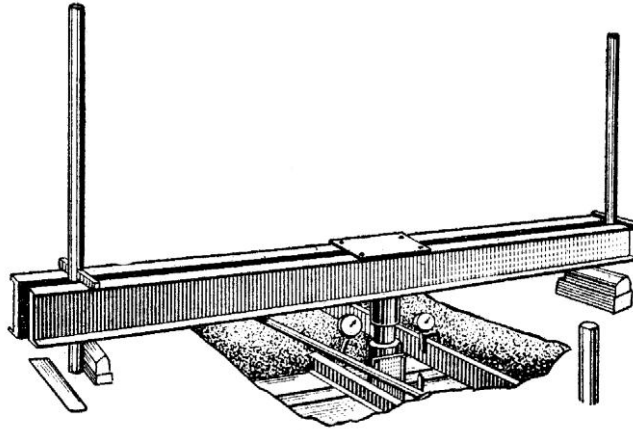


BANDYMAI STATINĖ PLOKŠTE (ŠTAMPINIAI BANDYMAI)

Bandymų statinė plokšte modifikacijos. Gruntų deformacinės savybės (deformacijų modulis) nustatomas įvairiais lauko metodais. Vienas iš labiausiai paplitusių – bandomųjų apkrovų metodas arba statinė plokštė (šampinis bandymas).



Bendras klasikinis bandymo statinė plokšte vaizdas.

Metodo esmė - apvalus ar kvadratinis šampas palaipsniškai apkraunamas vis didesnėmis apkrovomis bei matuojamas nuosėdis nuo kiekvieno apkrovos laipsnio. Yra kelios šio metodo modifikacijos:

- statinės plokštės bandymas šurfluose ar kituose atviruose kasiniuose.
- statinės plokštės bandymas gręžiniuose.
- bandymas įsukant statinę plokštę žemiau gręžinio kirtavietės;
- bandymas įsukant statinę plokštę tiesiogiai į grunto masyvą.

Bandymų statinė plokšte metu gaunami duomenys. Bandymai statinė plokšte yra vieninteliai natūriniai bandymai, kurie leidžia gauti tiesioginius bei patikimus gruntų spūdumo rodiklius, naudojamus juostinių ar plokščių pamatų projektavime. Laboratoriniai gruntų deformacinių savybių tyrimai, kurie atliekami su nedideliu dydžio bandiniais, paimtais iš kasinių ar gręžinių, ne visada duoda geriausius ir patikimiausius rezultatus. O kai kuriais atvejais jų neįmanoma iš vis paimti (vandeningi smėliniai ar silpni, plastingi moliniai, organogeniniai gruntai).

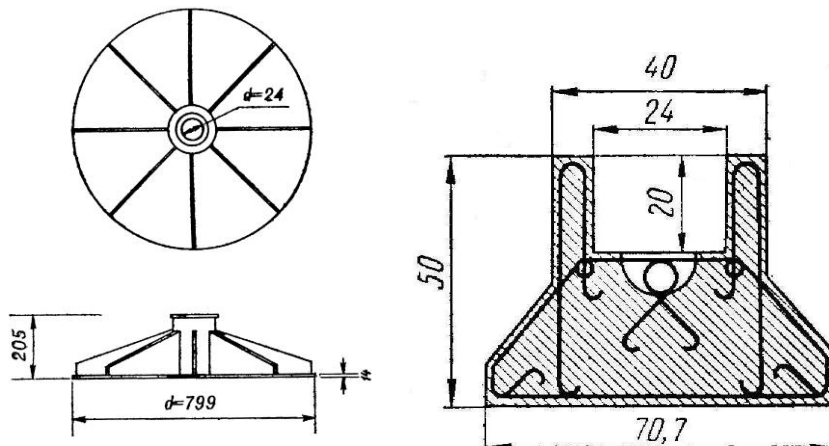
Šiai dienai bandymų statinė plokšte metodiką nustato daugelio šalių standartai (JAV - ASTM D1194-72, Didžiosios Britanijos - BS 1377:1990 (Part 9), Rusijos – GOST 20276-99, Europos standartas - EN ISO 22476-13 ir kt.).

