

Na temelju člana 81. Zakona o standardizaciji („Službeni list SFRJ”, br. 37/88), nakon pribavljenog mišljenja saveznog sekretara za trgovinu, direktor Saveznog zavoda za standardizaciju propisuje

## **PRAVILNIK O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA TEMELJENJE GRADEVINSKIH OBJEKATA**

### **I. OPĆE ODREDBE**

#### **Član 1.**

Ovim se pravilnikom propisuju tehnički normativi koji se primjenjuju pri projektiranju i izvođenju radova na temeljenju građevinskih objekata.

#### **Član 2.**

Projekti temeljenja građevinskih objekata moraju sadržati podatke o rezultatima istraživanja sastava tla, ispitivanja tla „in situ” i ispitivanja uzoraka tla, proračun dopuštenog opterećenja tla, proračun slijeganja građevinskog objekta i dimenzioniranja temelja te druge podatke predviđene propisima iz oblasti građevinarstva.

Projekti iz stava 1. ovog člana sastavnim su dijelom tehničke dokumentacije građevinskog objekta odnosno njegovog dijela.

Opseg i stupanj obrade podataka iz stava 1. ovog člana ovise o značenju i složenosti građevinskog objekta odnosno njegova dijela i svojstvima tla.

Ako postoje podaci o eventualnoj nestabilnosti terena u prirodnim uvjetima, prije početka istraživanja terena za potrebe temeljenja mora se istraživati teren i definirati uvjeti stabilnosti.

#### **Član 3.**

Postojeći građevinski objekt odnosno njegov dio može se dograđivati samo ako je projekt iz člana 2. stava 1. ovog pravilnika izrađen tako da se temeljenjem na osnovi toga projekta osigurava da temelji podnesu dodatna opterećenja kojima se ne ugrožava stabilnost tog objekta odnosno njegova dijela i susjednih objekata.

### **II. ISPITIVANJE TLA**

#### **1. Ispitivanje tla na terenu**

#### **Član 4.**

Teren se ispituje radi potpune geotehničke identifikacije i klasifikacije tla na lokaciji objekta odnosno na području utjecaja objekta na teren za vrijeme gradnje i eksploatacije.

Grada i svojstva tla ispituju se inženjersko-geološkim kartiranjem terena, istražnim jamama, oknima, rovovima, zasjecima, jezgrama istražnih bušotina, penetracijskim sondiranjem, krilnim sondama, presiometrima, pokusnim opterećenjima te geofizičkim i drugim metodama prema odredbama ovog pravilnika.

Istraživanjima i ispitivanjima iz stava 2. ovog člana ne smije se ugroziti stabilnost građevinskog objekta, niti izazvati teškoće pri izvedbi radova na temelju objekta odnosno njegova dijela.

#### **Član 5.**

Svojstva tla ispituju se na poremećenim i neporemećenim uzorcima u laboratoriju ili pokusima na terenu.

#### **Član 6.**

Tlo se ispituje prije početka izrade tehničke dokumentacije na temelju koje se gradi građevinski objekt odnosno njegov dio.

Ovisno o razini obrade tehničke dokumentacije (idejni ili glavni projekt) i stupnju istraženosti terena, određuje se područje istraživanja te opseg, vrsta i uvjeti izvođenja istražnih radova. Obrazloženo odnosno koncepcija istraživanja, tehnički uvjeti izvođenja istražnih radova i ispitivanja te način obrade i prikazivanja rezultata istraživanja daju se u projektu istraživanja.

Projekt istraživanja terena te sinteza i interpolacija rezultata istraživanja ne mogu se mehanički koristiti kao podloga za drugi objekt na istoj lokaciji, niti za istovjetni objekt na drugoj lokaciji.

#### **Član 7.**

Za izradu idejnog projekta dotičnog objekta, istraživanjem terena prethodno se definiraju:

- 1) elementi mogućih tehničkih rješenja temeljenja, ovisno o kvaliteti i homogenosti tla te o veličini i rasporedu opterećenja od predviđenog objekta;
- 2) radni uvjeti pri izradi temelja;
- 3) topografska struktura, tj. reljef, s obzirom na njegovu formiranje;
- 4) litostratigrafski sastav i sklop, geneza i pripadnost po geološkim parametrima;
- 5) prisutnost podzemnih voda, mogući priljevi podzemnih voda u iskope i agresivnost podzemnih voda;
- 6) opća i lokalna stabilnost terena;
- 7) osnovna fizikalno mehanička svojstva sredina koje čine teren.

#### **Član 8.**

Radi utvrđivanja kvalitete i, posebno, mehaničke heterogenosti tla u osnovi objekta, za izradu idejnog projekta, minimalni opseg terenskih istražnih radova za površinu do 1 000 m<sup>2</sup> jest:

- 1) jedna istražna bušotina do projektirane dubine;
- 2) tri terenska istražna rada do projektirane dubine, s intervalom ispitivanja po dubini ne većim od 2 m (statičko odnosno dinamičko penetracijsko sondiranje, presiometarsko ispitivanje, pokusi krilne sonde i dr.).

#### **Član 9.**

Radi utvrđivanja kvalitete i mehaničke heterogenosti tla za izradu glavnog projekta, minimalni opseg terenskih istražnih radova čini broj čvornih mjesta pravokutne mreže, čija dužina stranica iznosi 20 do 30 m, računajući i pokuse izvedene za fazu idejnog projekta. Granična kontura osnove objekta jest vanjska kontura pravokutne mreže.

#### Član 10.

Dubina ispitivanja tla određuje se prema vrsti i rasporedu slojeva u tlu, načinu temeljenja, opterećenju tla, veličini i značenju građevinskog objekta odnosno njegova dijela na neravnomjerno slijevanje veći ili ako se deformabilnost povećava i/ili se čvrstoća smanjuje povećanjem dubine, tlo se ispituje sondiranjem do veće dubine.

#### Član 11.

Ako su površina temelja, specifično opterećenje i osjetljivost građevinskog objekta odnosno njegova dijela na neravnomjerno slijevanje veći ili ako se deformabilnost povećava i/ili se čvrstoća smanjuje povećanjem dubine, tlo se ispituje sondiranjem do veće dubine.

#### Član 12.

Dubina ispitivanja tla određuje se, u pravilu, prema formuli:

$$D_1 = \frac{p \cdot B_0}{100},$$

gdje je:

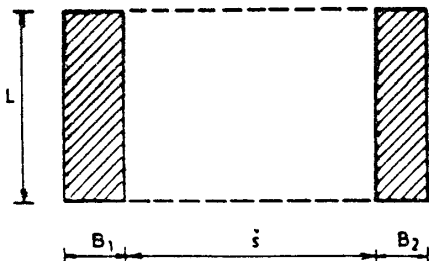
$D_1$  – dubina ispitivanja izražena u metrima (m);  
 $p$  – prosječno specifično opterećenje tla i temelja izraženo u kilonjutnima po kvadratnom metru ( $\text{kN/m}^2$ );  
 $B_0$  – širina objekta odnosno njegova dijela izražena u metrima, mjerena pri dnu temelja.

Ako je udaljenost „ $s$ ” temeljnih stopa između dva susjedna zida „ $s$ ”  $> 2(B_1 + B_2)$  a i za usamljene zidove i stupove (slika 1), dubina ispitivanja tla određuje se prema formulama:

1)  $D_1 = 2 \cdot B$ , ako je specifično opterećenje tla temelja  $p < 100 \text{ kN/m}^2$

2)  $D_1 = \frac{2 \cdot p \cdot B}{100}$ , ako je specifično opterećenje tla temelja  $p > 100 \text{ kN/m}^2$

gdje  $B$  označava širinu najšireg temelja izraženu u metrima (m).



#### Član 13.

Ako je odnos duljine temelja prema širini temelja ( $L:B$ ) manji od 2:1, dubina ispitivanja tla smanjuje se za 20%.

#### Član 14.

Ako se primjenom odredaba čl. 11. do 13. ovog pravilnika dobije dubina ispitivanja tla manja od 6 m, tlo se mora ispitivati na dubini od najmanje 6 m, osim ako se ispitivanjem tla dopre do čvrste stijene koja se nalazi na dubini manjoj od 6 m.

#### Član 15.

Dubina ispitivanja tla računa se od dana temelja građevinskog objekta naniže.

#### Član 16.

Tlo se iskopavanjem ispituje u istražnim jamama, istražnim oknima, istražnim rovovima i istražnim zasjecima. Taj se postupak ispitivanja primjenjuje pri ispitivanju tla za pozajmišta materijala te za plitko fundirane objekte privremenog karaktera koji imaju samo prizemnu etažu, površine osnovice manje od  $100 \text{ m}^2$  (lakši građevinski objekti).

#### Član 17.

U horizontalnom smjeru tlo se ispituje rovovima ili istražnim zasjecima.

#### Član 18.

Ako se tlo ispituje iskopavanjem, bočne se strane iskopa moraju osigurati od odrona.

#### Član 19.

Ako se tlo ispituje bušenjem, mora se bušiti na većim dubinama ili ispod razine podzemnih voda.

Promjer bušotine, ovisno o vrsti ispitivanja i veličini aparata za ispitivanje neporemećenih uzoraka u laboratoriju, može biti veći od 89 mm za glavne i dopunske bušotine odnosno veći od 46 mm za prethodne bušotine.

Bušotine se stabiliziraju zacjeljivanjem, bušačkom isplakom ili vodom. Pri izboru načina stabilizacije bušotina, prednost ima način koji, ovisno o vrsti tla i stanju podzemnih voda, uzrokuje najmanji poremećaj zidova i dna bušotine.

#### Član 20.

Bušenje iz člana 19. ovog pravilnika može biti udarno ili rotacijsko.

Izbor načina bušenja ovisi od vrsti, veličini i osjetljivosti građevinskog objekta promjeru i dubini bušotine, materijalu u kojem se buši i primjenljivosti jednog od ovih načina bušenja, potrebi točnog određivanja promjena pojedinih vrsta tla i razini podzemnih voda te o potrebi vađenja neporemećenih uzoraka odnosno izvršenja standardnog penetracijskog presiometarskog ispitivanja ili ispitivanja kriinom sondom.

Udarno se bušenje primjenjuje samo ako se ne vade uzorci tla i može se koristiti za pomoćne svrhe pri geotehničkim ispitivanjima.

Udarno bušenje nije dopušteno za identifikaciju i klasifikaciju materijala iz bušotine.

#### Član 21.

Radi utvrđivanja deformabilnosti tla u prirodnim uvjetima, tlo se presiometrom ispituje u istražnim bušotinama promjera koji odgovara promjeru presiometarske sonde.

#### Član 22.

Tlo se ispituje penetracijskim sondiranjem radi utvrđivanja njegove mehaničke heterogenosti, ako se iz tla koje se ispituje ne mogu vaditi neporemećeni uzorci ili ako kvaliteta uzoraka nije dovoljno pouzdana za ocjenu zbijenosti i konzistentnosti tla.

#### Član 23.

Tlo se ispituje penetracijskim sondiranjem na jedan od ovih načina:

- 1) statičkim penetracijskim sondiranjem;
- 2) dinamičkim penetrijskim sondiranjem;
- 3) standardnim penetracijskim sondiranjem;
- 4) drugim priznatim metodama penetracijskog sondiranja.

