

# Buducnost Pametnih Vodovoda: Od Slepih Tacaka do AI Analitike

GAT D.O.O Novi Sad i Telekom Srbije



## PROBLEM

### Izgubljena Voda i "Slepe Tačke"



#### Gubici vode su veci od 60%

Vecina komunalnih sistema gubi ogromne kolicine vode pre nego sto se kvar uopste primeti.



#### Problem "slepe tacke" od 30 dana

Period izmedu dva rucna očitavanja ostavlja sistem potpuno nevidljivim za mikrocurenja i nepravilnosti.



#### 12 naspram 8.760 očitavanja

NB-IoT telemetrija pruza potpunu vidljivost sistema u poredjenju sa oskudnim godisnjim rucnim podacima.

#### Detekcija curenja za samo 48 sati



## REŠENJE

### Pametna Mrezna Inteligencija



AI analitika prepoznaje kvarove odmah, umesto čekanja na reklamaciju korisnika nakon mesec dana.



#### Usteda od 90 m<sup>3</sup> po svakom kvaru



Brza reakcija direktno spasava resurse i dramaticno menja finansijski bilans vodovoda.



#### NB-IoT Mreza Telekoma Srbije

Koristi se postojeća nacionalna infrastruktura bez potrebe za gradnjom novih radio mreža.



#### Uporedni prikaz efikasnosti detekcije pre i nakon digitalizacije

Parametar	Ručno očitavanje	NB-IoT + AI sistem
Vreme detekcije	30+ dana	24 - 48 sati
Broj podataka	12 godišnje	8.760 godišnje
Status baterije	Nepoznat	Autonomija 8+ godina



#### Od nevidljivih gubitaka do potpune kontrole – uz Pametnu Mrežnu Inteligenciju.

AI analitika, NB-IoT konektivnost i napredna telemetrija pretvaraju vodovod iz reaktivnog u proaktivni sistem spreman za buducnost.

# Daljinsko očitavanje vodomera NB-IoT komunikacijom u upravljanju gubicima vode

*Iskustva sa 20.000 lokacija u Boru, Beogradu i Žablju*

**Nikola Slijepcevic, master IT inženjer<sup>1</sup>; Mitar Slijepcevic, master IT inženjer<sup>2</sup>; Telekom Srbija razvojni tim<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> GAT d.o.o., Bulevar oslobođenja 30A, Novi Sad

<sup>2</sup> GAT IOT & Telecommunications, Obrenovački put 35, Barič

<sup>3</sup> Telekom Srbija, razvojni tim

## Rezime

Vodovodne mreže u Srbiji i Crnoj Gori suočavaju se sa značajnim gubicima vode; na pojedinim sistemima oni prelaze 35 posto ulazne količine. Jedan od razloga je to što operater za curenje često sazna tek kada korisnici prijave problem ili kada se sledećeg meseca očita vodomer i uoči anomalija. Do tada je voda mogla da otiče danima ili nedeljama bez reakcije.

Ovaj rad opisuje kako sistem daljinskog očitavanja zasnovan na uskopojasnoj mobilnoj mreži za Internet stvari (NB-IoT), u kombinaciji sa analitičkim slojem zasnovanim na veštačkoj inteligenciji, menja tu računicu. NB-IoT mreža Telekoma Srbije i MTEL-a pokazala je primenljivost na 20.000 lokacija u Boru, Beogradu i Žablju, u gradskim, prigradskim i seoskim sredinama. Vodomeri sami po sebi ne rešavaju problem gubitaka; taj posao obavlja analitika koja obrađuje podatke iz softvera za daljinsko očitavanje i prepoznaje obrasce koje čovek u rutinskom radu ne bi uočio.

U radu su prikazana terenska iskustva iz više komunalnih sistema, poređenje mehaničkih i ultrazvučnih vodomera u kontekstu daljinskog očitavanja, kao i način na koji analitički sloj obrađuje podatke iz sistema za očitavanje i pretvara ih u liste prioriteta za terenske ekipe. Zaključak je da je tehnologija dostupna, mrežna infrastruktura postoji, a veći deo izazova i dalje ostaje u organizaciji i integraciji podataka, a ne u nedostatku signala.

---

*Ključne reči: daljinsko očitavanje, vodomeri, NB-IoT, gubici vode, vodni bilans, veštačka inteligencija.*

## 1. Uvod

U tipičnoj terenskoj situaciji čitač vodomera izlazi na teren, dolazi do šahta, konstatuje da stanje ne može da se očita, upisuje procenu i završava obilazak. Vodomer može ostati procenjen još dva do tri meseca dok neko ne pošalje ekipu za sanaciju šahta. Ako postoji curenje u instalaciji, ono u međuvremenu ostaje neprimećeno.



*Slika 1. Terenska realnost: intervencija u vodomeru u potpuno poplavljenom šahtu. Čitač ne može da očita stanje; vodomer ostaje neočitavan.  
(foto: autor)*

Takva situacija nije izuzetak, već česta praksa u komunalnim vodovodima. Ručno, periodično očitavanje ima fundamentalno ograničenje koje se ne može otkloniti ni boljim čitačima ni češćim obilascima: daje samo povremene snimke, dok je za upravljanje gubicima i kvarovima potreban kontinuiran uvid u to šta se dešava u mreži.

Kada se kaže „daljinsko očitavanje“, većina operatera odmah pomisli na skupu infrastrukturu, posebne radio-mreže i kompleksnu integraciju. Pre nekoliko godina to je bio ozbiljan infrastrukturni problem; danas, uz NB-IoT, to više nije presudan ograničavajući faktor. NB-IoT (uskopojasna mobilna mreža za Internet stvari) dostupan je kroz Telekom Srbije i MTEL, a pokrivenost je dovoljna za primenu u većini tipova komunalnih zona. Vodomer ima SIM karticu, šalje podatke kroz mobilnu mrežu i time se zatvara komunikacioni deo sistema.

