



Dr. Szabó László – Kiss Balázs

REPÜLŐGÉPEK JELLEGZETES NYITOTT ÉS ZÁRT KÖNNYŰSZERKEZETES ELEMEI NYÍRÓFOLYAMÁNAK (NYÍRÓFESZÜLTSGÉNEK), VALAMINT NYÍRÁSI KÖZÉPPONTJÁNAK MEGHATÁROZÁSA ÉS AZ EZEK ELMÉLETI ELSAJÁTÍTÁSÁT SEGÍTŐ TANSEGÉDLETEK BEMUTATÁSA

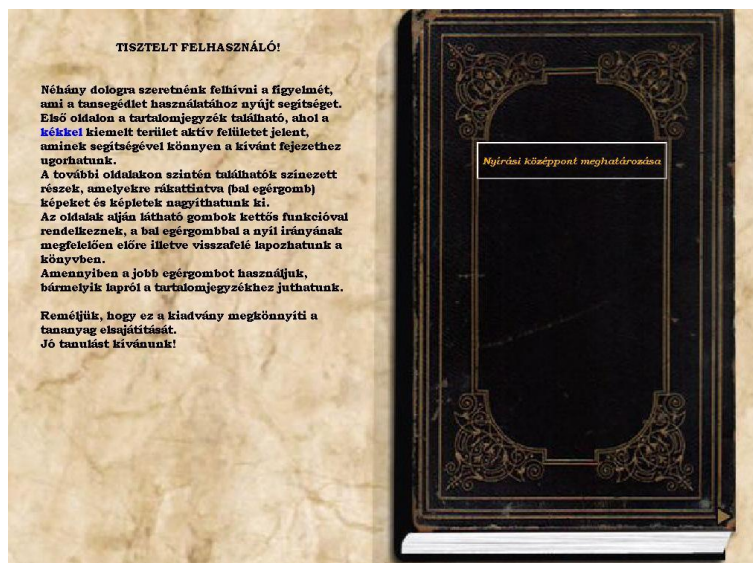
A cikkünk, illetve az előadásunk témája a repülőgép építésben alkalmazott jellegzetes nyitott és zárt könnyűszerkezetes elemek nyírófolyamának (nyírófeszültségének), valamint nyírási középpontjának meghatározása. Munkánk három fejezetre épül, amelyekben szisztematikusan igyekszünk bemutatni azon ismereteket, melyekre egy repülőműszaki szakembernek szüksége van ahhoz, hogy a vizsgált feladat világossá váljék számára. Az első fejezetben röviden összefoglaljuk a könnyű szerkezetek hajlításának elméletét, majd a következő két fejezetben a nyílt és a zárt szelvényű keresztmetszetek nyírási középpontjának meghatározását tűztük ki célul. Minthogy a *Repülőgép szilárdságtan* c. tantárgy a képzési rendszerünkben a *Mechanika* szigorlatot követi, így feltételezzük, hogy a felhasználó rendelkezik a szükséges alapfogalmak ismeretével, ezért nem foglalkoztunk a klasszikus mechanika és a könnyűszerkezettan alapfogalmainak bővebbi ismertetésével. A munkánk érdemi része abban található a repülőszakemberek, illetve a repülő-műszaki szakos hallgatók számára, hogy a szigorúbb elméleti leírást igyekszünk alaposan kidolgozott feladatokkal illusztrálni, melyek a mérnöki gyakorlatban előforduló profilok vizsgálatát jelentik. Az elméleti rész kidolgozását NEOBOOK Professional 5 multimédia szerkesztő programmal végeztük el, amihez tartozik egy kiegészítő tesztelő program is (PÉLDATÁR), melyet Visual Basic rendszerben került kivitelezésre.

A fő célunk, hogy az általunk feldolgozásra kiválasztott témarészt az illusztrációk és multimédiás segédeszközök segítségével egy könnyebben érthető formába öntsük, így jobban átláthatóbbá téve a repülőgép szilárdságtan ezen kardinális részét.

Repülőgépek jellegzetes nyitott és zárt könnyűszerkezetes elemei nyírófolyamának (nyírófeszültségének), valamint nyírási középpontjának meghatározása

Ezen elméleti rész kidolgozását, mint ahogy az előzőekben ismertettük NEOBOOK Professional 5 multimédia szerkesztő szoftver alkalmazásával végeztük el. A kidolgozásánál ügyeltünk arra, hogy a tansegédlet alkalmazható legyen tanulásra és tanításra is. Ezért szigorúan be kellett tartani a vizuál-

ergonómiai követelményeket. A tansegédlet, mint egy lapozható elektronikus kézikönyv került kivitelezésre (1. ábra).



