

Bežični sustav za bioimpedancijsku analizu sastava ljudskog tijela temeljen na integriranom sklopu AFE4300



Autor: Antonio Bandur Mentor: prof. dr. sc. Hrvoje Džapo
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija



1. Uvod

Mjerenje **bioimpedancije** pruža raznolike mogućnosti u otkrivanju patologija, praćenju fizioloških procesa te procjeni dinamike tkiva. **Bioimpedancijska analiza (BIA)** široko je prihvaćena metoda koja se koristi za **analizu tjelesnog sastava**. Ova tehnika koristi se za procjenu udjela masti, mišića i **ukupne tjelesne tekućine** kod pojedinaca.

2. Opis problema

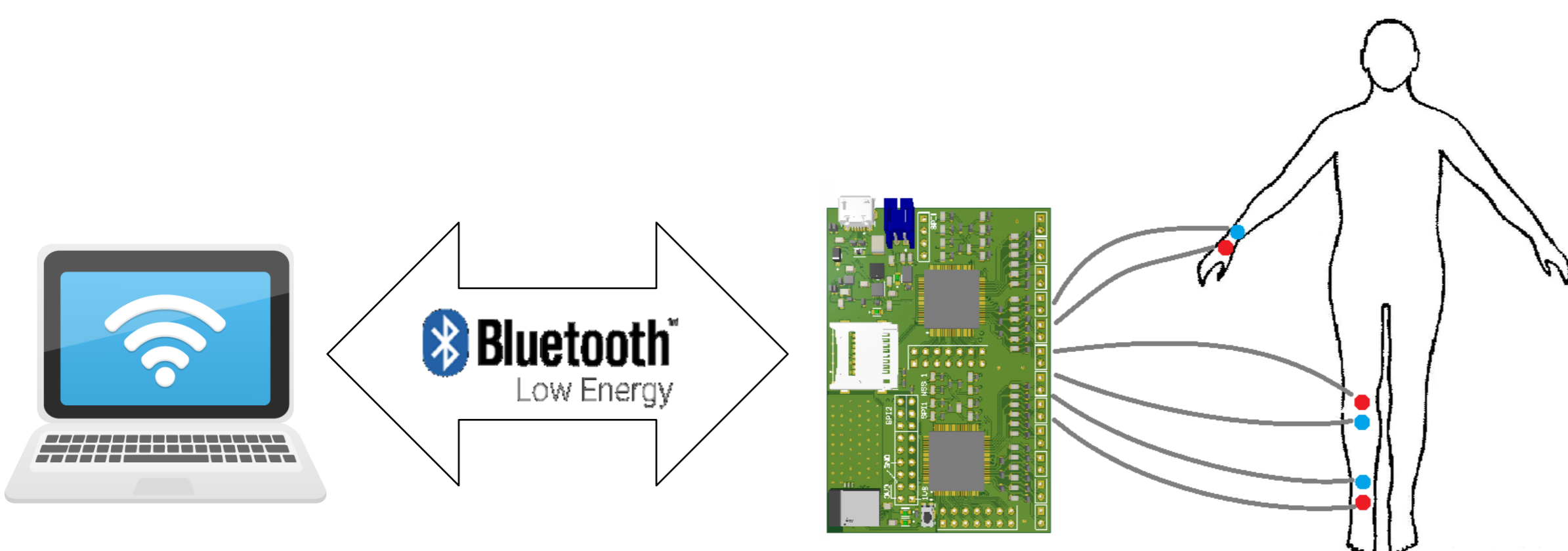
Tradicionalne metode procjene tjelesne tekućine, poput svakodnevnog mjerenja tjelesne težine, imaju određena ograničenja. Alternativne neinvazivne metode nisu dovoljno temeljito istražene u kliničkom okruženju, dok su invazivne tehnike uglavnom rezervirane za pacijente visokog rizika. **Cilj ovog rada je projektirati bežični, nosivi, neinvazivni sustav** koji bi omogućio pojedincima samostalno praćenje zdravstvenoga stanja iz udobnosti vlastitoga doma.

3. Metoda

Upotrebom programskog alata **Altium Designer**, razvijen je sustav za **bioimpedancijsku analizu sastava ljudskog tijela** na četveroslojnoj tiskanoj pločici dimenzija **50x68mm**. Sustav se temelji na integriranom sklopu **TI AFE4300**, koji pruža mogućnost mjerenja bioimpedancije u dva načina rada:

- **FWR način rada** (0-511 kHz), mjeri magnitudu impedancije
- **IQ način rada** (8, 16, 32, 64, 128, 256 kHz), mjeri magnitudu i fazu impedancije

Kako bi se omogućila bežična komunikacija s drugim uređajima, integriran je bežični modul **STM32WB5MMG** koji podržava **Bluetooth Low Energy** sučelje. Programaska podrška sustava razvijena je u **STM32CubeIDE** okruženju.