#### Član 24.

Kriinom sondom ispituje se meki glinoviti materijal, indeksa konzistencije

$$I_c < 0,25,$$

iz kojega vadenja neporemećnih uzoraka tla nije pouzdano ili moguće.

#### Član 25.

Pri kartiranju se pregledaju i uočavaju svojstva tla u prirodni zasjecima, zidovima istražnih jama, oknima ili rovovima i materijala koji se dobiva iz sondažnih bušotina.

Uočena svojstva tla registriraju se u izvještaju koji se vodi za svaki istražni rad.

#### Član 26.

Geofizičke metode ispitivanja tla mogu se primijeniti za ispitivanje velikih površina ili dugih poteza.

Geofizičke metode ispitivanja tla obuhvaćaju mjerenja: električnog otpora (geoelektrična mjerenja), brzine širenja elastičnih valova (seizmička i mikroseizmička mjerenja), apsorpcije neutronskih čestica (mjerenje gustine i zasićenosti slojeva tla) i druga mjerenja tla ovisno o konkretnom slučaju.

### 2. Utvrđivanje razine i ispitivanje podzemnih voda

#### Član 27.

U toku bušenja odnosno pri sondažnim iskopima mora se utvrditi ustaljena razina podzemnih voda.

Razina podzemnih voda pravilno se mjeri i promatra posebno ugrađenim piezometrom.

Piezometar se ugrađuje ovisno o hidrogeološkoj građi tla, uz pažljivo izoliranje utjecaja susjednih slojeva tla.

#### Član 28.

Podaci o maksimalnoj razini podzemne vode, za predmetnu lokaciju, pribavljaju se od organizacije nadležne za vodoprivredu.

#### Član 29.

Uzorak podzemne vode uzima se s jednoga mjesta ili s više mjesta iz dijela tla koji se ispituje, prema odgovarajućim jugoslavenskim standardima.

Uzorci podzemne vode uzimaju se za određivanje agresivnosti na materijale temeljnih konstrukcija.

### 3. Prikazivanje rezultata terenskih sondiranja i ispitivanja tla

#### Član 30.

Rezultati terenskih sondiranja i ispitivanja tla unose se u izvještaj terenskog ispitivanja, koji sadrži ove podatke:

- 1) naziv i položaj građevinskih objekata;
- 2) svrhu sondiranja;
- 3) naziv odnosno ime naručioca i ime nadzornog organa;
- 4) naziv izvođača i ime odgovornog rukovodioca radova;
- 5) datum sondiranja;
- 6) vrstu i oznaku sonde;
- 7) situacijski i visinski položaj sonde;
- 8) vrstu i oznaku naprave za sondiranje;
- 9) predviđenu dubinu sondiranja;
- 10) dubinu obavljenog sondiranja;
- 11) metodu rada;
- 12) vrstu zacičevljenja;
- 13) vrstu pribora i alata;
- 14) promjer bušotine;
- 15) postotak izvođenja jezgre;
- 16) način vadenja neporemećenih uzoraka;
- 17) trajanje rada;
- 18) opis vremenskih prilika.

Na temelju izvještaja terenskog ispitivanja izgrađuju se geološki i geotehnički profili istražnih bušotina odnosno profili s rezultatima terenskih pokusa.

### 4. Uzimanje uzoraka tla za ispitivanje u laboratoriju

#### Član 31.

Za ispitivanje uzoraka tla u laboratoriju, da bi se upoznale karakteristike temeljnog tla, mora se izvaditi propisani odnosno potrebni broj neporemećenih uzoraka.

#### Član 32.

Neporemećeni uzorci tla moraju se vaditi, pakirati i otpremati tako da prostorna raspodjela čestica i prirodni sadržaj vlage ostanu nepromijenjeni.

Neporemećeni se uzorci uzimaju iz svake vrste tla, a iz debljih slojeva, prema potrebi, uzima se više uzoraka.

Promjer neporemećenog uzorka koji se uzima ovisi o veličini laboratorijskih aparata, ali ne može biti manji od 46 mm. Visina uzorka ne može biti manja od 180 mm.

#### Član 33.

Ako nije moguće uzeti potpuno neporemećeni uzorak, uzet će se poremećeni uzorak iz kojega se može pouzdano utvrditi prirodna vlažnost tla.

Poremećeni uzorci uzimaju se iz svake vrste tla, u količinama koje su potrebne za predviđena laboratorijska ispitivanja.

#### Član 34.

Uzorci se moraju pažljivo pakirati u odgovarajuće sanduke, označavati i najprikladnijim prijevoznim sredstvima otpremati najkraćim putem u geomehanički laboratorij.

### 5. Ispitivanje uzoraka tla u laboratoriju

#### Član 35.

Opseg ispitivanja uzoraka tla u laboratoriju ovisi o veličini, trajnosti i karakteru građevinskog objekta, obliku osnove temelja, statičnom sistemu i osjetljivosti na slijeganje, predviđenom načinu temeljenja, veličini i karakteru opterećenosti na temelje, brzini gradnje i načinu izvedbe radova, vrsti i sastavu radova vrsti i sastavu tla, homogenosti i heterogenosti tla, geološkim uvjetima i hidrogeološkim prilikama u tlu te o geotehničkim karakteristikama pojedinih slojeva tla i poznatim podacima o temeljenju i slijeganju susjednih objekata.

#### Član 36.

U laboratoriju se pokusima određuju svojstva poremećenih i neporemećenih uzoraka tla, i to: sadržaj vode, obujamna masa tla, zbijenost tla, granulometrijski sastav tla, granice plastičnosti tla, stižljivost sa sprječanim bočnim širenjem, otpornost na posmik (pokusom izravnog posmika, pokusom triaksijalne kompresije, pokusom jednoaksijalne kompresije sa slobodnim bočnim širenjem), sadržaj organskih tvari, sadržaj karbonata i sadržaj topivih soli te druga svojstva predviđena propisima za laboratorijska ispitivanja uzoraka tla.

#### Član 37.

Rezultati ispitivanja uzoraka tla u laboratoriju prikazuju se na način propisan u projektu tih ispitivanja.

### III. KLASIFIKACIJA I IDENTIFIKACIJA TLA

#### Član 38.

Prema vrstama tla, prirodni materijali svrstavaju se u ove osnovne skupine:

- 1) stijena – monolitna (s pukotinama, zdrobljena) ili trošna (jače zdrobljena, zahvaćena procesom raspadanja);
- 2) nevezani (nekoherentni) materijali – drošina ili obluci (promjera većeg od 60 mm), šljunak krupni (promjera od 60

mm do 20 mm), šljunak srednji (promjera 20 mm do 6 mm), šljunak sitni (promjera od 6 mm do 2 mm), pijesak krupni (promjera od 2 mm do 0,6 mm), pijesak srednji (promjera od 0,6 mm do 0,2 mm) i pijesak sitni (promjera od 0,2 mm do 0,06 mm);

3) vezani (koherentni) materijali – krupni prah (promjera od 0,06 mm do 0,02 mm) srednji prah (promjera 0,02 mm do 0,006 mm), sitni prah (promjera od 0,006 mm do 0,002 mm), glina (promjera manjeg od 0,002 mm), organska glina s primjesom organskih supstancija (promjera manjeg od 0,002 mm) i treset.

Ovi se materijali sastoje, u pravilu, od mješavine osnovnih skupina navedenih u stavu 1. ovog člana.

#### Član 39.

Nevezani materijali u pojedinim osnovnim skupinama iz člana 38. ovog pravilnika razvrstavaju se, prema granulometrijskom sastavu, u dobro granulirane (ako su u materijalu zastupljena zrna svih veličina) i jednolične (ako je razlika između promjera najvećega i najmanjeg zrna mala).

Vezani materijali, prema plastičnosti, razvrstavaju se u materijale male, srednje i visoke plastičnosti.

#### Član 40.

Osnovne skupine materijala i njihove smjese označuju se simbolima, i to:

1) nevezani materijali – drobina i obluci (nema simbola); dobro granulirani šljunak – GW, slabo granulirani šljunak – GP, jednolični šljunak – GU, šljunak s pjeskovito-glinovitim vezivom – GC, slabo granulirani šljunak s većim sadržajem praha ili gline – GM, dobro granulirani pijesak – SW, slabo granulirani pijesak – SP, jednolični pijesak – SU, pijesak s glinovitim vezivom – SC, slabo granulirani pijesak s prekomjernom količinom praha ili gline – GM;

2) vezivni materijali – prah male plastičnosti – ML, prašinasta glina male plastičnosti – CL, prah srednje plastičnosti – MI, glina srednje plastičnosti – CI, organska glina srednje plastičnosti – OI, prah visoke plastičnosti – MH, glina visoke plastičnosti – CH, organska glina visoke plastičnosti – OH, treset – PT.

Smjese više skupina materijala nazivaju se imenom skupine koja je u smjesi najjače zastupljena. Materijali na granici između dviju skupina označuju se simbolom tih skupina (npr. CL/CI).

#### Član 41.

Nevezani materijali, prema vlažnosti, razvrstavaju se u suhe, malo vlažne i zasićene vodom.

Nevezani materijali, prema porozitetu, razvrstavaju se u: vrlo zbijene, zbijene, srednje zbijene i rastresite.

#### Član 42.

Vezivni materijali, prema vlažnosti i konzistenciji, razvrstavaju se u čvrste, polučvrste, teško gnječive, lako gnječive i žitke.

Vezivni materijali, prema koeficijentu pora, razvrstavaju se u vrlo malo porozne, malo porozne, srednje porozne, jače porozne i vrlo porozne.

### IV. PROMATRANJE SLIJEGANJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA

#### Član 43.

Slijeganja građevinskih objekata te objekata osjetljivih na diferencijalna slijeganja obavezno se registriraju sistematski u toku gradnje i za vrijeme postojanja i eksploatacije objekta, na način kojim se omogućuje da se sagleda konsolidacija tla pod opterećenjem.

Za objekte s većim specifičnim opterećenjem tla istovremeno se promatraju i registriraju i slijeganja susjednih objekata i samog tla, horizontalno pomicanje temelja i tla, zaokretanje temelja i druge deformacije.

#### Član 44.

Slijeganje građevinskih objekata promatra se osobito: u toku gradnje pri svakome karakterističnom povećanju opterećenja nakon dovršenja svakoga ili svakoga drugog kata zgrade, pri gradnji novih susjednih objekata, nakon jače oscilacije razine podzemnih voda, nakon izvanrednih prirodnih ili umjetnih utjecaja (zbog potresa, eksplozije, zabijanja pilota i promjene vlažnosti tla u temeljima), pri nadzidanju zgrada te u drugim sličnim slučajevima.

#### Član 45.

Slijeganje se mora promatrati kod građevinskih objekata za koje je proračunato slijeganje veće od 5 cm i kod građevinskih objekata stalnog karaktera temeljenih na poboljšanom tlu.

#### Član 46.

Promatranje slijeganja građevinskih objekata mora se predvidjeti i obraditi u glavnom projektu građevinskog objekta.

