

Ny version av geotekniska modulen FEM-Design 3D Soil

Vid analys av en byggnad – och speciellt dess grundläggning – måste hänsyn tas till samverkan mellan strukturen och den underliggande jorden. Det har länge saknats användarvänliga program som fullt ut möjliggör samverkansberäkningar mellan byggnadskonstruktion och undergrund. För detta ändamål har en programmodul, som binder ihop den geotekniska och den strukturmekaniska modelleringen, skapats och har i detta projekt utvecklats vidare för att kunna hantera fler grundläggnings- och jordtyper.

Bakgrund

Överbyggnadens spänningar och deformationer analyseras ofta i detalj medan undergrunden modelleras med diskreta fjädrar (bäddmoduler). Att använda sig av en likformig bäddmodul vid dimensioneringen av grundkonstruktionen är en förenkling som påverkar analysresultaten. Den så kallade Winklerbädden ger många gånger felaktig grundtrycksfördelning och således påverkar det snittkrafter i grundkonstruktionen och ovanliggande struktur. Det råder till exempel betydande samverkan mellan närliggande punkter i jorden, vilket inte Winklermodellen kan ta hänsyn till. Fjädrar kan inte överföra skjuvkrafter eftersom enskilda fjädrars respons vid belastning är oberoende av varandra.

Tidigare saknades program som möjliggör samverkansberäkningar mellan byggnad och undergrund. Strukturmekaniska analysprogram kan modellera och analysera strukturen och olika konstruktionsdelar med god noggrannhet, medan möjligheterna att modellera marken vanligtvis är begränsade till bäddmoduler. Geotekniska beräkningsprogram kan däremot, kan modellera marken utförligt men är begränsade när det gäller modellering av strukturen. För att tillgodose ett ökat behov av att koppla ihop den strukturmekaniska modelleringen med den geotekniska och ett ökat behov av samverkan mellan geotekniker och konstruktörer initierades SBUF projekt 12611 – Utveckling av datorprogram för samverkansberäkningar byggnad/undergrund som resulterade i en geoteknisk modul till strukturanalysprogrammet FEM-Design – 3D Soil. FEM-Design, som är ett vanligt verktyg för konstruktörer, blir nu också ett verktyg som kan användas i samverkan med geotekniker.

I FEM-Design 3D Soil modelleras marken som en volym med 3-dimensionella finita element och med olika jordlager. Jorden likasom byggnaden betraktas som en konstruktionsdel, vilket resulterar i en kopplad mark-strukturmodell. Analysen är dock begränsad

till jordens spännings- och töjningsbeteende i det vertikala planet där endast ytligt grundlagda fundament kan analyseras med en linjärelastisk jordmodell.

Syfte

Syftet med projektet var att vidareutveckla 3D Soil för att tillgodose behovet att kunna hantera fler grundläggningstyper och att kunna ha icke-linjära jordmodeller.

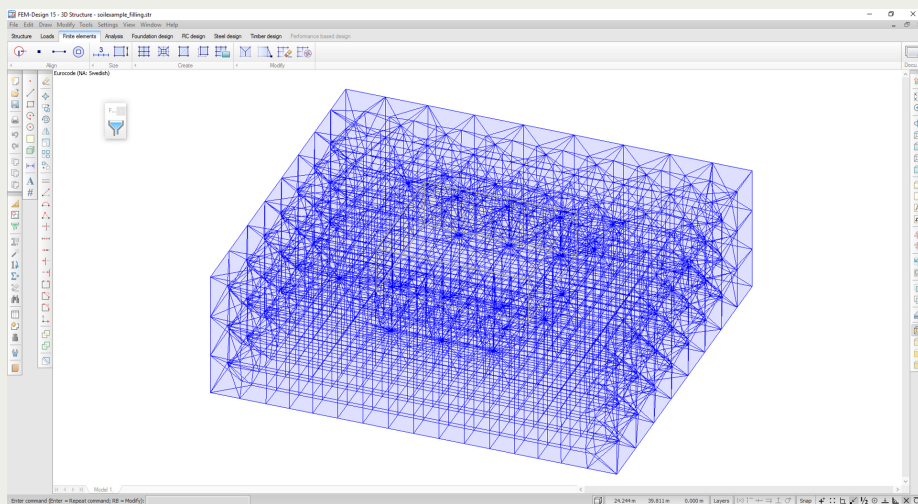
Genomförande

I ett projekt tillsammans med Skanska, som bland annat finansierats av SBUF, har StruSoft fortsatt utvecklingen av 3D Soil för just samverkansberäkningar. Utgångspunkten i vidareutvecklingen av 3D Soil är att bygga på den befintliga programvaran.

Finita elementen i den nya 3D Soil har utökats med kompletta 3-dimensionella finita element som kan beakta jordens egenskaper och beteende i alla riktningar. Detta är nödvändig för att hantera pålar, källargrunder och andra konstruktioner med horisontell samverkan med jorden. Fler jordmodeller har också implementerats, bland annat icke-linjär jordmodell där jordens deformations-egenskaper varierar beroende på spänningsnivån i jorden. Vidare har den nya versionen av 3D Soil fått Mohr-Coulombs jordmodell implementerat vilket gör det möjligt att analysera plasticitet i jorden. Utvecklingsarbetet avslutas med tester och valideringar av programmet.

