




ZAG

ZAVOD ZA
GRADBENIŠTVO
SLOVENIJE

SLOVENIAN
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE



Kontrola nosilnosti pasivnih sider z izvedbo izvlečnih preskusov in vzroki za pojav odstopanj v obdobju funkcije sidra

Smiljan Tomljanovič, univ. dipl. inž. grad.

Portorož, 26.-28. oktober 2022

15. Slovenski kongres o prometu in prometni infrastrukturi

PASIVNO SIDRANJE

- **PASIVNO SIDRANJE** je specializirana vrsta gradnje, ki se uporablja za ojačitev in okrepitev obstoječih tal (brežin, izkopenj, podpornih zidov, ...) pri gradnji cestne, železniške in ostale infrastrukture.
- **SIST EN 14490:2010** (osnovni principi za izvedbo, preskušanje, nadzor in spremljanje pasivnih sidrer)
- **SIST EN ISO 22477-5:2018** (dopolnilne določbe za preskušanje geotekničnih sidrer)
- Za kontrolo nosilnosti pasivnih sidrer se izvedejo **izvlečni preskusi zrtvenih sidrer** in **izvlečni preskusi na sidrih objekta**.



MERILNA OPREMA

PODALJŠANA SIDRNA PALICA



HIDRAVLIČNI CILINDER +
OBROČASTI DINAMOMETER



OPREMA ZA IZVEDBO
IZVLEČNEGA PRESKUSA



RAZBREMENILNI PODLOŽNI
ELEMENT Z VAROVANJEM

MERILNA OPREMA

POMIČNO MERILO



HIDRAVLICNA NAPEŃJALKA +
MANOMETER



HIDRAVLICNA NAPEŃJALKA +
PRIKAZOVALNIK SILE



PRIKAZ OBREMENITVE Z
MANOMETROM IN
DINAMOMETROM

KONTROLE PRI IZVEDBI PRESKUSOV

Za ustrezno izvajanje kontrole nosilnosti sidra je potrebno pred in med izvajanjem preskusa preveriti:

- tip in pozicijo vgrajenega sidra glede na projekčne zahteve,
 - pravilno vgradnjo sidrne palice,
 - ustreznost merilne opreme,
 - pravilno postavitve razbremenilno podložnega elementa, hidravličnega cilindra, pomočnega merila in ostale merilne opreme,
- da se osna obremenitev sidra povečuje po stopnjah in da se izvaja zapis meritev v določenem časovnem intervalu za vsako stopnjo, ko je obremenitev stalna.



Zahteve standarda SIST EN 14490:2010

- Evropski standard **SIST EN 14490:2010** določa glavne principe za izvedbo, testiranje, nadzor in spremljanje pasivnih sidrer.
- Za pasivno sidranje se za preverjanje nosilnosti uporablja metoda **statičnega obremenilnega preskusa**.
- Lahko se izvede v enem ciklu obremenjevanja, ali pa v več ciklih.
- Časovni trenutki so pri vseh stopnjah enaki in sicer $t = 0 \text{ min} - 1 \text{ min} - 2 \text{ min} - 5 \text{ min} - 10 \text{ min} - 15 \text{ min} - 20 \text{ min}$ oziroma $t = 1 \text{ min} - 2 \text{ min} - 3 \text{ min} - 4 \text{ min} - 5 \text{ min} - 7 \text{ min} - 10 \text{ min} - 15 \text{ min} - 20 \text{ min}$.
- Preskusna sila mora biti določena v projektu, v nasprotnem primeru se vzame:

$$P_p < 0,80 R_{t,k}$$
$$P_p < 0,95 R_{t0,1k}$$

Statični obremenilni preskus

Preskušanje žrtvenih sidrer

- Vgrajena in testirana pred sidri objekta na enakem območju tal.
- Osnovna obremenitev do porušitve oz. do predvidene odpornosti.
- Običajno en cikel obremenjevanja, opcjsko dva.
- Razlika med stopnjama ne sme preseči 20% maksimalne obteze cikla.
- V praksi daljši časovni trenutki opazovanja.

Preskušanje sidrer objekta

- Za dokazovanje zadovoljivih pomikov sidrer pri preskusni sili.
- Osnovna obremenitev po projektu oz. do predvidene odpornosti.
- En cikel in minimalno pet stopenj obremenjevanja.
- V praksi krajši časovni trenutki opazovanja.

Zahteve standarda SIST EN ISO 22477-5:2018

- Standard **SIST EN ISO 22477-5:2018** predvideva za preskušanje nosilnosti gotehničnih sidrer in različne preskusne metode.
- **Metoda 1** in **Metoda 3** se uporabljata kot dopolnitev standarda **SIST EN 14490:2010**.
- **Preiskovalni test** po **Metodi 3** ali preskus žrivenega sidra se osno obremenjuje do preskusne sile, ki predstavlja porušitev vezi na šiku med nosilnimi tlemi in injektirsko maso.
- Obremenjevanje poteka v osmin stopnjah v časovnih trenutkih $t = 1 \text{ min} - 2 \text{ min} - 3 \text{ min} - 4 \text{ min} - 5 \text{ min} - 7 \text{ min} - 10 \text{ min} - 15 \text{ min} - 20 \text{ min} - 30 \text{ min} - 45 \text{ min} - 60 \text{ min}$.
- Razpremenitev se izvaja korak za korakom s faktorjem $0,25 P_p$.

