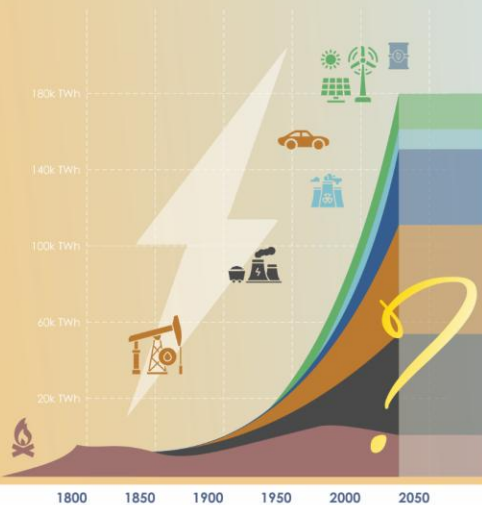




ENERGY
ENERGETIKA
2026



Optimizacija rada mehaničkih metoda eksploatacije nafte i gasa sa aspekta energetske efikasnosti

Anastasija Mirjanić, Miroslav Crnogorac, Dušan Danilović, Vesna Karović-Maričić, Marija Ilić, Lola Tomić

- e Izazovi savremene naftno-gasne industrije:
 - održivost proizvodnje
 - smanjenje troškova
 - racionalno korišćenje energije
- e Posebno izraženo kod ležišta koja su dugo u eksploataciji :
 - iscrpljena prirodna energija
 - primena mehaničkih metoda eksploatacije
- e Naftno-gasna polja u Srbiji uglavnom spadaju u kategoriju „zrelih“ ležišta



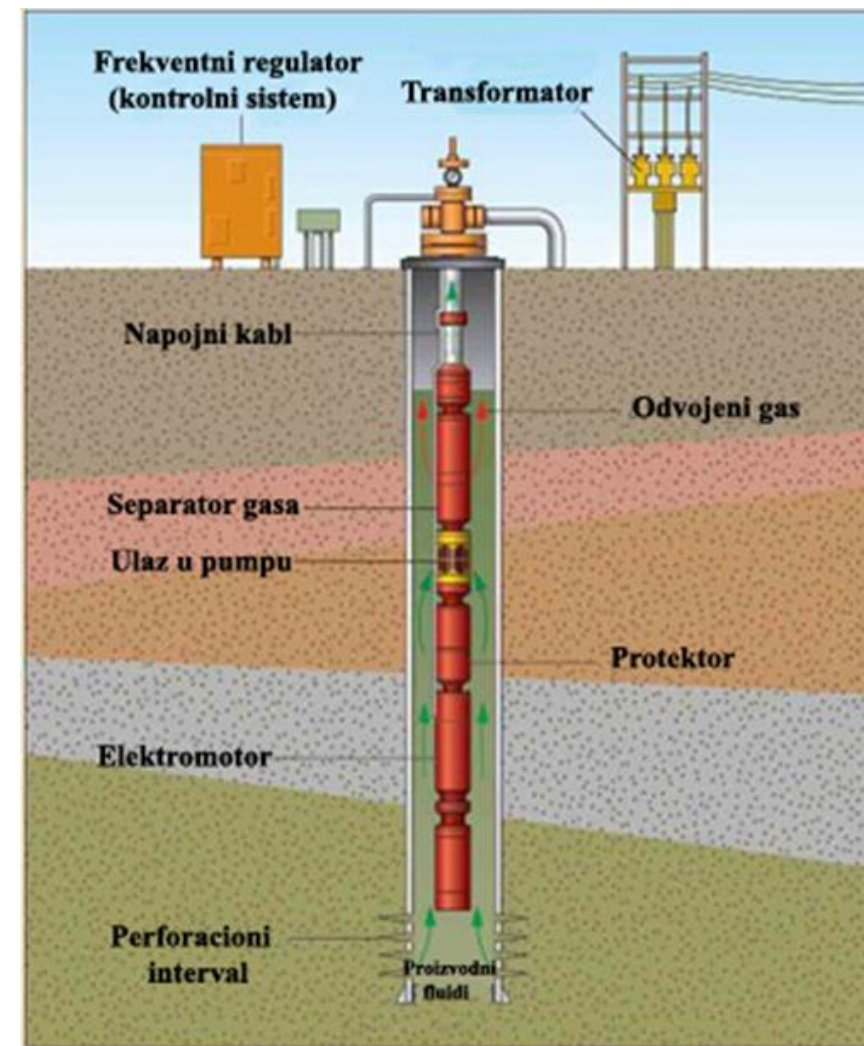
- e Primena kada je prirodna energija ležišta nedovoljna
- e Dve osnovne kategorije:
 - sistemi pumpanja
 - gas-lift sistemi
- e Izbor sistema mehaničke metode zavisi od:
 - dubine bušotine,
 - Protoka,
 - sadržaja gasa, vode i peska,
 - radnih uslova, itd...