1. ábra

Ha belelapozunk az elektronikus könyvbe, akkor az első oldalon egy tartalomjegyzék található, amely magába foglalja a következő témaköröket (2. ábra);

1. Könnyű szerkezetek hajlításának és csavarásának alapjai

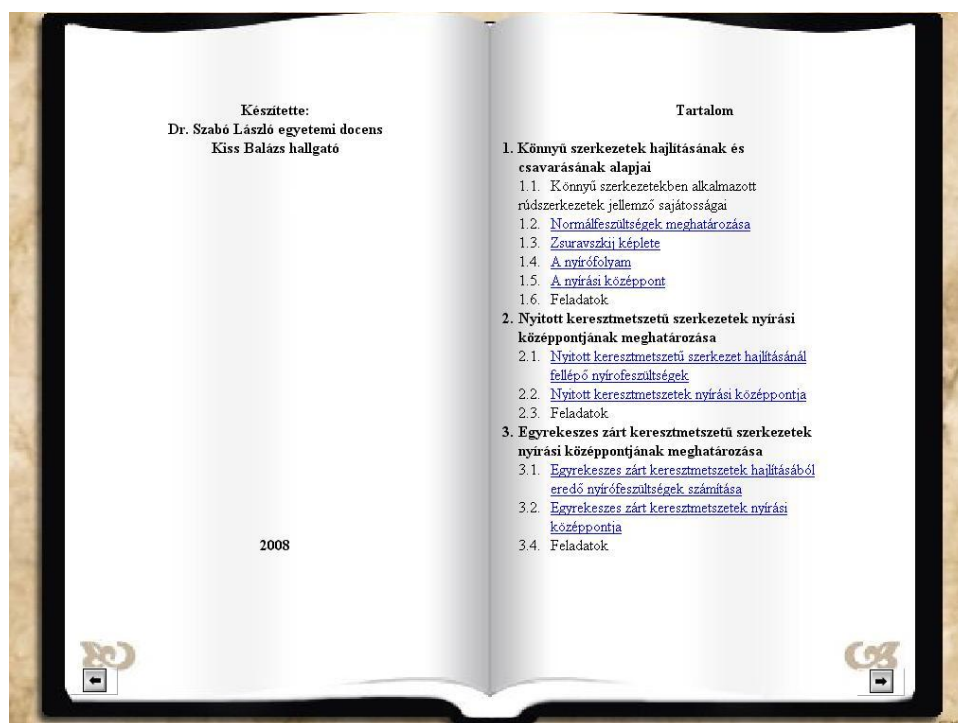
- 1.1. Könnyű szerkezetekben alkalmazott rúdszerkezetek jellemző sajátosságai
- 1.2. Normálfeszültségek meghatározása
- 1.3. Zsuravszkij képlete
- 1.4. A nyírófolyam
- 1.5. A nyírási középpont
- 1.6. Feladatok

2. Nyitott keresztmetszetű szerkezetek nyírási középpontjának meghatározása

- 2.1. Nyitott keresztmetszetű szerkezet hajlításánál fellépő nyírófeszültségek
- 2.2. Nyitott keresztmetszetek nyírási középpontja
- 2.3. Feladatok

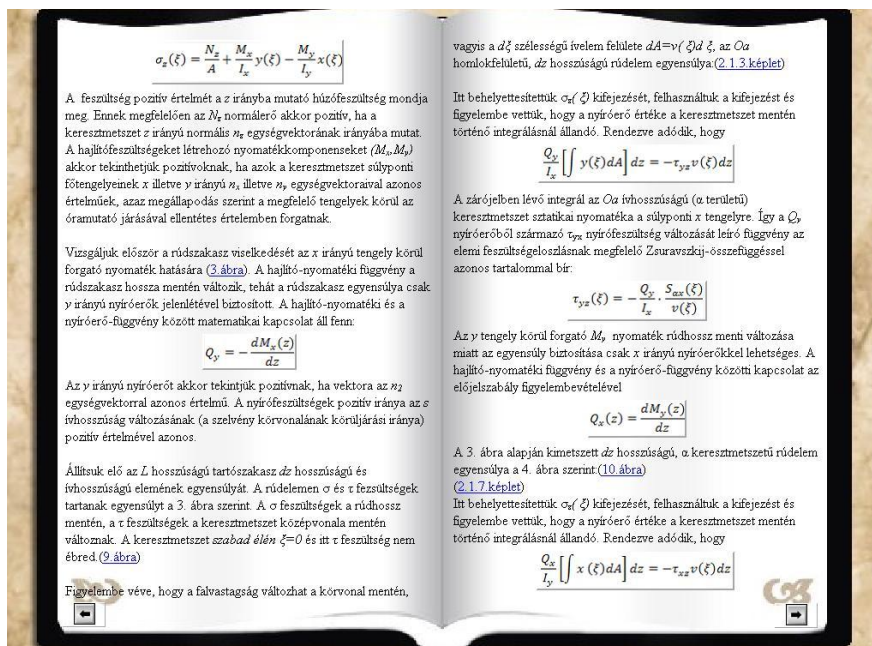
3. Egyrekeszes zárt keresztmetszetű szerkezetek nyírási középpontjának meghatározása

- 3.1. Egyrekeszes zárt keresztmetszetek hajlításából eredő nyírófeszültségek számítása
- 3.2. Egyrekeszes zárt keresztmetszetek nyírási középpontja
- 3.3. Feladatok