Ilustracija mjernog postava

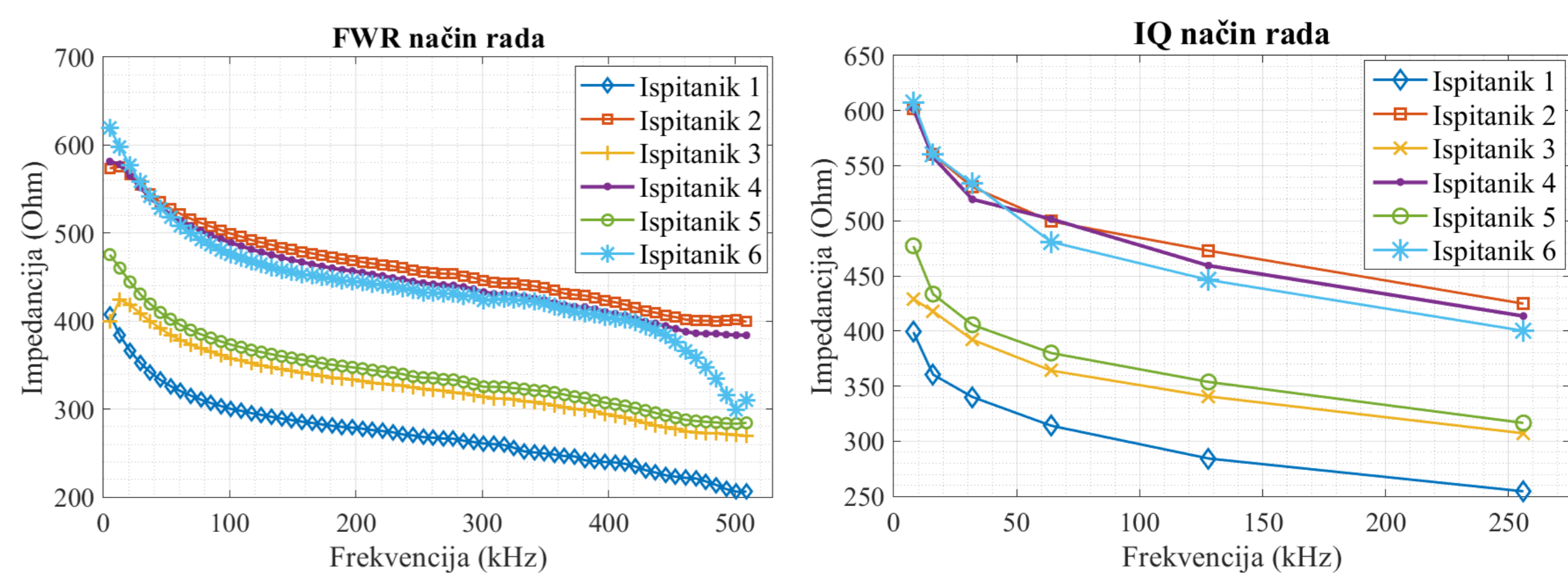
Za provjeru ispravnosti rada sustava napravljeno je mjerenje na šest ispitanika. Performanse sustava uspoređene su s referentnim sustavom za mjerenje bioimpedancije i procjenu tjelesnog sastava **SFB7 ImpediMed**. Napravljena je procjena ukupne tjelesne tekućine, mjerenjem impedancije između zapešća i gležnja, te procjena ukupne tekućine noge, mjerenjem impedancije između koljena i gležnja. Cilj mjerenja tekućine noge bila je procjena mogućnosti razvijenog sustava za **praćenje pomaka tjelesne tekućine**.

Za tu svrhu, osmišljen je mjerni protokol u kojem se prvo radi mjerenje na ispitaniku u sjedećem položaju. Nakon 10 minuta ispitanik prelazi u ležeći položaj u kojem ostaje 30 minuta, prilikom čega je očekivano da će se pod utjecajem sile teže dio tekućine iz donjih ekstremiteta raspodijeliti po ostatku tijela, te će sustav mjeriti manji volumen tekućine.