### V. SILE KOJE DJELUJU NA TEMELJE (OPTEREĆENJA)

#### 1. Opće odredbe

##### Član 47.

Sile koje djeluju na temelje razvrstavaju se u glavna, dopunska i posebna opterećenja prema propisima za proračun građevinskog objekta.

U glavna opterećenja spadaju: vlastita masa objekta, korisno opterećenje, hidrostatski tlak i uzgon, hidrodinamički tlak i porni pretlak, aktivni tlak tla te otpor tla (pasivni tlak).

U dopunska opterećenja spadaju: kapilarni tlak, tlak od zaledivanja i utjecaji koji se iznimno javljaju.

#### 2. Glavna opterećenja

##### Član 48.

Stalne sile koje potječu od vlastite mase građevinskog objekta i tla dobivaju se iz podataka o obujamnim masama i obujmima pojedinih elemenata konstrukcije objekta. One djeluju vertikalno prema dolje i moraju se uzeti u obzir pri svim proračunima temeljenja konstrukcije.

##### Član 49.

Sile od korisnog opterećenja građevinskog objekta određuju se prema odgovarajućim propisima, a i prema pribavljenim podacima za predviđeni objekt. Korisno opterećenje može djelovati trajno, povremeno i trenutno, te se mora uzeti u obzir pri proračunu djelovanja korisnog opterećenja.

##### Član 50.

Hidrostatski tlak i uzgon javljaju se u porama tla zasićenoga vodom i djeluju na sve strane podjednako, a okomito na površinu koja ne propušta vodu. Hidrostatski tlak mora se uzeti u obzir u okviru glavnih opterećenja ako se temelj građevinskog objekta nalazi ispod razine podzemne vode.

##### Član 51.

Hidrodinamički tlak javlja se u porama tla pri kretanju podzemne vode i razmjernan je hidrauličkom gradijentu toka podzemne vode u promatranoj točki tla.

Hidrodinamički tlak djeluje na čestice tla kao sila mase u smjeru kretanja podzemne vode.

##### Član 52.

Porni pretlak javlja se u porama tla što su ispunjene vodom i ima hidrostatski karakter.

U vodom zasićenom tlu porni pretlak sastoji se od hidrostatičke komponente određene u članu 50. ovog pravilnika i od pretlaka koji se javlja u deformabilnom tlu kao posljedica promjene naponskog stanja u tlu.

U nezasićenom tlu zračni pretlak u porama može se razlikovati od pretlaka vode. Pri stalnom opterećenju tla porni pretlak opada s vremenom zbog istiskivanja vode iz pora tla. Porni pretlak javlja se prije svega u tlu male vodopropustljivosti.

#### Član 53.

Veličina, smjer djelovanja i raspodjela aktivnog tlaka određuju se po priznatim teoretskim ili empirijskim metodama, pri čemu se u obzir uzimaju kinematski uvjeti.

#### Član 54.

Veličina tlaka tla u stanju mirovanja određuje se po priznatim teoretskim ili empirijskim metodama.

#### Član 55.

Veličina, smjer djelovanja i raspodjela pasivnog otpora tla određuju se po priznatim teoretskim ili empirijskim metodama, pri čemu se uzima u obzir najnepovoljniji oblik kliznih površina u skladu s mogućnošću pomicanja konstrukcije ili temelja.

### 3. Dopunska opterećenja

#### Član 56.

Sile dopunskih opterećenja uzimaju se pri proračunu i dimenzioniranju temelja prema odgovarajućim propisima za predviđene objekte.

Ako je veličina dopunskog opterećenja približna veličini korisnog opterećenja ili vlastitoj masi, dopunsko se opterećenje mora unijeti u račun u svim fazama analize temeljenja.

#### Član 57.

Kapilarni tlak javlja se u porama tla zasićenog vodom koje se nalazi iznad razine podzemne vode i djeluje kao sila. Veličina kapilarnog tlaka ovisi o relativnoj vlazi zraka i visini kapilarnog penjanja vode u tlu, a određuje se mjerenjima i ispitivanjima.

#### Član 58.

Tlak od zaleđivanja javlja se u tlu pri temperaturi ispod  $0^{\circ}\text{C}$ , ako su pore potpuno ili djelomično ispunjene vodom. Veličina tlaka od zaleđivanja ovisi o stupnju zaleđenosti i određuje se mjerenjima i ispitivanjima.

#### Član 59.

Puzanje tla nastaje zbog viskoznih deformacija u glinovitom tlu. Puzanje tla izaziva relaksacija napona pri stalnoj deformaciji i lagana deformacija opterećenih zrna tla pri stalnom opterećenju. Sile od djelovanja puzanja tla određuju se ako mogu utjecati na konstrukciju građevinskog objekta i temelja.

#### Član 60.

Bubrenje je povećanje obujma tla zbog povećanja sadržaja vode u tlu ili rasterećenja tla i javlja se samo na glinom tlu.

Sile bubrenja mogu izazvati povećani pritisak na temelje konstrukcije ako su deformacije temelja spriječene.

#### Član 61.

Veličina i smjer djelovanja seizmičkih i dinamičkih sila ovise o utjecajima koji ih izazivaju. Sile seizmičkoga i dinamičkog djelovanja uzimaju se u proračun prema propisima za proračun konstrukcija. Veličina i smjer djelovanja seizmičkoga i dinamičkog utjecaja određuju se prema propisima za optereće-

nje konstrukcija, a i na temelju raspoloživih podataka mjerenja i obavljenih ispitivanja ili drugih podataka.

Dinamički utjecaji nastaju zbog naglih promjena opterećenja od periodičnih ili neperiodičnih udarnih sila eksplozija i vibracija mase koje se prenose na temelj i tlo.

### 4. Posebna opterećenja

#### Član 62.

Svodno (lučno) djelovanje u tlu nastaje u posebnim slučajevima deformacije tla kao posljedica posmičenih napona na granicama mase tla koja se nalazi u stanju granične ravnoteže. Svodno djelovanje utječe na raspodjelu i veličinu pritiska na graničnim površinama mase tla.

Svodno djelovanje uzima se u obzir ako u kombinaciji s drugim silama daje nepovoljnije opterećenje.

### 5. Dopuštena opterećenja

#### Član 63.

Dopušteno opterećenje tla određuje se prema kriteriju loma tla te prema dopuštenom slijeganju građevinskog objekta.

#### Član 64.

Dopušteno opterećenje pravokutnog temelja u osnovici računa se za lom tla po ovoj formuli:

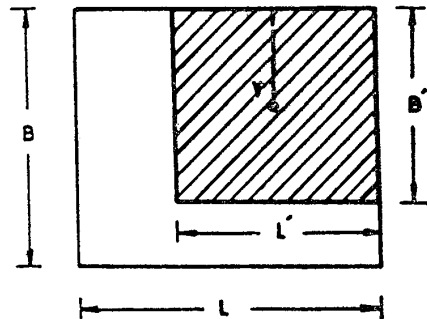
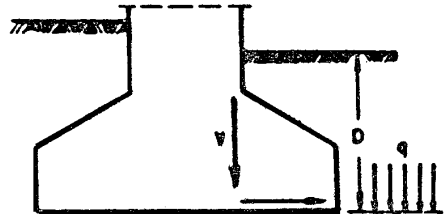
$$Pa = \frac{Q}{A} = \frac{\gamma}{2} B' N_{\gamma} S_{\gamma} I_{\gamma} + (C_m + qtg\varphi_m) N_c S_c d_c i_c + q$$

Gde je:

Q – ukupno vertikalno dopušteno opterećenje temelja;

A' – korisna površina temelja, tj. dio ukupne površine osnovice temelja koji je rezultantnom silom centrički opterećen;

A' = B'L' (crtež 2).



Crtež 2.

B i L – širina i duljina ukupne površine temelja A;

γ – efektivna obujamna masa tla ispod razine temeljnog dna, tj. obujamna masa smanjena za veličinu uzgona, ako postoji;

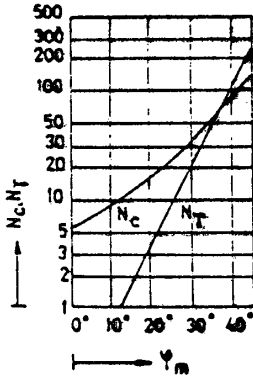
q – najmanje efektivno opterećenje u razini temeljnog dna pokraj temelja (crtež 2);

$\varphi_m$  – dopušteni mobilizirani kut otpornosti na posmik koji se izračunava ovako:

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{F_\varphi}$$

gdje je  $\varphi$  kut otpornosti za posmik a  $F_\varphi$  odgovarajući faktor sigurnosti.

$N_\gamma$  i  $N_c$  – faktori nosivosti za centralno i vertikalno opterećeni beskrajni pojas ( $L \rightarrow \infty, B = B' = \text{konst.}$ ), koji ovise o veličini dopuštenog mobiliziranog kuta otpornosti na posmik ( $\varphi_m$ ), a dani su u dijagramu na crtežu 3;



Crtež 3

$c_m$  – dopuštena mobilizirana kohezija, određena jednačinom.

$$c_m = \frac{C}{F_c}$$

gdje je C – kohezija (čvrstoća na posmik pri nultome normalnom naponu) a  $F_c$  odgovarajući faktor sigurnosti;

$s_\gamma$  i  $s_c$  – faktori oblika, ovisno o odnosu  $\frac{B'}{L'}$  (širine prema duljini temelja), a određuju se prema formuli:

$$s_\gamma = 1 - 0,40 \frac{B'}{L'}$$

$$s_c = 1 + 0,20 \frac{B'}{L'}$$

$d_c$  – faktor dubine koji ovisi o odnosu  $D/B'$  (dubina prema širini dna temelja), za plitke temelje ( $D < B$ ) izračunava se po ovoj formuli:

$$d_c = 1 + 0,35 \frac{D}{B'}$$

$i_\gamma$  i  $i_c$  – faktori nagiba sile, ovisno o kutu  $\varphi_m$  i o odnosu:

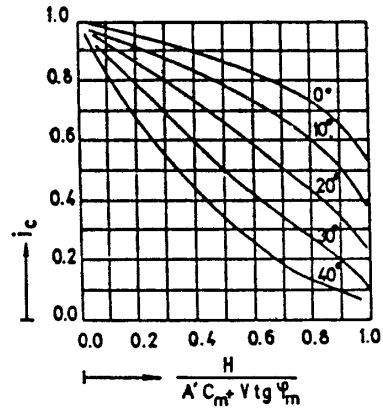
$$\frac{H}{A'C_m + V \operatorname{tg}\varphi_m}$$

gdje su H i V horizontalna odnosno vertikalna komponenta rezultantne sile koja djeluje na dno temelja (faktori  $i_\gamma$  i  $i_c$  dani su na dijagramima na crtežima 4 i 5). Ovaj se obrazac ne može primijeniti za duboka temeljenja ( $D > B'$ ).

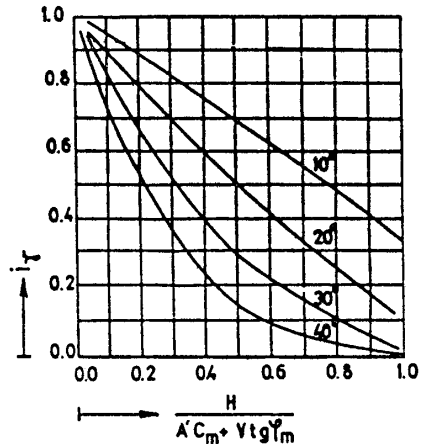
#### Član 65.