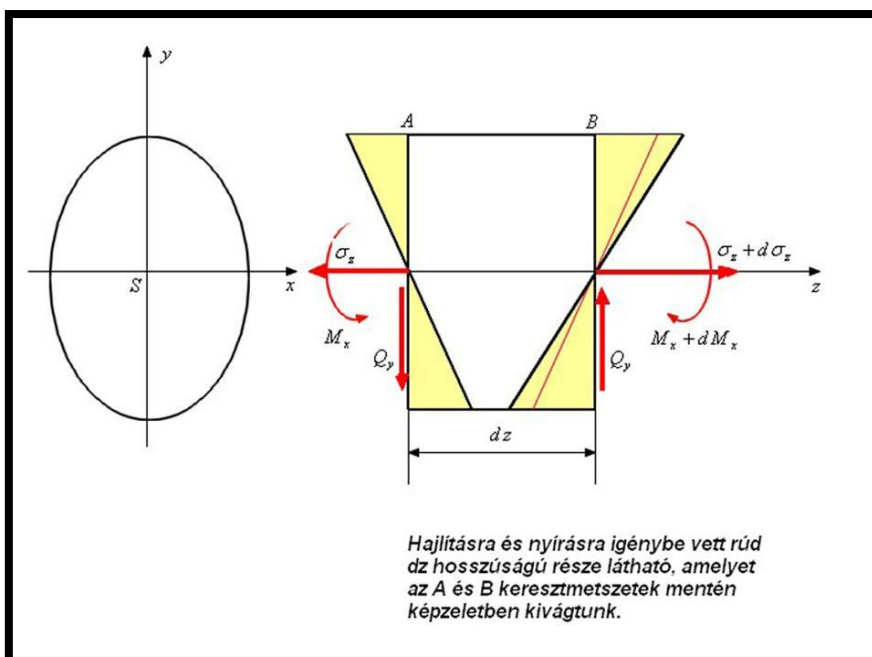


2. ábra

A kiválasztott témarészre kattintva olyan szakmai részek tárulnak fel a felhasználó előtt, ami elengedhetetlenül szükséges a tényleges megértéshez, valamint szakterminológia készség szintű használatához (3. ábra). A megfelelő szöveggörnyezetbe beépített ábra számra kattintva a felhasználó elé tárul a szakmai rész elméleti alapjait magyarázó - kulturáltan megszerkesztett - ábra (4. ábra). A szakmai szöveggörnyezetben elhelyezett összefüggések, képletek akciógombokra kerültek, amelyekre ha a felhasználó rákattint, akkor nagyított formában tárul elő a képlet-összefüggés, ami vizuál-ergonómiai szempontból kitűnően használható az oktató számára előadásokon, konzultációkon. (5. ábra). A tansegédlet egy korszerűbb változatán már nemcsak előre és hátralapozásra nyílik lehetőség a navigációra, hanem az elektronikus könyv jobb felső sarkában elhelyezett akciógomb lehetővé teszi a tartalomjegyzékre ugrást, valamint a bal felső sarokban elhelyezett akciógombbal lehetővé válik a programból való kilépés megvalósítása. Az egyes tématerületekhez tartozó típuspéldák gyakorlására egy külön példatár lett készítve, amely Visual Basic programnyelven lett programozva.



3. ábra



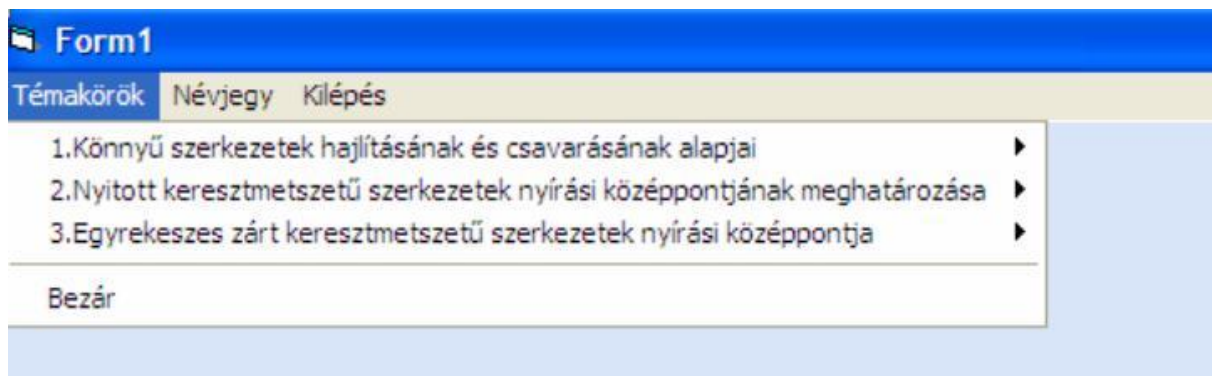
4. ábra

$$\begin{aligned}
0 &= \int \left[\sigma_z(\xi) - \left(\sigma_z(\xi) + \frac{\partial \sigma_z(\xi)}{\partial z} dz \right) \right] dA + \tau_{yz}(\xi) v(\xi) dz \\
&= -\frac{1}{I_x} \int \frac{dM_x}{dz} \cdot y(\xi) dz dA + \tau_{yz}(\xi) v(\xi) dz \\
&= \frac{Q_y}{I_x} \left(\int y(\xi) dA \right) dz + \tau_{yz}(\xi) v(\xi) dz \quad .
\end{aligned}$$

