

## Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit eines Einzelpfahls

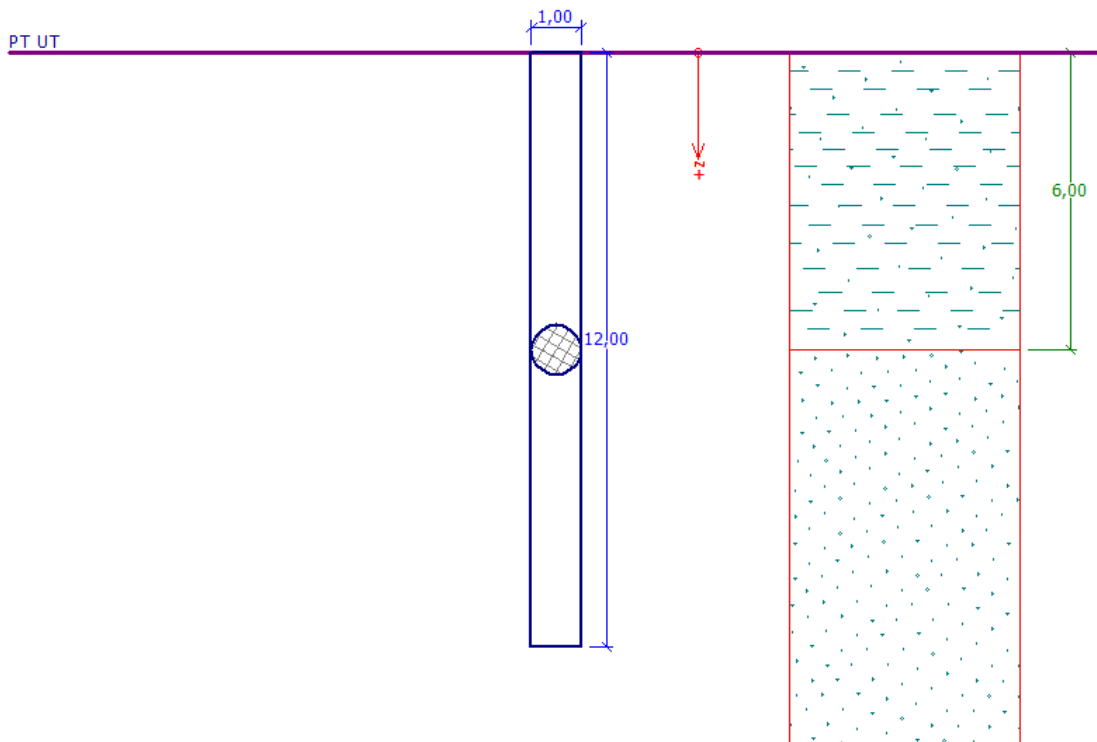
Programm: GEO5 Pfahl

Datei: Demo\_manual\_13.gpi

Ziel dieses Ingenieurhandbuchs ist es, die Verwendung des Programms GEO5 - PFAHL zur Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit eines Einzelpfahls für eine eingegebene praktische Aufgabe zu erläutern.

### Spezifikation der Eingabe der Aufgabe

Die allgemeine Eingabe der Aufgabe ist im vorherigen Kapitel (12. *Pfalgründungen - Einleitung*) beschrieben. Führen Sie alle Berechnungen für die vertikale Tragfähigkeit des Einzelpfahls gemäß EN 1997-1 (Bemessungsansatz 2) durch. Das Ergebnis der Belastungskomponenten  $N_1, M_{y,1}, H_{x,1}$  wirkt auf Höhe des Pfahlkopfes.



