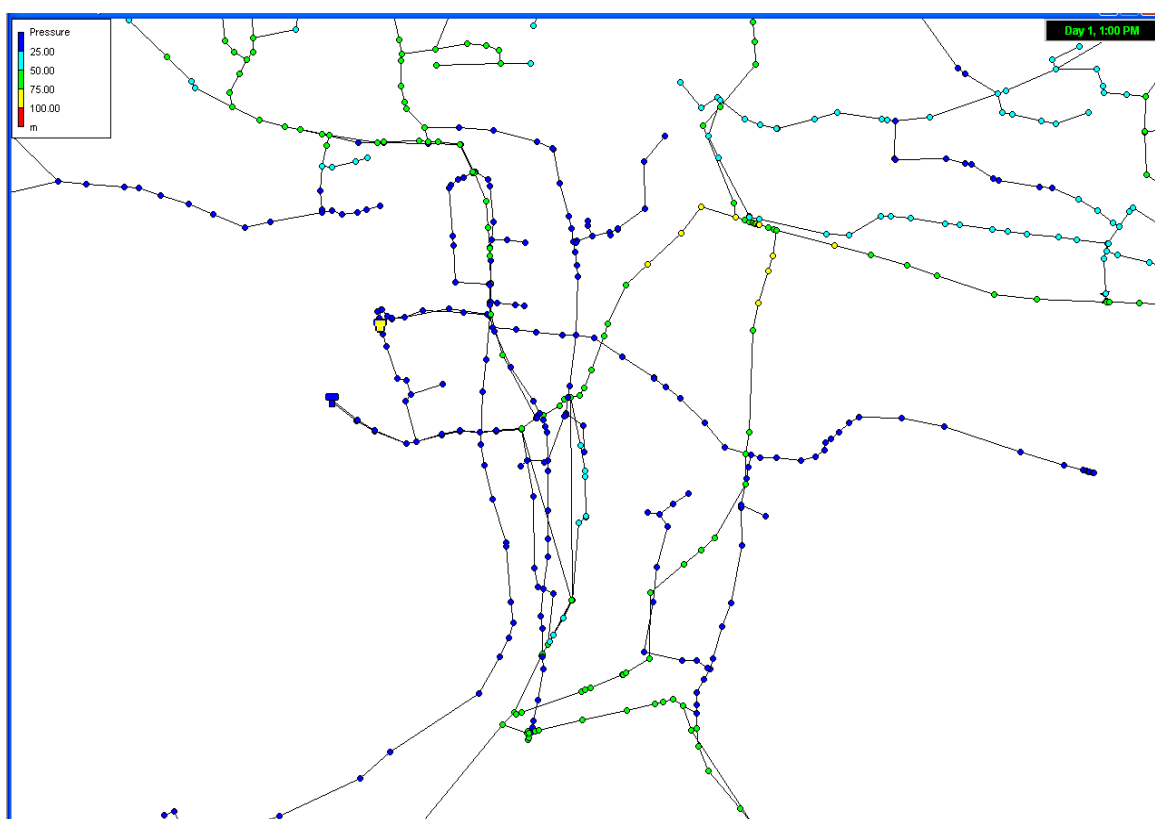


Slika 31: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 1 čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.2.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, $Q_{\text{maksimalni}}$, dnevni

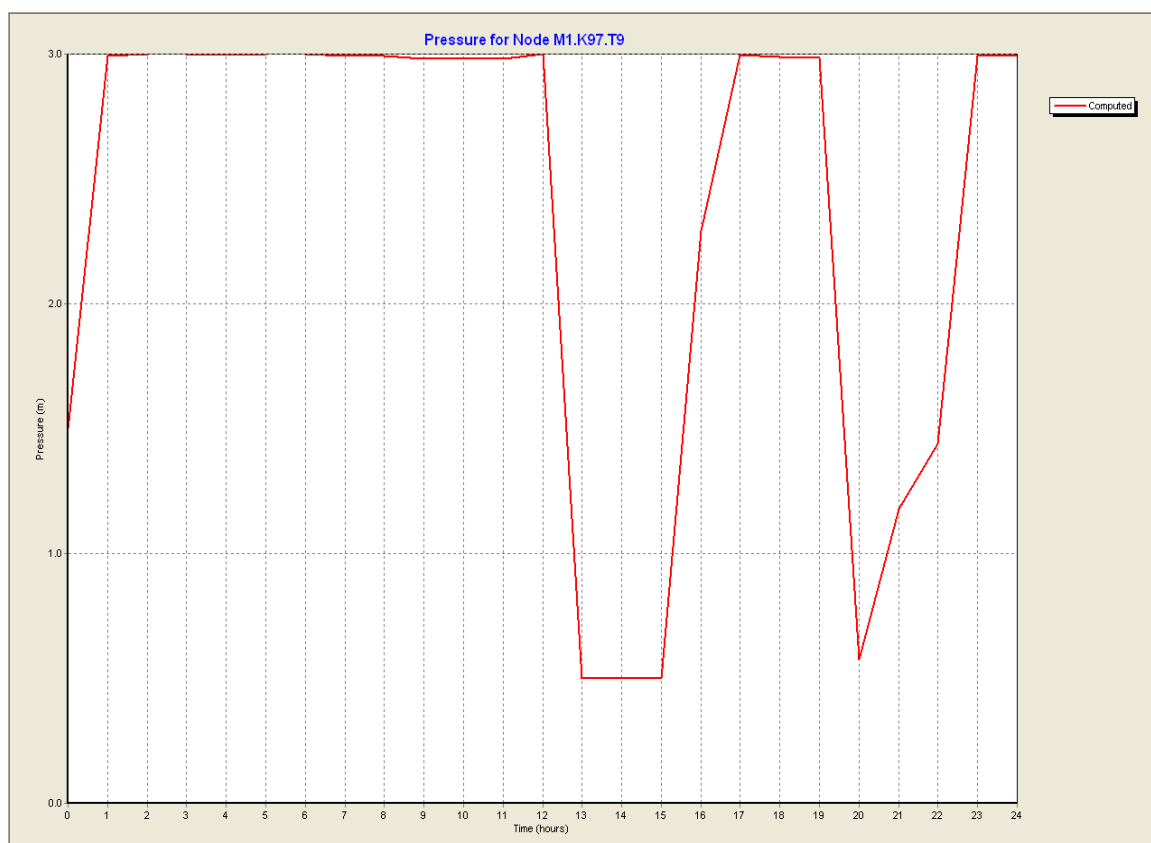
- Tu imamo isti primer kot že v primeru za Q_{povp} , d, le določenemu delu cevovoda-že naštetih deli vodovoda v podvarianti 1, sem zvečal premer cevi za primer Q_{max} , vendar pa nastane problem od 13. do 15. ure, ker v vodohranu 100 m³ takrat zmanjka vode, zato je slika tlakov neugodna, saj je na celotnem območju Karlovca tlak manjši od 2,5 bara, kar je razvidno na sliki 32. spodaj.



Slika 32: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjavi cevi, $Q_{\text{max,d}}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 33: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 , na sliki 33, je na minimalni vrednosti 0,5 m od 13. do 15 ure , okoli 20. ure pa se ji približa, kar je neugodno

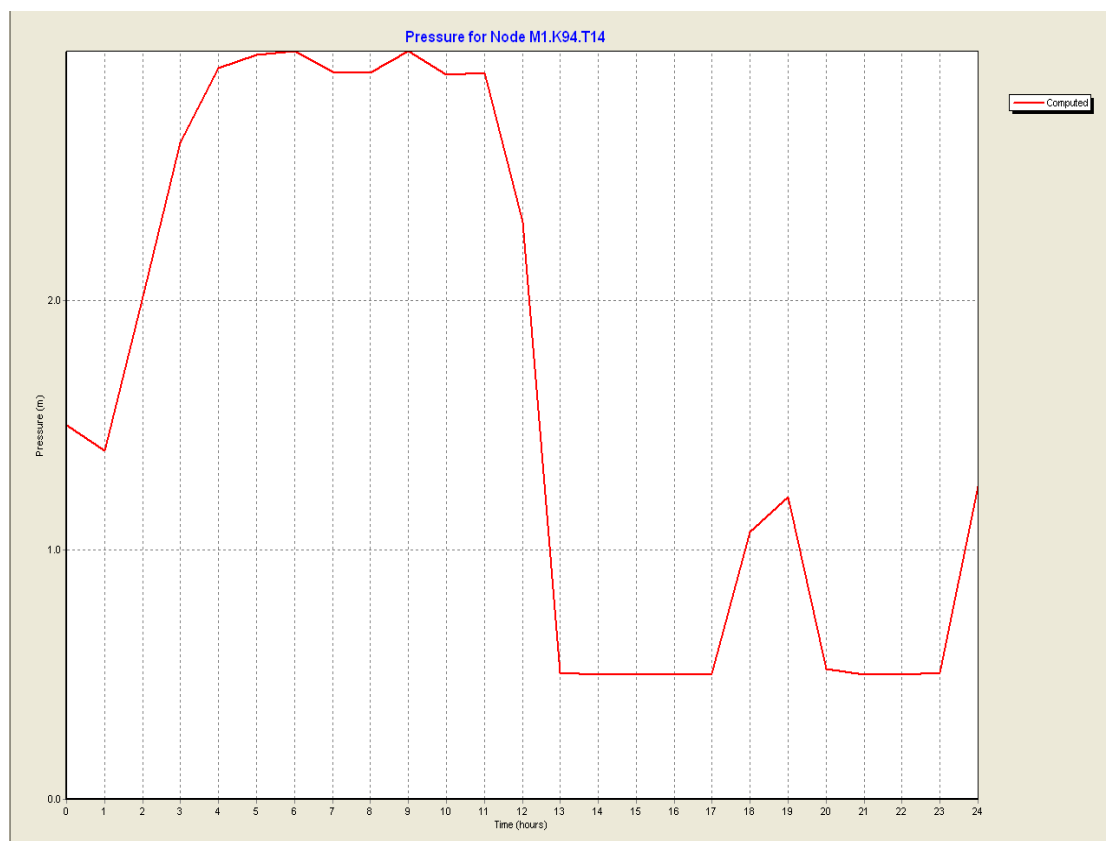
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 34: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur

Gladina vode niha ciklično od drugega dneva dalje, kjer je še vedno ob kritičnih urah dneva opaziti znižanje gladine vode na minimalni nivo vode v vodohranu, kar ni ugodno.

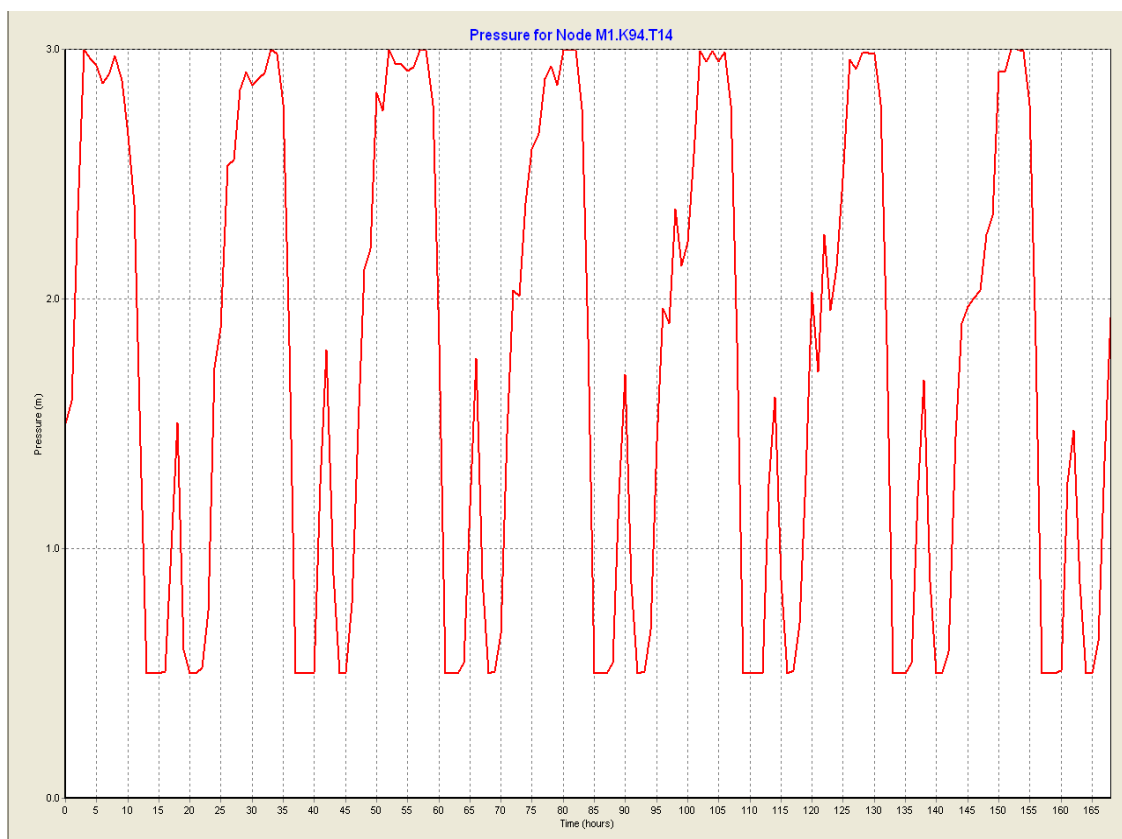
c) Vodohran Grad 78m^3 (24 ur)



Slika 35: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 78m^3 , na sliki 35, je od 13. do 15. ure ter od 20. do 23. ure na minimumu, kar je neugodno za vodohran 100m^3 , ki prav tako trpi pomanjkanje vode zaradi tega.

d) Vodohran Grad 78m³ (168 ur)



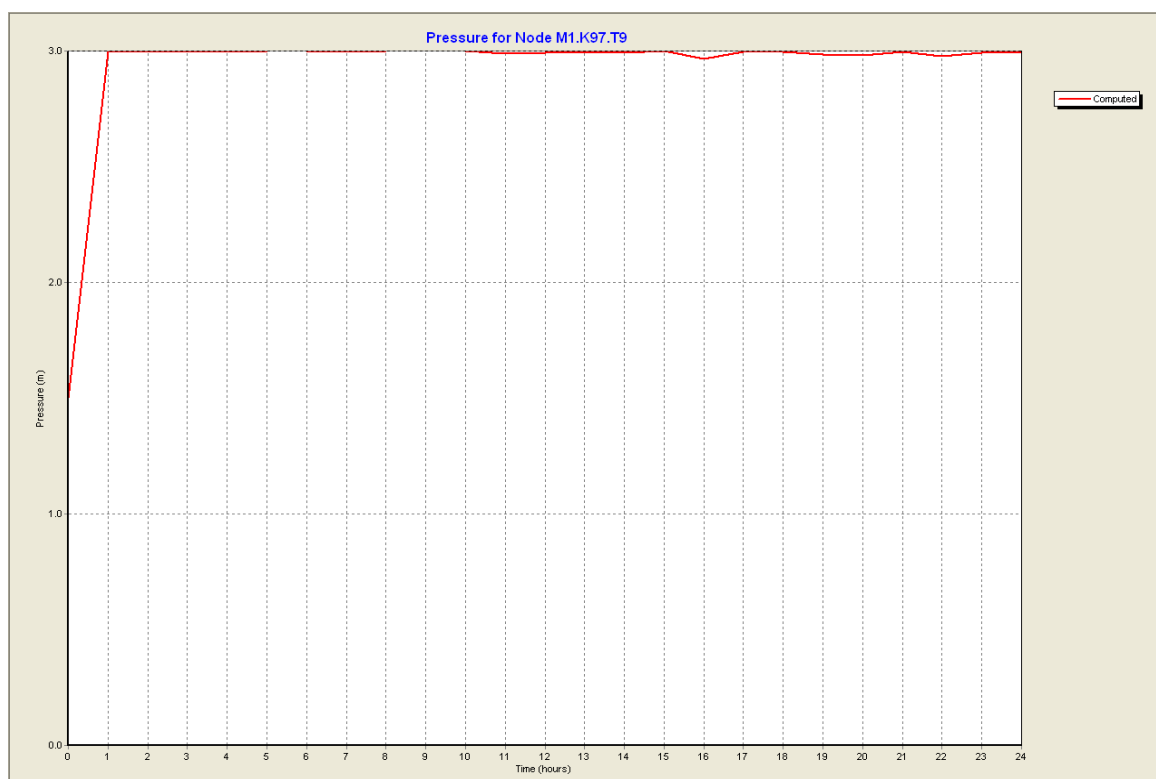
Slika 36: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.2.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Qmaksimalni, dnevni

- Po zamenjavi cevi sedaj med 13 in 14 uro, ko je maksimalna urna poraba v dnevu ($Q_{max,h}$), ne pride do padca tlakov, kot se to zgodi, če zaženem to simulacijo brez povečanih prerezov iz podvariante 1, kjer je dejansko cel nizkotlačni sistem kritičen, ampak je po celem območju Karlovca tlak višji od minimalnega predpostavljenega-to je 2,5 bara.
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).

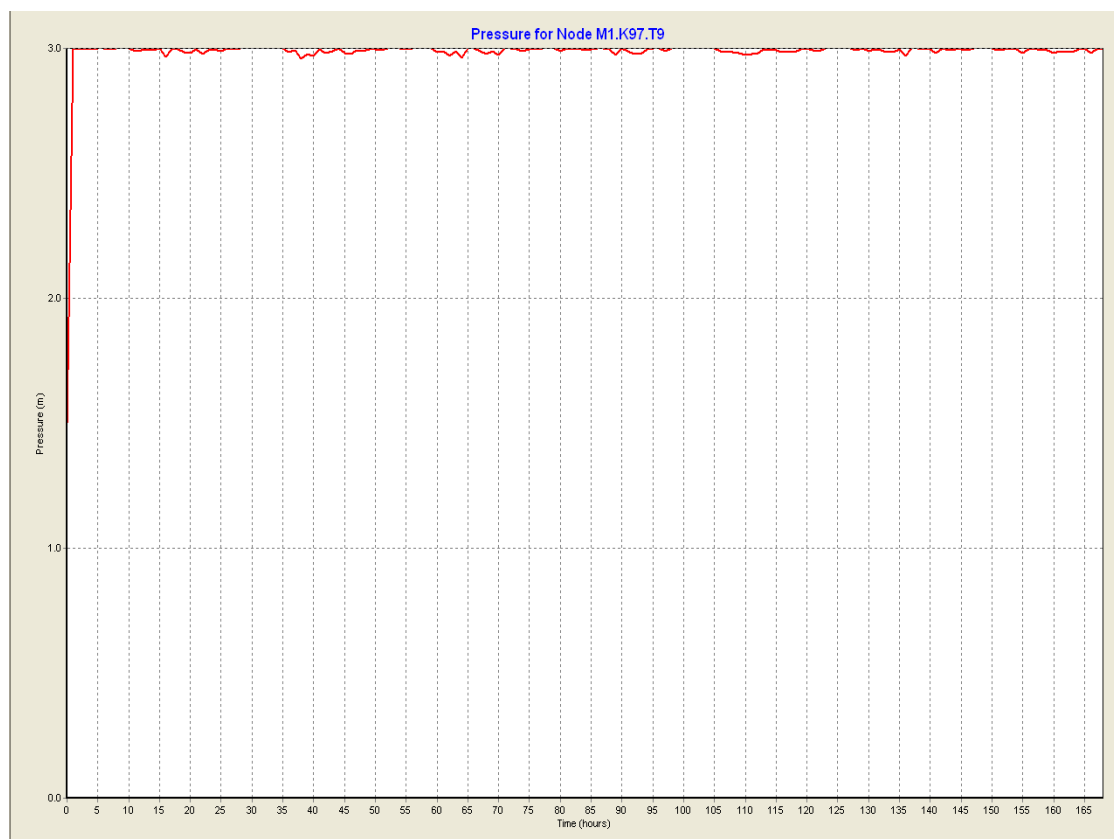
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 37: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 , na sliki 37, je cel dan nad minimumom $0,5 \text{ m}$, zato ni težav.

