

PRIMJENA SOFTVERA AxisVM KOD ANALIZE KONSTRUKCIJA PRIMJENOM METODE KONAČNIH ELEMENATA

Damir Hodžić, Amel Džanić
Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet

Ključne riječi: konstrukcija, analiza, MKE

SAŽETAK:

U radu je opisan softver AxisVM i njegova primjena kod statičke i dinamičke analize konstrukcija. Analiza se zasniva na metodi konačnih elemenata koja daje rezultate čija je tačnost i pouzdanost dovoljna za primjenu u realnom okruženju. Također je ukratko opisana metoda konačnih elemenata koja se pokazala kao pouzdan numerički alat u rješavanju problema pri konstruisanju.

1. UVOD

Teoretske osnove metoda konačnih elemenata su postavljene pedesetih godina, ali u praktičnu primjenu ulazi sa intenzivnijom primjenom računara. Nastao je iz potrebe za izračunavanjem napona i deformacija, a sa razvojem samog metoda povećavao se i broj veličina koje se mogu izračunati u okviru statičke, dinamičke, termičke i elektromagnetne analize.

U praksi postoji velik broj softvera pomoću koji metodom konačnih elemenata možemo riješiti konstruktivne probleme.

AxisVM je program za statičku analizu, analizu slobodnih vibracija, analizu stabilnosti konstrukcija i dinamičku analizu zasnovan na metodi konačnih elemenata. Razvijen je za potrebe građevinskih ali i drugih konstruktora. AxisVM pruža velike mogućnosti modeliranja konstrukcija uz primjenu intuitivnog grafičkog korisničkog interfejsa.

2. O METODI KONAČNIH ELEMENATA

Iako je o metodi konačnih elemenata dosta toga napisano i poznato, u ovom ću radu dati osnovne karakteristike pomenute metode.

Metod konačnih elemenata (FEM) spada u metode diskretne analize. Zasniva se na fizičkoj diskretizaciji posmatranog domena. Posmatrani kontinuum sa beskonačnim brojem stepeni slobode se aproksimira diskretnim modelom međusobno povezanih konačnih elemenata sa konačnim brojem stepeni slobode. Suština aproksimacije kontinuma po FEM se sastoji u slijedećem:

- posmatrani domen kontinuum se dijeli na poddomene konačnih dimenzija koji se nazivaju konačnim elementima i zajedno čine mrežu konačnih elemenata,
- konačni elementi su međusobno povezani u konačnom broju tačaka koje se nalaze na konturi elemenata i nazivaju se čvorovi,

- stanje promjenljive polja u svakom konačnom elementu se opisuje pomoću interpolacionih funkcija (ili funkcija oblika),
- interpolacione funkcije su unapred zadane funkcije za jedan tip konačnog elementa i predstavljaju vezu između vrijednosti promjenljive polja u bilo kojoj tački konačnog elementa i vrijednosti promjenljive polja u čvorovima.

Upravo način prevođenja kontinualnih fizičkih sistema u diskretne, odnosno način formiranja sistema algebarskih jednačina pomoću kojih se aproksimira određeni konturni zadatak, određuje varijantu FEM, koja se razlikuje od ostalih samo u pogledu formalnog pristupa. Postoje četiri osnovna vida FEM: direktna metoda, varijaciona metoda, metoda reziduuma i metoda balansa energije.

Funkcije pomoću kojih se predstavlja polje promjenljivih u elementu, nazivaju se interpolacione funkcije, funkcije oblika ili aproksimativne funkcije. Pomoću interpolacionih funkcija se uspostavlja neposredna veza između vrijednosti funkcije u bilo kojoj tački elementa i osnovnih nepoznatih parametara u čvorovima. Vrijednost funkcije u nekoj tački se interpolira između njenih vrijednosti u čvorovima. Pomoću ovih funkcija određena je samo kvalitativno promjena funkcije u elementu, što znači da je definisan samo njen oblik dok je intenzitet te promjene određen vrijednostima parametara u čvorovima.

Od izbora interpolacionih funkcija zavisi ispunjenje kontinuiteta između pojedinih elemenata. Prema tome da li su, ili nisu, zadovoljeni uslovi kontinuiteta odnosno kompatibilnosti na granicama između pojedinih elemenata, elementi mogu biti kompatibilni i nekompatibilni odnosno konformni ili nekonformni. U FEM se uglavnom koriste polinomi kao interpolacione funkcije i to: Lagrange-ovipolinomi, Serendipitiz funkcije i Hermite-ovi polinomi.

3. O SOFTVERU AxisVM

Da bi se razumjele osnovne postavke analize FEM, nije potrebno detaljno poznavati različite discipline teorijske i primjenjene mehanike, ali je neophodno razumjeti neke osnovne pojmove mehanike neprekidnih sredina.

Procedura rješavanja problema metodom konačnih elemenata sastoji se iz pet specifičnih koraka:

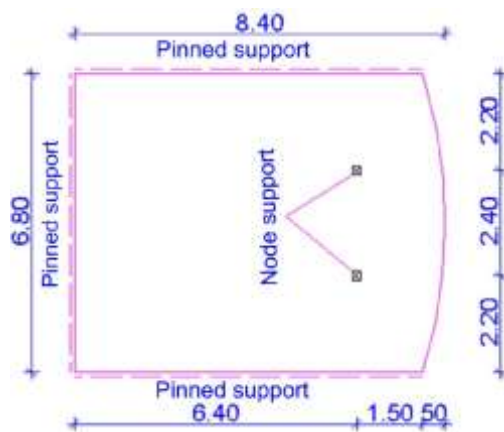
1. Identifikacija problema,
2. Definisane elemenata,
3. Formiranje jednačina za element,
4. Povezivanje jednačina elemenata,
5. Numeričko rješavanje globalnih jednačina.

