

PRILOG PRIMJENI I IZVOĐENJU CFA PILOTA

Kovač Lj.¹

¹Geotecnika - inženjering d.o.o., Zagreb, Hrvatska

Sažetak: U radu se prikazuje način izvedbe CFA (Continuous Flight Auger) pilota kao jednog od najboljih i najisplativijih rješenja pri dubokom temeljenju (do 25 m). Naglašena je njihova pogodnost kod visokih razina podzemne vode jer nije potrebno korištenje zacjevljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stijenke bušotine. Prikazana je detaljna izvedba, a posebno se spominje ispitivanje nosivosti bez koje pilot ne može ući u uporabu. Pri projektiranju i izvođenju vrlo je važno imati na umu informaciju da se tip projektnog rješenja i sanacije odabire na temelju sagledanog i analiziranog stanja.

Ključne riječi: armaturni koš, beton, bušenje, CFA piloti

Abstract: The paper shows in detail the method of performance of the CFA (Continuous Flight Auger) piles as one of the best and profitable solutions in deep foundation (up to 25 m). Emphasis is given on their suitability for high levels of ground water because it is not necessary to use drill pipes or mud to maintain the stability of the walls of drill hole. Shown is a detailed view of performance, with emphasis placed on quality testing of pile capacity without which the pile can not enter into use. In the process of designing and performing the solution, it is of great importance to note the information that the type of project solution and rehabilitation is chosen based on viewed and analyzed situation in which the same will act.

Key words: reinforcement cage, concrete, drilling, CFA piles

1. UVOD

Za postizanje potrebne kvalitete i sigurnosti u zonama dubokog temeljenja (10 – 30 m ispod površine terena) s pretežito prahovitim i srednje zbijenim pijeskom i prisutnom visokom razinom vode, presudna je tehnologija izvedbe pilota. Poznato je da je izvedba klasičnih bušenih pilota u takvim sredinama problematična. Naime, pijesak kao izvorno dobro tlo za duboko temeljenje (sa stanovišta granične nosivosti) sklon je degradaciji kontaktne zone zbog hidrauličke nestabilnosti tijekom iskopa zaštitnom cijevi. Na gradilištima gdje su izvedeni bušeni piloti, u takvom tipu materijala često je dolazilo do izdizanja pijeska na dijelu pilota nakon konačnog iskopa. Došlo je do propadanja armaturnih koševa i s tim u vezi i bitnim smanjenjem

nosivosti (Vijadukt Drežnik, most preko Karašice i dr.). Rezultat toga je upitna sigurnost izvedenog temeljenja te se javlja potreba za sanacijom ili izvedbom dodatnih pilota.

CFA piloti (Continuous Flight Auger) su pogodni kod visokih razina podzemne vode jer nije potrebno korištenje zacjevljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stijenke bušotine. U Hrvatskoj ovakvu vrstu pilota izvodi Geotecnika - inženjering.

2. TEHNIČKI UVJETI I NAČIN IZVEDBE CFA PILOTA

2.1. Opći uvjeti i tijek izvedbe

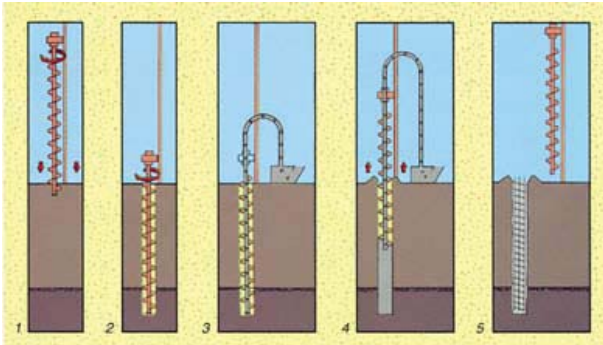
CFA piloti se izvode bušenjem u jednom koraku pomoću beskonačne spirale (odavde i naziv pilota).



Slika 1. Bušeća garnitura za CFA pilote

Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote, spirala se uz minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom, uz istodobno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke

konzistencije ili injekcijskom smjesom na bazi cementa i pijeska kroz vrh spirale. Pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja.



Slika 2.: Etape izrade CFA pilota:

- 1) početak bušenja
- 2) dovršena bušotina
- 3) priprema za ispunjavanje bušotine betonom
- 4) podizanje spirale uz istodobno ispunjavanje bušotine betonom ili injekcijskom smjesom
- 5) postavljanje armaturnog koša i dovršenje pilota

Bušaći stroj treba imati odgovarajuću snagu (pritisak i rotacije) za izvedbu bušotine. Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote, potrebno je izvući spiralu oko 15 cm i početi ugradnju betona pod određenim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh. Može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona. Također je vrlo važno spiralu izvlačiti konstantnom brzinom koja ovisi o kapacitetu pumpe za ugradnju betona.