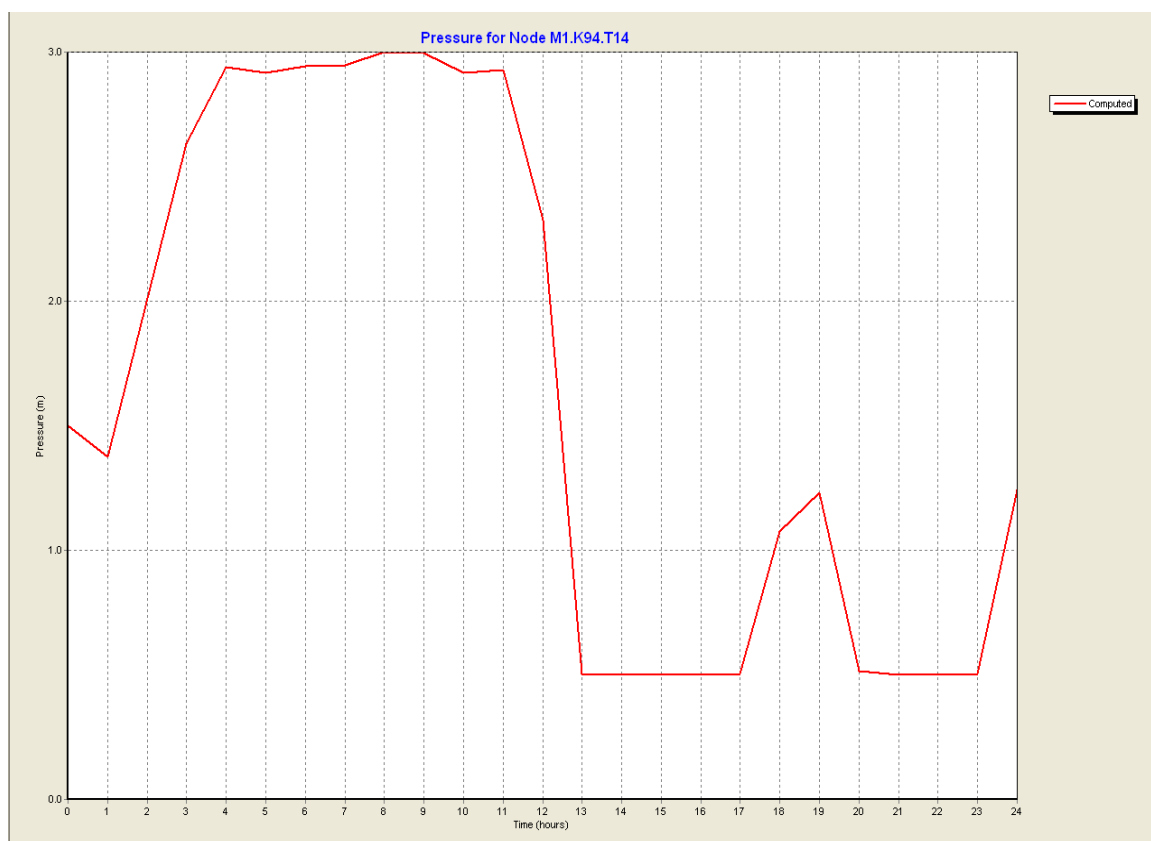
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 38: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

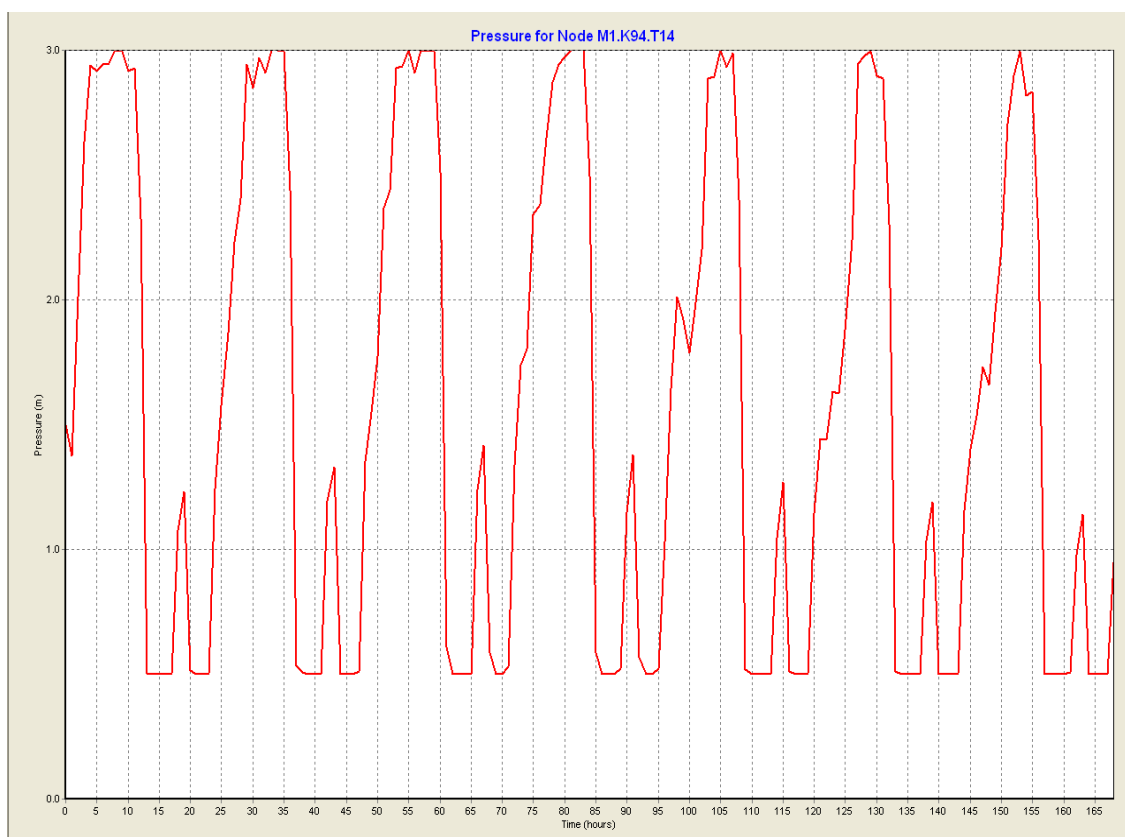
c) Vodohran Grad 78 m^3 (24 ur)



Slika 39: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 78 m^3 , na sliki 39, pade na minimum le med 13. in 17. uro ter 20 in 23 uro, vendar to ne vpliva na 100 m^3 vodohran, kar je ugodno.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)



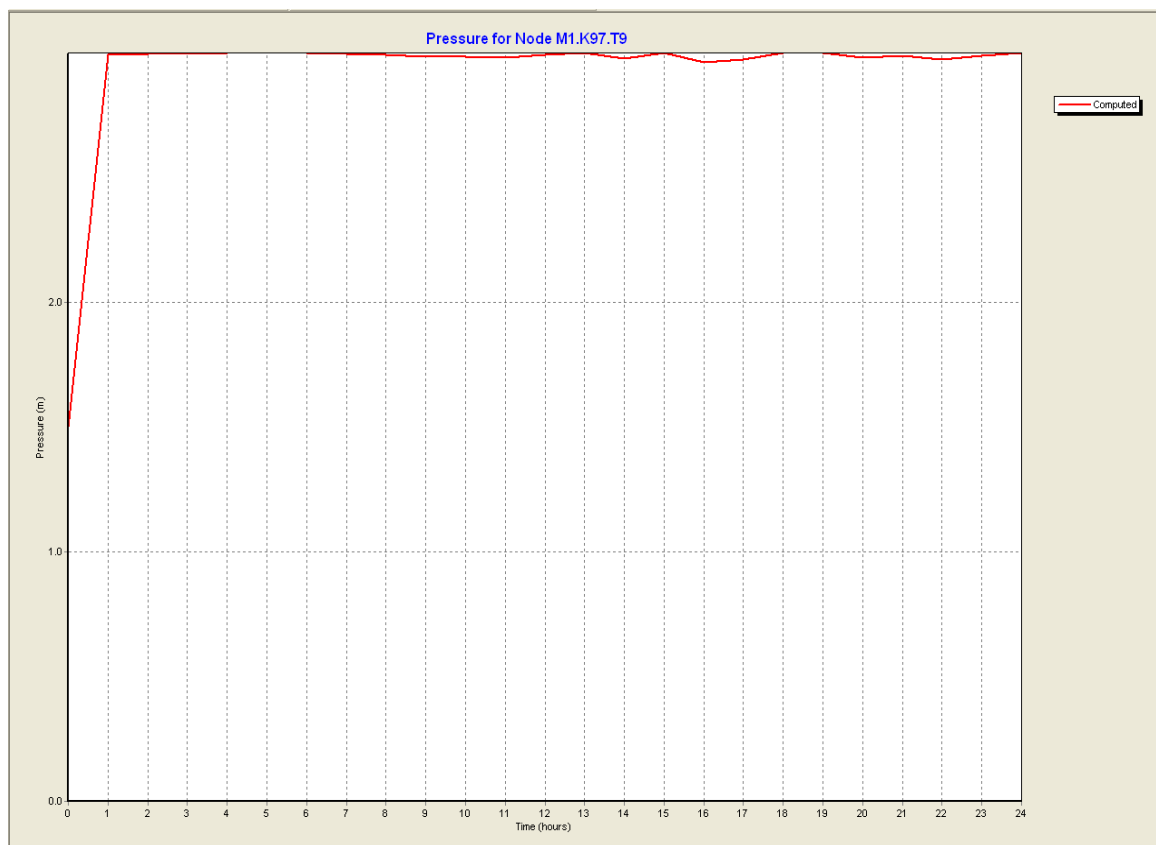
Slika 40: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.2.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Qmaksimalni, dnevni

- Tudi tukaj se zgodi isto kot pri podvarianti 1, da simulacija brez zamenjanih cevi pokaže podtlake po celi nizkotlačni coni, simulacija z zamenjanimi cevmi pa izboljšanje, kar pomeni, da so tlaki povsod nad 2,5 bara tudi v kritičnem času med 14 in 15 uro, ko je poraba največja.
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).

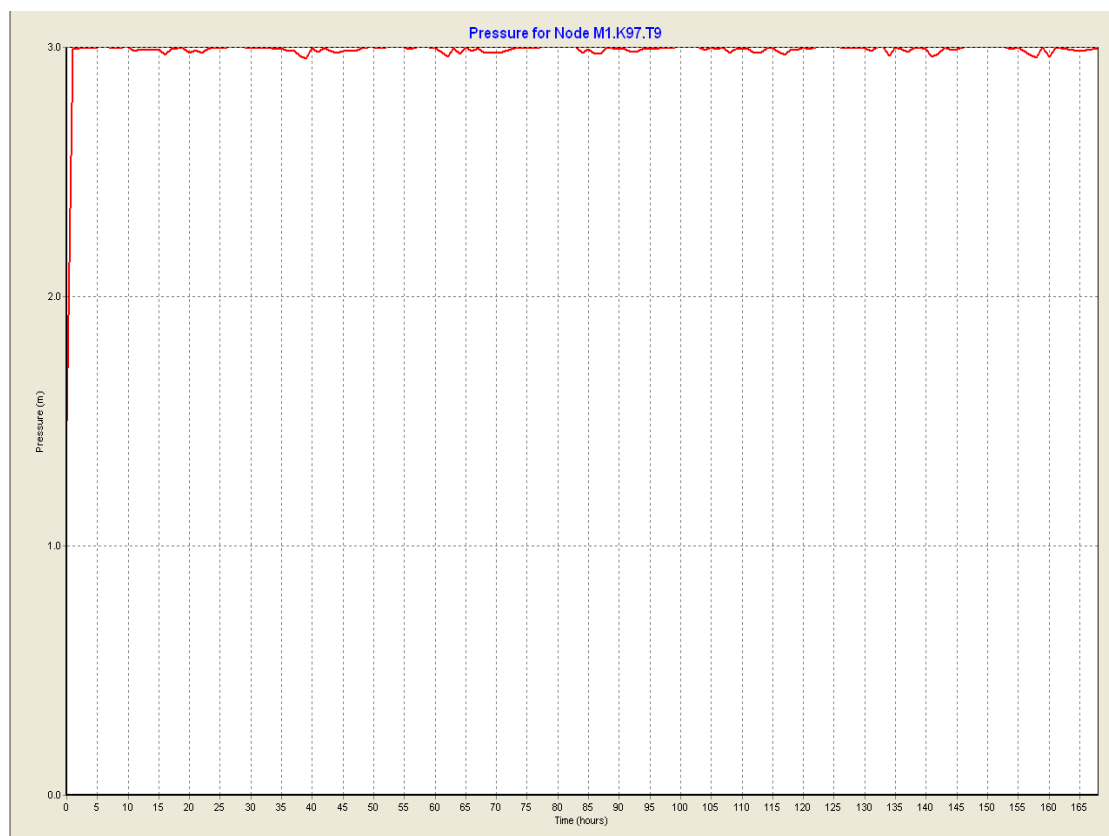
a) Vodohran Grad 78 m^3 (24 ur)



Slika 41: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{\max,d}$, var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v vodohranu VH Grad 100 m^3 , na sliki 41, se giblje okoli maksimalne gladine 3 m, kar pomeni, da je dotok tako močan v vodohran, da takoj napolni vodohran.

b) Vodohran Grad 78 m^3 (168 ur)



Slika 42: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 po zamenjavi cevi, $Q_{max,d}$, var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

c) Vodohran Grad 78 m^3

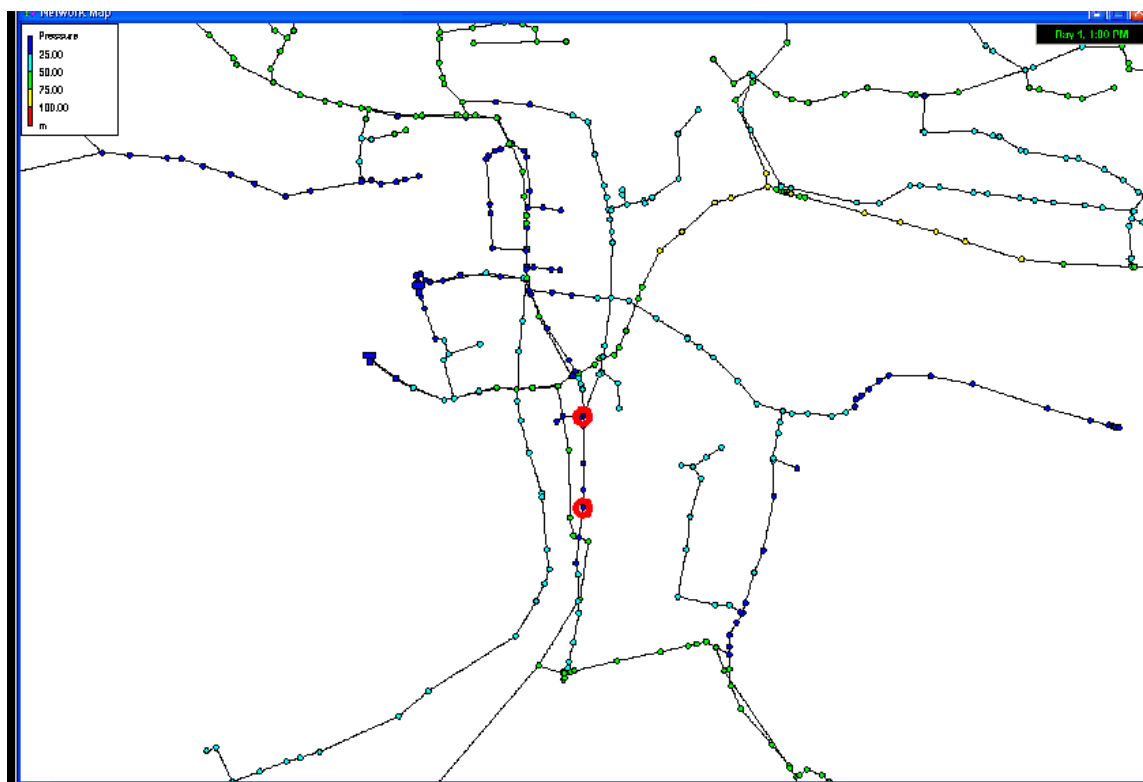
V tej podvarianti ta vodohran ne sodeluje, ker je predvideno, da še ni v uporabi. Vidno je, da lahko VH Grad 100 m^3 deluje sam-zagotavlja nemoteno delovanje nizekotlačnega sistema Karlovc, brez doliva VH grad 78 m^3 .

5.10.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvariantami vodohranov, Q povprečni, dnevni + požar

Določil sem 2 hidranta, ki ležita sredi Karlovca na Kopališki ulici, s katerih bi v primeru požara lahko gasili. Ta dva hidranta sta v točkah v programu Epanet: M1.K113.T21 in M1.K116.T16, kjer je premer cevovoda 150 mm. V primeru, da ne bi zadostovala, se naredi na primarnem vodu-varianti 3 še dodaten hidrant, ki bi dovajal zadosten tlak. Vse podvariante vodohranov so simulirane z že zamenjanimi premeri cevovodov, kot sem že storil to v primeru $Q_{max,d}$, razen v podvarianti vodohranov 1, kjer sem prikazal rezultate še za obstoječe stanje cevovodnega sistema z vodohranoma na območju naselja Karlovca. Ostala dva hidranta, ki predstavljata drugi požar tisti dan, pa sem postavil v okolici Partizanske ceste, ki je izven območja naselja Karlovca in zato ne motita simulacije na tem območju, vendar je s tem vseeno zadoščeno pogoju, da se mora simulirati dva požara na isti dan.

5.10.3.1 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 1, Q povprečni, dnevni + požar

- Najprej sem zagnal simulacijo za obstoječ vodovodni sistem, kjer sem ugotovil, da okoli 13 ure popoldan, ko je največja poraba, na velikem delu naselja Karlovca tlaki padejo pod 2,5 bara, kar je kritično in tudi razvidno na sliki 29, zato bom v naslednjih podvariantah vodohranov 3 in 4, zaganjal simulacije, kjer so že zamenjane cevi z večjimi premeri (iz primera $Q_{max,d}$).

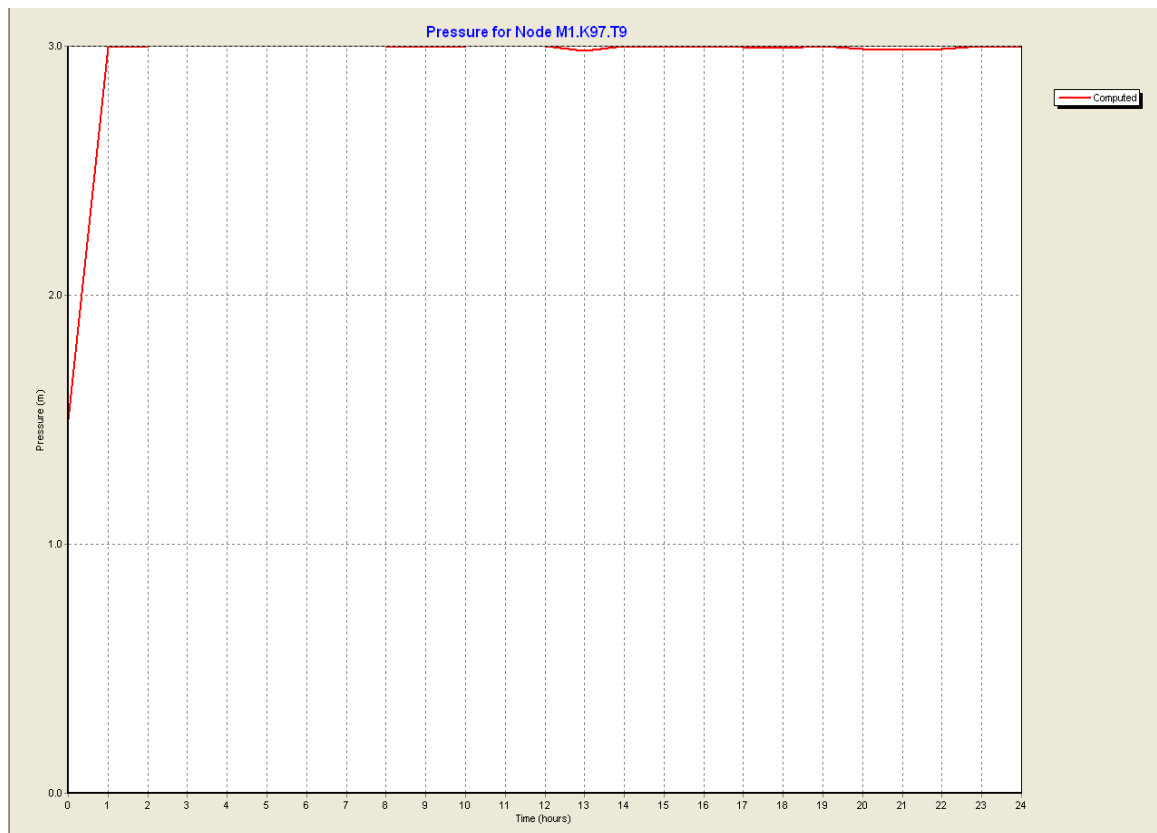


Slika 43: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 na obstoječem stanju cevovoda in lokacija dveh hidrantov označena z rdečima krogoma, $Q_{povp,d+požar}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Razvidno je, da nastanejo problemi s tlaki, ko dodamo odvzem vode na dveh hidrantih (2×10 l/s), kar naj bi predstavljalo en požar (potrebni pretok 20 l/s).

- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3).

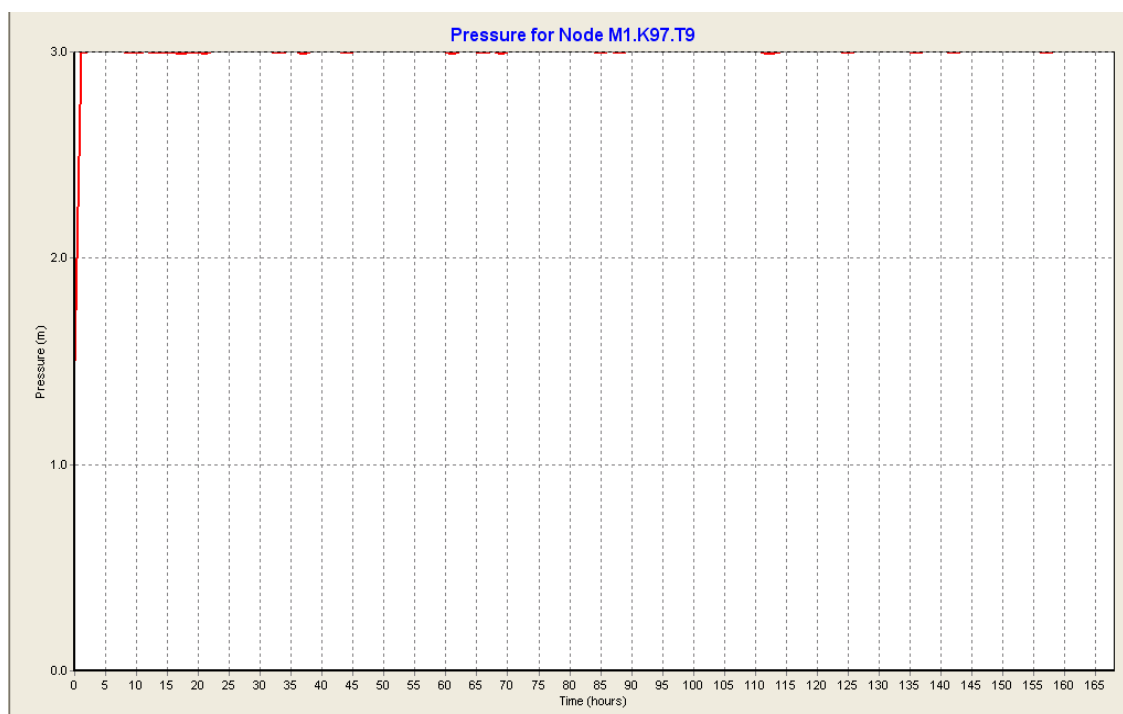
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 44: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 , $Q_{povp,d+požar}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Razvidno je, da nastanejo problemi s premajhnimi tlaki (manjši od 2,5 bara) le zaradi premajhnih premerov cevi v vododnem sistemu v naselju Karlovc, saj v vodohranu gladina vode nikoli ne pade na minimalni nivo 0,5 m.

