



## Gutachten

Nr. 15041

Projekt: Neubau einer Wohnanlage mit Tiefgarage, Innstraße, Töging

Auftraggeber: J. & H. Bachmaier Immobilien GmbH, Weichselstrasse 12, 84513 Töging

Planer: Architekturbüro Manfred Brunner, Schubertstr. 4, Töging

Statik: n.n.

Klärungsauftrag: Baugrunduntersuchung

Sachbearbeiter: Heinrich Hiemesch, Dipl.-Geol.

Ort und Datum: Waldkraiburg, den 20.05.2016

Anlagen: 1. Lageplan  
2. Schurf- und Bohrprofile, Rammdiagramme  
3. Schichtenverzeichnisse  
4. Drucksondierdiagramme und Auswertungen

Aushändigung: 1.-3. Fertigung: Auftraggeber  
Fertigung Nr.

## Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1 Vorgang.....	3
2 Zusammenfassung.....	5
3 Durchgeführte Untersuchungen.....	7
4 Untersuchungsergebnisse.....	9
4.1 Untergrundaufbau.....	10
4.2 Lagerung der Schichten.....	12
4.3 Bodenmechanische Kennwerte.....	14
4.4 Hydrogeologische Verhältnisse.....	16
5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse.....	17
5.1 Gründungstechnische Bewertung.....	17
5.1.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten.....	17
5.1.2 Gründung der Gebäuden.....	17
5.1.3 Bodenaustausch.....	20
5.2 Allgemeine Hinweise.....	22
5.2.1 Baugrube, Böschungen, Aushub.....	22
5.2.2 Wasserhaltung.....	23
5.2.3 Aushub, Bodenklassen und Homogenbereiche.....	25
5.2.4 Abdichtung, Dränung, Frostschutz.....	27
5.2.5 Erdbebengefährdung.....	28
5.2.6 Versickerung von Niederschlägen.....	28
5.2.7 Altlastenbeurteilung.....	29
6 Schlussbemerkung.....	30

## 1 Vorgang

Die Firma J. & H. Bachmaier Immobilien GmbH plant auf dem Grundstück Fl.-Nr. 674/1 + 2, Gemarkung Töging am Inn, die Errichtung einer Wohnanlage mit Tiefgarage. Mit der Projektentwicklung und Planung der Maßnahme wurde das Planungsbüro Manfred Brunner in Töging, beauftragt. Die statischen Berechnungen wurden noch nicht vergeben.

Vor dem Abschluss der Planungen sollte ein Baugrundgutachten einen Überblick über die untergrundbedingten Gründungserfordernisse ergeben. Die Firma Bachmaier hat unserem Ingenieurbüro am 28.02.2016 einen entsprechenden Untersuchungsauftrag erteilt. Grundlage war unser Angebot Nr. 15041 vom 05.02.2016.

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden vom Auftraggeber folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Bebauungsplan Nr. 46, Vorentwurf vom 29.03.2015
- Höhenlinienplan mit Eintragung der Bauteile, undatierter Zwischenstand vom 27.09.2015
- Geländeschnitt 1 – 1, M 1:100 Stand 27.09.2015
- Schnitt 1-1 Variante 2, ohne Maßstab, undatiert

Aus unserem eigenen Archiv haben wir folgende Unterlagen verwendet:

- Topographische Karte von Bayern M 1:25.000, Blatt 7741, Mühldorf am Inn
- Geologische Karte von Bayern M 1:50.000, Blatt L 7740, Mühldorf am Inn mit Beiheft

- Hydrogeologische Karte von Bayern M 1:50.000, Blatt L 7740, Mühl-  
dorf am Inn, mit Beiheft

sowie eigene Altgutachten und geotechnische sowie geothermische Untersuchungen aus dem Umfeld, insbesondere im Bereich der Grundstücke Werksstr. 12 – 16.

## **2 Zusammenfassung**

*Im Rahmen der vorliegenden Baugrunduntersuchung haben wir eine Bohrung und sechs Schürfe bis in Tiefen zwischen 2,3 m und 7,0 m und sieben schwere Rammsondierungen bis in Tiefen zwischen 6,8 m bis 8,6 m niedergebracht. Die ursprünglich geplante schwere Rammsondierung DPH 4 musste aus organisatorischen Gründen entfallen. Da der Boden hierfür geeignet war, wurden die ursprünglich geplanten Bohrungen B1 bis B5 durch CPTu-Drucksondierungen ersetzt. Wegen der dadurch verbesserten Erkenntnisse über die bodenmechanischen Eigenschaften der angetroffenen Schichten waren in diesem Untersuchungsschritt keine bodenmechanischen Laborversuche zur genaueren Klassifizierung der Bodenschichten notwendig.*

*Im gesamten überbauten Bereich wurden wechselhafte Bodenverhältnisse vorgefunden, welche in der Verebnungsfläche hauptsächlich aus Verschwemmungsablagerungen des Inns bestehen, die sich auf dem Tertiärsockel abgelagert haben. Dabei handelt es sich überwiegend um Hochflutsande und Uferbankkiese sowie oberflächennah auch Auenablagerungen. Im Böschungsbereich stehen oberflächennah überwiegend Auffüllungen und Rutschmassen sowie darunter gut tragfähiger Niederterrassenschotter oder tertiäre Sandschichten an.*

*Abgesehen vom Böschungsbereich stehen im restlichen Aufstandsflächenbereich der geplanten Wohnanlage gut tragfähige Schichten durchgehend erst ab Tiefen von 5 m bis 7 m unter Gelände an. Eine konventionelle Gründung kommt deswegen nicht in Betracht; diskutiert wurden als in Frage kommende Gründungsvarianten die Herstellung von Rüttelstopfsäulen (oder vergleichbare Verfahren) oder CSV-Säulen. Für alle Verfahren muss vorher ein Arbeitsplanum für die Baumaschinen hergestellt werden.*

*Nach derzeitigem Kenntnisstand ist während der Bauarbeiten auf der tiefsten Sohle eine Wasserhaltung erforderlich, da die zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten gemessenen Wasserstände im Tiefenbereich der Aushubsohle lagen. Nicht auszuschließen ist, dass es durch den Aubach zu einer Grundwasseranreicherung kommt und der Grundwasserstand gesenkt werden kann, wenn der Aubach rechtzeitig vor Baubeginn verrohrt wird.*

*Auch in diesem Fall wird jedoch eine dichte Ausführung der Untergeschosse erforderlich um Hochwassersituationen zu berücksichtigen . Empfohlen wurde dazu die Ausführung der Tiefgarage und der Keller in WU-Beton.*

### **3 Durchgeführte Untersuchungen**

Die Aufschlusspunkte konnten von uns abgesehen von Behinderungen durch erdverlegte Leitungen frei festgelegt werden. Die Ansatzkoten wurden von einem Vermessungsbüro auf Normal-Null bezogen genau eingemessen und die entsprechenden Höhendaten in die Bohrprofilardarstellungen eingetragen. Die Ansatzpunkte der Bohrungen, Rammsondierungen und Drucksondierungen sind im Lageplan der Anlage 1 lagerichtig eingetragen.

Zur Erkundung des Schichtaufbaus wurden 6 Schüfen und eine Bohrung bis in Tiefen zwischen 2,3 m und 7,0 m unter Gelände niedergebracht. Zur Bestimmung der Lagerungsdichte und Tragfähigkeit der Böden wurden darüber hinaus insgesamt sieben schwere Rammsondierungen (DPH gem. DIN EN ISO 22476) durchgeführt, deren Endtiefe zwischen 6,8 m und 8,6 m unter Gelände lag. Die Rammsondierung DPH4 musste aus organisatorischen Gründen entfallen.

Da der Boden dafür geeignet war wurden insgesamt fünf der vorgesehenen sechs Bohrungen durch CPTu-Drucksondierungen ersetzt. Die Tiefe der Drucksondierungen lag je nach Bodenaufbau und Eindringwiderstand zwischen 3,66 m bis 6,31 m unter Gelände.

Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse wurden nach DIN 4023 als Bodenprofile bzw. als Rammdiagramme aufgezeichnet und höhengerecht in vier Geländeschnitten zusammengestellt (Anlage 2). Die Anlage 4 enthält die Ergebnisse der Drucksondierungen sowie die daraus ableitbaren bodenmechanischen Eigenschaften der durchfahrenen Schichten. Zur Erklärung der englischen Fachbegriffe ist ein Glossar vorangestellt. Die den Bohrprofilardarstellungen zugrunde liegenden Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 3 aufgeführt.

Noch vor Ort erfolgte eine organoleptische Ansprache (Sinnesbefund) der Bodenproben durch einen in Altlastenfragen erfahrenen Geologen sowie eine bodenmechanische und geologische Einstufung zur Darstellung des Schichtaufbaus. Die Ansprache der Proben erfolgte zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 22475 und DIN 18196.

Da die Bodenproben eindeutig angesprochen werden konnten und über die CPTu-Drucksondierungen verlässlichen Ableitungen über die bodenmechanischen Eigenschaften der angetroffenen Böden gemacht werden konnten, waren bodenmechanische Laborversuche zur genaueren Klassifizierung von Böden in dieser Phase der Untersuchung nicht erforderlich.

## 4 Untersuchungsergebnisse

Das untersuchte Grundstück liegt südlich der Hauptstraße in einem teils hängigen Gelände, welches an der Sohle in eine nur leicht nach Südosten geneigte Ebene übergeht. Geologisch gesehen handelt es sich dabei um eine Erosionskante im Niederterrassenschotter, welche durch den mäandrierenden Inn geschaffen wurde. Der Fluss hat sich in der Folgezeit weiter nach Süden zurückgezogen und dabei in dem ebeneren Geländeabschnitt entsprechend Auen- und Hochflutablagerungen zurückgelassen. Die genannten Schichten sowie der Niederterrassenschotter liegen sowohl nach der genannten geologischen Karte als auch früherer, eigener Untersuchungen in der Nähe entsprechend direkt auf dem Tertiärsockel auf, welcher örtlich überwiegend von Sanden und untergeordnet von Mergeln aufgebaut wird.

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um eine Wohnanlage mit einem treppenartig versetzten oberirdischen Baukörper an der Hauptstraße und einem weiteren oberirdischen Baukörper an der Südseite des Geländes, welcher nicht abgetrept ist. Die Abtreppung soll dabei der bestehenden Hanglinie folgen. Unterirdisch sind insgesamt zwei Geschosse vorgesehen (UG 1 + UG 2), welche zumindest z.T. als Tiefgarage ausgebildet werden sollen. Im Südteil des Grundstücks wird das dortige oberirdische Bauteil noch zwei weitere Geschosse aufweisen (EG, 1. OG), der abgetrennte Gebäudeteil im Norden, d.h. an der Hauptstraße besteht aus EG und 1. - 6. OG. Die Abmessungen des Gebäudes und der Tiefgarage lassen sich am besten aus dem Lageplan in Anlage 1 entnehmen.

Die Gründungssohle liegt im Höhenbereich um 377,5 m üNN.

#### 4.1 Untergrundaufbau

Aus den Bodenaufschlüssen geht ein überwiegend aus sehr wechselhaft ausgebildeten Lockergesteinen bestehender Untergrundaufbau hervor. Der vorgefundene Schichtaufbau wird nachfolgend stichpunktartig beschrieben:

##### Böschungsbereich

- Bei den Schürfen im Böschungsbereich wurden zuoberst **Auffüllungen** und/oder **Rutschmassen** festgestellt, deren Tiefenreichweite zwischen 0,6 m bis über 3,0 m beträgt. Bodenmechanisch gesehen handelt es sich dabei um sandige und kiesige Schluffe oder stark schluffige und sandige Kiese sowie um umgelagerten Mutterboden. Darunter folgt je nach Lage des Schurfs eiszeitlicher Niederterrassenschotter, Flussablagerungen oder tertiäre Schichten.
- **Niederterrassenschotter** wurde in den Schürfen 1, 2 und 6 angetroffen. Er ist dort stark sandig ausgebildet und weist im untersuchten Tiefenprofil teils mehrere Rollkieslagen auf. Bodenmechanisch gesehen handelt es sich dabei um einen sandigen Kies, der meist grau, im Bereich von Oxydationshöfen rotbraun gefärbt ist.
- Beim Schurf 5 wurden dagegen Hochflutablagerungen des nacheiszeitlichen Inns vorgefunden, welche hier zuoberst als **Hochflutsand** einsetzen. Dieser stark kiesige braune Sand reicht in dem Schurf bis in eine Tiefe von 2,6 m. Bis zur Endtiefe des Schurfs folgt **Uferbankkies**, welcher hier stark sandig ausgebildet ist und eine braune bis rotbraune Farbe aufweist.
- Der tertiäre Molassesockel wurde lediglich im Schurf 4 angeschnitten, und zwar dort in einer Tiefe ab 1,4 m unter Gelände. Zuoberst, d.h. bis in eine Tiefe von 1,9 m unter Gelände stehen hier zunächst **Molassemergel** an, die auf einem nahezu weißen **Molassesand**

auflagern, der bis zur Endteufe des Schurfs in 3,5 m Tiefe nachgewiesen wurde.

### Verebnungsfläche

In der Verebnungsfläche liegen bis in die untersuchten Tiefen von 7,0 m unter Gelände Hochflutablagerungen des Flusses Inn vor, die sehr wechselhaft ausgebildet sind und nach oben gewöhnlich durch Auffüllungen abgeschlossen werden. Die Wechselhaftigkeit wird besonders in den Ergebnissen der CPTu-Drucksondierungen deutlich, die diese Inhomogenitäten dm-genau auflösen.

Abgesehen von der CPTu 4, die hinsichtlich ihrer Schichtabfolge eine Sonderstellung einnimmt, stehen zuoberst mit Tiefenreichweiten zwischen 0,6 m und 3,8 m unter Gelände Sandschichten an, bei denen es sich um **Hochflutsand** handelt, sofern sie nicht durch bodenmechanisch vergleichbare Schichten ausgetauscht worden sind. Bodenmechanisch gesehen handelt es sich dabei um einen eng gestuften Sand, der eine hellgraue Farbe aufweist.

Bei den Drucksondierungen CPTu 1, 2, 3 und 5 folgt darunter **Hochflutlehm**, und zwar bis in Tiefen von 2,5 m bis 5,5 m unter Gelände. Bodenmechanisch gesehen handelt es sich dabei um einen sandigen Schluff.

Bei der Bohrung B 6 folgt dagegen unter der obersten Hochflutsandschicht ein **Uferbankies** bis in eine Tiefe von 4,9 m, welcher aus bodenmechanischer Sicht als stark sandiger Kies angesprochen wurde. Nach dem Eindringwiderstand beim Bohren wurde das graue bis rotbraune Material als locker gelagert eingestuft.

Ab Tiefen von 2,5 m bis 5,5 m unter Gelände folgt erneut Hochflutsand bis zur Endteufe der jeweiligen Drucksondierung bzw. der Bohrung B 6 in 7 m Tiefe. Nach dem Eindringwiderstand beim Bohren wurde das enggestufte Material ebenso wie der Uferbankkies als locker gelagert eingestuft.

Bei der Drucksondierung CPTu 4, welche hinter dem Anwesen Innstrasse 3 niedergebracht wurde (siehe Lageplan in Anlage 1) wurde ein engständig wechselndes Bodenprofil aus schluffigen Sanden und sandigen Schluffen erkundet. Erst gegen Endteufe, d.h. bei 5,7 m steht dann der Hochflutsand an.

#### 4.2 Lagerung der Schichten

Die in den direkten Aufschlüssen festgestellten Bodenverhältnisse spiegeln sich nur zum Teil in den Rammsondierergebnissen wider. Bei den Rammsondierungen DPH 6 bis 9, die im Bereich der Verebnungsfläche niedergebracht wurden, ergaben sich nur sehr geringe Schlagzahlen von 0 bis 5 bis in Tiefen von bis zu 3,5 m. Darunter steigen die  $N_{10}$  – Schlagzahlen der schweren Rammsonde meist für eine nur kurze Tiefendistanz von 1 bis 2 m auf ein etwas höheres Niveau, um dann wieder auf Werte unter 5 zu fallen. Erst ab Tiefen von 7 m bis 7,8 m unter Gelände wurden  $N_{10}$  - Schlagzahlen der schweren Rammsonde erreicht, die durchgehend über 10 liegen.

Bei den schweren Rammsondierungen, die im Übergangsbereich zwischen Böschung und Verebnungsfläche niedergebracht wurden, sind ähnliche Ergebnisse festzustellen. In geringen Tiefen wurden meist nur  $N_{10}$  - Schlagzahlen der schweren Rammsonde zwischen 1 bis 3 gemessen. Dieser stark aufgelockerte Bereich kann von 2 m Tiefe (DPH 3) bis in 4 m Tiefe (DPH 2) reichen. Darunter folgt in der Regel ein Anstieg auf  $N_{10}$  - Schlagzahlen, die dann fast durchgehend über 10 liegen und in einem Meter Distanz ein ent-

sprechender Rückgang auf die vorherigen Werte darüber. Auch bei diesen Rammsondierungen wurde gut tragfähiger Boden erst in größerer Tiefe, d.h. ab 6,5 m unter Gelände erreicht.

Bei den Drucksondierungen, die gerätebedingt nur in der Verebnungsfläche durchgeführt werden konnten, ergaben sich ebenfalls zuoberst in der Regel ungenügende Eindringwiderstände unter  $10 \text{ MN/m}^2$  Spitzenwiderstand. Bezogen auf die Ansatzhöhe der CPTu 1 stehen gut tragfähige Schichten erst ab einer Tiefe von 5,5 m unter Gelände, bei der CPTu 4 erst in 6,5 m unter Gelände an. Ab dieser Tiefe werden Spitzenwiderstände von  $15 \text{ MN/m}^2$  durchgehend überschritten. Bei dem ab dieser Tiefe anstehenden Sanden handelt es sich höchstwahrscheinlich um Molassesandschichten des Tertiärsockels oder verdichtete Hochflutsande.

### 4.3 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die charakteristischen geologischen und bodenmechanischen Merkmale der angetroffenen Bodenschichten zusammengestellt.

<b>Geologische Schichtbezeichnung</b>	<b>Tiefenbereich m uGOK</b>	<b>Bodenart nach DIN 4022</b>	<b>Klassifikation DIN 18196</b>	<b>Lagerung *) Zustandsform Beschaffenheit</b>
Auffüllung bindig	0 – 1,9	Schluff, sandig, kiesig, z. T. Humos	(OH), (TL)	weich
Auffüllung rollig	0 - >3,0	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig	(GU), (GU*)	locker
Hochflutsand	meist ab 4,9	Sand, einz. Kiesel, schwach kiesig	SE, SW	locker - mitteldicht
Uferbankkies	1,6 – 5,9	Kies, stark sandig	GW	locker
Niederterrassenschotter	in der Böschung	Kies, sandig, einz. Steine	GW	mitteldicht - dicht
Molassemergel	1,4 – 1,9	Schluff, sandig	TL	steif
Molassesand	ab 5,5 - 7	Sand, einz. Kiesel	SE	locker bis dicht

\*) nach den Ergebnissen der Druck/Rammsondierungen und der Bodenansprache

**Tabelle 1:** Geologische und bodenmechanische Merkmale der angetroffenen Böden

In der Tabelle 2 werden für die in Tabelle 1 aufgeführten Bodenschichten unter Berücksichtigung früherer Untersuchungen an vergleichbaren Böden mittlere Bodenkennwerte (Rechenwerte) angegeben.

<b>Geologische Schichtbezeichnung</b>	<b>Wichte des feuchten Bodens</b>	<b>Wichte des Bodens unter Auftrieb</b>	<b>Innerer Reibungswinkel<sup>1)</sup></b>	<b>Kohäsion</b>	<b>Steifemodul</b>
	<b>cal <math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>cal <math>\gamma'</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b>cal <math>\varphi'</math> [°]</b>	<b>cal <math>c'</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>cal <math>E_s</math> [MN/m<sup>2</sup>]</b>
Auffüllung bindig	20	10	27,5	0	2 - 4
Auffüllung rollig	20	12	32,5	0	50 - 80
Hochflutsand	17	9	32,5	0	20 - 40
Uferbankkies	19	11	32,5	0	50 - 80
Niederterrassenschotter	20	12	35	0	50 - >100
Molassemergel	20,5	10,5	27,5	1 - 2	5 - 10
Molassesand	19	11	35	0	60 - 100

<sup>1)</sup> Mittlerer Ersatzreibungswinkel für erdstatische Berechnungen

**Tabelle 2:** Bodenkennwerte (Rechenwerte) der angetroffenen Böden

Im Hinblick auf die relativ großen Abstände der direkten Aufschlüsse sind in den Zwischenbereichen Wechselhaftigkeiten hinsichtlich Art, Mächtigkeit und Verwitterungsgrad der einzelnen Bodenschichten nicht ganz auszuschließen.

#### 4.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Bei den Bohrungen und Sondierungen wurde erwartungsgemäß Grundwasser angetroffen, und zwar in Tiefen zwischen 2,9 m und 4,7 m unter Gelände (einschl. Auswertung der Drucksondierdaten). Dies entspricht einem Mittelwert von 3,4 m unter Gelände.

Damit handelt es sich um ein freies Grundwasservorkommen in den Hochflutablagerungen, das als zusammenhängend angenommen werden kann. Für die Bestimmung des Bemessungswasserstands steht kein amtlicher Pegel als Vergleich zu Verfügung. Deswegen kann der Bemessungswasserstand nur beruhend auf den Geländeuntersuchungen und unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen (erfahrungsgemäß  $\pm 1$  m) sowie einem in der Bautechnik üblichen Sicherheitszuschlag von 0,3 m mit einem Pegel von

$$\text{HGW} = 378,7 \text{ m üNN}$$

angegeben werden.

## 5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

### 5.1 Gründungstechnische Bewertung

#### 5.1.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten

- Auffüllungen sind wegen ihrer äußerst unterschiedlichen Zusammensetzung und Beschaffenheit generell als nicht tragfähig und damit als gründungsungeeignet zu beurteilen. Darüber hinaus sind die hier vorgefundenen Auffüllungen nachweislich zumindest in Teilen frostempfindlich.
- Ebenfalls nicht tragfähig ist der Hochflutsand und der Uferbankkies, weil er aufgrund seiner überwiegend nur lockeren Lagerung als kompressibel einzuschätzen ist.
- Als bedingt tragfähig ist der Molassemergel einzuschätzen. Er ist relativ stark zusammendrückbar und eignet sich nur für Gründungsvarianten mit geringen Bodenpressungen.
- Der Niederterrassenschotter in der Böschung kann dagegen, soweit er nicht abgerutscht ist, ebenso wie der Molassesand als durchgehend tragfähig eingestuft werden. In geringer Tiefe ab Schichtoberkante ist er bereits mitteldicht gelagert.

#### 5.1.2 Gründung der Gebäuden

Nach der zuletzt übermittelten Schnittdarstellung (Schnitt 1-1, Variante 2) liegt die einheitliche Gründungssohle des Gesamtgebäudes einschließlich Tiefgarage auf einer Kote von ca. 377,5 m üNN. Aufgrund des Höhenverlaufs des Geländes, welches im flacheren Bereich nach Südosten einfällt, erfolgt die Gründung damit teils auf Geländeoberfläche und teils in mehr als 6

m Tiefe. Durchgehend gut tragfähiger Boden steht nach den Ergebnissen der Rammsondierungen allerdings erst in einem Tiefenbereich um 370 m üNN flächendeckend an. Dieser tragfähige Horizont steigt am Böschungsfuß auf Werte um 374 m bis 377 m üNN an.

Im Böschungsbereich selbst stehen tragfähige Schichten meistens in einem Vertikalabstand von etwa 1,5 m bis 2,5 m Tiefe an und werden dort vom Niederterrassenschotter bzw. Tertiär gebildet. Dort wird ein **Bodenaustausch** erforderlich, bei dem alle Lockerschichten und Auffüllungen durch tragfähiges Material ersetzt werden. (s. 5.1.3)

Wegen des großen Höhenunterschieds zu den durchgehend tragfähigen Schichten im Verebnungsbereich kommt eine konventionelle Flachgründung, insbesondere auch weil das Gebäude hohe Anforderungen an den Untergrund stellt, nicht in Betracht. Folgende Sondergründungsmaßnahmen können prinzipiell angewandt werden:

- Brunnengründung
- Rüttelstopfsäulen
- CSV-Verfahren
- Pfahlgründung

Aufgrund der vergleichsweise hohen Kosten für Pfahlgründungen und dem dafür zu geringen Höhenabstand zur tragfähigen Schicht kommt diese aus Kostengründen höchstwahrscheinlich nicht zur Ausführung. Falls diese Variante dennoch mit einbezogen werden soll, wird empfohlen, Rammpfähle aus duktilem Guss, als hier effektivste Lösung in Erwägung zu ziehen.

Die Brunnengründung, bei der Brunnenringe als verlorene Schalung im Baugrund bis auf die tragfähige Schicht abgesenkt werden, ist hier eben-

falls als eher aufwendig anzusehen, da zum einen in den am tiefsten gelegenen Geländebereichen das Verfahren an seine Wirtschaftlichkeitsgrenze stößt und zudem Aushubschwierigkeiten insbesondere im Grundwasserbereich zu erwarten sind.

### Rüttelstopfsäulen

Bei der Rüttelstopfverdichtung wird mit einem Tiefenrüttler ein Hohlraum im Boden geschaffen, der nachfolgend mit Kies oder Schotter aufgefüllt ist. Die entstehenden Schottersäulen können je nach Verfahren und Material zwischen 160 – 400 kN belastet werden. Als Rechenwert für die mittlere Länge der Schottersäulen sollte 6 m angesetzt werden.

Alternativ zu den reinen Schottersäulen sind vermörtelte Stopfsäulen möglich, deren Tragfähigkeit höher ist. Da die Säulen jedoch nicht nachträglich gekürzt werden können, muss vorher ein einheitliches Arbeitsplanum auf Höhe der Aushubsohle geschaffen werden. Dies gilt auch für die prinzipiell ähnlichen CMC-Säulen, welche nur mit Druck, ohne Vibration, durch Verdrängung des nicht ausreichend tragfähigen Bodens hergestellt werden. Dieses Verfahren ist schonender für die Nachbarbebauung; eine Beweissicherung ist nicht erforderlich.

### CSV-Verfahren

Bei der Bodenstabilisierung nach dem CSV- oder vergleichbaren Verfahren werden Verdrängungssäulen kleinen Durchmessers in engen Abständen mit Hilfe eines Schneckengestänges in den Boden eingebracht. Als Stabilisierungsmaterial wird in der Regel eine Zement-Sand-Mischung verwendet, die als Trockengranulat eingebracht durch Wasserentzug des umliegenden Bodens zu einer Bodensäule erhärtet. Entsprechend des gewählten Säulennusters lassen sich Steifigkeit und Bettungsmodul des stabilisierten Bodens den lokalen Belastungsverhältnissen direkt anpassen.

Die Herstellung erfolgt aufgrund der kleineren Arbeitsgeräte etwas erschütterungsärmer als bei der Rüttelstopfverdichtung und führt zu geringeren Geländehebungen, auch wenn bei diesem Verfahren ebenfalls kein Material entnommen wird. Der Säulendurchmesser beträgt lediglich 10 bis 20 cm, die Belastbarkeit der einzelnen Säule liegt bei 20 kN bis zu 60 kN. Die anzusetzende Säulentiefe beträgt hier ebenfalls 6 m.