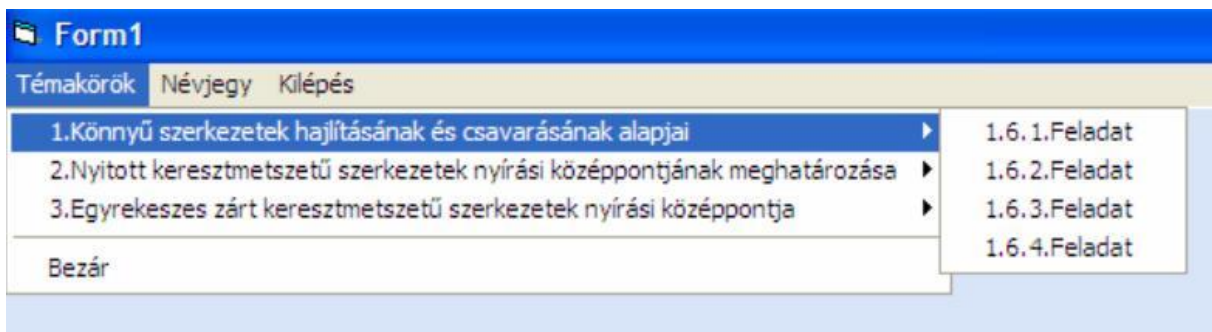
5. ábra

Példatár bemutatása

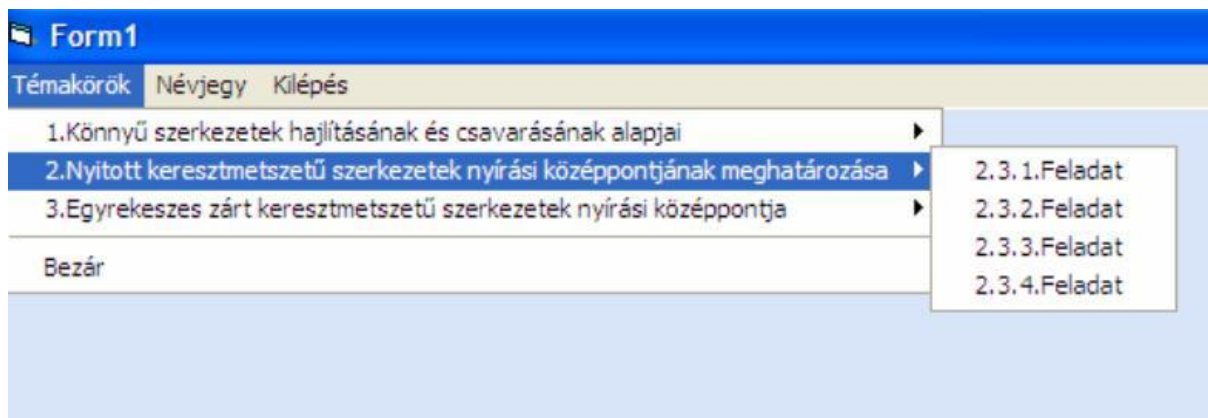
A példatár témakörében 3 témakör típuspéldái lettek kiválasztva (6. ábra). Mindegyik témakör mellett található nyíl segítségével nézhetjük meg a programban beépített jellegzetes feladat típusokat (7-9. ábra)



