



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

Pobijani piloti - primjeri primjena

Dalibor Udovič mag.ing.aedif

Boris Kereš mag.ing.aedif

Boris Kereš, mag.ing.aedif, MONTERRA d.o.o. Drage Šćitara 34, 51 000 Rijeka

Sadržaj prezentacije;

- Tvornička proizvodnja pobijenih pilota
- Skladištenje i transport pobijenih pilota
- Tehnologija ugradnje pobijenih pilota
- Usporedba sa drugim metodama dubinskog temeljenja i primjeri u praksi
- Statičko ispitivanje pilota, nadzor i praćenje



TVORNIČKA PROIZVODNJA POBIJENIH PILOTA

Predgotovljeni pilot- naziv koji koristimo u proizvodnom procesu

Pobijeni pilot- naziv koji koristimo u geotehnici

Pobijeni pilot čini beton i armaturni čelik.

Tehnologija pobijenih pilota normirana je kao; „ Izvedba posebnih geotehničkih radova- Piloti s razmicanjem tla (HRN EN 12699:2015)

KOMPONENTE BETONA

Cement- za proizvodnju betona može se upotrijebiti samo cement koji zadovoljava zahtjeve kvalitete propisane normom HRN EN 197-1:2003 prema kojoj se kontrolira i certificira cement.

Agregat- tehnička svojstva agregata za beton moraju ispunjavati, ovisno o podrijetlu agregata, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona te mora biti specificiran prema normi HRN EN 1260.

Voda- tehnička svojstva i drugi zahtjevi za vodu za pripremu betona, prikladnost vode za pripremu betona provodi se prema normi HRN EN 1008.

Dodaci betona- tehnička svojstva kemijskih dodataka betonu mora ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za svojstva betona prema normama HRN EN 934-2, HRN EN 934-5.

Mogućnost izrade predgotovljenih pilota do C100/115, mogućnost prednaprezanja pilota.

BETONSKI ČELIK

Betonski čelik se odabire prema zahtjevima projekta, a mora udovoljiti tehničkim svojstvima i drugim zahtjevima norme HRN EN 10080-1.



TVORNIČKA PROIZVODNJA POBIJENIH PILOTA

PROIZVODNI PROCES

Kalup-za izradu pilota mora biti izrađen od materijala koji će omogućiti nesmetano punjenje betonom i kasnije raskalupljivanje bez oštećenja pilota te dovoljno čvrst da izdrži pritisak mase pilota. Također mora osigurati izradu pilota zadanih dimenzija bez deformacija.

Prije betoniranja kalup mora biti čist, bez zaostalih čestica prašine te premazan oplatnim uljem.



Otvoreni kalup



Zatvoren kalup



Zatvoren kalup manjeg promjera



TVORNIČKA PROIZVODNJA POBIJENIH PILOTA

PROIZVODNI PROCES

Ugradnja betona -Beton koji se ugrađuje u pilot mora biti ugrađen u jednom neprekinutom postupku. Nakon ugradnje slijedi postupak centrifugiranja koji osigurava pravilno kompaktiranje betona oko armature unutar pilota.



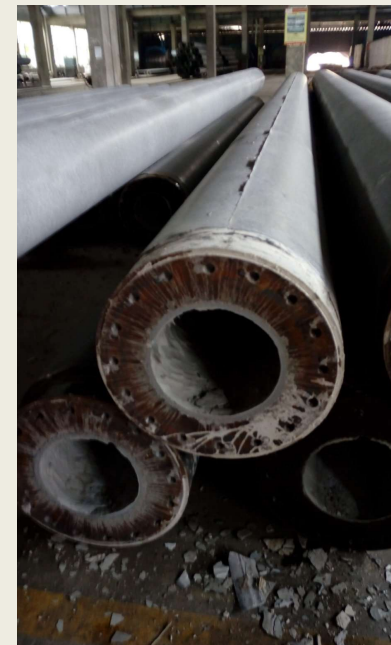
Armatureni koš pilota



Ojačani čelični konus
pilota



Centrifuga



Gotovi pilot



TVORNIČKA PROIZVODNJA POBIJENIH PILOTA

PROIZVODNI PROCES

Njegovanje i zaštita ugrađenog betona-PROCES ZAPARIVANJA PILOTA

Postupak njegovanja i zaštite AB pilota potrebno je provoditi minimalno 14 dana. Postupkom zaparivanja pilota u procesu proizvodnje osigurava se brži prirast čvrstoće i ranije vađenje iz kalupa no potrebo je pridržavati se mjera zaštite betona.