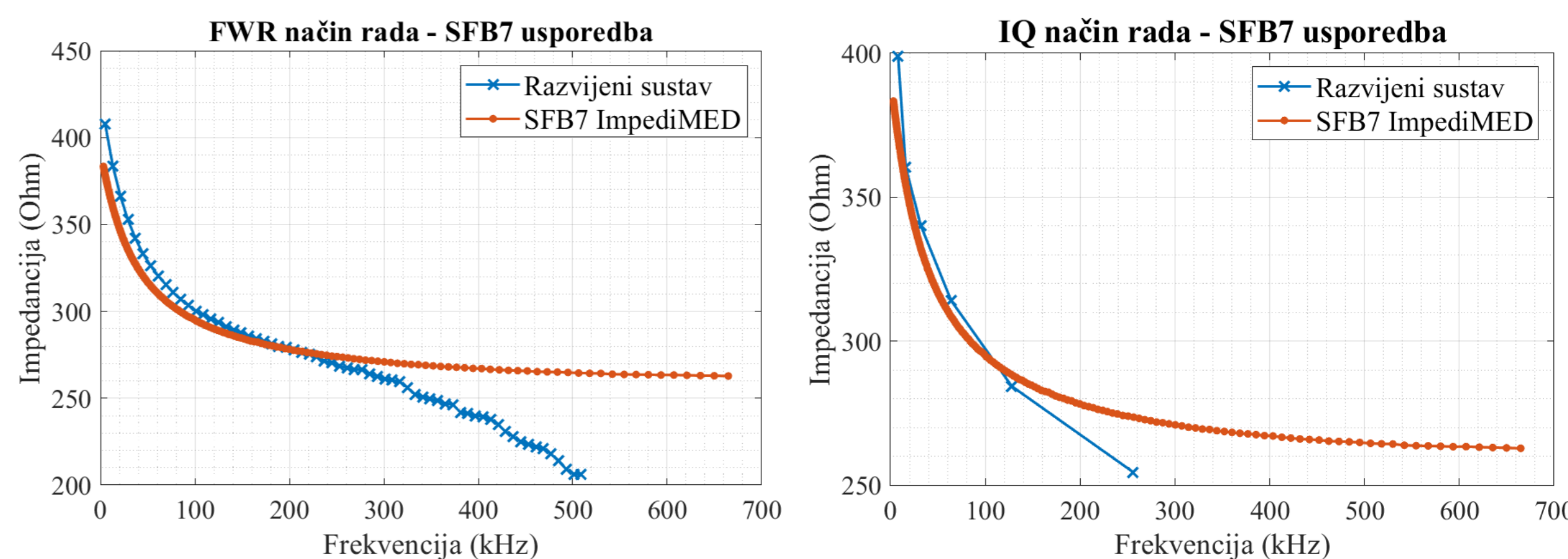


Ilustracija mjernog protokola

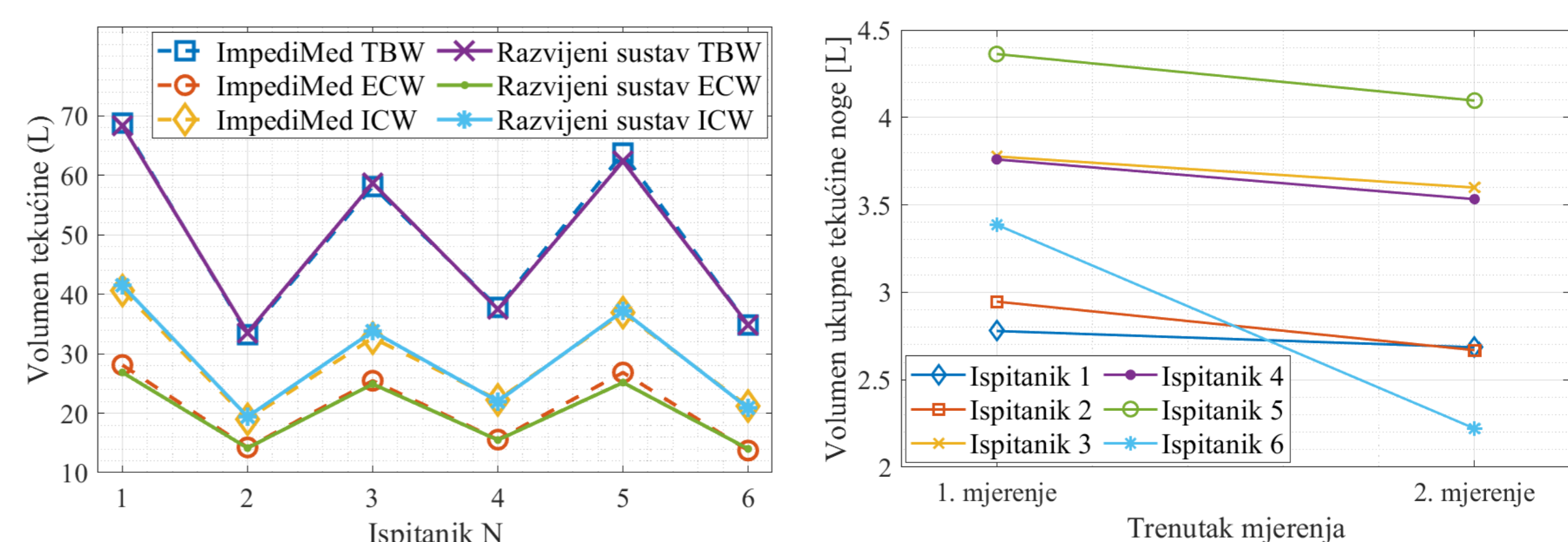
4. Rezultati



Impedancija u ovisnosti o frekvenciji u oba načina rada



Usporedba razvijenog i referentnog sustava u oba načina rada



Procjena tjelesne tekućine - razvijeni i referentni sustav

Rezultati praćenja pomaka tekućine

5. Zaključak

Dobiveni rezultati pokazuju **korelaciju veću od 95%** između referentnog i razvijenog sustava u procjeni ukupne tjelesne tekućine. Sustav je demonstrirao sposobnost mjerenja promjena tekućine pri prijelazu iz sjedećeg u ležeći položaj, što implicira potencijalnu **primjenu uređaja u praćenju pomaka fluida**. Kao **nedostatak** uređaja pokazao se lošiji rad pri višim frekvencijama (nižim impedancijama), što preostaje kao temelj budućeg rada na razvoju sustava.