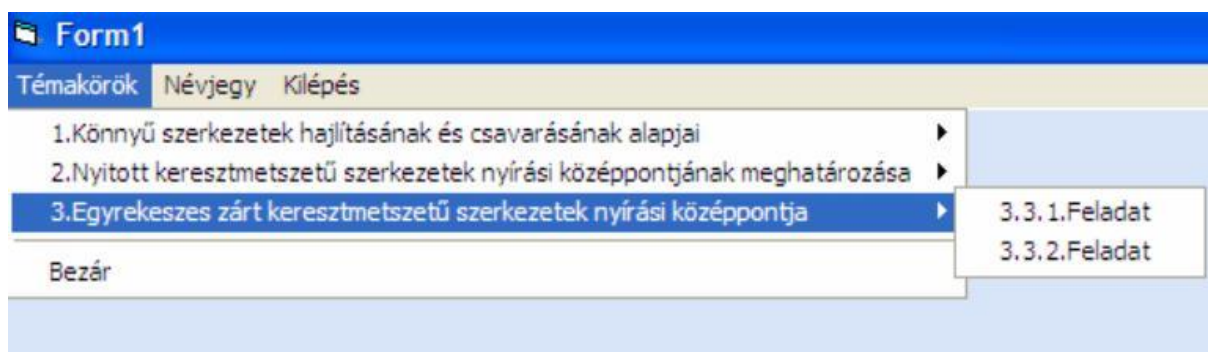
6. ábra



7. ábra

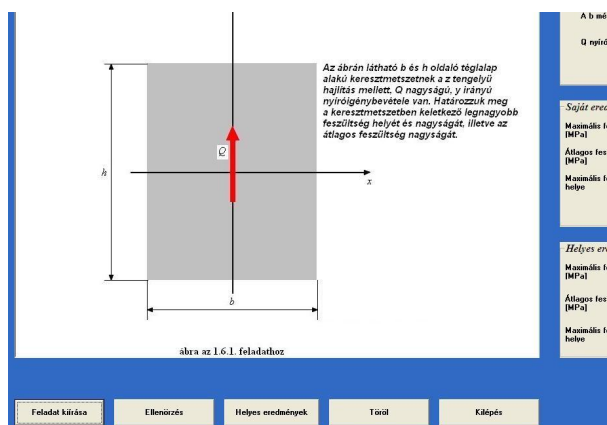


8. ábra

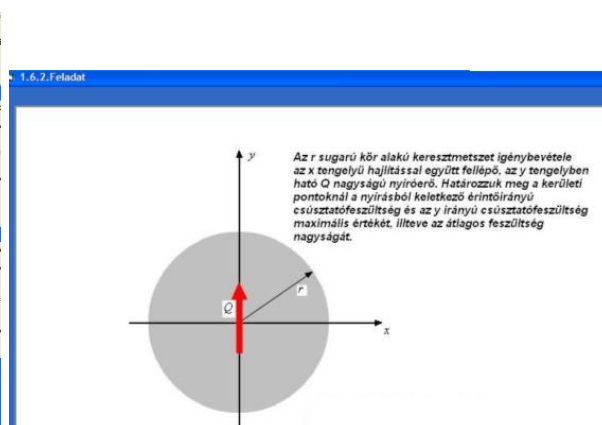


9. ábra

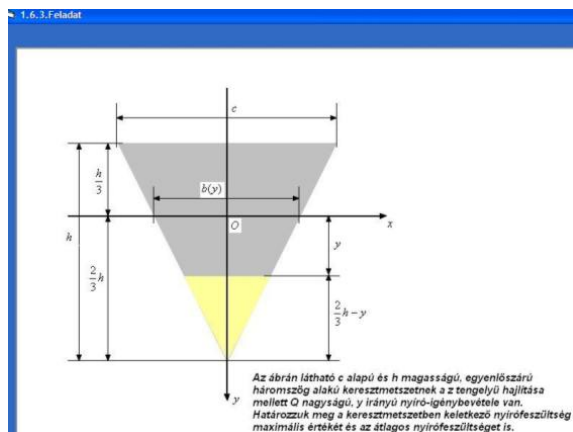
A Könnyűszerkezetek hajlításának és csavarásának alapjai témakörben az alábbi 4 jellegzetes profil található (10 – 13. ábra).