*Diagramm der Eingabe der Aufgabe - Einzelpfahl*

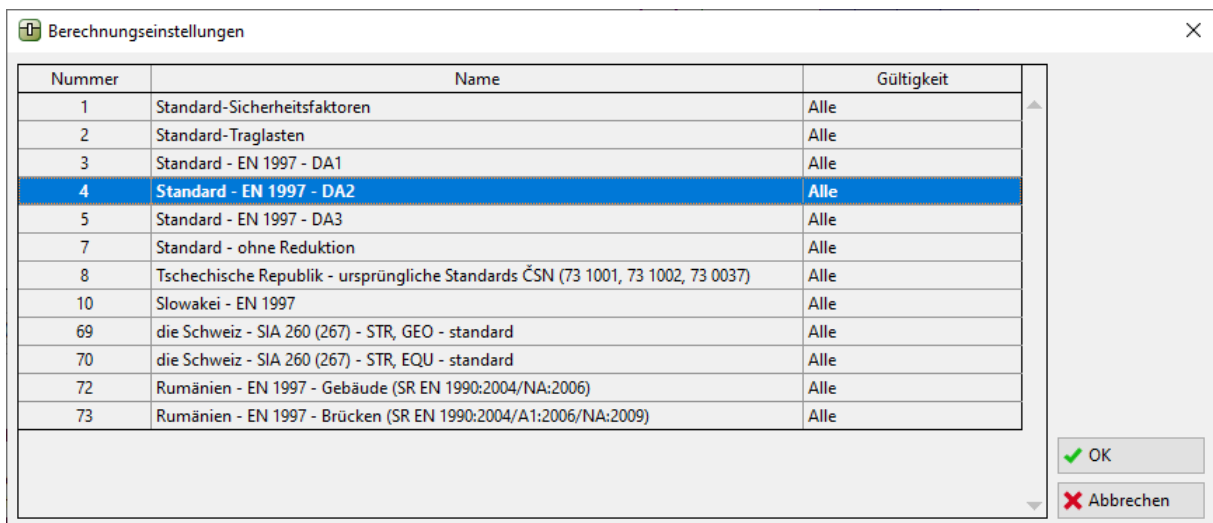
### Lösung

Um diese Aufgabe zu berechnen, verwenden wir das Programm GEO5 - PFAHL. Im folgenden Text werden wir schrittweise die Lösung des Beispiels beschreiben.

In dieser Berechnung werden wir den Einzelpfahl nach verschiedenen analytischen Berechnungsmethoden (NAVFAC DM 7.2, EFFEKTIVE SPANNUNG und CSN 73 1002) überprüfen und uns nach den **Eingabeparametern** orientieren, die die Gesamtergebnisse beeinflussen.

## Eingabevorgang

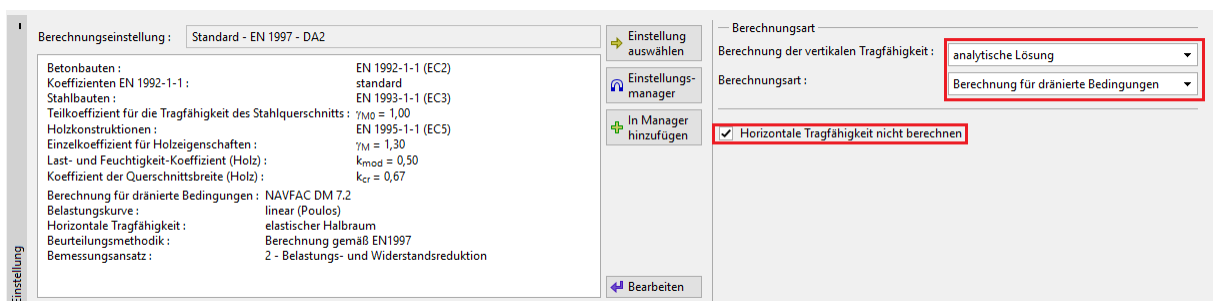
Klicken Sie im Fenster "Einstellung" auf die Schaltfläche "Einstellung auswählen" (unten links auf dem Bildschirm) und wählen Sie dann die Berechnungseinstellung "Standard - EN 1997 - DA2" aus. Darüber hinaus werden wir hier die Methode zur Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Pfahls mithilfe einer analytischen Lösung einstellen. In unserem Fall werden wir den Pfahl unter **dränierten Bedingungen** betrachten.



Dialogbox „Berechnungseinstellungen“

Für diese Berechnungseinstellung ist die vertikale Berechnungsmethode der vertikalen Tragfähigkeit NAVFAC DM 7.2 die Standardeinstellung. Ihr zufolge werden wir eine einleitende Bemessung des Pfahls durchführen (siehe Abbildung).

Die horizontale Tragfähigkeit wird in diesem Handbuch nicht berechnet, daher werden wir die Option "Horizontale Tragfähigkeit nicht berechnen" aktivieren.



Fenster „Einstellung“

Im nächsten Schritt wechseln wir zum Fenster "Profil", wo wir eine neue Schnittstelle in einer Tiefe von 6,0 m hinzufügen.



Fenster „Profil“ – Eingabe neuer Schnittstelle

Als nächstes gehen wir zum Fenster "Böden", wo wir andere Bodenparameter für die Berechnung definieren und sie dem Profil zuweisen. Für die **NAVFAC DM 7.2**-Methode müssen wir zuerst den Bodentyp definieren, d. h. ob es sich um eine kohäsive oder kohäsionslose Bodenschicht handelt. Alle unten aufgeführten Parameter beeinflussen die Größe der Mantelreibung  $R_s$  [kN].

| Boden<br>(Spezifikation,<br>Zuordnung) | Wichte<br>$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Winkel der<br>inneren<br>Reibung<br>$\varphi_{ef}$ [°] | Kohäsion<br>des Bodens<br>$c_{ef} / c_u$ [kPa] | Adhäsions-<br>beiwert<br>$\alpha$ [-] | Tragfähigkeits-<br>beiwert des Pfahls<br>$\beta_p$ [-] |
|--|---|--|--|---------------------------------------|--|
| F4, feste Konsistenz                   | 18,5                                    | 24,5   | - / 50   | 0,60                                  | 0,30   |
| S3, mittel verdichtet                  | 17,5                                    | 29,5   | 0 / -  | -                                     | 0,45   |

Tabelle mit Bodenparametern – Vertikale Tragfähigkeit des Pfahls (analytische Lösung)

Für die 1. Schicht, die wir als **undrännerten kohäsiven Boden** betrachten (Klasse F4, feste Konsistenz), müssen wir auch die Gesamtkohäsion des Bodens  $c_u$  [kPa] und den sogenannten Adhäsionsbeiwert  $\alpha$  [-] eingeben. Dieser Beiwert wird in Abhängigkeit von der Konsistenz des Bodens, dem Material des Pfahls und der Gesamtkohäsion des Bodens bestimmt (weitere Informationen in der Hilfe - F1).

Bodeneigenschaften bearbeiten
✕

---

**— Identifikation**

Name:

Sandton (CS), feste Konsistenz

**— Grunddaten** ?

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 18,5

Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,35

**— Methode NAVFAC** ?

Bodenart:

Kohäsion des Bodens:  $c_u =$   [kPa] 50

Adhäsionskoeffizient:  $\alpha =$   [-]

**— Deformationseigenschaften** ?

Berechnung der Setzung:

Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 6 - 10

**— Auftrieb** ?

Art der Auftriebsberechnung:

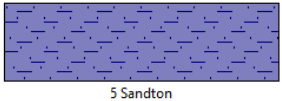
Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**— Darstellung**

Probenkategorie:

Suchen:

Untergruppe:

Muster: 

5 Sandton

Farbe:

Hintergrund:

Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren
Löschen
OK + 
 OK
 Abbrechen

Fenster „Böden“ – Bodeneigenschaften bearbeiten – Boden F4

Für die 2. Schicht, die als *kohäsionsloser Boden* betrachtet wird (Klasse S3, mittel verdichtet), wird auch der Reibungswinkel am Pfahlmantel  $\delta$  [°] eingegeben, der vom Pfahlmaterial abhängt. Weiterhin müssen wir den Seitendruckbeiwert des Bodens  $K$  [-] definieren, der durch die Art der Beanspruchung (Spannung - Druck) und die Ausführungstechnologie des Pfahls beeinflusst wird (weitere Informationen in der Programmhilfe - F1). Um die Aufgabe zu vereinfachen, wählen wir für beide Größen die Option "Berechnen".

**Bodeneigenschaften bearbeiten**

**Identifikation**

Name:   
Sand mit Beimischung des feinkörnigen Bodens (S-F), mitteldicht

**Grunddaten**

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 17,5  
 Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,30

**Methode NAVFAC**

Bodenart:   
 Winkel der inneren Reibung:  $\phi_{ef} =$   [\*] 28 - 31  
 Reibungswinkel am Pfahlmantel:   
 Koeffizient des Bodenseitendruckes:

**Deformationseigenschaften**

Berechnung der Setzung:   
 Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 16 - 26

**Auftrieb**

Art der Auftriebsberechnung:   
 Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Darstellung**

Probenkategorie:   
 Suchen:   
 Untergruppe:   
 Muster:   
 Farbe:   
 Hintergrund:   
 Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren    Löschen    OK +    OK    Abbrechen

Dialogbox „Bodeneigenschaften bearbeiten“

Dann ordnen wir die Böden dem Profil im Fenster "Zuordnung" zu.

GEOS 2020 - Pfahl [C:\Users\Public\Documents\Fine\GEOS 2020 Prilady\Demo\_manual\_13.gpi \*]

Datei Bearbeitungen Eingabe Berechnung Ausgabe Einstellung Hilfe

2D 3D

**Zuordnung**

Zuordnung mit der linken Maustaste:  
 F4, feste Konsistenz

| Nummer | Dicke [m] | Zugeordneter Boden    |
|--------|-----------|-----------------------|
| 1      | 6,00      | F4, feste Konsistenz  |
| 2      |           | S3, mittel verdichtet |

Modi: Projekt, Einstellung, Profil, Böden, Zuordnung, Belastung, Geometrie, Material, GWSp - Untergrund, Phaseinstellung, Vert. Tragfähigkeit, Setzung

Ausgabe: Bild hinzufügen, Profil und Zuordnung: 0, Gesamt: 2, Abbildungsverzeichnis, Ansicht kopieren

Fenster „Zuordnung“ – Zuordnung der Böden zum Profil

Anschließend definieren wir im Fenster "Belastung" die Pfahlbelastung. Für die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Pfahls wird die Bemessungslast (Berechnungslast) betrachtet, für die Setzungsberechnung wird dann die Nutzlast (Verkehrslast) berücksichtigt. Nun geben wir die Bemessungslast gemäß dem Bild ein.

Dialogbox „Neue Belastung“

Geben Sie im Fenster "Geometrie" den kreisförmigen Pfahlquerschnitt ein und bestimmen Sie dessen Grundabmessungen, d. H. Durchmesser und Länge. Anschließend definieren wir die Art der Pfahltechnologie.

Fenster „Geometrie“

Geben Sie im Fenster "Material" die Materialeigenschaften des Pfahls ein - die Konstruktionswichte beträgt  $\gamma = 23,0 \text{ kN/m}^3$ .

Konstruktionswichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>]

| Beton   |            | Längsbewehrung                       |              | Querbewehrung                        |              |
|---|------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|
| Katalog   | Definieren | Katalog                              | Benutzerdef. | Katalog                              | Benutzerdef. |
| <b>C 20/25</b><br>$f_{ck} = 20,00$ MPa<br>$f_{ctm} = 2,20$ MPa<br>$E_{cm} = 30000,00$ MPa<br>$G = 12500,00$ MPa |            | <b>B500</b><br>$f_{yk} = 500,00$ MPa |              | <b>B500</b><br>$f_{yk} = 500,00$ MPa |              |

Fenster „Material“

Wir werden das Fenster "GWSp + Untergrund" überspringen. Wir belassen die ständige Bemessungssituation im Fenster "Phaseneinstellung" und fahren dann mit der Bemessung des Pfahls unter Verwendung des Fensters "Vertikale Tragfähigkeit" fort.

## Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelpfahls - Berechnungsmethode NAVFAC DM 7.2

Im Fenster "Vertikale Tragfähigkeit" müssen wir zuerst die Berechnungsparameter eingeben, die sich auf die Größe der Tragfähigkeit des Pfahlfußes  $R_b$  [kN] auswirken. Zunächst definieren wir den Berechnungskoeffizient der kritischen Tiefe  $k_{dc}$  [-], der aus der sogenannten kritischen Tiefe bestimmt wird, die von der Verdichtung des Bodens abhängt. (weitere Informationen in der Hilfe - F1). Wir werden diesen Koeffizient als  $k_{dk} = 1,0$  betrachten.

Ein weiterer wichtiger Parameter ist der Tragfähigkeitsbeiwert  $N_q$  [-], der durch die Größe des Winkels der inneren Reibung des Bodens  $\varphi_{ef}$  [°] in Abhängigkeit von der Pfahltechnologie bestimmt wird (weitere Informationen in der Hilfe - F1). In diesem Fall werden wir  $N_q = 10,0$  betrachten.

**Nachweis der vert. Tragfähigkeit : NAVFAC DM 7.2**  
 Die Berechnung wurde mit dem automatischen Auswahl der günstigsten Lastfälle durchgeführt.  
 Berechnungskoeffizient der kritischen Tiefe  $k_{dc} = 1,00$   
 Tragfähigkeitskoeffizient  $N_q = 10,00$

Nachweis des Standpfahles:  
 Der ungünstigste Lastfall Nummer 1. (Zatizení č. 1 - Návrtové)

Tragfähigkeit des Pfahlmantels  $R_s = 676,82 \text{ kN}$   
 Tragfähigkeit am Pfahlfuß  $R_b = 1542,24 \text{ kN}$

Pfahltragfähigkeit  $R_c = 2219,06 \text{ kN}$   
 Extreme Vertikalkraft  $V_d = 1450,00 \text{ kN}$

$R_c = 2219,06 \text{ kN} > 1450,00 \text{ kN} = V_d$   
 Vertikale Pfahltragfähigkeit GENÜGT

**Berechnung :** Maxima automatisch auswählen  
 - Berechnung: NAVFAC DM 7.2  
 Berechnungsbeiwert der kritischen Tiefe:  $k_{dc} = 1,00$  [-]  
 Koeffizient  $N_q$  : eingeben  
 Tragfähigkeitsfaktor :  $N_q = 10,00$  [-]

Fenster „Vertikale Tragfähigkeit – Nachweis nach NAVFAC DM 7.2“

Die konstruktive vertikale Tragfähigkeit des zentrisch belasteten Pfahls  $R_c$  [kN] besteht aus der Summe der Mantelreibung  $R_s$  und des Widerstands am Pfahlfuß  $R_b$ . Um die Zuverlässigkeitsbedingung zu erfüllen, muss sein Wert größer sein als die Größe der einwirkenden Bemessungslast  $V_d$  [kN] ist.

**NAVFAC DM 7.2:**  $R_c = 2219,06 \text{ kN} > V_d = 1450,0 \text{ kN}$  GENÜGT

## Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelpfahls – Berechnungsmethode EFFEKTIVE SPANNUNG

Wir kehren nun zur Eingabe der Eingabedaten zurück und führen die Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Pfahls für andere Berechnungsmethoden durch (Effektive Spannung und CSN 73 1002).



Klicken Sie im Fenster "Einstellung" auf die Schaltfläche "Bearbeiten". Wählen Sie in der Tabelle "Pfähle" die Option "Effektive Spannung" für die Berechnung für dränierte Bedingungen. Die anderen Parameter ändern sich nicht.

Einstellungsbearbeitung für die aktuelle Aufgabe: Pfahl

Materialien und Standards **Pfahl**

Berechnung für dränierte Bedingungen: **Effektive Spannung**

Berechnung für undräßierte Bedingungen: Tomlinson

Belastungskurve: linear (Poulos)

Horizontale Tragfähigkeit: elastischer Halbraum

Beurteilungsmethodik: Berechnung gemäß EN1997

Bemessungsansatz: 2 - Belastungs- und Widerstandsreduktion

ständige Bemessungssituation | vorübergehende Bemessungssituation | Zufällige Bemessungssituation | Erdbeben-Bemessungssituation

— Abminderungsbeiw. der Belastung (F)

Dauerlast:  $\gamma_G =$   [-] (Ungünstig)  [-] (Günstig)

— Abminderungsbeiw. des Widerstandes (R)

Gebohnter Pfahl | Gerammter Pfahl | CFA Pfahl

Beiwert des Mantelwiderstandes:  $\gamma_s =$   [-]

Beiwert des Fußwiderstandes:  $\gamma_b =$   [-]

Beiwert für die Zugpfahltragfähigkeit:  $\gamma_{st} =$   [-]

OK

Abbrechen

Dialogbox „Einstellungsbearbeitung für die aktuelle Aufgabe“

Dann wechseln wir zum Fenster "Böden", wo wir für diese Berechnungsmethode auch den Tragfähigkeitsbeiwert des Pfahls  $\beta_p$  [-] definieren, der die Höhe der Mantelreibung  $R_s$  [kN] beeinflusst. Dieser Parameter wird durch die Größe des Winkels der inneren Reibung des Bodens  $\varphi_{ef}$  [°] und durch die Bodenart bestimmt (weitere Informationen in der Hilfe - F1).

**Bodeneigenschaften bearbeiten**

**Identifikation**

Name:   
Sandton (CS), feste Konsistenz

**Grunddaten**

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 18,5  
 Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,35

**Methode der Effektivspannung**

Koeffizient der Pfahltragfähigkeit:  $\beta_p =$   [-]

**Deformationseigenschaften**

Berechnung der Setzung:

Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 6 - 10

**Auftrieb**

Art der Auftriebsberechnung:

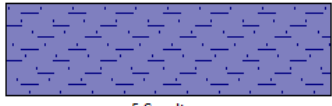
Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Darstellung**

Probenkategorie:

Suchen:




Untergruppe:

Muster:   
5 Sandton

Farbe:

Hintergrund:

Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren    Löschen    OK +      OK     Abbrechen

Dialogbox „Bodeneigenschaften bearbeiten“

**Bodeneigenschaften bearbeiten**

**Identifikation**

Name:   
Sand mit Beimischung des feinkörnigen Bodens (S-F), mitteldicht

**Grunddaten**

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 17,5  
 Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,30

**Methode der Effektivspannung**

Koeffizient der Pfahltragfähigkeit:  $\beta_p =$   [-]

**Deformationseigenschaften**

Berechnung der Setzung:

Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 16 - 26

**Auftrieb**

Art der Auftriebsberechnung:

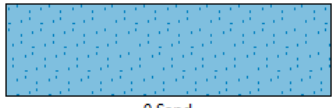
Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Darstellung**

Probenkategorie:

Suchen:




Untergruppe:

Muster:   
9 Sand

Farbe:

Hintergrund:

Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren    Löschen    OK +      OK     Abbrechen

Dialogbox „Bodeneigenschaften bearbeiten“ – S3

Die anderen Fenster bleiben unverändert. Wir kehren nun zum Fenster "Vertikale Tragfähigkeit" zurück. Für die Methode der **effektiven Spannungen** müssen wir zuerst den Wert des

Tragfähigkeitsbeiwerts  $N_p$  [-] eingeben, der die Tragfähigkeit des Pfahlfußes  $R_b$  [kN] erheblich beeinflusst. Dieser Parameter wird durch die Größe des Winkels der inneren Reibung des Bodens  $\varphi_{ef}$  [°] und durch den Bodenart bestimmt (weitere Informationen in der Hilfe - F1).

Die folgende Tabelle zeigt den erheblichen Einfluss dieses Parameters auf das Ergebnis:

- für  $N_p = 10$  (Pfahlfuß in *lehmigem* Boden):  $R_b = 1542,24 \text{ kN}$ ,
- für  $N_p = 30$  (Pfahlfuß in *sandigem* Boden):  $R_b = 4626,71 \text{ kN}$ ,
- für  $N_p = 60$  (Pfahlfuß in *kiesigem* Boden):  $R_b = 9253,42 \text{ kN}$ .

Für unsere Aufgabe betrachten wir den Tragfähigkeitsbeiwert  $N_p = 30$  (Pfahlfuß in *sandigem* Boden). Orientierungswerte  $N_p$  finden Sie in der Programmhilfe - F1.

**Nachweis der vertikal. Tragfähigkeit: Methode der effektiven Spannungen**  
Die Berechnung wurde mit dem automatischen Auswahl der günstigsten Lastfälle durchgeführt.