Für alle genannten Verfahren muss zunächst ein tragfähiges Arbeitsplanum hergestellt werden, um die Standsicherheit der Arbeitsgeräte zu gewährleisten. Dieses Arbeitsplanum muss gewöhnlich bauseits hergestellt werden und besteht aus einer 0,3 m bis 0,5 m dicken Schotterschicht, welche ggf. mit einem Geogitter bewährt sein muss.

Im Bereich der Tiefgarage, wo Lasten für gewöhnlich punktförmig unterhalb von Säulen in den Boden abgetragen werden müssen, können die Spezialgründungsmaßnahmen in der Regel auf den Fundamentbereich der Stützen begrenzt bleiben, da die Verkehrslasten zwischen den Säulen nur vergleichsweise gering sind. Dort reicht das oben genannte Arbeitsplanum voraussichtlich für eine ausreichende Lastverteilung aus. Genauere Angaben hierzu lassen sich machen, sobald konkrete Lasten vom Statiker genannt werden.

### 5.1.3 Bodenaustausch

Vor dem Einbau der jeweiligen Bodenplatte / Fundamente sind die oberflächennah anstehenden Schichten voraussichtlich bis in eine Tiefe von mindestens 1,2 m unter Gelände durch verdichtungswilliges und frostsicheres

Material auszutauschen. Für die Herstellung des Bodenaustauschs sind nachfolgend genannte Vorgaben einzuhalten:

Der Lastkoffer muss mit einer unter 45° nach außen geneigten Böschung unter den äußersten Rändern der Bodenplatte bzw. der Fundamente hergestellt werden. Als Austauschmaterial muss lagenweise eingebrachter, verdichtungswilliger und frostsicherer Kies verwendet werden. Er ist vor dem Verdichten sorgfältig anzufeuchten, damit er verdichtungswillig wird. Diese Anforderung muss von der Bauleitung überwacht werden.

Die Lagendicke einer fertig eingebauten Schüttlage darf 25 cm nicht überschreiten, und zwar auch dann nicht, wenn eine besonders schwere Rüttelplatte verwendet wird. Für den Einbau des ortsüblichen, frostsicheren Wandkieses wird der Einsatz einer Rüttelplatte mit einem Mindestgewicht von 750 kg und einer Wasserzugabe von mindestens 2 Gew.-% empfohlen. In beengten Bereichen, wo nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können, muss die Lagendicke auf 15 cm reduziert werden.

Der Verdichtungserfolg muss mindestens auf der obersten Einbaulage mittels dynamischen Plattendruckversuch gem. TP BF-Stb, Teil 8.3 nachgewiesen werden (mindestens sechs Stück auf der Gesamtfläche des Neubauvorhabens). Dabei muss ein dynamischer Verformungsmodul von  $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden.

Vor dem Einbau des Kieskoffers muss auch die Aushubsohle sorgfältig nachverdichtet werden, damit die Qualitätsanforderungen auch eingehalten werden können. Örtlich ist möglicherweise ein tiefer führender Bodenaus-

tausch erforderlich, dessen Umfang durch einen geotechnischen Sachverständigen festzulegen ist.

## 5.2 Allgemeine Hinweise

### 5.2.1 Baugrube, Böschungen, Aushub

Grundsätzlich kann von erdbautechnischen **Böschungen** ausgegangen werden. Dabei sollte in allen Schichten eine Böschungsneigung von 45° grundsätzlich keinesfalls überschritten werden. Gräben mit einer Tiefe von bis zu 1,25 m (z.B. für Grundleitungen) dürfen senkrecht geböscht werden. Die sonstigen Regelungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) sind zu beachten.

Der Böschungsfuß muss wegen des Verlaufs der Tiefgarage bzw. des Untergeschosses teils bis zu 6 m abgegraben werden. Um die Standsicherheit der Böschung nicht zu gefährden und zur Reduzierung des Aushubs wird ein **Baugrubenverbau** empfohlen, welcher abschnittsweise einzubringen ist. Für den Verbau reicht eine wasserdurchlässige Variante, z.B. mit Trägerbohlwänden (Berliner Verbau). Für das Einbringen der Träger muss wegen der bereichsweise verminderten Rammbarkeit der Boden u.U. vorgebohrt werden. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, eine überschnittene Bohrpfahlwand herzustellen, die zwar deutlich teurer bei der Errichtung ist, aber im Baugrund verbleiben kann. Die Außenwand der Tiefgarage bzw. des Kellers kann dann direkt, ohne Schalung gegen die Bohrpfahlwand betoniert werden (Kosten- und Platzvorteil).

Vor Beginn der Planungen ist die Gesamtstandsicherheit der Böschung bis zur Hauptstraße hinauf zu prüfen, da die Stützmauer an der Straße offensichtlich nicht rückverankert ist und lediglich eine Schwergewichtsmauer darstellt. Da Abgrabungen im Hangbereich erfolgen müssen um nicht trag-

fähige Auffüllungen zu entfernen, ist möglicherweise eine Sicherung der bestehenden Stützmauer bzw. deren Ertüchtigung erforderlich. Dazu muss auch die innere Standsicherheit der Stützmauer beurteilt werden.

Die im Aushubbereich anstehenden Böden sind empfindlich gegenüber dynamischen Beanspruchungen. Der Baugrund kann außerdem in Verbindung mit zutretendem Wasser noch stärker aufweichen, als dies ohnehin der Fall ist. Bei der Durchführung von Aushubarbeiten muss daher z. B. durch rückschreitende Arbeitsweise oder stehendes Gerät ein Aufweichen der Aushubsohle vermieden werden. Verdichtungsarbeiten sollten in der Fläche möglichst mit einer Erdbauwalze rein statisch erfolgen, da Teile der untersuchten Bodenschichten durch den Eintrag von Vibrationen ins Fließen geraten können.

Für die Abtragung von **Stapellasten** (z. B. Kran) sind die zuoberst anstehenden Schichten nur bedingt geeignet. Sie sind als kompressibler Baugrund zu betrachten, und deswegen wird empfohlen, im Auflagebereich von Stapellasten die nur locker gelagerten Schichten nachzuverdichten oder durch ein Kiesplanum zu ersetzen, welches eine ausreichende Tragfähigkeit nachweislich sicherstellt.

### 5.2.2 Wasserhaltung

Für das Auffahren der Baugrube ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand (höchster aktuell gemessener Grundwasserstand 377,4 m üNN) eine Wasserhaltung erforderlich, und zwar mindestens bis zur Herstellung des Arbeitsplanums für die Spezialtiefgründung. Inwieweit eine Grundwasseranreicherung durch den Aubach erfolgt, ist dabei nicht ganz klar.

Um Kosten bei der Grundwasserhaltung zu minimieren, wird empfohlen, die Fischteiche angrenzend zur Innstrasse 3 rückzubauen und den Bach vor dem Beginn weiterer Bauarbeiten so zu verrohren, wie dessen Verlauf im Endzustand geplant ist. (Für diese Verrohrung ist eine Dichtprüfung erforderlich.) Bei der Wahl der Trasse ist zu berücksichtigen, dass die Verrohrung nicht durch die späteren Gründungsmaßnahmen zerstört wird. Empfohlen ist deswegen, den Bach um den Baukörper im Süden herum zu führen.

Wenn diese Maßnahme rechtzeitig vor Baubeginn erfolgt, könnte mit einer provisorischen Grundwassermessstelle gemessen werden, ob sich die Maßnahme positiv auf den Grundwasserstand auswirkt und zum Bauzeitpunkt der Tiefgarage bzw. der Untergeschosse eine Wasserhaltung entbehrlich ist. Ansonsten gilt:

Für das Auffahren der Baugrube ist eine **Wasserhaltung** erforderlich. Sie sollte mit mindestens drei Schachtbrunnen erfolgen, die vorher bis mindestens ein Meter unter den Grundwasserstand niedergebracht werden. Der Wasserspiegel in den Brunnen muss mindestens 0,5 m tiefer liegen, als die geplante Aushubsohle. Überschlägig und nach grober Schätzung ist dafür mit einer Förderrate von  $Q = 20 \text{ l/s}$  zu rechnen. Eine Versickerung des geförderten Grundwassers auf dem Baugrundstück ist nicht möglich. Das Wasser könnte am besten in den Aubach eingeleitet werden, nach entsprechender Rückhaltung von Schwebstoffen (Absetzbecken). Die Wasserhaltung stellt eine Gewässerbenutzung im Sinne des § 9 WHG dar, die gemäß § 8 WHG beantragt und erst nach Erlaubnis durch die untere Wasserbehörde (Landratsamt) begonnen werden darf.

Bei Bauteilen im Grundwasser ist auf die Herstellung der Auftriebssicherheit vor Beendigung der Wasserhaltung zu achten.

### 5.2.3 Aushub, Bodenklassen und Homogenbereiche

Die erkundeten Böden sind erdbautechnisch ohne Probleme abbaubar und entsprechen den **Bodenklassen 1, 3 und 4** gem. DIN 18300 (alt). Auffüllungen sind in der DIN 18300 nicht erfasst und können deswegen nicht klassifiziert werden.

Für die Festlegung von Homogenbereichen DIN 18300 neu liegen keine Laboruntersuchungen vor (Anlage 4). Im Hinblick auf die Erfahrungen des Unterzeichners in ortsnahen Projekten kann eine Unterteilung in Homogenbereiche vorgenommen werden, auch wenn nicht für alle Kennwerte Laborergebnisse vorliegen. Eine Übersicht über die festgelegten Homogenbereiche ist in der nachfolgenden Tabelle 4 angegeben. Sie bezieht sich dabei auf den Tiefenbereich, der durch die Baumaßnahme absehbar erfasst wird.

<b>Bereich</b>	<b>Benennung, Eigenschaften</b>	
<b>A</b>	<b>Auffüllungen</b>	
	Bodengruppen DIN 18196	OH, TL, GU, GU*
	Stein- u. Blockanteile DIN 14688-2	gering
	Lagerungsdichte DIN 18126	D = 0,15 - 0,3
	Konsistenz DIN 18122	I <sub>c</sub> = 0,5 – 0,75
	Wichten	feucht: 17 kN/m <sup>3</sup>
	Organische Anteile DIN 18124	V <sub>GI</sub> = 0 – 3 Gew.-%
<b>B</b>	<b>Mergel (Molassemergel)</b>	
	Bodengruppen DIN 18196	TL
	Stein- u. Blockanteile DIN 14688-2	gering
	Konsistenz DIN 18122	I <sub>c</sub> = 0,75 - 1
	Wichten	Feucht: 18,5 kN/m <sup>3</sup>
	Organische Anteile DIN 18124	V <sub>GI</sub> = 0 Gew.-%
<b>C</b>	<b>Sande (Hochflutsand, Molassesand)</b>	
	Bodengruppen DIN 18196	SE, SW
	Stein- u. Blockanteile DIN 14688-2	gering
	Lagerungsdichte DIN 18126	D = 0,15 – 0,6
	Wichten	Feucht: 17 – 21 kN/m <sup>3</sup>
	Organische Anteile DIN 18124	V <sub>GI</sub> = 0 – 3 Gew.-%
<b>D</b>	<b>Kies (Uferbankkies, Niederterrassenschotter)</b>	
	Bodengruppen DIN 18196	GW
	Stein- u. Blockanteile DIN 14688-2	gering
	Lagerungsdichte DIN 18126	D = 0,15 – 0,5
	Wichten	Feucht: 17 – 19 kN/m <sup>3</sup>
	Organische Anteile DIN 18124	V <sub>GI</sub> = 0 – 3 Gew.-%

**Tabelle 4:** Übersicht der Einteilung in Homogenbereiche ohne Mutterboden

Die Verteilung der Homogenbereiche ergibt sich aus der Zuordnung zu den geologischen Schichtbezeichnungen, die in der Tabelle 4 in Klammern angegeben sind. Auf dieser Basis lassen sich die Massen für die Ausschreibung näherungsweise ermitteln.

Bei Unklarheiten hinsichtlich der Einstufung einzelner Bodenbereiche stehen wir jederzeit gerne bereit, während der Erdarbeiten Entscheidungshilfe zu leisten.

Die beim Aushub **anfallenden Böden** sollten i.W. gleich von der Baustelle abgefahren werden, da keine Verwendungsmöglichkeit vor Ort besteht. Selbst vom Hinterfüllen unkritischer Bereiche wird abgeraten, da die Materialien überwiegend frostempfindlich sind und sich schwer verdichten lassen. Eine Einsatzmöglichkeit besteht lediglich für die Geländemodellierung, wo die Frostsicherheit oder Setzungen keine Rolle spielen. Lediglich der beim Aushub bereichsweise anfallende Kies kann für Hinterfüllungen oder auch in lastabtragenden Bereichen wiederverwendet werden, sofern er sich durch Aushub und Umlagern nicht entmischt hat.

#### 5.2.4 Abdichtung, Dränung, Frostschutz

Die erdberührten Wände und der Boden des Kellers bzw. der Tiefgarage müssen gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18195-6 geschützt werden. Dieser Schutz kann durch die nachfolgend stichpunktartig genannten Varianten erfolgen:

- Weiße Wanne: Ausführen des Kellers in WU-Beton
- Braune Wanne: Abdichtung des Kellers mit Bentonit-Matten, gegen die betoniert wird
- Schwarze Wanne: Abdichtung mit heiß verklebten Bitumen-Bahnen

Der Schutz ist mind. bis auf die HGW-Kote herauf sicherzustellen.

### 5.2.5 Erdbebengefährdung

Nach DIN 4149 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Teil 1, Beiblatt 1, Ausgabe 1991, und Teil 1, A1, Ausgabe 1992, liegt das Gebiet in der Erdbebenzone 0. Eine zu berücksichtigende Erdbebengefährdung liegt damit nicht vor.

### 5.2.6 Versickerung von Niederschlägen

Als Rechenwert für Vorbemessungen kann ein aus der Bodenbeschreibung überschlägig abgeleiteter Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1 \times 10^{-5}$  m/s angesetzt werden. Die endgültige Bemessung muss auf Basis eines ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerts erfolgen. Dafür stehen Rückstellproben zu Verfügung.

Für die erlaubnisfreie Versickerung von gesammelten Niederschlagswasser sind die Anforderungen der Niederschlagswasserfreistellungsverordnung, die hierzu eingeführten technischen Regeln TRENGW und die Arbeitsblätter DWA M153 sowie A138 maßgebend. Eine Versickerung über Schächte stellt demnach ohne Vorreinigung keine erlaubnisfreie Versickerung mehr dar. Die Vorreinigung kann im einfachsten Fall – auch bei Rigolen – über einen Absetzschacht erfolgen.

Da ausreichend Fläche für eine Flächen- oder Muldenversickerung zur Verfügung steht, wird eine dieser Versickerungsarten vorgeschlagen; sie ist auch am wirtschaftlichsten zu realisieren. Sollten die Außenanlagen dagegen nicht für die Regenwasserversickerung zur Verfügung stehen, ist alternativ eine Versickerung über Rigolen möglich (Vorreinigung s.o.).

### 5.2.7 Altlastenbeurteilung

Alle Bodenproben wurden noch vor Ort unmittelbar nach der Entnahme von einem in Altlastenfragen erfahrenen Geologen beurteilt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass an keiner Stelle, d. h. auch im Bereich von Auffüllungen, schädliche Verunreinigungen des Bodens oder sonstige auffälligen Veränderungen festgestellt worden sind. Bei den Auffüllungen handelt es sich augenscheinlich um umgelagerte Böden, die nur wenig inerte Fremd Beimengungen aufweisen.

Aufgrund der punktförmigen Untersuchung des Geländes sind keine absolut verlässlichen Angaben über die gesamte Fläche möglich, da Altlasten oft kleinräumig ausgebildet sein können. Aufgrund der vorgefundenen Verhältnisse kann es jedoch nach derzeitigem Kenntnisstand als unwahrscheinlich eingestuft werden, dass auf dem Grundstück gefährliche Altlasten vorhanden sind, die die Baukosten erheblich erhöhen könnten oder eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei der späteren Nutzung darstellen.

## 6 Schlussbemerkung

Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die durch die Bodenaufschlüsse und Felduntersuchungen festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, bodenmechanischer und hydrogeologischer Hinsicht. Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungs- und den sich durch die Aufschlüsse ergebenden Kenntnisstand.

Bei Fortschreibung und insbesondere Änderung der Planung sowie bei neueren Erkenntnissen empfehlen wir, unser Ingenieurbüro zur weiteren Beratung hinzuzuziehen. Dies gilt insbesondere, wenn Abweichungen gegenüber den erwähnten Annahmen bzw. von der Baugrundbeschreibung vorliegen. Da die Gründungssituation nicht völlig trivial ist, wird eine Baugrundabnahme empfohlen, bei der von einem geotechnischen Sachverständigen eventuelle Bodenaustauschbereiche festgelegt werden.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Eine auszugsweise Weitergabe oder Veröffentlichung ist unzulässig.

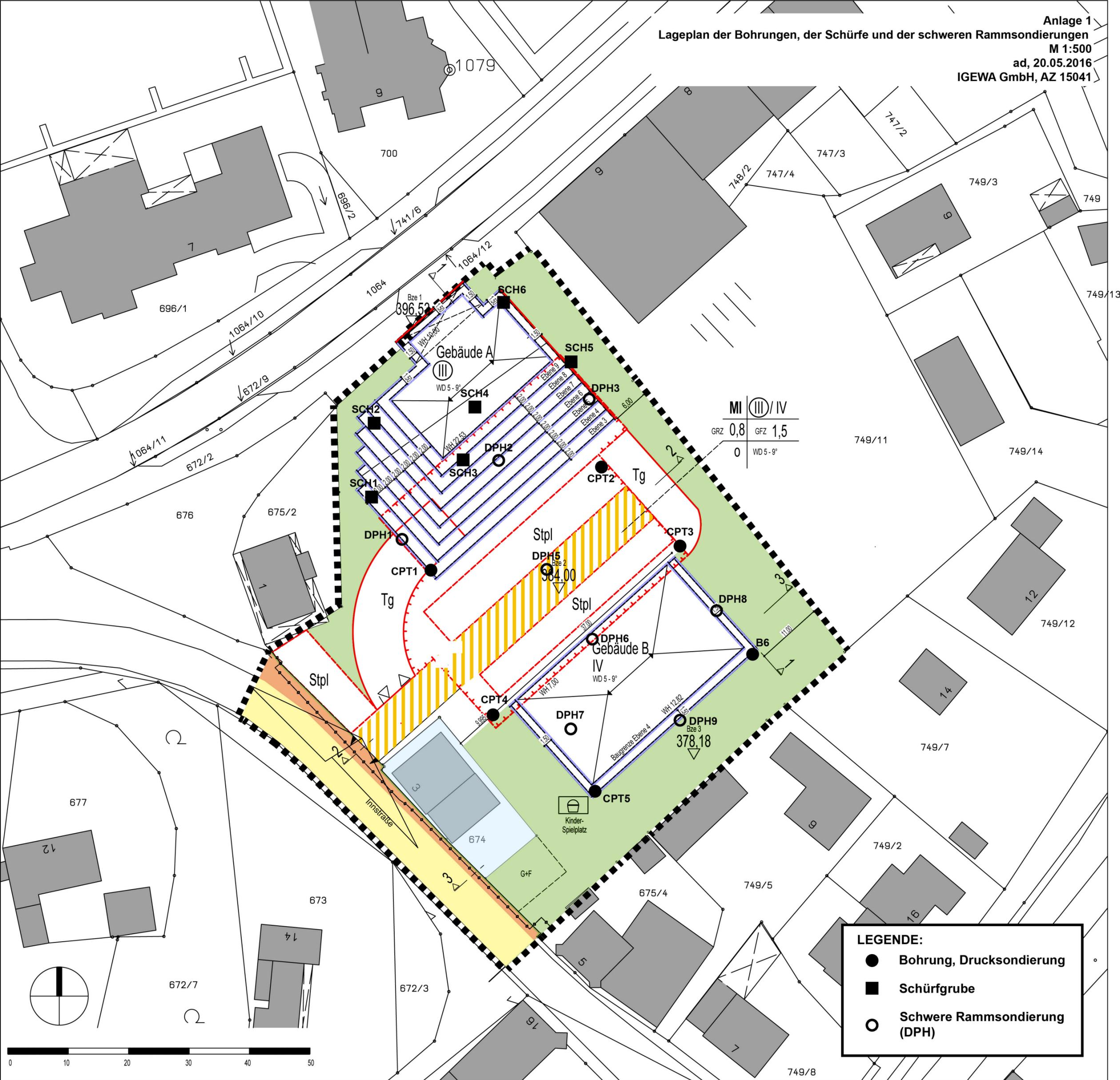
Waldkraiburg, den 20.05.2016

(15041-hi-ad)

Heinrich Hiemesch, Dipl.-Geol.

Beratender Ingenieur BYIK Bau  
Anerkannter privater Sachverständiger  
in der Wasserwirtschaft

# Anlage 1



**LEGENDE:**

- Bohrung, Drucksondierung
- Schürfgrube
- Schwere Rammsondierung (DPH)

# Anlage 2



**IGEWA GmbH**  
**Ingenieurbüro**  
 Slezakweg 2 - 4  
 84478 Waldkraiburg

Projekt: NB MFH Töging, Innstraße

Anlage: 2.0

Datum: 15.04.2016

Auftraggeber: Bachmaier Hochbau GmbH

Bearb.: ad

### Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

#### Boden- und Felsarten



Auffüllung, A



Steine, X, steinig, x



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s

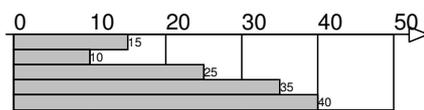


Schluff, U, schluffig, u

Korngrößenbereich f - fein  
 m - mittel  
 g - grob

Nebenteile ' - schwach (<15%)  
 - - stark (30-40%)

#### Rammdiagramm



Tiefe (m)

#### Bodengruppen nach DIN 18196

- |  |  |
|--|--|
| <b>GE</b> enggestufte Kiese  | <b>GW</b> weitgestufte Kiese   |
| <b>GI</b> Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische                  | <b>SE</b> enggestufte Sande  |
| <b>SW</b> weitgestufte Sand-Kies-Gemische                              | <b>SI</b> Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische                        |
| <b>GU</b> Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | <b>GU*</b> Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| <b>GT</b> Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | <b>GT*</b> Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| <b>SU</b> Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | <b>SU*</b> Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| <b>ST</b> Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | <b>ST*</b> Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| <b>UL</b> leicht plastische Schluffe                                   | <b>UM</b> mittelplastische Schluffe  |
| <b>UA</b> ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff                        | <b>TL</b> leicht plastische Tone   |
| <b>TM</b> mittelplastische Tone  | <b>TA</b> ausgeprägt plastische Tone   |
| <b>OU</b> Schluffe mit organischen Beimengungen                        | <b>OT</b> Tone mit organischen Beimengungen                                  |
| <b>OH</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | <b>OK</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| <b>HN</b> nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)                      | <b>HZ</b> zersetzte Torfe  |
| <b>F</b> Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytija, Dy, Sapropel)           | <b>[ ]</b> Auffüllung aus natürlichen Böden                                  |
| <b>A</b> Auffüllung aus Fremdstoffen                                   |  |

#### Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht



sehr dicht



**IGEWA GmbH**  
**Ingenieurbüro**  
Slezakweg 2 - 4  
84478 Waldkraiburg

Projekt: NB MFH Töging, Innstraße

Anlage: 2.0

Datum: 15.04.2016

Auftraggeber: Bachmaier Hochbau GmbH

Bearb.: ad

### Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

#### Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

#### Proben

A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

#### Grundwasser

 1,00  
23.05.2016 Grundwasser am 23.05.2016 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

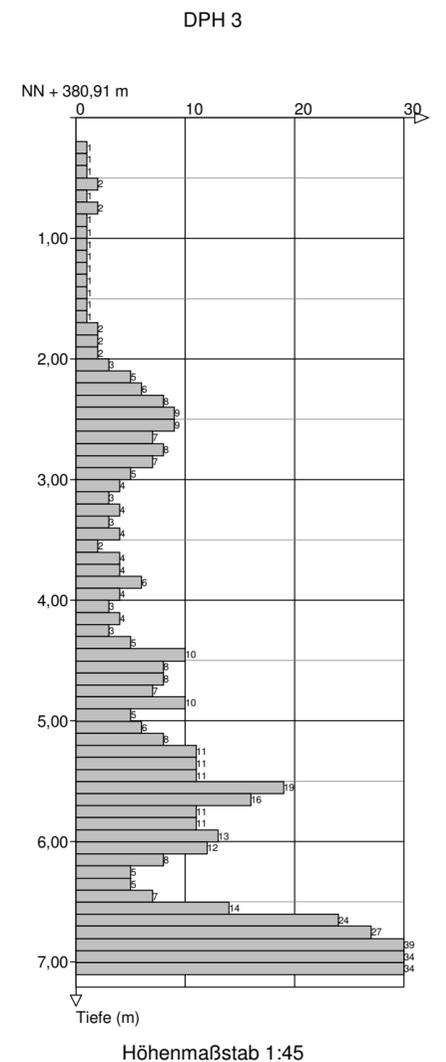
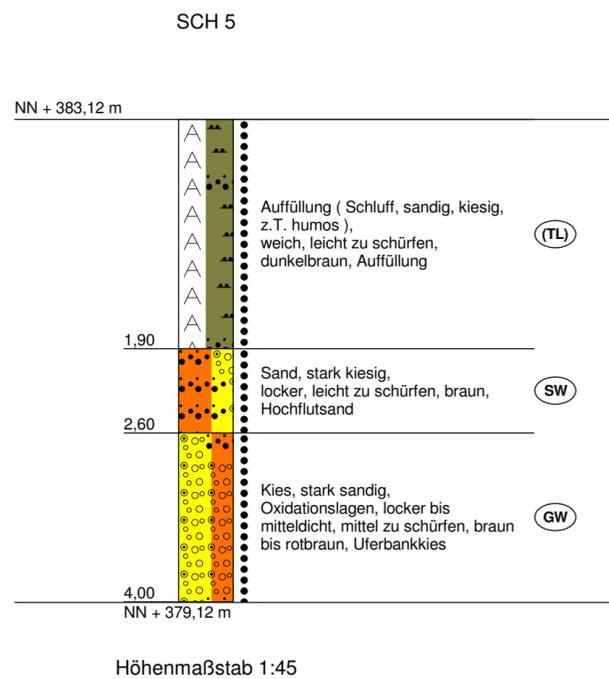
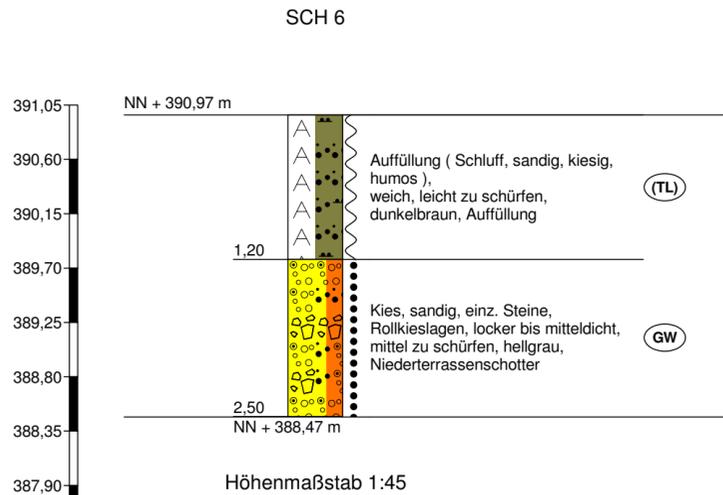
 1,00  
23.05.2016 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 23.05.2016  
 1,80

 1,00  
23.05.2016 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 23.05.2016

 1,00  
23.05.2016 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00  
23.05.2016  Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

**Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023**





**IGEWA GmbH**

Ingenieurbüro  
Slezakweg 2 - 4  
84478 Waldkraiburg

Projekt: NB MFH Töging, Innstraße

Auftraggeber: Bachmaier Hochbau GmbH

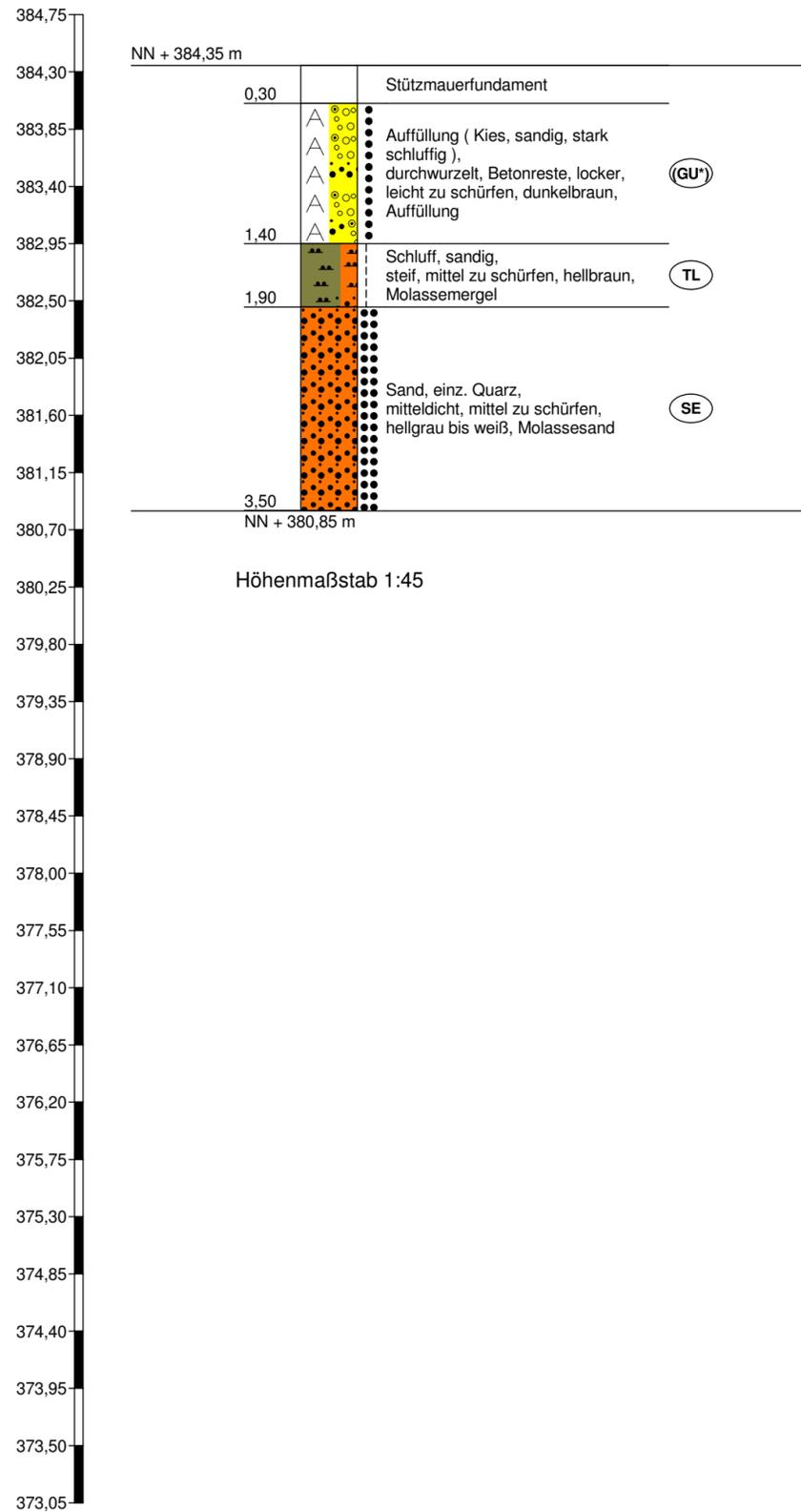
Anlage: 2.2

Datum: 11.05.2016

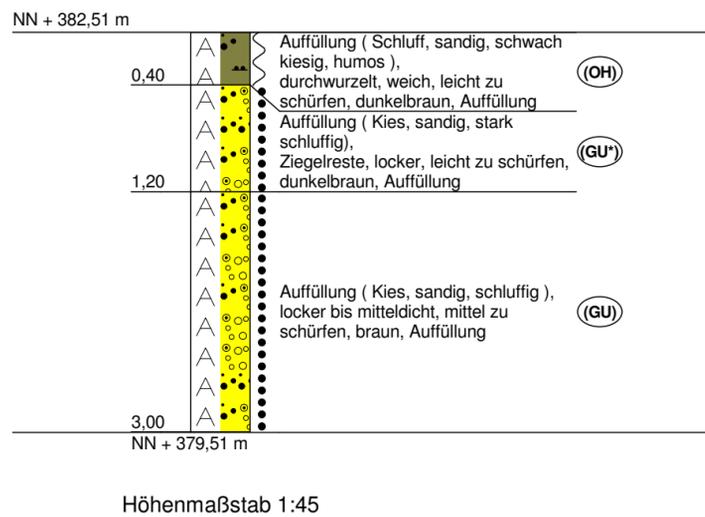
Bearb.: ad

**Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023**

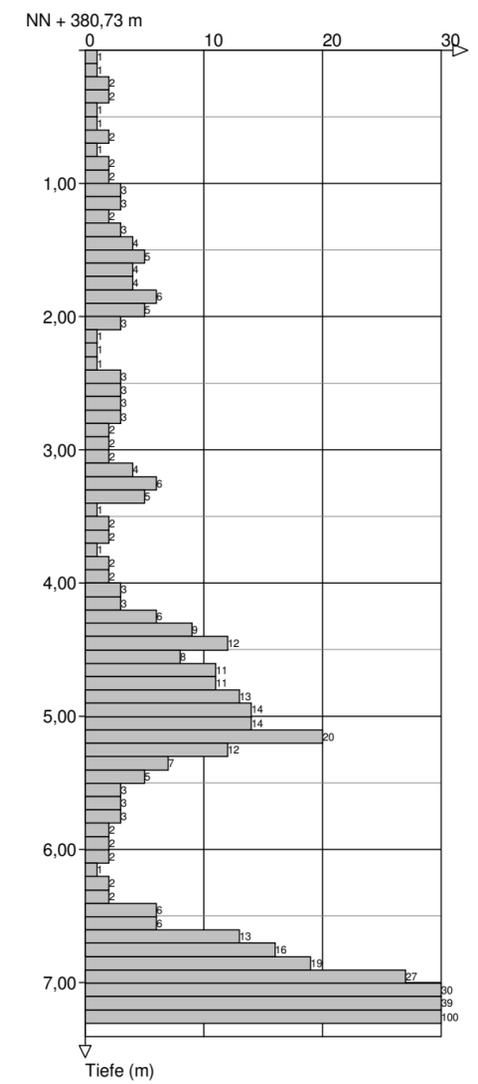
**SCH 4**



**SCH 3**



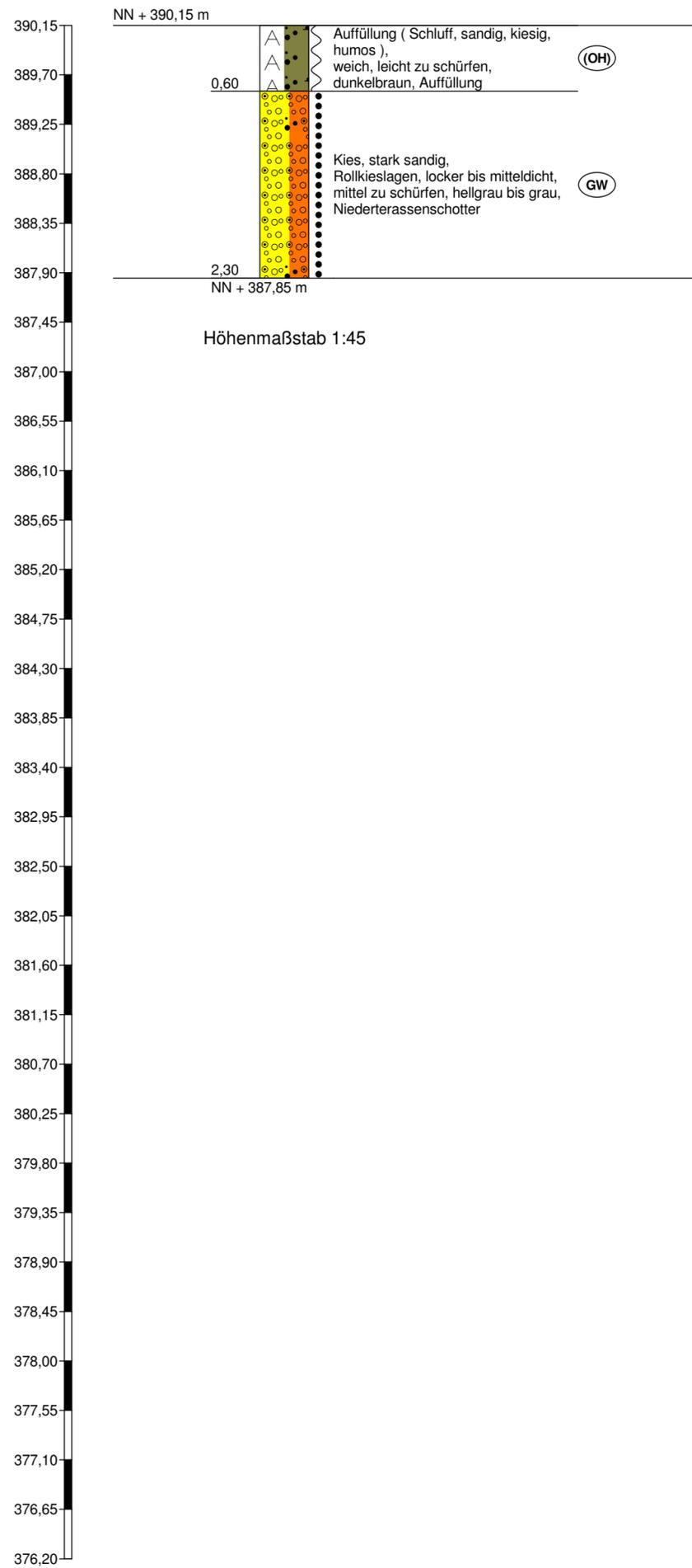
**DPH 2**



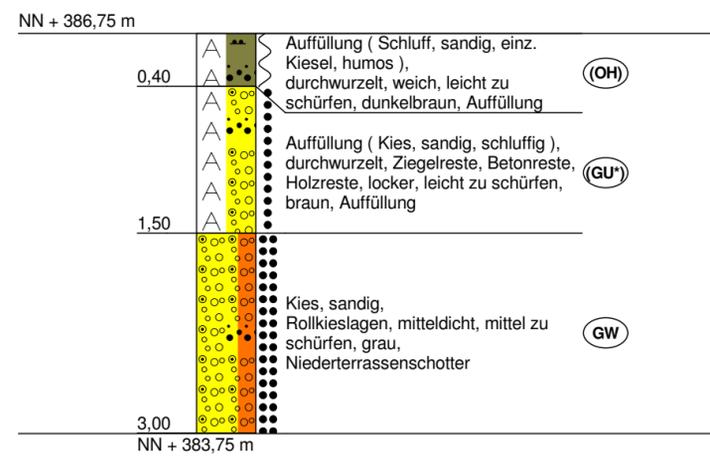


**Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023**

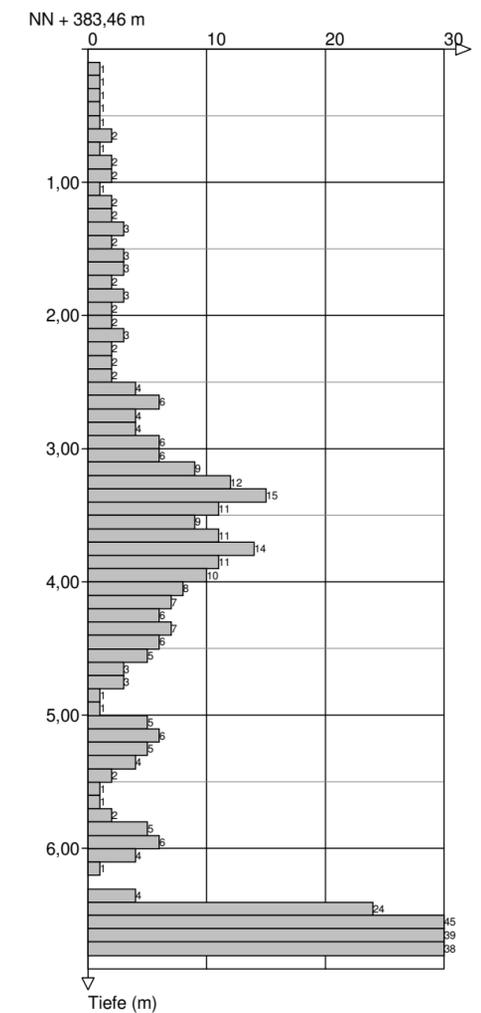
SCH 2



SCH 1



DPH 1





**IGEWA GmbH**  
Ingenieurbüro  
Slezakweg 2 - 4  
84478 Waldkraiburg

Projekt: NB MFH Töging, Innstraße

Anlage: 2.4

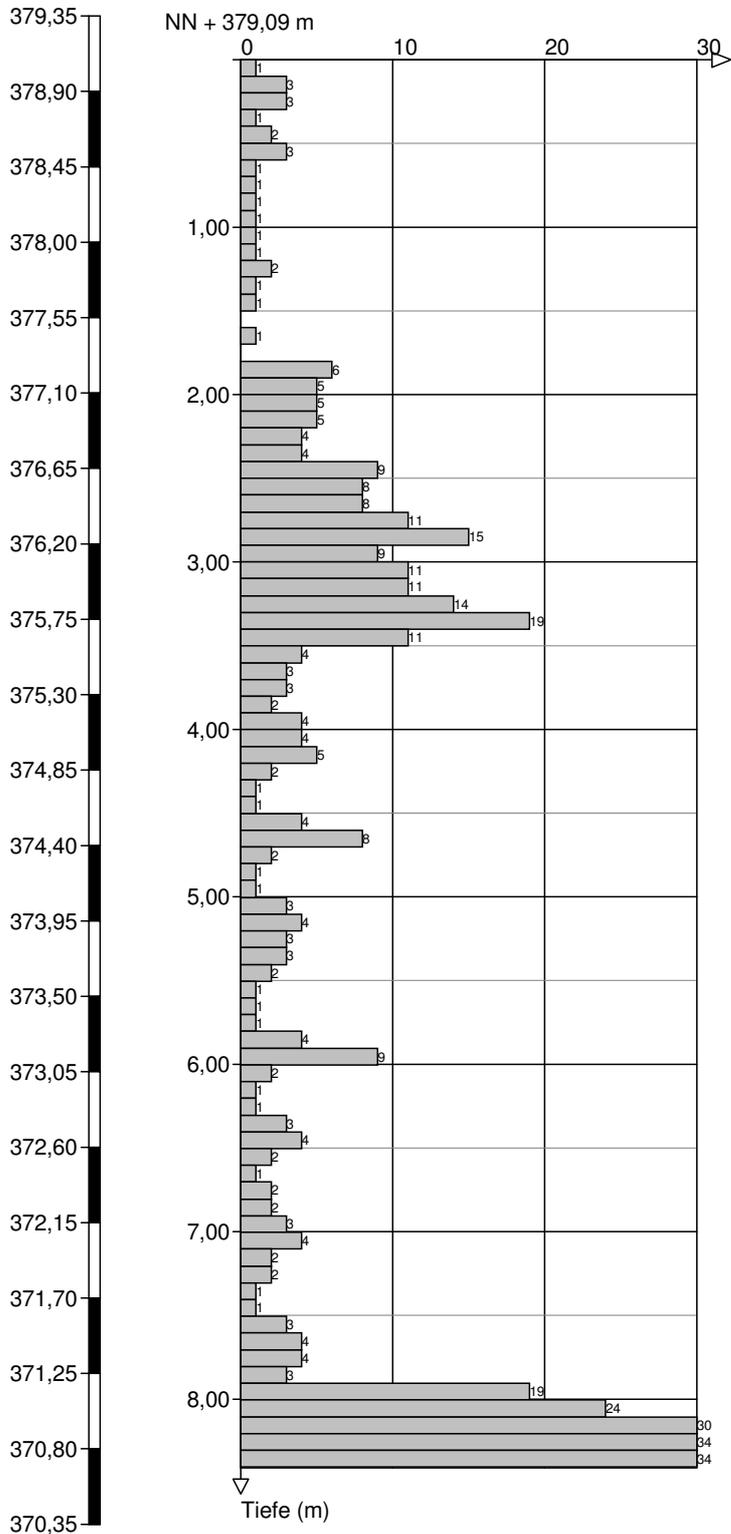
Datum: 11.05.2016

Auftraggeber: Bachmaier Hochbau GmbH

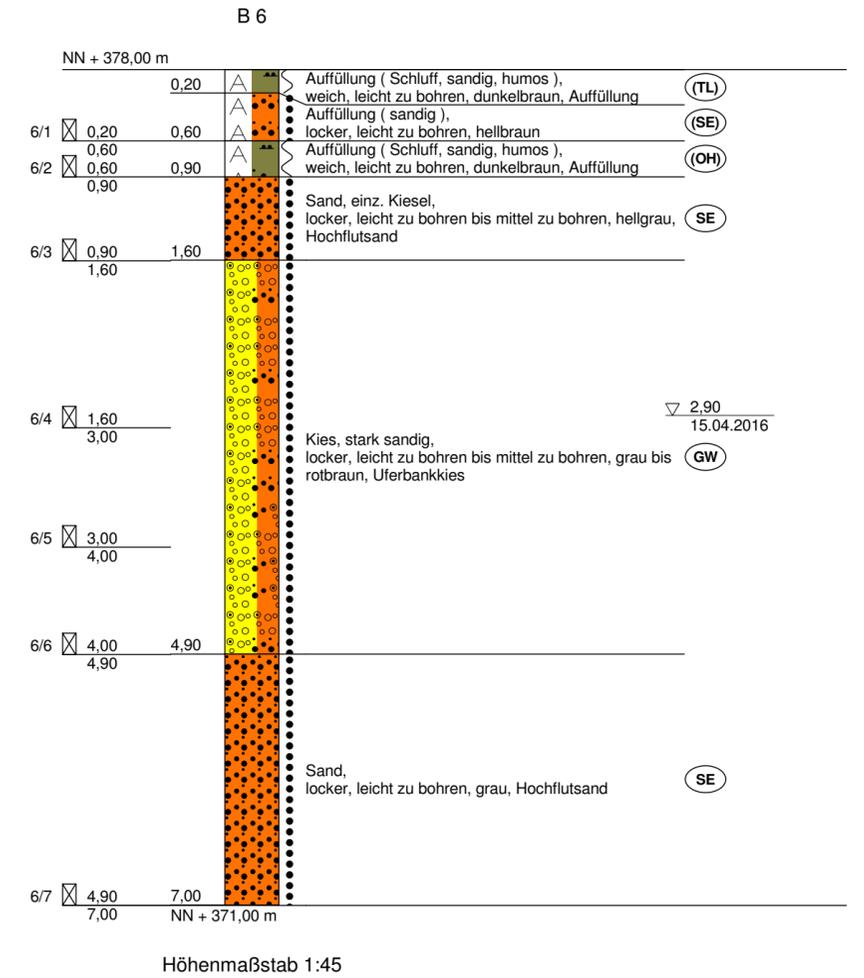
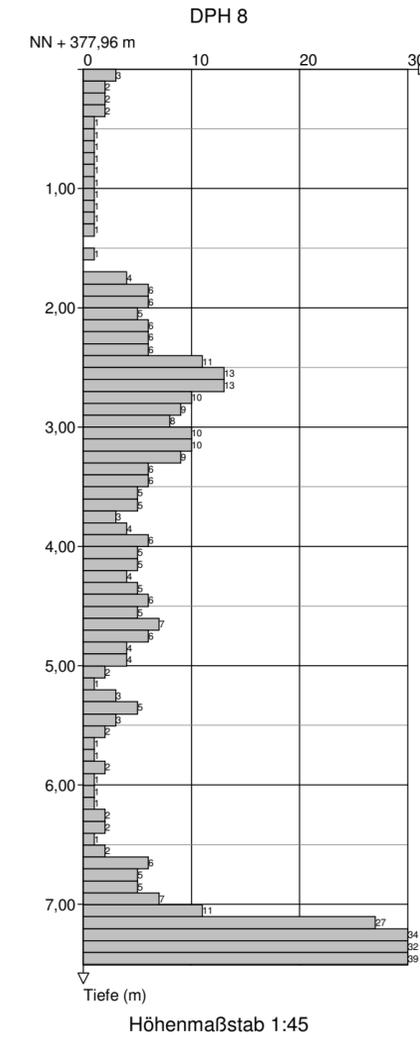
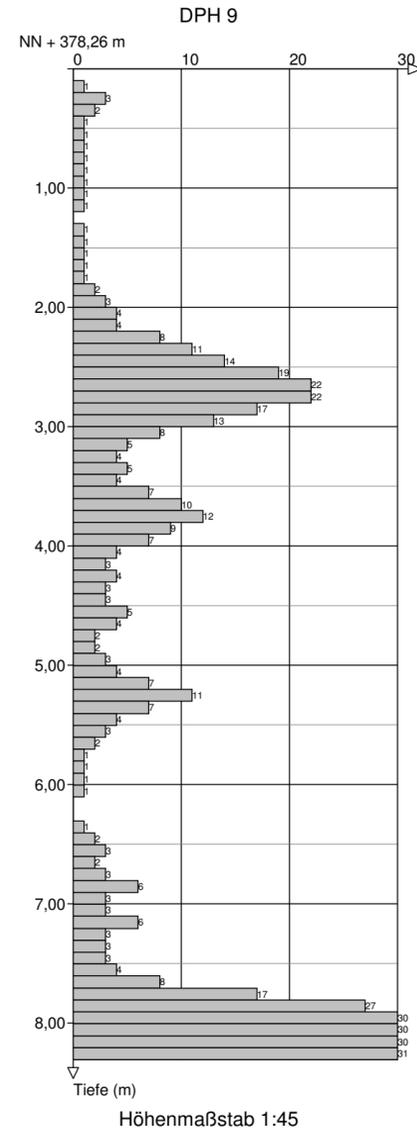
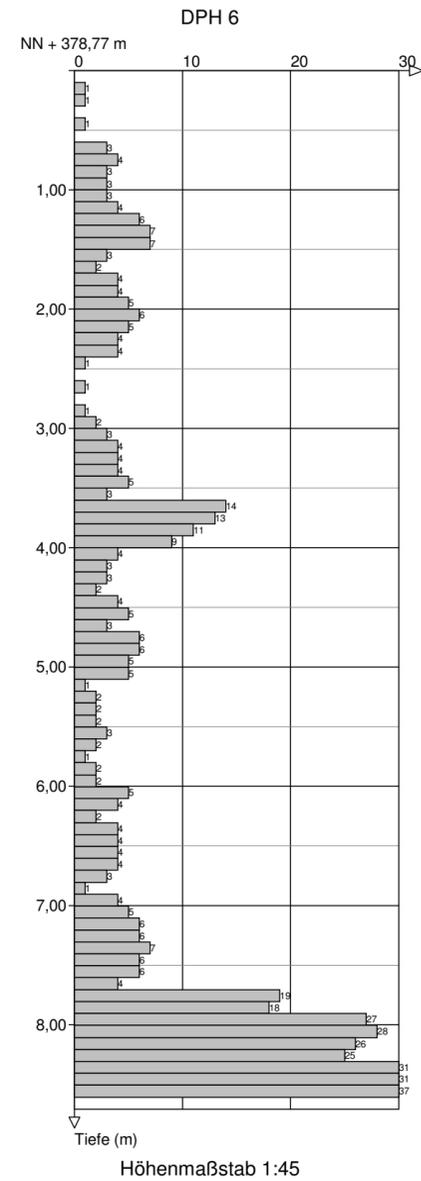
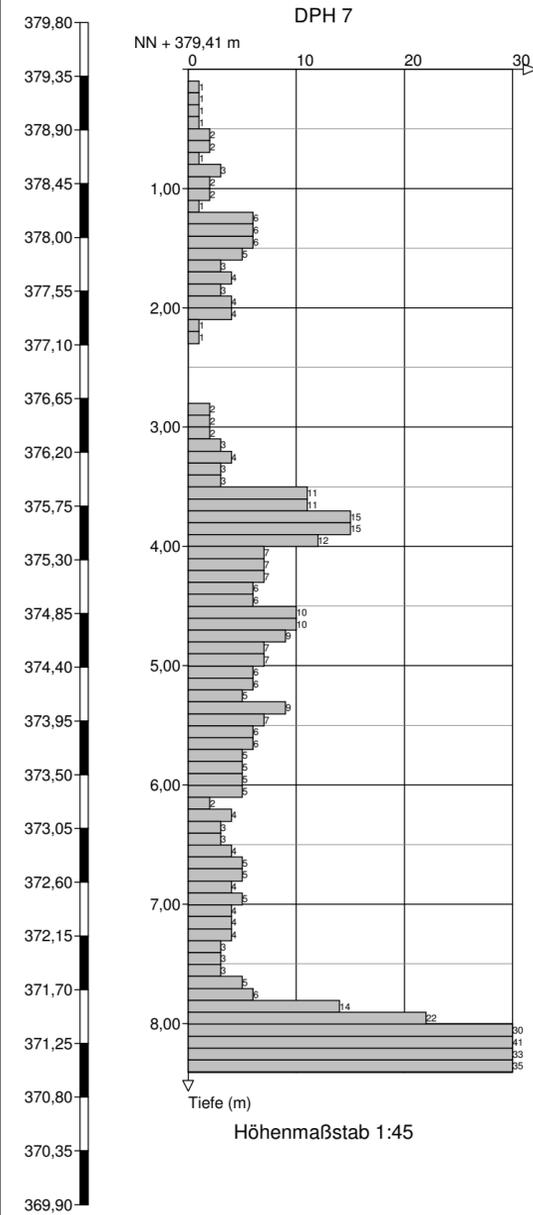
Bearb.: ad

### Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023

DPH 5



Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023



# Anlage 3

		Schichtenverzeichnis				Anlage 3.1		
		nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Bericht:		
						Az.: 15041		
Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße								
Schurf Nr SCH 1 /Blatt 1						Datum: 15.04.2016		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, einz. Kiesel, humos )				schwach feucht			
	b) durchwurzelt							
	c) weich	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (OH)	i)				
1,50	a) Auffüllung ( Kies, sandig, schluffig )				schwach feucht			
	b) durchwurzelt, Ziegelreste, Betonreste, Holzreste							
	c) locker	d) leicht zu schürfen	e) braun					
	f)	g) Auffüllung	h) (GU* )	i)				
3,00	a) Kies, sandig				schwach feucht			
	b) Rollkieslagen							
	c) mitteldicht	d) mittel zu schürfen	e) grau					
	f)	g) Niederterrassenschotter	h) GW	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

	<h2 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="margin: 0;">nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1</p>	Anlage 3.2 Bericht: Az.: 15041
--	--	--------------------------------------

Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße

Schurf    Nr SCH 2    /Blatt 1	Datum: 15.04.2016
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6	
Bis . . . . m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art    Nr.    Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalkgehalt					
0,60	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, kiesig, humos )				schwach feucht				
b)									
c) weich	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun							
f)	g) Auffüllung	h) (OH)	i)						
2,30	a) Kies, stark sandig				schwach feucht				
b) Rollkieslagen									
c) locker bis mitteldicht	d) mittel zu schürfen	e) hellgrau bis grau							
f)	g) Niederterassenschotter	h) GW	i)						
	a)								
b)									
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						
	a)								
b)									
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						
	a)								
b)									
c)	d)	e)							
f)	g)	h)	i)						

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b> nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage 3.3 Bericht: Az.: 15041		
Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße								
Schurf Nr SCH 3 /Blatt 1						Datum: 15.04.2016		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, schwach kiesig, humos )				schwach feucht			
	b) durchwurzelt							
	c) weich	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (OH)	i)				
1,20	a) Auffüllung ( Kies, sandig, stark schluffig)				schwach feucht			
	b) Ziegelreste							
	c) locker	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (GU* )	i)				
3,00	a) Auffüllung ( Kies, sandig, schluffig )				schwach feucht			
	b)							
	c) locker bis mitteldicht	d) mittel zu schürfen	e) braun					
	f)	g) Auffüllung	h) (GU)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b> nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage 3.4 Bericht: Az.: 15041		
Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße								
Schurf Nr SCH 4 /Blatt 1						Datum: 15.04.2016		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a) Stützmauerfundament							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1,40	a) Auffüllung ( Kies, sandig, stark schluffig )				schwach feucht			
	b) durchwurzelt, Betonreste							
	c) locker	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (GU* )	i)				
1,90	a) Schluff, sandig				schwach feucht			
	b)							
	c) steif	d) mittel zu schürfen	e) hellbraun					
	f)	g) Molassemergel	h) TL	i)				
3,50	a) Sand, einz. Quarz				schwach feucht			
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittel zu schürfen	e) hellgrau bis weiß					
	f)	g) Molassesand	h) SE	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

	<h2 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="margin: 0;">nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1</p>	Anlage 3.5 Bericht: Az.: 15041
--	--	--------------------------------------

Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße

Schurf    Nr SCH 5    /Blatt 1	Datum: 15.04.2016
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6	
Bis . . . . m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art    Nr.    Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalkgehalt					
1,90	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, kiesig, z.T. humos ) b) c) weich                      d) leicht zu schürfen                      e) dunkelbraun f)                                      g) Auffüllung                      h) (TL)                      i)				schwach feucht				
2,60	a) Sand, stark kiesig b) c) locker                      d) leicht zu schürfen                      e) braun f)                                      g) Hochflutsand                      h) SW                      i)				schwach feucht				
4,00	a) Kies, stark sandig b) Oxidationslagen c) locker bis mitteldicht                      d) mittel zu schürfen                      e) braun bis rotbraun f)                                      g) Uferbankkies                      h) GW                      i)				schwach feucht				
	a) b) c)                                      d)                                      e) f)                                      g)                                      h)                                      i)								
	a) b) c)                                      d)                                      e) f)                                      g)                                      h)                                      i)								

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

	<h2 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h2> <p style="margin: 0;">nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1</p>	Anlage 3.6 Bericht: Az.: 15041
--	--	--------------------------------------

Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße

Schurf    Nr SCH 6    /Blatt 1	Datum: 15.04.2016
--------------------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,20	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, kiesig, humos )				schwach feucht			
	b)							
	c) weich	d) leicht zu schürfen	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (TL)	i)				
2,50	a) Kies, sandig, einz. Steine				schwach feucht			
	b) Rollkieslagen							
	c) locker bis mitteldicht	d) mittel zu schürfen	e) hellgrau					
	f)	g) Niederterrassenschotter	h) GW	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		<b>Schichtenverzeichnis</b> nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage 3.7 Bericht: Az.: 15041		
Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße								
Bohrung Nr B 6 /Blatt 1					Datum: 15.04.2016			
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, humos )							
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (TL)	i)				
0,60	a) Auffüllung ( sandig )				schwach feucht	B	6/1	0,60
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) (SE)	i)				
0,90	a) Auffüllung ( Schluff, sandig, humos )				schwach feucht	B	6/2	0,90
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g) Auffüllung	h) (OH)	i)				
1,60	a) Sand, einz. Kiesel				schwach feucht	B	6/3	1,60
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren bis mittel zu bohren	e) hellgrau					
	f)	g) Hochflutsand	h) SE	i)				
4,90	a) Kies, stark sandig				schwach feucht, ab 2, 90 m im Wasser	B B B	6/4 6/5 6/6	3,00 4,00 4,90
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren bis mittel zu bohren	e) grau bis rotbraun					
	f)	g) Uferbankkies	h) GW	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

	<h2>Schichtenverzeichnis</h2> <p>nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1</p>	Anlage 3.7 Bericht: Az.: 15041
--	--	--------------------------------------

Bauvorhaben: NB MFH Töging, Innstraße

Bohrung Nr B 6 /Blatt 2	Datum: 15.04.2016
-------------------------	-------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7,00	a) Sand				im Wasser	B	6/7	7,00
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g) Hochflutsand	h) SE	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

# Anlage 4

## CPTu – Glossar

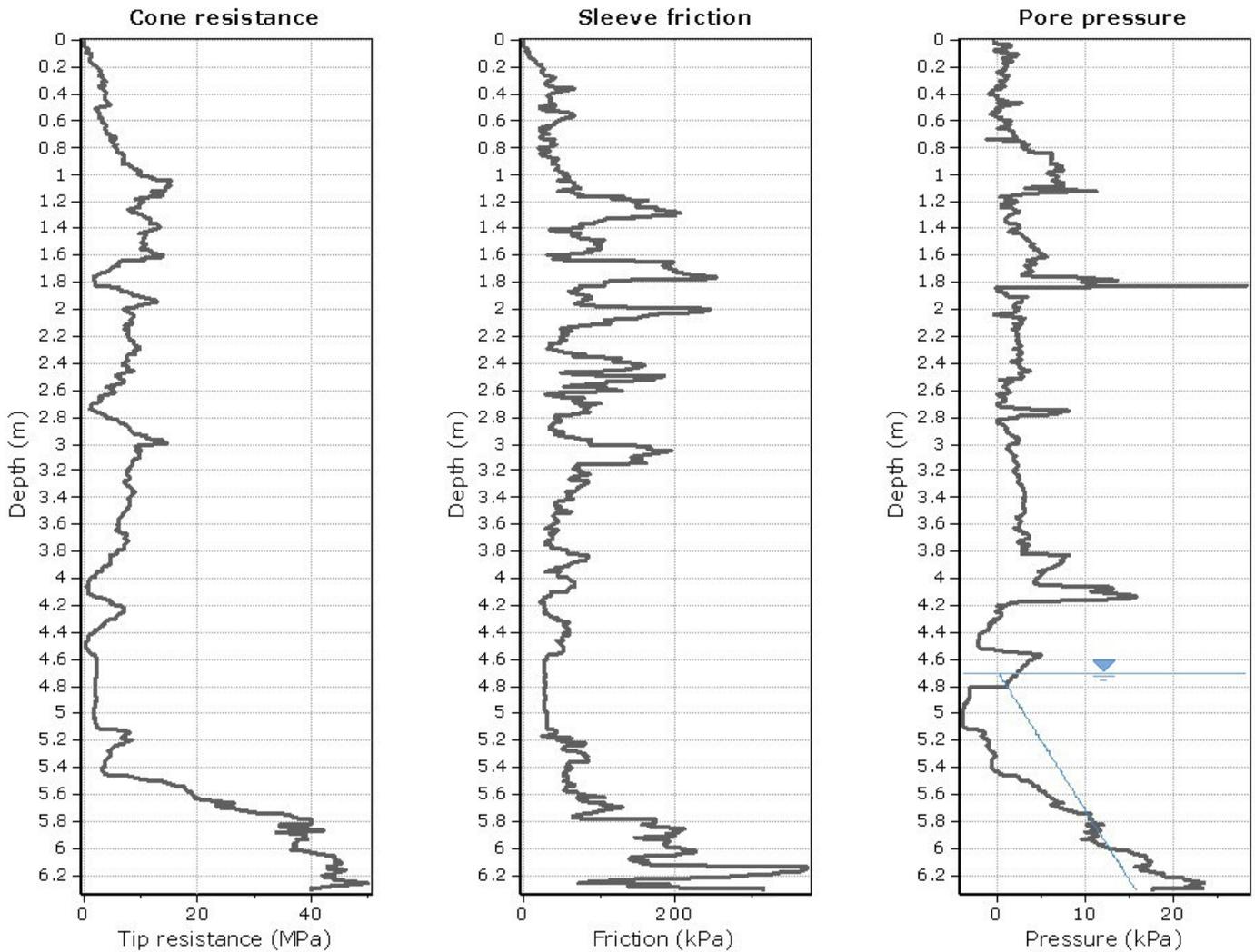
Formelzeichen, Einheiten	Englische Bezeichnung	Deutscher Begriff, Erläuterung
<b>in situ data</b>		<b>Messwerte</b>
$q_c$ [MPa]	cone resistance	Spitzenwiderstand
$f_s$ [kPa]	sleeve friction	Mantelreibung
$u_2$ [kPa]	measured pore pressure	Porenwasserdruck hinter der Messspitze
<b>Basic parameters</b>		<b>Grundparameter</b>
$q_t$ [MPa]	cone resistance	mit Porenwasserdruck korrigierter Spitzenwiderstand
$R_f$ [%]	friction ratio	Reibungsverhältnis ( $f_s / q_t$ )
SBT	soil behavior type	Bodenäquivalenztyp
$I_c$ SBT	soil behavior type index	Bodentypindex, SBTn: normiert
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	soil unit weight	Wichte
$\sigma_v$ [kPa]	vertical stress in situ	Überlagerungsdruck
$\sigma'_{vo}$ [kPa]	effective vertical stress in situ	effektiver Überlagerungsdruck
$u_0$ [kPa]	in situ pore pressure	Porenwasserdruck an der Spitze
<b>Normierte Werte unter Berücksichtigung des effektiven Überlagerungsdrucks</b>		
$Q_t$	normalized cone resistance	normierter Spitzenwiderstand
$Fr$ [%]	normalized friction	normierte Mantelreibung
$B_q$ [%]	normalized pore pressure	normierter Porenwasserdruck
SBTn	SBT on normalized $q_c$ and $f_s$	normierter Bodenäquivalenztyp
$n$	stress normalization exponent factor	Spannungsexponent des Normierungsfaktors
$C_n$	normalization factor	Normierungsfaktor
$Q_{tn}$	$q_c$ based on $n$	Mit $n$ korrigierter, normierte Spitzenwiderstand
<b>Estimated parameters</b>		<b>Empirisch berechnete Werte</b>
$K_{SBT}$ [m/s]	estimated permeability	beruhend auf $I_c$ geschätzte Wasserdurchlässigkeit
SPT N60	standard penetration test (blows)	BDP Schlagzahlen $N_{30}$
$M$ [MPa]	constrained modulus	Steifemodul
$D_r$ [%]	relative density	bezogene Lagerungsdichte
$\phi$ [°]	friction angle	Reibungswinkel
$E_s$ [MPa]	Young's modulus	Elastizitätsmodul
$G_0$ [MPa]	small strain shear modulus	Elastizitätsmodul bei kleiner Scherdehnung
$N_{kt}$	undrained shear strength number	undrainierter Scherfestigkeitsindex
$s_u$ [kPa]	undrained shear strength	undrainierte Scherfestigkeit (Kohäsion)
$k_{OCR}$	calculated ocr value	Konsolidierungszahl
OCR	over consolidation ratio	Überkonsolidierung
$\Psi$	state parameter	Lagerung, Zustandsform (Konsistenz)
$K_0$	in situ stress ratio, lateral stress coefficient	Verhältnis von horizontalem zu vertikalem Druck, Erdrückkoeffizient
$S_t$	Sensitivity	Verhältnis der undrained Scherfestigkeit zur Scherfestigkeit des gestörten Bodens

<b>sonstige berechnete Werte</b>		
S	settlement	Setzung
<b>Soils</b>		<b>Böden</b>
typical geotech. Section		geotechnisches Bodenprofil
clay		Ton
silt		Schluff
silty clay		schluffiger Ton
sand		Sand und Kies (Kies wird nicht eigens ausgewiesen)
silty sand		schluffiger Sand
very dense, stiff soil		dicht gelagerter bzw. halbfester Boden
organic soil		organischer Boden, Torf oder Mudde
<b>sonstige Fachbegriffe</b>		
excavation		Aushub
embedment		Gründung, Gründungssohle
footing		Fundament
overlay		Überlagerung (der Sondierergebnisse)
soil layer		Bodenschicht

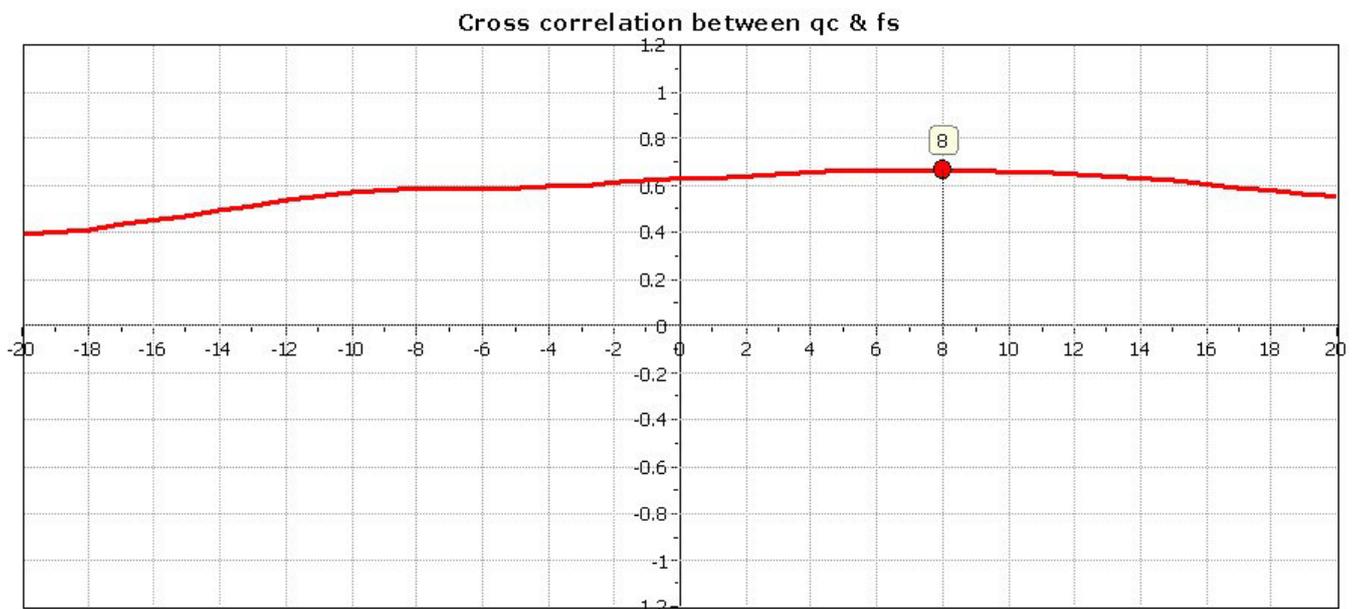
© IGEWA GmbH 2015

**Project:**

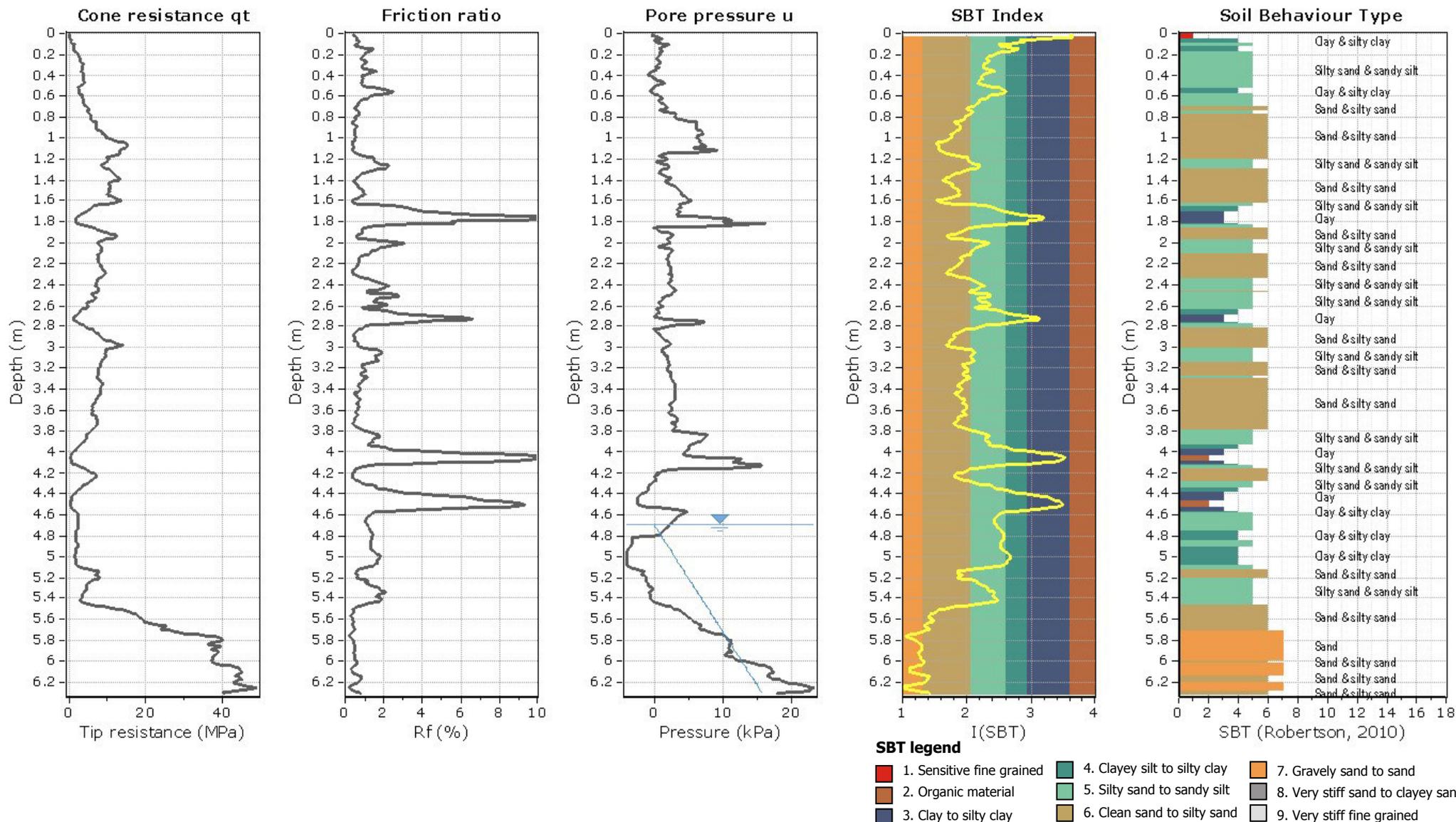
**Location:**



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

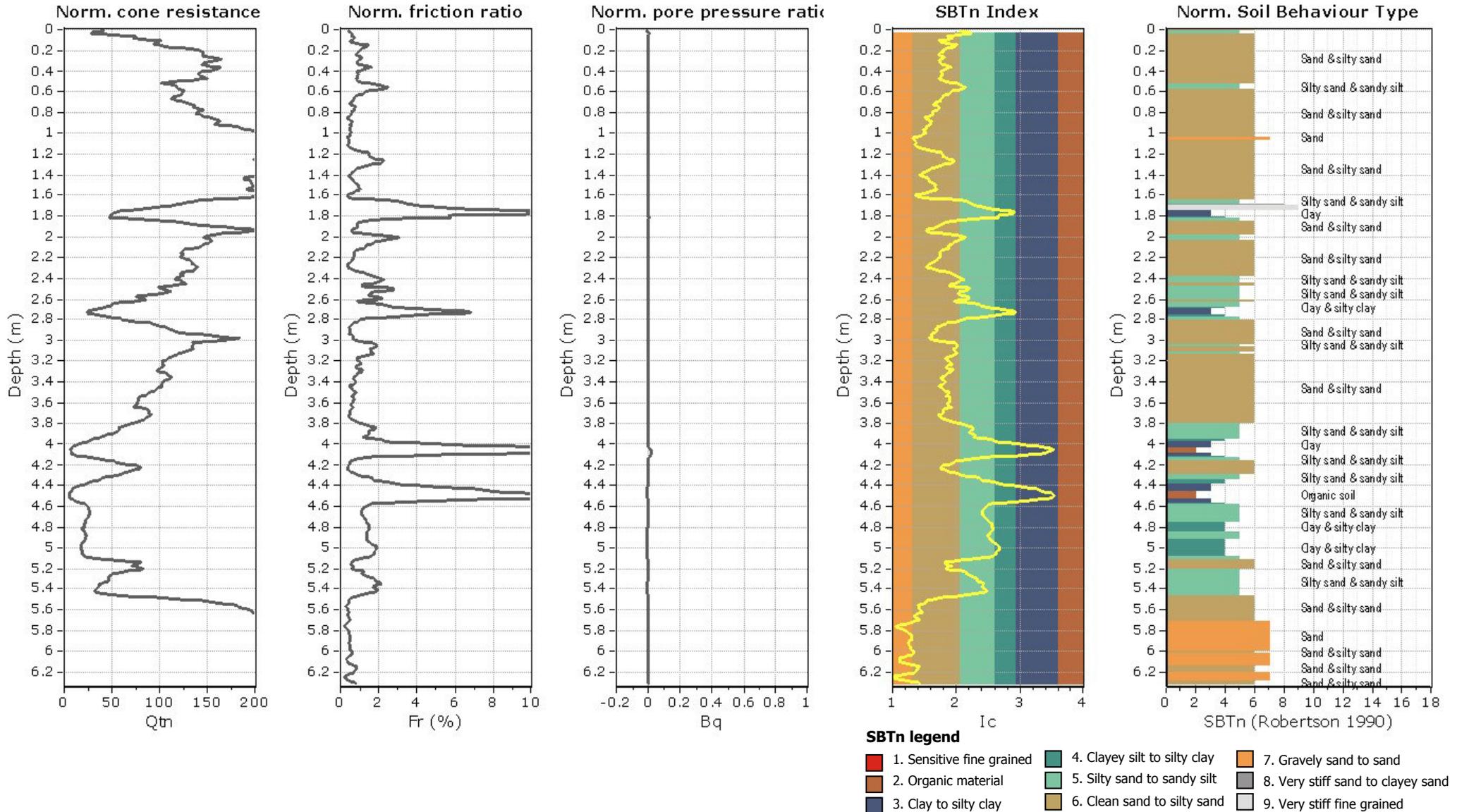


**Project:**  
**Location:**



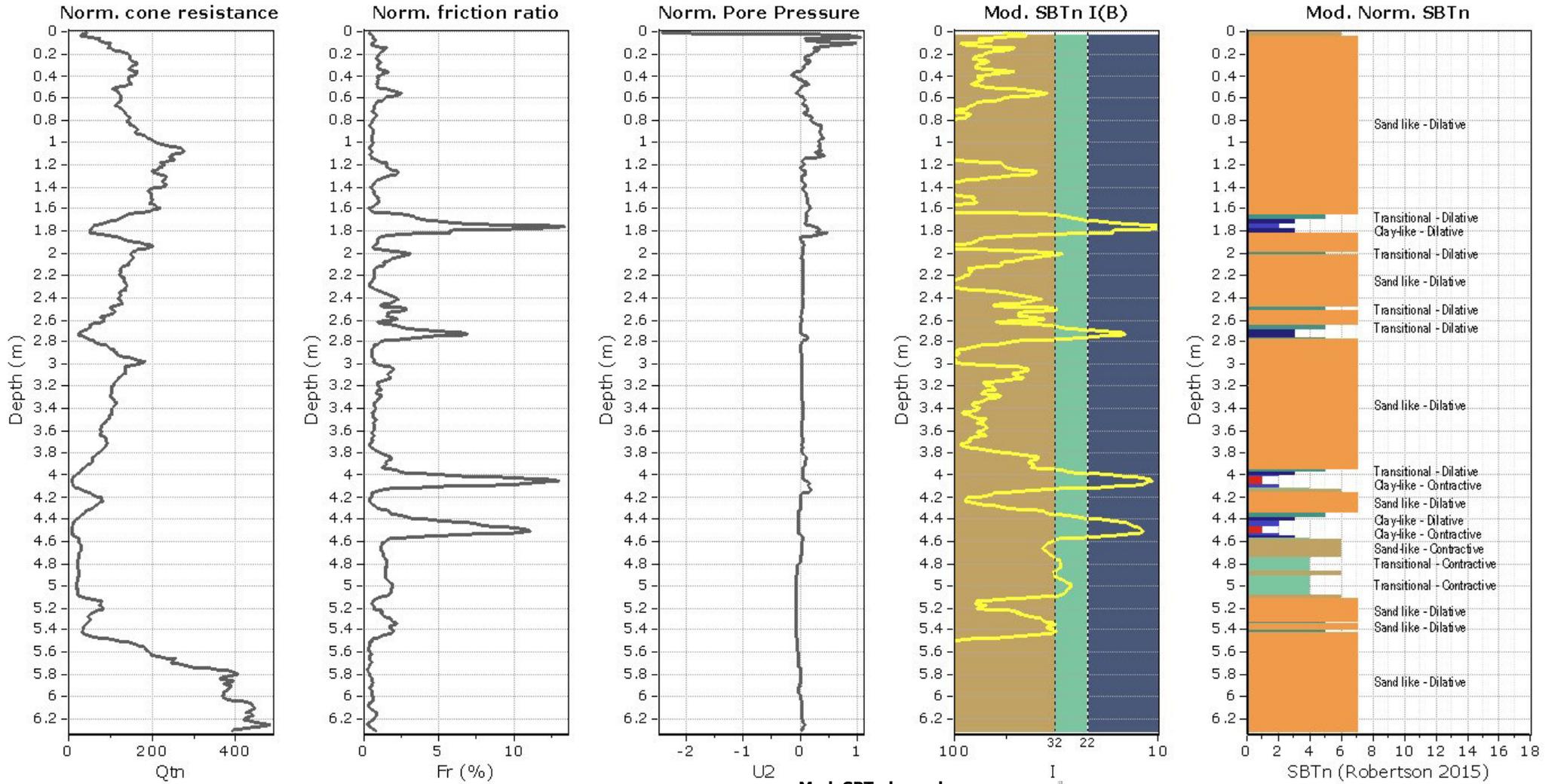
Project:

Location:



**Project:**

**Location:**

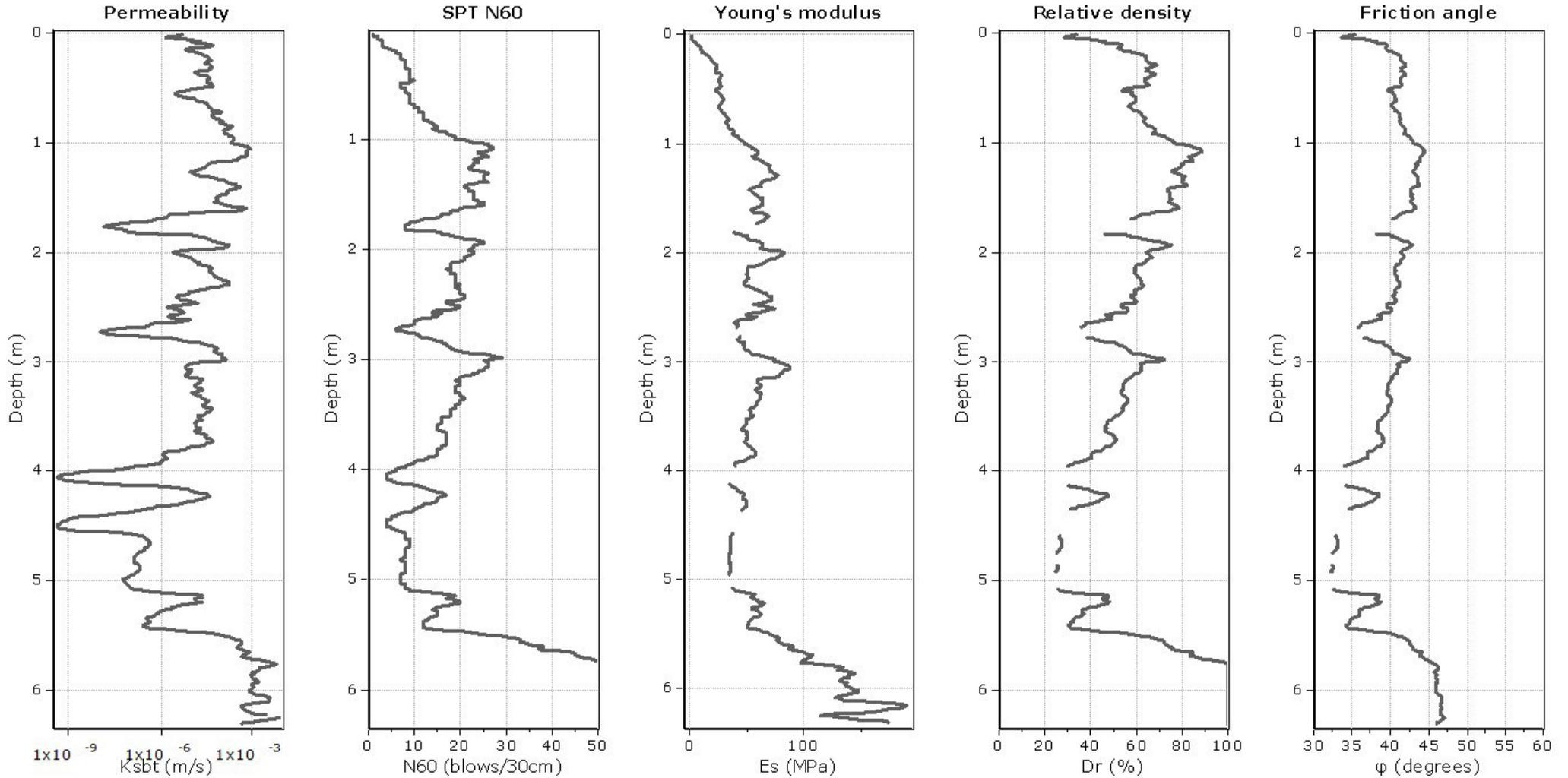


**Mod. SBTn legend**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color: red;">■</span> 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive | <span style="color: teal;">■</span> 4. TC: Transitional - Contractive    | <span style="color: orange;">■</span> 7. SD: Sand-like - Dilative |
| <span style="color: brown;">■</span> 2. CC: Clay-like - Contractive          | <span style="color: lightgreen;">■</span> 5. TD: Transitional - Dilative |   |
| <span style="color: darkblue;">■</span> 3. CD: Clay-Like: Dilative           | <span style="color: tan;">■</span> 6. SC: Sand-like - Contractive        |   |

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

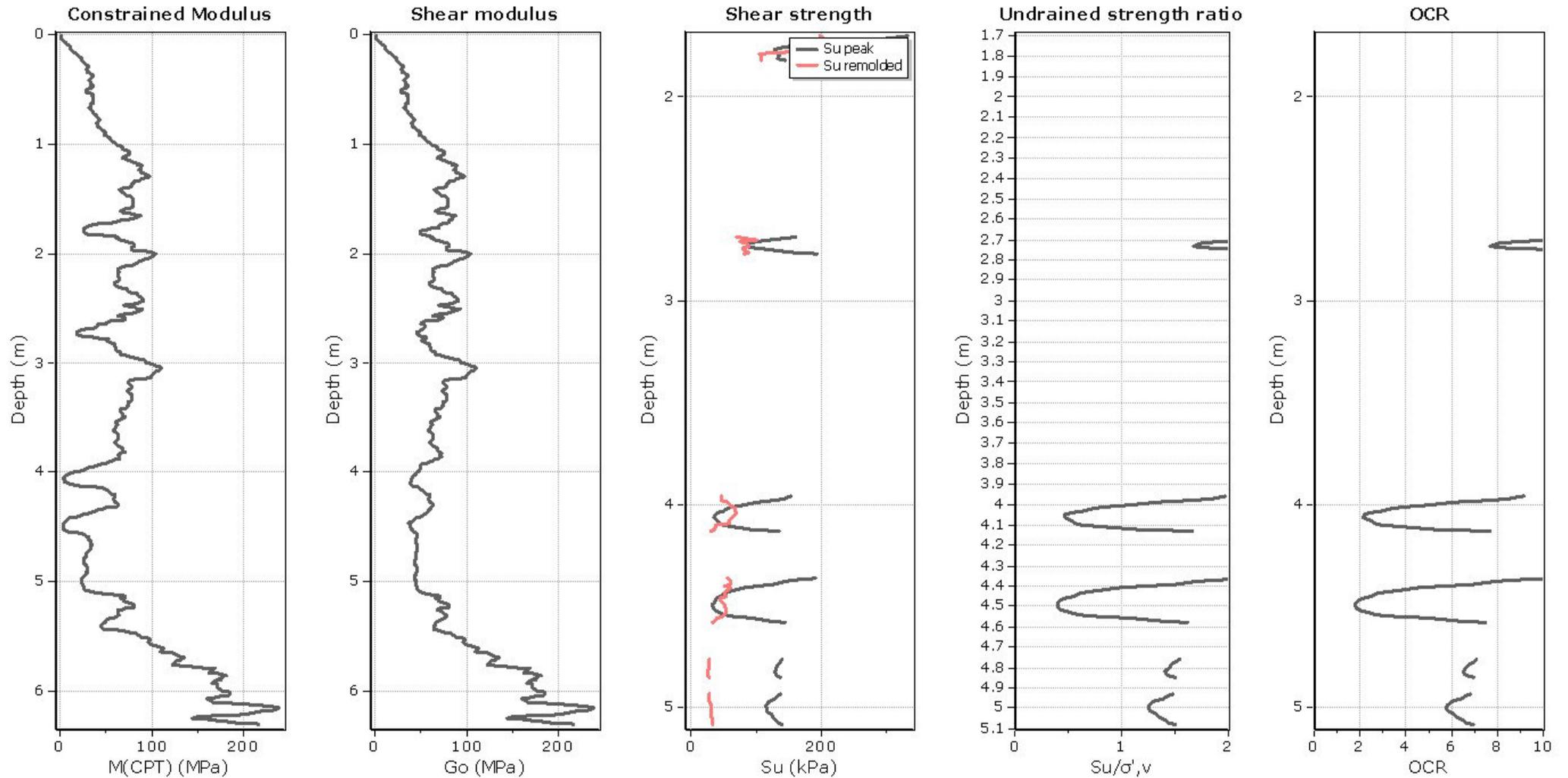
Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● User defined estimation data

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)

Go: Based on variable *alpha* using  $I_c$  (Robertson, 2009)

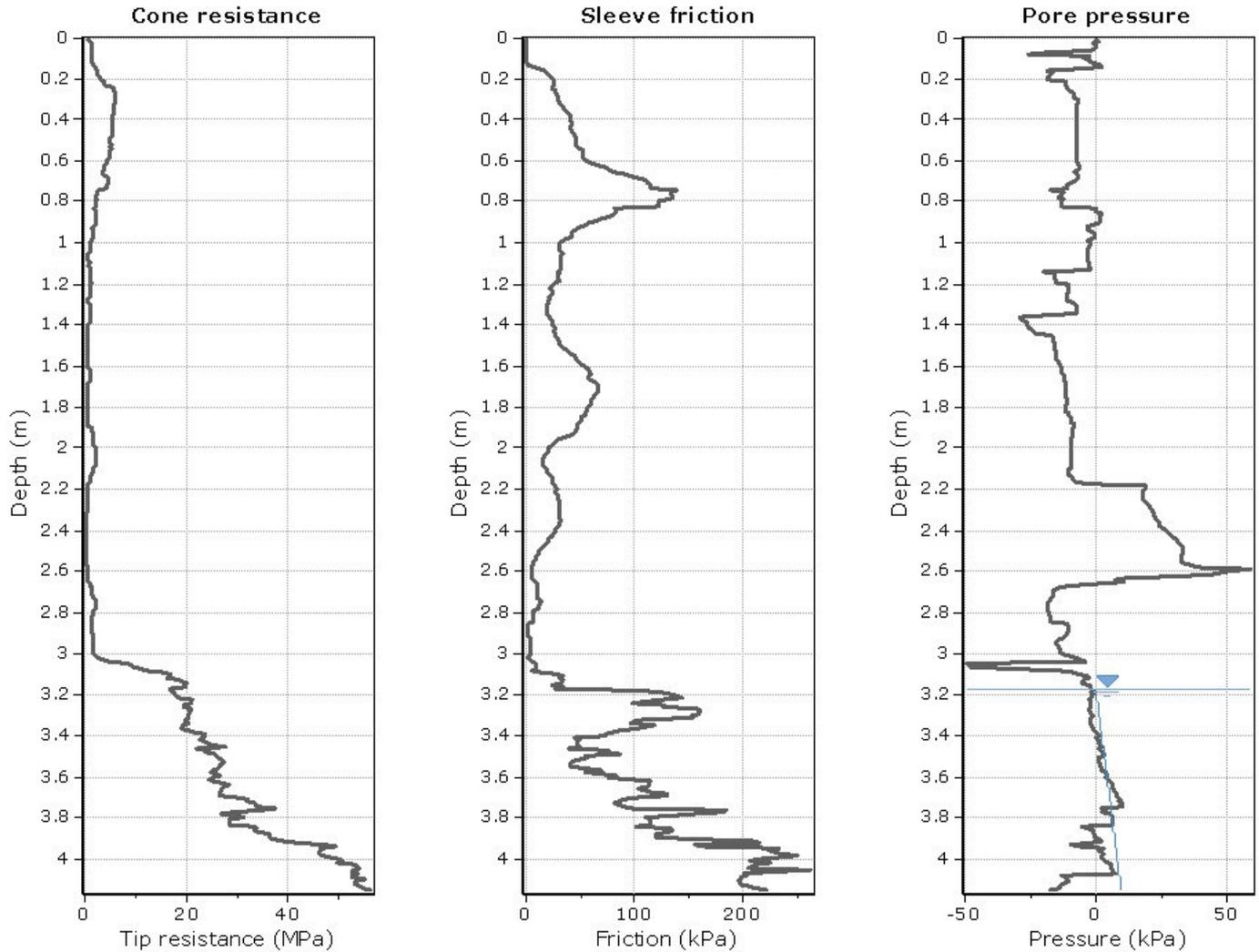
Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14

OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

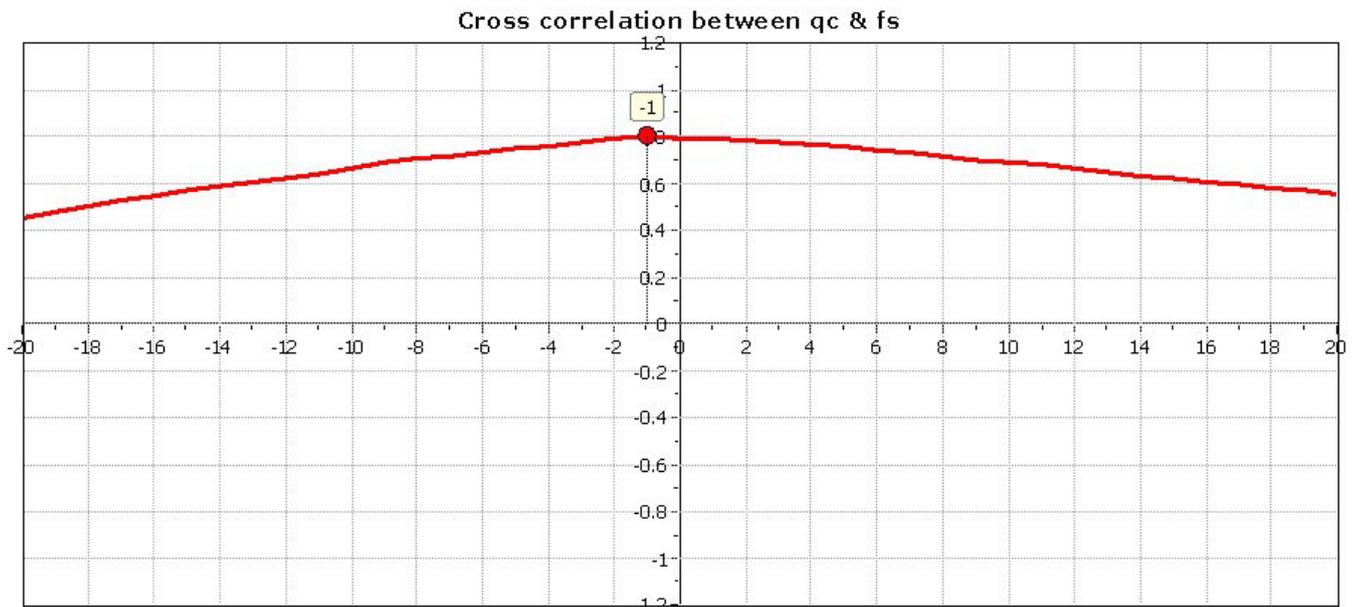
● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

**Project:**  
**Location:**

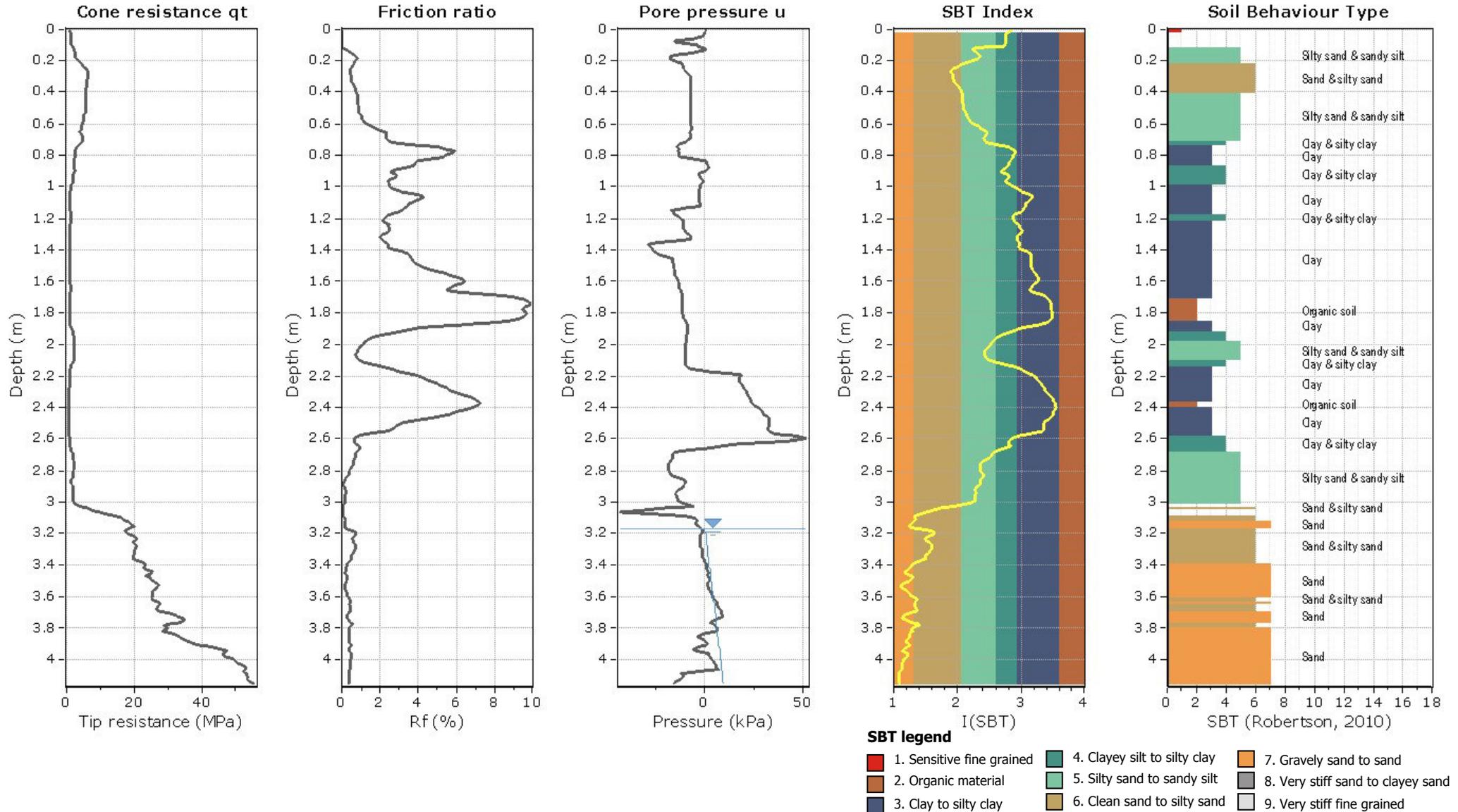


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



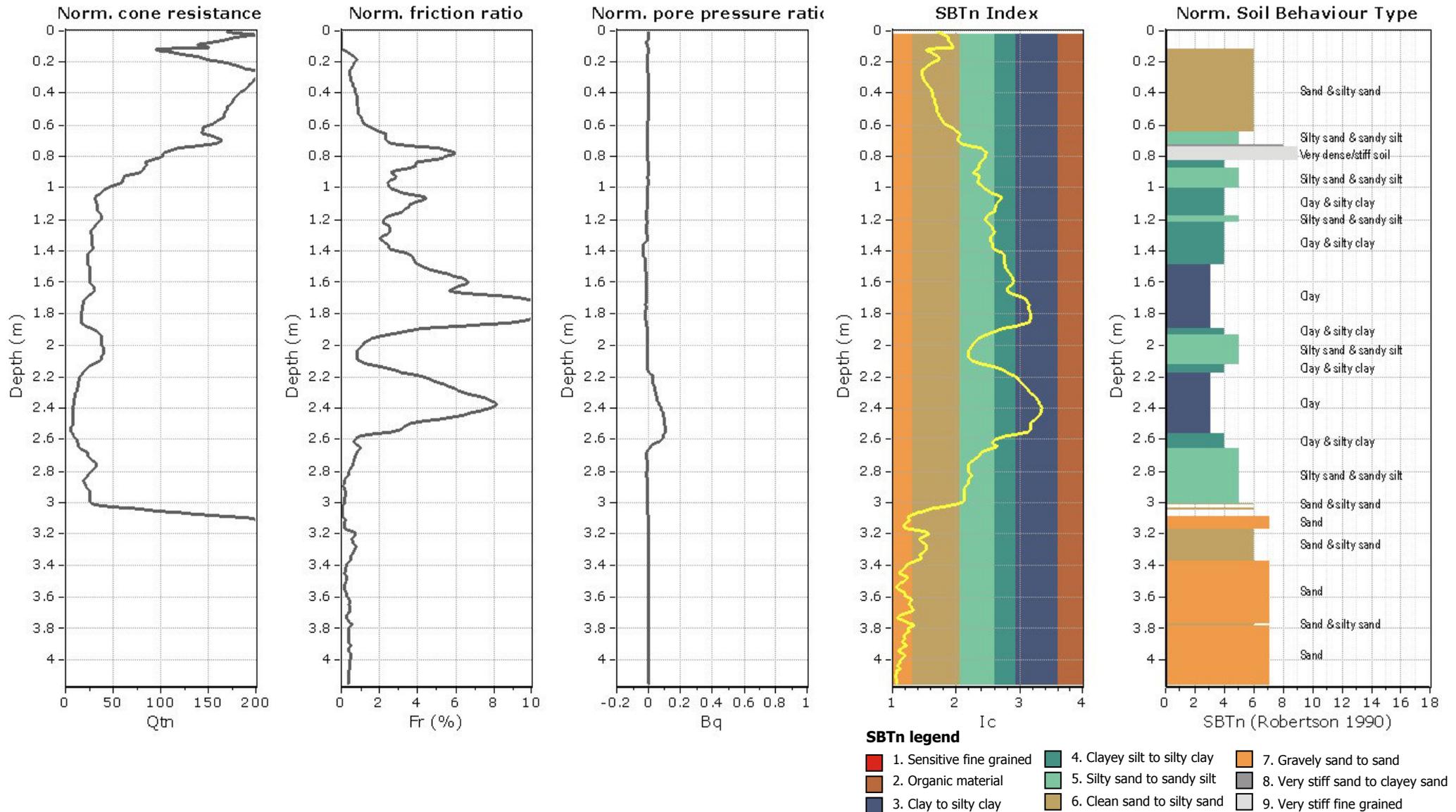
**Project:**

**Location:**



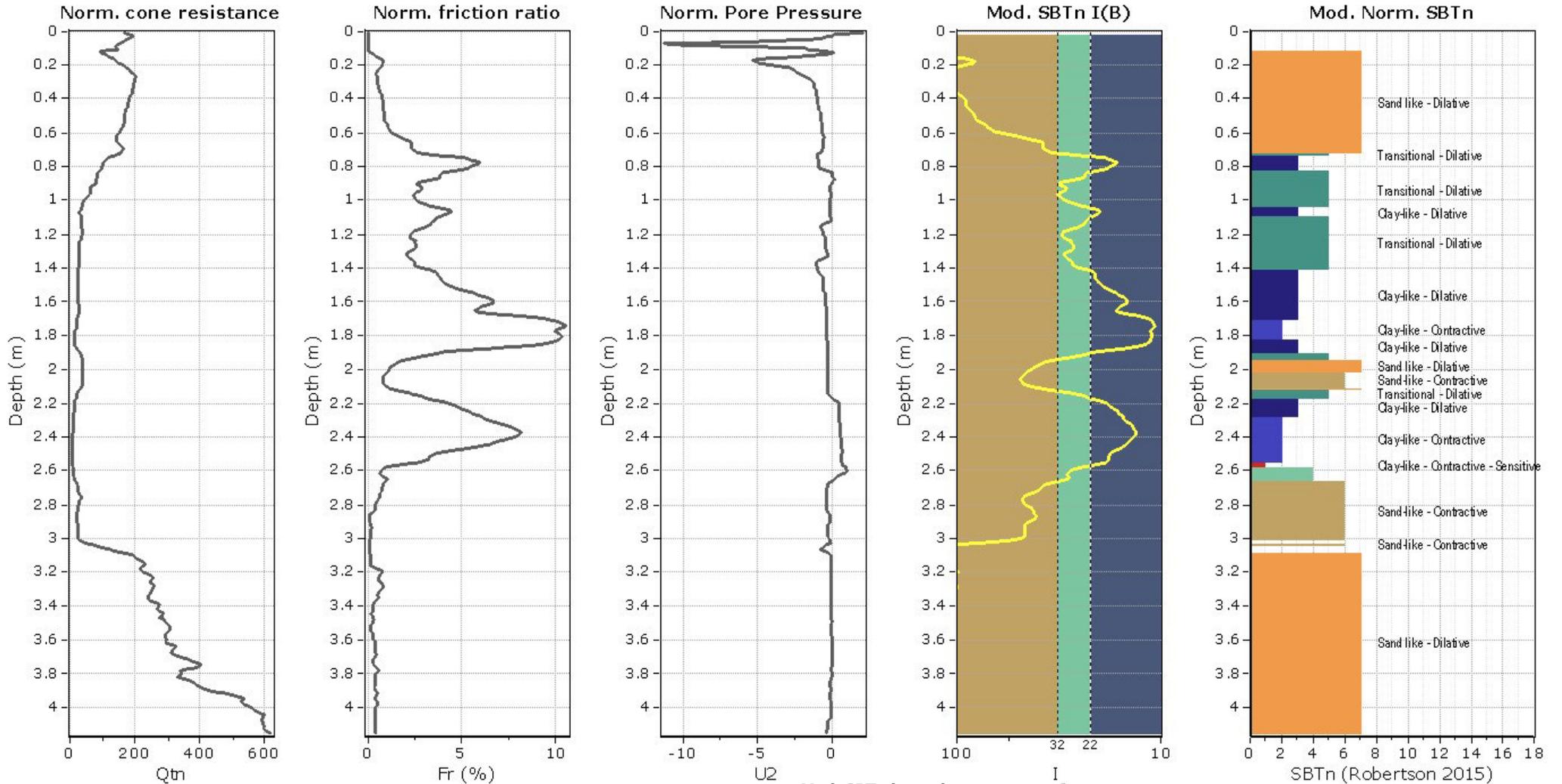
**Project:**

**Location:**



**Project:**

**Location:**

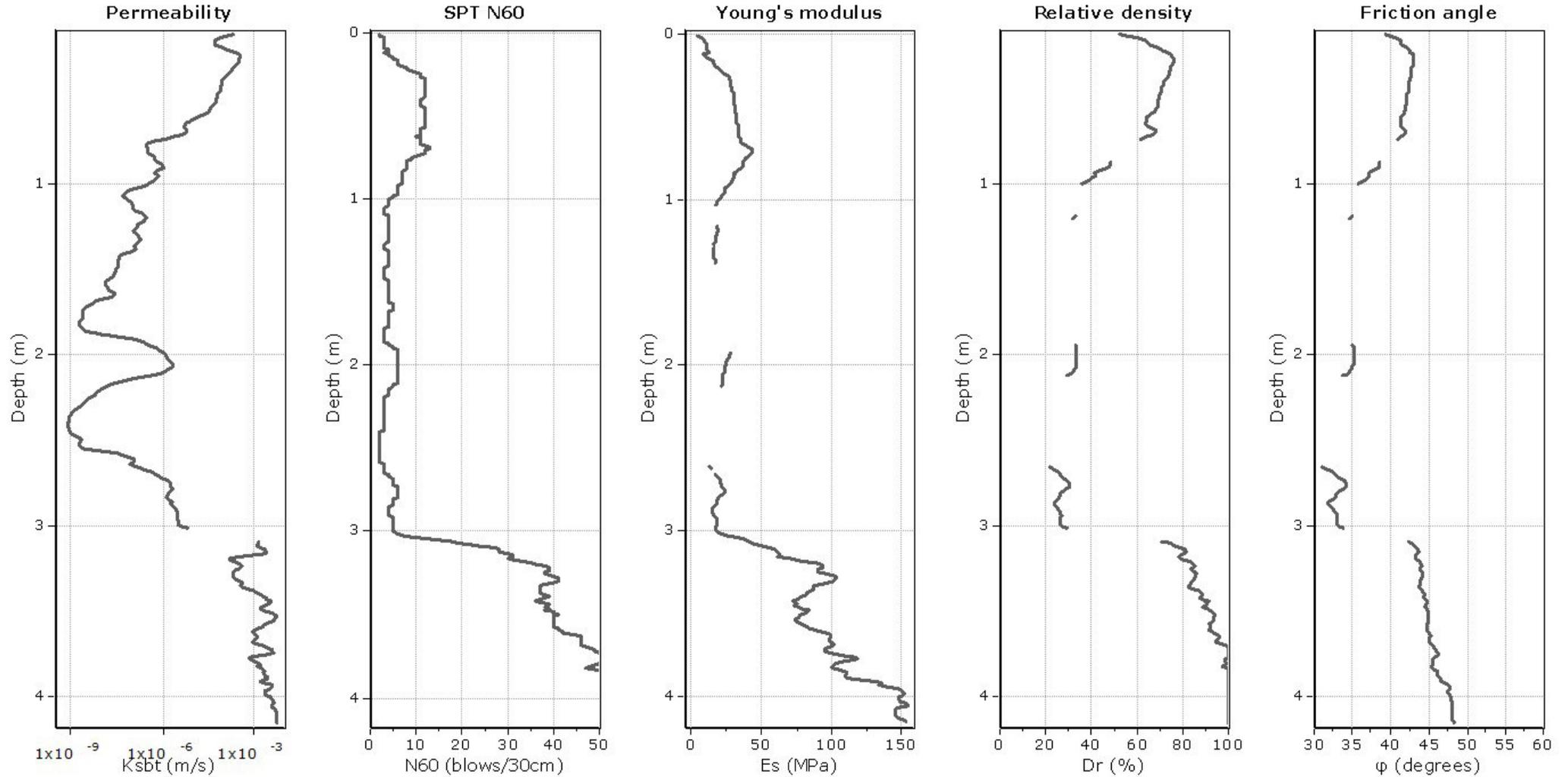


**Mod. SBTn legend**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color: red;">■</span> 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive | <span style="color: teal;">■</span> 4. TC: Transitional - Contractive    | <span style="color: orange;">■</span> 7. SD: Sand-like - Dilative |
| <span style="color: brown;">■</span> 2. CC: Clay-like - Contractive          | <span style="color: lightgreen;">■</span> 5. TD: Transitional - Dilative |   |
| <span style="color: darkblue;">■</span> 3. CD: Clay-Like: Dilative           | <span style="color: tan;">■</span> 6. SC: Sand-like - Contractive        |   |

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

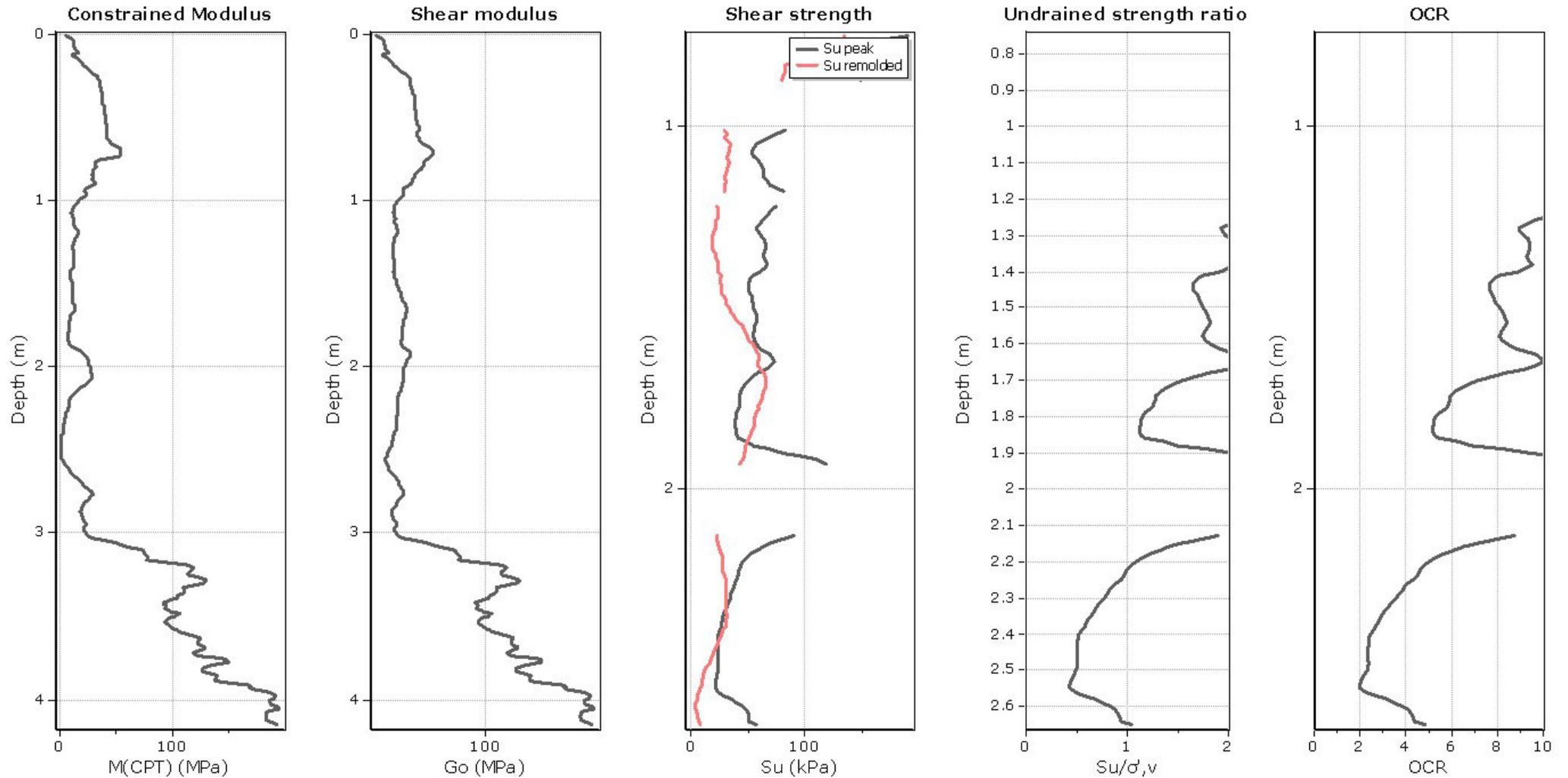
Relative desnistry constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● User defined estimation data

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)

Go: Based on variable *alpha* using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14

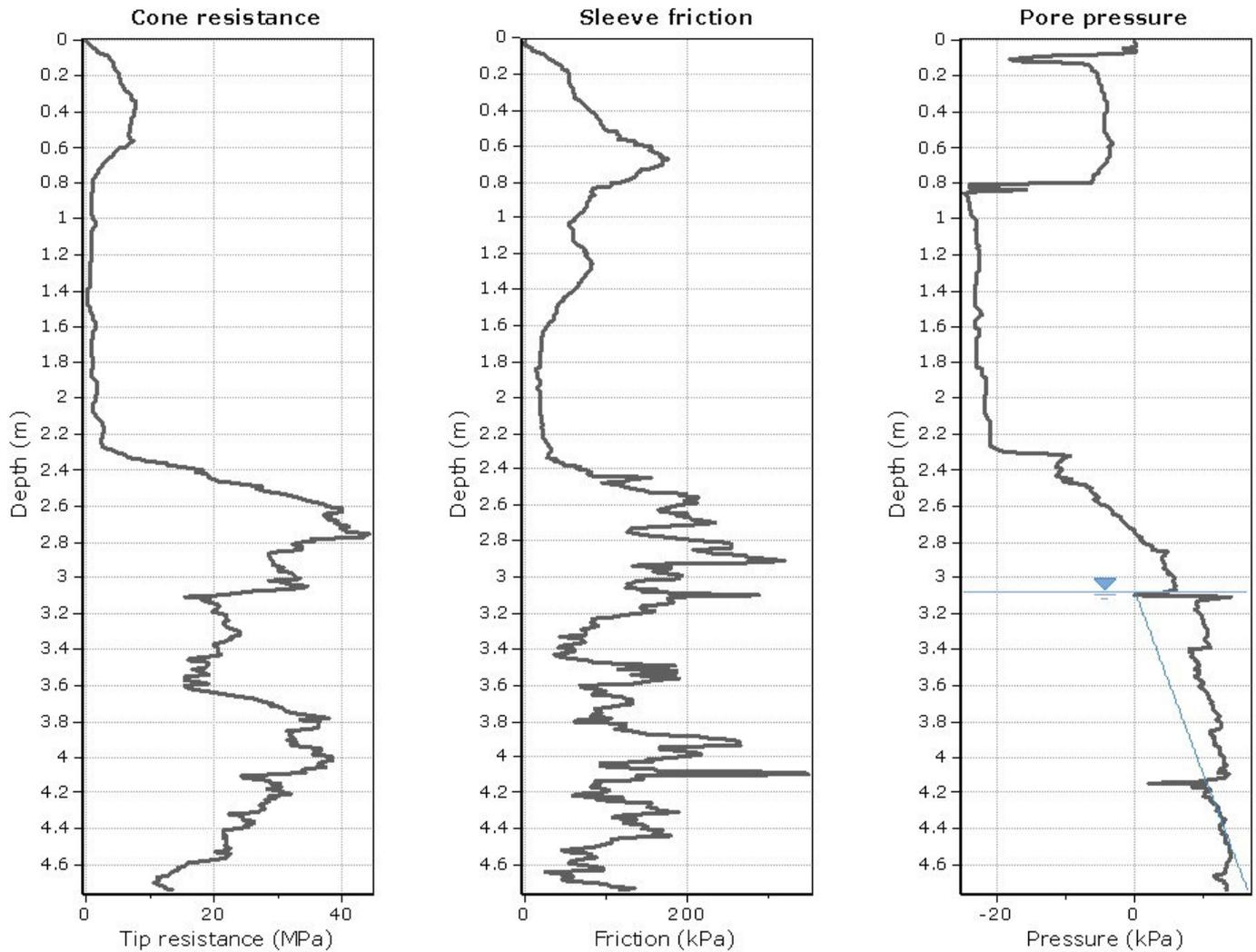
OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

● User defined estimation data

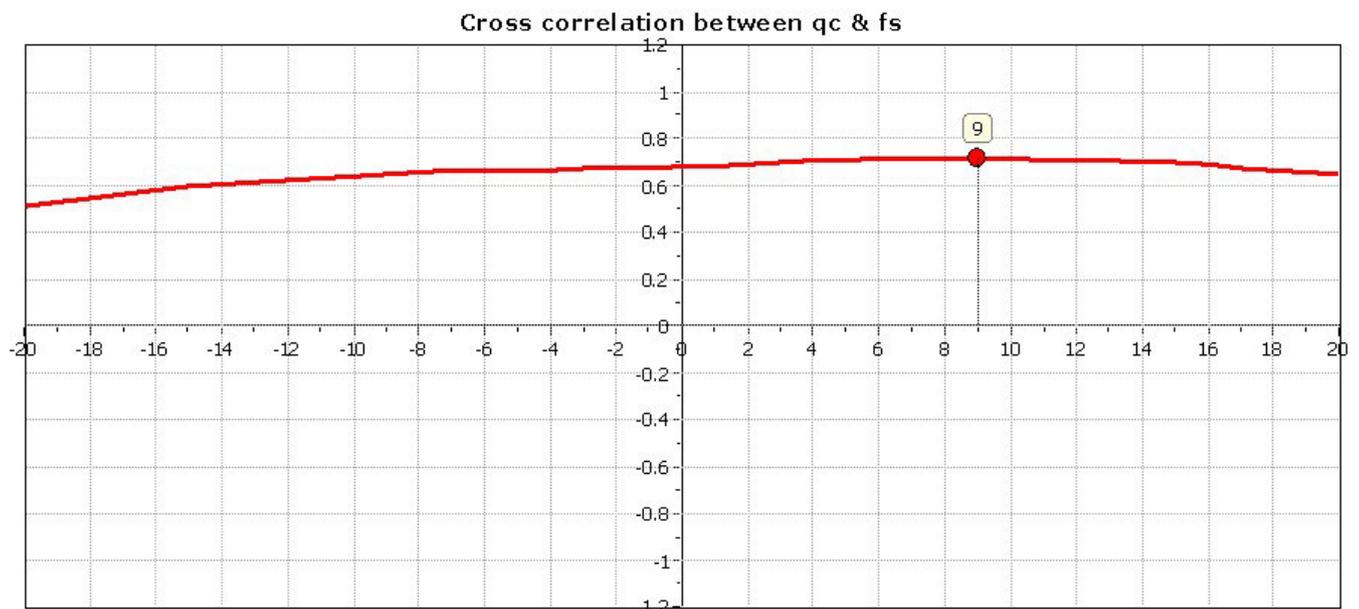
● Flat Dilatometer Test data

**Project:**

**Location:**

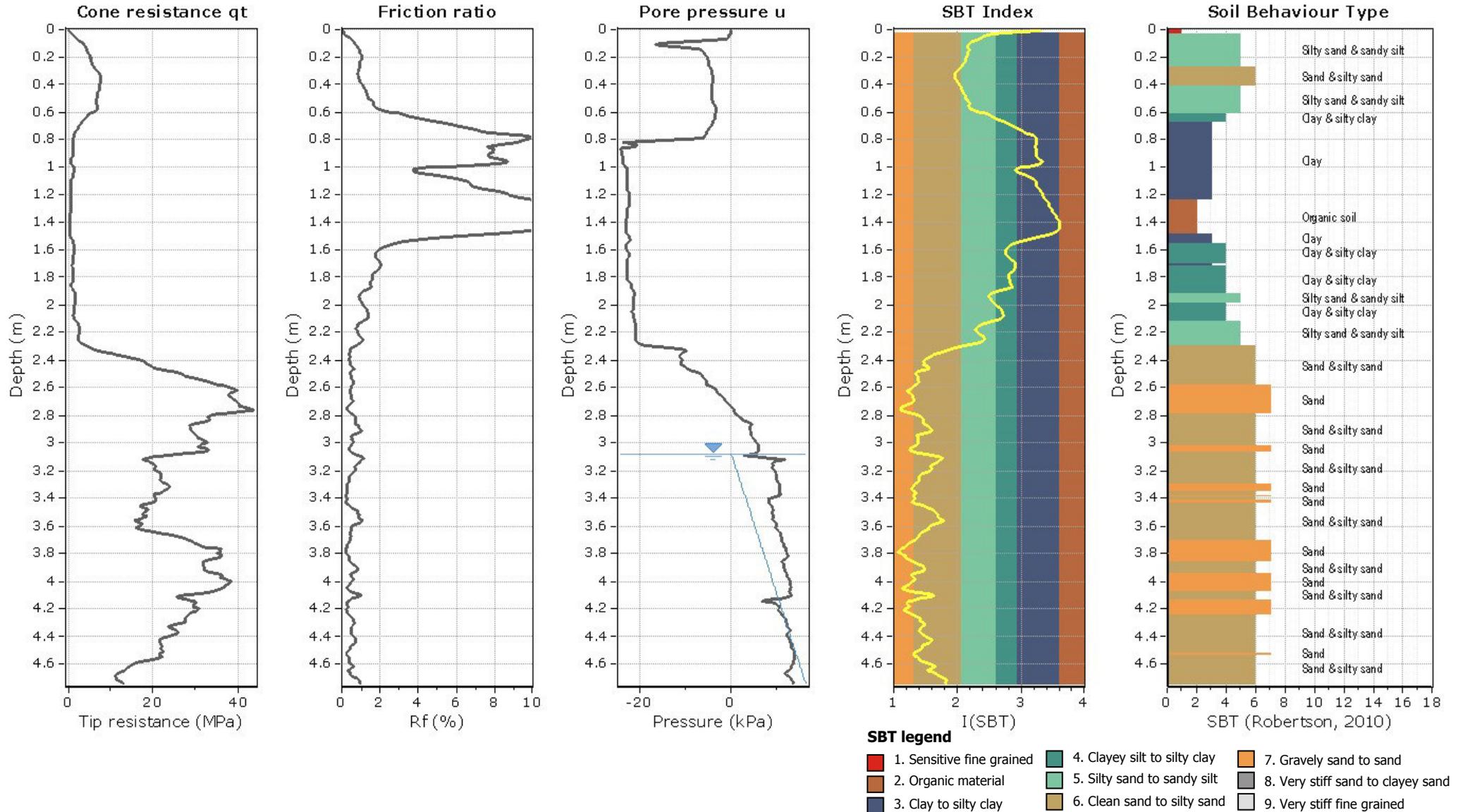


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



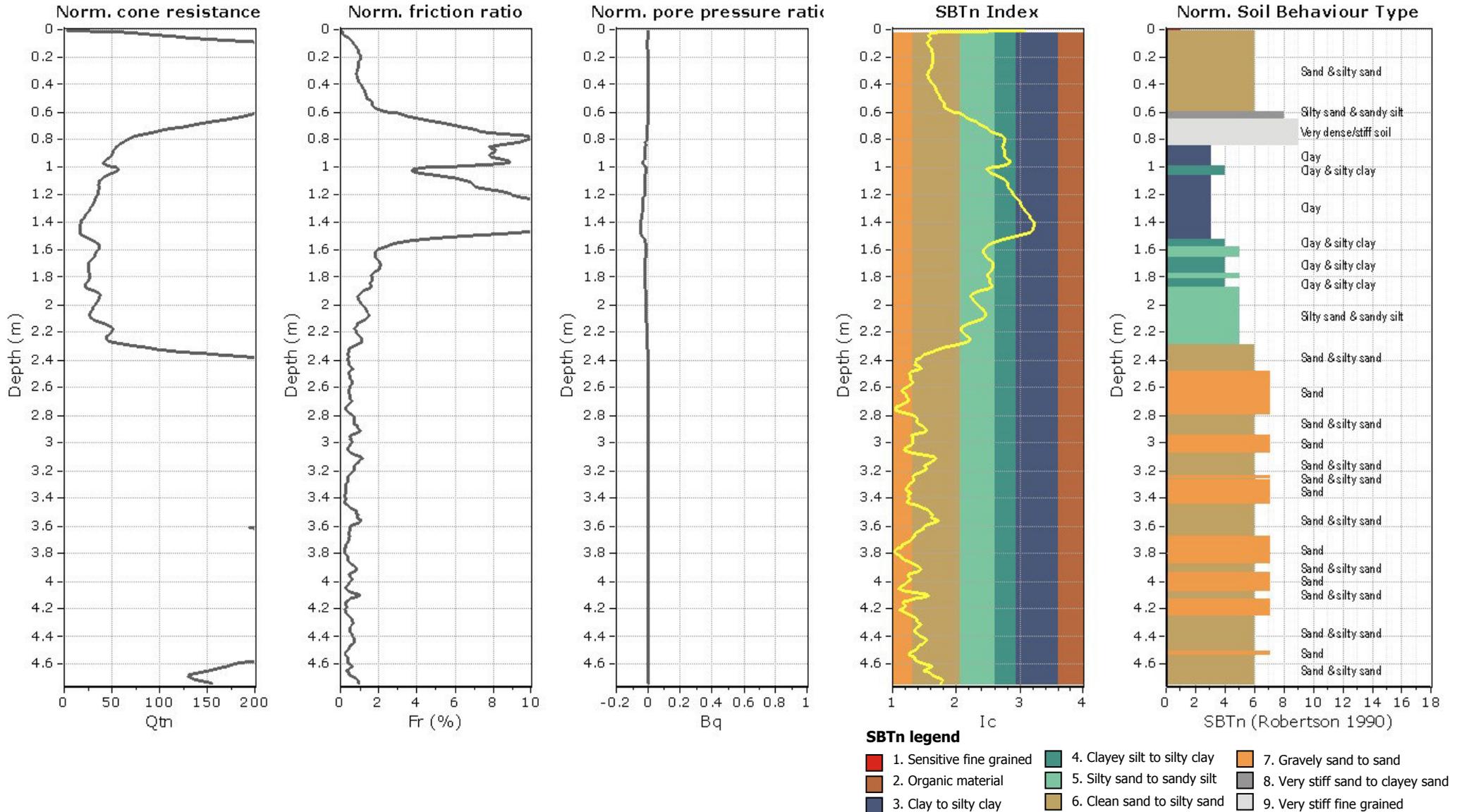
**Project:**

**Location:**



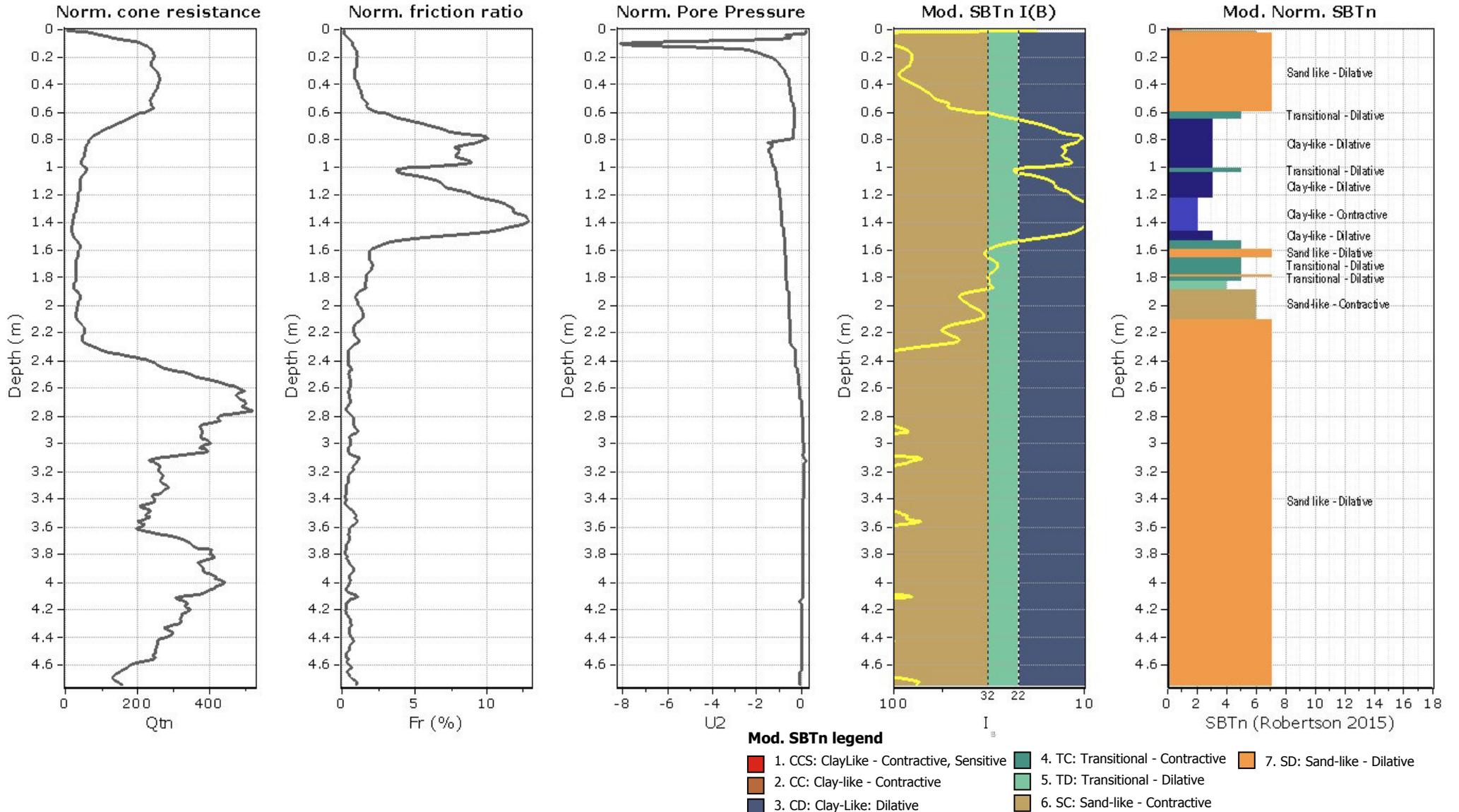
**Project:**

**Location:**



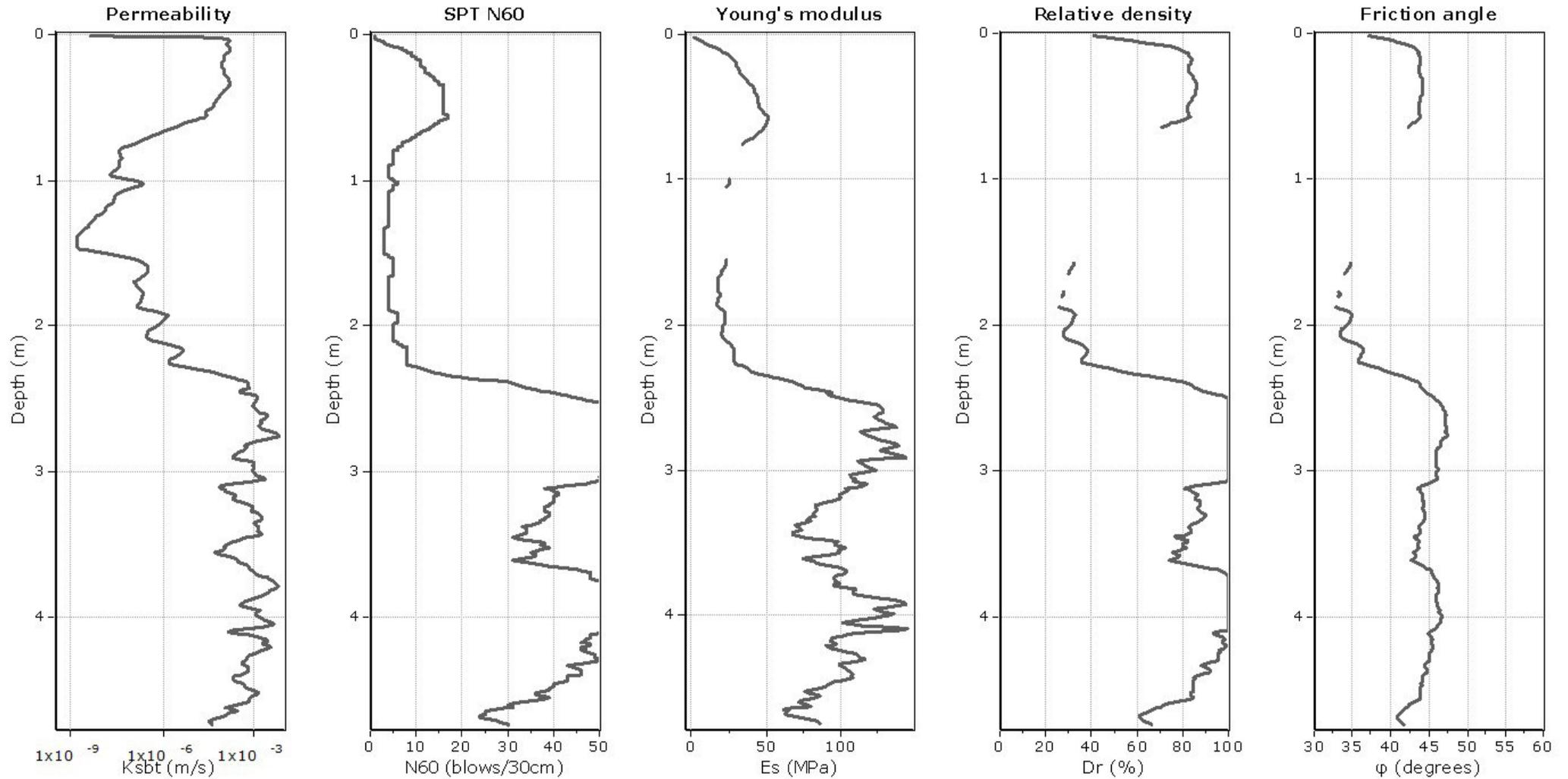
**Project:**

**Location:**



**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

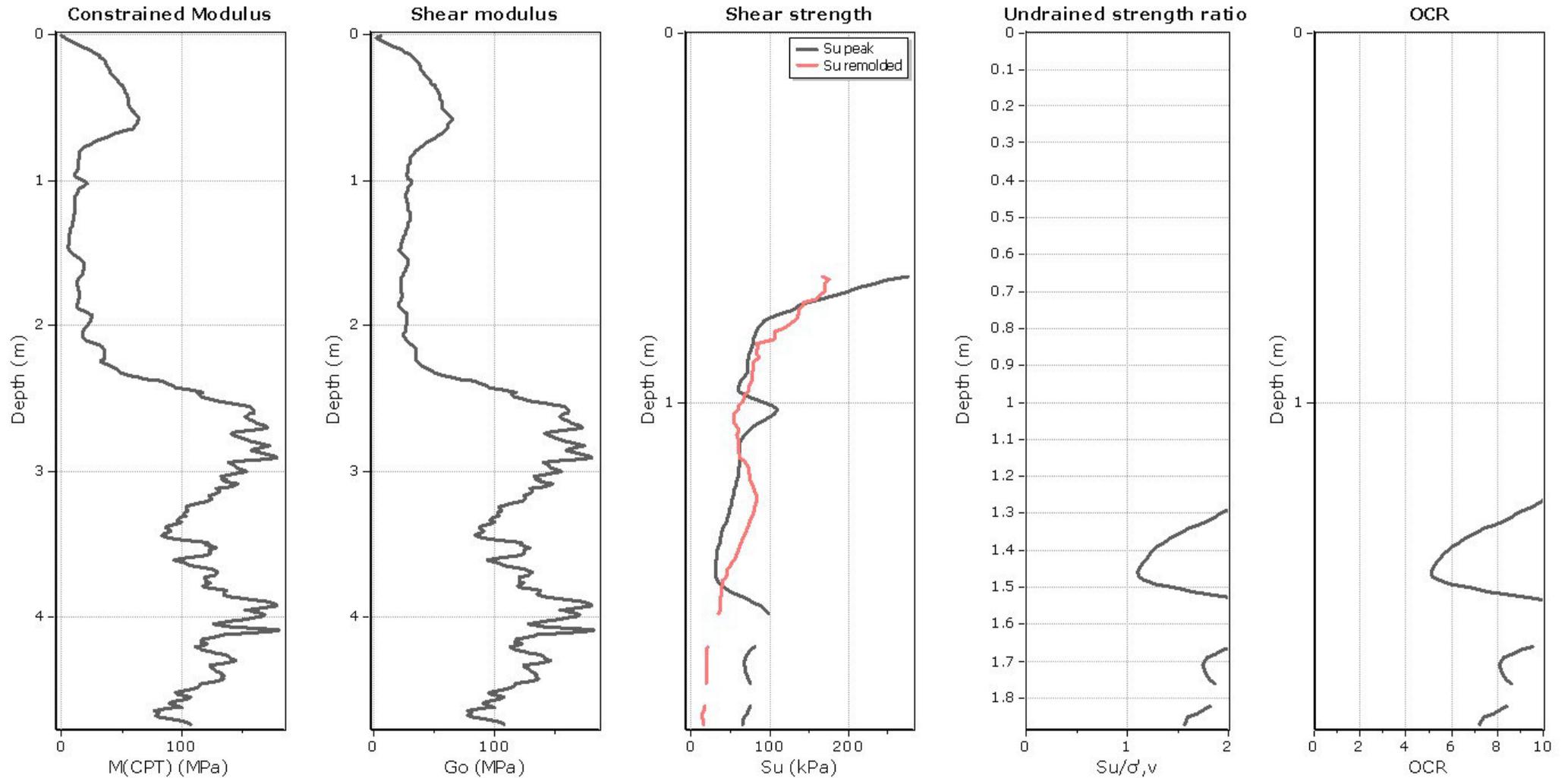
Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)

Go: Based on variable *alpha* using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14

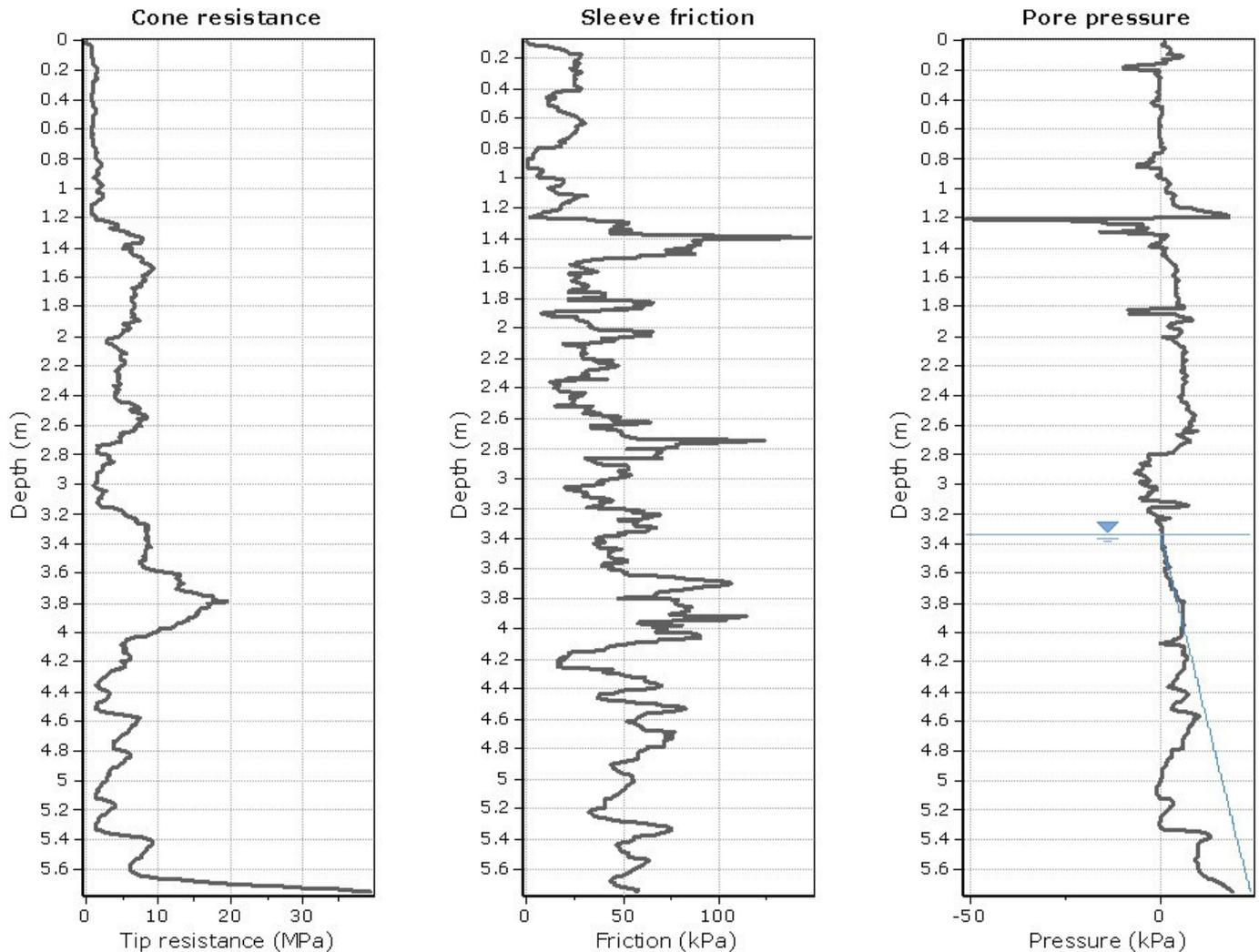
OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

● User defined estimation data

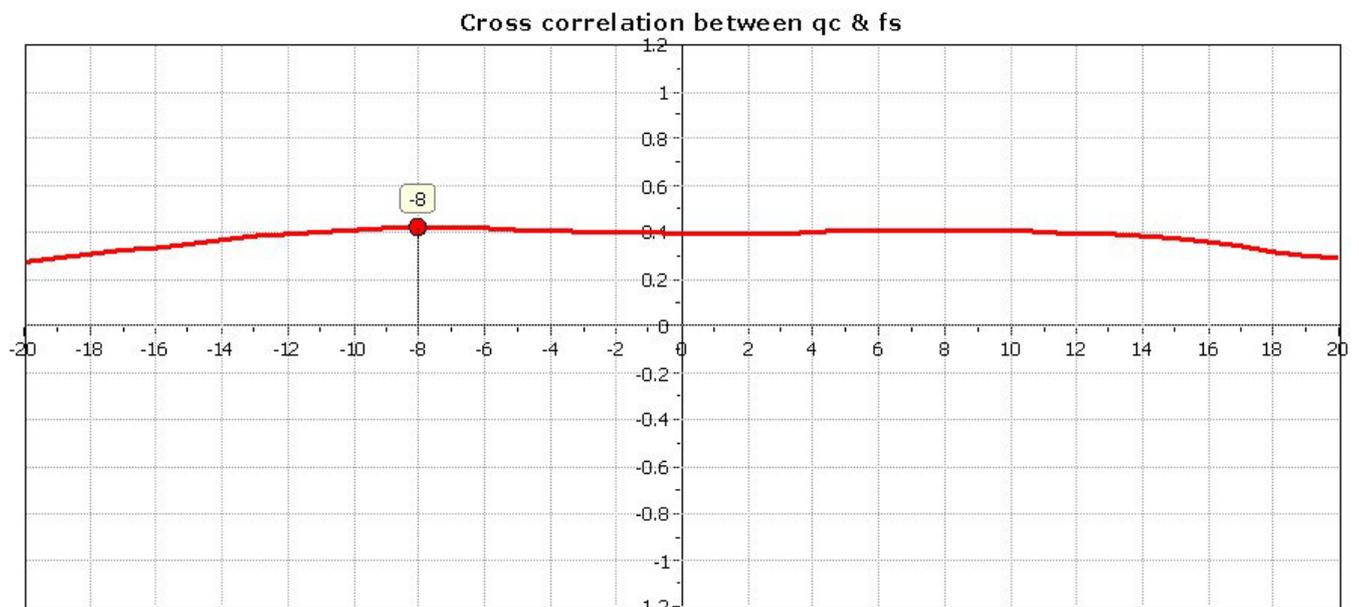
● Flat Dilatometer Test data

**Project:**

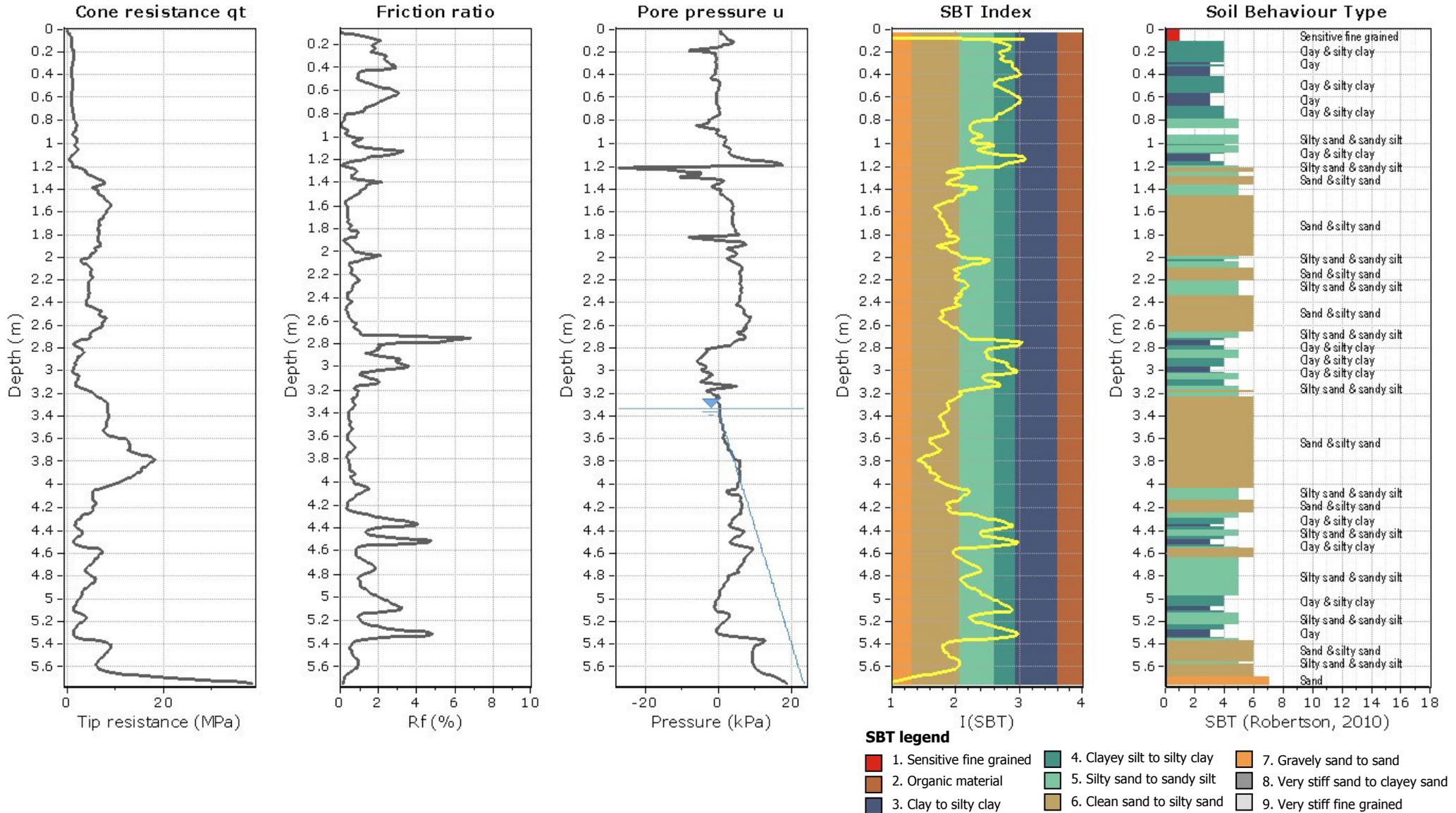
**Location:**



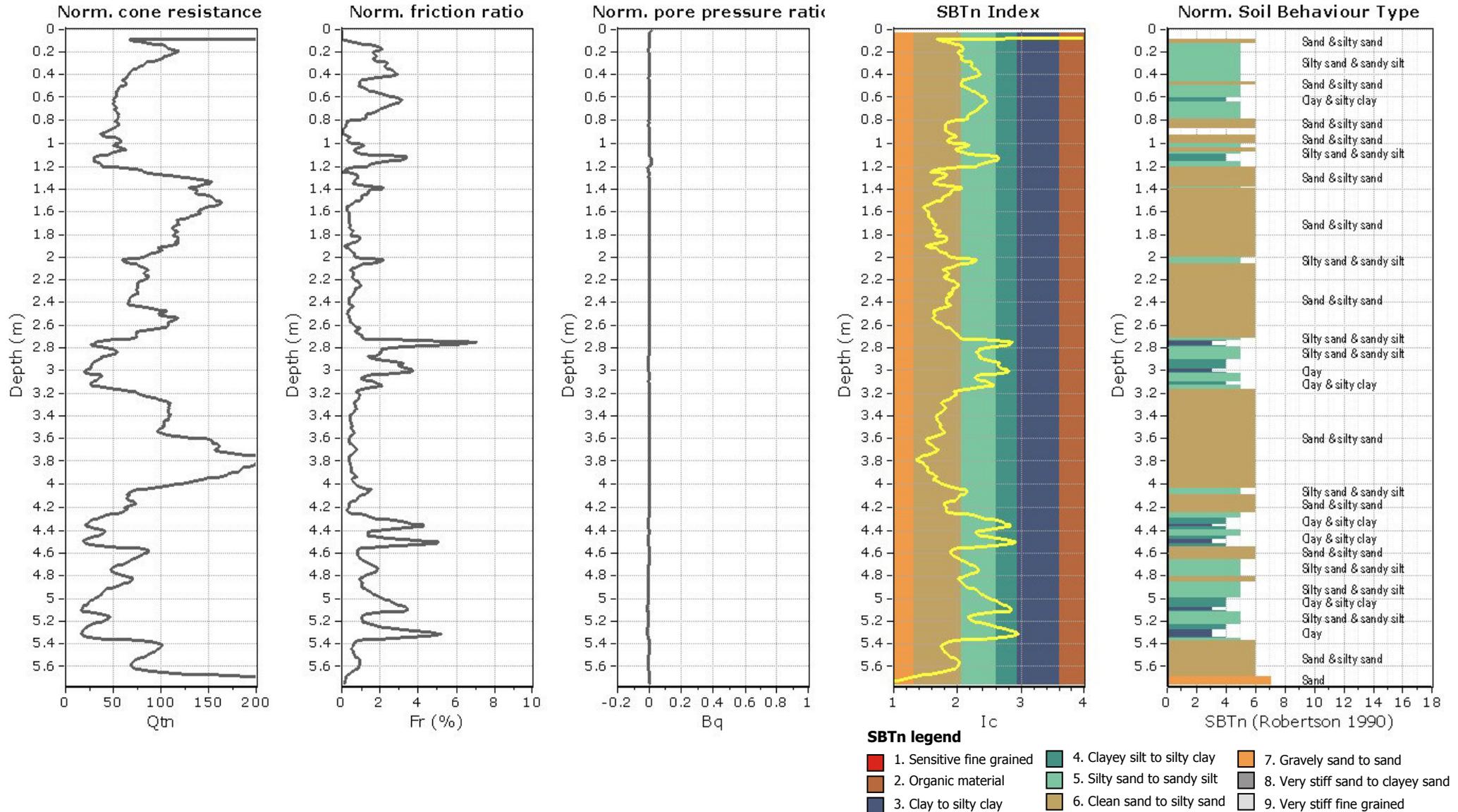
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



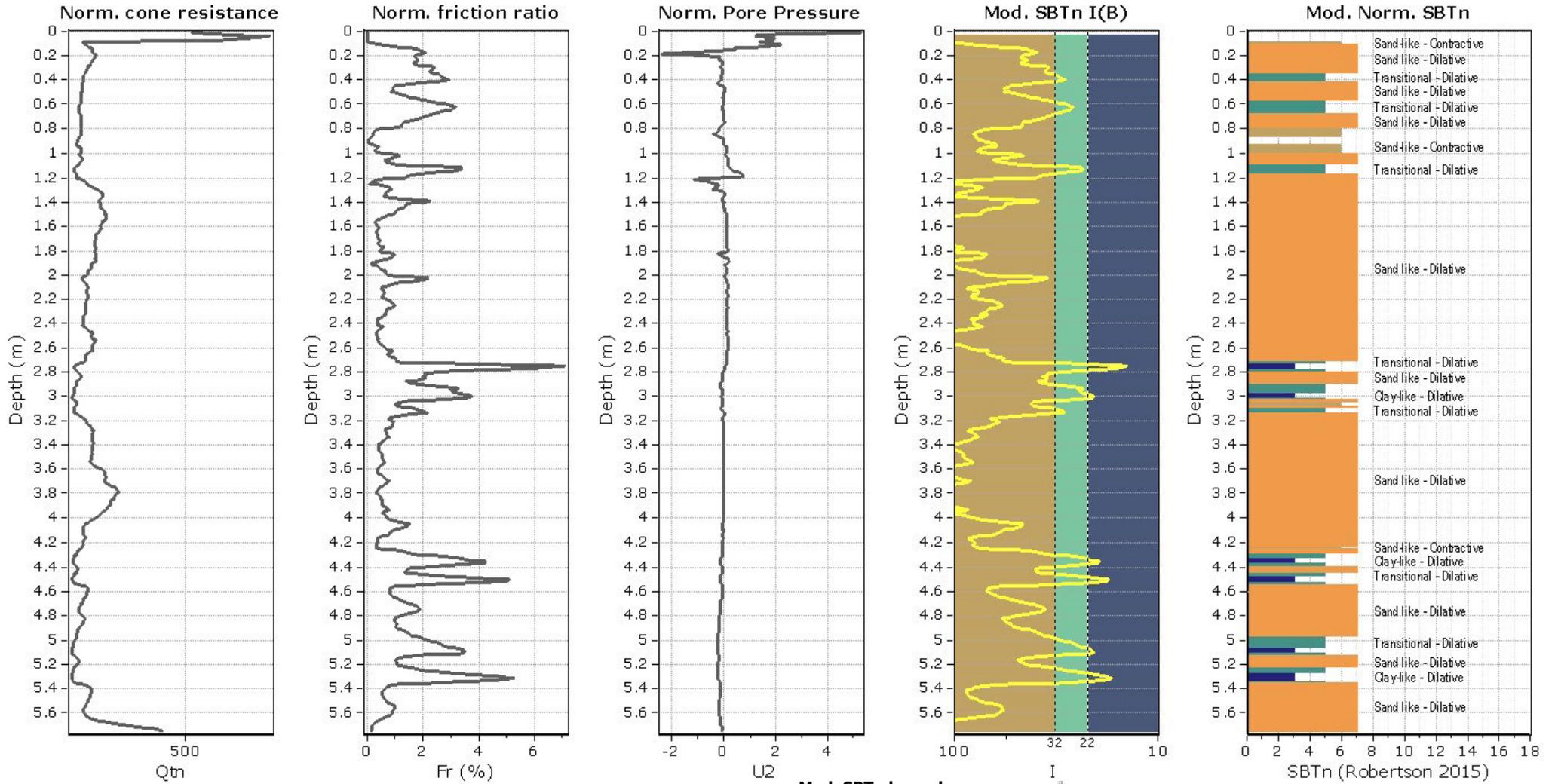
**Project:**  
**Location:**



**Project:**  
**Location:**



**Project:**  
**Location:**

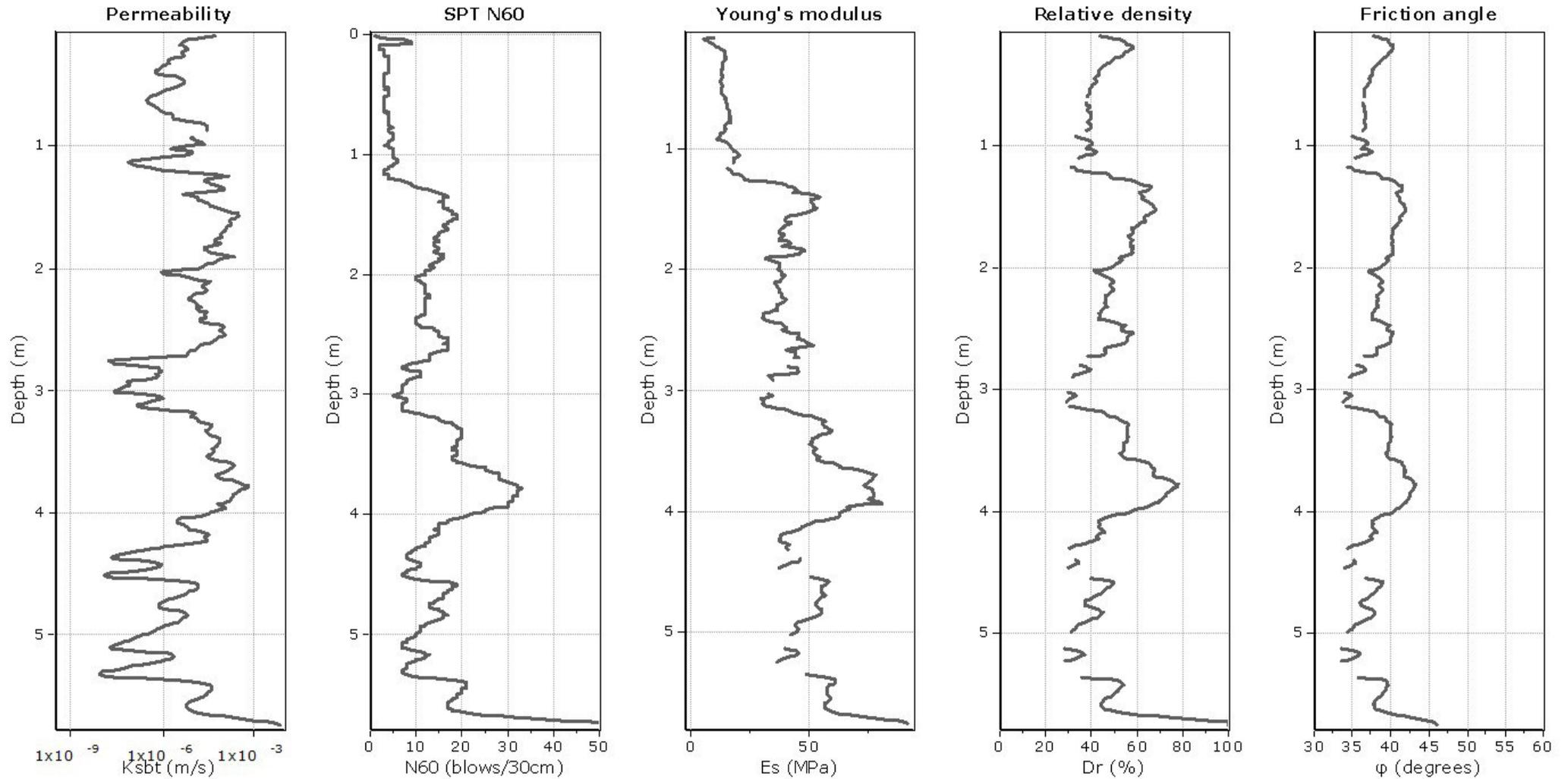


**Mod. SBTn legend**

- |   |                                   |                             |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive | 4. TC: Transitional - Contractive | 7. SD: Sand-like - Dilative |
| 2. CC: Clay-like - Contractive            | 5. TD: Transitional - Dilative    |                             |
| 3. CD: Clay-Like: Dilative                | 6. SC: Sand-like - Contractive    |                             |