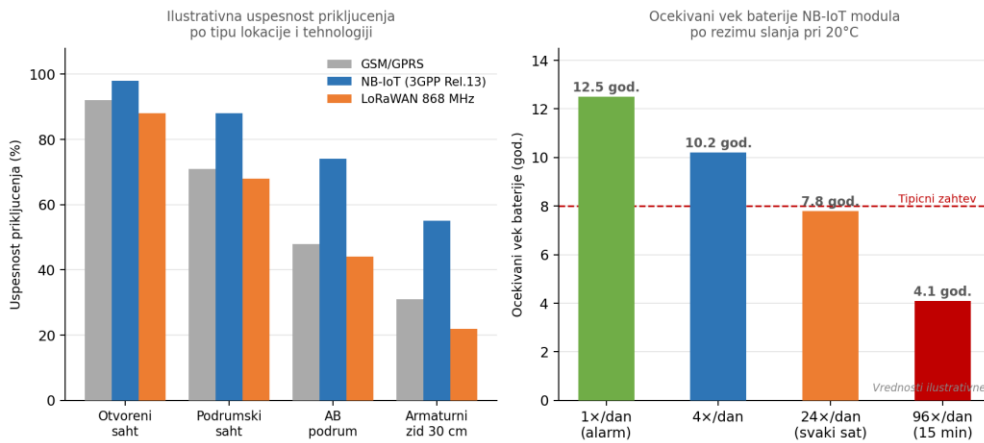
Ali sama komunikacija nije dovoljna. Hiljade očitavanja dnevno bez analitike predstavljaju samo podatke koji se gomilaju u bazi. Vrednost nastaje tek kada analitički sistem, u ovom slučaju modul veštačke inteligencije koji radi direktno na podacima iz softvera za očitavanje, počne da iz tih podataka izvlači informacije o gubicima, kvarovima, sumnjivoj potrošnji i merilima koja bi trebalo zameniti.

Ovaj rad obuhvata ceo lanac: od fizičkog mernog mesta u šahtu, preko NB-IoT veze, do softvera i AI analitike. Cilj nije teorijski pregled, već prikaz onoga što funkcioniše u praksi i realnih preduslova za uspeh.

## **2. Komunikaciona infrastruktura: NB-IoT kroz Telekom Srbije i MTEL**

NB-IoT je standard projektovan posebno za uređaje koji troše malo energije, šalju male količine podataka i moraju da rade na teško dostupnim lokacijama, što je upravo profil vodovodnih merila. Standard je definisan u 3GPP Release 13 (2016) i implementiran u okviru postojećih mobilnih mreža, što znači da nije potrebno graditi posebnu radio-infrastrukturu.

Telekom Srbija je NB-IoT uveo u komercijalnu upotrebu, a pokrivenost obuhvata gradove, prigradske zone i većinu ruralnih područja. MTEL pokriva Crnu Goru i BiH na isti način. Za potrebe komunalnih vodovoda, pokrivenost obe mreže je dovoljna; na lokacijama na kojima smo ugrađivali uređaje komunikaciona veza bila je stabilna, uključujući šahtove u podrumima, ispod asfalta i na seoskim lokacijama gde nema druge infrastrukture.



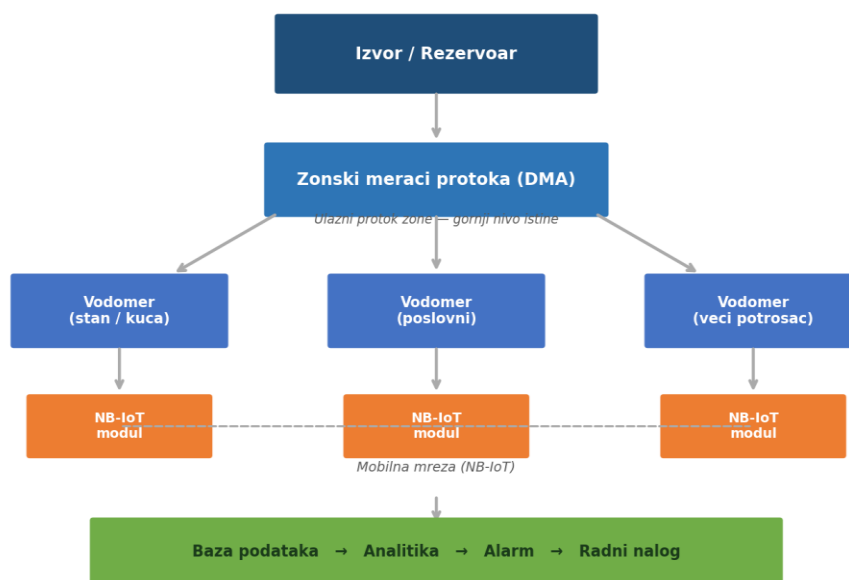
Grafikon 1. Uspešnost NB-IoT priključenja po tipu lokacije i očekivani vek baterije modula pri različitim režimima slanja.

Šta NB-IoT konkretno znači za vodovod? Vodomer ima ugrađen SIM modul, aktivira se, registruje na mrežu i počinje da šalje očitavanja u zadanom intervalu, najčešće svakih 24 h, a alarme odmah. Baterija traje tipično sedam do deset godina pri režimu slanja od jednom do četiri puta dnevno. Operater nema mesečne troškove koji bi degradirali ekonomiku projekta, a podaci stižu na server bez posrednika.

U praksi se od modula danas očekuje više od prostog slanja stanja. Ozbiljno rešenje mora da čuva dnevne podatke najmanje 24 meseca, mesečne kumulativne više godina, lokalno memoriše očitavanja kada mreža trenutno nije dostupna, omogući dvosmerno parametrisanje i da pri svakom izveštaju vrati stanje baterije, jačinu signala i aktivne alarme kao što su demontaža, magnetni napad, povratni tok, curenje ili zastoj u protoku. Tek tada modul postaje deo operativnog sistema, a ne samo radio uređaj na vodomeru.