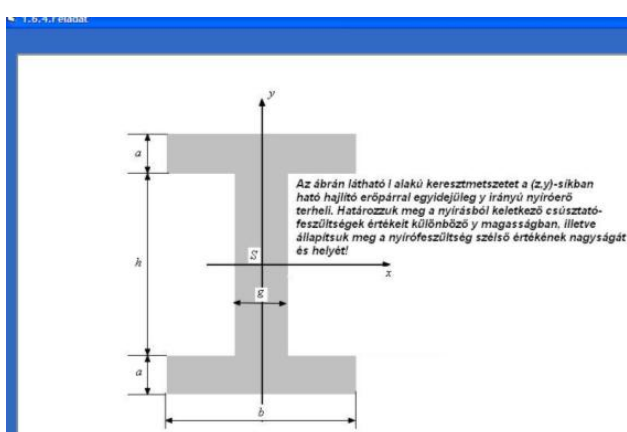
10. ábra



11. ábra

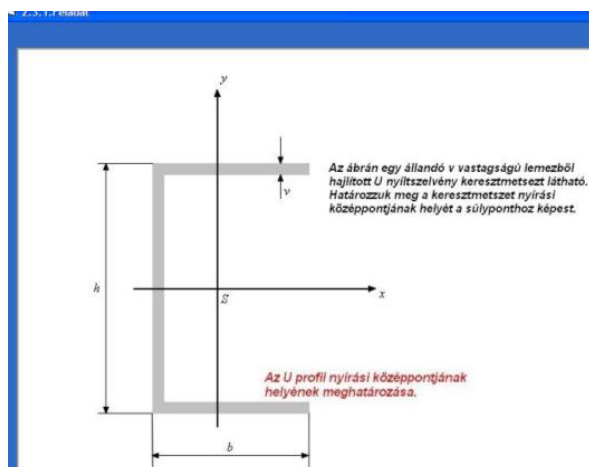


12. ábra

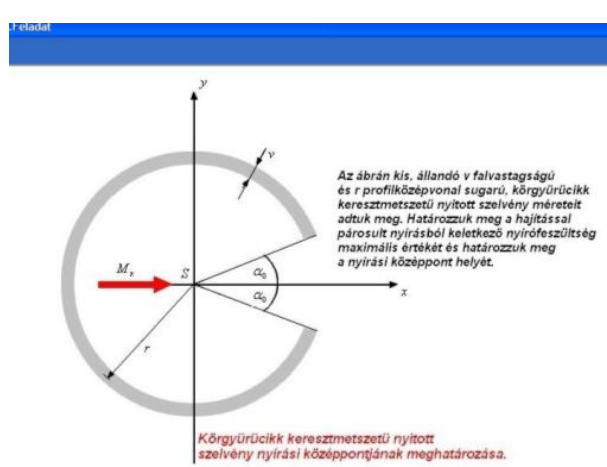


13. ábra

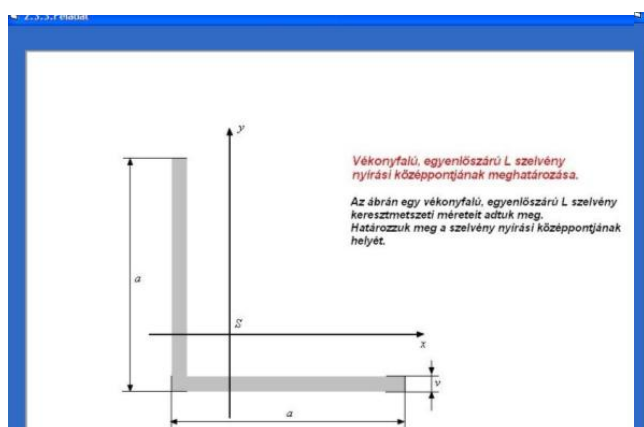
Nyitott keresztmetszetű szerkezetek nyírási középpontjának meghatározása alapjai témakörben az alábbi 4 jellegzetes típuspéldát építettünk be (14 – 16. ábra).



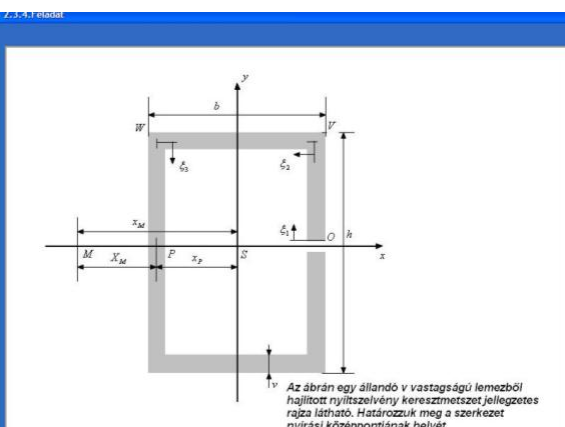
14. ábra



15. ábra



15. ábra



16. ábra

A harmadik példacsoportban az egyrekeszes zárt keresztmetszetű szerkezetek nyírási középpontja témakörben egy jellegzetes példa két különböző kérdéscsoportjára (nyírófolyamok számítása (17.

ábra), *nyírási középpont meghatározása* (18. ábra)) kell megadni a helyes válaszokat pontos számértékekben kifejezve.

3.3.1.Feladat

Zárt keresztmetszet

Nyírtott keresztmetszet

Számítsuk ki az ábrán látható zárt dobozban ébredő nyírófolyamot az y irányú Q nyíróerő hatására. A koordináta-rendszer kezdőpontját a baloldali gerinc felezőpontjában vesszük fel.

$M_s = Q_y \cdot \left(X_M + \frac{b}{2} \right)$

Adatok beolvasása

A b méret [mm]

A h méret [mm]

A Q nyíróerő [kN]

Saját eredmények

Nyírófolyam/nyírtott szerkezet [kN/mm]

Nyírófolyam az O pontban [kN/mm]

Nyírófolyam a V sarokban [kN/mm]

Nyírófolyam a W sarokban [kN/mm]

Nyírófolyam a P pontban [kN/mm]

Helyes eredmények

Nyírófolyam/nyírtott szerkezet [kN/mm]

Nyírófolyam az O pontban [kN/mm]

Nyírófolyam a V sarokban [kN/mm]

Nyírófolyam a W sarokban [kN/mm]

17. ábra

3.3.2.Feladat

Zárt keresztmetszet

Nyírtott keresztmetszet

Számítsuk az ábrán látható zárt szerkezet nyírási középpontjának helyét

$M_s = Q_y \cdot \left(X_M + \frac{b}{2} \right)$

Adatok beolvasása

A b méret [mm]

A h méret [mm]

A Q nyíróerő [kN]

A v falvastagság [mm]

Saját eredmények

Másodrendű nyomaték [mm⁴]

A nyírási középpont helye a P ponttól [mm]

Helyes eredmények

Másodrendű nyomaték [mm⁴]

A nyírási középpont helye a P ponttól [mm]

18. ábra

A program használata

A megfelelő típuspélda kiválasztása után a képernyő alsó részén lévő „Feladat kiírása” funkciógombra klikkelve a központi képernyőn megjelenik a kiválasztott típuspélda (19. példa).