Slika 3. Svrkla za izvedbu CFA pilota

Rotacija spirale bez probijanja u tlo ili upumpavanja betona je zabranjena jer utječe na smanjenje nosivosti pilota trenjem po plaštu. Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom napreznju u tlu. Potrebno ga je održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine. S ugradnjom betona potrebno je početi odmah nakon bušenja, do projektirane dubine, jer u protivnom može doći do zaglavljenja bušačeg pribora. Promjer pilota može biti do 90 cm.

2.2. Komponente

2.2.1. Beton

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton potrebno je odrediti tako da zadovoljavaju svojstva svježeg i očvrstlog betona. Tu treba uključiti i konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika otpornog na koroziju, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova. Oni uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane i obrade ugrađenog betona.

Beton treba imati takva svojstva da se omogući:

- ugradnja pumpanjem kroz pribor bez poteškoća
- probijanje i ispunjavanje šupljina u tlu nastalih prilikom bušenja
- ugradnja armaturnog koša

Beton se u pravilu ugrađuje odmah nakon izrade, odnosno važno je osigurati njegovu konzistenciju pri ugradnji propisanu projektom. Betoniranje jednog pilota mora se završiti u kontinuitetu. Imajući u vidu taj zahtjev, preporučuje se korištenje betonare u blizini lokacije koja osigurava pravodobnu isporuku dovoljno kvalitetnog betona. Nakon betoniranja pilota potrebno je ukloniti min. 30 cm gornjeg sloja betona lošije kvalitete koji se pomiješa s tlom te je potrebno poravnati površinu zbog jednostavnijeg postavljanja armaturnog koša.

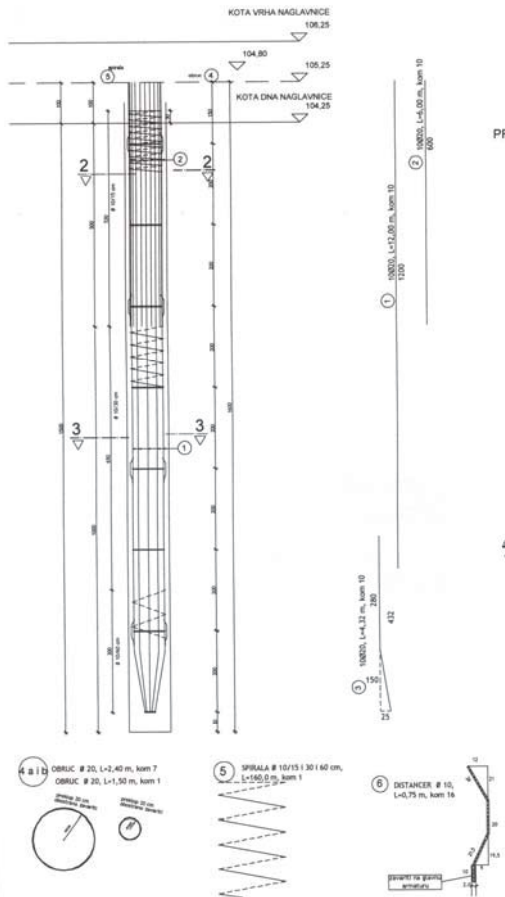
2.2.2. Čelik za armiranje i armaturni koševi

Armaturni koševi trebaju biti tako projektirani da manipulacija ne uzrokuje deformacije ili oštećenja spojeva.



Slika 4. Ugradnja armaturnog koša

Potreban zaštitni sloj betona je 100 mm. Zbog načina ugradnje vibriranjem i utiskivanjem, potrebno je koristiti veće profile armature, tj. treba izraditi krute armaturne koševe. Armaturne šipke se zbog lakše ugradnje mogu poviti na vrhu pilota u obliku šiljka.



Slika 5. Armatura pilota

Piloti trebaju biti izvedeni položajno s preciznošću ± 2 cm, a dopušteno odstupanje od vertikale je max 2%.