Softver AxisVM, kao i većina drugih softvera koji se bave ovim problemima, u sebi sadrži slijedeće elemente:

- *preprocesor* - za geometrijsko modeliranje na raspolaganju su različiti alati za definisanje geometrije modela (tačke, linije i površine), alati za generisanje i progušavanje mreže konačnih elemenata, alati za definisanje karakteristika konačnih elemenata (materijal i poprečni presek), alati za definisanje opterećenja, alati za uvoz/izvoz CAD geometrije u DXF formatu fajla kao i veza sa Graphisoftovim ArchiCAD softverom za arhitektonsko projektovanje a u cilju direktnog kreiranja podloga za definisanje modela preko IFC standarda. U svakoj fazi kreiranja modela moguća je grafička verifikacija aktuelnog stanja. Na raspolaganju je poništi/ponovi (undo/redo) mogućnost kao i „on-line“ uputstvo.
- *analiza* - statička analiza, analiza slobodnih vibracija, analiza stabilnosti i dinamička analiza.

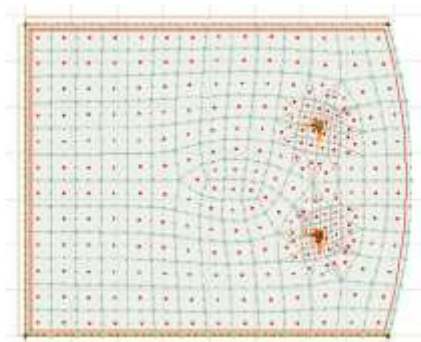
- *postprocesor* - postoje različite mogućnosti prikaza rezultata analize. U pitanju su dijagrami deformisanog i nedeformisanog oblika modela, dijagrami uticaja, izolinije i izopovršine uticaja, animacija deformisanog oblika modela i različiti tabelarni prikazi. Mogućnosti vizuelizacije u AxisVM doprinose olakšanoj interpretaciji rezultata analize a postojanje alata za numeričku obradu priprema rezultate analize za dalje proračune.
- *projektna dokumentacija* - Dokumentacija je sastavni deo analize pri čemu grafički korisnički interfejs olakšava postupak i doprinosi visokom nivou kvaliteta izlaznog dokumenta. AxisVM omogućava štampanje dokumenata koji sadrže tekst i dijagrame koji prikazuju model konstrukcije i rezultate analize. Pored toga AxisVM omogućava izvoz teksta i grafike u različitim formatima fajlova (DXF, BMP, WMF, EMF, AVI, TXT, HTML, DBF).

Na primjeru modela ploče prikazane na slici 1 čija je debljina 200 mm i od betona C 20/25, prikazat će se neke od mogućnosti softvera AxisVM.



Slika 1: Ploča sa osnovnim geometrijskim karakteristikama

Nakon definisanja osnovnih geometrijskih karakteristika ploče te postavljanja oslonaca i mreže konačnih elemenata i opterećenja na ploču dobiju se prikazi na slikama 2 i 3.

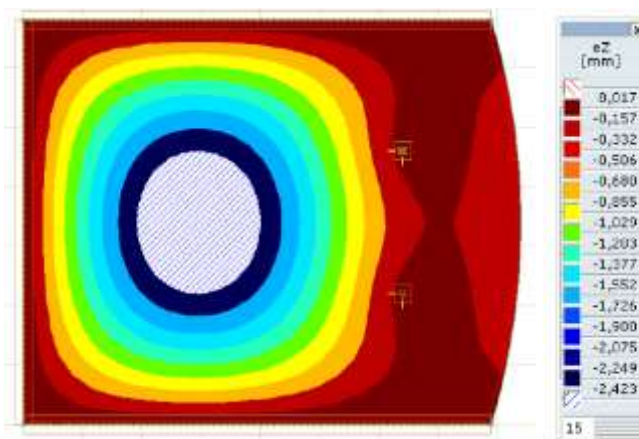


Slika 2: Model sa mrežom i osloncima



Slika 3: Model sa opterećenjima

Statičkom analizom dobije se vertikalno pomjeranje ploče e_z čije su vrijednosti negativne a prikazane su na slici 4.



Slika 4. Vertikalno pomjeranje ploče e_z

U daljoj statičkoj i dinamičkoj analizi moguće je dobiti i ostale mehaničke karakteristike ploče u različitim prikazima.

4. ZAKLJUČAK

Metoda konačnih elemenata predstavlja izuzetno moćan numerički alat kojim možemo predvidjeti sa visokom tačnošću ponašanje neke konstrukcije. Softver AxisVM je jedan u nizu dobrih i za rad veoma pristupačnih softvera kojim možemo riješiti skoro svaki problem. U praksi se do sada pokazao kao veoma pouzdan u različitim inženjerskim konstrukcijama. Također je dobar i kao istraživački softver jer u sebi sadrži niz analiza koje se koriste u istraživanju ali i u praksi.

4. LITERATURA

- [1] Somogyi Zsolt: *Step by step, Tutorial for AxisVM 11*, Inter-CAD Kft. 2012, Mađarska
- [2] Kovačević Dušan, Janjić Žarko, *AxisVM, program za analizu i dimenzionisanje konstrukcija*, hiCAD, Novi Sad, 2010.
- [3] Maneski T., *Rešeni problemi čvrstoće konstrukcija*, Monografija, Mašinski fakultet, Beograd (2002)
- [4] Celovic S., Maneski T., Vuherer T., Tipsarević M., Zrilić M., *Experimental and Numerical Analysis Of Foldable Plastic Packaging Buckling Failure*, 2nd International Conference Manufacturing Engineering & Management 2012,(2012), p. 53-55, ISBN 978-80-553-1216-3