

Referenceblad for SPT-forsøg

Dansk Geoteknisk Forenings Feltkomité

September 1995

1. INDLEDNING

Dette referenceblad beskriver retningslinier for udførelse af SPT-forsøg eller Standard Penetration Test i bunden af et borehul.

Ved SPT-forsøg registreres jordens modstand mod nedtrængning af et standardiseret cylindrisk stålprøverør (SPT-sonde), hvormed der også udtages en ikke intakt prøve til identifikation.

Den registrerede nedtrængningsmodstand (N) kan benyttes ved en vurdering af lejringsstæthed for friktionsjord.

2. Udstyr

2.1 Generelt

SPT-udstyret består af 3 standardiserede hovedelementer, nemlig SPT-sonden, der rammes ned i jorden, stængerne samt hammeren. I det følgende beskrives hvert element nærmere.

2.2 SPT-sonde

SPT-sonden er udformet som en kugleventil SPT-sonde med prøverør bestående af to halvør holdt sammen dels af optagerens kugleventilhoved, dels af et skær (rammesko).

SPT-sondens halvør skal være fremstillet af hærdet stål med glat indvendig og udvendig overflade. Den ydre diameter skal være $51 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, og den indvendige, gennemgående diameter skal være $35 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Halvrørens samlede længde skal minimalt være 457 mm.

Skæret skal have en længde på $76 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ med samme udvendige og indvendige diameter som halvørerne. Over de nederste 19 mm skal skæret spidse jævnt til indefter. Den indvendige afskæringskant forneden på skæret skal afrundes og have en godstykkelse på 1,6 mm. Skæret skal fremstilles af samme ståltype som halvørerne.

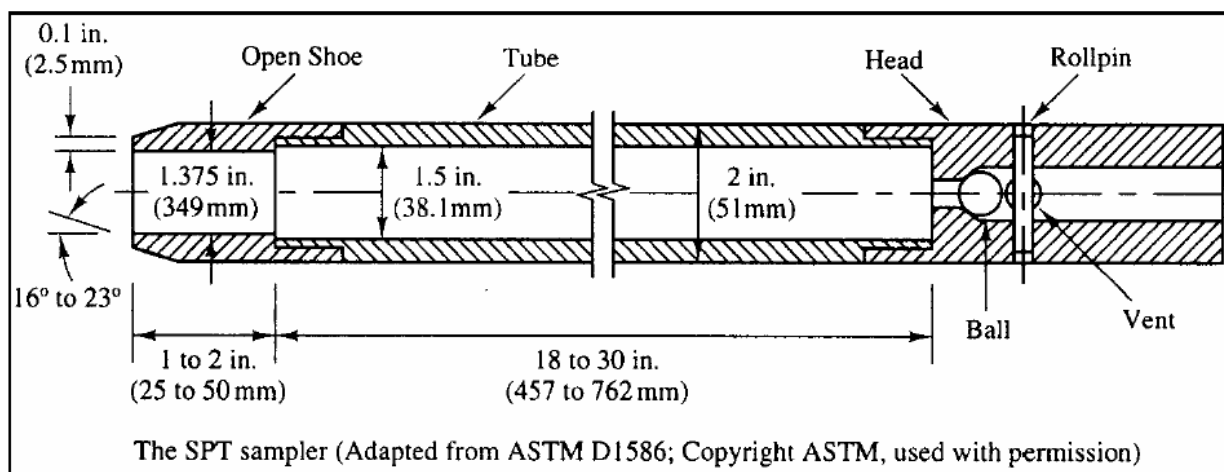


Fig. 1. SPT-sonde

Kugleventilhovedet skal være forsynet med en kobling til stængerne. Ventilen skal være en kontraventil, og kugleventilhovedets væg skal være forsynet med 4 ventilhuller med stor diameter (min 13 mm), således at vand og luft kan undslippe under selve forsøget.

Ved SPT-forsøg i grusede eller stenede aflejringer kan skæret udskiftes med en massiv keglespids.

Sonden med de standardiserede mål er vist på figur 1.

2.3 Stænger

Stængerne mellem SPT-sonden og hammeren skal være fremstillet af stål og være tilstrækkeligt stive for minimering af den vandrette udbøjning. Stænger tungere end 10 kg/m må ikke anvendes (se Tabel 1).

Stængerne skal jævnlige kontrolleres, og kun lige stænger må benyttes. Pilhøjden over 1 m af stangen må maksimalt være 1 mm. Stængerne skal have gevindsamlinger og være skruet stramt sammen.

Såfremt borehullet er dybere end 15 m, skal stængerne forsynes med et styr for hver 3 m til hindring af vandret udbøjning.

Tabel 1. Eksempler på anvendelige stænger

Type	Diameter (mm)	Modstandsmoment (10^{-6} m^3)	Masse (kg/m)
massiv	32,0	3,2	6,3
hul	40,5	4,3	4,3
hul	50,0	8,6	7,2
hul	60,0	13,0	10,0

2.4 Hammer

Hammeren består af 4 elementer, nemlig

- et ramme hoved af stål, som overfører slagenergien fra hammer til stænger
- en stålhammer med en masse på $63,5 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ kg}$

- styrestang af stål, der sikrer, at hammeren falder med minimal friktion
- en udløsningsanordning, der sikrer, at hammeren får et konstant frit fald på $760 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$.

Den samlede masse af den del af hammerelementet, der hviler på stængerne, må ikke overstige 115 kg.

