

## MICROTUNNELING



# Izgradnja komunalne infrastrukture u urbanim sredinama – AGLOMERACIJE

Brojne su prednosti primjene beskopnih metoda i tehnologija pri izvođenju komunalne infrastrukture u urbanim sredinama

U posljednjih deset godina, na području Republike Hrvatske u gradovima i općinama, svjedočimo velikim gradilištima popularno zvanim 'aglomeracijama' koja su znak da će vodovod i odvodnja uskoro biti dostupna svim stanovnicima. Razlog tomu su veliki gubici radi dotrajale postojeće mreže koja je poput krvožilnog sustava starca od sto godina i naravno dogradnje, tj. izgradnje novih mreža ili cjevovoda. Sve ovo bilo bi idealno da se prilikom izgradnje potrebnih i projektiranih cjevovoda ne moraju zatvarati pojedine ulice, tj. prometnice, da se ne stvaraju prašina i blato, da nema buke, da nema zastoja u prometu, da se ne oštećuje ostala infrastruktura poput telefonije ili struje i slično. Kako bi stanovnici i svi ostali koji se zateku na područjima u kojima se izvode takvi infrastrukturni projekti bili

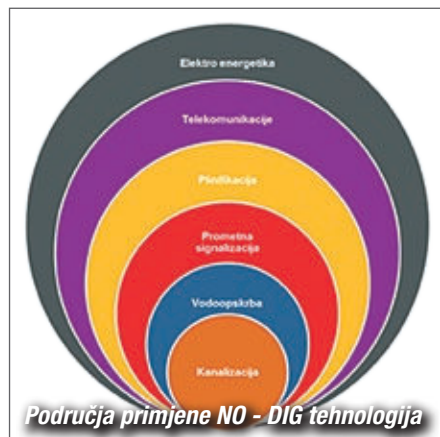
na valu zadovoljstva pobrinula se struka koja ovom prilikom želi svima približiti, predstaviti i popularizirati različite beskopne metode (horizontalna bušenja) i njihove prednosti koje omogućuju izgradnju komunalne infrastrukture u urbanim sredinama bez ometanja obavljanja dosadašnjih aktivnosti. Nepoznavanje i nerazvijenost beskopnih metoda i tehnologija kao što su na primjer utiskivanje zaštitnih cijevi sa i bez optičkog navođenja, usmjereno bušenje s radijskim navođenjem i/ili mikrotuneliranje, prouzrokovalo je značajnu neiskorištenost podzemnoga prostora na našem području. Razlozi nedovoljne iskorištenosti ovih inovativnih tehnologija prije svega su financijske prirode, te činjenice kako je vrlo malen broj stručnjaka koji su upoznati s vođenjem projekata temeljenih na ovim metodama. U

odnosu na tradicionalni način izvođenja instalacija i komunalne infrastrukture u graditeljstvu otvorenim iskopom, prednosti beskopnih metoda i tehnologija u urbanim sredinama su mnogobrojne: ekonomičnost, brza izvedivost, nema utjecaja na odvijanje prometa prilikom izvođenja radova, velika pozornost usmjerena je na zaštitu okoliša, te nema negativnih ekoloških posljedica po okoliš, utjecaj buke je minimiziran.

Poseban naglasak je na primjeni beskopnih metoda i tehnologija pri izvođenju komunalne infrastrukture u urbanim sredinama (vodoopskrba, kanalizacija, telekomunikacije, prometna signalizacija, elektroenergetika), način izvođenja, te primjenu specijaliziranih strojeva čijom uporabom dolazi do značajne optimizacije troškova izvođenja radova.

Da sve prethodno navedeno ne bi bilo samo pustilo slovo na papiru krenimo s predstavljajanjem beskopnih tehnologija (NO – DIG):

1. Klasična metoda horizontalnog bušenja pneumatskom ili hidrauličnom iglom (GRUNDOMAT, tzv. raketa),
2. Horizontalno bušenje s utiskivanjem zaštitne čelične cijevi (GRUNDORAM),
3. Horizontalno bušenje s optičkim navođenjem (PERFORATOR, AMERICAN AUGERS i sl.),
4. Horizontalno bušenje laserskim ili giroskopskim navođenjem (MIKROTUNELIRANJE),
5. Horizontalno usmjereno bušenje s radijskom navođenjem (HDD).