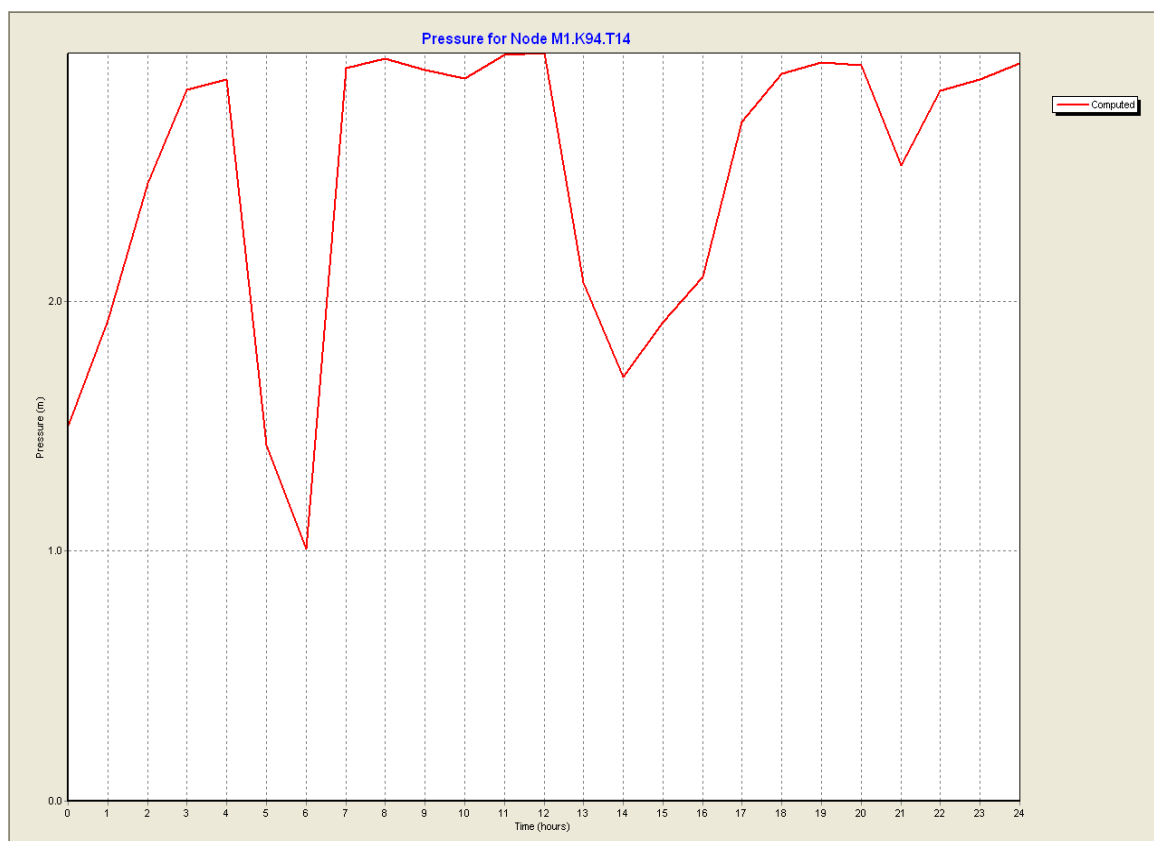
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 45: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³, *Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 1*, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

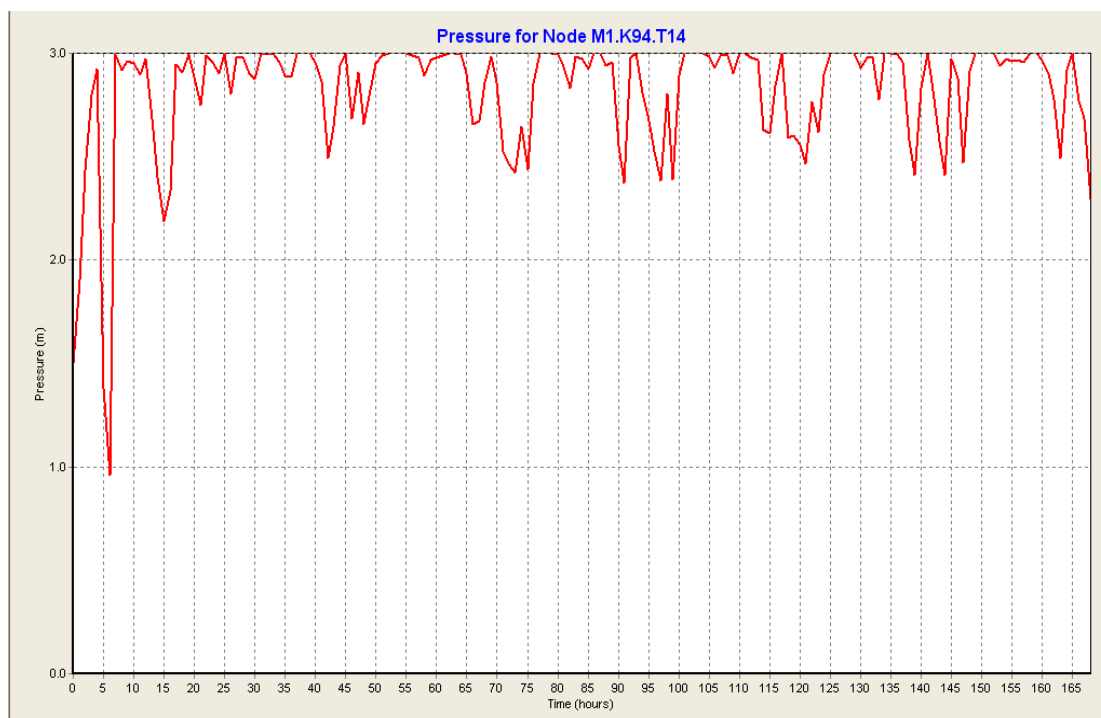
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 46: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

V 78 m³ vodohranu pa je razvidno veliko nihanje gladine skozi cel dan, ki se postopno dviguje proti koncu dneva in se začne zopet dvigati zjutraj okoli 6. v obliki naraščajoče, dokaj »žagaste« oblike grafa.

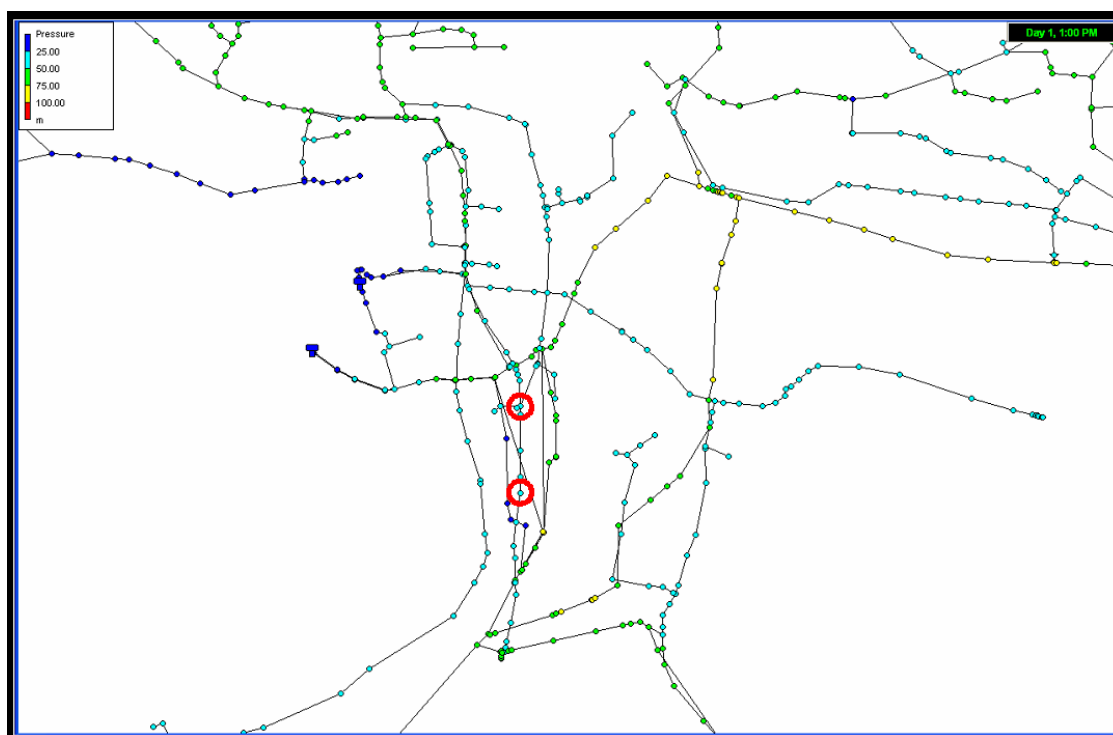
d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)



Slika 47: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³, *Qpovp,d+požar*, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

Na sliki 48 pa je že situacija z zamenjanimi cevmi.

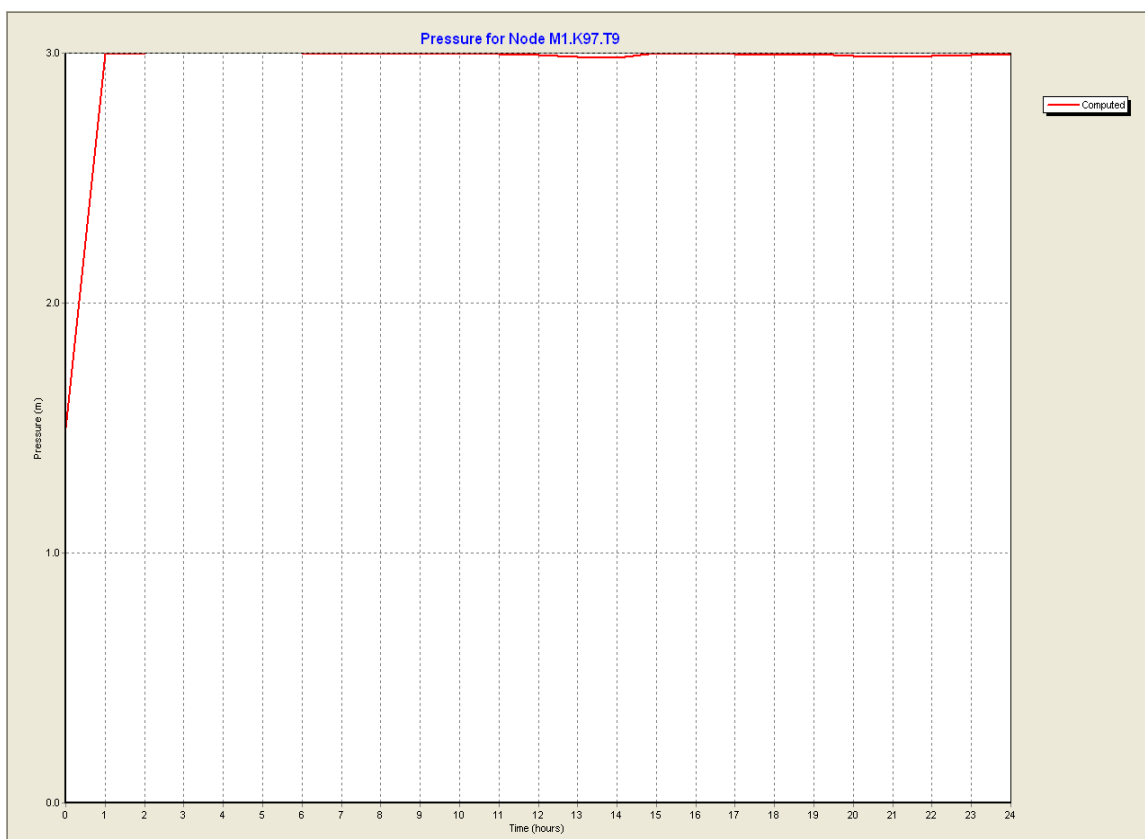


Slika 48: Razporeditev tlakov po ceveh ob 13.00 po zamenjanih ceveh in lokacija dveh hidrantov označena z rdečima krogoma, $Q_{povp,d+požar}$, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

Opazimo, da ni problemov s tlaki manjšimi od 2.5 bara ob 13-ih, ko je največja poraba, na sliki 48, kljub dvema hidrantoma, kjer vsak odvzema 10 l/s.

- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

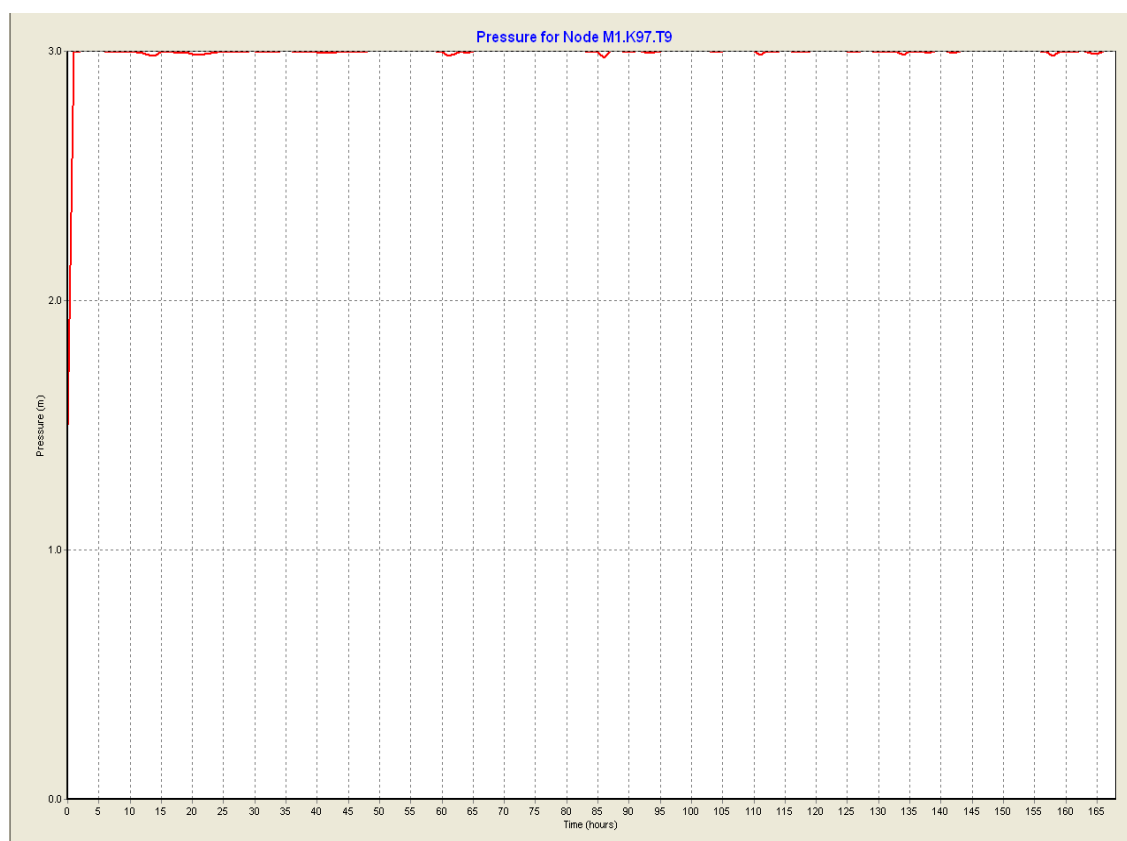
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 49: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, *Qpovp,d+požar*, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

V 100 m^3 vodohranu z že zamenjanimi cevmi z večjimi premeri na območju naselja Karlovc se vidi, da je dotok v vodohran velik, poraba-odtok pa manjši, zaradi česar je nihanje gladine vode minimalno.

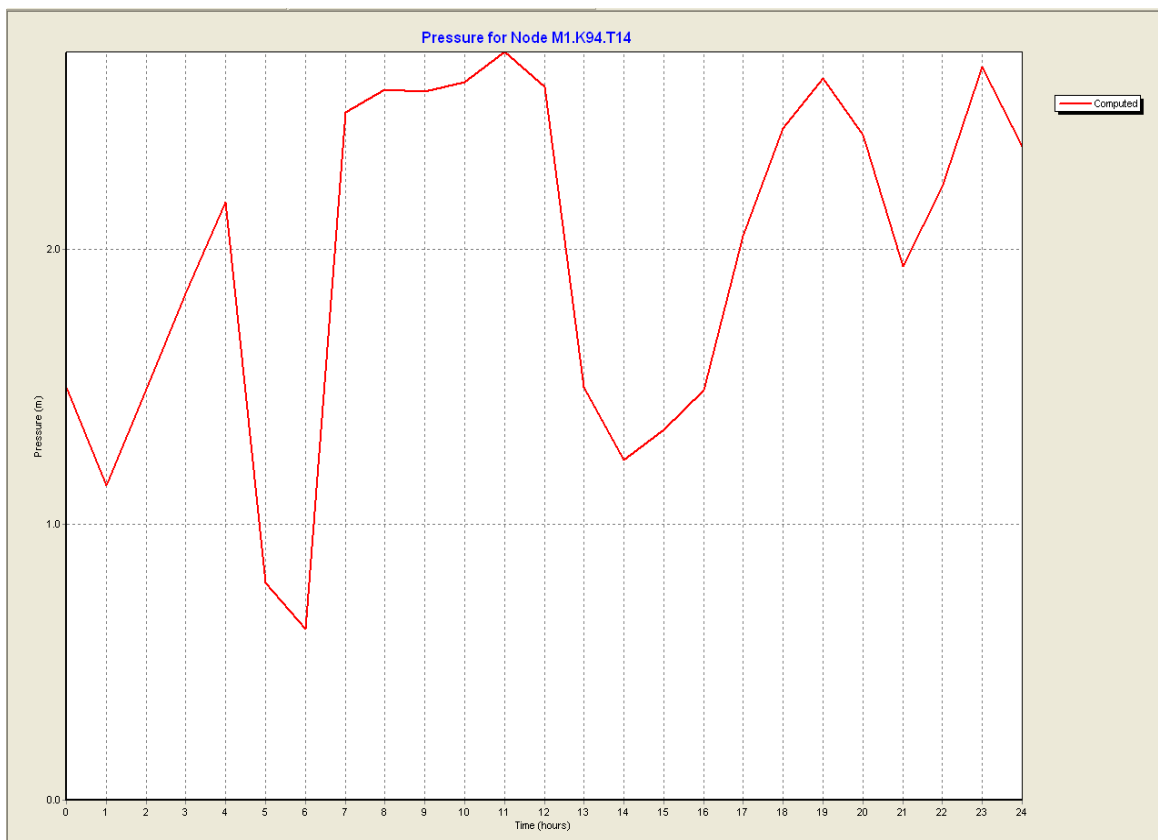
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 50: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

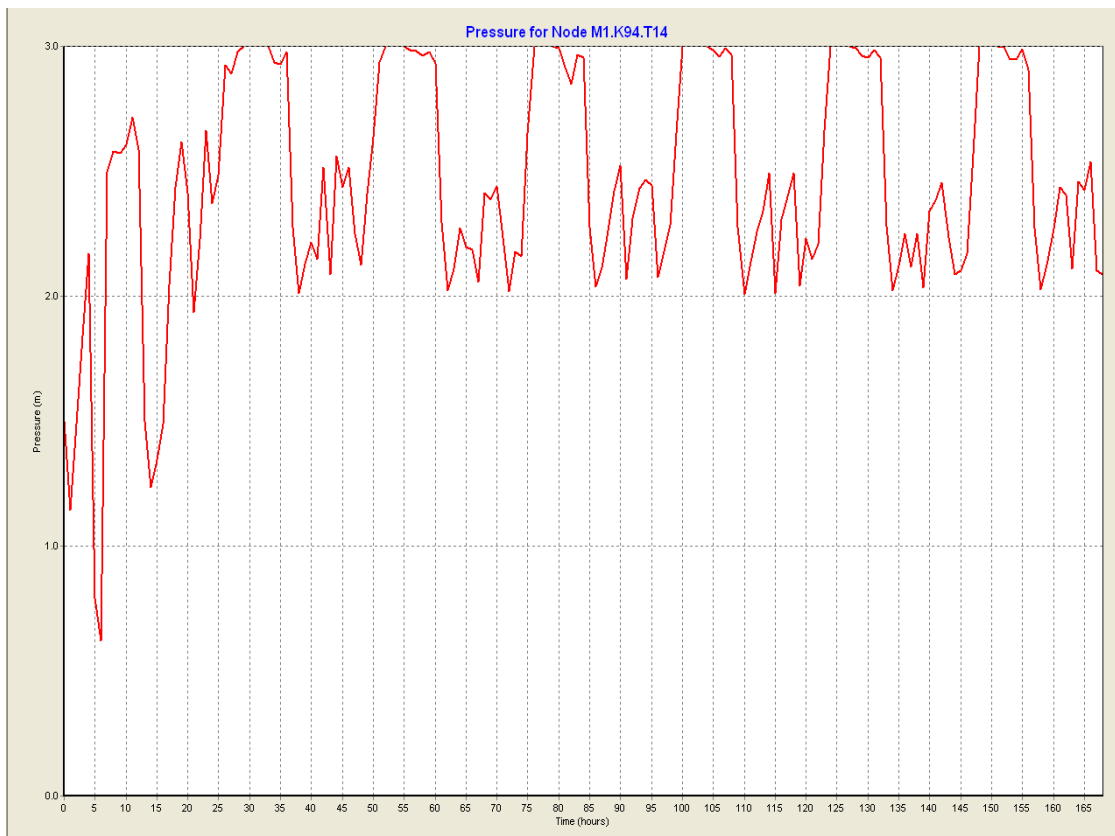
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 51: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ z že zamenjanimi cevmi, *Q*_{povp,d}+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 24 ur