Statinės plokštės bandymų įranga šurfluose, kasiniuose ir gręžiniuose.

Atliekant bandymus statine plokšte naudojama tokia įranga:

1. Plokštė (štampas);
2. Plokštės apkrovimo ir inkaravimo įranga;
3. Prietaisai plokštės nuosėdžio matavimui ir reperinė sistema.

Plokštė (štampas) - tai metalinė, betoninė arba gelžbetoninė apvali arba kvadratinė plokštė. Jos storis paprastai būna nuo 40-50 mm, betoninės ir gelžbetoninės plokštės - 100-200 mm.



Apvali ir kvadratinė plokštės

Plokštė turi būti standi, o jos paviršius, besiliečiantis su gruntu turi būti lygus. Pagal Rusijos GOST 20276-99 rekomenduojama naudoti apvalias plokštes, kurių plotas:

- 600 cm^2 (skersmuo 27,7 cm) - gręžiniuose ir bandymuose įsukama plokštė (III ir IV tipo);
- 2500 cm^2 (skersmuo 56,4 cm) ir - 5000 cm^2 (skersmuo 79,8 cm) kasiniuose ir šurfluose (I tipo);

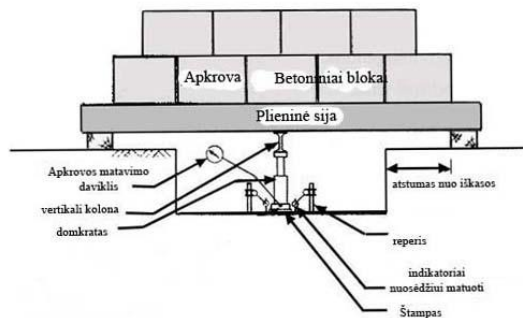
Be to galima naudoti 1000 cm^2 ploto plokštės su papildoma žiedine apkrova, kurios plotas iki 5000 cm^2 (II tipo). Ši papildoma apkrova turi būti lygi grunto geostatiniam slėgiui tame gylyje, kuriame yra plokštė.

Tiriant stipriai ir nevienodai susispaudžiančius gruntu su nevienoda ir nevienalyte sudėtimi (su tarp sluoksniais, lizėmis) tikslinga naudoti didelio ploto plokštes - iki 10000 cm^2 (skersmuo - 112,6 cm). Tiriant uolienas, paprastai paruošiami betoniniai ar gelžbetoniniai monolitai kubinės formos. Jų dydis $100 \times 100 \times 100 \text{ cm}$. Šios plokštės išliejamos vietoje.

Kiekviena plokštė turi turėti tiksliai nustatytą centrą išsikišimo ar įdubimo formos, tam kad galėtume į šį centrą įstatyti apkrovos įrangą. Tam, kad galėtume plokštę pakelti, ji turi turėti specialias kilpas.

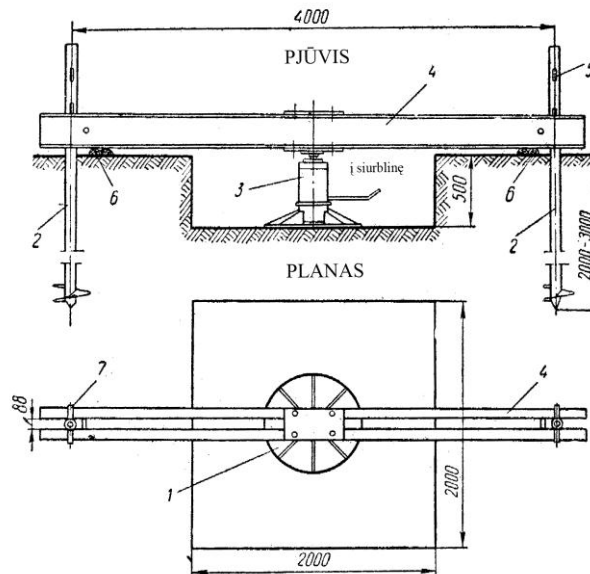
Plokštės apkrovimo ir inkaravimo įranga. Apkrovos į plokštę gali būti perduodamos tariruotais svoriais, sudedamais ant specialių platformų arba hidrauliniams domkratais. Apkrovos matavimo paklaida – ne daugiau 5% nuo apkrovos žingsnio. Plokštės apkrovimas specialiais tariruotais svoriais yra retai naudojamas, kadangi reikia panaudoti gremždiškas platformas ir didelį kiekį svorių. Daug paprastesnis ir lengvesnis būdas yra domkratų panaudojimas.

Apkrovos perdavimui į plokštę – statomi vamzdžiai, štangos ar metalinės kolonos, kurios perduoda apkrovą į plokštę. Taip pat naudojamas centravimo įrenginys, leidžiantis perduoti apkrovą tiesiai pagal vertikale.



Bandymo statinė apkrova sistema su apkrovimo blokais.

Inkaravimo sistemą paprastai sudaro du ar keturi įsukami inkarai arba inkariniai poliai, ant kurių dedama platforma arba sija, į kurią remiama vamzdžių ar štangų kolona.

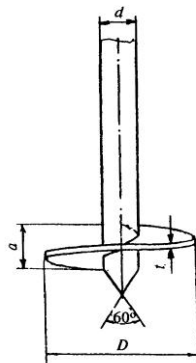


Bandymo statinė plokštė su įsukamais inkariniais poliais schema . 1-plokštė; 2-įsukami inkariniai poliai; 3-hidraulinis domkratas; 4-išilginė atraminė sija; 5-išpjovos svertams; 6-atraminiai padėklai; 7 – atraminiai įdėklai.

Prietaisai matuojantys plokštės nuosėdį, reperinė sistema. Pagrindiniai prietaisai matuojantys plokštės įsėdį yra laikrodiniai indikatoriai ir įlinkomačiai. Indikatoriais galima matuoti 0,1-0,05 mm tikslumu. Įlinkomačiai - tai prietaisai matuojantys įlinkius - atskirų konstrukcijos taškų pasislinkimas pagal nejudamą paviršių. Veikimo principas - sėdant štampei, įlinkomačio styga (plieninė viela) permesta per būgną, pasuka reduktorių (dantratis) ir rodyklė parodo reikšmę per kurią pasislinko štampos. Ciferblato skalė 0,1 mm, o paklaida gali būti 0,05 ar net 0,02 mm.. Įlinkomačiai arba indikatoriai tvirtinami prie reperinės sistemos, kuri įrengiama, taip, kad suteiktų pastovumą matavimo įrangai.

Bandymas įsukant statinę plokštę gręžiniuose žemiau kirtavietės ir grunto masyve

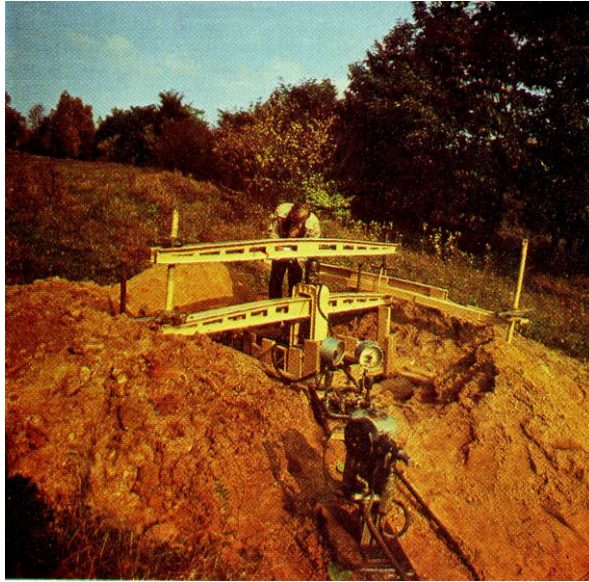
Grunto susispaudžiamumas tiriamas ir sraigatine arba įsukama plokšte. Tai plieninis vamzdis, kurio apatiniame gale yra plieninis diskas, išlenktas pagal sraigatinę kreivę. Vamzdžio skersmuo gali būti nuo 63 iki 88 mm, disko skersmuo – nuo 30 iki 40 cm. Įsukama statinė plokštė gali būti bandoma iki 10-12 m gylio, taip, kad jos diskas būtų tiriamo grunto sluoksnyje. Tiriant šiuo metodu, nereikia kasti šurfo, užtikrinamas geras plokštės sąlytis su gruntu bei bandymui nereikalinga didelė apkrova. Patogu apkrovai naudoti krovininį automobilį. Plokštės įsigilinimas pagal vieną apsisukimą Δh prie sraigto mentės žingsnio a : $\Delta h/a$. Šis santykis turi būti: 0,7-1,0.



Įsukamos plokštės sraigtas. d – vamzdžio skersmuo – nuo 89 iki 219 mm

t – mentės storis – 10 mm; D – mentės skersmuo – 277 mm; a - mentės žingsnis – 50-80 mm

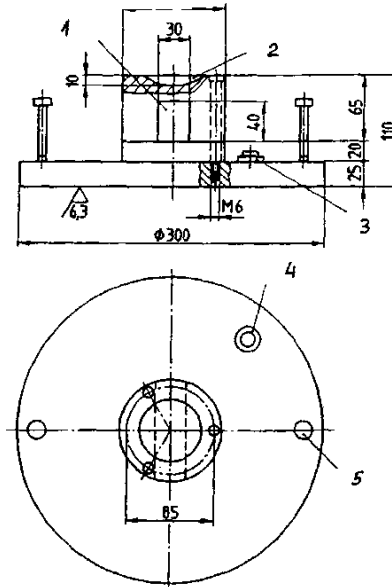
Atliekant bandymus įsukant statinę plokštę gręžiniuose žemiau kirtavietės ir grunto masyve naudojami tokie patys apkrovos, inkaravimo įranga, nuosėdžių matavimo prietaisai ir reperinės



Gruntų bandymas statine apkrova (Inžinerinių tyrinėjimų institutas, 1985)

Bandymai statine plokšte automobilių kelių pagrindams

Labai dažnai automobilių kelių, gatvių, aerodromų, pėsčiųjų takų bei aikštelių pagrindo stiprumo patikrinimui yra naudojami specialios konstrukcijos štamai. Jų taikymą apibrėžia normatyvinis dokumentas LST 1360.5:1995. Automobilių kelių gruntai. Bandymas štampu. Šio metodo esmė yra ta, kad pagrindo tyrimams naudojama plokštė, kurios skersmuo 300 mm. Taip pat gali būti naudojami ir 600 ir 762 mm skersmens plokštės su spindulinėmis simetriškai išdėstytomis briaunomis, kurių viršus turi būti paruoštas uždėti 300 mm skersmens plokštei.



300 mm skersmens apkrovos plokštė su matavimo anga: 1 - matavimo anga; 2 - rutulinis lizdas; 3 - sferinė lanksta; 4 - gulsčiukas; 5 - rankena plokštei nešti



Dešinėje „Frowag“ firmos, kairėje „Controls“ firmos gaminamų plokščių 35TO116/A modeliai.

Šiam bandymui atlikti reikalinga apkrovos atsvara, kuri turi būti 10 kN didesnė negu didžiausia bandymo apkrova. Atsvarai tinka pakrautas sunkvežimis, automobilio priekaba ir pan.

Štampui apkrauti naudojamas paprasto veikimo hidraulinis presas, kurio spaudimo stūmoklis, nuėmus apkrovą, turi savaime sugrįžti į pradinę padėtį.



Bandymas statine plokšte Stabatiškių km., Visagino sav., sutankinto molio pagrindui (UAB „Geotestus“, 2010)

Deformacijos modulio E_v nustatymas

Kelių dangos projektavimui reikalingas deformacijos modulis E_v nustatomas naudojant 300 mm skersmens plokštę. Apkrova didinama tol, kol pasiekama 5 mm deformacija arba grunto įtempimai po plokšte yra apie $0,5 \text{ MN/m}^2$. Naudojant 600 mm skersmens apkrovos plokštę, atitinkamos ribinės reikšmės yra 7 mm arba $0,25 \text{ MN/m}^2$, o jeigu apkrovos plokštės skersmuo 762 mm – atitinkamai 13 mm arba $0,2 \text{ MN/m}^2$.

Tiriant silpnus gruntus, bandymas nutraukiamas, kai įlinkiai arba įtempimai yra mažesni negu nurodyti arba kai apkrovos didinimas rodo staigų deformacijos padidėjimą, artimą grunto išstūmimo būsenai.

Apkraunant ir nukraunant gruntą, kita apkrova uždedama tik po 120 s. Tiriant kelio konstrukcijos medžiagą, apkrovos tarpas gali būti sutrumpintas iki 60 s.

Plokštė nukraunama, didžiausią apkrovą mažinant 50%, 25% ir 0%. Visiškai nukrovus plokštę, atliekamas antrasis apkrovimo ciklas, bet tik iki priešpaskutinės pirmojo ciklo apkrovos.

Antrojo apkrovimo ciklui patikrinti, laipsniškai visiškai nukrovus plokštę, gali būti atliekamas ir trečiasis apkrovimo ciklas. Per šį ciklą tučtuojau po antrosios apkrovos be tarpinių bandymų uždedama antrojo ciklo galutinė apkrova.

Grunto deformacijos modulis E_v , turint pirmojo ir pakartotinio apkrovimo nusėdimų kreivę, apskaičiuojamos pagal kirstinės nuolydį tarp taškų $0,3 \sigma_{\max}$ ir $0,7 \sigma_{\max}$ pagal lygtį:

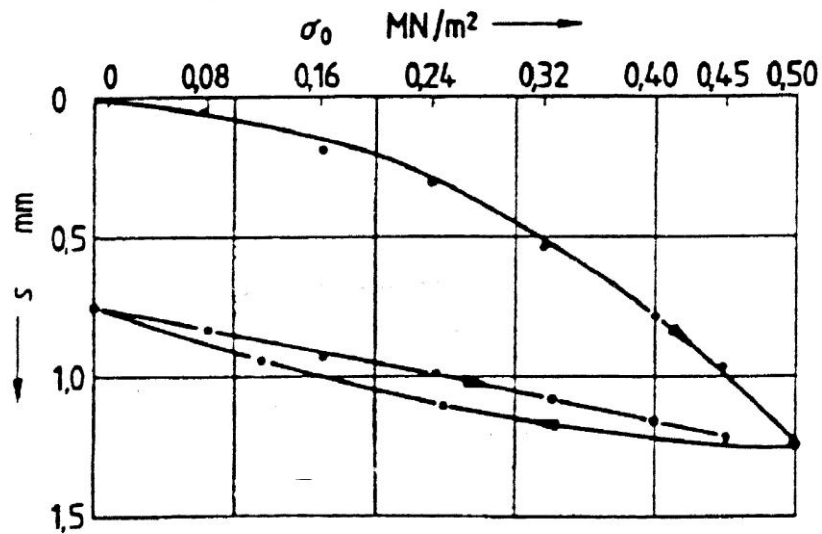
$$E_v = 1,5 * r * \Delta \sigma / \Delta s$$

kur:

r - apkrovos plokštės spindulys, mm;

$\Delta \sigma$ - grunto įtempimų pokytis po plokšte, MN/m^2 ;

Δs - grunto deformacijos pokytis plokštės centre, mm



Nusėdimo kreivės pavyzdys deformacijų moduliui E_v nustatyti:

Paprastai kelių dangų projektavime yra naudojamas antrojo apkrovimo ciklo metu gautas deformacijų modulis E_{v2} . Įvertinant ar tinkamas kelio dangos pagrindas skaičiuojamas santykis tarp E_{v1} ir E_{v2} . Jei dangos pagrindas (smėlinis gruntas) yra tinkamai sutankintas jis turėti būti iki 2,5.

Bandymai dinamine plokšte (dinaminis štampos) (Dynamic Light Drop-Weight Tester)

Dinaminės plokštės bandymas yra naudojamas žemės sankasų ir kelių pagrindo sutankinimo kokybei patikrinti. Juo nustatomas dinaminis deformacijų modulis E_{vd} , MPa. Bandymas yra naudojamas smėlinių gruntų pagrindams, kurių mažiausių dalelių dydis neviršija 0,63 mm. Šio bandymo gali būti patikrinamas iki 0,50 cm storio grunto sluoksnis.

Techniniai duomenys: Bendra masė: 15 kg, plakto masė: 10 kg, maksimali smūgio jėga - 7.07 kN, plokštės skersmuo - 300 mm, plokštės storis: 20 mm, nuosėdžių matavimo tikslumas: 0.10 - 2.0 mm \pm 0.02 mm, maitinimas : 4 elementai



Dinaminės plokštės ir viso prietaiso bendras vaizdas

Bandymo atlikimas. Plokštė pastatoma ant išlyginto grunto paviršiaus. Ant jos uždedama štanga su užfiksuotu viršutinėje jos dalyje plaktu. Gulsčiuko pagalba nustatoma vertikali plokštės atžvilgiu štangos padėtis. Po to plaktas yra paleidžiamas laisvai kristi. Matavimo prietaisų pagalba užfiksuojamas plokštės nuosėdis į gruntą. Plakto kritimas atliekamas iš viso tris kartus. Gaunami trys užmatuoti plokštės nuosėdžiai: s_1 , s_2 , s_3 mm. Matavimo prietaisas suskaičiuoja šių nuosėdžių aritmetinį vidurkį ir pateikia ekrane dinaminį deformacijų modulį E_{vd} .

Gauti dinaminio deformacijų modulio rezultatai naudojami įvertinant gruntų pagrindo sutankinimo laipsnį. D_{pr} . (lentelė). Lentelėje, palyginimui, taip pat pateiktos orientacinės bandymo statine plokšte (automobilių keliams) deformacijų modulio E_{v2} vertės.

Orientacinės dinaminio deformacijų modulio E_{vd} reikšmės sutankinimo laipsniui D_{pr} nustatyti pagal

TP BF-StB Teil 8.3

	Reikalaujamas sutankinimo laipsnis, D_{pr}	Pagal orientacines reikšmes nustatytas statinis deformacijų modulis pagal antrą apkrovimą	Dinaminis deformacijų modulis, gautas pagal dinaminės plokštės bandymus
Grunto grupė pagal DIN 18196	Sutankinimo laipsnis D_{pr} %	Statinis deformacijų modulis E_{v2} , MN/m ²	Dinaminis deformacijų modulis E_{vd} , MN/m ²
Plačiafrakcinis žvyro-smėlio mišinys (ŽG GW), pertrauktafrakcinis žvyro-smėlio mišinys (ŽP GI)	>103	>120	>75
	>100	>100	>55
	>98	>80	>45
	>97	>70	>40
Siaurafrakcinis smėlis (SB SE), siaurafrakcinis žvyras (ŽB GE), plačiafrakcinis smėlio-žvyro mišinys(SG SW), pertrauktafrakcinis smėlio-žvyro mišinys (SP SI)	>100	>80	>40
	>98	>70	>35
	>97	>60	>32
Smulkūs gruntai	>100	>45	>25
	>98	>30	>15
	>97	>20	>10