

# Datorprogram för samverkansberäkningar byggnad och undergrund

Projektet hade som huvudsyfte att ta fram ett programsystem för samverkansberäkningar för byggnad och undergrund. Det finns idag ett samverkansberäkningsprogram FEM-Design 3D Soil som har utvecklats i samarbete med byggbranschen genom detta SBUF-projekt.

## Bakgrund

I dagsläget saknas användarvänliga program som fullt ut möjliggör samverkansberäkningar mellan byggnadskonstruktion och undergrund. Geotekniska programvaror kan modellera jordens egenskaper medan möjligheterna att modellera byggnadskonstruktionen är begränsade. För strukturmekaniska programvaror gäller det omvända.

Insikten av nödvändigheten att binda ihop byggnadskonstruktionen med undergrunden har vuxit fram genom åren. Jorden är också ett konstruktionsmaterial, och precis som olika konstruktionsmaterial i en byggnad samverkar, kommer självfallet även byggnaden som sådan att samverka med underliggande jord.

Svårigheter att på ett entydigt och geotekniskt återkopplingsbart sätt tillskriva fjädrarna egenskaper gjorde dock att andra lösningar söktes. Jordens komplicerade beteende, som både är spännings- och töjningsberoende, med såväl plastiska som elastiska deformationer, vilka både kan vara momentana och uppvisa ett tydligt tidsberoende, gör att modellering med fjädrar i många fall blir otillräcklig.

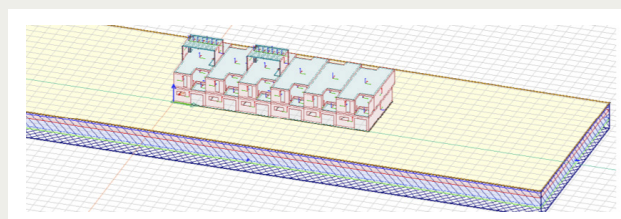
## Syfte

Syftet med projektet är att optimera projekterings- och dimensioneringsarbetet genom att utveckla ett verktyg för samverkansberäkning som binder ihop den geotekniska och den strukturmekaniska modelleringen. Modelleringen av geotekniska material och andra byggnadsmaterial bör utföras så korrekt som möjligt utifrån den kunskap som finns idag. För geotekniska material innebär det att volymelement används och att jordmodellerna som beskriver jordens töjnings- och spänningsbeteende, beskrivs med kontinuumsmekaniska samband, baserade på elastoplastiska betraktelser.

## Genomförande

Projektet har genomförts med stöd från SBUF och medverkan av Skanska, PEAB, Sweco, Reinertsen och Ramböll. Ändamålet för projektet består av fyra olika huvudsyften. Genomförandet för de fyra olika huvudsyftena beskrivs utförligt enligt följande:

1. Uppgradering av ett tidigare utvecklat program, där en tidig grund för samverkansanalyser lades, FEM Design RAFT, som utvecklades av Skanska Software i slutet av 1990-talet.
2. Modellera jorden som ett kontinuerligt medium. Initialt kommer en jordmodell baserad på elastoplastiska betraktelser med Mohr - Coulombs brottkriterium, att användas i programmet. Detta är tillfredsställande för det vanligaste och enklaste grundläggningsanalysen, nämligen grundläggning med platta på mark.
3. Att förbättra modelleringen av byggnaden. Den nuvarande versionen av FEM-Design 3D Structure kan genomföra strukturmekaniska analyser och dimensionering i tredimensionella modeller. För att göra strukturelementen kompatibla med jordens volymelement kommer tre nya strukturelement att introduceras; platta på mark, långsträckt sula samt pelarsula.
4. Koppla ihop strukturmekaniska och jordmekaniska modeller. Den modell som utvecklas för de geotekniska (jordmekaniska) beräkningarna och den modell som utvecklats för de strukturmekaniska beräkningarna kopplas samman till en helhet.

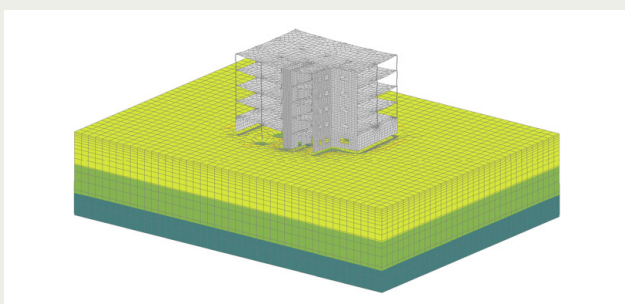


Figur 1. Projekt 3: Radhusen med bottenplattan grundlagd på volymelement.

## Slutsats

Det finns idag, nyligen lanserat, ett samverkansberäkningsprogram FEM-Design 3D Soil som har utvecklats i samarbete med byggbranschen genom detta SBUF projekt.

- Den nyutvecklade kompletteringen Soil ger mer korrekta beräkningar av sättningar och spänningar i jorden än med traditionella bäddmodulberäkningar. Även armeringsmängden i plattan påverkas och blir mindre än med traditionella bäddmodulberäkningar.
- Jorden modelleras med volymelement och kontinuums-mekaniska samband och linjär elastisk jordmodell med Mohr-Coulombs brottkriterium används.
- Undergrunden modelleras med aktuella jordlager, vilket ger mindre felkällor och en mer korrekt bild av jordens beteende jämfört med bäddmoduler. Överbyggnadens styvhet utnyttjas i samverkansberäkningen.



Figur 2. Bild från den slutliga versionen av programmet som har fått namnet FEM-Design 3D Soil.

## Ytterligare information

### Kontaktpersoner:

**Camilla Lidgren**, Skanska Sverige AB, tel 010-4483111,  
e-post: camilla.lidgren@skanska.se

**Sam Shiltagh**, StruSoft AB, tel 0736-31 01 71,  
e-post: sam.shiltagh@strusoft.com

**Lars Johansson**, Reinertsen, tel +46 729 81 79 04,  
e-post: lars.johansson@reinertsen.com

### Litteratur:

Rapport: Datorprogram för samverkansberäkningar byggnad/  
undergrund (12611) kan laddas ner från SBUFs hemsida  
[www.sbuf.se](http://www.sbuf.se)

### Källförteckning:

1. Aron Caselounghe och Jonas Eriksson, exjobb, Structural element approaches for soil structure interaction
2. Balbas Shaho och Nikinosheri Roham, exjobb, Sättningsrespons – en jämförelse mellan resultat från två modelleringsmetoder
3. SBUF-projektet 12511 av Per Lindh, PEAB, Modellering av samverkanskonstruktioner med hjälp av finita elementmetoden (ej rubricerat)
4. TRUST, <http://www.trust-geoinfra.se/>