## KLASIČNA METODA HORIZONTALNOG BUŠENJA PNEUMATSKOM ILI HIDRAULIČNOM IGLOM

Bušenje s klasičnom pneumatskom ili hidrauličnom iglom (tzv. GRUNDOMAT) primjer je vrlo jednostavne i trenutno najzastupljenije tehnologije horizontalnog bušenja. Primjenu je našla u urbanim sredinama gdje je izuzetno skučen prostor, a zahtjeva se polaganje cjevovoda ispod prometne infrastrukture (lokalne, županijske i državne ceste) i to u C klasifikaciji tla (odnosno, prema kategoriji tla I. – III.). Maksimalna duljina horizontalnog bušenja iznosi 20,00 m. Promjer cjevovoda koji se ugrađuje je u rasponu od  $\varnothing$  25mm –  $\varnothing$  160mm. Najčešći materijali cjevovoda koji se ugrađuje ovom metodom su čelik, PVC, PP i PEHD. Područje primjene je izgradnja kućnih priključaka.

## HORIZONTALNO BUŠENJE S UTISKIVANJEM ZAŠTITNE ČELIČNE CIJEVI

Grundoram ili horizontalno bušenje s utiskivanjem zaštitne čelične cijevi je tehnologija koja se temelji na osnovi potiskivanja čeličnih cijevi. Kao pogon koristi se komprimirani zrak koji se dobiva pomoću kompresora, a količina potrebnoga komprimiranoga zraka ovisi o tipu Grundorama. U ovisnosti o tipu Grundorama ugrađuju se zaštitne čelične cijevi promjera od  $\varnothing$  50 –  $\varnothing$  4000 mm. Duljine izvođenja prvenstveno ovise o promjeru zaštitne čelične

cijevi i preciznosti izvođenja. Ova tehnologija pronalazi izuzetno dobru primjenu u praksi na horizontalnim bušenjima u nekoherentnim tlima (šljunak, pijesak i sl.) Vrlo je pogodna za bušenja gdje je neophodna prisnost zaštitne čelične cijevi koja se ugrađuje i okolnoga tla (trup željeznice, trup prometnice, nasipi i sl.) kako ne bi došlo do naknadne konsolidacije tla što bi u konačnici moglo rezultirati oštećenjem kolničke konstrukcije, željezničke pruge, vodopropusnosti kod nasipa i sl. Čelična cijev u ovom slučaju služi kao zaštitna cijev kroz koju se naknadno ugrađuje potrebna radna cijev. Ukoliko je potrebno na istoj lokaciji osigurati prostor za ugradnju više radnih cijevi što za iste ili različite medije, ovom tehnologijom moguće je optimizirati građevinske radove i svakako smanjiti troškove izvođenja na način ugradnje veće zaštitne cijevi u koju je moguće položiti više radnih cijevi.

Ovom tehnologijom možemo postići preciznost do 5 ‰.

Reprezentativni primjer je izvođenje radova horizontalnog bušenja s utiskivanjem zaštitne čelične cijevi promjera DN 1220 mm ispod autoceste Zagreb – Macelj na dubini od cca 5,0 m u šljunkovitom tlu s prisutnošću podzemne i procjedne vode u duljini od 72,0 m za vrijeme 10 radnih dana.

## HORIZONTALNO BUŠENJE S OPTIČKIM NAVOĐENJEM

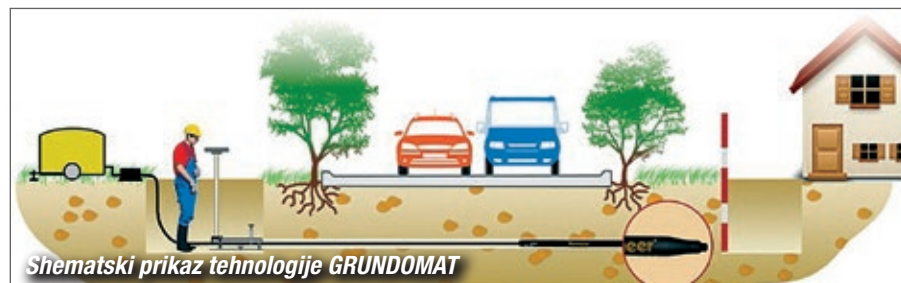
Horizontalno bušenje s optičkim navođenjem (Perforator, American Augers i sl.) je tehnologija koja se sastoji od hidrauličke jedinice (ujedno i pogon, koja je smještena neposredno uz radnu građevinsku jamu), potisne jedinice (koja je smještena u radnoj građevinskoj jami) i mještaone pomoću koje pripremamo suspenziju za bušenje (smještena neposredno uz radnu građevinsku jamu). Ovom tehnologijom ostvarujemo veću preciznost od prethodno na-

vedenih (+/- 2 cm na duljini 150,00 m), maksimalnu duljinu bušenja u iznosu do 150,00 m i maksimalni promjer produkta uvlačenja od  $\varnothing$  1800 mm. Pomoću ove tehnologije izvodimo radove horizontalnoga bušenja u svim kategorijama tla (I. – VII. kategorija tla, odnosno klasifikacija tla od C do A) za različite namjene, te mogućnost ugradnje zaštitnih i radnih cijevi sljedećih materijala: čeličnih, PEHD, PP, poliesterske i betonske cijevi. Kao što smo već prethodno naveli, ovom tehnologijom postižemo vrlo visoku točnost izvođenja horizontalnih bušenja i to pomoću optičkoga navođenja kojim kontinuirano pratimo položaj i nagib nivele te što nam je u urbanim sredinama od izuzetne koristi iz razloga što nema bojazni da će doći do oštećenja bilo koje postojeće podzemne instalacije.

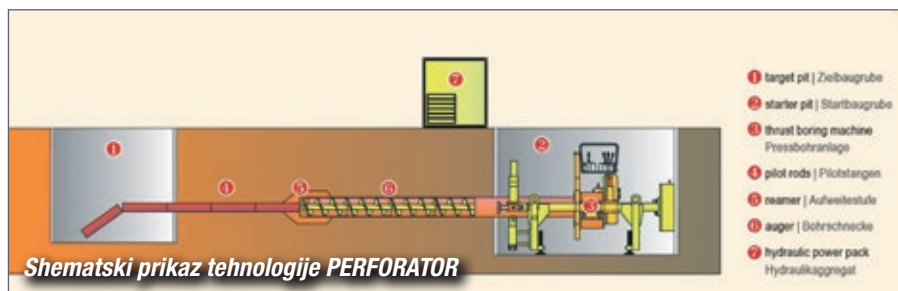
Reprezentativni primjer je izvođenje radova horizontalnog bušenja s optičkim navođenjem i ugradnja zaštitne čelične cijevi promjera DN 406,4 mm u prometnici na dubini od cca 4,5 m ukupne duljine od 142,0 m za vrijeme 12 radnih dana. Radovi su izvedeni u materijalu Tupina.

## HORIZONTALNO USMJERENO BUŠENJE S RADIJSKOM NAVOĐENJEM – HDD

Horizontalno usmjereno bušenje s radijskim navođenjem – HDD (Horizontal Directional Drilling) jest tehnologija koja je preteča tehnologija horizontalnih bušenja i nastala je direktno iz tehnologija vertikalnih bušenja. Našla je najveću primjenu u izvedbi komunalne infrastrukture i već duže vrijeme je najzastupljenija, pogotovo u urbanim sredinama (gdje je niz vanjskih utjecaja – najzahtjevnije bušenje). Jako je povoljno to što se njome može bušiti u svim smjerovima i pravcima i gotovo neograničenih dužina, dubina i naravno promjera produkta uvlačenja. To joj osigurava način radijskoga navođenja koji je razvijen do krajnjih







granica. U našem okruženju je prisutna gotovo dva desetljeća i njome je odrađeno na tisuće projekata. Njome su polučeni izvanredni rezultati na horizontalnim bušenjima. Može se slobodno reći da bez nje izvođenje radova na komunalnoj infrastrukturi u urbanim sredinama gotovo je nezamislivo iz razloga što se promet u istima odvija neometano, nisu zahtjevni pripremni građevinski radovi, ekološki je orijentirana, velika pažnja se vodi na očuvanju kulturne baštine (nema oštećenja arheoloških nalazišta), mogućnost bušenja ispod postojećih objekata, gradskih trgova i sl. Detaljnije će biti opisano u nastavku članka. Bitno je napomenuti da podaci koji će se naći u ovom članku dolaze iz prakse, a ne teorije. Ovu tehnologiju odlikuje prvenstveno njena preciznost i točnost kod izvođenja koja se mjeri u milimetrima, brzina izvođenja ili dinamika, duljine bušenja mjere se u kilometrima (cca 2 – 3 km, promjeri produkata uvlačenja u metrima (cca 2 m), te naravno područje njene primjene u svim područjima. Vrlo važno je istaknuti da nemamo ograničenja kod bušenja u različitim kategorijama tla, tako da je primjena iste od I – VII kategorije tla ili po klasifikaciji od C – A). Moramo se u kratkim crtama dotaknuti i načina izvođenja radova horizontalnih bušenja ovom tehnologijom, te ćemo u nekoliko koraka, tj. faza radova prikazati istu. Krenut ćemo od faze pripremnih radova koji su neophodni za kvalitetno, brzo i neometano izvođenje radova ovoga tipa.

**1. FAZA PRIPREMNIH RADOVA:** Krećemo od potencijalne lokacije za izvođenje navedenih radova, koja nam je izuzetno važna i koja nam daje rubne uvjete za izvođenje radova horizontalnoga bušenja ovom tehnologijom. Nakon definiranja lokacije određuje se sastav tla na projektiranoj dubini izvođenja navedenih

radova (ovdje nam izuzetno pomažu znanja iz geotehnike – geomehanike – geofizike, te naravno njihovih eksperimentalnih metoda), te potom dolazimo do odabira adekvatne pilotne glave za bušenje i izuzetno važne suspenzije za bušenje (o istoj ćemo nešto više u nastavku teksta ovoga članka). Nakon svega prethodno navedenoga pristupamo detekciji postojećih instalacija na prethodno odabranoj lokaciji (to vršimo na nekoliko način: jedan od primarnih je prikupljanje podataka iz katastra podzemnih instalacija, a ostali radi sigurnosti su definitivno detekcija i provjera istih putem tehnologije snimanja Georadarom).

Potom određujemo optimalnu i adekvatnu trajektoriju bušenja i prema postojećim rubnim uvjetima (ovdje je važno naglasiti u koje svrhe se izvodi bušenje – vodovod, kanalizacija i slično, te naravno koji je promjer produkta uvlačenja i od kojega je materijala – PEHD, čelik, PVC i sl.) određujemo optimalnu bušeću garnituru kojom ćemo izvršiti radove horizontalnog bušenja na prethodno određenoj lokaciji (postoji klasifikacija bušećih garnitura).

**2. IZVOĐENJE BUŠENJA:** Ovdje nam je vrlo važno prije početka izvođenja radova napraviti dvije predradnje, a to su svakako kalibriranje uređaja za radijsko navođenje i pripreme suspenzije za izvođenje radova horizontalnog bušenja ovom tehnologijom. Pošto smo odabrali adekvatnu suspenziju za bušenje (voda + bentonit + aditivi), te pilotnu glavu pristupamo prvoj fazi izvođenja bušenja zvanom pilotno bušenje, prema unaprijed određenoj trajektoriji bušenja. Pilotno bušenje se vrši na način da pilotna glava vrši tuneliranje visokotlačnom suspenzijom za bušenje (vršimo tzv. eroziju tla), te uređajem za navođenje vršimo kontinuiranu kontrolu. Bušeća suspenzija je jako važan sastavni dio HDD tehnologije (postupka)

i ima nekoliko uloga. Prije svega ispire tlo kod pilotnog bušenja, zatim veže izbušeni materijal za sebe prilikom proširivanja te isti iznosi u građevinsku jamu čime smanjuje trenje pri uvlačenju odabranog produkta (uvlačenje cijevi od raznih materijala) i naravno vrši stabilizaciju tunela. Vrlo važno je naglasiti da bušeća suspenzija nije štetna za okolinu iz razloga što je glavni dio bentonit, a on je po svom sastavu proizveden iz prirodnog glinenog minerala. Po završetku prve faze bušenja tzv. pilotnog bušenja pristupamo fazi proširivanja i uvlačenja zadanog produkta. Ova faza se može čak podijeliti i u dvije faze iz jednog jedinoga razloga, a to je ako je produkt uvlačenja većega promjera onda pristupamo stupnjevitom proširivanju. To bi značilo da koristimo proširivače različitih promjera i postupno proširujemo bušotinu do nazivnog promjera kada je spremna za uvlačenje zadanoga produkta. Važno je spomenuti da pilotno bušenje ide u jednom smjeru, a proširivanje se vrši u suprotnom (npr. pilotno bušenje se izvodi od bušeće garniture prema izlaznoj građevinskoj jami, a proširivanje od izlazne građevinske jame prema bušećoj garnituri). Moramo napomenuti da je proširivač veći za cca 30 % od produkta uvlačenja.

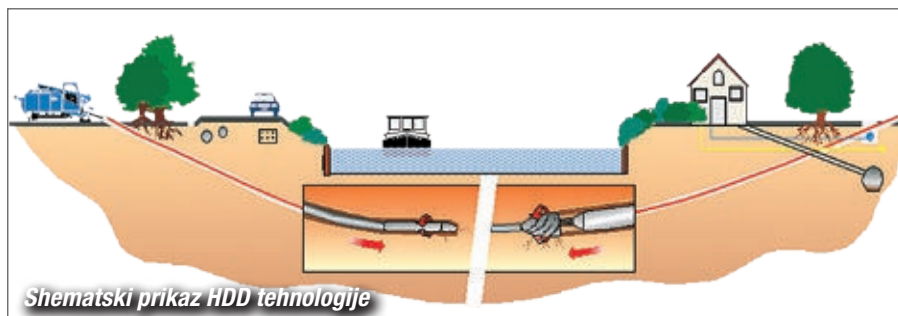
Nakon izvođenja proširivanja i uvlačenja zadanoga produkta završavamo s izvođenjem horizontalnog bušenja ovom tehnologijom.

**3. FAZA ANALIZE IZVEDENOG STANJA:** Nakon izvedenog bušenja vršimo analizu izvedenoga stanja na način da se geodetski snimak upotpunjuje s podacima iz protokola bušenja i u konačnici je rezultat trajektorija bušenja koja je izvedena.

Reprezentativni primjer je izvođenje radova horizontalnog bušenja s radijskim navođenjem i ugradnja radne PEHD cijevi promjera DN 630 mm ispod korita rijeke Save ukupne duljine od 420,0 m za vrijeme 9 radnih dana.

Do sada su beskopne tehnologije korištene samo u nužnim situacijama (poput bušenja vodotoka, prometnica, nasipa, priobalnih zaštita), a nisu se komparirale s klasičnim tehnologijama.

Uvjereni smo da će nakon približavanja navedenih tehnologija i područja njihove primjene putem ovoga članka doći do veće osviještenosti svih sudionika na ovakvim projektima i da će se iste primjenjivati učestalije. **PRO**



Za više informacija kontaktirajte:  
**GENESIS GRUPA d.o.o.**  
 Zona malog gospodarstva, Kraljevci 13  
 31550 Valpovo  
 Tel: +385 (0)31 654 777  
 E-mail: info@genesis-grupa.hr  
 www.genesisgrupa.com