Nachweis des Standpfähles:  
Der ungünstigste Lastfall Nummer 1. (Zatizení č. 1 - Návhoře)

Tragfähigkeit des Pfahlmantels  $R_s = 1546,09 \text{ kN}$   
Tragfähigkeit am Pfahlfuß  $R_b = 4626,71 \text{ kN}$

Pfahltragfähigkeit  $R_c = 6172,80 \text{ kN}$   
Extreme Vertikalkraft  $V_d = 1450,00 \text{ kN}$

$R_c = 6172,80 \text{ kN} > 1450,00 \text{ kN} = V_d$   
Vertikale Pfahltragfähigkeit GENÜGT

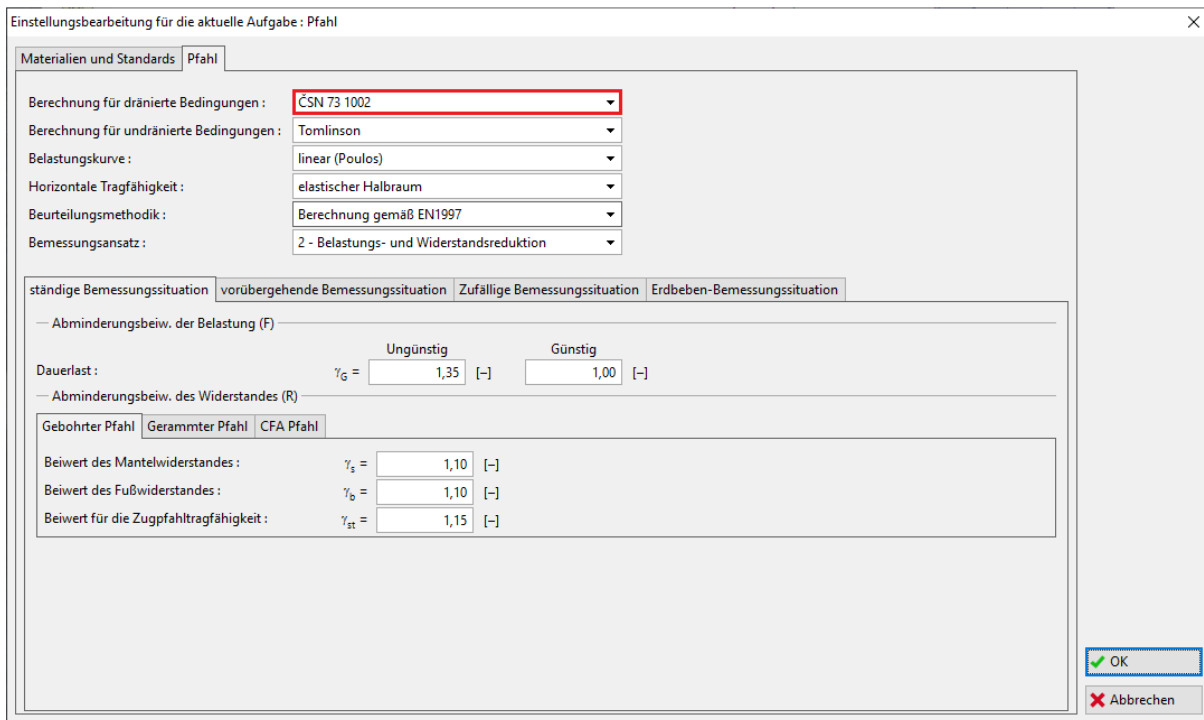
**Berechnung:** Maxima automatisch auswählen  
Berechnung: Methode der effektiven Spannungen  
Tragfähigkeitsfaktor:  $N_p = 30,00$  [-]

Fenster „Vertikale Tragfähigkeit – Nachweis nach der Methode der effektiven Spannungen“

– **EFFEKTIVE SPANNUNG:**  $R_c = 6172,8 \text{ kN} > V_d = 1450,0 \text{ kN}$  GENÜGT

### Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelpfahls – Berechnungsmethode CSN 73 1002

Wir kehren nun zu dem Fenster „Pfahl“ im Fenster "Einstellung" zurück, in dem Sie in der Dialogbox "Einstellung für die aktuelle Aufgabe eingegeben" die Berechnungsmethode für dränierte Bedingungen in "CSN 73 1002" ändern. Alle anderen Eingabeparameter bleiben unverändert.



Dialogbox „Einstellungsbearbeitung für die aktuelle Aufgabe“

*Hinweis: Das Berechnungsverfahren ist in der Publikation "Pfahlgründungen - Kommentar zu CSN 73 1002" (Kapitel 3: Entwurf, Abschnitt B - Allgemeine Lösung nach der Theorie der 1. Gruppe der Grenzzustände, S. 15) angegeben. Alle Verfahren im Programm basieren auf den hier aufgeführten Beziehungen, jedoch ohne die Berechnungskoeffizienten - diese werden von der gewählten Bemessungsmethode bestimmt (weitere Informationen in der Hilfe - F1).*

Wir kehren nun zum Fenster "Böden" zurück, in dem wir die Kohäsion für jeden Boden definieren müssen.