Ako temeljno dno nije pravokutnog oblika, primjenjuje se formula iz člana 68. ovog pravilnika za pravokutnu efektivnu površinu u koju se transformira stvarna površina uz ove uvjete:

1) efektivna površina formira se kao radijalna simetrična površina tako da je rezultanta u težištu te radijalne simetrične površine;



Crtež 4



Crtež 5

2) efektivna površina pretvara se u pravokutnike s istim težištem, s istim glavnim osima inercije, s jednakom površinom (BL) i s približno jednakim odnosom duljine prema širini (L:B).

#### Član 66.

Faktori sigurnosti određuju se prema funkcionalnosti i statičkom karakteru građevinskog objekta, opsegu izvedenih istražnih radova i ravnomjernosti ili neravnomjernosti sastava tla u intervalima za  $F = 1,2$  do  $1,8$  (prosječno  $1,5$ ) i za  $F_c = 2,00$  do  $3,00$  (prosječno  $2,5$ ). Sile opterećenja množe se faktorima sigurnosti prema odgovarajućim propisima.

#### Član 67.

Granična nosivost nakon dovršene konsolidacije, ako je tlo koherentno, dobiva se po formuli iz člana 64. ovog pravilnika s vrijednostima  $c_m$  i  $\varphi_m$  koje odgovaraju efektivnim naponima.

Ako se stupanj konsolidacije ne računa posebno, granična nosivost u početnoj fazi konsolidacije računa se s vrijednostima  $c$  i  $\varphi$  (s redukcijom na  $c_m$  i  $\varphi_m$ ) koje se dobivaju triaksijalnim pokusima nedreniranih uzoraka ovisno o ukupnim naponima.

#### Član 68.

Ako je temeljno tlo u dubinama do 2 B heterogenog sastava, pri proračunu dopuštenog opterećenja po formuli iz člana 64. ovog pravilnika uzimaju se karakteristike  $\phi$  odnosno C najnepovoljnijeg sloja ili se posebnom analizom stabilnosti dokazuje usvojeno dopušteno opterećenje.

#### Član 69.

Za povećanje dopuštenog opterećenja koherentnog tla pod novim opterećenjem, uzimanjem u obzir i djelomične konsolidacije, analizira se stabilnost temelja s obzirom na efektivna naprezanja u pojedinačnim fazama gradnje ili se na drugi odgovarajući način dokazuju usvojene vrijednosti.

Povećanje dopuštenog opterećenja u pogledu povoljnog utjecaja susjednih temelja i ploče dokazuje se posebnim računom.

#### Član 70.

Dopušteno opterećenje u pogledu opasnosti od loma tla, određeno prema članu 64. ovog pravilnika, može se prekontrolirati i na temelju drugih suvremenih znanstveno usvojenih obrazaca i računskih metoda.

#### Član 71.

Vrijednost dopuštenog opterećenja u pogledu opasnosti od loma tla, propisane u čl. 64. i 70 ovog pravilnika, uspoređuju se s vrijednostima dopuštenog opterećenja tla prema slijeganju građevinskog objekta, propisanim u čl. 77. i 90. ovog pravilnika.

#### Član 72.

Vrijednosti dopuštenih opterećenja tla koje se proračunavaju po formuli iz člana 64. ovog pravilnika važe samo ako se pri statičkom proračunu uzimaju u obzir glavna i dopunska opterećenja.

Ako se uzimaju u obzir samo glavna opterećenja, dobivene vrijednosti smanjuju se za 20%. Ako se, osim glavnih i dopunskih opterećenja, uzimaju u obzir i posebna opterećenja, dobivene vrijednosti za sumarno djelovanje opterećenja mogu se povećati za 20%, uz uvjet da su uzeti koeficijenti sigurnosti  $F_{\phi} \geq 1,5$  ili  $F_c \geq 2,5$ .

#### Član 73.

Ako rezultanta pritiska u dnu temelja izlazi iz jezgre presjeka, a naponi u dnu temelja udovoljavaju uvjetima formule iz člana 64. ovog pravilnika za korisnu površinu temelja A, mora se dokazati da se opterećenje može prenijeti na tlo bez deformacija koje mogu ugroziti statičku sigurnost ili funkcionalnost građevinskog objekta. Pri izravnom temeljenju, ekscentričnost (udaljenost rezultante od težišta) ne smije, u pravilu, biti veća od 3/10 širine temelja mjerene u smjeru ekscentričnosti.

#### Član 74.

Ako se uzimaju u obzir samo glavna opterećenja, rezultanta pritiska nesmije izlaziti iz jezgra presjeka.

#### Član 75.

Kad se težište građevinskog objekta nalazi visoko iznadkote temelja (spremnici za vodu, dimnjaci), rezultatna sila ne smije biti izvan jezgre presjeka ni kad se osim glavnih opterećenja uzimaju i dopunska opterećenja.

#### Član 76.

Ekscentričnost rezultante na mjestu kontakta s tlom za objekte iz člana 75. ovog pravilnika ne smije biti veća od 1/18 širine temelja mjerene u smjeru ekscentričnosti, ako je glavno dopušteno opterećenje, uzimajući u obzir kriterij slijeganja, manje od 200 kN/m<sup>2</sup>, i ne smije biti veća od 1/12 širine temelja ako je glavno dopušteno opterećenje veće od 200 kN/m<sup>2</sup> ili jednako 200 kN/m<sup>2</sup>.

### 6. Dopušteno opterećenje tla u pogledu dopuštenog slijeganja građevinskog objekta

#### Član 77.

Slijeganje tla pod utjecajem opterećenja određuje se prema načinu prenošenja opterećenja u tlu, sastavu slojeva i njihovim geotehničkim značajkama, a i prema statičkom i funkcionalnom karakteru građevinskog objekta.

#### Član 78.

Ukupna slijeganja računaju se po metodama koje se izvode po klasičnoj teoriji elastičnosti (za  $\gamma$  – Poissonov koeficijent jednak 0,50 ili manji od 0,50) ili po modificiranim teorijama elastičnosti pri kojima se uzimaju u obzir linearno povećanje modula deformacije s dubinom ili elastična anizotropnost popluprostora.

#### Član 79.

Ako se za izračunavanje ukupnog slijeganja primjenjuju, metode, obrasci i dijagrami koji se temelje na integraciji deformacija od koncentrirane sile, u račun se unose deformacijski moduli koji odgovaraju intergranularnim naponima, a određuju se na temelju triaksijalnih konsolidacijskih pokusa ili rezultata pokusnih opterećenja.

Deformacijski moduli mogu se ocijeniti iz modula stižljivosti određenih iz edometarskih pokusa prema jednadžbi:

$$E = \left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}\right)M_v \text{ odnosno za } \nu = 0,3: E = 0,75 M_v.$$

#### Član 80.

Slijeganje vodom zasićenog tla zbog deformacija pri nepromijenjenom volumenu računa se prema rješenjima što se dobivaju integracijom deformacija po Boussinesqovim jednadžbama za poluprostor za  $\nu = 0,50$ . Deformacijski moduli kojima se računaju slijeganja određuju se iz nedreniranih triaksijalnih pokusa za stanja ukupnih napona koja približno odgovaraju naponima u tlu.

#### Član 81.

Ako se za izračunavanje ukupnog slijeganja primjenjuju metode, obrasci i dijagrami za vertikalna naprezanja koja su dobivena integracijom napona za koncentriranu silu u račun se unose, za odgovarajuće intervale napona, specifične deformacije što ih pokazuju edometarski pokusi ili moduli stižljivosti  $M_v$  koji se iz njih izvode.

#### Član 82.

Kod normalnoga neprekonsolidiranoga zasićenoga koherentnog materijala srednje plastičnosti ili krutoga plastičnoga materijala, a i kod zasićenoga zbijenog pijeska i šljunka, računaju se samo deformacije zbog smanjenja pora ispunjenih vodom.

#### Član 83.

Pri računanju slijeganja, povratne deformacije u području napona koji su postojali u tlu prije početka iskopa odvajaju se od deformacija u području dodatnih napona od opterećenja građevinskog objekta.

#### Član 84.

Deformacijski moduli odnosno moduli stižljivosti su kod normalno konsolidiranih naslaga u području povratnih napona bitno povoljniji i razlikuju se pri prvom opterećenju od modula iz člana 81. ovog pravilnika.

#### Član 85.

Ekscentričnost opterećenja u izračunavanju slijeganja uzima se do dubine koja je jednaka dimenziji temelja u smjeru ekscentričnosti. U većim dubinama, slijeganja se mogu računati kao za ravnomjernu podjelu pritiska na osnovici temelja.

## Član 86.

U slabo propusnome koherentnom tlu mogu se u izračunavanju slijeganja zanemariti opterećenja čije je ukupno djelovanje kratko u usporedbi s vremenom konsolidacije, ovisno o osjetljivosti konstrukcije na prouzročene deformacije tla.

## Član 87.

Za određivanje veličina dopuštenih računskih slijeganja moraju se uzeti u obzir ovi faktori:

- 1) ravnomjernost u sastavu tla;
- 2) raspodjela opterećenja na tlo;
- 3) statički karakter građevinskog objekta;
- 4) funkcionalnost građevinskog objekta;
- 5) vremenski razvoj konsolidacije;
- 6) krutost i armiranje konstrukcije temelja.

## Član 88.

Za određivanje razlike u slijeganju konstrukcije temelja na raznim mjestima moraju se uzeti u obzir ovi faktori:

- 1) neravnomjernost u sastavu tla;
- 2) neravnomjernost opterećenja;
- 3) krutosti građevinskog objekta i temelja.

## Član 89.

Kod fleksibilnih temeljnih traka ili temelja samaca statički određenih konstrukcija (na tlu bez osobitih heterogenosti u sastavu i na međusobnoj udaljenosti pojedinih temelja većoj od 7 m) dopuštaju se veličine diferencijalnih slijeganja, i to: oko 50% apsolutnih računskih slijeganja u nekoherentnom tlu i oko 25% apsolutnih računskih slijeganja u koherentnom tlu.

## Član 90.

Ako se dopuštена apsolutna i relativna računska slijeganja ne dokazuju posebno detaljnom analizom slijeganja konstrukcije temelja i građevinskog objekta, dopuštaju se računska slijeganja na nekoherentnom tlu najviše 2,5% cm, a na koherentnom tlu najviše 5 cm.

## 7. Izbor dopuštenog opterećenja tla

### Član 91.

Kao dopušteno opterećenje uzima se manja vrijednost od vrijednosti koja se dobiva na temelju člana 71. ovog pravilnika.

## 8. Pokusno opterećenje

### Član 92.

Pokusno opterećenje može se primijeniti za određivanje dopuštenog opterećenja tla tako što se iz krivulje ukupnog slijeganja, kao funkcije opterećenja, odrede moduli deformacije opterećenog tla i karakteristike posmika aktivizirane u fazi loma. Dobivene vrijednosti unose se u račun dopuštenog opterećenja, s obzirom na dopušteno slijeganje prema odredbama čl. od 77. do 90. ovog pravilnika, a i u račun dopuštenog opterećenja s obzirom na opasnost od loma prema odredbama čl. od 63. do 76. ovog pravilnika.