Jedan od češćih strahova koji čujemo od operatera je: „Neće imati signal u našim šahtovima i podrumima.“ U praksi, od hiljada mernih mesta na kojima smo radili ugradnju u različitim sistemima, nisu bila potrebna posebna repetitorska rešenja ni proširivači dometa ni na jednom. Šahtovi armiranobetonske konstrukcije koji se nalaze ispod kote terena za više od metra zahtevaju pažljivu pozicioniranost antene unutar šahta, ali sama mreža daje dovoljno margine u odnosu na starije GSM tehnologije.

Slika 3 — Hijerarhija mernog sistema: od izvora do radnog naloga



Slika 2. Arhitektura sistema: od vodomera do analitike i radnog naloga.

### 3. Vodomeri za daljinsko očitavanje: koji tip, gde i zašto

Pitanje koje se gotovo uvek postavlja na početku projekta jeste da li brojila menjati odjednom ili postepeno, kao i koji tip brojila ugraditi: mehanički sa komunikacionim modulom ili ultrazvučni.

Odgovor zavisi od tipa mernog mesta, starosti instalacije i budžeta, a ne od opšte pretpostavke da je jedan tip „bolji“ od drugog. U nastavku je prikazano šta svaki tip zaista radi u terenskim uslovima.

### 3.1 Mehanički vodomerni sa komunikacionim modulom

Mehanički vodomerni koji se već nalazi u mernom mestu može da dobije naknadni komunikacioni modul ako je opremljen odgovarajućim izlazom. To je često najbrži i najekonomičniji put do prvih podataka, bez zamene kompletnog merila i bez značajnog zastoja u radu.

Međutim, ovaj pristup ima ograničenja kojih treba biti svestan. Mehanički vodomerni, posebno ako je star nekoliko godina, ne registruje protoke ispod donje granice merenja pouzdano. Na DN15 to je tipično nekoliko litara po satu, što znači da mikrocurenje od, recimo, tri litra na sat, koje godišnje iznosi više od 25 kubnih metara, prolazi neregistrovano. Takva brojila nisu pogodna za detekciju sitnih gubitaka u kućnim instalacijama. Mogu se koristiti za logistiku očitavanja, smanjenje terenskih izlazaka, grubi zonski bilans i otkrivanje većih nepravilnosti.



Slika 3. Mehanički vodomerni DN50 u podrumu stambene zgrade i stari mehanički vodomerni izvađen iz tla, sa vidljivim habanjem.

Zamena mehaničkih vodomera je neizbežna pre ili kasnije. Pitanje je samo da li to raditi u velikom talasu odjednom ili fazno, vođeni podacima koje sistem već prikuplja. U praksi, podaci iz sistema za očitavanje daju dobru osnovu za planiranje zamene: vodomerni koji pokazuju sistematski opadajuću potrošnju bez promene korisničkih navika, ili oni kod kojih analitika primećuje anomalije u obrascu, idu na vrh liste.

### 3.2 Ultrazvučni vodomerni

Ultrazvučni vodomerni meri bez pokretnih delova, registruje protoke daleko ispod donje granice mehaničkog i daje bogatiji dijagnostički izlaz. Osim potrošnje, vidi i temperaturu vode, status merenja i intenzitet akustičnog signala. To

nije samo više podataka, već i sposobnost da se primeti da merilo počinje da degradira pre nego što tačnost merenja postane problem. Klasični mehanički vodomerni ne daju nikakav signal da nešto nije u redu, već jednostavno jednog dana počnu da meri lošije.

Za merila na kritičnim tačkama u mreži, na ulazima u zone, kod velikih potrošača i tamo gde je istorija reklamacija duga, ultrazvučni vodomerni su odgovarajuće rešenje. Na masovnoj bazi stambenih korisnika, gde je prioritet ekonomičnost ulazne investicije, mehanički upgrade je razumna tranziciona faza.

Pri izboru ultrazvučnog merila ne sme se polaziti od jedne reklamne karakteristike za celu seriju. Male navojne izvedbe, veće priрубničke izvedbe, modeli sa ventilom i modeli bez ventila često imaju različite stepene zaštite, različite baterijske sklopove i različite komunikacione opcije. Zato specifikaciju treba zaključiti po dimenziji, kućištu, načinu spajanja i konkretnoj NB-IoT varijanti, a ne po trgovačkom nazivu serije.

Bitna napomena za oba tipa: svako merilo koje se koristi u obračunu mora imati važeći tipski sertifikat prema MID direktivi (Aneks MI001) i mora biti periodično overeno prema propisima Direkcije za mere i dragocene metale. Ovo važi bez izuzetka, bez obzira na cenu merila ili tvrdnje dobavljača.

Parametar	Mehanički + modul	Ultrazvučni sa NB-IoT	Komentar iz prakse
Početni protok Q1	6–16 l/h (zavisi od DN)	0,3–1,0 l/h	Značajna razlika za detekciju curenja
Detekcija mikroprotoka	Ograničena	Pouzdana	Ultrazvučni za reklamacione tačke
Dijagnostika samog merila	Nema	Temperatura, signal, status	Rano upozorenje na degradaciju
Cena nabavke (relativno)	1× osnova	1.2–2×	Mehanički za masovnu bazu
Montaža i servis	Standardna, poznata	Slična, ali osetljiva na smer ugradnje	Proveriti uputstvo za svaki model
MID sertifikacija	Obavezna MI001	Obavezna MI001	Nema izuzetaka za obračun
Osetljivost na magnete	Zavisno od modela	Nisu osetljivi (nema magneta)	Proveriti antimagnetnu zaštitu

Tabela 1. Praktično poređenje mehaničkih i ultrazvučnih vodomera u sistemima daljinskog očitavanja

### 3.3 Zonski merači protoka - bez njih nema bilansa

Ovde operateri često prave grešku: ugrade hiljade pametnih vodomera, ali zaborave da instaliraju merila na ulazima u zone. Bez zonskog referentnog merenja ne može se računati gubitak. Zbir korisničkih očitavanja i ulazni protok u zonu su različite veličine; ta razlika je gubitak i jedino se vidi kada imate oba merenja istovremeno.