Az ábrán látható b és h oldalú téglalap alakú keresztmetszetnek a z tengelyű hajlítás mellett, Q nagyságú, y irányú nyíróigénybevétele van. Határozzuk meg a keresztmetszetben keletkező legnagyobb feszültség helyét és nagyságát, illetve az átlagos feszültség nagyságát.

ábra az 1.6.1. feladathoz

Feladat kiírása Ellenőrzés Helyes eredmények Töröl Kilépés

19. ábra

Ezt követően a képernyő jobb oldali részén található „Adatok beolvasása” ablakokba be kell írni a tanár által adott input paramétereket (20. ábra).

3.3.2. Feladat

Zárt keresztmetszet Nyitott keresztmetszet

Számítsuk az ábrán látható zárt szerkezet nyírási középpontjának helyét

$M_{0z} = Q_y \cdot \left(x_M + \frac{b}{2} \right)$

Adatok beolvasása

A b méret [mm] 30

A h méret [mm] 60

A Q nyírórő [kN] 10

A v falvastagság [mm] 10

Saját eredmények

Másodrendű nyomaték [mm⁴]

A nyírási középpont helye a P ponttól [mm]

Helyes eredmények

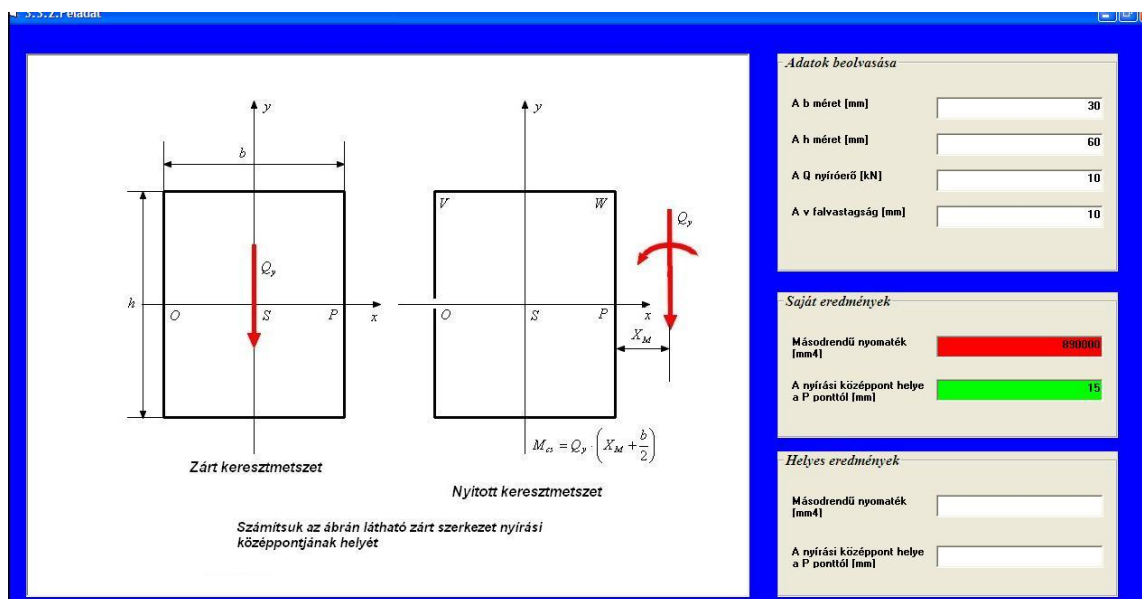
Másodrendű nyomaték [mm⁴]

A nyírási középpont helye a P ponttól [mm]

20. ábra

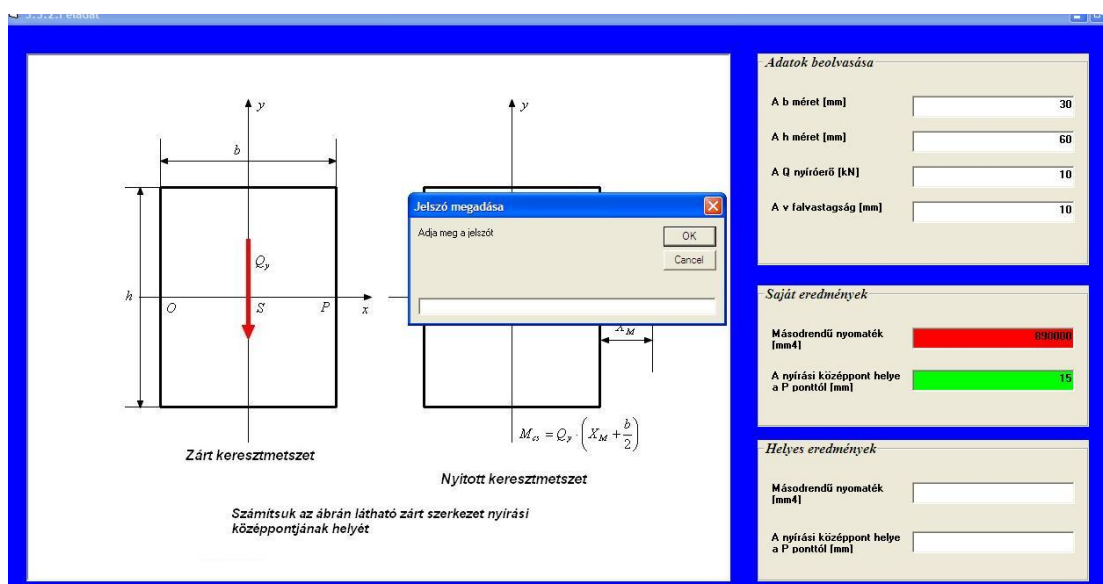
A „Saját eredmények” ablakokba a számításaink által kapott eredményeket írjuk be (21. ábra). Majd ezt követően ráklikkelünk a képernyő alján található „Ellenőrzés” funkciógombra. A program a számítás helyes eredményét zöld háttérrel, míg a helytelen eredményét piros színű háttérrel jeleníti