### Član 93.

Ako se pokusno opterećenje izvodi na kvadratnim pločama stranice B ili okruglim pločama promjera D i ako je najmanje do dubine 1,5 B odnosno 1,5 D tlo jednaka sastava, moduli deformacije E za pojedinačne stupnjeve opterećenja  $\Delta p$  i odgovarajućih slijeganja  $\Delta p$  određuju se prema formulama:

$$E = 0,82 \Delta_p \frac{B}{\Delta p}, \text{ odnosno } E = 0,71 \Delta_p \frac{D}{\Delta p}$$

Pokusnim opterećenjem tla preko ploča ispituje se samo deformabilnost sioja debljine 1,5 B (1,5D).

## Član 94.

Pokusno opterećenje izvodi se, u pravilu, za određivanje stišljivosti i otpornosti na posmik samo na nekoherentnom (pješčanom ili šljunkovitom) tlu čija je propustljivost dovoljna da se mogu i za vrijeme pokusnog opterećenja i za vrijeme gradnje u cijelosti razviti naponi u tlu kao efektivna naprežanja. Na koherentnom tlu pokusnim naprežanjem mogu se dobiti podaci o moći nošenja, s obzirom na opasnost od loma tla u uvjetima stabilnosti temelja neposredno nakon dogradnje, samo ako su opterećenja kratkotrajna odnosno ako stupanj konsolidacije ispod podne ploče na dubini oko 0,5 B odgovara stupnju konsolidacije ispod temelja u fazi dogradnje. Podaci o stišljivosti koherentnog tla dobivaju se pomoću pokusnog opterećenja dovoljno dugotrajnog da se razvije konsolidacija. Pokusno opterećenje može se primijeniti iznimno i na koherentnom tlu kad je to određeno projektom.

## Član 95.

Pokusna opterećenja obavljaju se preko kvadratne ili okrugle površine čije su stranice odnosno promjer 40 cm ili veći, a iznimno veći od 1 000 cm.

## 9. Horizontalno opterećenje

### Član 96.

Odnos H prema V između tangencijalnoga i normalnog opterećenja u stopi plitkih temelja ne smije biti veći od

$$\frac{tg \delta}{F} \text{ tj. } \frac{H}{V} \leq \frac{tg \delta}{F}$$

gdje je:

$\delta$  – kut trenja između temelja i tla;

F – koeficijent sigurnosti;

Minimalne vrijednosti za F jesu:

F –  $\geq$  od 1,5 (1,8) za šljunkovito i pješčano tlo;

F –  $\geq$  od 2 (2,5) za glinovito tlo.

Navedene vrijednosti odnose se na ukupno djelovanje svih sila, uključujući i potres, a vrijednosti u zagradama – samo na djelovanje glavnih opterećenja.

Pri određivanju kuta  $\delta$  uzima se u obzir hrapavost kontaktne betonske površine. Ako je visina vala neravne površine veća od dvostrukog promjera najvećeg zrna tla, za  $\delta$  se može usvojiti kut unutarnjeg trenja tla.

### Član 97.

Ako je građevinski objekt statički ili funkcionalno osjetljiv na horizontalna pomicanja, izračunat će se ili procijeniti i tangencijalno pomicanje zbog deformacije tla ispod temelja i zbog tangencijalnih pomicanja na kontaktnoj površini.

## 10. Duboki temelji

### Član 98.

Pod dubokim temeljima razumijevaju se temelji kod kojih je odnos između dubine i širine temelja veći od 4.

$$\frac{D}{B} > 4.$$

Na duboke temelje ne primjenjuju se odredbe člana 76. ovog pravilnika o ekscentričnim opterećenjima, a ni odredbe člana 96. ovog pravilnika ako se posebnim računima dokaže prijenos naprežanja u tlo uz deformacije koje ne ugrožavaju građevinski objekt.

### Član 99.

Izračunavanje deformacije po članu 98. ovog pravilnika temelji se na podjeli kontaktnih naprežanja između temelja i tla koja odgovaraju međusobnim odnosima njihovih deforma-



cija, uzimajući u obzir vremenski razvoj tih deformacija i pu-  
zanje odnosno sekundarnu konsolidaciju tla.

#### Član 100.

Zemljani pritisak (pasivni otpor) može se uzeti u obzir za  
prijenos horizontalnih opterećenja samo ako se trenje može  
mobilizirati uzduž potencijalnih kliznih površina u skladu s  
dopuštenim pomicanjima temelja odnosno zidova zagata.  
Konsolidacijske deformacije tla, izazvane povećanim zemlja-  
nim pritiskom, moraju biti u skladu s mogućim i dopuštenim  
pomicanjima temelja zagata.

#### Član 101.

Ako se ne izvodi posebni detaljni račun, zemljani pritisak  
kod plitkih i dubokih temelja može se koristiti samo u visini  
aktivnog tlaka računatog za  $0,75 \text{ tg}\phi$ , gdje je  $\phi$  kut otpornosti  
tla na posmik.

#### Član 102.

Bočno trenje kod dubokih temelja uzima se samo ako su  
tangencijalni vertikalni bočni pokreti dovoljni da ga mobilizi-  
raju. Pri proračunu slijezanja objekta uzima se u obzir i prije-  
nos tih sila trenja u tlo.

#### Član 103.

U izračunavanje opterećenja temelja unose se eventualno  
i sile negativnog trenja ako ih može izazvati opterećenje okol-  
nim objektima ili samo tlo koje je još u fazi konsolidacije.

### 11. Dinamičko opterećenje temelja

#### Član 104.

Ako dinamičko vanjsko opterećenje djeluje izravno na tem-  
elje, moć nošenja i slijezanja temelja računa se za sile koje se  
dobivaju množenjem statičkih sila koeficijentom:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{v}{v_c}\right)^2\right)^2 - 4 \left(\frac{\beta}{v_c}\right)^2 \left(\frac{v}{v_c}\right)^2}}$$

gdje je:

- $v$  – frekvencija vanjskoga dinamičkog opterećenja;
- $v_c$  – vlastita frekvencija objekta i tla koje je jače zahvaće-  
no djelovanjem dinamičkog opterećenja;
- $\beta$  – koeficijent prigušivanja.

#### Član 105.

Ako se dinamičko opterećenje neizravno prenosi na tem-  
elje treba razmotriti oscilaciju cijele konstrukcije.

#### Član 106.

Temelji građevinskih objekata u trusnim područjima di-  
menzioniraju se prema odgovarajućim propisima.

## VI. TEMELJENJE

### 1. Plitko temeljenje

#### Član 107.

Najmanja dubina temelja određuje se ovisno o vrsti i  
svojstvima tla, klimatskim uvjetima i vrsti građevinskog objek-  
ta. Ako temelj ne mora biti dubok, najmanja dubina određuje  
se prema smrzavanju, isušivanju, opasnosti od ispiranja tla i  
drugim sličnim uvjetima.

Za najmanju dubinu temelja, određenu na način iz stava  
1. ovog člana, mora biti udovoljeno uvjetima o dopuštenom  
opterećenju (čl. od 63. do 76).

#### Član 108.

Ako je tlo podložno smrzavanju, temeljenje se izvodi na  
dubini koja je za 10 do 20 cm veća od najveće dubine smrzava-  
nja. Za određivanje dubine smrzavanja koriste se višegodišnji  
podaci meteoroloških stanica, a ako njih nema, koristi se iskus-  
tvo.

#### Član 109.

Najmanja dubina ukopavanja u odnosu prema isušivanju  
tla ovisi o klimatskim prilikama i vrsti tla. Dubina djelovanja  
isušivanja i stupanj osjetljivosti tla u odnosu prema isušivanju  
određuju se odgovarajućim metodama u laboratoriju ili na te-  
renu.

#### Član 110.

Ako postoji strujanje podzemnih voda, najmanja dubina  
temelja određuje se tako da se onemoguće i uklone sve štetne  
posljedice ispiranja tla ispod temelja. Mjere i način osiguranja  
temelja određuju se za svaki pojedini slučaj.

#### Član 111.

Najmanja dubina temelja opterećenog vodoravnim sila-  
ma određuje se i prema stabilnosti protiv klizanja.

#### Član 112.

Temeljne se konstrukcije, u pravilu, proračunavaju i di-  
menzioniraju prema njihovoj savitljivosti (deformabilnosti) i  
prema stišljivosti tla. Pri proračunu se primjenjuje metoda iz-  
jednačavanja deformacija konstrukcije i temeljnog tla.

Iznimno, ako je riječ o privremenim manjim građevin-  
skim objektima, temeljne se konstrukcije računaju i dimenzio-  
niraju na način određen projektom.

#### Član 113.

Temeljne konstrukcije mogu biti trake, samci, nosači ili  
ploče, ovisno o obliku površine oslanjanja, uvjetu deformacije  
i načinu opterećenja.

#### Član 114.

Za ocjenu ponašanja temeljne konstrukcije (ili konstruk-  
cije uopće) koja ima konstantnu krutost po cijeloj duljini, a os-  
lonjena je na tlo, primjenjuje se koeficijent apsolutne krutosti  
( $K$ ).

Ovisno o obliku površine temelja, koeficijent apsolutne  
krutosti za četvrtaste temeljne konstrukcije (ili konstrukcije  
uopće) određuje se prema formuli:

$$K = \frac{E_b}{12 E_s} \left( \frac{d}{L} \right)^3$$

a za okrugle površine temelja (ili konstrukcije uopće) – prema  
formuli:

$$K = \frac{E_b}{12 E_s} \left( \frac{d}{D} \right)^3$$

gdje je:

- $E_b$  – modul deformacije betona ili drugog materijala od  
kojega je izrađena temeljna konstrukcija, u kilonjutnima po  
kvadratnom metru;
- $E_s$  – modul deformacije tla ili stijene, u kilonjutnima po  
kvadratnom metru;
- $L$  – duljina temelja ili temeljne konstrukcije, u metrima;
- $d$  – visina temeljne ploče ili nosača, u metrima;
- $D$  – promjer okruglog temelja ili temeljne konstrukcije, u  
metrima.

#### Član 115.

Temelj i temeljna konstrukcija proračunavaju se primje-  
nom modula deformacije tla, koji, ovisno o vrsti tla, može biti  
stalan ili promjenljiv.

#### Član 116.

Temeljne trake oslonjene na tlo ponašaju se kao krute ili savitljive. Njihova se krutost utvrđuje prema obrascu iz člana 114. ovog pravilnika.

#### Član 117.

Temeljni nosači proračunavaju se prema njihovoj krutosti ili krutosti cijele konstrukcije i stišljivosti tla, pri čemu se ne uzimaju u obzir promjene intenziteta raspodjele pritiska u poprečnom smjeru. Temeljni nosači manjih dimenzija (do 4 m duljine) mogu se proračunavati na temelju pravocrtne raspodjele pritisaka na kontaktnoj površini.

#### Član 118.

Temeljni nosači – samci, izrađeni na uobičajen način od nabijenog betona, kamena ili opeke, ako su položeni na tlo, smatraju se krutima.