V 78 m³ vodohranu je razvidno veliko nihanje gladine skozi cel dan, ki se postopno dviguje proti koncu dneva in se začne zopet dvigati zjutraj okoli 6. v obliki naraščajoče, dokaj »žagaste« oblike grafa, ki pa je zelo podoben kot pri obstoječem sistemu brez zamenjanih cevi.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)



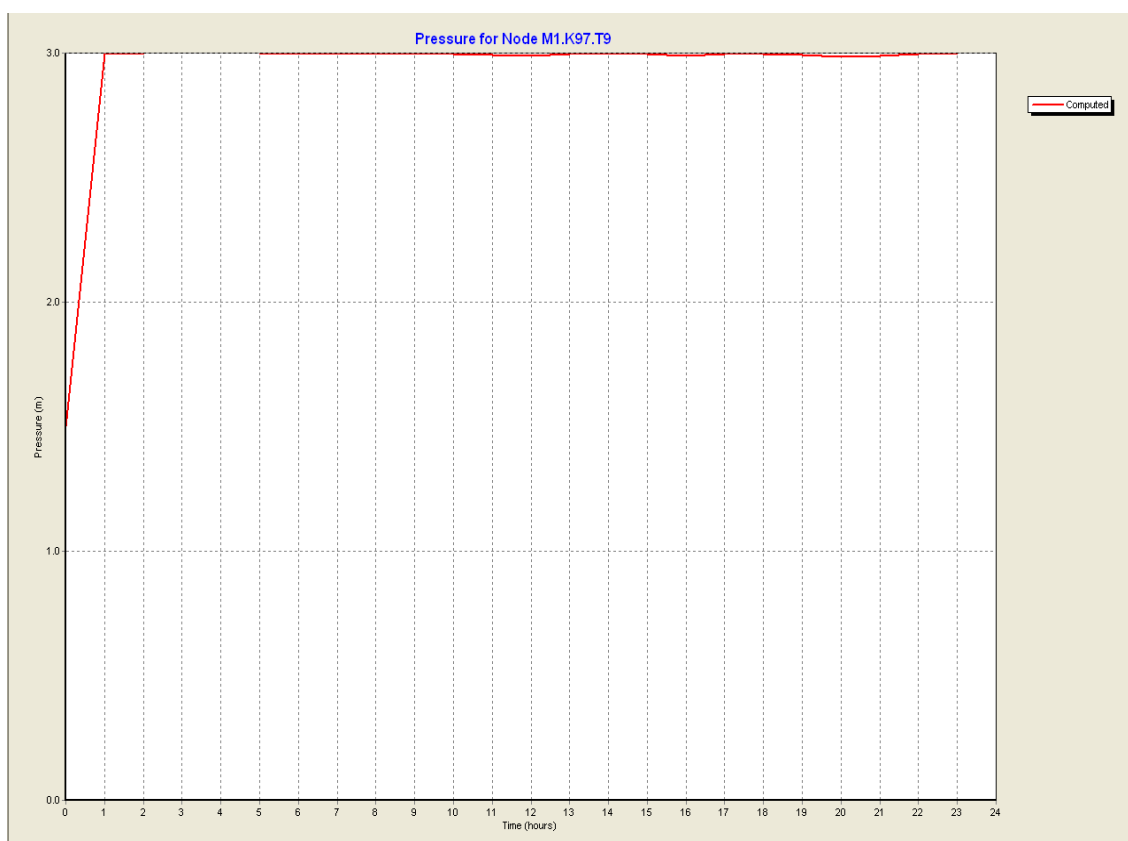
Slika 52: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ z že zamenjanimi cevmi, *Q*_{povp,d}+požar, var. 3, podv. 1, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.3.2 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 2, Q povprečni, dnevni + požar

- Tukaj ni nobenih težav s tlaki manjšimi od 2,5 bara na celotnem območju naselja Karlovc
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

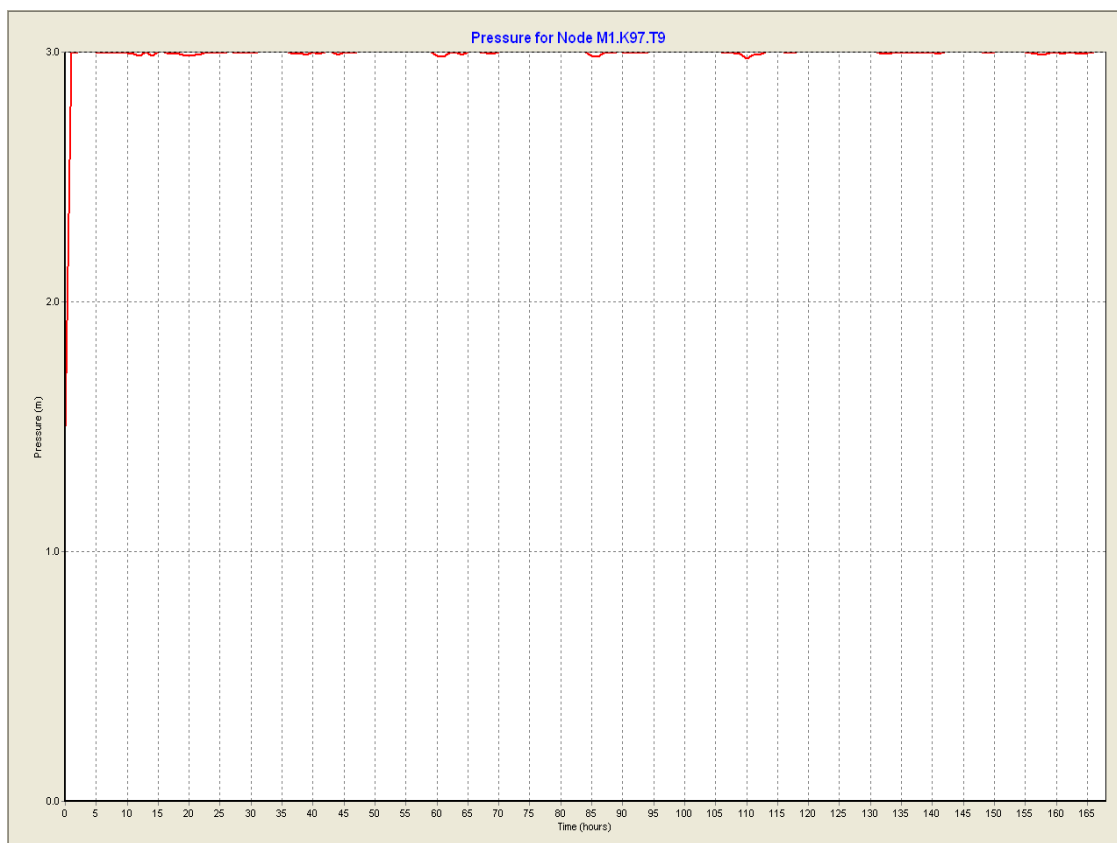
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 53: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{\text{povp,d+požar}}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine v VH Grad 100 m^3 zaniha rahlo le ob 13. in 21. uri, kar ne povzroča nobenih težav.

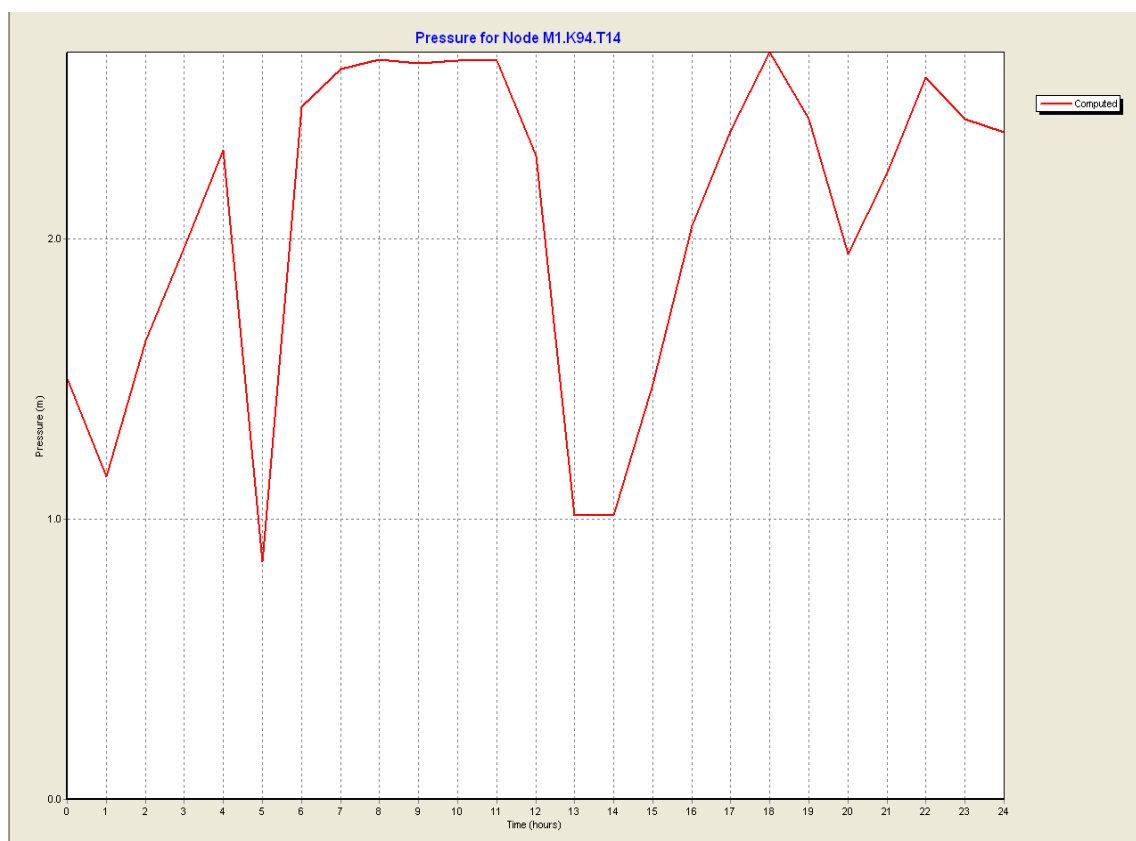
b) Vodohran Grad 100 m^3 (168 ur)



Slika 54: Nihanje gladine vode v VH Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d} + \text{požar}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 120 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

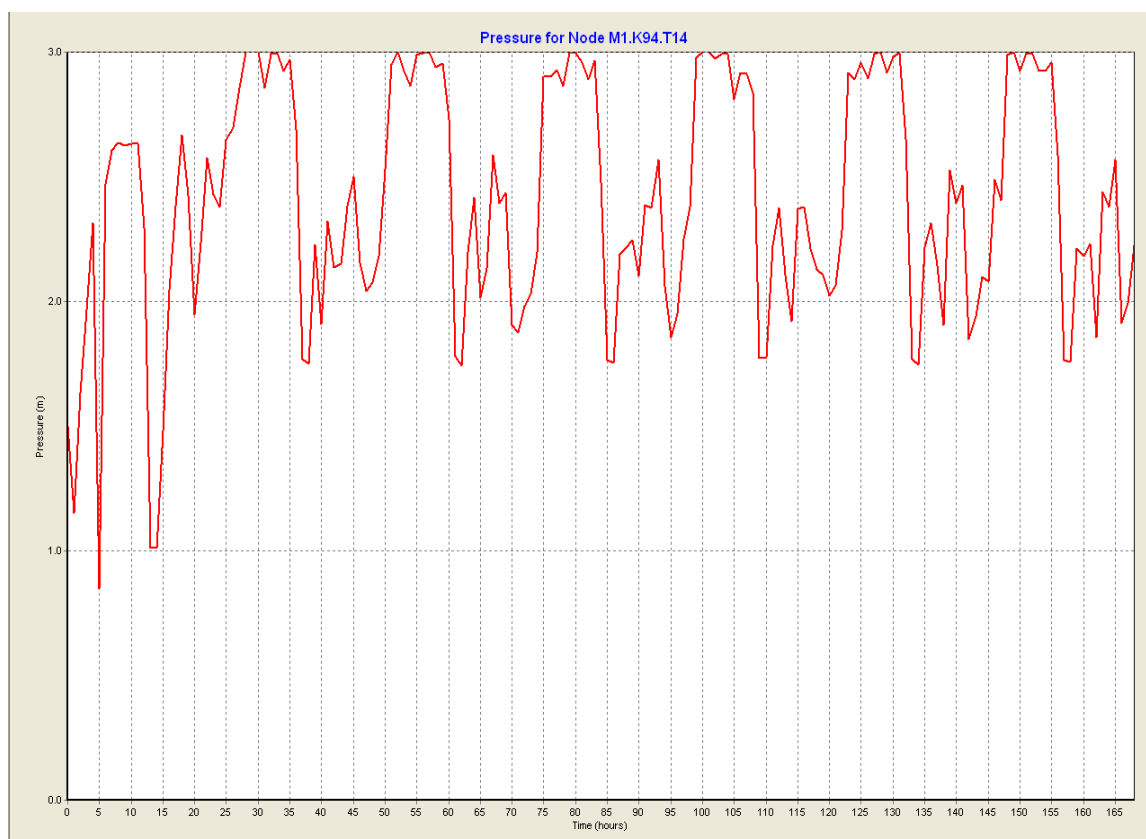
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 55: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m³, $Q_{povp,d}+požar$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 24 ur

Višina gladine vode je ves dan nad minimalno vrednostjo 0,5 m, kar pomeni, da je spodnji 100 m³ preskrbljen z vodo in zato ni težav z minimalnimi tlaki.

d) Vodohran Grad 78 m^3 (168 ur)



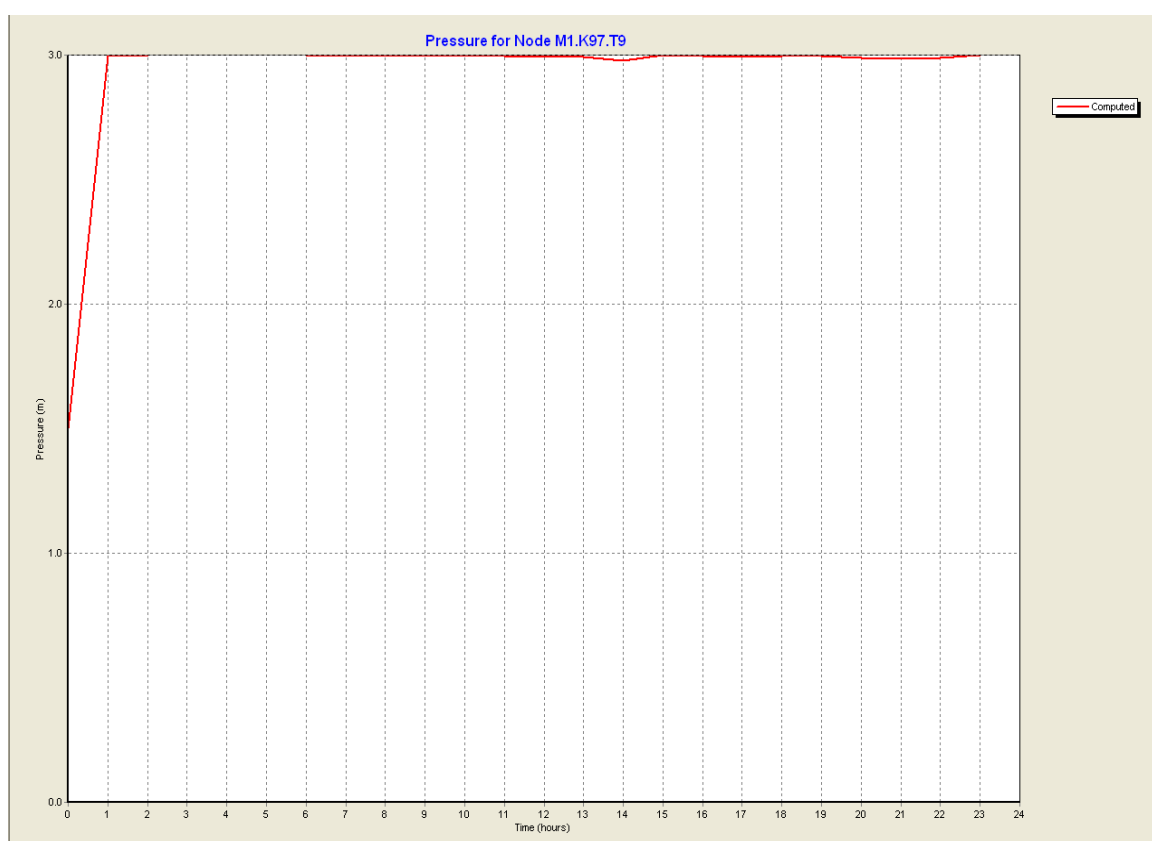
Slika 56: Nihanje gladine vode v VH Grad 78 m^3 , $Q_{\text{povp,d+požar}}$, var. 3, podv. 2, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.3.3 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 3, Q povprečni, dnevni + požar

- Tlaki so skozi cel dan nad mejo 2,5 bara, tako da tukaj ni problemov s prenizkimi tlaki, saj tukaj prav tako računam s povečanimi prerezi cevi iz primera $Q_{max,d}$.
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

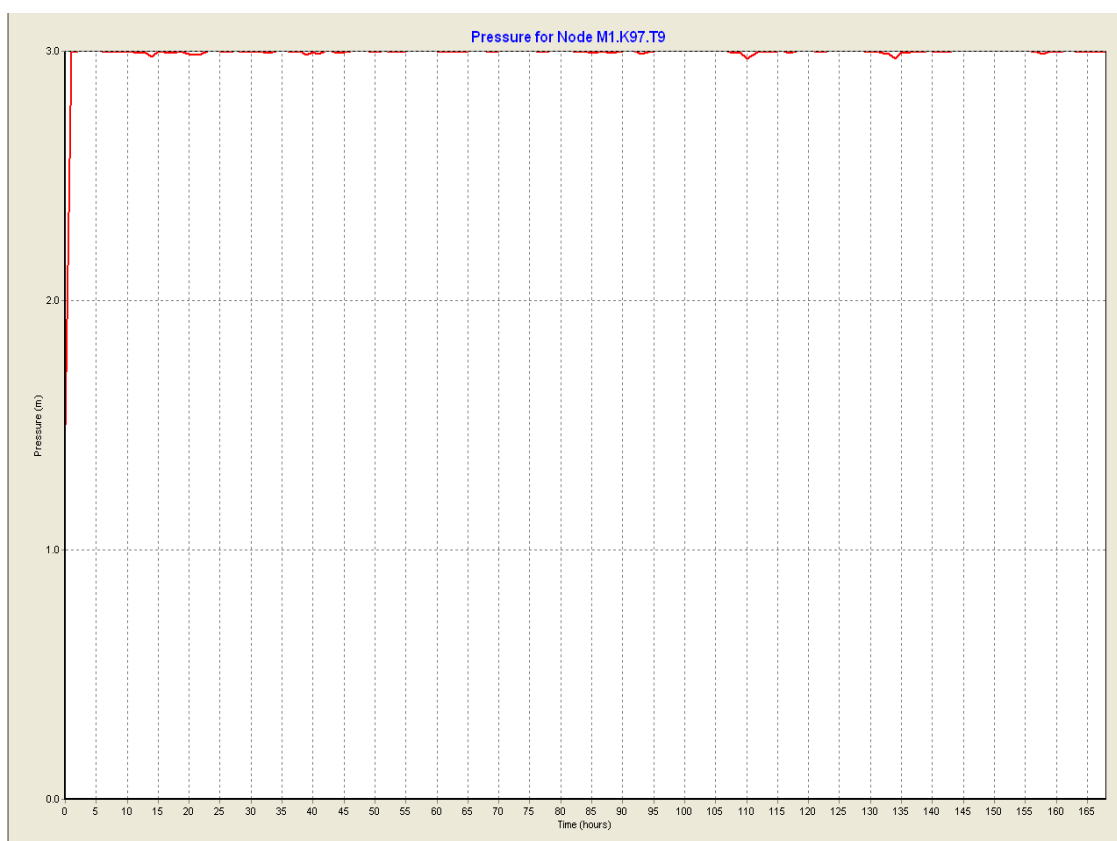
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 57: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d} + \text{požar}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

V 100 m^3 vodohranu z že zamenjanimi cevmi gladina niha okoli maksimalne vrednosti 3 m.