Elektromagnetni merači protoka na ulaznim tačkama u DMA zone su obavezan element arhitekture, a ne opcioni dodatak. Bez njih AI može da analizira korisničke profile, ali ne može da kaže koliko ukupno voda gubi, a to je broj koji zanima i operatera i regulatora i donatora.

To više nije ni teorijska preporuka ni akademska dilema. U ozbiljnim specifikacijama za pumpne stanice i komandno-kontrolne centre već se traže elektromagnetni merači protoka DN100, DN150, DN200, DN600 i DN800 sa standardnim izlazima 4–20 mA i impulsnim izlazom, upravo zato što zonski bilans i ulazno-izlazno poređenje ne mogu da se formiraju bez pouzdanog glavnog merenja.



*Elektromagnetni merač protoka na dovodnom cevovodu | elektromagnetni protokomer na prirubničkoj vezi*

## 4. Šta smo naučili na terenu

U poslednjih nekoliko godina imali smo prilike da radimo na više različitih komunalnih sistema, od manjih opštinskih vodovoda do velikih gradskih mreža. Svaki sistem je nešto naučio. Ono što sledi nije teorija, već beleženje onoga što se zaista dešava kada započne digitalizacija merenja u realnim uslovima.

### 4.1 Beograd: masa mernih mesta, masa problema s pristupom

U Beogradu postoji veliki broj vodomera koji su fizički teško dostupni. Deo je u podrumima stambenih zgrada, deo je u šahtovima u dvorištima koja stanari koriste kao odlagališta, a deo je u gradskim šahtovima dubokim i vlažnim. Čitači koji rade u ovom sistemu dobro znaju da značajan procenat merila svakog meseca mora biti procenjen umesto očitani.

*Slika 3. Mesto je fizički dostupno tek uz ulazak u uzak prostor. Čitač ne ulazi ovde svakog meseca. (foto: autor)*

Za takve lokacije, NB-IoT vodomer je veoma pogodna opcija. Jednom ga postaviš i on šalje podatke godinama bez terenskog izlaska. Ali u takvim lokacijama je i dalje najosetljivije pitanje signala. U stambenoj izgradnji iz 60-ih i 70-ih, betonske međuploče i zidovi su debeli. Iz iskustva, merila koja smo ugradili u Beogradu imala su stabilnu vezu u većini slučajeva; jedina razlika bila je u jačini signala, ali je svaki modul imao pouzdano očitavanje svakog dana.

Pored problema pristupa, Beograd je i primer sistema gde čitav tim već danas radi ranu detekciju kvarova i ima korisnički servis koji prima prijave. Uvesti analitiku u ovaj sistem ne znači graditi od početka; znači dodati sloj inteligencije na već postojeću operativnu osnovu.

### 4.2 Razučeni sistemi: Bor i slični primeri

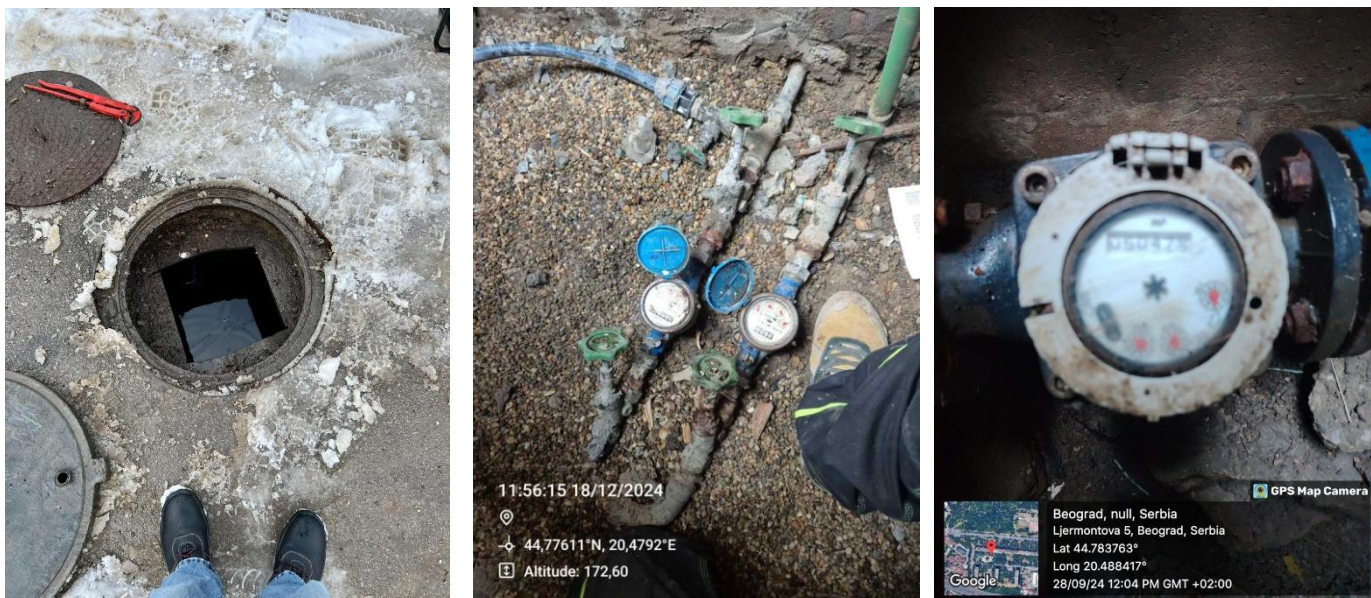
Bor je primer sistema koji pokriva grad, više prigradskih naselja i seoska područja kroz mrežu dugu oko 450 km i predstavlja značajan deo od ukupno 20.000 obuhvaćenih lokacija. U takvom sistemu terenska logistika očitavanja je skuplja nego u kompaktnom gradu, curenja u perifernim delovima mreže se kasno primećuju jer operativne ekipe tamo dolaze ređe, a zonski bilans je teže pratiti jer je granica zona geografski raspršena.