Resultat

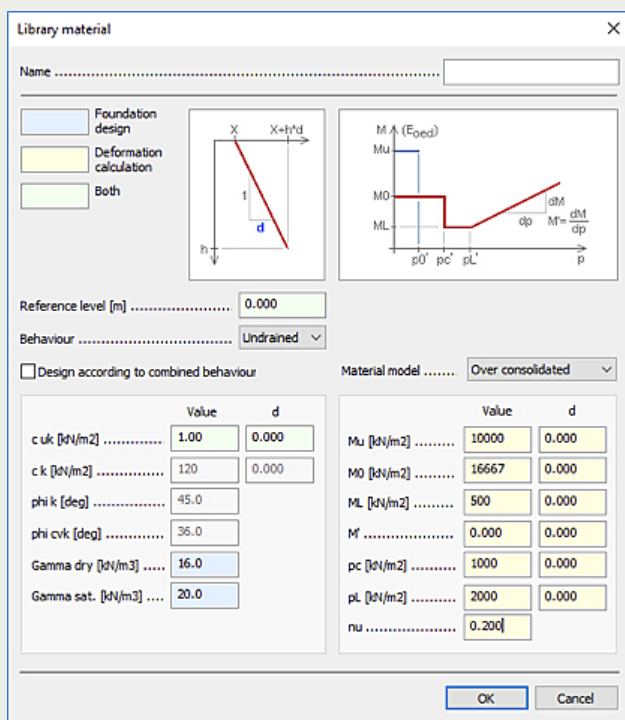
3D Soil kan nu generera solida element för att modellera jorden. Varje element har ett antal integrationspunkter som ger information om spänningstillståndet i jorden. Detta möjliggör analys med den icke-linjära materialmodell som implementerats. Modellen tar



Figur 1. Finita element modell av jorden i nya versionen av 3D Soil.

hänsyn till olika hållfasthetsegenskaper (kompressionsmodulen) för olika spänningsnivåer (effektivspänningen). Även en elastisk ideal-plastisk modell har implementerats.

De nya modellerna (geometri och material) medger att man nu kan genomföra analyser av grundläggning med källare. Detta genom att den nya versionen av programmet dels tar hänsyn till det horisontella jordtrycket som verkar på konstruktionen, dels tar hänsyn till hur jordens spännings- och sättningsbeteende påverkas av ändringar i jordtrycket på grund av schaktning av jord.



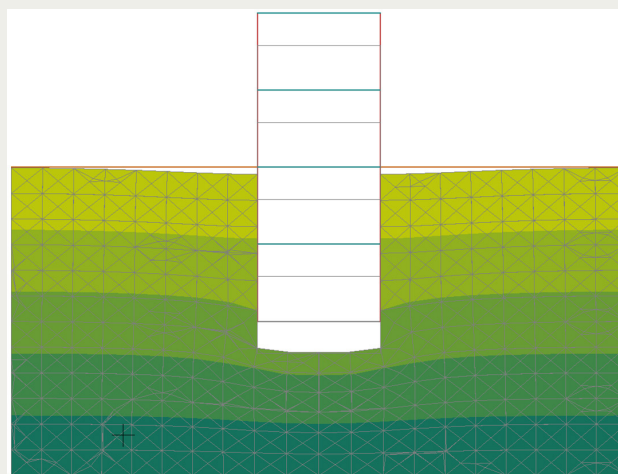
Figur 2. Indata till den icke-linjära jordmodellen.

Slutsatser

Det finns idag, nyligen lanserat, en ny version av samverkansberäkningsmodulen FEM-Design 3D Soil som har vidareutvecklats i samarbete med byggbranschen genom detta SBUF projekt. Den nu uppdaterade versionen av 3D Soil ger möjlighet till analys och dimensionering av fler grundläggningstyper som källargrundläggning och ger mer korrekta beräkningar av sättningar och spänningar i spänningskänsliga jordar än den föregående versionen som endast hade en linjär-elastisk jordmodell. Framförallt ger den nya versionen

av programmet möjligheten att analysera plasticitet i jorden genom införandet av Mohr-Coulombs brottkriterium. Dessa nya egenskaper gör den nya versionen av 3D Soil mycket mer användbar.

Det finns fortfarande mycket utvecklingspotential i det här programmet, till exempel implementeringen av pålar, fler jordmodeller så att ännu fler jordtyper kan inkluderas och förmågan att beräkna tidsberoende deformationer.



Figur 3. Modell av en källarkonstruktion i 3D Soil.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Sam Shiltagh, StruSoft AB, tel 0736-310171,
e-post: sam.shiltagh@strusoft.com.

Litteratur:

- FEM-Design 15 Geotechnical module in 3D Titel – Theoretical background & Verification and validation handbook, version 4.0 2016 (StruSoft AB), <http://download.strusoft.com/FEM-Design/inst150x/documents/3dsoilmanual.pdf>

Internet:

<http://www.strusoft.com/products/fem-design>