

INTERAKTÍV GRAFIKUS VÉGESELEM-PROGRAMRENDSZEREK STATIKAI-DINAMIKAI VIZSGÁLATOKHOZ

Az Uvatervben régi hagyománya van a statikában a vége-selem (FEM)-módszerek alkalmazásának. A metró-, a híd-, az épületalapozás-tervezésben már az 1970-es évek óta használják a FEM-módszereket. Számos nagyobb feladatra használják a statikus tervezők a VAX-rendszerű gépükön működő vége-selemes rendszert, felmerült azonban annak az igénye, hogy a viszonylag kisebb feladatokat személyi számítógépen lehessen megoldani. Ezen igény alapján a szerkezetek átfogó erő-tani vizsgálatára síkbeli és térbeli vége-selemes szoftvereket fejlesztünk ki. Célunk a statikus tervezőmérnökhöz közelebb álló, kényelmesebb és hatékonyabb számítógépes programrendszer kifejlesztése volt, amely egyben más tervezők részére megvásárolható szoftverterméket is jelent.

A fejlesztett rendszerek jellemző sajátosságai

Interaktivitás

A felhasználó részére számos parancsot építettünk be a szoftverbe, amelyekkel a statikai vizsgálat folyamatába bárhol be tud avatkozni. Ezek a parancsok azonnal végrehajthatók, és a „hatás” vizuálisan folyamatosan kotrollálható.

Grafikus szerkesztés metrikusan

A beavatkozási funkciók zöme grafikus szerkesztő típusú, és mm-rendű pontossággal hajtható végre. A grafikus megjelenítés a monitor felbontóképességének megfelelően léptékhe-lyes.

Hatékony-ság

Az input adatok előállításának hatékonysága a különböző pa-rancsokkal növelhető, lehetővé válik a nagy tömegű input in-formációk gyors létrehozása. A vizuális megjelenítések pedig az ellenőrzések és eredménykiértékelések munkáját könnyítik meg jelentősen.

Mentesítés az adminisztrációtól

A vizuális megjelenítés és az adminisztráló programrészek mentesítik a felhasználót a klasszikus statikus programok fut-tatásánál nélkülözhetetlen „számontartási” munkától. A stati-kai-dinamikai vizsgálatokat függetleníteni lehet a csomópont-számozástól, elemszámozástól, elemsarokpontok számozá-sától, még bonyolult szerkezeteknél is. Vizuálisan ellenőriz-hető, mely hálózati részeknél hiányzik a szerkezeti elem meg-adása. Az aktuálisan generált elemek helye szintén könnyen felismerhető a képernyőről perspektívában is. Nem lehet „el-feledkezni” a létrehozott elemek statikai jellemzőinek megadá-sáról.

Széles körű ellenőrzési rendszer

Az ellenőrzés egyrészt a szerkezet nem labilis voltát, a szá-mítás numerikus megbízhatóságát, másrészt a beavatkozási funkció egyértelműségét és összeférhetőségét kontrollálja.

Speciális problémák vizsgálhatósága

Speciálisan fejlesztett elemtípusok és számítási módszerek biztosítják a valósághű modellezést és erőjáték-meghatáro-zást.

Dokumentálhatóság

Az elvégzett vizsgálatról részletes grafikus és alfanumerikus dokumentumok készíthetők, amelyek közvetlenül a tervdoku-mentációba tehetők.

Síkbeli rendszer ismertetése

A MIFRA 2D szoftver általános síkbeli rúd vége-selemes prog-ramrendszer, amely elsőrendű és másodrendű elmélet szerinti igénybevételeket és alakváltozásokat határoz meg. Figyelem-be vehetők állandó és változó merevségű, folytonosan rugal-masan ágyazott, nem lineárisan viselkedő kötélemeket tar-talmazó rudak merev vagy csuklós, illetve centrikus vagy ex-centrikus rúd-csomópont kapcsolattal.

Egyenletes vagy változó intenzitású megoszló terhelés, koncentrált erők, önsúly, egyenletes hőmérséklet-változási te-her, rugalmatlan támaszsüllyedés, előfeszítés-teher hathat a tartóra. A rendszer elsőrendű elmélet esetén kívánságra szu-perponálja az egyes igénybevételeket.

Az input adatokat a szoftver interaktív grafikus prepro-cesszorával állítjuk elő.

Az eredmények a postprocesszorral numerikusan és gra-fikusan jeleníthetők meg. A rendszer számítja a rúdelemek köz-benső pontjaiban is az igénybevételeket.

Az elmondottak szemléltetésére ferdekábeles híd statikai vizsgálatát mutatjuk be.

A kábelhíd merevítőtartóját excentrikus bekötésű rúdele-mekkel modelleztük, a súlyvonal lépcsős voltának megfelelő-en. A kábeleknél speciális elemet alkalmaztunk, amelynél a kábelbelógást változó értékű rugalmassági modulusú elem-mel vettük figyelembe. A kábelek a merevítőtartóba excentrikusan kötnek be. Az erőjáték meghatározásánál a hajlítási alakvál-tozási munkán kívül az összenyomódási munkát is bevontuk a számításokba. A számítást a másodrendű elmélet szerint hajtottuk végre, azaz a szerkezet egyensúlya a deformált geo-metriai alakzat esetén teljesül.

A szerkezet modelljének kialakítását az interaktív grafikus szerkesztő rendszerrel végeztük. Ennek néhány mozzanata:

- merevítőtartó alappontjai a szükséges besűrítésekkel;
- merevítőtartó pilonokkal és kábelekkel;
- hídszerkezet a megtámasztásokkal;
- végig állandó teher megjelenítése a szerkezeten.

A számítások elvégzése után az eredményadatokat grafikus megjelenítéséből közreadjuk:

- a szerkezet deformációját az eredeti geometriához vi-szonyítva;
- a szerkezet normálerő-igénybevételeit;
- a szerkezet nyomatéki igénybevételeit.

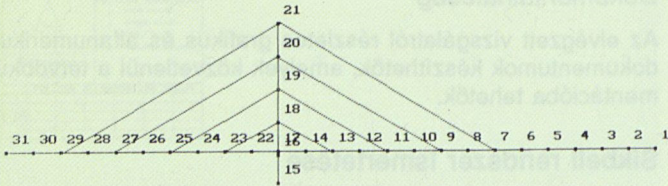
További példaként metróalagút-szerkezetet ismertetünk. Modelljét folytonosan rugalmas ágyazású rudakból állítottuk össze, úgy, hogy a talajtól való elválást lehetővé tettük. Ebből a feladatból bemutatjuk:

- az alagútszerkezet statikai modelljét;
- az alagút nyomatéki igénybevételeit.

25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

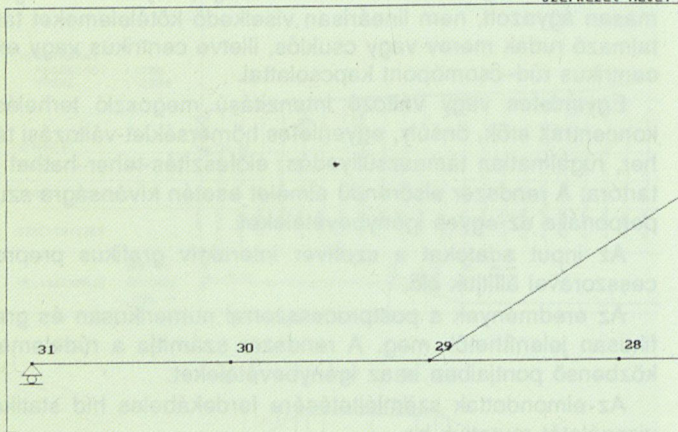
Merevítőtartó alappontjai besűrítésekkel

Szerkezet neve: HID

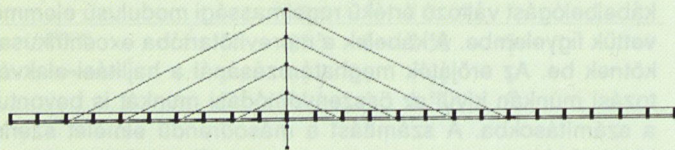


Merevítőtartó pilonokkal és kábelekkel

Szerkezet neve:

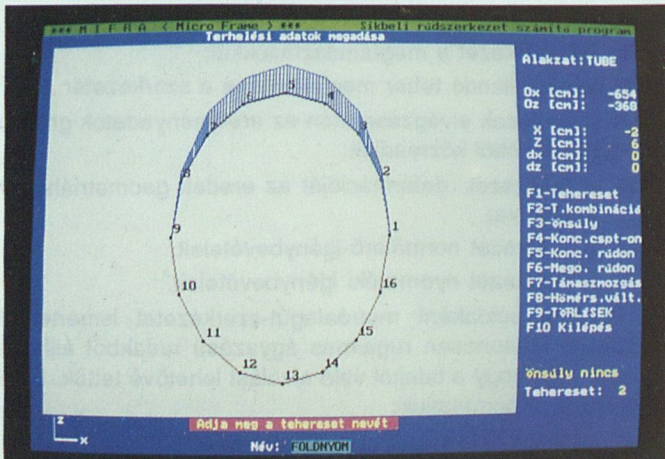


Megtámasztás a hídon



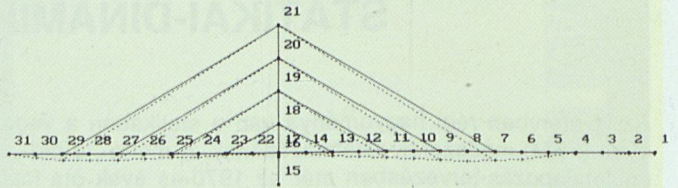
Végig állandó teher a hídon

Alagútszerkezet statikai modellje



Szerkezet neve: HID

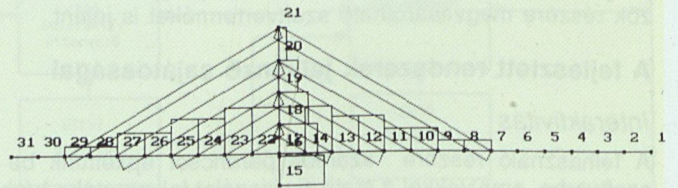
Elnözdulás ábra 1. tehereset:MEG01



Hídalakváltozás

Szerkezet neve: HID

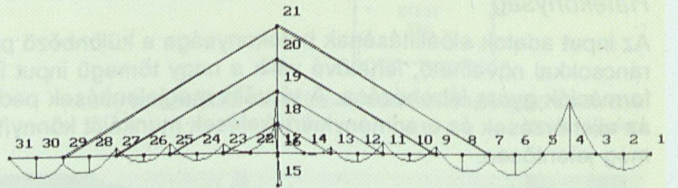
Normáló ábra 1. tehereset:MEG01



Híd normáló-igénybevételei

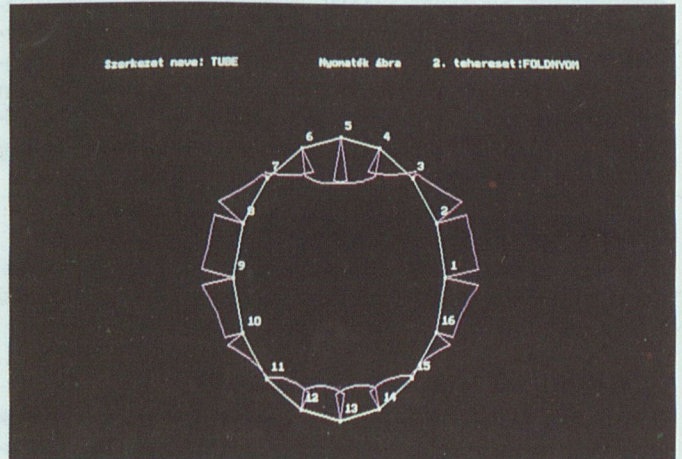
Szerkezet neve: HID

Nyonaték ábra 1. tehereset:MEG01



Híd nyomatéki igénybevételei

Alagútszerkezet nyomatéki igénybevételei



Térbeli szerkezetek

A STARK-MIFRA 3D általános térbeli végeeselemes programrendszer első- és másodrendű statikus és dinamikus vizsgálatokhoz.

A rendszer a következő elemtípusokat és ezek kombinációját tudja figyelembe venni:

- rúd;
- rugalmasan ágyazott rúd;
- tárcsa;
- lemez;
- rugalmas ágyazású lemez;
- héj;
- végtelen merev test;
- csomóponti rugó.