Zagrijana vodena para kojom se podiže temperatura betona ne smije imati direktnog dodira s površinom betona već se temperatura na beton mora prenositi preko kalupa.

Proces zaparivanja ne smije početi minimalno 2 sata nakon ugradnje kako bi se osiguralo nesmetano vezivanje cementa.

Beton AB pilota ne smije biti izložen smrzavanju minimalno 6 dana nakon vađenja iz kalupa.



Prikaz zaparivanja pilota



SKLADIŠTENJE I TRANSPORT POBIJENIH PILOTA

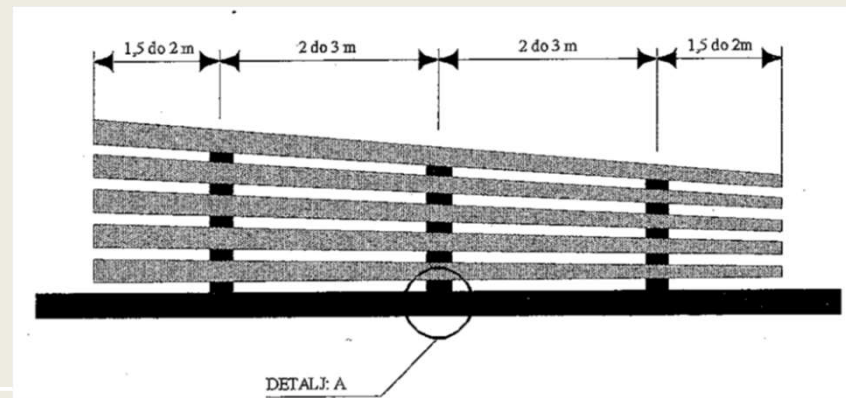
SKLADIŠTENJE

Način postupanja s gotovim proizvodom od raskalupljivanja do uskladištenja te način transportiranja od tvornice do deponiranja na gradilištu propisan je postupkom.

Završetkom raskalupljivanja pilotu se određuje status prema postupku kriterij prihvatljivosti.

Status pilota određuje njegov smještaj na skladištu. Po određivanju statusa stupa dizaličar vanjskog deponija transportira pilot na mjesto koje mu je određeno statusom.

Piloti koji su statusom određeni kao dobar proizvod skladište se po tipu pilota, maksimalno u pet do sedam redova po visini. Među redove umeću se drvene gredice na udaljenostima 1.5 do 2.0 metra od krajeva pilota i na 2.0 do 3.0 metra unutarnjeg razmaka. Na gredice dolaze drveni podmetači koji sprečavaju kotrljanje pilota po gredicama.



Prikaz skladištenja



SKLADIŠTENJE I TRANSPORT POBIJENIH PILOTA

TRANSPORT

Pilot se može preuzeti sa skladišta minimalno 21 dan nakon raskalupljanja.

Pri odabiru vozila za prijevoz pilota, voditi računa o nosivosti i duljini pilota.

Prilikom utovara voditi računa o prihvatu pilota, koji je na dva mjesta, približno na trećinama ukupne dužine pilota, kako bi se osigurala ravnoteža te sigurna manipulacija.

Piloti na vozilu moraju biti dobro osigurani, između redova potrebno je osigurati drvene gredice.

Prilikom istovara odabrati poziciju koja je ravna, kako bi se sprječio pomak pilota.



Prikaz tvorničkog transporta gotovog pilota do predviđenog skladišta



TEHNOLOGIJA UGRADNJE POBIJENIH PILOTA

FAZA I.

Izvodi se radni plato za opremu za pobijanje pilota, te vrši pregled prostornih uvjeta i mogućnosti rada bez ugrožavanja postojećih objekata i infrastrukture.

FAZA II.

Stroj dolazi na poziciju za pobijanje pilota.

Pilot se priprema za pobijanje.

Priprema pilota se sastoji od opasivanja pilota sajlom pomoću koje se pilot može podići u vertikalni položaj i uglaviti u „kapu“.

„Kapa“, koja je spojena na čekić dvijema sajlama, omogućava da prijenos udaraca čekića na gornju plohu pilota bude ravnomjeran.

Između kape i glave pilota potrebno je postaviti meko drvo (lipa ili sličan materijal) kako bi se pilot sačuvao od oštećenja pri samom pobijanju.



TEHNOLOGIJA UGRADNJE POBIJENIH PILOTA



Stroj za pobijanje pilota u vertikalni položaj



Opasivanje pilota sajlom i podizanje



Usadnik za okrugle betone



Mekano drvo (lipa ili sl.)