U takvim sistemima jedan od najjačih argumenata za daljinsko očitavanje nije komfor, već geografija. Curenje koje je nastalo u seoskom vodovodu, na razvodu koji snabdeva dvadeset domaćinstava, može dugo ostati neprimećeno ako se jednom mesečno radi procena i niko ne vidi tendenciju. Sa daljinskim očitavanjem i minimalnim noćnim protokom koji se prati svake noći, takvo curenje postaje vidljivo u roku od 48 sati.

### 4.3 Šta pokazuju fotografije iz šahtova

Obilazak mernih mesta u više gradova dao je foto-dokumentaciju koja je sama po sebi važan argument. Vodomeri sa isteklim overama, zapunjeni šahtovi, mehanički vodomeri u kojima se brojčanik zaglavio pa merilo broji napola. Postoji i fotodokumentacija aktivnih curenja direktno na priključku vodomera u šahtu, gubitka koji se ne registruje ni na korisničkom merilu ni na protokomeru dok se ne uradi vodni bilans.

Daljinsko očitavanje ovakvo curenje ne vidi direktno — ono je u mreži, ne u instalaciji korisnika. Ali zonski



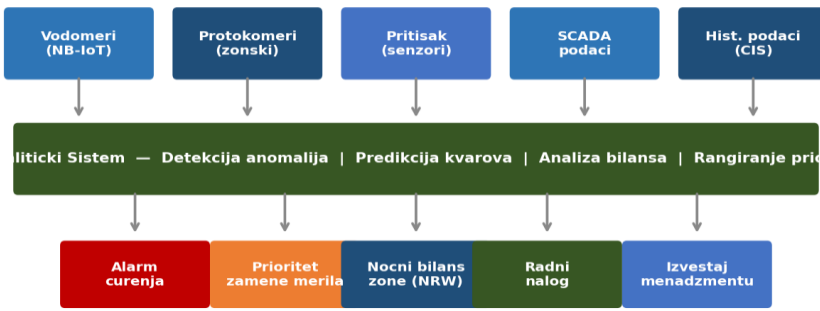
bilans ga vidi: noću, kad je ovlašćena potrošnja niska, ulazni protok zone ostaje povišen. Ako je to stanje trajno, alarm dolazi sledećeg dana. Ekipe zna u kojoj zoni treba da traži, a to je već ogromna prednost u odnosu na „negde ima curenje, ali ne znamo gde“.

### 5. Veštačka inteligencija i analiza podataka iz softvera za očitavanje

Operateri koji već imaju neku formu daljinskog očitavanja, makar i delimičnu, obično imaju i softver za prikupljanje i prikazivanje očitavanja. To može biti rešenje domaćeg dobavljača, može biti rešenje koje je došlo uz opremu, a može biti i interno razvijeno rešenje. U svakom slučaju, ta baza podataka je dragocen resurs, pod uslovom da postoji alat koji može da iz nje izvuče nešto korisno.

AI analitički modul, u ovom kontekstu, nije chatbot niti jezički model. To je sistem koji uzima izvoz podataka iz softvera za očitavanje — CSV fajl, API poziv ili SQL upit — i analizira vremenske nizove potrošnje tražeći obrasce. Radi u pozadini, svakog dana, i rezultat daje ne u vidu sirovih podataka, već u vidu rang-liste: ovo su deset korisnika koje treba proveriti, ova zona ima sumnjiv bilans ove noći, ovaj vodomer se ponaša drugačije nego pre tri meseca.

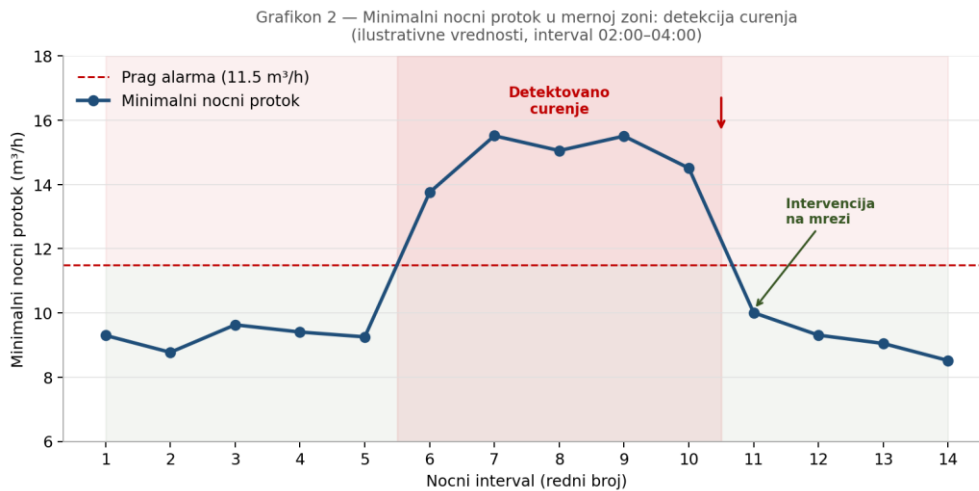
Slika 8 — Arhitektura AI analitičkog sistema za nadzor vodovodne mreže



Slika 5. AI analitički sistem koji obrađuje podatke iz softvera za očitavanje.

## 5.1 Šta AI konkretno analizira

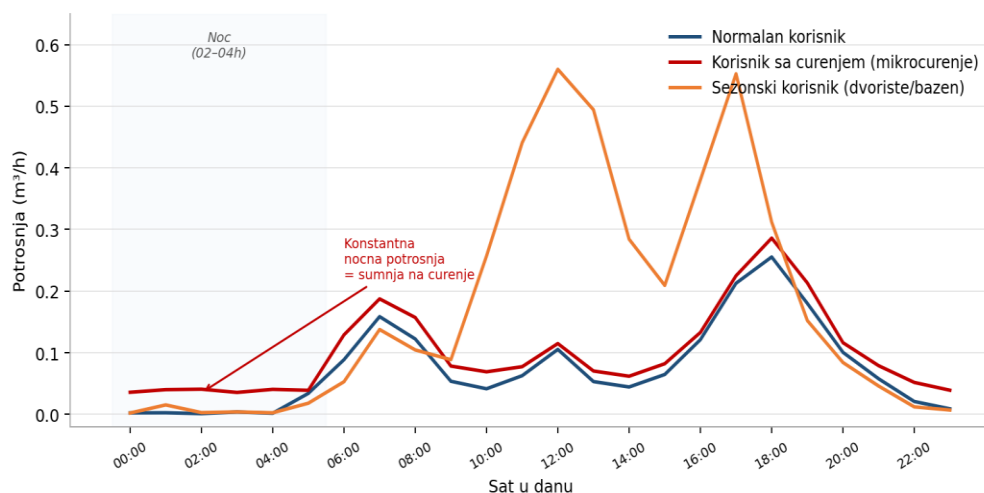
Osnovna analiza je minimalni noćni protok na nivou zone — najniži protok koji protokomer registruje između dva i četiri sata ujutru. U to vreme skoro niko ne troši vodu. Ako protokomer vidi povišen protok svake noći, curenje postoji. Ako je povišen samo povremeno, to su verovatno veće instalacije koje rade noću. AI pravi razliku između ova dva obrasca.



Grafikon 2. Minimalni noćni protok u zoni: prepoznavanje curenja iz vremenskog niza (ilustrativne vrednosti).

Na nivou korisničkih vodomera, AI upoređuje potrošnju svakog korisnika sa njim samim u prošlogodišnjim periodima i sa statističkim profilom sličnih korisnika. Korisnik koji je godinama trošio oko pet kubnih metara mesečno, a sada troši petnaest, zaslužuje telefonski poziv. Korisnik čija potrošnja nije nula ni u jednom satu između dva i pet ujutru, verovatno ima curenje u instalaciji ili otvorenu slavinu.

Grafikon 4 — Tri karakteristična korisnička profila potrošnje (ilustrativne vrednosti)

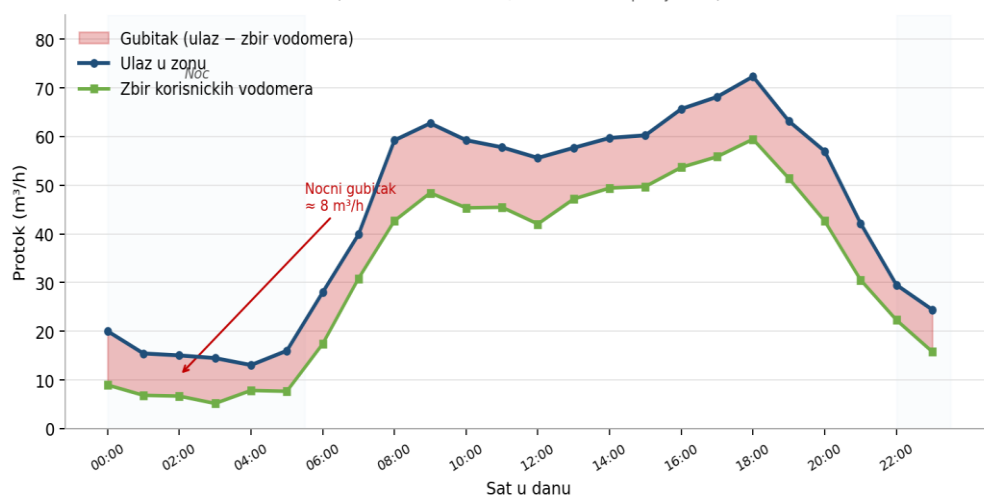


Grafikon 3. Tri karakteristična profila potrošnje: normalan korisnik, korisnik sa kućnim curenjem i sezonski potrošač (ilustrativne vrednosti).

## 5.2 Vodni bilans i zonski gubitak

Razlika između onoga što uđe u zonu i onoga što svi korisnici potroše — to je gubitak. Naravno, ovo je aproksimacija: satovi moraju biti usklađeni, merenja validirana, noćna industrijska potrošnja poznata. Ali i gruba bilansa bolja je od neznanja. Grafikon ispod pokazuje tipičan 24-časovni profil: danju razlika između ulaza i zbira vodomera odgovara normalnom tehničkom gubitku, dok noću, kada je ovlašćena potrošnja niska, svaki višak postaje signal.

Grafikon 3 — Ulaz u zonu naspram zbira korisničkih merila kroz 24 sata (ilustrativne vrednosti, zona sa ~900 priključaka)



Grafikon 4. Zonski bilans: ulazni protok naspram zbira korisničkih merila kroz 24 sata (ilustrativne vrednosti).

## 5.3 Integracija sa softverom za očitavanje

Ključno je da AI modul ne treba da zameni postojeći softver za očitavanje. Treba da čita iz njega. Već postoji baza podataka sa godinama očitavanja, već postoji lista korisnika, već postoje kontakti i obračunske informacije. AI stoji iznad toga kao analitički sloj i jednom dnevno, ili više puta ako se želi, generiše izlaz koji ide direktno u softver — bilo kao poseban izveštaj, bilo kao lista radnih naloga.

Integracija se obično radi kroz standardni izvoz podataka — softver za očitavanje ima opciju za CSV izvoz ili API, a AI modul čita taj fajl. Nije neophodna posebna prilagodba softvera. Rezultati se vraćaju kao rang-lista korisnika za proveru ili kao upozorenja za operatera. To je arhitektura koja može da se primeni i u sistemu koji nema veliki IT odeljak.

U zrelijoj implementaciji analitički serverski sloj radi lokalno, u okviru komandno-kontrolnog centra, bez obavezne internet konekcije, i istovremeno čita podatke iz sistema daljinskog očitavanja, protokomera i nadzorno-

upravljačkog sistema pumpnih stanica. Takav pristup je posebno važan za javna komunalna preduzeća jer zadržava puno vlasništvo nad podacima, a analitiku vezuje direktno za radne naloge, energetske pokazatelje i vodni bilans.

**Ključni uslov: da AI analitika daje pravi rezultat, potrebno je da u bazi postoji kontinuiran vremenski niz očitavanja sto gusci, to bolji. Mehanicki vodomeri koji se rucno očitavaju jednom mesecno daju AI samo 12 tacaka godisnje. To je premalo za detekciju anomalija. NB-IoT vodomeri koji salju svakih sat vremena daju 8.760 tacaka godisnje dovoljno za sve opisane analize.**

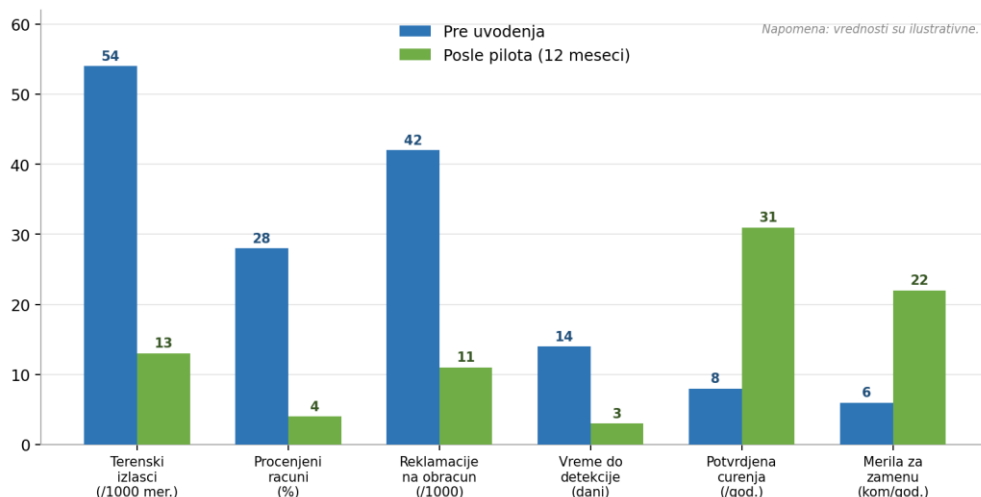
## 6. Šta je realno primenljivo i koji su preduslovi

Često se postavlja pitanje: kolike su uštede? Teško je dati univerzalan odgovor jer zavisi od početnog stanja sistema. Ali ima stvari koje se mogu reći sa pouzdanošću na osnovu iskustva.

U sistemu gde je mesec dana između očitavanja, uvesti dnevno očitavanje i noćnu analitiku znači da se curenje otkrije dvadesetak dana ranije nego pre. Na sistemu sa 10.000 korisnika i prosečnim curenjem od 3 kubna metra dnevno, čak i otkrivanje jednog curenja mesec dana ranije donosi uštedu od 90 kubnih metara. A curenja ima više od jednog. Ekonomika ovde nije teorija.

Na strani operativne efikasnosti: manje terenskih izlazaka za očitavanje, manje spornih računa zbog procenjenih očitavanja, manje telefonskih poziva korisnika koji ne razumeju zašto je račun viši nego prošlog meseca. Sve to ima merljivu vrednost u radnim satima i poverenju korisnika.

Grafikon 5 — Ključni operativni pokazatelji pre i posle pilot-implementacije (ilustrativne vrednosti, 1.200 mernih mesta, period pracenja 12 meseci)



Grafikon 5. Ilustrativni pokazatelji pre i posle uvođenja daljinskog očitavanja (vrednosti na osnovu tipičnih parametara iz prakse).

Gde su realna ograničenja? Pre svega, u organizaciji. Sistem koji prikuplja podatke, ali nema proces koji te podatke pretvara u akcije, nema vrednost. Alarm koji niko ne vidi je bezvredan. Rang-lista korisnika za proveru kojoj niko ne reaguje mrtav je dokument. Digitalizacija merenja bez digitalizacije internog procesa rada neće dati rezultate.

Drugi problem je baza korisnika. AI ne može da radi dobro ako u bazi stoji adresa „različiti stanari“ ili „nepoznato“ za značajan procenat korisnika. Tačna i ažurna baza priključaka, sa ispravnim atributima, nije opcionalan zadatak — to je preduslov.

Treća stvar koja se u praksi često potcenjuje jeste struktura samog telegrama i događaja koje sistem prikuplja. Nije dovoljno imati samo ukupno stanje. Operativno koristan sistem mora da isporuči trenutnu vrednost, satni ili dnevni profil, stanje baterije, kvalitet radioveze i alarmne statuse u jedinstvenom formatu koji se može vratiti u obračun, korisnički servis i terenski nalog.

Preduslov	Šta znači u praksi	Bez ovoga...
Zonski merači protoka na DMA ulazima	Elektromagnetni merači na svim ulaznim tačkama u obračunske	AI nema gornji nivo za bilans - rang-lista je nepouzdana

	zone	
Kontinuirano očitavanje (min. svaki sat)	NB-IoT vodomeri sa intervalnim slanjem, alarm na anomalije	AI ima premalo tačaka za detekciju obrazaca
Ažurna baza korisnika	Ispravna adresa, DN, tip potrošnje, datum ugradnje merila	Lažno pozitivni alarmi, greške u rang-listi
Integracija s obračunskim softverom	API ili CSV sprega između sistema za očitavanje i AI modula	AI rezultati ostaju u posebnoj bazi, bez akcije
Organizacioni proces za alarme	Ko prima alarm, ko verifikuje, ko ide na teren, ko zatvara nalog	Sistem se prestaje koristiti u roku od 6 meseci

Tabela 2. Pet preduslova bez kojih sistem daljinskog očitavanja ne daje očekivane rezultate