3. UDFØRELSE

3.1 Oprensning

Borehullets diameter skal være mellem 60 og 200 mm og være oprenset til eller umiddelbart under foringsrørets underkant. Ved oprensningen skal det tilstræbes at fjerne al jord, der er forstyrret ved borearbejdet uden samtidigt at løsne den intakte jord.

Det er vigtigt, at vandtilstrømning ved borehullets bund undgås. Boreværktøjet skal derfor trækkes langsomt op, og der skal i borehullet opretholdes et vandspejl, der er over grundvandsspejlet.

3.2 Forsøgets udførelse

Inden forsøget kontrolleres det, at SPT-sonden er korrekt samlet og rengjort både udvendigt og indvendigt, at skæret er intakt, at kugleventilen kan arbejde frit, og at alle stængerne er retlinede.

SPT-sonden sænkes forsigtigt til kontakt med boringens bund, og nedsynkningen registreres efter montering af hammer. På borestængerne afmarkeres 6 delintervaller à 75 mm på en samlet strækning af 450 mm. Sonden rammes 450 mm ned, idet antallet af slag pr. 75 mm registreres.

Forsøget opdeles i en indramning og forsøgsramning.

Indramningen omfatter de første 2 gange 75 mm. Såfremt det samlede slagantal når 25, inden denne nedtrængning opnås, anses indramningen for afsluttet. Efter eventuel justering af afmærkningen påbegyndes *forsøgsramningen* umiddelbart. Forsøget omfatter 300 mm, dog kan forsøgsramningen afbrydes, når 50 slag er nået for at undgå beskadigelse af sonden i faste jordarter. Den tilhørende nedtrængning registreres. I faste jordarter kan der anvendes keglespids, hvor forsøgsramningen kan afbrydes efter 100 slag. Yderligere ramning kan eventuelt forbedre muligheden for at få prøvematerialet op. Ramningen udføres så vidt muligt uden pauser og med en rammehastighed, der ikke overstiger 30 slag pr. minut.

3.3 Jordprøve

Efter afslutning af ramningen trækkes sonden forsigtigt op for at undgå tab af prøve.

Prøverøret åbnes, og jordart(er) og eventuel lagdeling beskrives. En eller flere repræsentative prøver udtages, forsegles og registreres.

4. JOURNAL

SPT-forsøget rapporteres i journalen, der foruden sædvanlig identifikation, inklusive angivelse af grejtype og angivelse af evt. brug af keglespids, skal indeholde:

- dybde til forsøgets start
- dybde til vandspejl i boring
- sondens nedsynkning ved egenvægt
- antal slag pr. 75 mm (se afsnit 3.2)
- antal slag og den tilsvarende nedsynkning, hvis indramning eller forsøgsramning afbrydes i et delinterval
- særlige observationer, f.eks. ujævn ramning på grund af sten mv.
- prøvelængde
- prøvebeskrivelse, inklusive laggrænser mv.
- identifikation af udtagne delprøver

5. BEREGNING AF N-VÆRDI

SPT-forsøget rapporteres med N-værdien, der er defineret som det samlede antal slag for forsøgsramningen. Hvis forsøgsramningen afbrydes før 300 mm nedramning, rapporteres det totale slagantal og nedsynkningens størrelse (f.eks. N: 50/200 mm). Har forsøget været udført med keglespids, anvendes betegnelsen N_{kegle} .

I forbindelse med N-værdiens beregning bør SPT-journalens detailoplysninger vurderes. F.eks. kan stærk vækst i slagantallet i delintervallerne indicere en forstyrrelse af jorden, der bør medføre, at resultatet kasseres.

6. KVALITETSSIKRING

6.1 Udstyret

Det kontrolleres ved hver boring, at:

- hammer, stænger og sonde er i god stand og svarer til de krav, der fremgår af afsnit 2.,
- hammeren fungerer uden utilsigtede friktionsbidrag og med korrekt faldhøjde,
- sondens skær ikke er slidt eller beskadiget.

6.2 Udførelsen

Det kontrolleres før hvert forsøg, at:

- borehullets etablering er sket med konstant vandovertryk i foringen,
- alle forbindelser i stænger og sonde er fast sammenspændte,
- borehullets dybde er korrekt i forhold til foring (se afsnit 3.1).

7. AFVIGELSER FRA ISSMFE REFERENCEPROCEDURE

Nærværende dgf-referenceblad afviger fra ISSMFE referenceprocedure på visse punkter. De væsentligste afvigelser er angivet i tabel 2.

Tabel 2: Væsentlige forskelle mellem dgf-referenceblad og ISSMFE's referenceprocedure

Emne	dgf-referenceblad	ISSMFE-standard ¹⁾
SPT-sonde, ventilationshuller	4 huller à 13 mm	ikke defineret
SPT-sonde, massiv keglespids	tilladt	ikke tilladt
Borestænger, minimumsstørrelse	Ø 32 mm, massive	Ø 40,5 mm, hule
Borestænger, max. udbøjning	1:1000	1:750
Hammer, udløsningsmekanisme	ikke defineret	mekanisk
Borehuld, diameter	≤200 mm	≤150 mm
Udførelse, indramning	kan afbrydes efter 25 slag	kan afbrydes efter 50 slag
Udførelse, forsøgsramning	kan afsluttes efter 50 slag	kan afsluttes efter 50 slag inden for 150 mm
Udførelse, generelt	slagantal registreres pr. 75 mm	slagantal registreres pr. 150 mm

1) *Report of the ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing of Soils-TC16, with Reference Test Procedures, CPT-SPT-DP-WST. Swedish Geotechnical Society, Information 7, 1989.*