Temeljni nosači – samci, izrađeni od armiranog betona, ako nisu duži od 3 m, mogu se smatrati krutima.

Krutost temeljnih nosača – samaca određuje se prema obrascu iz člana 114. ovog pravilnika.

#### Član 119.

Centrično opterećeni temeljni nosači – samci, za koje se utvrdi da se ponašaju kao kruti, a opterećeni su koncentriranom silom ili linijskim opterećenjem, proračunavaju se i pomoću metode pravocrtne raspodjele pritiska.

U slučaju iz stava 1. ovog člana dobivene vrijednosti maksimalnih momenata savijanja na temelju pravocrtne raspodjele napona ovise i o odnosu L:B.

#### Član 120.

Za ekscentrično opterećene temeljne nosače – samce, ako ekscentričnost nije veća od 1/4 duljine temelja L, dopušteno je zanemarivanje djelovanja ekscentričnosti pri dimenzioniranju temeljnih nosača.

#### Član 121.

Ako je temeljni nosač – samac izrađen od armiranog betona s promjenjivim momentom inercije, stvarna vrijednost momenta može se zamijeniti vrijednošću koja se dobiva pod pretpostavkom da je prosječna krutost temelja sračunata kao da je nepromjenljiva visina nosača.

#### Član 122.

U slučajevima koji nisu navedeni u čl. od 118. do 121. ovog pravilnika temeljni nosači – samci proračunavaju se po jednoj od metoda za proračun temelja samaca, pri čemu se uzima u obzir krutost temeljnih nosača i stišljivost tla.

#### Član 123.

Složenije opterećeni temeljni nosači ponašaju se kao kruti ili kao savitljivi pa se njihovo ponašanje utvrđuje prema stupnju apsolutne krutosti propisane članom 114. ovog pravilnika.

#### Član 124.

Temeljne konstrukcije kod kojih su pri djelovanju opterećenja deformacije u izdužnome i poprečnom smjeru istoga reda veličine smatraju se pločama i proračunavaju se, u pravilu, s površinskom raspodjelom pritiska, pri čemu se uzima u obzir krutost temeljne konstrukcije i stišljivost tla.

#### Član 125.

Temeljne ploče manjih dimenzija (duljina do 4 m) mogu se proračunavati i na osnovi pravocrtne raspodjele pritiska.

#### Član 126.

Temeljne ploče – samci s koncentriranim opterećenjem na jednom mjestu, čiji je odnos stranica (L/B) > 2, a njihova

konstrukcija dopušta deformacije istog reda veličine i u poprečnome i u uzdužnom smjeru, proračunavaju se kao ploče.

Ako je sistem temelja krut, temeljne ploče – samci iz stava 1. ovog člana smatraju se pločama samo ako je odnos stranica (L/B) < 2.

#### Član 127.

Temeljne ploče izrađene od nabijenog betona, opeke ili kamena smatraju se krutima.

Temeljne ploče izrađene od armiranog betona, ako nisu duže od 4 m, mogu se smatrati krutima.

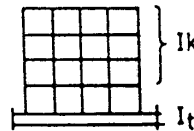
#### Član 128.

Savitljive i krute temeljne ploče i temelji – samci, ako su duži od 4 m, proračunavaju se metodama za proračun temeljnih ploča, pri čemu se uzimaju u obzir krutost temeljne konstrukcije i deformabilnost tla, u zoni utjecaja objekta.

#### Član 129.

Ako postoji kontinuitet u sistemu temelja i u gornjoj konstrukciji, pri proračunu sistema temelja i gornje konstrukcije vodi se računa o utjecaju gornjeg dijela konstrukcije na promjene raspodjele pritiska na kontaktnoj površini i o utjecaju tla na naprezanje u gornjoj konstrukciji (crtež 6).

Utjecaj iz stava 1. ovog člana uzima se u obzir ako je krutost gornje konstrukcije  $I_1$  manjeg reda veličine od krutosti sistema temelja  $I_t$ .



Crtež 6.

#### Član 130.

Ako nema kontinuiteta u jednom dijelu ili u oba dijela konstrukcije, takva konstrukcija smatra se specijalnom, a proračunava se ovisno o savitljivosti (deformabilnosti) tla odnosno konstrukciji i tlu.

#### Član 131.

Temelj se konstruira i profilira na temelju opterećenja koja se javljaju na kontaktnim površinama između temelja i tla, a i na temelju vrste i svojstva materijala od kojega je temelj izgrađen.

Ako je kvaliteta tla takva da je dopušteno opterećenje znatno veće od stvarnoga kontaktnog naprezanja, temelji se moraju konstrukcijski oblikovati.

#### Član 132.

Radi postizanja boljih konstrukcijskih rješenja i ekonomičnosti konstrukcija, u temeljnim konstrukcijama, na prikladnim mjestima i na odgovarajućim udaljenostima, izvode se razdjelnice.

#### Član 133.

Ako se izgradnja temelja predviđa u podzemnoj vodi, mora se ispitati je li podzemna voda agresivna na materijal od kojega se izvode temelji. Ako je voda agresivna, temelji se moraju izgraditi ili zaštititi na odgovarajući način.

## 2. Temeljenje u otvorenoj jami

#### Član 134.

Temeljenje u otvorenoj jami mora se izvoditi na način kojim se u potpunosti osigurava stabilnost kosina ili vertikalnih bokova jame od zarušavanja ili klizanja i od opasnosti od loma tla u dnu jame, a i na način kojim se susjedni objekti osiguravaju od oštećenja.

### Član 135.

U skladu s odredbom člana 134. ovog pravilnika, za temeljenje u otvorenoj jami primjenjuje se jedan od ovih načina rada:

1) iskop s kosinama u nagibu osigurava najmanji faktor sigurnosti protiv klizanja  $F_k = 1,30$  ako se računa s parametrima čvrstoće iz rezultata ispitanih uzoraka tla u laboratoriju ili iz prikladnih ispitivanja na terenu, pri čemu se uzima u obzir raspucanost tla, ili  $F_k = 1,70$  ako su parametri čvrstoće procijenjeni iz klasifikacije tla;

2) iskop s vertikalnim bokovima osiguranim od zarušavanja ili klizanja drvenom oplatom ili zabijenim drvenim ili čeličnim platnicama (brvnima) što su na prikladan način razuprte i osigurane od ugibanja ili izmicanja na donjem rubu;

3) iskop s kosim ili vertikalnim bokovima zaštićen osnovnom konstrukcijom od zabijenih i usidrenih stupova i odgovarajućih oplata između njih;

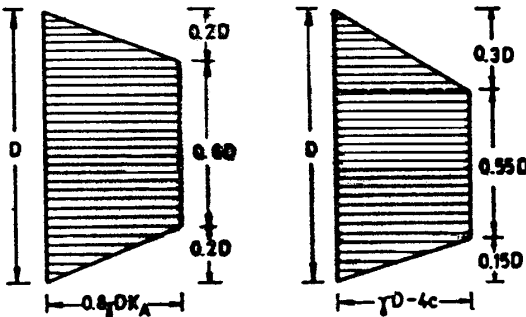
4) izrada obodnih zidova građevinskog objekta po posebnim metodama kopanja i betoniranja u tlu koji zaštićuju kopanje materijala iz jame do potrebne dubine temeljenja objekta.

### Član 136.

Za potporne zidove iskopa detaljno se proračunavaju raspodjela pritiska i otpor tla i dimenzionira presjek zida i razupirača prema jednoj od metoda mehanike tla, pri čemu se uzima u obzir deformacijski uvjeti i utjecaj vremena.

### Član 137.

Dimenzije potpornih zidova i razupirača iskopa dubine manje od 5 m proračunavaju se pod pretpostavkom da je raspodjela pritiska zemlje trapezna, prema shemama na crtežu 7,



Crtež 7.

gdje je:

šljunak i pijesak ( $c = 0$ ), a glina ( $\varphi = 0$ );

$K_A = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ ;

$D$  - dubina temeljne jame;

$\gamma$  - objujamna masa materijala tla;

$c$  - kohezija;

$\varphi$  - kut otpornosti na posmik.

### Član 138.

Za temeljenje većih građevinskih objekata u otvorenoj jami čija je dubina veća od 5 m, ako nema podzemnih voda, projekt objekta mora sadržati i projekt jame sa svim njezinim dijelovima, a i tehničke uvjete za sigurno izvođenje radova do potpunog dovršenja temelja. Ako je u terenu formiran izvor, navedeni uvjet vrijedi za temeljne jame čije je dno do 3 m ispod stvarne razine podzemne vode.

### Član 139.

Temeljna jama građevinskog objekta u blizini postojećih objekata mora se projektirati i izvesti tako da se ti objekti u

potpunosti osiguraju od eventualnih oštećenja zbog deformacije ili zarušavanja tla ili zbog erozije tla pri crpljenju podzemne vode iz jame ili oko nje.

### Član 140.

Voda iz temeljne jame građevinskog objekta mora se, u slučaju iz člana 139. ovog pravilnika, crpsti na način koji sprečava smanjenje zbijenosti tla ili iznošenje sitnih čestica tla zbog nepovoljna djelovanja strujanja vode na mjestu crpljenja.

### Član 141.

Ako na koherentno tlo temeljne jame djeluje arteški tlak, u projektu temelja navode se dokazi o osiguranju od statičkog toma tla.

## 3. Temeljenje na pilotima (šipovima)

### Član 142.

Projekt temeljenja na pilotima (šipovima) sadrži:

- 1) analizu raspodjele opterećenja na pojedine pilote;
- 2) dokaz o dopuštenom opterećenju tla pod djelovanjem pojedinih pilota, i to za vertikalna i horizontalna opterećenja;
- 3) dokaz o kvaliteti materijala stabla pilota;
- 4) dimenzioniranje pojedinih pilota;
- 5) dokaz o stabilnosti temelja kao cjeline;
- 6) analizu predviđenih slijezanja odnosno pomicanja pilota odnosno temelja kao cjeline.

### Član 143.

Opterećenje se raspodjeljuje na pojedine pilote tako da se udovolji svim uvjetima ravnoteže te da se usklade deformacije konstrukcije i tla, pri čemu se vodi računa o krutosti i statičkom karakteru konstrukcije i o sastavu i savitljivosti (deformabilnosti) tla.

Opterećenje temelja ne smije se, u pravilu, dijeliti tako da jedan dio djeluje na pilote, a drugi na tlo neposredno ispod roštilja. Ako se, iznimno, odstupi od takva pravila, treba navesti potanke dokaze o usklađenosti deformacije tla i slijezanja temelja.

### Član 144.

Dopušteno opterećenje tla pod djelovanjem pojedinih pilota za sile koje djeluju u smjeru osi pilota dokazuje se najmanje na dva od ovih načina:

- 1) formulama za stupanj mobilizacije otpornosti tla;
- 2) formulama za otpornost registriranu pri zabijanju pilota;
- 3) formulama u kojima se koriste podaci penetracijskog sondiranja;
- 4) pokusnim opterećenjem pilota;
- 5) prema iskustvu s pilotima u sličnom tlu.