meg. Természetesen addig kell számolni, míg a helyes eredmény ki nem jön, azaz a zöld háttérszín meg nem jelenik!

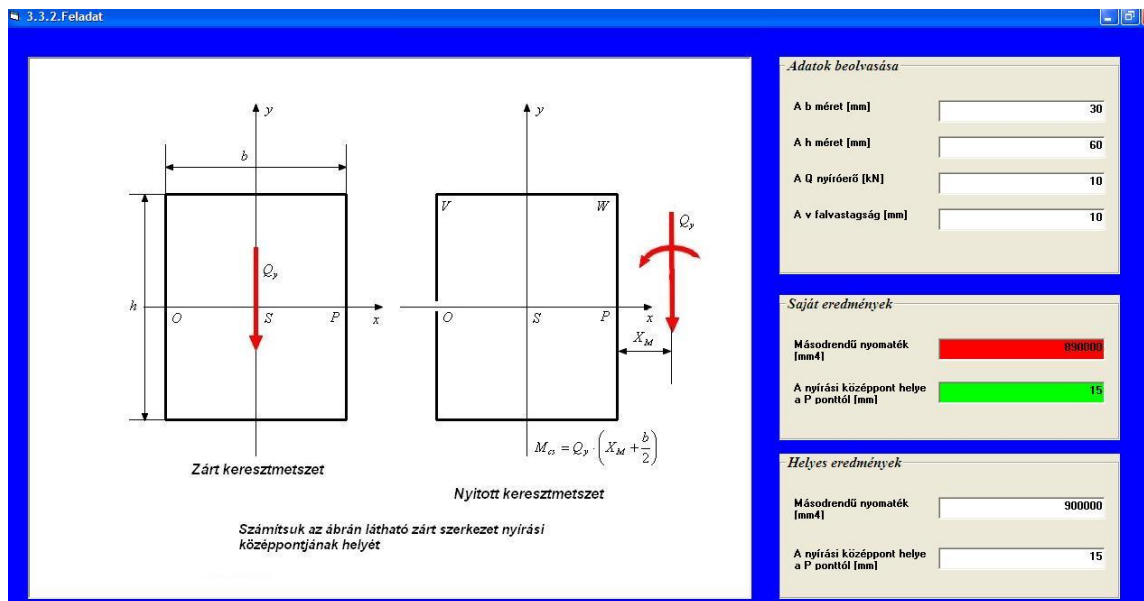


21. ábra

A tanár számára van egy lehetőség a helyes eredmények megjelenítésére a „Helyes eredmények” funkcióbillentyű lenyomásával és a titkos jelszó megadásával (22 - 23. ábra).



22. ábra



23. ábra

A két tansegédlet megalkotásával reméljük, hogy a feldolgozott feladatrész nagyban segíteni fogja az érdeklődő szakemberek munkáját, illetve a hallgatók számára a tananyag nagyobb hatékonyságú elsajátítását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BECKER Sándor: *Szilárdságtan I*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] FEKETE Attila: *Könnyszerkezetek szilárdságtana példatár*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1971.
- [3] Hans G. STEGER-Johann SIEGHART-Erhard GLAUNINGER: *Műszaki mechanika 1.,2.,3.*, B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., Műszaki Könyvkiadó Kft., 1993, 1994, 1995.
- [4] KALISKY S., KURUTZNÉ Kovács M., SZILÁGYI Gy.,: *Mechanika II, Szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- [5] MICHELBERGER Pál (előadásai alapján írta Fekete Attila): *Könnyszerkezetek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- [6] M. CSIZMADIA Béla, NÁNDORI Ernő (szerk.): *Szilárdságtan*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
- [7] MUTNYÁNSZKY Ádám: *Szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1961.
- [8] RUDNAI Guidó (szerk.): *Könnyszerkezetek a jármű- és gépiparban*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [9] PETÚR Alajos: *Repülőgép szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1952.
- [10] SZELESTEY Gyula: *Repülőgép szilárdságtan*, jegyzet, Kilián Gy. Re. Mű. Főiskola, Szolnok, 1972, Tk. Jászi alez. C-010