**Bodeneigenschaften bearbeiten**

**Identifikation**

Name:   
Sandton (CS), feste Konsistenz

**Grunddaten**

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 18,5  
 Winkel der inneren Reibung:  $\phi_{ef} =$   [°] 22 - 27  
 Kohäsion des Gesteins:  $c_{ef} =$   [kPa] 10 - 18  
 Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,35

**Deformationseigenschaften**

Berechnung der Setzung:

Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 6 - 10

**Auftrieb**

Art der Auftriebsberechnung:

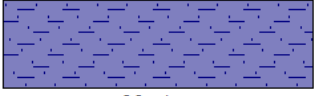
Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Darstellung**

Probenkategorie:

Suchen:

Untergruppe:

Muster:   
5 Sandton

Farbe:

Hintergrund:

Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren    Löschen    OK + ↓    OK    Abbrechen

Fenster „Boden“ – Bodenbearbeitung F4

**Bodeneigenschaften bearbeiten**

**Identifikation**

Name:   
Sand mit Beimischung des feinkörnigen Bodens (S-F), mitteldicht

**Grunddaten**

Wichte:  $\gamma =$   [kN/m<sup>3</sup>] 17,5  
 Winkel der inneren Reibung:  $\phi_{ef} =$   [°] 28 - 31  
 Kohäsion des Gesteins:  $c_{ef} =$   [kPa] 0  
 Poissonzahl:  $\nu =$   [-] 0,30

**Deformationseigenschaften**

Berechnung der Setzung:

Ödometrischer Modul:  $E_{oed} =$   [MPa] 16 - 26

**Auftrieb**

Art der Auftriebsberechnung:

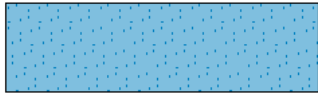
Wichte des gesättigten Bodens:  $\gamma_{sat} =$   [kN/m<sup>3</sup>]

**Darstellung**

Probenkategorie:

Suchen:

Untergruppe:

Muster:   
9 Sand

Farbe:

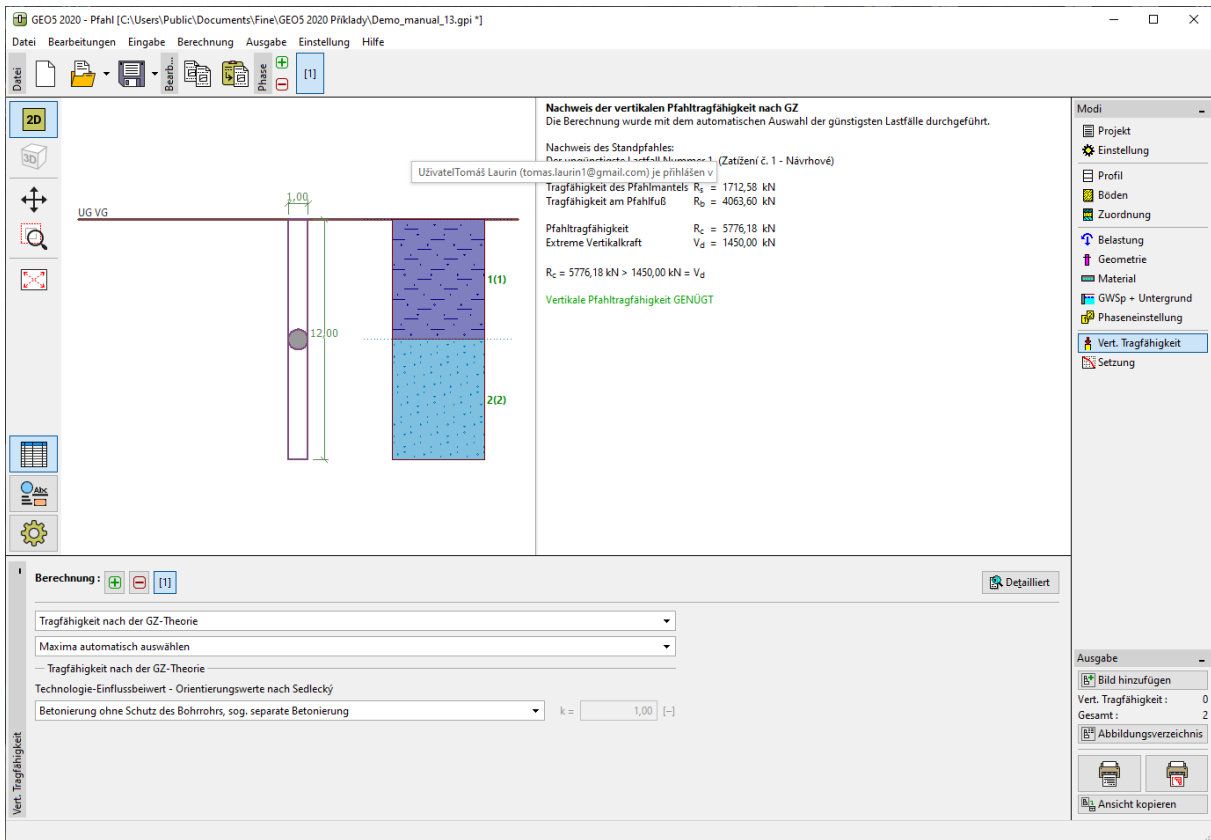
Hintergrund:

Sättigung <10 - 90>:  [%]

Klassifizieren    Löschen    OK + ↑    OK    Abbrechen

Fenster „Boden“ – Bodenbearbeitung S3

Nachfolgend werden wir den Pfahl im Fenster "Vertikale Tragfähigkeit" neu überprüfen. Wir halten den Einflussbeiwert der Technologie gleich 1,0 (Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Pfahls ohne Abminderung unter Einfluss der Ausführungstechnologie).