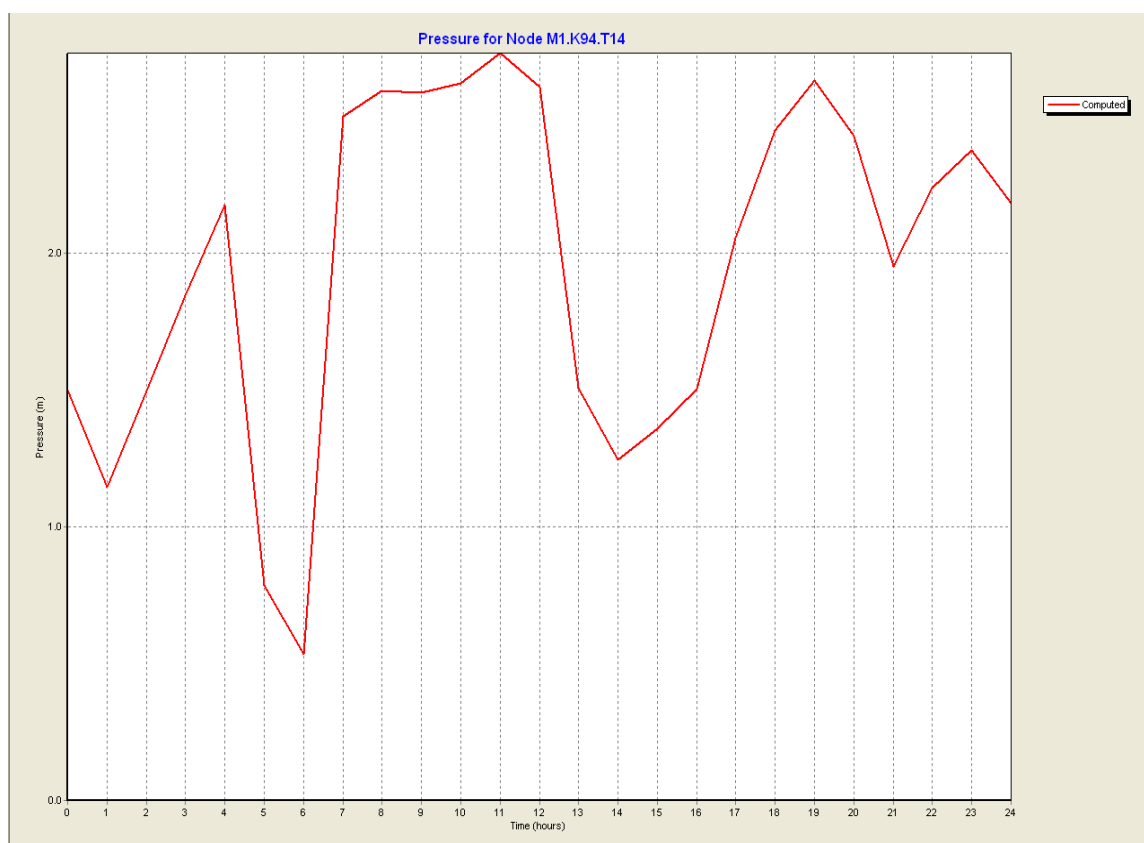
b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 58: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

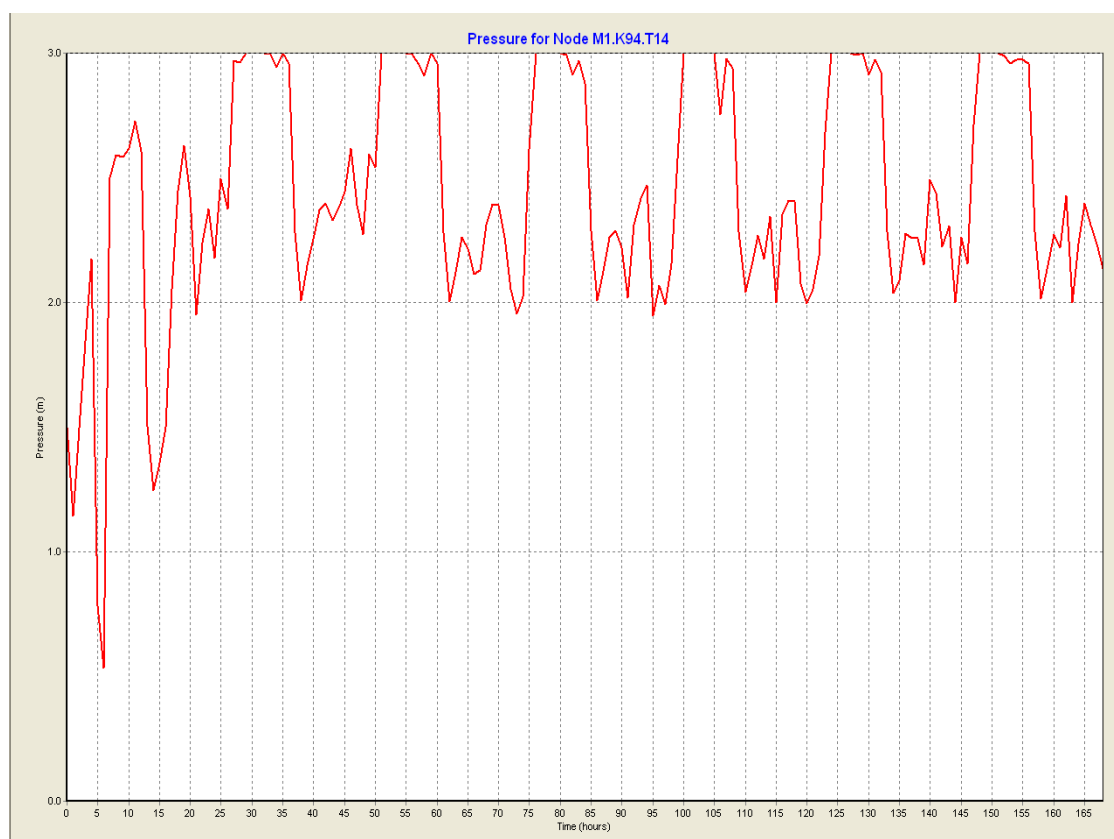
c) Vodohran Grad 78 m³ (24 ur)



Slika 59: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d+požar}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 24 ur

V 78 m³ vodohranu z že zamenjanimi cevmi se približa gladina vode 0.5 m samo enkrat na dan ob 6. uri zjutraj.

d) Vodohran Grad 78 m³ (168 ur)



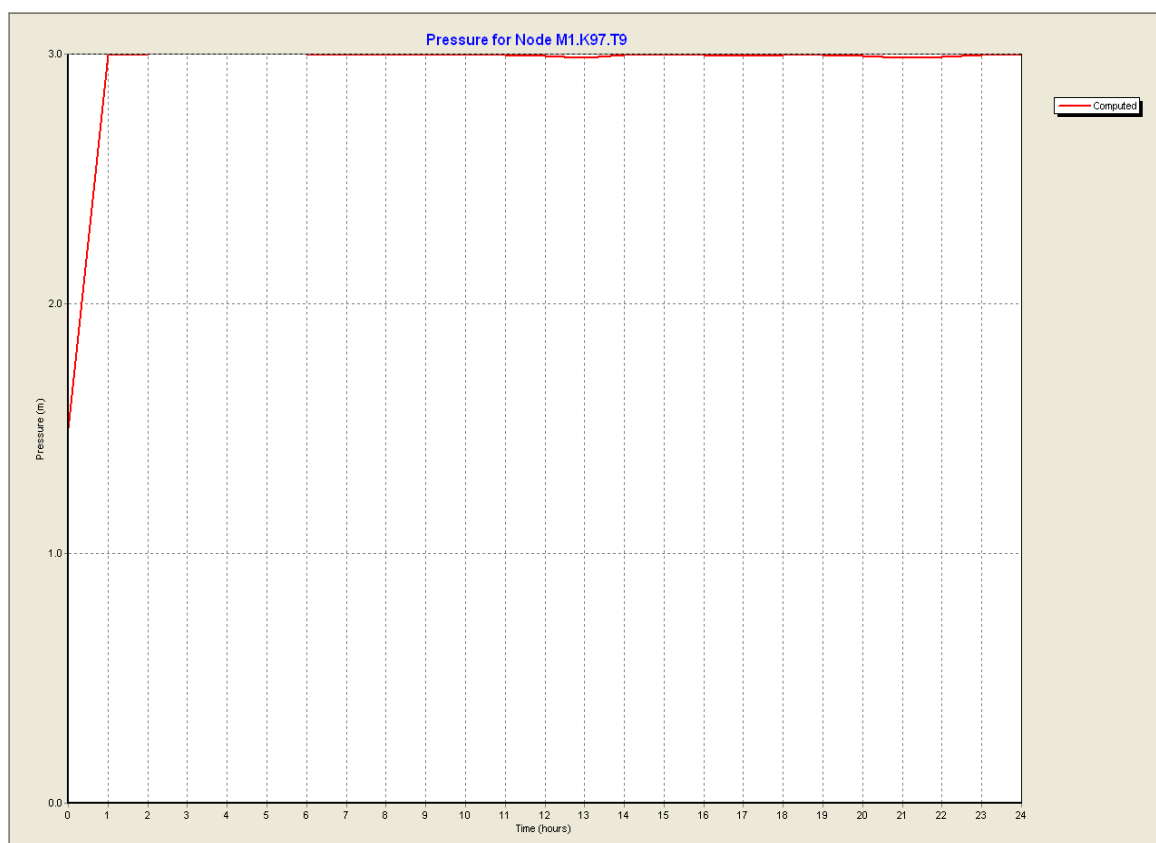
Slika 60: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 78 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d+požar}$, var. 3, podv. 3, čas simulacije 168 ur

Nihanje gladine vode se ustali že okoli prvega dneva, ko postane le-to dokaj ciklično.

5.10.3.4 Hidravlična presoja za varianto 3 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni + požar

- Tlaki so tako kot pri podvariatu 3 skozi cel dan nad mejo 2,5 bara, tako da tukaj spet ni problemov s prenizkimi tlaki, saj tudi tukaj računam s povečanimi prerezi cevi iz primera $Q_{max,d}$.
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi.

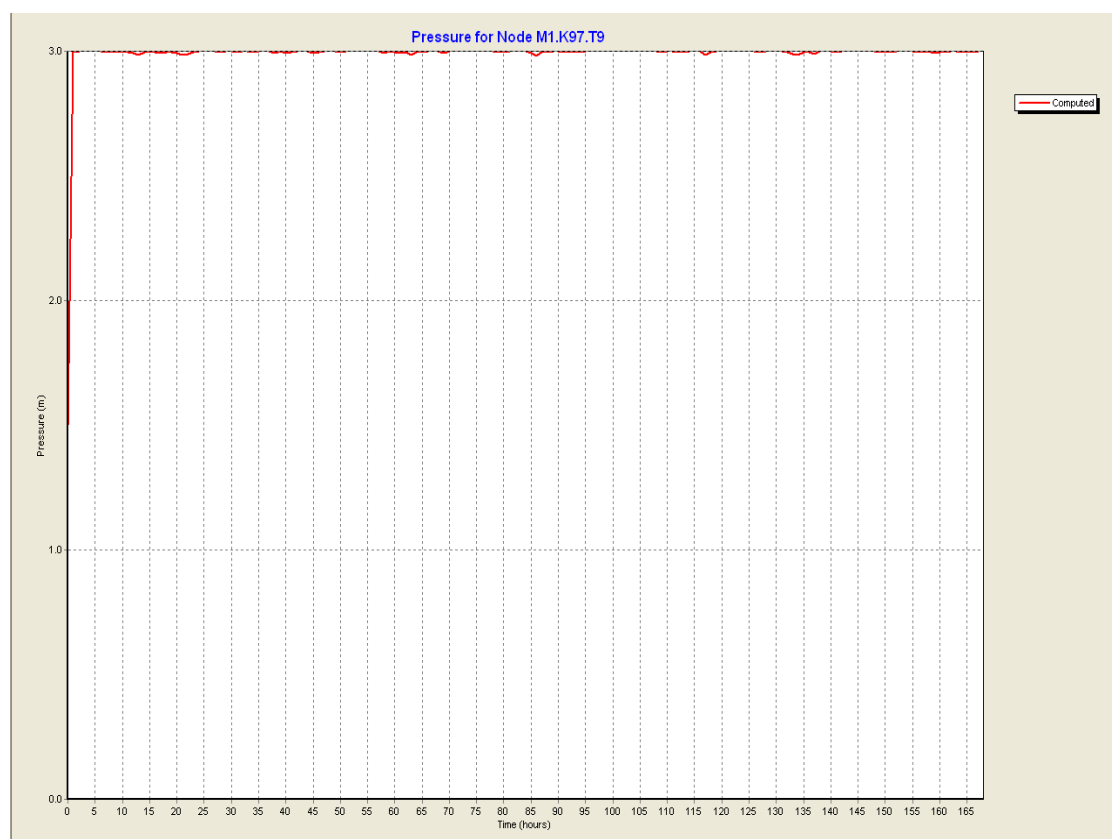
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 61: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d}$ +požar, var. 3, podv. 4, čas simulacije 24 ur

V 100 m^3 vodohranu z že zamenjanimi cevmi je nihanje gladine vode okoli 3 m, to pa je zaradi tega, ker je dotok večji od odtoka iz vodohrana.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 62: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d} + \text{požar}$, var. 3, podv. 4, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

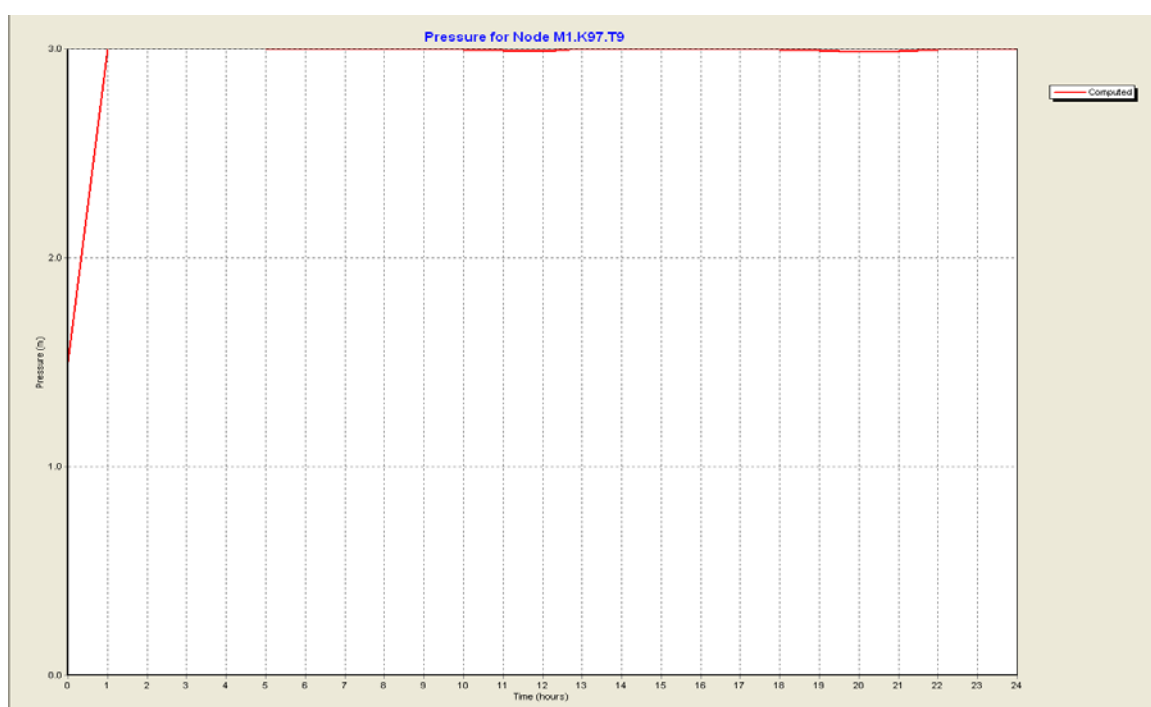
5.10.4 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4

To je končna izbrana varianta, ki se je izkazala za najugodnejšo, kot je že omenjeno v tehničnem poročilu, poleg tega pa ravno tako zadosti vsem hidravličnim zahtevam, kot bo predstavljeno v nadaljevanju te točke. Vse je isto kot pri varianti 3 s podvarianto vodohranov 4, le da sedaj varianta 4 prinese širšo cev iz ϕ 200 (varianta 3) na DN 300, kar je še bolj ugodno pri hidravliki.

5.10.4.1 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni

- Tlak je nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

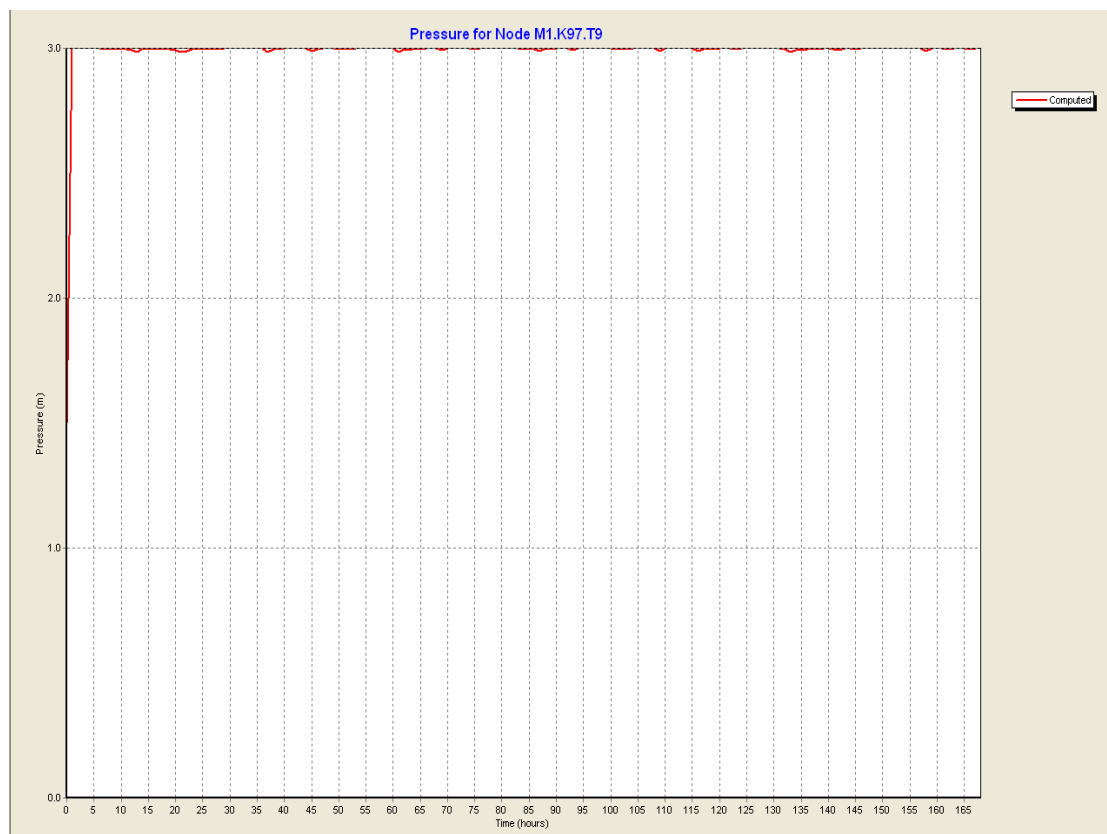
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 63: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur

V varianti 4, v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztoka iz le-tega.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 64: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, *Qpovp,d, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur*

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

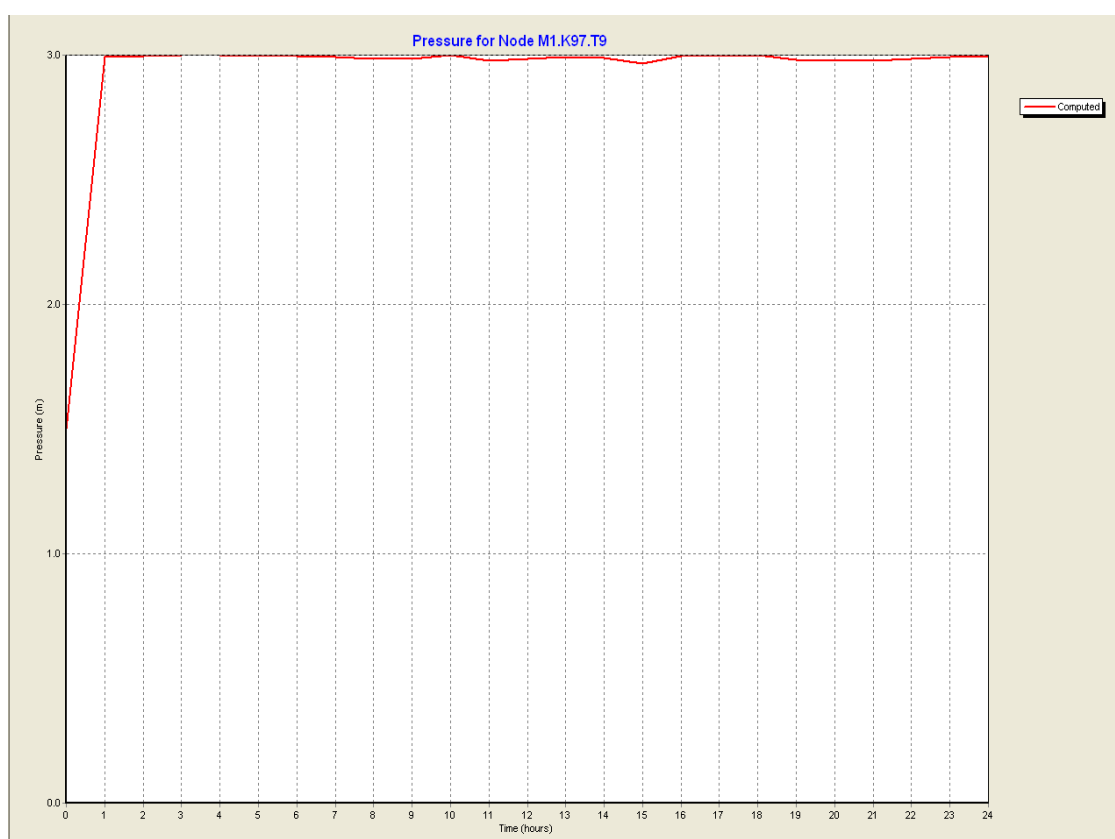
c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

5.10.4.2 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q maksimalni, dnevni