### Član 145.

Dopušteno opterećenje pilota  $N_d$  računa se prema formuli:

$$N_d = q A_q + p A_p,$$

gdje je:

$N_d$  - dopušteno opterećenje pilota;

$q$  - dopušteno specifično opterećenje tla u razini vrha pilota;

$A_q$  - površina presjeka pilota u razini vrha pilota;

$p$  - dopušteno specifično opterećenje na trenje nosivih slojeva uz omotač;

$A_p$  - površina omotača uzduž tih slojeva.

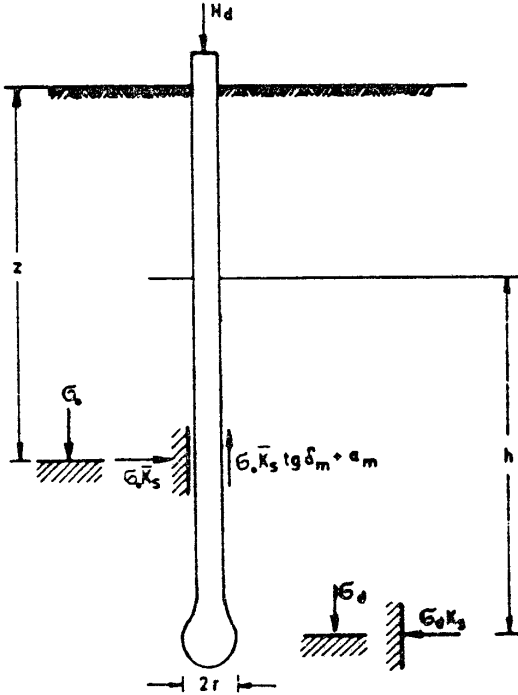
### Član 146.

Dopušteno specifično opterećenje  $q$  proračunava se prema formuli:

$$q = \gamma r N_{\gamma r} + \delta_d K_s N_{qr} + c_m N_{cr}$$

gdje je:

- $\gamma$  – obujamna masa tla u razini vrha pilota;
- $\delta_d$  – vertikalni pritisak od vlastite mase tla u razini vrha pilota (crtež 8);
- $K_s$  – koeficijent zemljanog pritiska u stanju mirovanja u razini vrha pilota;
- $c_m$  – mobilizirana kohezija tla u razini vrha pilota;
- $N_{cr}, N_{\gamma r}, N_{qr}$  – faktori nosivosti ovisni o veličini dopuštene mobilizirane kuta otpornosti na posmik  $\varphi_m$ ;
- $r$  – polumjer osnovice pilota.



Crtež 8.

#### Član 147.

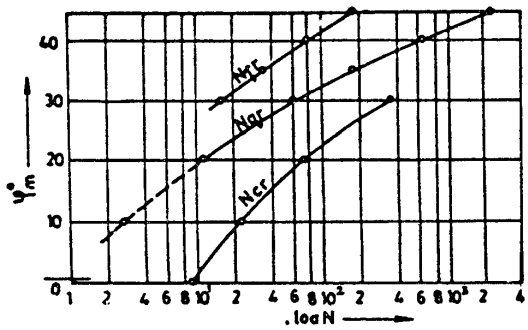
Faktori nosivosti  $N_{\gamma r}$ ,  $N_{qr}$  i  $N_{cr}$  dobivaju se primjenom proračuna prema teoriji plastičnosti za određene pretpostavke odnosno aproksimacije, pri čemu se primjenjuju faktori dani na crtežu 9, s tim da se udovolji i uvjetima iz člana 76. ovog pravilnika.

#### Član 148.

Mobilizirani parametri otpornosti  $c_m$  i  $\varphi_m$  određuju se prema odredbama čl. 66. i 67. ovog pravilnika.

#### Član 149.

Odnos između dubine vrha pilota ispod površine nosivog sloja s karakteristikama čvrstoće  $\varphi$  i  $c$  koje se uzimaju u račun i promjera pilota mora biti najmanje 1.



Crtež 9.

#### Član 150.

Dopušteno specifično opterećenje  $p$  izračunava se prema formuli:

$$p = a_m + \delta_0 K_s \operatorname{tg} \delta_m$$

gdje je:

- $a_m$  – mobilizirana adhezija između pilota i okolnog tla ( $a_m = a/F$ ) odnosno mobilizirana kohezija okolnog tla ako je kohezija manja od adhezije;
- $\delta_0$  – vertikalni pritisak od vlastite mase tla u razini sredine nosivog sloja  $h$  koji prenosi opterećenje trenjem;
- $\delta_m$  – mobilizirani kut trenja između pilota i tla.

( $\operatorname{tg} \delta_m = \frac{\operatorname{tg} \delta}{F}$ ) odnosno  $\delta_m = \varphi_m$  ako je  $\varphi$  manja vrijednost od  $\varphi$ .

#### Član 151.

U slojevitom tlu udio manje otpornih slojeva u pogledu nosivosti pilota ne mora se uzimati u obzir. Ako se takav udio ipak djelomično uzima u obzir, dokazuje se mogućnost predviđene mobilizacije otpornosti tih slojeva u vezi s predviđenim slijeganjem slojeva.

#### Član 152.

Ako je tlo u koje je pilot zabijen ili uvrćen u stanju konsolidacije pod djelovanjem opterećenja na površini tla ili pod djelovanjem vlastite mase, omotač pilota opterećen je negativnim trenjem. Ako ne postoji drugi pouzdan dokaz o veličini negativnog trenja, dopušteno opterećenje pilota, računato samo prema otporu na vrhu pilota, smanjuje se za vrijednost moći nosivosti trenjem ( $F = 1$ ).

#### Član 153.

Osovinska se moć nošenja tla, uzimajući u obzir otpornost registriranu pri zabijanju pilota, utvrđuje, u pravilu, prema formulama što se temelje na teoriji sruza slobodnih tijela i u koje se, u teorijsku analizu, uvode eksperimentalni podaci.

Osovinska moć nošenja tla utvrđuje se prema formuli:

$$N = \frac{WH}{sk_u}$$

gdje je:

- $N$  – moć nošenja;
- $W$  – masa malja;
- $H$  – visina pada malja;
- $s$  – pomicanje pilota pri jednom udarcu, uključujući i elastičnu deformaciju tla;
- $k_u$  – koeficijent koji ovisi o faktoru

$$\frac{WHL}{AE_p s^2} \text{ i } \frac{W_p}{W}$$

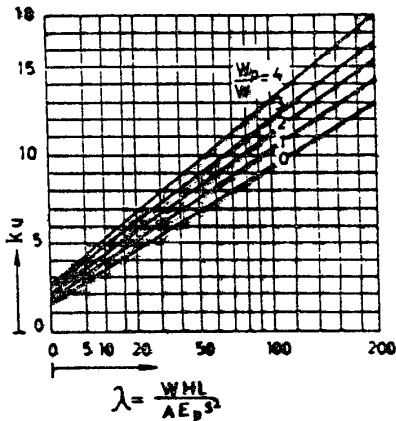
gdje je:

- $L$  – duljina pilota;
- $A$  – presjek pilota;

$E_p$  – koeficijenti iz dijagrama na crtežu 10;  
 $W_p$  – masa pilota (s nastavkom za zabijanje).

Dopušteno opterećenje pilota je  $N_d = \frac{N}{F}$

Koeficijent F bira se između vrijednosti od 2 do 3, pri čemu se uzima u obzir heterogenost tla i važnost građevinskog objekta.



Crtež 10.

#### Član 154.

Pri proračunu osovine moći nošenja tla iz člana 153. ovog pravilnika pouzdanim podaci dobivaju se samo za pilote u propusnome – nekoherentnom tlu. U formule za obracun dinamičke moći nošenja unose se, u pravilu, vrijednosti pomicanja označene sa s koje se dobivaju pri ponovnom zabijanju pilota nakon prekida od nekoliko dana.

#### Član 155.

Podaci statičkog penetracijskog sondiranja koriste se na temelju formule iz člana 145. ovog pravilnika.

Dopušteno specifično opterećenje q u jednadžbi iz člana 145. ovog pravilnika određuje se iz rezultata penetracije samog vrha penetrometra, uzimajući u obzir da je kod penetracije faktor sigurnosti  $F=1$ . Dopušteno specifično opterećenje P u istoj jednadžbi određuje se analognom primjenom na rezultat penetracije same cijevi penetrometra.

#### Član 156.

Pokusno opterećenje pilota na pritisak ili na vlak izvodi se na taj način što se reakcije tereta prenose na tlo na udaljenosti na kojoj ne utječu bitno na tlo uzduž pilota i što se mjerenja vezuju na stalnu točku izvan područja deformacija koje izaziva pokusno opterećenje.

#### Član 157.

Stupnjevi opterećenja moraju trajati onoliko koliko je potrebno da se mogu jasno registrirati utjecaji hidrodinamičke konsolidacije i puzanja tla.

#### Član 158.

Najveće opterećenje u homogenom tlu mora biti najmanje za 50% veće od predviđenog opterećenja pilota, a u heterogenom tlu najmanje za 100% veće od tog opterećenja ili najmanje jednako predviđenoj moći nošenja pilota (opterećenje za  $F=1$ ).

#### Član 159.

Dopušteno opterećenje tla za vodoravne sile i za statičke momente koji opterećuju glavu pilota određuje se prema dopuštenom pomicanju vrha pilota, i to:

- 1) pokusnim opterećenjem;
- 2) računskom analizom koja se temelji na savitljivosti (deformabilnosti) tla;
- 3) prema iskustvu s pilotima u sličnom tlu.

#### Član 160.

Moć nošenja pilota za horizontalno opterećenje glave određuje se, u pravilu, pritezanjem ili razupiranjem dvaju pilota ugrađenih u tlo na udaljenosti nužnoj da se spriječi međusobni utjecaj pokusnih pilota, pri čemu se primjenjuju odredbe iz člana 164. ovog pravilnika.

#### Član 161.

Pilot se dimensionira na uzajamno djelovanje osovinskih sila i momenta savijanja koje uzrokuju opterećenje pilota s t ransverzalnim silama i spregovima te odgovarajućom reakcijom tla, što nastaju zbog zemljanih pritisaka prouzročenih opterećenjem površine okolnog tla.

#### Član 162.

Reakcija tla koju opterećenje transversalnim silama i spregovima izaziva uzduž pilota određuje se po jednoj poznatoj računskoj metodi ili dvije poznate računске metode, pri čemu se primjenjuju metode po kojima se uzima u obzir deformabilnost tla.

#### Član 163.

Zbog opasnosti od izvijanja, stabilnost pilota računski se kontrolira za slobodne duljine pilota izvan terena i za duljine pilota kroz slojeve tla u žitkoj konzistenciji.

#### Član 164.

Prethodno izrađeni armiranobetonski piloti moraju se dimenzionirati, pri čemu se uzimaju u obzir opterećenja koja mogu nastupiti pri prijevozu, montaži i zabijanju pilota.

#### Član 165.

Stabilnost temelja na pilotima kao cjeline dokazuje se prema odredbama čl. od 63. do 76. i člana 91. ovog pravilnika koje se odnose na duboke izravne temelje koji prenose opterećenje preko pilota u tlo u razini vrhova pilota, na površini čiji su rubovi udaljeni od osovine linije vanjskih pilota za polovicu osovinskog razmaka između pilota.