Fenster „Vertikale Tragfähigkeit – Nachweis nach CSN 73 1002“

– **CSN 73 1002:**  $R_c = 5776,18 \text{ kN} > V_d = 1450,0 \text{ kN}$  **GENÜGT**

Ergebnisse der Berechnung der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelpfahls:

Die Werte der gesamten vertikalen Tragfähigkeit des Pfahls  $R_c$  unterscheiden sich aufgrund der Verwendung verschiedener Berechnungsmethoden und Eingabeparameter der Böden, die bei den Methoden betrachtet werden:

- NAVFAC DM 7.2:
- Adhäsionsbeiwert  $\alpha$  [–],
  - Reibungswinkel am Pfahlmantel  $\delta$  [°],
  - Seitendruckbeiwert des Bodens  $K$  [–],
  - Berechnungsbeiwert der kritischen Tiefe  $k_{dc}$  [–],

Tragfähigkeitsbeiwert  $N_q$  [-].

*EFFEKTIVE SPANNUNG:* Tragfähigkeitsbeiwert des Pfahls  $\beta_p$  [-],

Tragfähigkeitsbeiwert  $N_p$  [-].

*CSN 73 1002:* Kohäsion des Bodens  $c_{ef}$  [kPa],

Winkel der inneren Reibung des Bodens  $\varphi_{ef}$  [°].

Die Berechnungsergebnisse der vertikalen Tragfähigkeit des Einzelpfahls unter dränierten Bedingungen in Abhängigkeit von der verwendeten Berechnungsmethode sind in der folgenden Tabelle angegeben:

| EN 1997-1, DA2<br>(dränierte Bedingungen)<br>Berechnungsmethode | Pfahlmantelwiderstand<br>$R_s$ [kN] | Pfahlfußwiderstand<br>$R_b$ [kN] | Vertikale<br>Gesamttragfähigkeit<br>$R_c$ [kN] |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| NAVFAC DM 7.2   | 676,82                              | 1542,24                          | 2219,06  |
| EFFEKTIVE SPANNUNG  | 1546,09                             | 4626,71                          | 6172,80  |
| CSN 73 1002   | 1712,58                             | 4063,60                          | 5776,18  |

*Zusammenfassung der Ergebnisse - Vertikale Tragfähigkeit von Pfählen unter dränierten Bedingungen*

Die gesamte vertikale Tragfähigkeit des zentrisch belasteten Einzelpfahls  $R_c$  ist größer als der Wert der wirkenden Bemessungslast  $V_d$ . Die Grundbedingung der Zuverlässigkeit für den Grenzzustand  $V_d$  ist erfüllt, der Nachweis des Pfahls ist damit erfüllt.

### Schlussfolgerung:

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass sich die gesamte vertikale Tragfähigkeit der Pfähle unterscheidet. Diese Tatsache wird einerseits durch unterschiedliche Eingabeparameter und andererseits durch die gewählte Berechnungsmethode verursacht.

Die Bemessung von Pfählen hängt hauptsächlich von der gewählten Berechnungsmethode und den Eingabeparametern ab, die den Boden beschreiben. Der Konstrukteur sollte immer solche Berechnungsverfahren anwenden, für die er die erforderlichen Bodenparameter aus den Ergebnissen der ingenieurgeologischen Untersuchung hat und die den örtlichen Gegebenheiten entsprechen.

Es ist sicherlich nicht richtig, den Pfahl auf alle im Programm enthaltenen Berechnungsmethoden zu bemessen und das beste oder schlechteste Ergebnis auswählen.

Für die Tschechische und die Slowakische Republik empfehlen die Autoren des GEO5-Programms, die vertikale Tragfähigkeit des Einzelpfahls auf zwei Arten zu berechnen:

- Berechnung hinsichtlich des Wertes der zulässigen Setzung  $s_{lim} = 25 \text{ mm}$  (Verfahren nach **Masopust**, das auf der Lösung von Gleichungen der Regressionskurven basiert).
- Berechnung nach **CSN 73 1002**. Das Berechnungsverfahren für den Pfahl bleibt das gleiche wie in CSN, aber die Belastung und die Berechnungsbeiwerte, die die Bodenparameter bzw. den Pfahlwiderstand reduzieren, werden gemäß EN 1997-1 bestimmt. Diese Berechnung ist also voll in Übereinstimmung mit EN 1997-1.