Karakteristike rada sistema električne potapajuće pumpe (ESP)



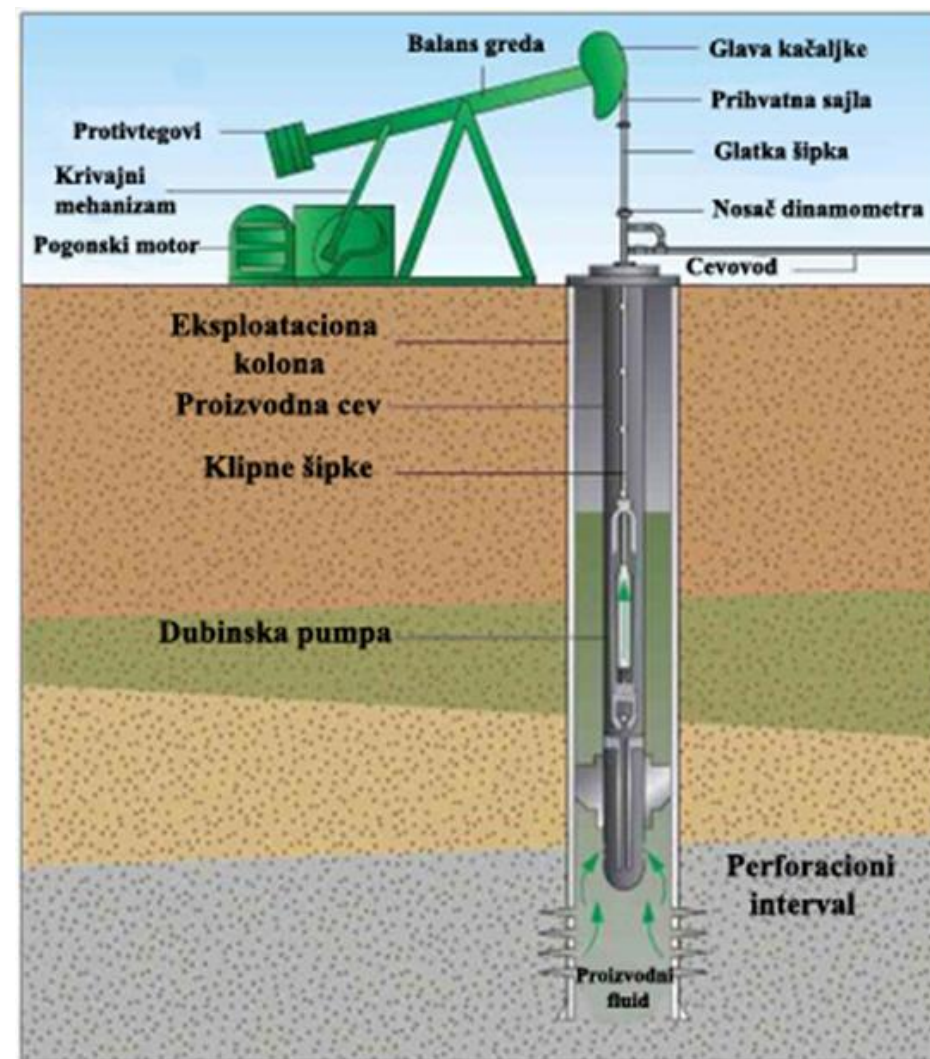
- e Rad na principu višestepene centrifugalne pumpe
- e Prenos energije:
elektromotor → rotacija radnih kola → prenos energije na fluid
- e Omogućava:
 - kontinuiran rad
 - velike protoke
 - primenu na velikim dubinama
- e Uslovi primene:
 - stabilni uslovi rada
 - nizak sadržaj slobodnog gasa
 - minimalno peska i parafina
- e Glavne komponente sistema:
 - pumpa
 - elektromotor
 - protektor
 - gas separator
 - napojni kabl
 - površinska oprema (transformator i frekventni regulator)