TEHNOLOGIJA UGRADNJE POBIJENIH PILOTA

FAZA III.

U ovoj fazi radova pilot se pomoću sajle podiže i uglavljuje u „kapu“ koja se nalazi neposredno ispod čekića. Nakon šta se pilot uglavi u „kapu“ pomiče se na mjesto zabijanja.

FAZA IV.

Pilot se pomiče na mjesto zabijanja i spušta se na zemlju. Namješta se sve dok se ne postigne njegova potpuna vertikalnost. Vertikalnost se provjerava alatom za ispitivanje okomitosti (vaservaga). Po potrebi se izvršava korekcija položaja.



FAZA IV.



FAZA III.



TEHNOLOGIJA UGRADNJE POBIJENIH PILOTA

FAZA V.

Započinje se s pobijanjem pilota.

Nakon prvog udarca čekića pobijanje se zaustavlja te se ponovno provjerava centar i vertikalnost pilota.

Ako je sve u redu nastavlja se s pobijanjem, ukoliko je došlo do odstupanja od centra zabijanja ili vertikalnosti pilota izvršava se korekcija položaja te se ponovno ponavlja prvi udarac čekića.

Postupak se ponavlja sve dok pilot nije u centru i dok mu os zabijanja nije vertikalna.

FAZA VI.

Vrši se zabijanje pilota na geodetsku visinu višestrukim udarcima čekića po gornjoj površini pilota.

Za vrijeme pobijanja moguće su minimalne korekcije konstrukcije ili prilagođavanja pilotu, ali uz obavezan prekid rada čekića.



FAZA VI.



FAZA V.



TEHNOLOGIJA UGRADNJE POBIJENIH PILOTA

FAZA VII.

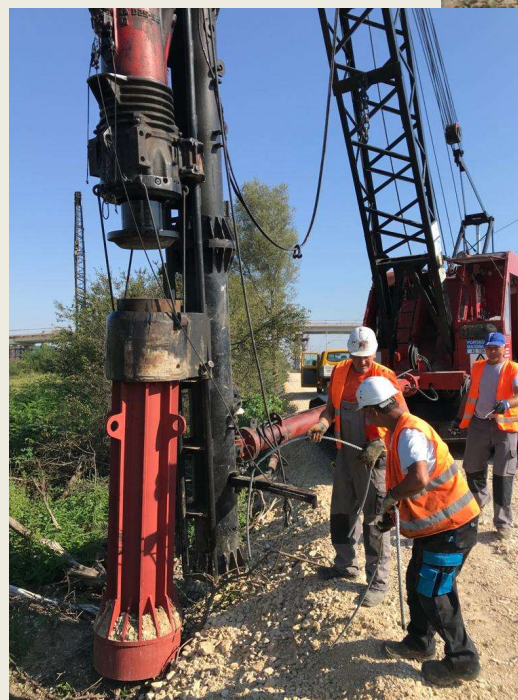
Završetkom pobijanja čekić se podigne tako da se kapa odvoji od pilota te se stroj pomiče minimalnim manevrom. Time dobivamo mogućnost pregleda zabijenog pilota.



Ugrađeni prefabricirani piloti

FAZA VIII.

Nakon završetka svih radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova te usklađenost s projektom.



Ugradnja s nastavkom kod razlika u visini



USPOREDBA SA KLASIČNIM (NERAZMIČUĆIM) PILOTIMA I PRIMJERI U PRAKSI

Tehnologija ugradnje; Jednostavnija i brža izvedba nego kod klasične metode bušenih pilota ali nešto bučnija metoda.

Dopreme betona i armature nema kao ni odvoza materijala iz iskopa što rezultira velikom uštedom u transportu.

Nosivost; Trenje između tla i pilota veće je nego kod nerazmičućih pilota (pilota manje površine presjeka npr. H-profil, uvtani, bušeni), okolno tlo se zbija i time povećava nosivost.

Trenutno preuzima opterećenje.

Opažanja; Ponašanje pri zabijanju može poslužiti za procjenu nosivosti pilota, vizualna kontrola kvalitete tijela pilota je jednostavna, dok sa druge strane nema uvida u sastav tla što je slučaj kod bušenih pilota.



Kontrola vertikalnosti pilota



USPOREDBA SA NERAZMIČUĆIM PILOTIMA I PRIMJERI U PRAKSI

IZVEDENI PRIMJERI U PRAKSI

Pruga: Dugo Selo-Križevci-zaštita od buke

Investitor: HŽ Infrastruktura d.o.o.