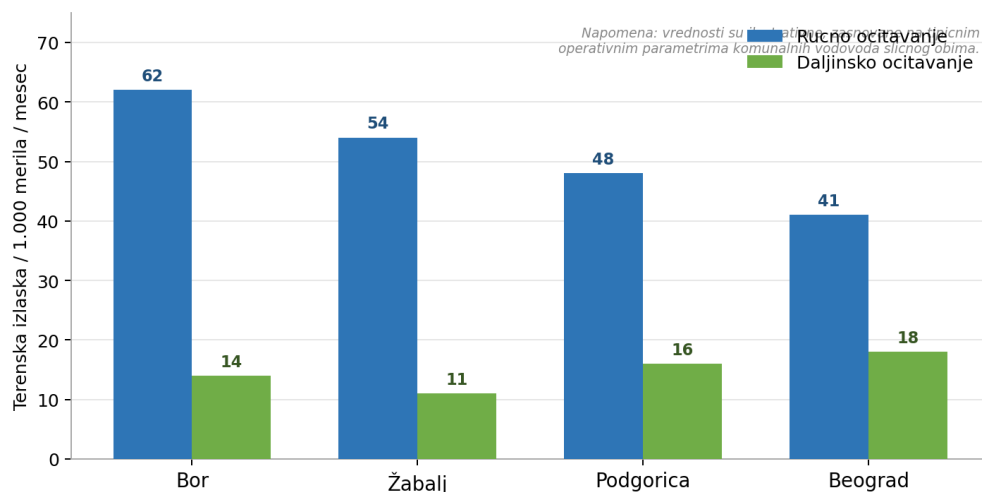
## 7. Zaključak

Daljinsko očitavanje vodomera zasnovano na NB-IoT mreži Telekoma Srbije i MTEL-a pokazalo je operativnu primenljivost na 20.000 lokacija u Boru, Beogradu i Žablju i primenljivo je u sistemima različitog obima. Mobilna mreža postoji i pokriva potrebne tačke. Oprema je standardizovana i sertifikovana. Pitanje više nije da li je to moguće; pitanje je kako to organizovati da zaista daje rezultate.

Veštačka inteligencija dodaje vrednost samo onda kada ima kontinuiran tok podataka koji može da analizira i kada postoji organizacioni proces koji njene zaključke pretvara u terenske akcije. AI koji čita iz softvera za očitavanje i daje rang-listu prioriteta jeste dostižna i realna stvar, ali zahteva uređenu bazu korisnika, merila koja zaista mere i ekipu koja će reagovati.

Zaključak je inženjerski: ne kreće se od veštačke inteligencije. Kreće se od zonskih merača protoka i od obuhvata od 20.000 lokacija koje pokrivaju različite tipove ugradnje. Iz takvog skupa podataka se vidi da li je signal dobar, da li vodomeri mere ispravno i da li baza korisnika odgovara stvarnosti. Tek kada to stoji na stabilnoj osnovi, analitički sloj daje pravi efekat.

Grafikon 1 — Broj terenskih izlazaka pre i posle uvođenja daljinskog očitavanja (ilustrativne vrednosti)



Grafikon 6. Promena broja terenskih izlazaka po 1.000 merila mesečno nakon uvođenja daljinskog očitavanja (ilustrativno).

## Literatura

- [1] 3GPP TS 36.213, Release 13: Physical layer procedures for E-UTRA. 3rd Generation Partnership Project, 2016.
- [2] Telekom Srbija: IoT usluge za komunalnu infrastrukturu. Interni dokument dostupan partnerima, Beograd, 2024.
- [3] ISO 4064-1:2014. Water meters for cold potable water and hot water: Metrological and technical requirements. ISO, Geneva, 2014.
- [4] Direktiva 2014/32/EU Evropskog parlamenta i Saveta o usklađivanju zakona o mernoj opremi (MID). Službeni list EU, L 96, 2014.
- [5] Fantozzi M., Sanzi A.: Minimum Night Flow Analysis and Water Loss Assessment. Water Practice & Technology, IWA Publishing, 14(3), 2019.

- [6] Serafini P. et al.: AI-based anomaly detection in water distribution systems: a practical review. *Urban Water Journal*, 18(5), 2021.
- [7] Direkcija za mere i dragocene metale. Registar odobrenja tipa za vodomere. [www.dmdm.rs](http://www.dmdm.rs), pristupljeno 2025.
- [8] Zakon o metrologiji Republike Srbije, Sl. glasnik RS, br. 30/2010 i 81/2024, odredbe o periodičnom overavanju mernih instrumenata.
- [9] Nikola Slijepcevic, Mitar Slijepcevic: Terenska dokumentacija iz poseta mernim mestima u komunalnim sistemima Srbije i Crne Gore, 2024–2025. (interni materijal)

# GAT D.O.O Novi Sad

Inženjering, automatizacija i infrastrukturna rešenja

Bavimo se automatizacijom postrojenja, projektovanjem, trafostanicama, energetikom, solarnim panelima, sistemima za nadzor i upravljanje, zoniranjem distributivnih mreza, distriktno mernim oblastima (DMA zone), protokomerima i kompletnim rešenjima za vodovode, od projektovanja i opremanja do izgradnje objekata.



Automatizacija postrojenja



Projektovanje



Trafostanice



Energetika



Solarni paneli



Sistemi za nadzor i upravljanje



Zoniranje distributivnih mreza



Distriktno merne oblasti (DMA zone)



Protokomeri



Resenja za vodovode od projektovanja do izgradnje

**caprari**  
pumping power

Zvanicni smo zastupnici Caprari opreme za Srbiju, Crnu Goru, Makedoniju i Bosnu i Hercegovinu, kao i ovlasцени servis za te pumpe.



GAT D.O.O Novi Sad  
Bulevar oslobodjenja 30A,  
21000 Novi Sad



[www.gat.co.rs](http://www.gat.co.rs)



[nikola.slijepcevic@gat.co.rs](mailto:nikola.slijepcevic@gat.co.rs)  
[bulevar@gat.co.rs](mailto:bulevar@gat.co.rs)



Telefon Nikola Slijepcevic:  
064 86 77772



Sediste kompanije  
+381 21 210 07 88  
+381 21 53 23 22  
+381 21 53 30 30

**GAT**

D.O.O NOVI SAD