Karakteristike rada sistema dubinske pumpe na klipnim šipkama



- e Rad zasnovan na klipnom mehanizmu
- e Prenos energije:
površinska jedinica → klipne šipke → dubinska pumpa
- e Kretanje klipa:
oscilatorno → podizanje fluida
- e Pogodan za:
niske i srednje protoke
- e Prednosti:
fleksibilan režim rada (broj udara, dužina hoda)
jednostavna konstrukcija (lakše održavanje i dijagnostika)
- e Glavne komponente:
kačaljka (površinska pogonska jedinica)
elektromotor i reduktor
kolona klipnih šipki
dubinska pumpa (klip, cilindar, ventili)



- e Sistem električne potapajuće pumpe karakteriše visoka produktivnost, ali je osetljiv na:

- slobodan gas (nestabilan rad)
- pesak i parafin (habanje i otkaz)
- visoku viskoznost nafte

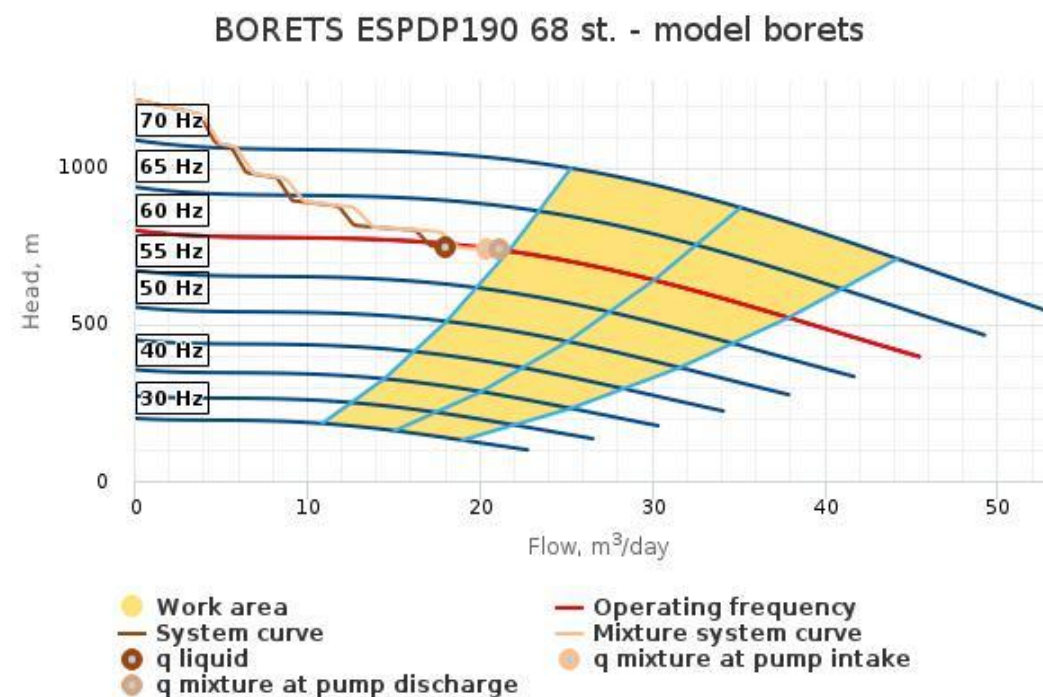
Kao posledice javljaju se:

- pad efikasnosti
- veća potrošnja energije
- česti zastoji i skupe intervencije

- e Sistem dubinske pumpe na klipnim šipkama ima nižu produktivnost, ali:

- veća pouzdanost u složenim, promenjivim uslovima
- podnosi gas, pesak i vodu

- e Bušotina X-023 dubine 2430 m, sa perforacionim intervalom 2200–2350 m, analizirana je u cilju procene energetskih performansi proizvodnog sistema.
- e Puštena je u rad sa početnom proizvodnjom oko 45 m³/dan. Vremenom je, usled pada ležišnog pritiska, proizvodnja opala na oko 20 m³/dan, što je dovelo do rada sistema električne potapajuće pumpe van optimalne zone.
- e Problemi u radu ESP:
 - oscilacije struje i klizanje motora
 - porast temperature (slabo hlađenje motora)
 - fluktuacije nivoa fluida
 - povećan sadržaj vode
- e Metodologija rada zasniva se na poređenju energetskih performansi sistema kroz:
 - ukupnu efikasnost pumpe i sistema (η_p i η_s)
 - specifičnu potrošnju energije (SEC i SEC₀)
 - dnevnu i godišnju potrošnju električne energije (E_{dnevno} i E_{godišnje})



- e Analiza izvršena na osnovu simulacija u softverima „Pengtools- PumpDesign“ (za električnu potapajuću pumpu) i „Qrod“ (za dubinsku pumpu na klipnim šipkama)
- e Veliki deo energije troši se na podizanje vode, što dodatno pogoršava energetske bilans i povećava operativne troškove.
- e Sistem dubinske pumpe na klipnim šipkama ostvaruje znatno racionalnije korišćenje energije.

Parametar	Električna potapajuća pumpa	Dubinska pumpa na klipnim šipkama
Ukupna efikasnost sistema (%)	7,8 %	76,4 %
Efikasnost pumpe (%)	32,1 %	89,4 %
Dnevna potrošnja energije (kWh/dan)	552 kWh/dan	138,9 kWh/dan
Godišnja potrošnja energije (kWh/god)	201 480 kWh/god	50 710 kWh/god
Specifična potrošnja energije po m ³ fluida (kWh/m ³ fluida)	27,6 kWh/m ³	6,88 kWh/m ³
Specifična potrošnja energije po m ³ nafte (kWh/m ³ nafte)	102,2 kWh/m ³	25,7 kWh/m ³

- e Energetske performanse sistema eksploatacije direktno zavise od proizvodnih uslova bušotine
- e Kod sistema električne potapajuće pumpe, zbog predimenzionisanosti sistema, energetske bilans sistema je nepovoljan.
- e Sistem dubinske pumpe na klipnim šipkama, pokazuje znatno bolje rezultate.
- e U uslovima opadajuće proizvodnje i visokog sadržaja vode, sistem dubinske pumpe na klipnim šipkama se izdvaja kao stabilnije, energetske racionalnije i ekonomski opravdanije rešenje.
- e Izbor optimalne metode eksploatacije mora biti dinamički prilagođen promenama ležišnih i proizvodnih parametara radi postizanja maksimalne energetske efikasnosti i održivosti proizvodnje.

HVALA NA PAŽNJI!

Thank you for your attention!



Istraživanje sprovedeno uz podršku Fonda za nauku Republike Srbije, 4344, Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN. /

Kontakt podaci autora
Anastasija Mirjanić

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko- geološki fakultet
anastasija.mirjanic@rgf.bg.ac.rs



ENERGY
ENERGETIKA
2026