- Tlak je nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

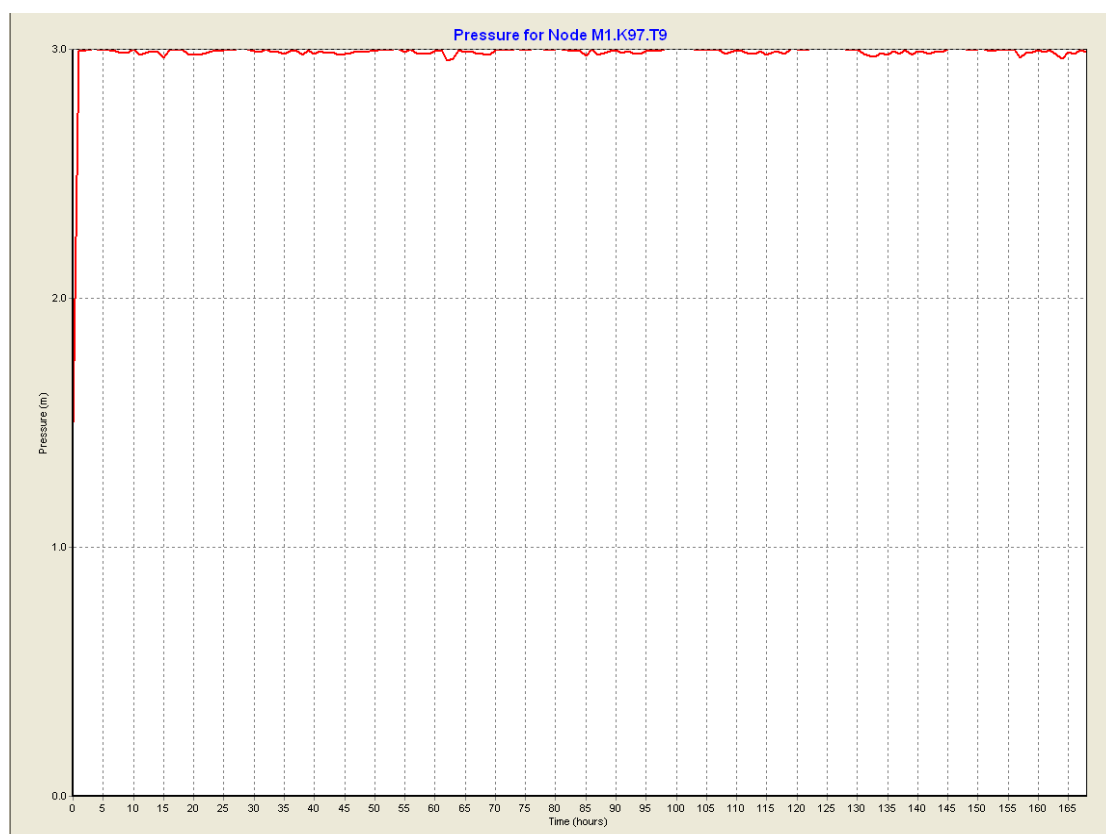
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 65: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{\max,d}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur

Tukaj ravno tako gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 66: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{max,d}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

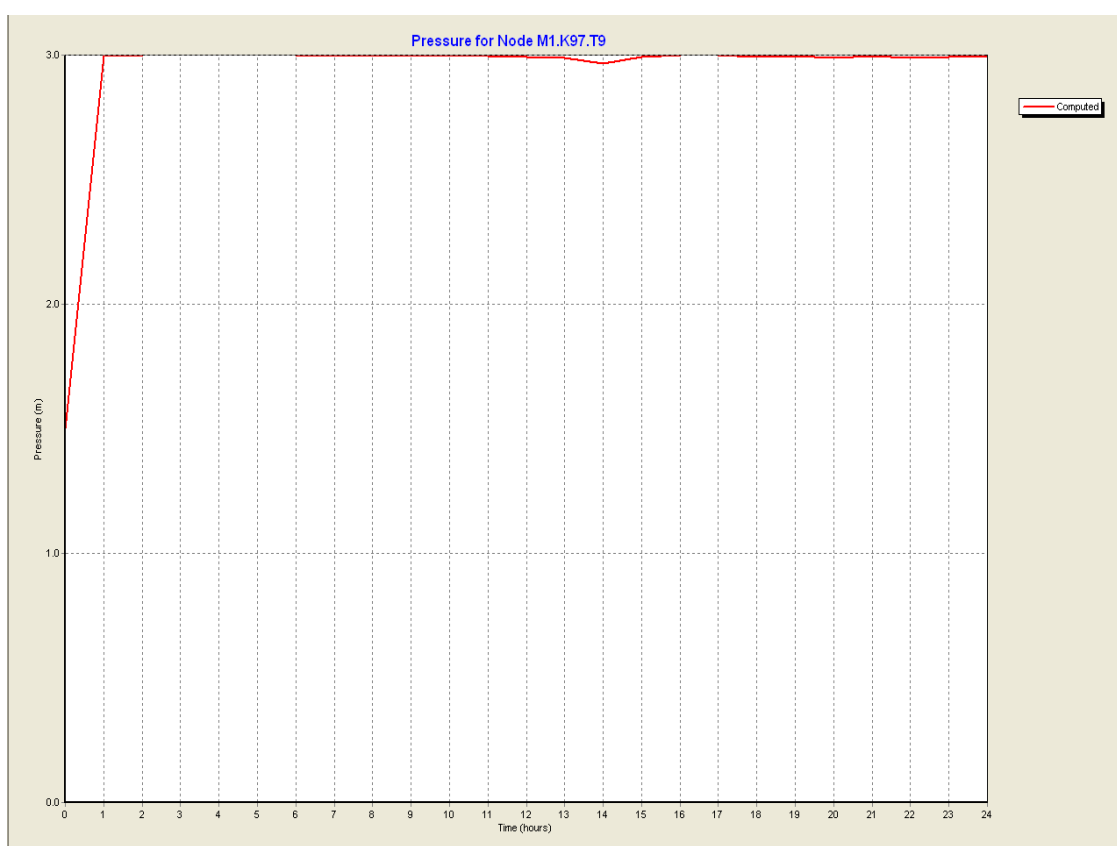
c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

5.10.4.3 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, Q povprečni, dnevni+požar

- Tlak je nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

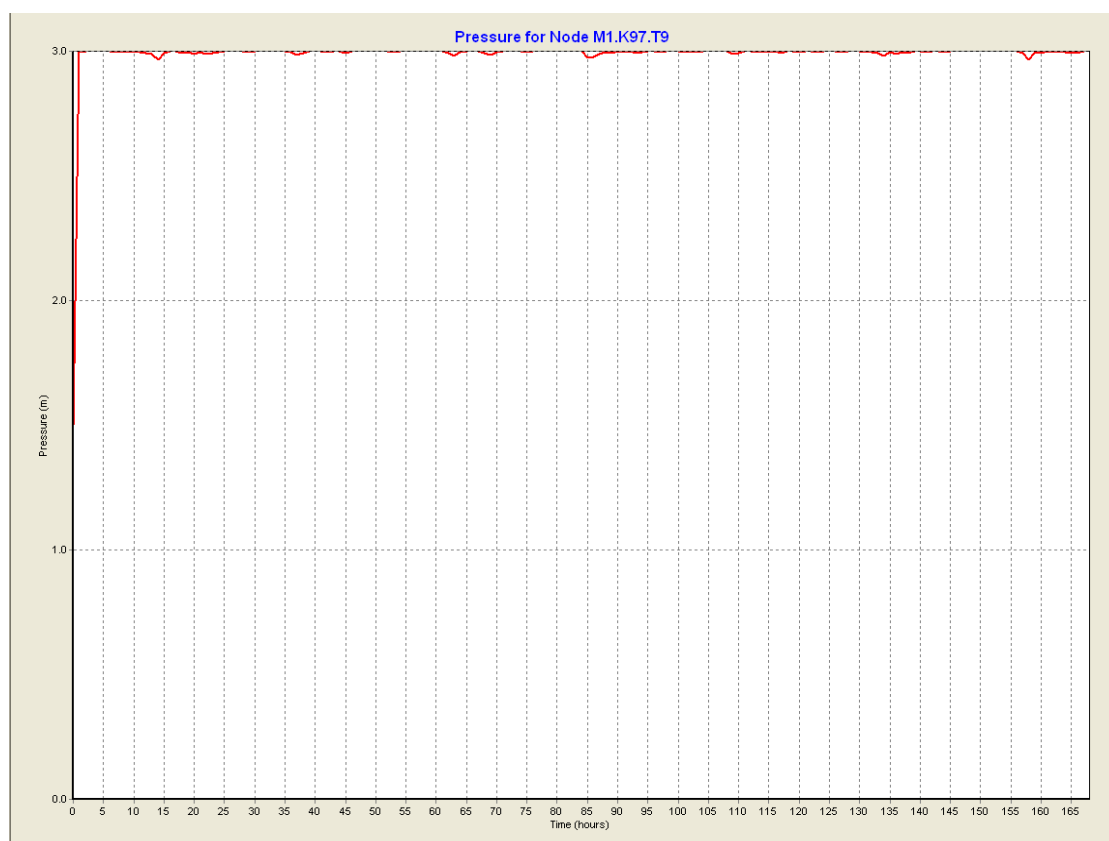
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 67: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{\text{povp,d+požar}}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur

Pri požaru z že zamenjanimi cevmi gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega. Gladina vode v vodohranu zaniha rahlo le od 13. do 14 ure, ko je v sistemu največja urna poraba.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 68: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, *Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur*

Pri požaru z že zamenjanimi cevmi gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega. Gladina vode v vodohranu zaniha rahlo le od 13. do 14 ure, ko je v sistemu največja urna poraba.

c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

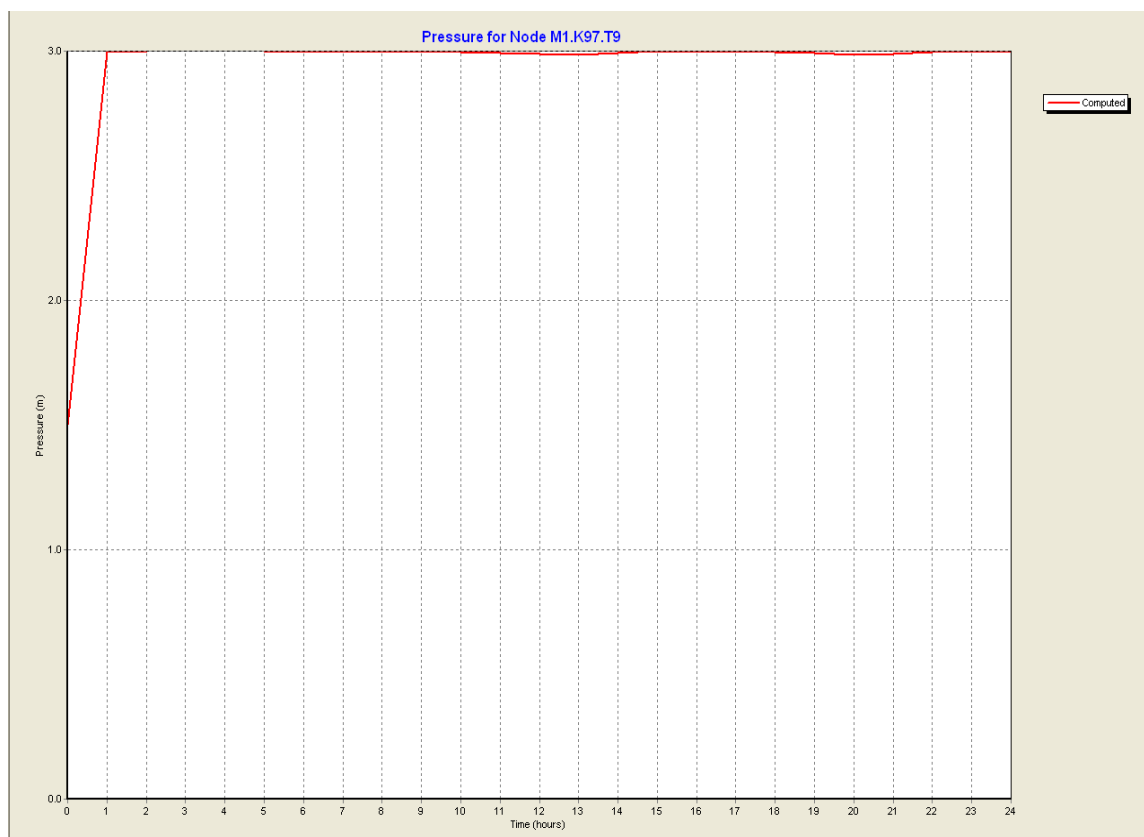
5.10.5 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200

Ta varianta bo stopila v veljavo, če bi se investitor odločil zamenjati na izbrani varianti še del cevovoda ϕ AC 350 s ϕ 200. Vse je isto kot pri varianti 3 podvarianta vodohranov 4, le da sedaj varianta 4 prinese širšo cev iz ϕ 200 (varianta 3) na DN 300, ravno tako je kratki odsek od mlekarne do vodohrana Grad 100m³ zamenjan z AC ϕ 350 na ϕ 200 (ti odseki naj bi bili zgrajeni po metodi gradnje cev v cev). Ta varianta ustreza hidravličnim zahtevam kot bo dokazano v nadaljevanju.

5.10.5.1 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350, ki povezuje vodohran Grad 100 m³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q povprečni, dnevni

- Tlak je nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m³ in 78 m³) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

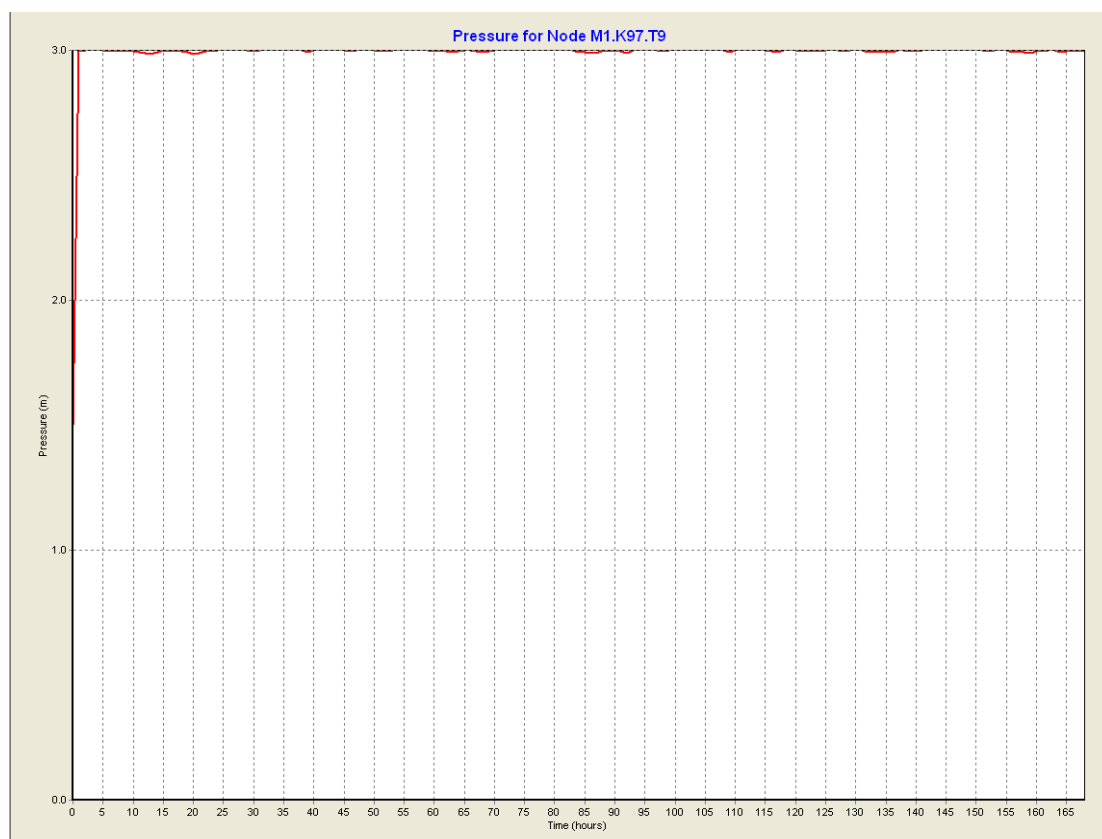
a) Vodohran Grad 100 m³ (24 ur)



Slika 69: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana, čas simulacije 24 ur

Gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 70: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d, var. 4, podv.4, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana, čas simulacije 168 ur

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

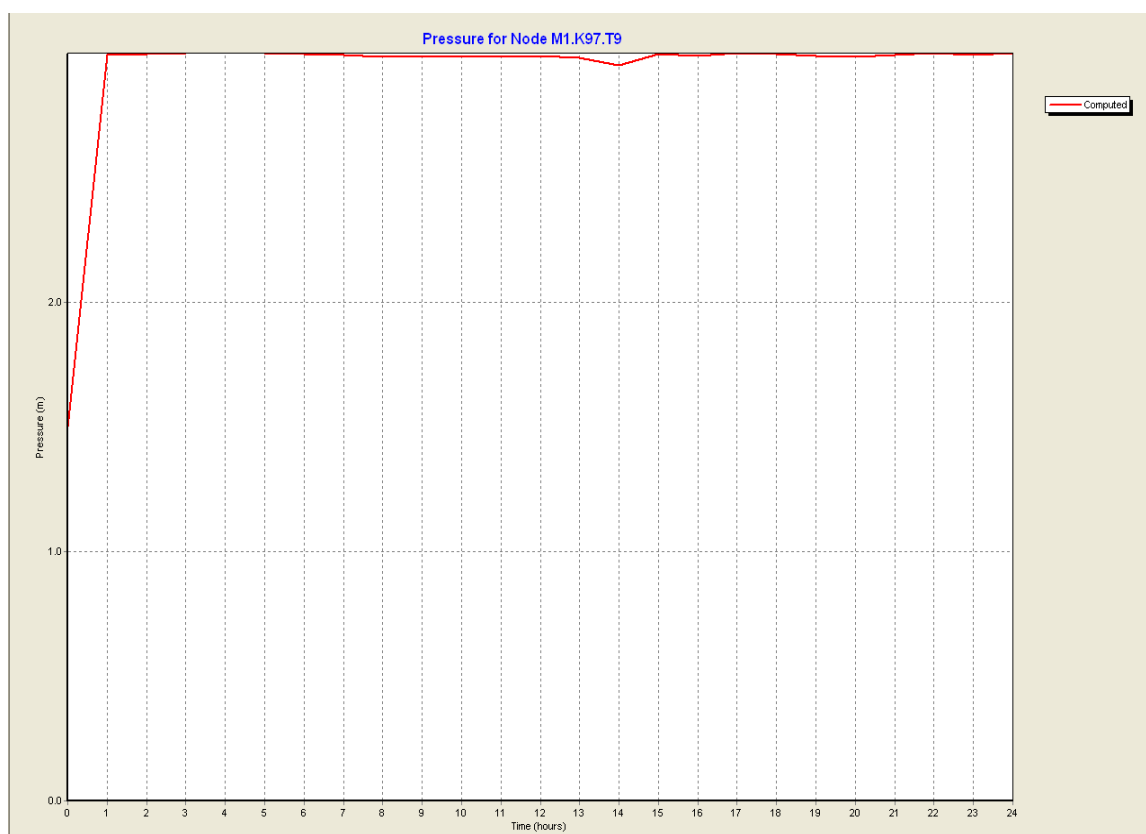
c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

5.10.5.2 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350 , ki povezuje vodohran Grad 100 m^3 s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q maksimalni, dnevni

- Tlak je prav tako kot v primeru za $Q_{povp,d}$ nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m^3 in 78 m^3) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

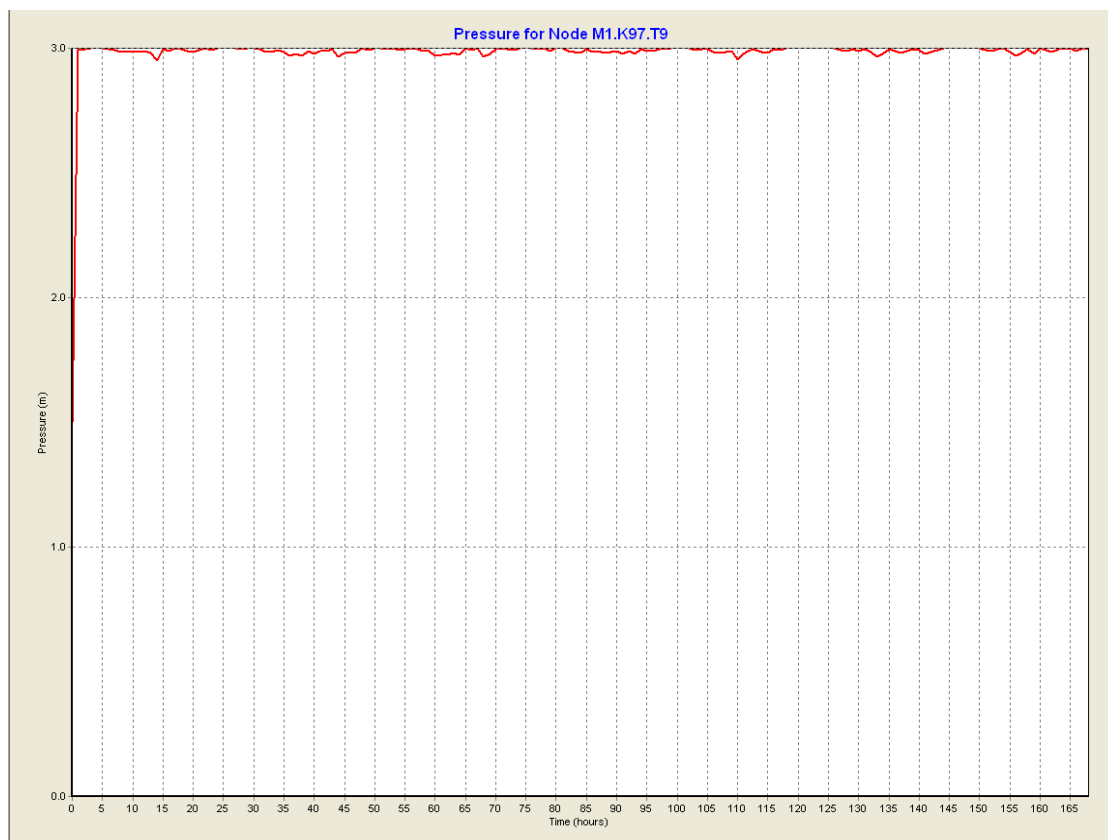
a) Vodohran Grad 100 m^3 (24 ur)



