

## ATENA verze 5 – Technická specifikace

Březen 2017

### MATERIÁLOVÉ MODELY

- 3D křehkoplastický (fracture-plastic) model betonu (Menetrey-Willam): rozetřené trhliny, změkčení založené na lomové energii, zazubení kameniva ve smyku (Compression Field Theory, aggregate interlock), nesdružená plasticita (non-associated pl.), směr odlehčování, uživatelsky definované funkce, proměnné parametry, beton s vláknovou výztuží FRC, UHPFRC, SHCC, ECC.
- 2D SBETA model pro beton včetně vysokopevnostních a SFRC: rozetřené trhliny, šířka pásu (crack band), změkčení založené na lomové energii, tlakové porušení (Kupfer), pokles smykové tuhosti a pevnosti v závislosti na otevření trhliny, redukce pevnosti potřhaného betonu.
- Bilineární a multilineární výztuž. Výztuž se soudržností. Cyklická výztuž (Menegotto-Pinto / Bauschinger) a soudržnost.
- Plasticita pro kovy (von Mises).
- Plasticita pro horniny a zeminy (Drucker-Prager), sdružený/nesdružený zákon tečení (non-/assoc. flow rule).
- Bažantův materiálový model „microplane“ M4/M7 pro beton.
- Kontakt s Mohr-Coulombovým zákonem.
- Izotropní elastický.
- Nelineární pružiny.
- Teplotně závislé vlastnosti materiálu (zatížení požárem).
- Dotvarování a smrštění (Bažant B3, Eurocode, ACI).
- Vedení tepla a výpočet vlhkosti, hydratační teplo (CERHYD model).
- Únava betonu v tahu.
- Uživatelem definovaný materiál (uživatelem zkompileovaná DLL v C/C++ nebo FORTRANu).

### ZATÍŽENÍ

- Zatěžovací stavy: vlastní tíha, zatížení silami, podpory, předepsané posuny, teplota, smrštění, předpětí.
- Zatěžovací kroky: kombinace zatěžovacích stavů, metody řešení.
- Libovolná historie zatížení v krocích, neproporcionální zatížení, cyklické, dynamické.
- Postup výstavby.

### KONEČNÉ PRVKY

- 2D izoparametrické prvky, čtyřúhelníkové (quad), trojúhelníkové (tria); axisymetrické prvky.
- 3D objemové prvky: čtyřstěn (tetra), kvádr (brick), klín (wedge); Prvky vyššího řádu. Skořepiny (shell) vrstvenaté a pruty (beam) vláknové.
- 1D nosníkové prvky a 2D vrstvené deskové prvky.
- Tyčové prvky pro výztuž, prvky externích kabelů.
- Pružné podpory – bodové, linové, plošné.
- Kontaktní prvky 2D a 3D.

### METODY ŘEŠENÍ

- Přímý pásový (skyline), PARDISO a iterační řídké (sparse) řešiče soustav rovnic; vlastní čísla.
- metoda Newtonova-Raphsonova, modifikovaná Newtonova-Raphsonova, metoda délky oblouku (arc-length), urychlení konvergence metodou „line search“
- Tečný a elastický prediktor tuhosti.
- Newmark a Hughes Alpha pro dynamiku.
- 32- a 64-bitové výpočetní jádro.

### GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ PROSTŘEDÍ

- 2D GUE. Grafické uživatelské prostředí: preprocesing (geometrické modelování, výztuž (pruty, rozptýlená), automatické síťování, materiálové vlastnosti, zatížení a podpory, metody řešení, monitorování), výpočet (nelineární KP řešení, grafické monitorování, restart), postprocesing (izolinie, izoplochy, barevné přechody, vektory, tenzory, trhliny, zatěžovací křivky, řezy, vnitřní síly (M, N, T), uživatelsky definovaný numerický výstup).
- 3D GUE. Grafické uživatelské prostředí: preprocesing (geometrické modelování, výztuž (pruty, rozptýlená), kopírování a posouvání, automatické síťování, materiálové vlastnosti, zatížení a podpory, metody řešení, monitorování), výpočet (přímý a iterační řídký řešič, grafické monitorování, restart), postprocesing (izolinie, izoplochy, barevné přechody, vektory, tenzory, trhliny, zatěžovací křivky, řezy, uživatelský numerický výstup).
- ATENA Studio. Grafické uživatelské rozhraní ATENy pro řešení a postprocesing 2D a 3D modelů.
- GiD interface (GiD - obecný konečněprvkový pre- a postprocesor vyvíjený v CIMNE ve Španělsku) se skripty pro napojení na ATENU.

### SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY

*Minimální:* PC s MS Windows 7 SP2, 32bit, paměť RAM 2 GB a 200 GB pevný disk, grafická karta s OpenGL 1.1 a rozlišením 1024x768. GiD 9.0.4 (8.2.0b) nebo novější (ATENA Sci/Full).

*Doporučené:* MS Windows 7 SP2, 64bitů, 16 GB RAM paměti, 2 TB pevný disk, samostatná grafická karta s rozlišením 1920x1080 a OpenGL 1.4 s 3D hw-akcelerací, určená pro CAD (např. nVidia FX, ATI FireGL/FirePro). GiD 64bit 10.0.9 nebo novější (ATENA Sci/Full).