#### Član 166.

Slijeganje temelja na pilotima, kao cjeline, preračunava se na način iz čl. od 73. do 90. ovog pravilnika, pri čemu se uzima u obzir način prenošenja opterećenja u tlo.

#### Član 167.

Račun slijeganja temelji se, u pravilu, na pretpostavci da se vertikalno opterećenje prenosi u tlo u razini vrhova pilota na površini određenju u članu 165. ovog pravilnika.

#### Član 168.

Osovinski razmak između pilota mora iznositi najmanje 70 cm, a istodobno ne smije biti manji:

- 1) od 2,5 d za pilote koji opterećenje u tlo prenose uglavnom samo preko vrha;
- 2) od 3 d za pilote u nekoherentnom tlu veće zbijenosti koji opterećenje u tlo prenose pretežno trenjem;
- 3) od 5 d za pilote u nekoherentnom tlu male zbijenosti i u koherentnom tlu koji opterećenje u tlo prenose pretežno trenjem.

Ako je osovinski razmak između pilota manji od razmaka iz stava 1. ovog člana, piloti se proračunavaju na način predviđen za duboke masivne temelje.

#### Član 169.

Ako je osovinski razmak između pilota koji opterećenje u tlo prenose pretežno trenjem manji od 1/10 duljine pilota, dopušteno opterećenje pilota u temeljnoj skupini smanjuje se za onoliko puta po jednu šesnaestinu dopuštenog opterećenja pojedinačnog pilota koliko pilot u skupini ima susjednih pilota.

#### Član 170.

Drveni piloti moraju biti cjelom duljinom u vodi ili stalno u tlu potpuno zasićenom vodom, pri čemu se samo na privremenim građevinskim objektima dopušta ostavljanje gornjeg dijela drvenih pilota iznad kote najnižeg vodostaja podzemne vode.

#### Član 171.

Čelični piloti moraju se zaštititi od djelovanja korozije prema propisima o zaštiti čeličnih konstrukcija od korozije.

#### Član 172.

Betonski piloti moraju se zaštititi od djelovanja agresivne podzemne vode prema propisima o zaštiti betona od agresivne podzemne vode.

### 4. Duboki masivni temelji

#### Član 173.

Dubokim masivnim temeljima, u smislu ovog pravilnika, smatraju se temelji izvedeni pomoću zdenca, kesona ili na drugi suvremeni način.

#### Član 174.

Pri izračunavanju dopuštenog opterećenja dubokoga masivnog temelja primjenjuju se odredbe čl. 47. i 95. ovog pravilnika.

#### Član 175.

Projekt dubokoga masivnog temelja mora sadržati račun dopuštenog opterećenja, račun slijeganja i statički račun pod djelovanjem objekta u eksploataciji, a i statički račun zdenca odnosno kesona u fazi prijenosa i gradnje.

#### Član 176.

Zdenci i kesoni moraju biti projektirani tako da pri iskopavanju kroz nenosivo tlo tonu zbog loma tla ispod nožnog vijenca bez potkopavanja vijenca.

#### Član 177.

Uvjeti loma tla temelja određuju se po metodama što se temelje na teoriji granične ravnoteže tla.

#### Član 178.

Granice opterećenja  $Q_1$  na jedinicu duljine nožnoga vijenca moraju se, u skladu s članom 181. ovog pravilnika, računati po formuli:

$$Q_1 = \frac{\gamma}{2} b N_\gamma + (c + \gamma_1 \cdot \text{tg}\varphi) N_c + \gamma t \cdot b$$

gdje je:

$\gamma$  – obujamna masa tla uzimajući u obzir djelovanje uzgona;

$b$  – širina nožnog vijenca;

$t$  – dubina prodiranja, tj. razlika između razine dna vijenca i razine iskopa unutar zdenca odnosno kesona;

$c$  i  $\varphi$  – karakteristike čvrstoće za totalno stanje napona (karakteristike nedreniranih uzoraka);

$N_\gamma$  i  $N_c$  – koeficijenti prema dijagramu na crtežu 4.

#### Član 179.

Ako nožni vijenac ima trokutni presjek s tangensom kuta između unutarnje i vanjske stranice  $m = \text{tg}\beta$ , u formuli iz člana 178. ovog pravilnika izraz  $b$  zamjenjuje se izrazom  $mt$ .

#### Član 180.

Primjena formule iz člana 178. ovog pravilnika ovisi o veličini unutarnjeg promjera odnosno širini, koja mora biti najmanje:

$$a = 2b \text{tg} \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \text{tg}\varphi$$

#### Član 181.

Opterećenje kesona odnosno zdenca potrebno za svladavanje otpora  $Q_1$  povećava se za vrijednost potrebnu za svladavanje trenja na obodu kesona odnosno zdenca. Trenje na jedinicu površine oboda može se odrediti prema formuli iz člana 150. ovog pravilnika, pri čemu se u toj formuli koeficijent zemljanog pritiska u mirovanju može reducirati približno vrijednosti aktivnoga zemljanog pritiska, uz uvjet da se vertikalni vanjski zidovi kesona odnosno zdenca na visini od 3 do 5 m iznad nožnog vijenca prošire na vanjsku stranu za 5 cm do 15 cm.

#### Član 182.

Statički proračun zdenca i kesona izvodi se i za vlačne sile koje mogu nastati ako se zdenac odnosno keson, zbog trenja, zadrži u gornjim otpornijim slojevima.

#### Član 183.

Ako je više zdenaca ili kesona svrstano u jedan red, najprije se izvodi svaki drugi zdenac odnosno keson, a zatim oni u međuprostorima.

#### Član 184.

Najveći dopušteni pritisak u pneumatskim kesonima iznosi 3,5 bar.

#### Član 185.

U projektu se prikazuje specijalna tehnička oprema potrebna za rad u pneumatskom kesonu, a i organizacija rada. Projekt mora biti u skladu s propisima o radu u kesonima.

#### Član 186.

Za vrijeme gradnje keson će se dimenzionirati za slučaj da unutarnji tlak padne na 3/4 radnog tlaka, neovisno o predviđenom tlaku zraka.

#### Član 187.

U projektu se prikazuje i naponsko stanje ako je pretlak zraka u komori kesona potpuno odstranjen, a voda još nije prodrila u takvu komoru.

#### Član 188.

Za objekte na padinama utvrđuje se stabilnost objekta koja je uvjetovana konfiguracijom površine i geološkim sastavom slojeva tla.

#### Član 189.

Ako podzemna voda jače struji ili ako se ukopavanjem građevne jame u podzemnu vodu i crpljenjem vode stvaraju novi hidraulički uvjeti strujanja i ispiranja, provjetrit će se, uz nužnu sigurnost, postojanje uvjeta za stabilnost temelja i tla odnosno da li je potrebno i da li se može stabilnost osigurati drenažama, filterima, zagatnim zidovima, podvodnim betoniranjem ili drugim sredstvima.

#### Član 190.

Za građevinske objekte s većim dinamičkim utjecajem na stabilnost i na slijeganje temelja utjecaj vibracija posebno se

procjenjuje i dokazuje se usvojena vrijednost dopuštenog opterećenja.

#### Član 191.

Ako na tlo na kojem se nalazi objekt dugotrajno djeluju temperature niže od 273 K (0 °C), pojava smrzavanja vode u porama tla mora se spriječiti konstrukcijskim ili geotehničkim mjerama.

#### Član 192.

Ako postoje veće podzemne kaverne, procjenjuje se moć nošenja svodova iznad kaverni i potreba ispunjavanja kaverni injektiranjem ili na drugi način.

#### Član 193.

Ako je temelj na stjenovitom tlu, ispituje se monolitnost, raspucanost ili trošnost stijene te njezina postojanost u vodi i na zraku.

Ako se stijena iz stava 1. ovog člana ili dio stijene u dodiru s vodom raspada, temelj će se ukopati najmanje za 40 cm u stijenu i njegovo dno zabetonirati gustim betonom, uz brižljivo ispunjavanje prostora pokraj bočnih kontaktnih površina.

Ako se stijena iz stava 1. ovog člana u dodiru sa zrakom raspada, a temelj se nalazi iznad stalne razine podzemnih voda, temelj će se ukopati najmanje za 80 cm u stjenovito tlo i zabetonirati uz brižljivo ispunjavanje prostora pokraj bočnih kontaktnih površina.

#### Član 194.

Dopušteno opterećenje stijene određuje se prema monolitnosti, raspucanosti ili nepostojanosti stijene u širokom intervalu od vrijednosti koja se dobiva s osnom čvrstoćom monolitne stijene  $q_u$  po jednadžbi  $p_d = 2,5 q_u / F$  do vrijednosti koje odgovaraju trošnom ili plastičnom tlu koje može nastati raspadanjem stijene.

#### Član 195.

Za tlo eolskog porijekla određuju se, posebno, po dubini:

- 1) obujamna masa u osušenom stanju;
- 2) prirodna vlažnost.

Tla eolskog porijekla, u kojima je razina podzemne vode niska, izrazito su heterogena po gustoći, pa se terenski istražni radovi moraju provesti striktno po shemi iz čl. 8. i 9. ovog pravilnika.

Za određivanje nosivosti odnosno deformabilnosti tla mjerodavni su:

- 1) strukturna čvrstoća;
- 2) deformacije pri provlažavanju pod opterećenjem.

Pretaloženo eolsko tlo i eolsko tlo s visokom razinom podzemne vode tretiraju se kao koherentna glinovito-prašinas-tla.

#### Član 196.

Pri temeljenju građevinskih objekata s velikim vremenskim i lokalno jako promjenljivim i neujednačenim opterećenjima, veličina neravnomjernog slijanja ispituje se u raznim fazama opterećenja, a temelji se dimenzioniraju prema očekivanim promjenama slijanja.

#### Član 197.

Pri gradnji novoga građevinskog objekta u blizini postojećih, proučavaju se međusobni utjecaji objekata na slijanja i na stabilnost, a i utjecaj budućih susjednih objekata na naknadno slijanje tog objekta.

#### Član 198.

Ako se predviđaju neujednačena slijanja tla temelja u različitim dijelovima građevinskog objekta, proučava se mogućnost podjele zgrade na dijelove koji se mogu izdvojiti kao samostalne cjeline razdvojene razdjelnicama (dilatacijskim reskama) koje dijele ili ne dijele temeljnu konstrukciju. Ako se razdjelnice ne izvode, predviđa se kruti temelj.

#### Član 199.

Dopušteni pritisak na tlo pri dnu postojećih temelja može se pri nadzidanju katova, povećavanju korisnog opterećenja i sl. povećati razmjerno povećanju otpornosti na posmik pod djelovanjem konsolidacije i prema stanju konstrukcije objekta.

### VII. ZAVRŠNE ODREDBE

#### Član 200.

Na dan stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje važiti Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvedbu radova na temeljenju građevinskih objekata („Službeni list SFRJ”, br. 34/74).

#### Član 201.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objave u „Službenom listu ŠFRJ”.

Br. 07-93/111  
Beograd, 8. lipnja 1989.

Zamjenica direktora  
Saveznog zavoda za  
standardizaciju  
Vera Avramović, v. r.