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

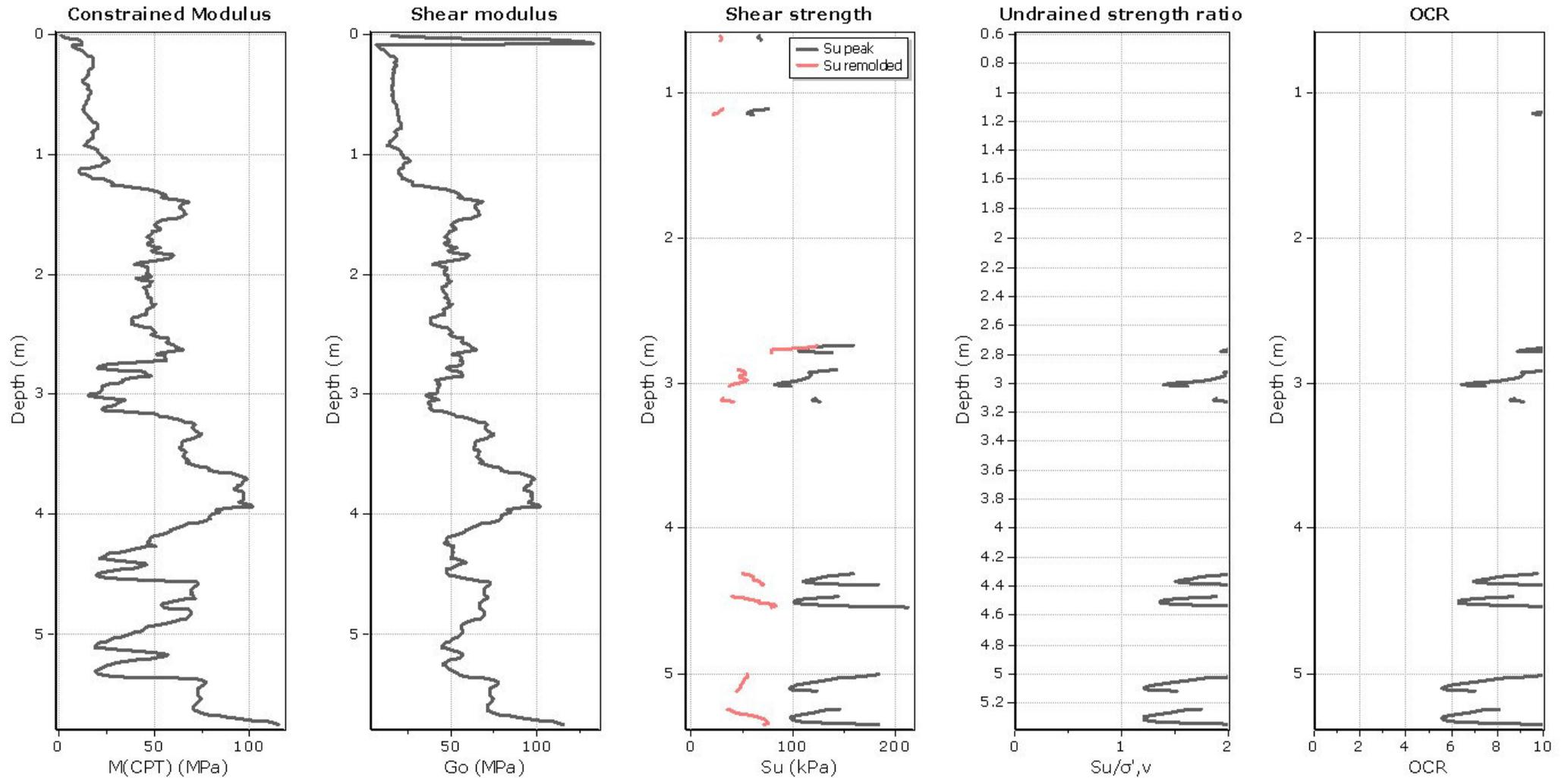
Relative desnisty constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)

Go: Based on variable *alpha* using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14

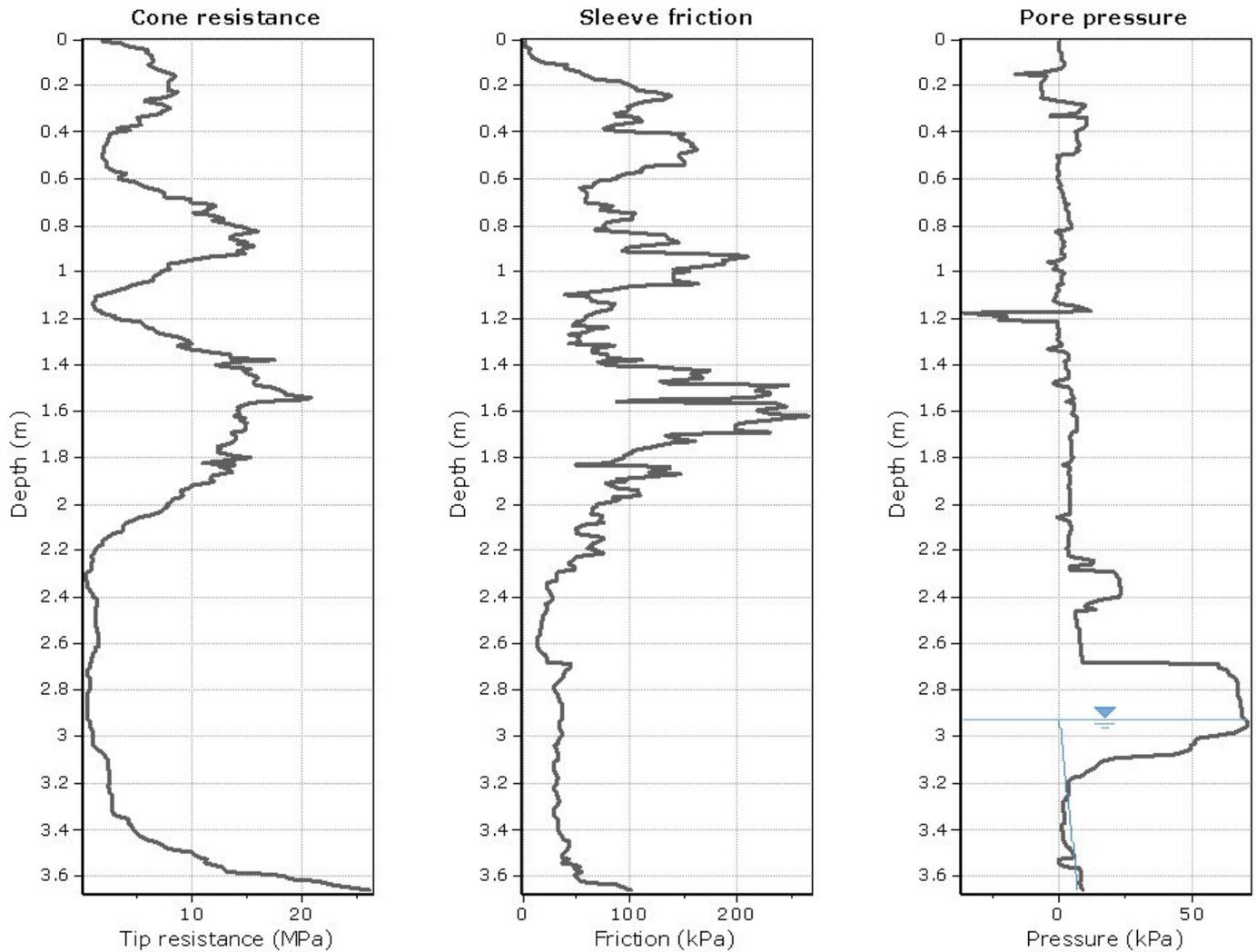
OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

● User defined estimation data

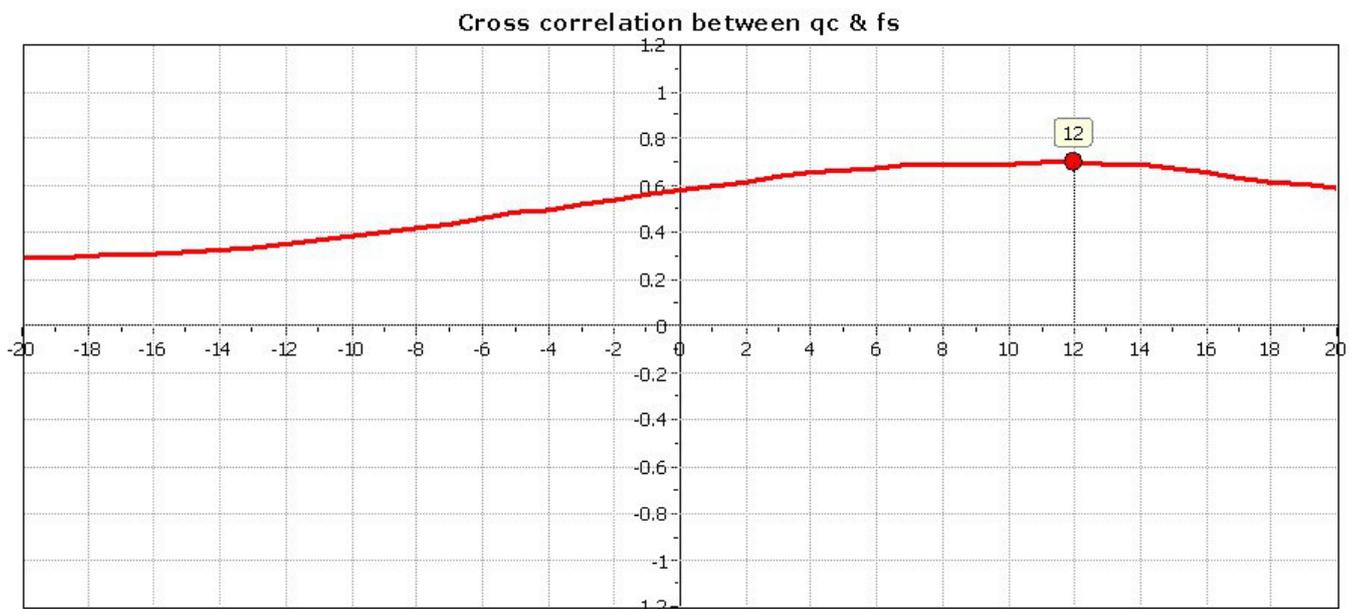
● Flat Dilatometer Test data

**Project:**

**Location:**

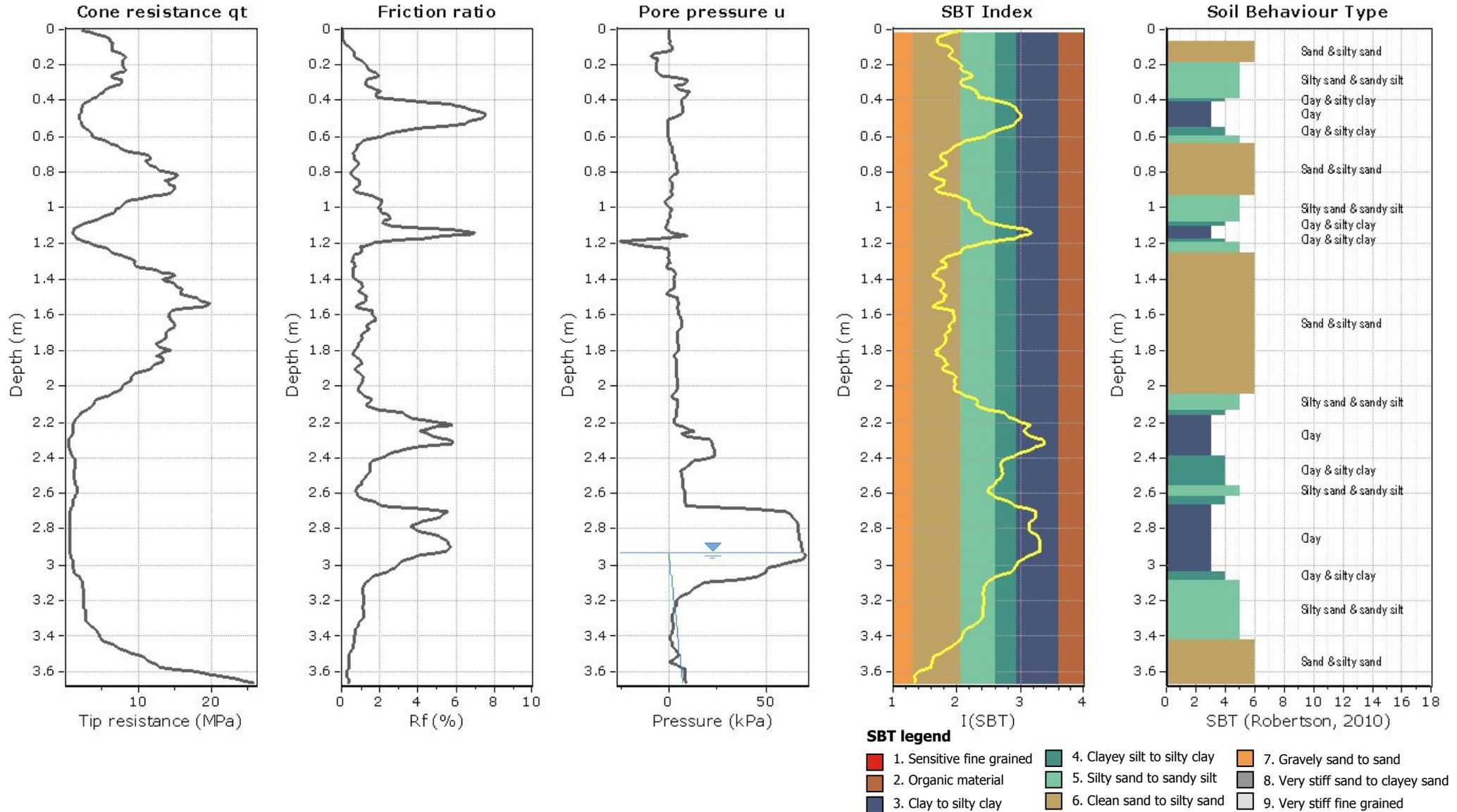


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



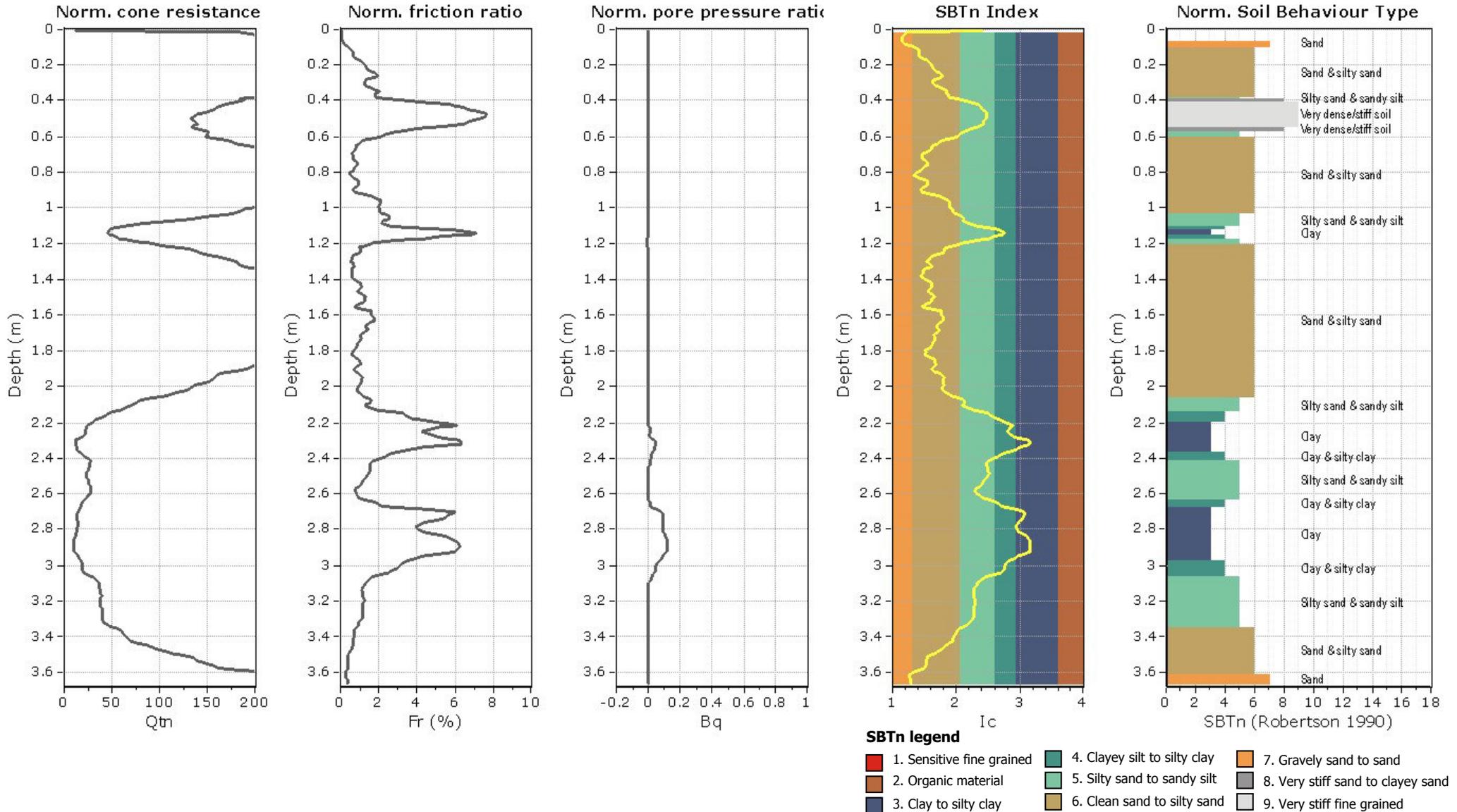
**Project:**

**Location:**



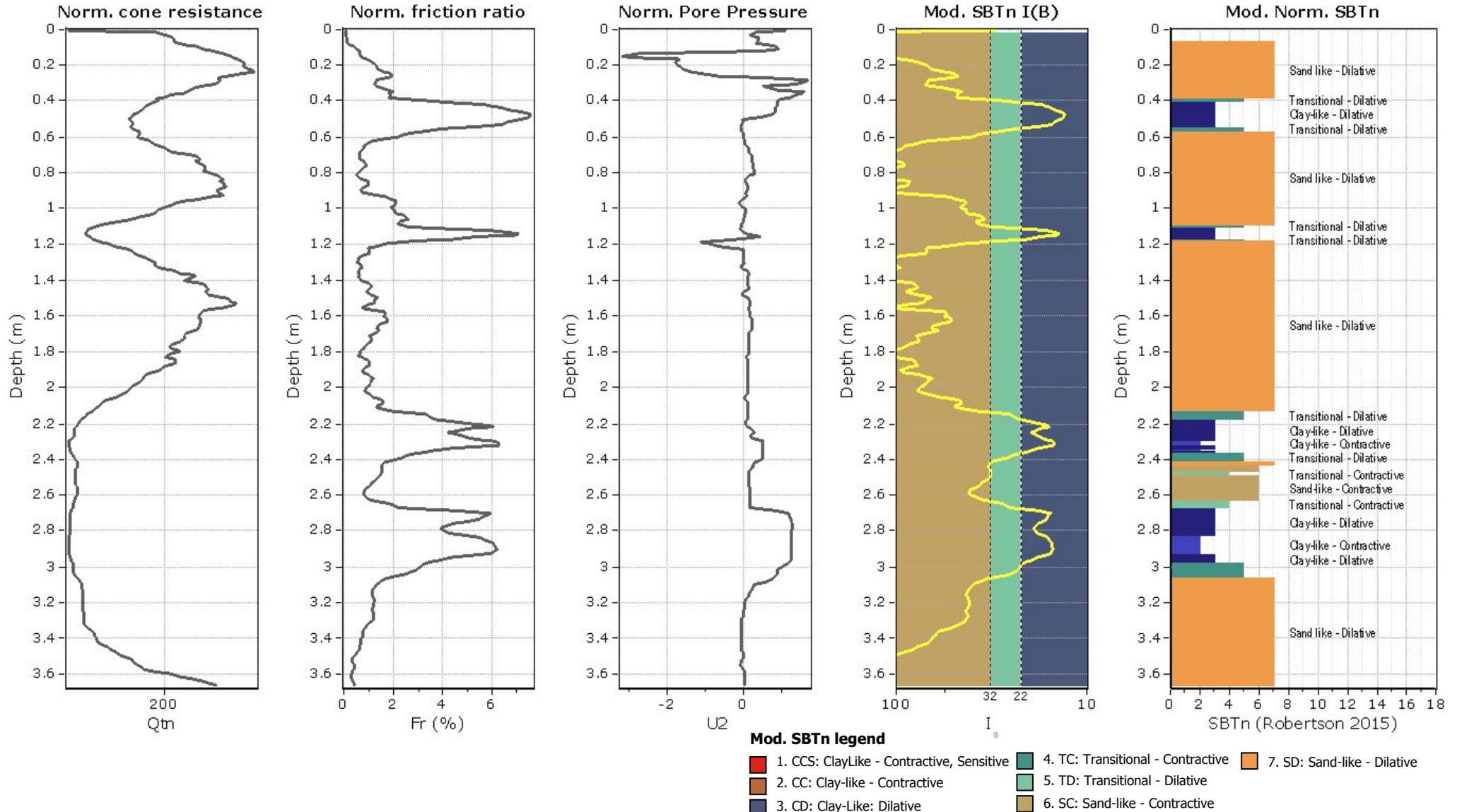
**Project:**

**Location:**



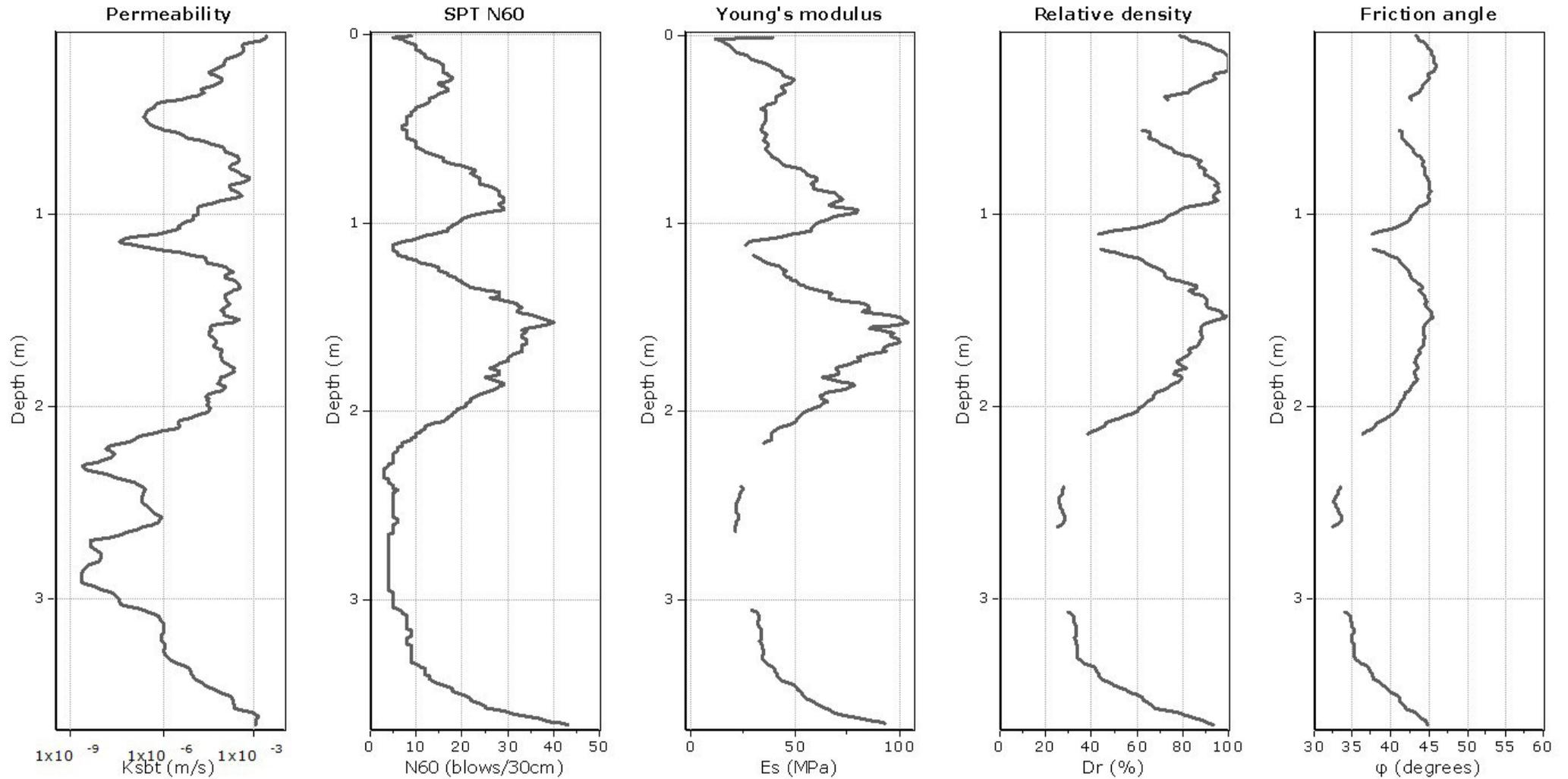
**Project:**

**Location:**



**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

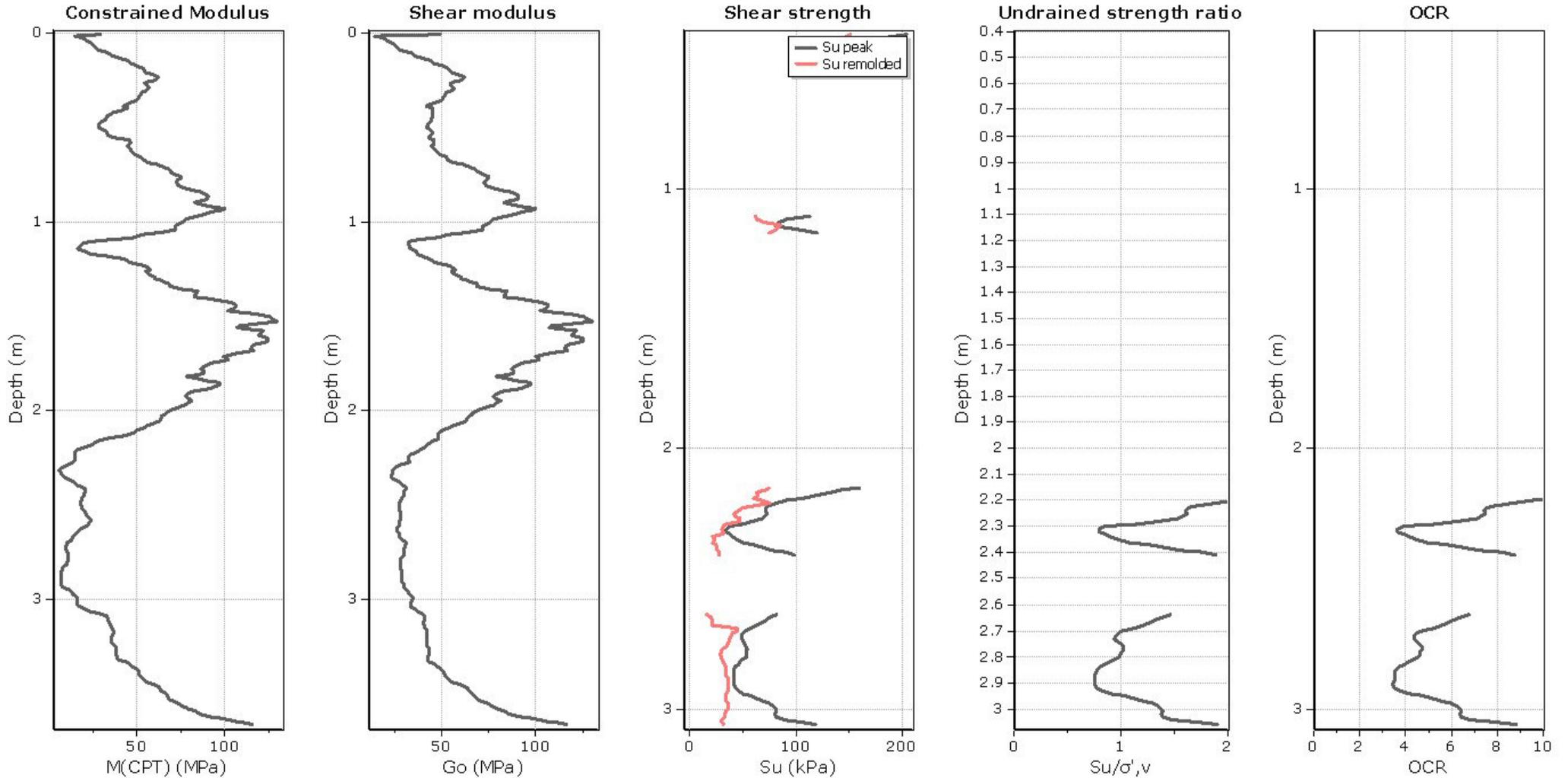
Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● User defined estimation data

**Project:**

**Location:**



**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable *alpha* using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)

Go: Based on variable *alpha* using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14

OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data