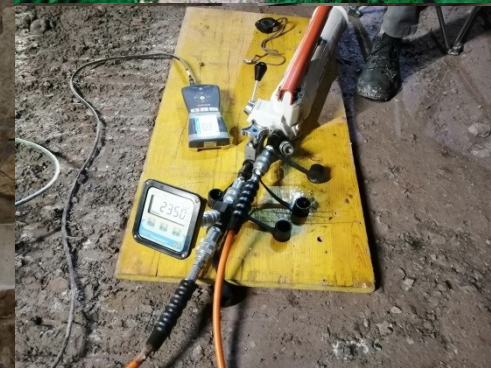
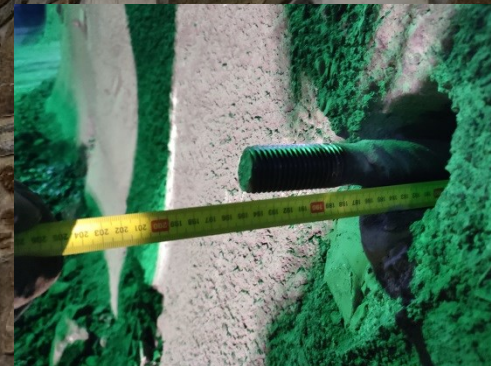
Zahteve standarda SIST EN ISO 22477-5:2018

- **Ustreznostni test** po Metodi 3 ali preskus sidra objekta se osno obremeneni do preskusne sile, ki pomeni ustreznost sidra glede na karakteristike sidra.
- Obremenjevanje poteka v šestih stopnjah v časovnih trenutkih $t = 1 \text{ min} - 2 \text{ min} - 3 \text{ min} - 4 \text{ min} - 5 \text{ min} - 7 \text{ min} - 10 \text{ min} - 15 \text{ min} - 20 \text{ min} - 30 \text{ min} - 45 \text{ min} - 60 \text{ min}$.
- Razbremenitev se izvaja korak za korakom s faktorjem $0,25 P_p$.
- Rezultati meritev se predstavijo v grafični obliki:
 - izveček sidra v odvisnosti od obremenitve,
 - izveček sidra v odvisnosti od časa in
 - mere teženja v odvisnosti od obremenitve.

NEUSTREZNI REZULTATI – VZROKI ZA POJAV ODSSTOPANJ

Primeren napak, ki nastanejo pri izvedbi izvlečnih preskusov sidra:

- Vgrajeno sidro ni zalito z injekcijsko maso – takoj po obremenjevanju nastopi izvlek sidra
- Napačen prikaz obremenitve v času merjenja z obročastim dinamometrom in prikazovalnikom sile in digitalnim manometrom na ročni črpalki – napaka na priključku s prikazovalnikom sile



- Območje pod podložno ploščo palice sidra je zapolnjeno z injekcijsko maso ali brizganim betonom – v tem primeru izvlačni preskus ne prikaže realnega stanja nosilnosti vezi sidra vzdolž zalite palice sidra po celotni dolžini (dobimo nerealno odlične rezultate).
- Nenadzorovan padec sile v sistemu lahko nastane zaradi:
 - vtiskanja preskusnega sistema v površino podlage,
 - nepravilnost elementov preskusnega sistema,
 - deformacij preskusnega sistema,
 - puščanje olja iz sistema...



- Napak na dajalniku pomikov nastopijo zaradi
 - nedelovanja magneta,
 - premikanja instrumenta glede na površino merjenja,
 - neravne podlage
 - premajhnega merilnega območja
- Podaljšan del palice se izinja iz sistema, ker je zunanji del palice vgrajenega sidra umazan od prizganelega betona in ni v celoti uvijalen v spojko



- Napake pri odčitkih meritev zaradi:
 - vibracij teške delovne mehanizacije,
 - močnejših sunkov vetra,
 - stika vode z merilno opremo
 - pregrevanja merilne opreme v času sončne pripeke
- Napake se lahko pojavijo tudi pri vrtanju in vgradnji sidra, zato je pomembno, da se opazuje in dokumentira tudi te podatke, saj se pri pasivnih sidrih preskuša le majhen odstotek vseh vgrajenih sidra.



A large-scale construction project featuring a massive retaining wall. The wall is built with large, irregular stone blocks set in a concrete matrix. Vertical concrete columns are spaced along the wall, and horizontal concrete slabs are visible at the top. A tall yellow tower crane stands on the left side of the wall. A wooden railing runs along the top edge. A red and white ladder leans against the wall. The background shows a forested hillside under an overcast sky.

HVALA ZA POZORNOST