

## POLIŲ BANDYMAI

### **Polių bandymai statine apkrova**

Polio bandymas statinėmis apkrovomis yra tiesioginis polio tyrimo metodas skirtas patikrinti sistemos polis–gruntas darbą. Bandymas gali būti taikomas vienam poliui, rečiau, polių grupei bandyti. Bandymo metu polio galva yra veikiama, vienokios ar kitokios krypties, statine jėga. Bandymo metu matuojami polio galvos nukrypimai nuo projekcinės padėties. Toks bandymas yra dažniausiai naudojamas ir yra tiksliausias iš visų tiesioginių metodų grupės.

Bandymai atliekami:

1. kai polių bandymai yra prieš projektinių tyrimų dalis, reikalinga įvertinti polio pagrindo laikomąją gebą, nustatyti reikalingus polio parametrus, įvertinti polio darbą grunte, įvertinti, tam tikru metodu, įrengto polio kokybę ir pan.;
2. kai iškyla tam tikrų problemų įrengiant polių numatytais metodais ir technologijom – kontrolinis bandymas;
3. kai norima naudoti senus polių ant kurių jau buvo pastatas, kuris vėliau buvo nugriautas, t.y. pakartotinas polių apkrovimas.

Polių bandymus statine apkrova apima šie darbų etapai:

1. užsakovas parengia techninę užduotį polių bandymams, kur nurodo, reikalingą polių kiekį, jų geometrinius parametrus, įrengimo technologiją, nurodo gruntus į kuriuos bus įrengti poliai, preliminariai parenka polių bandymo metodiką;
2. polių bandymo vykdytojas, pagal pateiktą techninę užduotį, parengia bandymų programą, kurią suderina su užsakovu ir atitinkamomis institucijomis;
3. pagal numatytas technologijas įrengiami bandomieji poliai, tuo pačiu metu, jei reikia, įrengiami inkariniai poliai;
4. įrengus bandomuosius polių ir praėjus tam tikram laikui montuojama inkarinė ir atsvaros sistemos;
5. pagal programoje numatytą metodiką atliekamas polių bandymas;
6. pagal gautus bandymo rezultatus parengiama bandymų ataskaita.

### *Polių bandymo programa*

Prieš bandant polių, būtina sudaryti polių bandymo programą, kuri sudaroma pagal užsakovo pateiktą techninę užduotį. Šioje programoje turi būti tiksliai apibrėžtas bandymo tikslas, kurį nurodo užsakovas; bandomųjų polių kiekis, jų įrengimo metodika ir medžiagos; trumpa statybos aikštelės inžinerinių geologinių sąlygų apžvalga; bandymo metodika; inkarinė sistemos tipas ar atsvaros platformos; duomenys apie bandymo įrangą; būsimos ataskaitos forma.

Programa yra sudaroma vadovaujantis šiais dokumentais ir metodiniais nurodymais:

- Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules“. (EN 1997-1);
- ISO/DIS 22477-1, 2005;
- Weltman A. J., Pile load testing procedure, PG7, CIRIA, 1980;
- DGGT, Working group 2.1, Recommendations for Static and Dynamic Pile Tests, IGB-TUBS, 1998;
- LST EN 12699, Specialieji geotechnikos darbai. Spraustiniai poliai, 2002;
- British Code of Practice, 1972;
- ISSMFE, Axial Pile Loading Test – Part 1: Static Loading, 1985;
- ir kt.

Bandomųjų polių kiekius gali rekomenduoti programos rengėjas, remdamasis rekomendacijų ir normų nurodymais, taip pat gali pateikti užsakovas ar projektuotojai. Įvairiose rekomendacijose yra pateikiamas skirtingas polių kiekis, kuris reikalingas išbandyti, tačiau, apibendrinus, jis būtų toks:

1. jei pastato polinį pamatą sudarys skirtingo tipo ar skirtingos įrengimo technologijos poliai tai, po vieną skirtingą polių;
2. jei statybos vietos geologinės sąlygos yra kaičios, tai po vieną polių skirtinguose gruntuose, kurie bus pamato pagrindu;
3. jei pastato pamatą sudarys daugiau kaip 100 polių, tai nemažiau dviejų polių;
4. jei statinys yra sudėtingas, tai bandomųjų polių kiekį nustato atsakingi asmenys;

Pagal polio bandymo atlikimo metodiką, nepriklausomai nuo apkrovos veikimo krypties, galima skirti į du, pagrindinius, tipus:

1. Pakopinis polio bandymas (*ML – maintained pile load test*, angl.) – kai apkrova į polių perduodama tam tikromis nustatytomis pakopomis, kiekvieną apkrovos pakopą išlaikant iki sąlyginės numatytos polio galvos nuosėdžio stabilizacijos;
2. Polio bandymas spaudžiant pastoviu greičiu (*CRP – constant rate of penetration test*, angl.) – kai polio bandymas vyksta zondavimo principu, t.y. polis į gruntą spaudžiamas pastoviu numatytu greičiu, po truputį didinat bandymo apkrovą.

Polio bandymas pakopomis (ML) yra tikslesnis už CRP bandymą.

Atliekant polių bandymus pakopomis (ML), visas bandymas yra sudalinamas į 6–8 apkrovimo pakopas, neįskaitant tarpinio ir baigtinio nukrovimo pakopų. Mažesnis apkrovimo pakopų skaičius yra taikomas tada, kai bandymas yra tik kontrolinis. Apkrovimo pakopų skaičių nulemia ir apkrovos dydis bei geologinės sąlygos. Smėlio gruntuose apkrovos pakopų skaičių galima mažinti, molio gruntuose – reikėtų didinti. Viena apkrovos pakopa yra išlaikoma iki sąlyginės stabilizacijos, kuri apibrėžiama polio deformacijos greičiu, t.y. 0,1 mm per 10–120 min. Sąlyginės stabilizacijos laikas, kai polis įrengtas į smėlio gruntus priimamas trumpesnis (10–30 min.), kai polis įrengtas į molio gruntus – priimamas didesnis (>60 min.). Taip pat, šis stabilizacijos laikas gali būti sąlygotas ir reikiamo bandymo tikslumo, kuo tyrimus norima atlikti tiksliau, tuo didesnis laikas yra priimamas.

Bandant polių statinėmis apkrovomis reikalinga atsvaros sistema, kuri leistu perduoti poliui numatyto dydžio, vienokios ar kitokios krypties, apkrovą. Šias atsvaros sistemas galima skirti į dvi pagrindines grupes:

- svorines platformas;
- inkarinius sijynus.

Svorines platformas sudaro: atramos, platforma, reikalingi svoriai. Svorinės platformos dalys turi užtikrinti darbo saugumą. Minimalus atsvaros sistemos svoris privalo viršyti maksimalią bandymo apkrovą 20 % (1 pav.).

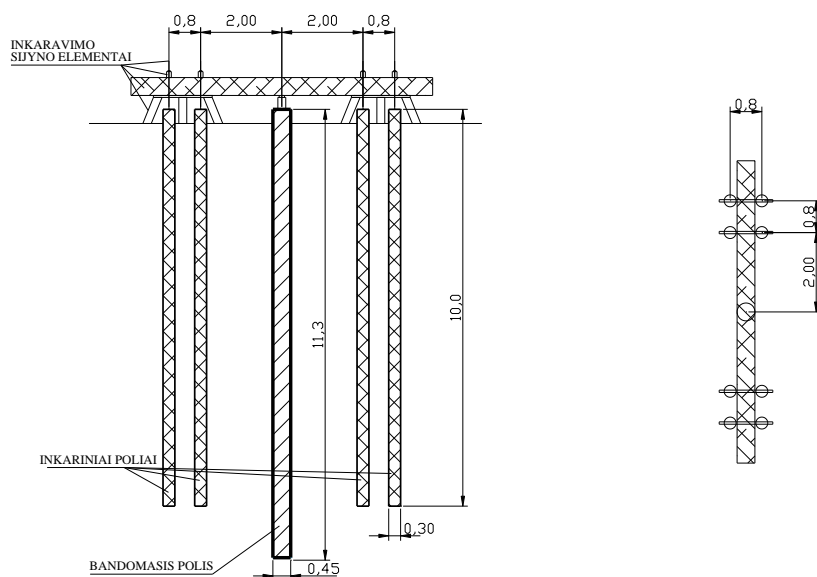


1 pav. Svorinė platforma

Inkarinės atsvaros sistemos susideda iš inkarinių polių, atramų ir sijyno, kuris tvirtinamas per atramas prie inkarinių polių (2 pav.). Vienas iš tvirtinimo sprendimų pateiktas paveiksle (3 pav.). Inkariniai poliai gali būti įvairių tipų: CFA, plieniniai vamzdžiai ar dvitėjai profiliai, gręžtiniai poliai, įgręžiami plieniniai sraigtai, ir kt. Įrengiant šią sistemą, būtina užtikrinti, kad inkariniai poliai išlaikys bandymo metu numatytą rovimos apkrovą, o sijynas bus sumontuotas tiksliai centruotai ir bandymo apkrova į bandomąjį polį bus perduota tiksliai per centrą.



2 pav. Inkarinis sijynas



3 pav. Inkarų ir sijyno įrengimo pavyzdys

Apkrovos perdavimo bandomajam poliui įrangą sudaro hidraulinis cilindrinis presas (domkratas) ir tepalo siurblinė (4 pav.). Perduodamos apkrovos matavimas atliekamas manometro pagalba perskaičiuojant tepalo slėgį į apkrovą arba dinamometro pagalba, kuris rodo perduodamos jėgos dydį.



4 pav. Rankinė hidraulinė siurblinė

Polio galvos deformacijoms (nuosėdžiams) matuoti yra naudojami indikatoriai, kurių tikslumas yra 0,01 mm. Deformacijoms matuoti naudojama nemažiau dviejų indikatorių. Šie indikatoriai tvirtinami ant nepriklausomos atramų sistemos, kuri yra apsaugota nuo įvairaus galimo poveikio (5 pav.).



5 pav. Nuosėdžių matavimo indikatorius sumontuotas ant nepriklausomo sijyno

### *Polių bandymo eiga*

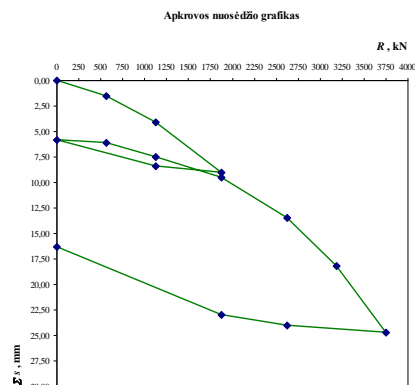
Įrengti bandomieji poliai pradami bandyti statinėmis apkrovomis praėjus tam tikram laikui po jų įrengimo. Paprastai šis laikas priklauso nuo polių įrengimo technologijos. Kaltiniams poliams (nepriklausomai nuo jų medžiagos) šis laikas priklauso nuo to, per kokius ir į kokius gruntus jie buvo įrengti. Jei polis įrengtas į rupius–smėlinius gruntus, tai bandymą galima atlikti neanksčiau kaip po 3 parų, o jei polis įrengtas į (per) molinius ar dulkingus gruntus, tuomet bandymą galima pradėti nemažiau kaip po dviejų savaitių.

Gręžtiniams ar spraustiniams (įrengtiems vietoje liejant betoną) poliams šis „poilsio“ laikas apibrėžiamas betono stingimo sąlyga, t.y. bandymas pradamas tuomet, kai polio medžiaga pasiekia savo 80% stiprumo, bet nemažiau kaip po 24 parų.

Bandymas atliekamas griežtai vadovaujantis parengta ir su užsakovu suderinta programa, kurioje nurodyta visa bandymų metodika. Bandymo pabaiga bus tuomet, kai polis išbandomas numatyta apkrova (jei reikia atliekamas nukrovimas). Dėl įvairių priežasčių (dėl geologinių sąlygų ar polio kokybės) kartais nepavyksta išbandyti polio numatyta apkrova. Tuomet bandymas nutraukiamas kai polio nuosėdis viršija dešimtąją dalį savo skersmens ( $s = 0,1 \cdot D$ ). Ši sąlyga dažnai apibrėžia polio laikomąją gebą.