Slika 71: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m^3 z že zamenjanimi cevmi, $Q_{max,d}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana

Gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 72: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{max,d}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

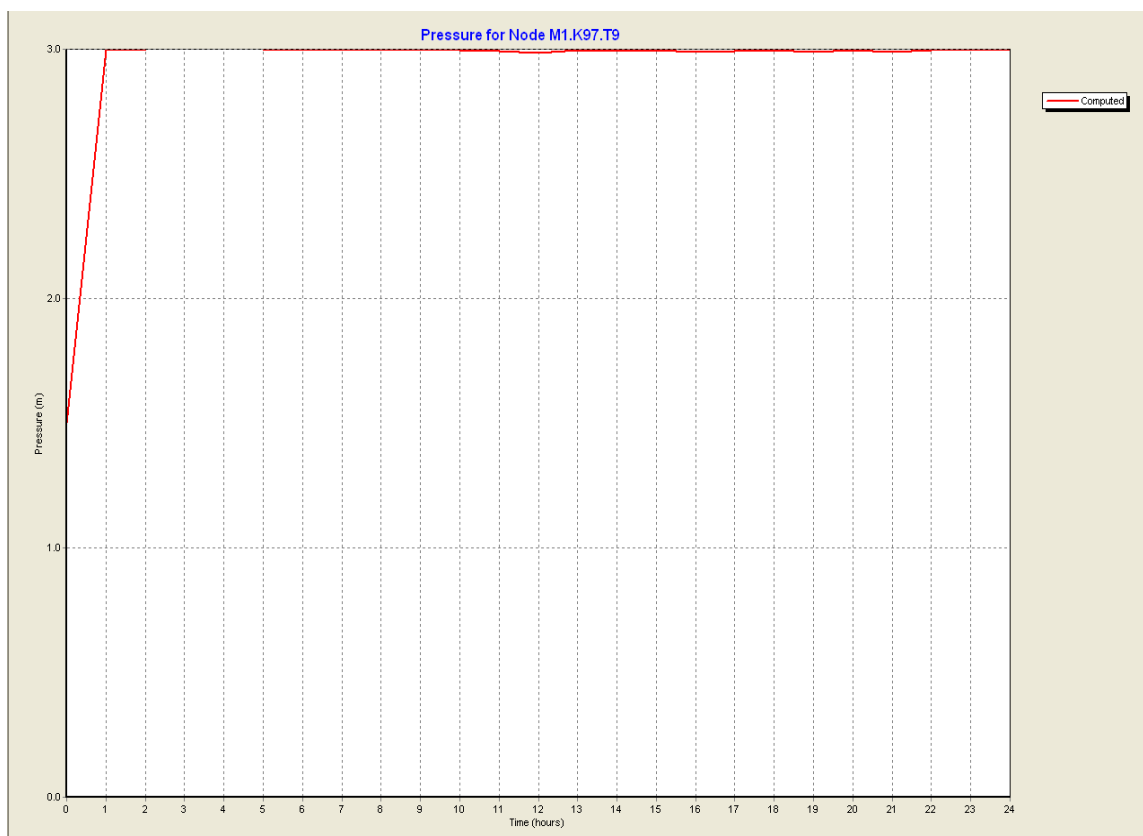
c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

5.10.5.3 Hidravlična presoja za izbrano končno varianto 4 s podvarianto vodohranov 4 in zamenjanim delom cevovoda ϕ 350 , ki povezuje vodohran Grad 100 m³ s primarnim cevovodom, s ϕ 200, Q povprečni, dnevni + požar

- Tlak je prav tako kot v primeru za $Q_{povp,d}$ nad 2,5 bara po celem nizkotlačnem območju Karlovca
- Preverba višine gladine v vodohranih Grad za čas simulacije 24 in 168 ur (100 m³ in 78 m³) z že zamenjanimi cevmi v nizkotlačni coni Karlovca

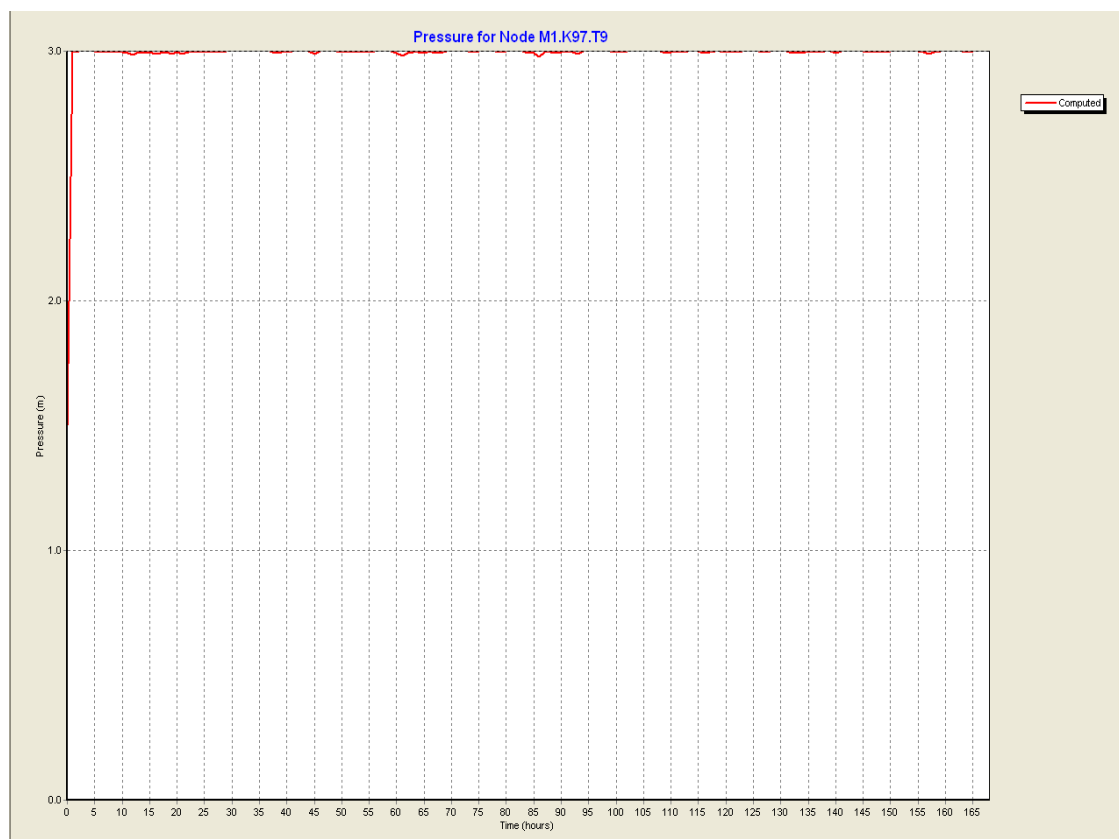
a) Vodohran Grad 100 m³ (24 ur)



Slika 73: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, $Q_{povp,d} + \text{požar}$, var. 4, podv.4, čas simulacije 24 ur, zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana

Gladina vode skoraj ne odstopa od maksimalne višine 3 m, kar je posledica večjega dotoka v vodohran kot je pa iztok iz le-tega.

b) Vodohran Grad 100 m³ (168 ur)



Slika 74: Nihanje gladine vode v vodohranu Grad 100 m³ z že zamenjanimi cevmi, Qpovp,d+požar, var. 4, podv.4, čas simulacije 168 ur zamenjan del cevovoda od primarnega voda do vodohrana

Gladina vode je skoraj konstantna skozi vseh 7 dni, kar pomeni, da ni težav niti skozi obdobje več dni.

c) Vodohran Grad 78 m³

78 m³ vodohran v tem primeru ne sodeluje, ker so zaprte odvodne in dovodne cevi do vodohrana.

6 EKONOMSKA PRIMERJAVA MED VARIANTAMA 3 IN 4 (POPIS DEL, PREDIZMERE IN PROJEKTANTSKI PREDRAČUN)

Obe varianti sta ekonomsko ocenjeni od jaška Viršk do točke T23. Ostali del cevovoda (ϕ 200) od mlekarne do vodohrana Grad 100 m³ skupaj z zamenjanimi sekundarnimi cevmi, ki je predstavljen kot končna varianta skupaj z omenjenima variantama 3 in 4, pa tukaj ne bo vštet v ekonomsko oceno, ker trenutna investicija še ne pokriva teh stroškov, ampak samo stroške variant 3 ali 4, brez podvariant vodohranov in zamenjanih cevi na sekundarnem omrežju naselja Karlovc, je pa vsekakor v načrtu, da se v prihodnosti izračuna stroške še za te predlagane spremembe. Končna varianta, kot je predstavljena v tej študiji, ima namen širšega reševanja problematike vodooskrbe na področju naselja Karlovc v Škofji Loki, zato se ni bilo možno lotiti problema rehabilitacije primarnega cevovoda skozi naselje Karlovc, brez upoštevanja podvariant vodohranov in zamenjave sekundarnega vodovodnega omrežja, kjer je bilo to potrebno.

6.1 Varianta 3

| 1. PREDDELA | | | | |
|--|----------|-------|------------|------------|
| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
| Priprava gradbišča : odstranitev eventualnih ovir, prometnih znakov in ureditev delovnega platoja. Po končanih delih gradbišče pospraviti in vzpostaviti v prvotno stanje. | | ocena | | 70.000,00 |
| Postavitev zapor z vso potrebno opremo za zavarovanje gradbene jame in postavitvijo prometne signalizacije in svetlobnih teles za nočno osvetlitev ovire. | 1,00 | kom | | 120.000,00 |
| Zakoličba osi vodovoda. | 487,00 | m | 290,00 | 141.230,00 |
| Zavarovanje zakoličene osi. | 15,0 | kos | 4.250,00 | 63.750,00 |
| Postavljanje horizontalnih profilov na potrebni višini s potrebnimi označbami. | 15,00 | kos | 3.605,00 | 54.075,00 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

...nadaljevanje
Nepredvidena dela (10%) 44.905,50

SKUPAJ PREDEDELA 493.960,50

2. ZEMELJSKA DELA

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|----------------|------------|--------------|
| Površinski odkop humusa v povprečni deb. 20 cm z odzivom do 10 m od roba izkopa. | 168,99 | m ³ | 450,00 | 76.045,50 |
| Rušenje asfalta in odvoz na deponijo Draga, oddaljenosti do 10 km, s stalnim deponiranjem. | 29,59 | m ² | 2.560,00 | 75.750,40 |
| Strojni izkop jarka v terenu III. in IV. kategorije, globine do 2 m z odlaganjem materiala na rob izkopa. Brežine se izvajajo v naklonu 70°, dno jarka 0.6 - 1.0 m (upoštevani skupni izkop) III. ktg. (90%) | 730,80 | m ³ | 1.645,00 | 1.202.166,00 |
| Ročni izkop jarka v terenu III. kategorije, kjer strojni izkop ni možen (2% skupnega izkopa) III. ktg. (10%) | 81,20 | m ³ | 5.005,00 | 406.406,00 |
| Planiranje dna jarka z izkopom ali dosipom materiala do 0.03 m ³ /m ² z natančnostjo +/- 3 cm, 0.8 - 1.0 m širine. | 372,60 | m ³ | 450,00 | 167.670,00 |
| Nabava dobava in vgrajevanje peščene posteljice (deb. 0.1m) iz 2 x sejanega peska frakcije 0.02-16 mm | 54,44 | m ³ | 4.554,00 | 247.919,76 |
| Dobava 2x sejanega peska frakcije 2-16 mm in zasutje nad položenimi cevmi 30 cm nad temenom. Na peščeno posteljico se izvede 3 - 5 cm debel nasip, v katerem si cev izdelava ležišče. Ročni obsip cevi se izvaja v slojih po 15 cm, istočasno na obeh straneh cevi. Paziti je treba, da se cev ne premakne iz ležišča. Obsip in nasip se utrjujeta do 95% trdnosti po standardnem Proctorjevem postopku. | 216,95 | m ³ | 4.427,50 | 960.546,13 |
| Zasipanje jarka s komprimacijo v slojih po 30 cm. Premet izkopenega materiala z začasne deponije Upoštevani faktor razrahljivosti 1.25 (upoštevani skupni izkop) | 503,20 | m ³ | 865,00 | 435.268,00 |

se nadaljuje...

...nadaljevanje

| | | | | |
|----------------------------------|------|---|--|---------------------|
| Podvrtavanje pod dovozno cesto | 4,52 | m | | 0,00 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-9) | | | | 357.177,18 |
| SKUPAJ ZEMELJSKA DELA | | | | 3.928.948,96 |

3. BETONSKA DELA

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|-------|------------|-------------------|
| Obbetoniranje cevi in vertikalnih lokov ter odcepnih komadov v blatniku 1 in 2 z betonom MB 15 | 16,00 | kos | 11.327,00 | 181.232,00 |
| SKUPAJ BETONSKA DELA | | | | 181.232,00 |

4. MATERIAL S TRANSPORTOM

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|-------|------------|--------------|
| Vodovodni material | | | | |
| A. Fazonski kosi | | | | |
| MMA KOS , PN 10-16 Z VI TESNILI (2) DN 300x80 | 2,00 | kom | 134.040,00 | 268.080,00 |
| DN 300x150 | 1,00 | kom | | |
| MMQ KOS 90°, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) DN 300 | 2,00 | kom | 143.040,00 | 286.080,00 |
| MMK KOS 45°, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) DN 300 | 7,00 | kom | 128.640,00 | 900.480,00 |
| MMK KOS 22°, PN 10-40 Z VI TESNILI (2) DN 300 | 6,00 | kom | 106.440,00 | 638.640,00 |
| MMK KOS 11°, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) DN 300 | 10,00 | kom | 101.640,00 | 1.016.400,00 |
| VMESNI RAVNI KOS DN 300, L=600 | 27,00 | kom | 72.900,00 | 1.968.300,00 |
| FFR KOS, PN 10 DN 400x300 | 1,00 | kom | 132.000,00 | 132.000,00 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | | | | |
|---|------|-----|------------|---------------------|
| ...nadaljevanje | | | | |
| F KOS, PN 10 DN 300 | 1,00 | kom | 52.800,00 | 52.800,00 |
| E KOS, PN 10 Z VI TESNILI (2) DN 300 | 1,00 | kom | 74.160,00 | 74.160,00 |
| N KOS, PN 10-40 DN 80 | 1,00 | a' | 14.760,00 | 14.760,00 |
| FF KOS DN 80/1000 | 1,00 | a' | 36.580,00 | 36.580,00 |
| B. Vodovodne armature | | | | |
| HIDRANT PODZEMNI, 490F1,25M(990) DN 80 | 2,00 | a' | 121.520,00 | 243.040,00 |
| CESTNA KAPA MODEL 206 (ZA HIDRANT 490F) | 2,00 | a' | 24.350,00 | 48.700,00 |
| ZASUN EURO 20 TIP 23, PN 10-16 | 2,00 | a' | 28.800,00 | 57.600,00 |
| VGRADNJA G. ZA EURO ZAS.BR., DN 65-80,H=1-1.5 | 2,00 | a' | 9.480,00 | 18.960,00 |
| CESTNA KAPA, OKROGLA, samozaporna DN 115 | 2,00 | a' | 4.900,00 | 9.800,00 |
| VENTIL ODZRAČ., HAWLE ART.9822 DN 50, L=1055MM | 1,00 | a' | 245.750,00 | 245.750,00 |
| CESTNA KAPA MODEL 1790 (ZA ZRAČNIK 9822) | 1,00 | a' | 30.800,00 | 30.800,00 |
| ZASUN EURO 20 TIP 23, PN 10 DN 300 | 1,00 | a' | 246.000,00 | 246.000,00 |
| ROČNO KOLO ZA ZASUN DN 250 IN 300 | 1,00 | a' | 10.800,00 | 10.800,00 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-11) | | | | 629.973,00 |
| SKUPAJ FAZONSKI KOSI IN VODOVODNE ARMATURE | | | | 6.929.703,00 |

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Cevi iz nodularne litine

Duktilne cevi iz nodularne litine, po ISO 2531, znotraj cementirane (po ISO 4179 zunaj vroče cinkane 130g/m (po ISO 8179 in bitumenizirane), dolžine 6 m.

| | | | | |
|------------------------------------|--------|---|-----------|---------------------|
| Cev DL, DN 300, L=6m, z VI tesnili | 414,00 | m | 19.800,00 | 8.197.200,00 |
| CEVI | | | | 8.197.200,00 |

Zunanji prevozi vodovodnega materiala

Transportni stroški dostave vodovodnega materiala na gradbišče, 10% 1.512.690,30

Dodatni in nepredvideni material; ocena stroškov - 3% od vrednosti materiala. 453.807,09

Obračun po dejanskih stroških.

| | | | | |
|--|--|--|--|----------------------|
| ZUNANJI PREVOZI VODOVODNEGA MATERIALA | | | | 1.966.497,39 |
| SKUPAJ VODOVODNI MATERIAL | | | | 17.093.400,39 |

5. MONTAŽNA DELA

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|---|----------|-------|------------|--------------|
| Prenašanje, spuščanje in polaganje cevi v jarek teže do 100 kg ter stikovanje (DN 300). | 414,00 | m | 7.800,00 | 3.229.200,00 |
| Montaža zasunov in fazonskih kosov z obbetoniranjem ali sidranjem. | 72,00 | kos | 8.500,00 | 612.000,00 |
| Podbijanje vodovodnih cevi in utrditev v pravilno lego. | 414,00 | m | 1.420,00 | 587.880,00 |
| Opozorilni trak - voda. | 414,00 | m | 100,00 | 41.400,00 |
| Preizkus položenih cevi na tlak odgovorjajočih pritiskov. | 414,00 | m | 750,00 | 310.500,00 |
| Tlačni preizkus hidrantov. | 2,00 | kos | 45.000,00 | 90.000,00 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|----------|------|--------|---|--------|---------------------|
| ...nadaljevanje | | | | | | | |
| Dezinfekcija obratovanjem. | cevovoda | izvršena | pred | 414,00 | m | 520,00 | 215.280,00 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-7) | | | | | | | 508.626,00 |
| SKUPAJ MONTAŽNA DELA | | | | | | | 5.594.886,00 |

6. ZAKLJUČNA DELA

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|----------------|------------|---------------------|
| Ponovno razprostriranje humusa s planiranjem in zatratitvijo. | 168,99 | m ³ | 630,00 | 106.463,70 |
| Asfaltiranje porušenega cestišča, deb. 5+2 cm s pripravo podloge. | 29,59 | m ² | 10.200,00 | 301.818,00 |
| Čiščenje novozgrajenega vodovoda po končani gradnji z odstranitvijo nanosov materiala iz cevovoda | 414,00 | m | 210,00 | 86.940,00 |
| Čiščenje terena po končani gradnji. | 1461,00 | m ² | 500,00 | 730.500,00 |
| Geodetski posnetek novozgrajenega vodovoda v Gauss - Kriegerju v dwg obliki, posneto na disketo z možnostjo prenosa zapisa v kataster komunalnih naprav. | | ocena | | 145.000,00 |
| Izdelava projekta izvedenih del v štirih (4) izvodih z vsemi podatki. PZI vključuje vse spremembe in odstopanja od projekta, razdalje, globine jaškov, vtokov in iztokov višine pokrovov in prečkanja oz. vzporedni potek z ostalimi vodi. | | ocena | | 135.000,00 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-6). | | | | 150.572,17 |
| SKUPAJ ZAKLJUČNA DELA | | | | 1.248.012,17 |

SKUPNA REKAPITULACIJA

| | |
|-------------------|--------------|
| 1. PREDDELA | 493.960,50 |
| 2. ZEMELJSKA DELA | 3.928.948,96 |
| se nadaljuje... | |

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| ...nadaljevanje | |
| 3. BETONSKA DELA | 181.232,00 |
| 4. MATERIAL S TRANSPORTOM | 17.093.400,39 |
| 5. MONTAŽNA DELA | 5.594.886,00 |
| 6. ZAKLJUČNA DELA | 1.248.012,17 |
| | 28.540.440,02 |
| | Skupaj: SIT |
| DDV 20% | 5.708.088,00 |
| REKAPITULACIJA SKUPAJ | 34.248.528,03 SIT |

6.2 Varianta 4 (cev v cev)

| 1. PREDEDELA ZA ODSEK (1-8) | | | | |
|--|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
| Priprava gradbišča : odstranitev eventualnih ovir, prometnih znakov in ureditev delovnega platoja. Po končanih delih gradbišče pospraviti in vzpostaviti v prvotno stanje. | | ocena | | 70.000,00 |
| Postavitev zapor z vso potrebno opremo za zavarovanje gradbene jame in postavitvijo prometne signalizacije in svetlobnih teles za nočno osvetlitev ovire. | 1,00 | kom | | 120.000,00 |
| Zakoličba osi vodovoda. | 178,15 | m | 290,00 | 51.663,21 |
| Zavarovanje zakoličene osi. | 6,00 | kos | 4.250,00 | 25.500,00 |
| Postavljanje horizontalnih profilov na potrebni višini s potrebnimi označbami. | 6,00 | kos | 3.605,00 | 21.630,00 |
| Nepredvidena dela (10%). | | | | 28.879,32 |
| SKUPAJ PREDEDELA | | | | 317.672,53 |

| 2. ZEMELJSKA DELA ZA ODSEK (1-8) | | | | |
|---|-----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
| Površinski odkop humusa v povprečni deb. 20 cm z odzivom do 10 m od roba izkopa. | 72,66 | m ³ | 450,00 | 32.697,00 |
| Rušenje asfalta in odvoz na deponijo Draga, oddaljenosti 5,2 km, s stalnim deponiranjem. | 0,00 | m ² | 2.560,00 | 0,00 |
| Strojni izkop jarka v terenu III. in IV. kategorije, globine do 2 m z odlaganjem materiala na rob izkopa. Brežine se izvajajo v naklonu 70°, dno jarka 0.6 - 1.0 m (upoštevan skupni izkop). III. ktg. (90%). | 314,24 | m ³ | 1.645,00 | 516.931,38 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

...nadaljevanje

Ročni izkop jarka v terenu III. kategorije, kjer strojni iskop ni možen (10% skupnega izkopa).

| | | | | |
|---|--------|----------------|----------|------------|
| III. ktg. (10%) | 34,92 | m ³ | 5.005,00 | 174.754,58 |
| Planiranje dna jarka z izkopom ali dosipom materiala do 0.03 m ³ /m ² z natančnostjo +/- 3 cm, 0.8 - 1.0 m širine. | 157,24 | m ² | 450,00 | 70.757,15 |
| Dobava in vgrajevanje peščene posteljice (deb. 0.1m) iz 2 x sejanega peska frakcije 0.02-16 mm | 23,41 | m ³ | 4.554,00 | 106.605,50 |
| Dobava 2x sejanega peska frakcije 2-16 mm in zasutje nad položenimi cevmi 30 cm nad temenom. Na peščeno posteljico se izvede 3 - 5 cm debel nasip, v katerem si cev izdelava ležišče. Ročni obsip cevi se izvaja v slojih po 15cm, istočasno na obeh straneh cevi. Paziti je treba, da se cev ne premakne iz ležišča. Obsip in nasip se utrjujeta do 95% trdnosti po standardnem Proctorjevem postopku. | 93,29 | m ³ | 4.427,50 | 413.034,83 |
| Zasipanje jarka s komprimacijo v slojih po 30 cm. Premet izkopanega materiala z začasne deponije Upoštevan faktor razrahljivosti 1.25 (upoštevan skupni izkop). | 216,38 | m ³ | 865,00 | 187.165,24 |
| 3-8 Odvoz del materiala na začasno deponijo (15%) | 10,80 | m ³ | | |
| Nepredvidena dela (10% od 1-9). | | | | 150.194,57 |

SKUPAJ ZEMELJSKA DELA **1.652.140,24**

3. BETONSKA IN ARMIRANO BETONSKA DELA NA ODSEKU (1-8)

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|-------|------------|-------------------|
| Izdelava armiranobetonskega zavarovanja na lokih cevi, MB30. | 5,00 | kos | 28.300,00 | 141.500,00 |
| SKUPAJ BETONSKA IN ARMIRANO BETONSKA DELA | | | | 141.500,00 |

4. MATERIAL S TRANSPORTOM (1-8)

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|----------|----------|-------|------------|-----------------|
| | | | | se nadaljuje... |

...nadaljevanje

Vodovodni material

A. Fazonski kosi

| | | | | |
|--|------|-----|------------|--------------|
| MMA KOS , PN 10-16 Z VI TESNILI (2) | | | | |
| DN 300x80 | | kom | 134.040,00 | 0,00 |
| DN 300x150 | 1,00 | kom | | |
| MMQ KOS 90□, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) | 1,00 | kom | 143.040,00 | 286.080,00 |
| DN 150 | | | | |
| MMK KOS 45□, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) | 5,00 | kom | 128.640,00 | 900.480,00 |
| DN 300 | | | | |
| MMK KOS 11□, PN 10-16 Z VI TESNILI (2) | 5,00 | kom | 101.640,00 | 1.016.400,00 |
| DN 300 | | | | |
| VMESNI RAVNI KOS | 8,00 | kom | 72.900,00 | 1.968.300,00 |
| DN 300, L=800 | | | | |
| FFR KOS, PN 10 | 1,00 | kom | 132.000,00 | 132.000,00 |
| DN 400x300 | | | | |
| F KOS, PN 10 | 2,00 | kom | 52.800,00 | 52.800,00 |
| DN 300 | | | | |
| E KOS, PN 10 Z VI TESNILI (2) | 1,00 | kom | 74.160,00 | 74.160,00 |
| DN 300 | | | | |
| N KOS, PN 10-40 | | a' | 14.760,00 | 14.760,00 |
| DN 80 | | | | |
| FF KOS | | a' | 36.580,00 | 36.580,00 |
| DN 80/1000 | | | | |

B. Vodovodne armature

| | | | | |
|---|--|----|------------|------------|
| HIDRANT PODZEMNI, 490F1,25M(990) | | a' | 121.520,00 | 243.040,00 |
| DN 80 | | | | |
| CESTNA KAPA MODEL 206 (ZA HIDRANT 490F) | | a' | 24.350,00 | 48.700,00 |
| ZASUN EURO 20 TIP 23, PN 10-16 | | a' | 28.800,00 | 57.600,00 |
| VGRADNJA G. ZA EURO ZAS.BR., | | a' | 9.480,00 | 18.960,00 |
| DN 65-80,H=1-1.5 | | | | |
| CESTNA KAPA, OKROGLA, samozaporna | | a' | 4.900,00 | 9.800,00 |
| DN 115 | | | | |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | | | | |
|---|----|------------|---------------------|--|
| ...nadaljevanje | | | | |
| VENTIL ODZRAČ., HAWLE ART.9822 DN 50, L=1055MM | a' | 245.750,00 | 245.750,00 | |
| CESTNA KAPA MODEL 1790 (ZA ZRAČNIK 9822) | a' | 30.800,00 | 30.800,00 | |
| ZASUN EURO 20 TIP 23, PN 10 DN 300 | a' | 246.000,00 | 246.000,00 | |
| ROČNO KOLO ZA ZASUN DN 250 IN 300 | a' | 10.800,00 | 10.800,00 | |
| Nepredvidena dela (10% od 1-11) | | | | |
| SKUPAJ FAZONSKI KOSI IN VODOVODNE ARMATURE | | | 5.393.010,00 | |

Cevi iz nodularne litine

Duktilne cevi iz nodularne litine, po ISO 2531,
znotraj cementirane (po ISO 4179 zunaj vroče
cinkane 130 g/m (po ISO 8179 in bitumenizirane),
dolžine 6 m.

| | | | | |
|------------------------------------|--------|---|---------------------|--------------|
| Cev NL, DN 300, L=6m, z VI tesnili | 178,00 | m | 19.800,00 | 3.524.400,00 |
| SKUPAJ CEVI | | | 3.524.400,00 | |

Zunanji prevozi vodovodnega materiala

Transportni stroški dostave vodovodnega materiala
na gradbišče, 10%.

Dodatni in nepredvideni material; ocena stroškov -
3% od vrednosti materiala.

Obračun po dejanskih stroških.

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| ZUNANJI PREVOZI VODOVODNEGA MATERIALA | 1.159.263,30 |
| SKUPAJ VODOVODNI MATERIAL | 10.076.673,30 |

5. MONTAŽNA DELA (1-8)

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|---|----------|-------|------------|--------------|
| Prenašanje, spuščanje in polaganje cevi v jarek teže do 100 kg ter stikovanje. (DN 300). | 175,44 | m | 7.800,00 | 1.368.432,00 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

| | | | | |
|--|--------|-----|-----------|---------------------|
| ...nadaljevanje | | | | |
| Montaža zasunov in fazonskih kosov z obbetoniranjem ali sidranjem. | 26,00 | kos | 8.500,00 | 221.000,00 |
| Podbijanje vodovodnih cevi in utrditev v pravilno lego. | 175,44 | m | 1.420,00 | 249.124,80 |
| Opozorilni trak - voda. | 175,44 | m | 100,00 | 17.544,00 |
| Preizkus položenih cevi na tlak odgovorjajočih pritiskov. | 175,44 | m | 750,00 | 131.580,00 |
| Tlačni preizkus hidrantov | 0,00 | kos | 45.000,00 | 0,00 |
| Dezinfekcija cevovoda izvršena pred obratovanjem. | 175,44 | m | 520,00 | 91.228,80 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-7) | | | | 207.890,96 |
| SKUPAJ MONTAŽNA DELA | | | | 2.286.800,56 |

6. ZAKLJUČNA DELA (1-8)

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|----------------|------------|------------|
| Ponovno razprostriranje začasno deponiranega humusa s planiranjem in zatravitvijo. | 72,67 | m ³ | 630,00 | 45.779,39 |
| Čiščenje novozgrajenega vodovoda po končani gradnji z odstranitvijo nanosov materiala iz cevovoda. | 175,44 | m | 210,00 | 36.842,40 |
| Čiščenje terena po končani gradnji. | 628,23 | m ² | 500,00 | 314.115,00 |
| Geodetski posnetek novozgrajenega vodovoda v Gauss - Kriegerju v dwg obliki, posneto na disketo z možnostjo prenosa zapisa v kataster komunalnih naprav. | 178,00 | m | 287,50 | 51.175,00 |
| Izdelava projekta izvedenih del v štirih (4) izvodih z vsemi podatki. PZI vključuje vse spremembe in odstopanja od projekta, razdalje, globine jaškov, vtokov in iztokov višine pokrovov in prečkanja oz. vzporedni potek z ostalimi vodi. | 4,00 | ocena | 172.500,00 | 690.000,00 |
| Nepredvidena dela (10% od 1-6). | | | | 113.791,18 |

se nadaljuje...

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

...nadaljevanje

| | |
|------------------------------|---------------------|
| SKUPAJ ZAKLJUČNA DELA | 1.251.702,97 |
|------------------------------|---------------------|

7. SKUPNA DELA NA ODSEKU (8-23)

| Opis del | Količina | Enota | Cena/enoto | Znesek |
|--|----------|-------|------------|----------------------|
| Izgradnja vodovoda na odseku 8-23 po metodi CEV V CEV (Vilkograd d.o.o.) | 236,30 | m | 70.600,40 | 16.682.874,52 |
| SKUPNA DELA NA ODSEKU (8-23) | | | | 16.682.874,52 |

SKUPNA REKAPITULACIJA

| | |
|--|----------------------|
| 1. PREDDELA (1-8) | 317.672,53 |
| 2. ZEMELJSKA DELA (1-8) | 1.652.140,24 |
| 3. BETONSKA IN ARMIRANO BETONSKA (1-8) | 141.500,00 |
| 4. MATERIAL S TRANSPORTOM (1-8) | 10.076.673,30 |
| 5. MONTAŽNA DELA (1-8) | 2.286.800,56 |
| 6. ZAKLJUČNA DELA (1-8) | 1.251.702,97 |
| 7. SKUPNA DELA NA ODSEKU (8-23) | 16.682.874,52 |
| | 32.409.364,12 |
| | Skupaj: SIT |
| DDV 20% | 6.481.872,82 |

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| REKAPITULACIJA SKUPAJ | 38.891.236,95 SIT |
|------------------------------|------------------------------------|

Po primerjavo obeh variant, se je izkazalo, da je varianta 3 rahlo cenejša odvariente 4.

7 ZAKLJUČKI

Obstoječe stanje primarnega in sekundarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki se je izkazalo za nezadostno v smislu nemotenega oskrbovanja pitne vode. Od štirih predvidenih variant je bilo treba izločiti najprej prvi dve, zaradi prostorskih in drugih omejitvenih faktorjev, opisanih v tehničnem poročilu, tako da sta ostali še dve varianti, tretja in četrta. V hidravličnem in ekonomskem smislu sem zato šel preveriti samo zadnji dve varianti (3. in 4.), ki sta izvedljivi.

Najprej sem zagnal hidravlične simulacije 3. variante z vsemi štirimi podvariantami vodohranov Grad in z zamenjanimi-novimi premeri cevi na območju naselja Karlovc za vse tri primere: $Q_{povp,d}$, $Q_{max,d}$ in $Q_{povp,d+požar}$. Vse sem simuliral za čas 24 in 168 ur.

- a) Pri prvem primeru $Q_{povp,d}$, sem zagnal simulacijo v programu Epanet na obstoječem stanju, kjer se je pokazalo, da celo zadostujejo obstoječi premeri cevi v sekundarnem omrežju, le v dveh točkah sistema padejo tlaki na 2,5 bara, kar pomeni, da pri povprečni porabi ni večjih problemov z oskrbo vode. Pri podvariantah so je izkazalo, da povprečna poraba ne vpliva preveč na količino vode v obeh vodohranih, saj sta čez cel dan nad minimalno vrednostjo gladine vode, ki je 0,5m, zato ta primer deluje zadovoljivo. Predvideni primarni cevovod variante 3, DN 300, prav tako dovaja zadosten pretok, kar se pokaže v velikih dotokih do vodohranov Grad 78 m^3 in 100 m^3 .
- b) Drugi primer $Q_{max,d}$, pa že kaže znake popolne preobremenitve na sekundarnem omrežju pri prvi podvarianti vodohranov-obstoječe stanje, saj tlaki v kritičnem obdobju dneva med 13. in 15. uro padejo pod 2,5 bara na celotem območju naselja Karlovc, kar je minimalni tlak, ki je še sprejemljiv. To je narekovalo povečanje določenih sekundarnih cevovodov na večje premere. Podvarianta vodohranov 2 je bila edina podvarianta, kjer se je izkazalo, da ta kombinacija povezave med vodohranoma Grad 78 m^3 in 100 m^3 ne deluje v redu, ker 78 m^3 vodohran-raztežilnik ne dobi dovolj vode med kritično porabo v dnevu med 13. in 15. uro in tako posledično tudi 100 m^3 vodohran, glavni krivec pa je zmanjšanje tlakov na primarnem

vodu (velika poraba na celotnem območju Škofje Loke), zaradi česar je premalo tlaka, da bi prišla voda do vodohrana 78 m³. Vodohran 100 m³ je cel dan poln z minimalnimi nihanji gladine, pri vseh ostalih podvariantah, kar je spet posledica velikega dotoka na dovodni cevi do vodohrana 100 m³ (okoli 60 l/s v kritičnem času z največjo urno porabo), tako da ni problemov z minimalnimi tlaki povzročenimi, zaradi morebitne premajhne količine vode v vodohranu. Velik dotok na dovodni cevi v vodohran pa zagotavlja primarni cevovod (varianta 3) z velikimi tlaki in dejstvom, da je vodohran Grad 100 m³ 20 m nižji kot 78 m³ vodohran-raztežilnik, zaradi česar ni težav s tlaki.

- c) Zadnji primer je Qpovp,d+požar, kjer sem ravno tako zagnal simulacijo na obstoječem sistemu z dvema požaroma. Rezultat so tlaki pod 2,5 bara, kar je neugodno pri požaru, zato je bil prvi korak zamenjava z novimi premeri cevi v sekundarnem omrežju, kot sem to storil že pri Qmax,d. Po tej menjavi s cevmi, pa ni bilo nobenih problemov več s prenizkimi tlaki in tudi vodohran Grad 100 m³ je bil cel dan poln, zaradi velikega dotoka na dotočni cevi v vodohran, kar pomeni, da ni nevarnosti prenizkih tlakov zaradi morebitnega pomanjkanja vode v vodohranu. Na varianti 3 in 4 sta bila dodana še dva nadtalna hidranta, za večjo požarno varnost.

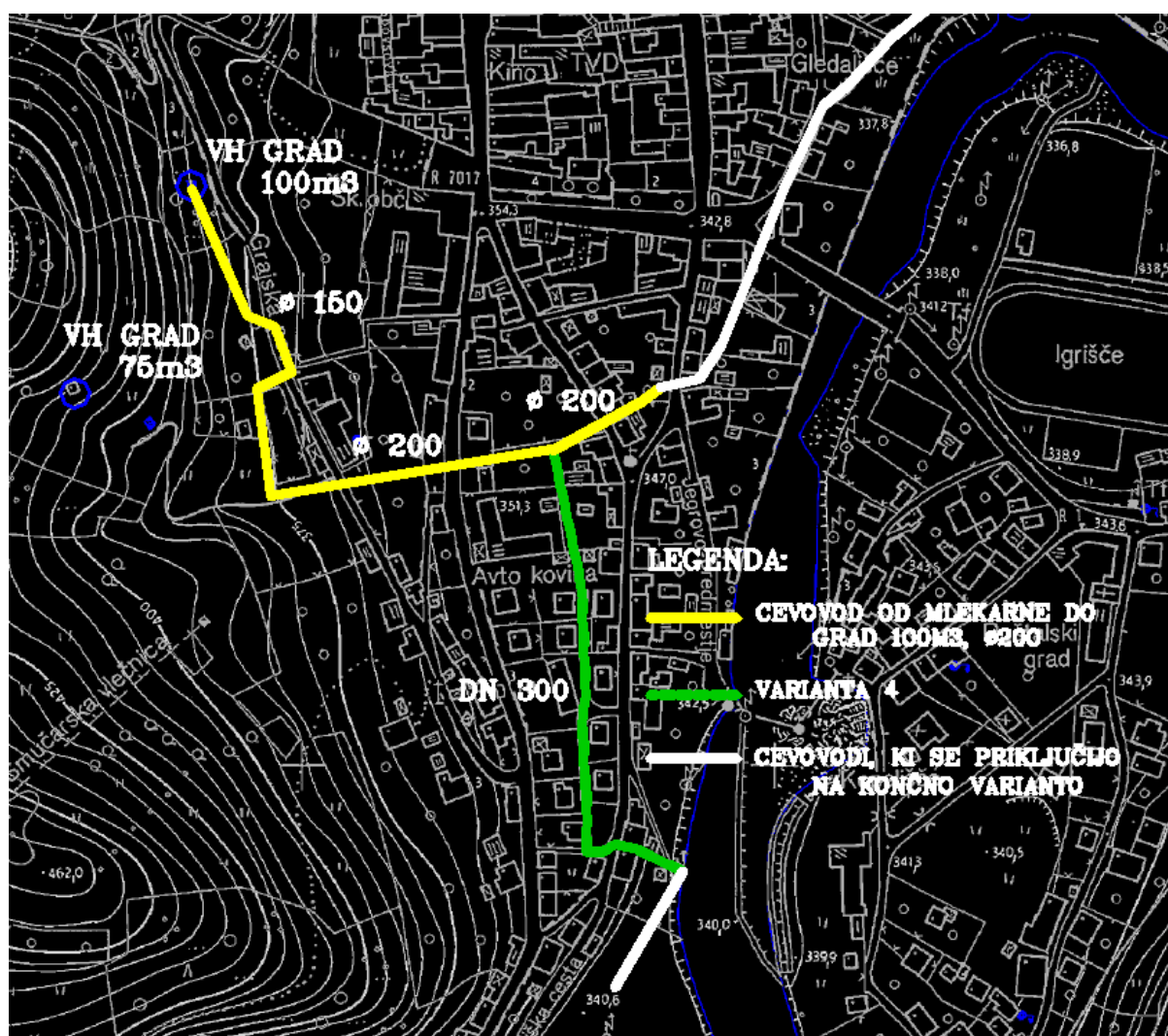
Hidravlične simulacije na varianti 4 s podvarianto vodohranov 4, ki je bila izbrana kot končna varianta, so potrdile neproblematičnost s prenizkimi tlaki pri vseh treh primerih Qpovp,d, Qmax,d in Qpovp,d+požar. Naredil sem še varianto 4 s podvarianto vodohranov 4, kjer sem zamenjal še cevi (prej ϕ 350, sedaj ϕ 200), ki povezujejo mlekarno in vodohran Grad 100 m³ v primeru, da bi se investitor odločil za nadaljno možno rešitev problema povezave vodohranov s primarnim cevovodom in rezultat je bil v vseh treh primerih Qpovp,d, Qmax,d in Qpovp,d+požar pozitiven (vodohran Grad 100 m³ cel dan poln ter tlaki cel dan nad 2,5 bara) na področju tlakov.

Čas simulacije 168 ur (7 dni) je pokazal, da se je v obeh vodohranih vzpostavil vzorec ciklusa nihanja gladine vode najkasneje po dveh do treh dnevih od začetka simulacije, kar je ugodno in nakazuje, da na daljši rok ne bo zmanjkalo vode v vodohranih.

V ekonomskem smislu se sicer izkaže, da bi bila 3. varianta cenejša za približno 4,6 milijona

tolarjev od variante 4, vendar je v tem primeru prevladoval prostorski pokazatelj, predvsem po odločitvi investitorja. To potrjuje dejstvo, da včasih nujnost izgradnje predvidenih gradbenih objektov premaga stroške gradnje.

Izbrana končna varianta 4 je predstavljena na prilogah v obliki načrtov, in sicer na prilogah od 1 do 5. Na spodnji sliki je predstavljena še končna varianta 4 s podvarianto 4 z zamenjano cevjo $\phi 350$ s cevjo $\phi 200$, od mlekarne do vodohrana Grad 100 m³.



Slika 75: Trasa končne variante

Opara, A. 2006, Rehabilitacija primarnega cevovoda v naselju Karlovc v Škofji Loki.
Dipl. nal.-UNI. Ljubljana, UL, FGG, Odd. za gradbeništvo, Hidrotehnična smer

VIRI

Mutschmann, J., Stimmelmayer, F., 1995. Taschenbuch der Wasserversorgung, 11. izdaja.
Stuttgart, Franckh Kosmos Verlag-GmbH&Co: 823 str.

Občina Škofja Loka, 2006. Generalna rešitev oskrbe s pitno vodo v Občini Škofja Loka.
Študija: 211 f

Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov. Url 37-88 /1991.

PRILOGE

| | |
|---|--------------|
| Priloga 1: Pregledna situacija | M 1:5000 |
| Priloga 2: Topografska situacija (vse 4 variante) | M1:1000 |
| Priloga 3: Katastrska situacija | M 1:1000 |
| Priloga 4: Detajlna situacija | M 1:1000 |
| Priloga 5: Vzdolžni profil | M 1:1000/100 |