A rúdszerkezetek statikai adatai szabványos szelvényeknél adatbázisból vehetők ki.

Állandó és változó intenzitású megoszló teher, koncentrált erők, önsúly, hőmérsékleti teher és rugalmatlan támaszsüllyedés és ezek kombinációi adhatók meg statikus vizsgálatoknál; lökésszerű, harmonikus és szeizmikus teher adható meg dinamikus vizsgálatoknál.

Megtámasztások csomópontokon írhatók elő fixen és rugalmasan. Egy-egy csomóponton a hat szabadságfok közül bármelyik, illetve bármelyek szerepelhetnek támaszkényszerként.

A számítási magot hatékony interaktív grafikus pre- és postprocesszor szolgálja ki.

Födémekkel merevített vázas épületen szemléltetjük a rendszert. A szerkezet 448 csomópontot, 48 rúdelemet, 360 lemezelemet tartalmaz.

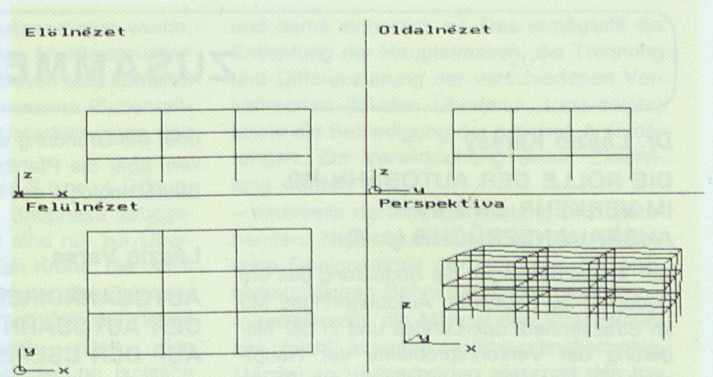
A szerkezet interaktív grafikus szerkesztéssel való létrehozásának folyamata:

- előállítjuk a síkbeli alakzatot;
- elvégezzük a térbeli nyújtást;
- elhelyezzük egyetlen lépésben a lemezelemeket;
- elhelyezzük egyetlen lépésben a rúdelemeket;
- megjelenítjük a szerkezet takartvonalas ábráját.

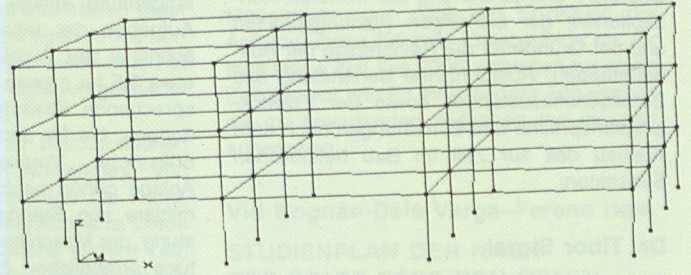
A terhek elhelyezése is a jelen rendszerben, a perspektív drótvázás ábrán, interaktív „belenyúlással” végezhető.

Az eredmények kiértékelése, az igénybevételek különböző intervallumba eső értékei különböző színű tartományként jelennek meg.

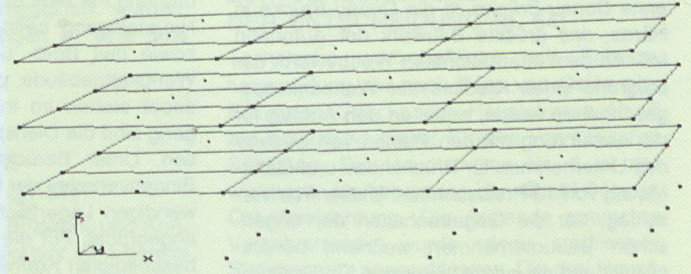
Ezek az ábrák jó és gyors áttekintést nyújtanak az igénybevételek viszonyokról.



Síkbeli alakzat épületszerkezethez



Épületszerkezet előállítás térbeli nyújtással



Lemezelemek kijelölése épületszerkezeten

Épületszerkezet takart vonalas ábrája