### *Polių bandymo ataskaita*

Polių bandymo ataskaitoje yra pateikiama trumpa informacija apie bandymų eigą, duomenis apie bandytus polius, bandymo protokolai, apkrovos ir deformacijų (nuosėdžio) grafikai (6 pav.), išvados apie polių laikomąją gebą.



6 pav. Polių bandymo rezultatai – apkrovos ir nuosėdžio grafikas

### **Polių vientisumo bandymai**

Polio vientisumo bandymas tai mažų deformacijų perdavimo ir matavimo metodas, kuris priskiriamas netiesioginių bandymų klasei. Šie tyrimai atliekami rankinio plakto pagalba smūgiuojant per polio galvą ir matuojant sukeltos garso bangos sklidimo pagreitį akselerometru, o duomenys registruojami kompiuteryje. Duomenų analizė pagrįsta vienmatės bangos sklidimo tamprioje terpėje analize.

Šis metodas leidžia nustatyti:

- intarpų kiekį ir vietas polio kamiene;
- polio kamieno įtrūkimus;
- polio kamieno matmenų pokyčius;
- betono kokybės pokyčius;
- dalinai gali pateikti duomenis apie polio armavimą;
- grunto slūgsančio aplink poli stiprumo variacijas.

#### *Polio vientisumo bandymo atlikimo metodika*

Mechaninis impulsas generuojamas specialaus plakto pagalba smūgiuojant per polio viršų. Šis impulsas sukelia smūginę (energijos) bangą – deformacijų arba akustinę bangą. Sukelta banga juda polio kamienu žemyn, pernešdama energijos kiekį, kur apatinėje polio dalyje (arba tam tikroje kamieno vietoje) yra atspindima ir grįžta atgal. Jei polio medžiaga yra vienalytė, tuomet bangos sklidimo greitis bus konstanta.

Darbų įrangą sudaro: specialus plaktukas su silikoniniais antgaliais, duomenų registravimo įrenginys (akselerometras), duomenų saugojimo ir apdorojimo įrenginys – kompiuteris (7 pav.).

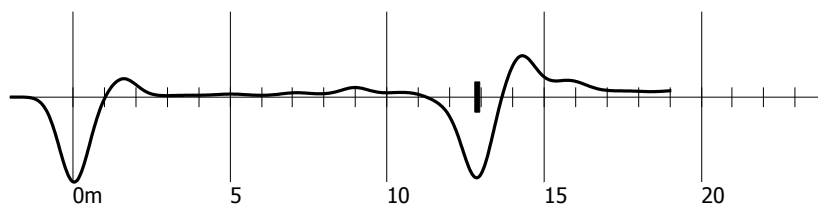


7 pav. Polio vientisumo bandymo įranga

#### *Polio vientisumo bandymo duomenų interpretacija*

Bandymo metu gauti duomenys interpretuojami vienmatės bangos sklidimo tamprioje terpėje principu. Gauti analizės duomenys yra pateikiami grafikų pavidalu (8 pav.), kur vaizduojama bangos sklidimo kreivė  $Y$  koordinatėje – polio atsakas,  $X$  koordinatėje – polio ilgis arba bangos sklidimo laikas. Bangos sklidimo kreivės konfigūracijai turi įtakos polio medžiagos savybės, impedansas ir aplink poli esančio grunto stiprumas. Pagal kreivės pobūdį galima spręsti apie polio formą, struktūrinį stiprumą ir netiesiogiai apie galimą jo ilgį. Duomenų interpretacijai naudojama speciali programinė įranga.

Polio vientisumo grafikuose, kreivės pirmasis išlinkimas yra polio galvos padėtis, paskutinis aiškus išlinkimas yra polio padas, kiti kreivės išlinkimai – polio kamieno nevienalytiškumo atspindžiai (impedansas).



8 pav. Tipinis polių vientisumo bandymo rezultatų grafikas