Projektant: Željezničko projektno društvo d.d.

Promjer pilota: $\varnothing 600$ mm

Klasa betona: C 40/50

Duljine pilota: 6-7 m

Izvedeno do sada: 1500 pilota

Dnevna dinamika: 15-16 pilota



Boris Kereš



Prikaz ugradnje pilota; Dugo Selo-Križevci



HKIG – Opatija 2021.



USPOREDBA SA NERAZMIČUĆIM PILOTIMA I PRIMJERI U PRAKSI

IZVEDENI PRIMJERI U PRAKSI

Temeljenje sportske dvorane Sisak

Investitor: Grad Sisak

Promjer pilota: $\varnothing 600$ mm

Klasa betona: C40/50

Duljina pilota: 8-11 m

Izvedena: 134 pilota

Dnevna dinamika; 15-16 pilota dnevno



Boris Kereš



Prikaz ugradnje pilota Sisak



HKIG – Opatija 2021.



STATIČKO ISPITIVANJE PILOTA, NADZOR I PRAĆENJE

Ispitivanje nosivosti pilota statičkim testom može se izvesti na dva načina:

-Opterećenje težinom, što zahtjeva veliku masu da bi se dobilo željeno opterećenje.

Pokus nanošenja sile u inkrementima uz povremena rasterećenja, nakon svakog inkrementa održava se stalna sila dok se slijeganje ne zaustavi (vrlo skup pokus, zbog velikih sila kojima treba opteretiti pilot).

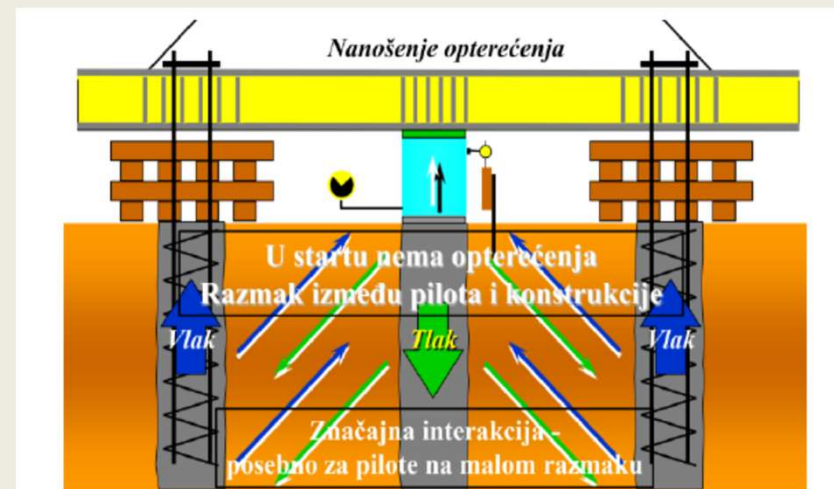
Mjerenje puzanja uz držanje konstantnog opterećenja.

-Pomoću hidrauličke preše. Sustav za ispitivanje se sastoji od okvira za preuzimanje reakcije i nanošenja opterećenja u inkrementima. Okvir za preuzimanje opterećenja se sastoji od najmanje dva pilota (vlačni piloti) ili privremenih sidara.

Prati se slijeganje glave pilota preciznim instrumentima, kao i deformacije duž osi pilota, iz navedenih podataka računski dolazimo do same nosivosti na stopi pilota.



Hidraulička preša



Shema nanošenja opterećenja



STATIČKO ISPITIVANJE PILOTA, NADZOR I PRAĆENJE

Prilikom ugradnje pilota prati se tijekom izvedbe prema specifikacijama ili posebnim tehničkim uvjetima iz geotehničkog projekta i plana izvedbe.

Rezultati praćenja izvedbe kod pobijanja pilota (broj udaraca čekića za postizanje specificiranog pomaka), ukazuju na sastav temeljnog tla kroz koji tijekom izvedbe prolazi pilot te predstavljaju kriterij za određivanje završnih dubina ili devijacija od prognoziranog geotehničkog profila.

Prilikom pobijanja prati se i zapisuje stanje svakog pilota.



Pobijanje pilota





LITERATURA

- [1] Szavits-Nossan A. (2012): Piloti, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, URL: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/Temeljenje-Piloti%5B1%5D.pdf (2019-07-29)
- Tehnologija ugradnje prefabriciranih betonskih pilota za potrebe gradilišta Križevci-Dugo Selo, Monterra d.o.o.

HVALA NA PAŽNJI