3. ISPITIVANJE DINAMIČKE NOSIVOSTI CFA PILOTA

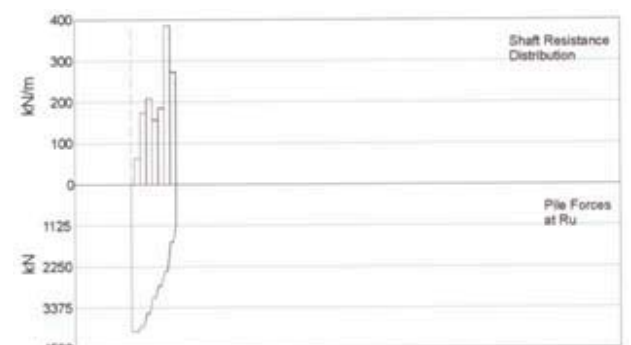
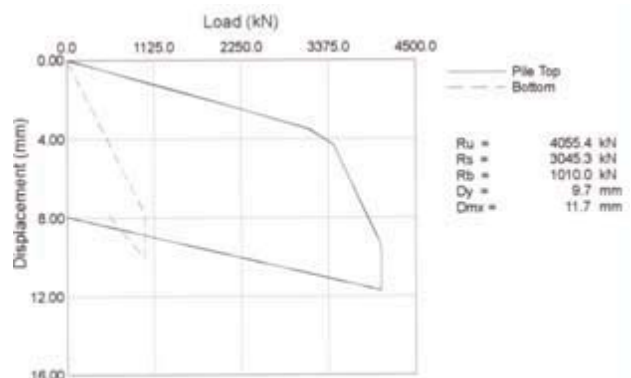
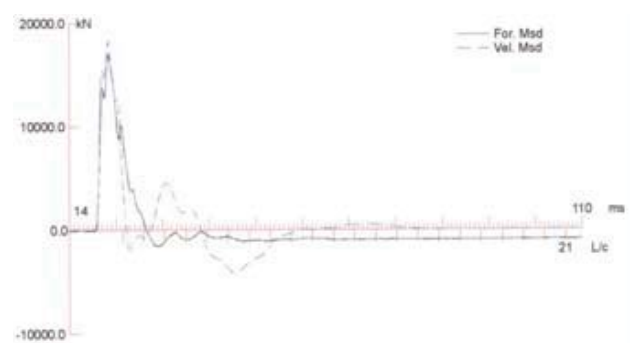
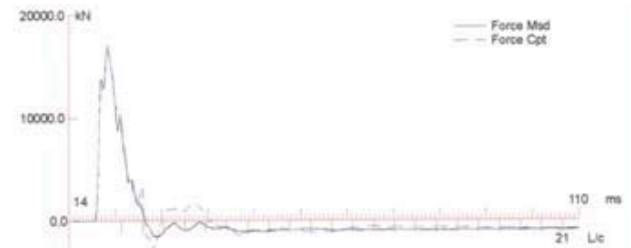
Za testiranje i aktiviranje granične nosivosti pilota koristi se uteg sa slobodnim padom određene mase (nekoliko desetaka tona). Maksimalna visina slobodnog pada je do nekoliko metara, ovisno o pilotu, a sve je elektronički praćeno i zapisano. Na pilot na kojem će se obaviti ispitivanje priključeni su senzori za mjerenje deformacije i akceleracije. Senzori su postavljeni osno simetrično na svakoj strani, oko 2 promjera pod glavom pilota. Padom utega izaziva se tlačni val koji putuje duž pilota prema dolje, reflektira se na dnu pilota te se vraća nazad.



Slika 6. Oprema za dinamičko ispitivanje pilota

Detektiravši val, senzori prenose podatke u elektronički uređaj tako da se za svaki pad utega na zaslonu prikažu promjene sile i brzine pomaka na mjernom mjestu u ovisnosti o vremenu.

Nakon ispitivanja dinamičkog opterećenja, dobiveni analogni podaci sile i pomaka digitaliziraju se i obrađuju na temelju valne jednadžbe. Jedan od mogućih softverskih programa za obradu dobivenih podataka je CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program). Model pilota i tla predstavlja se jednom od mjerenih krivulja, pa se metodom iteracije (promjenom modela pilota i tla) traži najbolje preklapanje mjerene i računute krivulje.



Slika 7. Rezultati dinamičkog ispitivanja nosivosti pilota

4. ZAKLJUČAK

Od njihovog predstavljanja prije pedesetak godina u Sjevernoj Americi pa sve do danas, zbog pogodnog dizajna, efikasne opreme, visoke produktivnosti, niske cijene s obzirom na druge vrste pilota te niske razine buke i vibracija, CFA piloti su postali popularniji i upotrebljiviji od ostalih tipova pilota. Prilikom projektiranja dubokog temeljenja, osobito ako se rješenje vidi u obliku pilota, svakako je dobro uz geomehaničke karakteristike lokacije u vidu imati svaku mogućnost budućeg projektnog rješenja. Pri projektiranju i izvođenju vrlo je važno imati na umu informaciju da se tip projektnog rješenja i sanacije odabiru na temelju sagledanog stanja.

Ovaj članak daje nam uvid u mogućnosti jedne vrste pilota, a može poslužiti i pri odabiru projektnog rješenja za duboko temeljenje.



Slika 8. Izvedeni CFA piloti u tlu

5. LITERATURA

- [1] Murthy, V.N.S.: *Geotechnical Engineering Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, New York, Basel, 2003.
- [2] Braja M. Das: *Fundamentals of Geotechnical Engineering*, International SI edition,
- [3] Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Zavod za geotehniku: *Projekt dubokog temeljenja objekta na dionici Lekenik – Sisak na bušenim pilotima CFA*
- [3] www.geoforum.com
- [4] Schmertmann, John H.: *O-cell testing case histories demonstrate the importance of bored pile (drilled shaft) construction technique*, www.loadtest2005.net
- [5] www.loadtest2005.net

Kontakt:

Ljubo Kovač, dipl.ing.
Geotehnika - inženjering d.o.o.
Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb