

**Svenska Geotekniska Föreningen**  
Swedish Geotechnical Society

**SGF Notat 2:2007**

# **Resultatkontroll genom bestämning av luftporhalt och vattenkvot**

Metodbeskrivning utarbetad av  
Arbetsgruppen för Ytpackning  
SGF:s Jordförstärkningskommitté

Linköping 2007



## **Förord**

Denna metodbeskrivning har utarbetats för resultatkontroll genom bestämning av packade jordmaterials luftporhalt och vattenkvot.

Beskrivningen har utarbetats av arbetsgruppen för ytpackning inom SGF Jordförstärkningskommitté. Arbetsgruppens medlemmar har varit Bo Berggren (ordf., SGI), Jim Bengtsson (Skanska), Lars Forssblad, Christer Hagert (Vägverket Produktion), Klas Hermelin (Vägverket), Ingmar Nordfelt (Dynapac), Åke Sandström (Geodynamik), Anders Bodare (KTH) och Ulf Ekdahl (Peab)

Linköping 2007-01-25

AG Ytpackning/SGF:s Jordförstärkningskommitté



## Innehållsförteckning

### Förord

|          |                                                    |          |
|----------|----------------------------------------------------|----------|
| <u>1</u> | <u>ORIENTERING</u>                                 | <u>1</u> |
| <u>2</u> | <u>DENSITET</u>                                    | <u>1</u> |
| <u>3</u> | <u>VATTENKVOT</u>                                  | <u>1</u> |
| <u>4</u> | <u>PACKNINGSEGENSKAPER</u>                         | <u>2</u> |
| <u>5</u> | <u>KOMPAKTDENSITET</u>                             | <u>2</u> |
| <u>6</u> | <u>ANTAL MÄTPUNKTER</u>                            | <u>2</u> |
| <u>7</u> | <u>BERÄKNINGAR OCH REDOVISNING AV PROVRESULTAT</u> | <u>2</u> |
| 7.1      | BERÄKNINGAR                                        | 2        |
| 7.2      | REDOVISNING AV PROVRESULTATEN                      | 2        |
| <u>8</u> | <u>BAKGRUND</u>                                    | <u>3</u> |
| <u>9</u> | <u>LITTERATUR</u>                                  | <u>4</u> |



## **1 ORIENTERING**

Denna metodbeskrivning har utarbetats för resultatkontroll genom bestämning av packade jordmaterials luftporhalt och vattenkvot.

Metoden innebär bestämningar av torrdensitet och vattenkvot i fält samt packningsegenskaper och partikeldensitet i laboratorium.

Metoden är lämplig för såväl grovkorniga som blandkorniga och finkorniga jordar och för att bedöma den framtida hållfastheten i stabiliserade material.

Beskrivningen har utarbetats av arbetsgruppen för ytpackning inom SGF Jordförstärkningsskommitté. Arbetsgruppens medlemmar har varit Bo Berggren (ordf., SGI), Jim Bengtsson (Skanska), Lars Forssblad, Christer Hagert (Vägverket Produktion), Klas Hermelin (Vägverket), Ingmar Nordfelt (Dynapac), Åke Sandström (Geodynamik), Anders Bodare (KTH) och Ulf Ekdahl (Peab)

## **2 DENSITET**

Bestämning av det packade jordmaterialalets densitet utförs med isotopmätare enligt Vägverkets metodbeskrivning VVMB605 [1].

I väl packade och speciellt i steniga jordarter underlättas nedförandet av sonden genom att man först tar upp ett hål för denna med hjälp av en så kallad "Cambell Hammer" med vilken en spetsad stång slås ned i marken.

## **3 VATTENKVOT**

Vattenkvotsbestämningar utförs genom torkning av jordprover tagna på samma ställen och nivåer som där densitetsmätningarna utförts.

Metodbeskrivning för bestämning av jordmaterials vattenkvot genom torkning i ugn finns i en EU-standard [2].

För att förkorta provningstiden föreslås som alternativ till torkugn, torkning av provet i mikrovågsugn, lämpligen på 800 W. Lämplig maximal provstorlek är i detta fall ca 0,1 kg. Torkning i stekpanna är en annan metod, praktisk i fält.

Eftersom bl a provens storlek har stor inverkan på erforderlig torktid rekommenderas att man inledningsvis fastställer lämplig provstorlek och torktid genom prov med förslagsvis 5 och 10 minuters torktid. Jämförelse görs med normenligt utförd torkning i torkugn. För steniga jordmaterial rekommenderas utförandet av tre delprov. Vattenkvoten anges som medelvärde av de erhållna värdena.

## 4 PACKNINGSEGENSKAPER

Optimal vattenkvot ska bestämmas med minst 3 instampningsprov enligt modifierad proctor enligt SS-EN 13286-2 [3].

## 5 KOMPAKTDENSITET

Jordmaterialets kompakt densitet ska bestämmas enligt SS-EN1097-6 "Partikeldensitet och vattenabsorption", Annex A. Korgmetoden kan användas ned till material > 4 mm [4].

## 6 ANTAL MÄTPUNKTER

Antal mätpunkter för resultatkontroll genom bestämning av luftporhalt och vattenkvot väljs till 1 prov per 500 m<sup>2</sup> yta om inget annat föreskrivs.

Kontrollpunkternas väljs slumpmässigt över ytan enligt förfarande beskrivet i Vägverkets metodbeskrivning 908 [5].

## 7 BERÄKNINGAR OCH REDOVISNING AV PROVRESULTAT

### 7.1 Beräkningar

Med utgångspunkt från torrdensitet och vattenkvot kan luftporhalten beräknas enligt följande formel:

$$\text{Luftporhalt } L_p = 100 \cdot (1 - \rho_d / \rho_s) - w \cdot \rho_d / \rho_w$$

där

$L_p$  = luftporhalt, %

$\rho_d$  = jordmaterialets torrdensitet, ton/m<sup>3</sup>

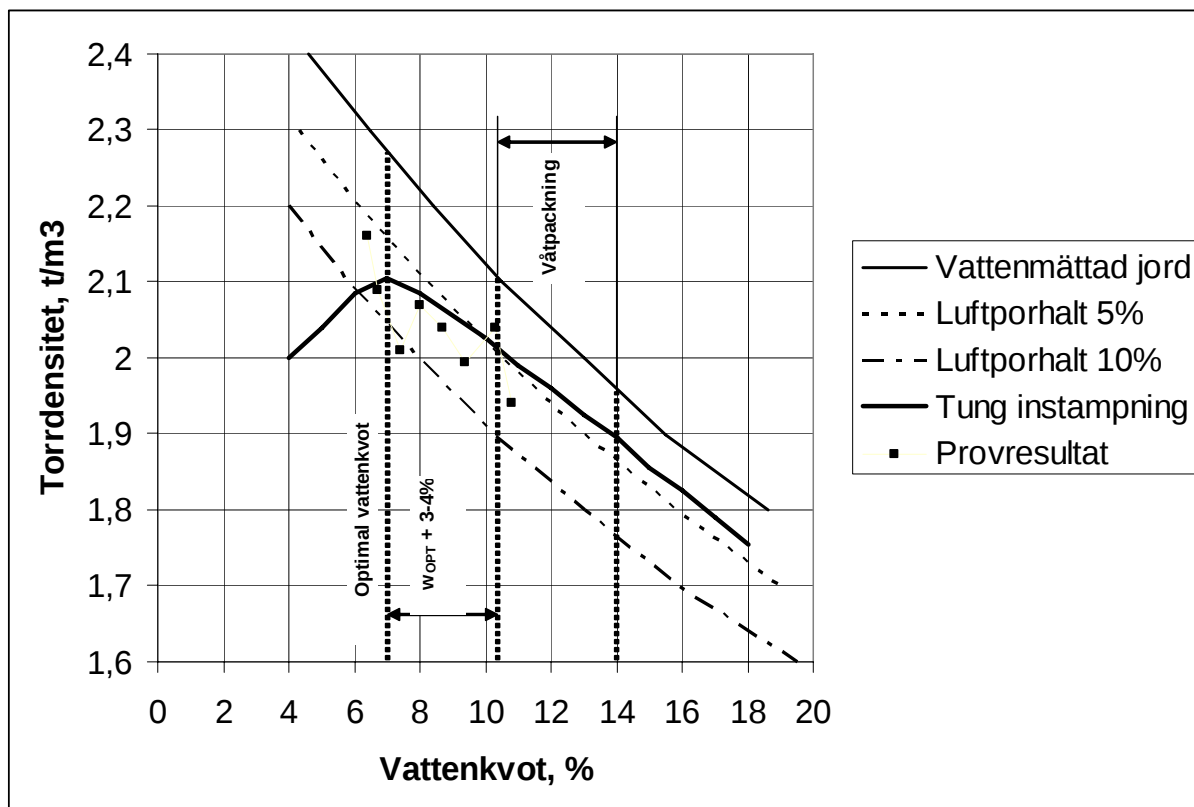
$\rho_s$  = jordmaterialets kompakt densitet, ton/m<sup>3</sup>

$\rho_w$  = vattnets densitet, 1,0 ton/m<sup>3</sup>

$w$  = vattenkvot, %

### 7.2 Redovisning av provresultaten

Punktvis bestämda, sammanhängande värden på korrigerad torrdensitet, vattenkvot och beräknad luftporhalt redovisas i tabellform. Provresultaten redovisas översiktligt i diagram av den typ, som visas i figur 1.



**Figur 1 Resultat kontroll genom bestämningar av luftporhalt och vattenkvot**

Fabrikat, modell och serienummer på använd isotopmätare ska anges.

Resultat av bestämning av jordmaterialets kompakt densitet anges.

Packningsegenskaperna ska redovisas i form av en proctorkurva med maximal densitet och optimal vattenkvot.

Som riktvärde på största luftporhalt, som bör tillämpas, kan normalt ett maximalt värde av 10 % tillåtas. I speciella fall, exempelvis vid större jorrdammsarbeten, kan strängare krav – ned till 7 % vara lämpligt. Vid jorrdammsarbeten bör vattenkvoten alltid ligga över den optimala.

## 8 BAKGRUND

För omfattande jordpackningsarbeten tillämpas någon form av *resultatkontroll* i praktiskt taget alla länder världen över.

Fortfarande tillämpas i flertalet länder proctormetoden, enligt vilken det packade jordmaterialets *packningsgrad* inte får underskrida ett föreskrivet minimivärde. Packningsgraden anger densitetsvärdets procentuella andel av en genom ett normerat instampningsprov bestämd torrdensitet för det aktuella jordmaterialet.

För resultatkontroll av fridränerande material, exempelvis vägöverbyggnader tillämpas bl a i Sverige *bärighetsbestämningar*, ofta utförda genom statiska plattbelastningsprov, numera i

många fall i kombination med användning av vältmonterade elektroniska packningsmätare av olika fabrikat.

För packningskontroll av andra jordartstyper, främst blandkorniga och finkorniga, ofta använda som bankfyllningar, tillämpas i Sverige normalt endast *utförandekontroll* avseende typ av packningsredskap, antal överfarter med detta samt maximal lagertjocklek för olika jordartstyper.

Behovet av resultatkontroll gäller i första hand dammbyggnader, bankfyllningar ingående i civila och militära flygfält, fyllningar under byggnader, industriområden, broar etc samt fyllningar ingående i deponier. Även för kvalificerade väg- och järnvägsbankar kan resultatkontroll i vissa fall vara önskvärd. Det kan också gälla sådana jordartsförhållanden, som fordrar speciella provningar för att få fram ett lämpligt packningsförfarande, exempelvis blandkornig eller finkornig jord med hög vattenkvot, i vilket fall ATB VÄG rekommenderar förundersökningar utförda genom resultatkontroll.

För svenska förhållanden försvåras och fördyras enligt proctormetoden utförda packningsgradsbestämningar av att de blandkorniga och finkorniga jordmaterialen ofta har mycket varierande gradering och vattenkvot. Ett sätt att förenkla och förbilliga kontrollen av ovannämnda jordartstyper är att begränsa resultatkontrollen till bestämningar av det packade materialets luftporhalter. Denna metod har även tidigare i viss omfattning använts - bl a i Tyskland och England.

Arbetsgruppen för ytpackning ingående i SGF:s Jordförstärkningskommitté har på basis av utförda fältundersökningar dragit slutsatsen att bestämningar av luftporhalten kan vara även för svenska förhållanden lämplig metod för resultatkontroll av jordpackningsarbeten [6]. Mätning av luftporhalten är framförallt användbar vid bedömning av de framtida sättningsförloppen. Eftersom dessa även i hög grad påverkas av de packade jordmaterialens vattenkvot, ska vattenkvotsbestämningarna ingå och redovisas.

## 9 LITTERATUR

- [1] Bestämning av densitet och vattenkvot med isotopmätare, VVMB 605:1993
- [2] EU-standard EN 01097-5:1999, tysk, engelsk, fransk. Bestämning av vattenkvot genom torkning i ugn.
- [3] SS-EN 13286-2 Modifierad proctor.
- [4] SS-EN 1097-6 Partikeldensitet och vattenabsorption.
- [5] Statistisk acceptanskontroll, VVMB 908:1994.
- [6] Packning och packningskontroll av blandkornig och finkornig jord, SGF Notat 1:2004.

## **SGF Notat**

- 1:2004**      Packning och packningskontroll av blandkorning och finkornig jord
- 2:2004**      Direkta skjuvförsök - en vägledning
- 3:2004**      Laboratorieutrustningar med stora provdimensioner - en sammanställning
- 1:2005**      Våra framtida geotekniska arbetsredskap – en introduktion
- 2:2005**      Permeabilitetsbestämning genom laboratieförsök
- 3:2005**      Packningsresultat ytpackning – väsentliga faktorer analyserade med AHP-modellen
- 4:2005**      Karakteristiskt värde – utredning kring riktlinjer hur vi skall tillämpa Eurokod (EN 1997-1 och EN 1997-2)
- 1:2007**      Medlemsmatrikel 2006
- 2:2007**      Resultatkontroll benom bestämning av luftporhalt och vattenkvot

Svenska Geotekniska Föreningen (SGF) bildades 1950 och består av drygt 700 enskilda medlemmar, med minst två års praktisk erfarenhet av geoteknik. Dessutom ingår ca 30 korporativa medlemmar i form av institutioner, högskolor, myndigheter, konsult- och entreprenadföretag samt tillverkare inom det geotekniska området.

SGF har till ändamål att främja utvecklingen inom geoteknik med grundläggning med föredrag, diskussioner och kommittéarbeten samt att samarbeta med svenska, nordiska och övriga internationella organ med liknande inriktning.

Föreningen företräder i Sverige den internationella föreningen, the International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).

I SGF:s Rapport- och Notatserier utges föreningens metodbeskrivningar, monografier och dokumentation från konferenser, temadagar m.m.