Végeselem módszer alapjai
BMEGEMMAGMV

Kötelező házi feladat 1

Tar Dániel
GUTOY7

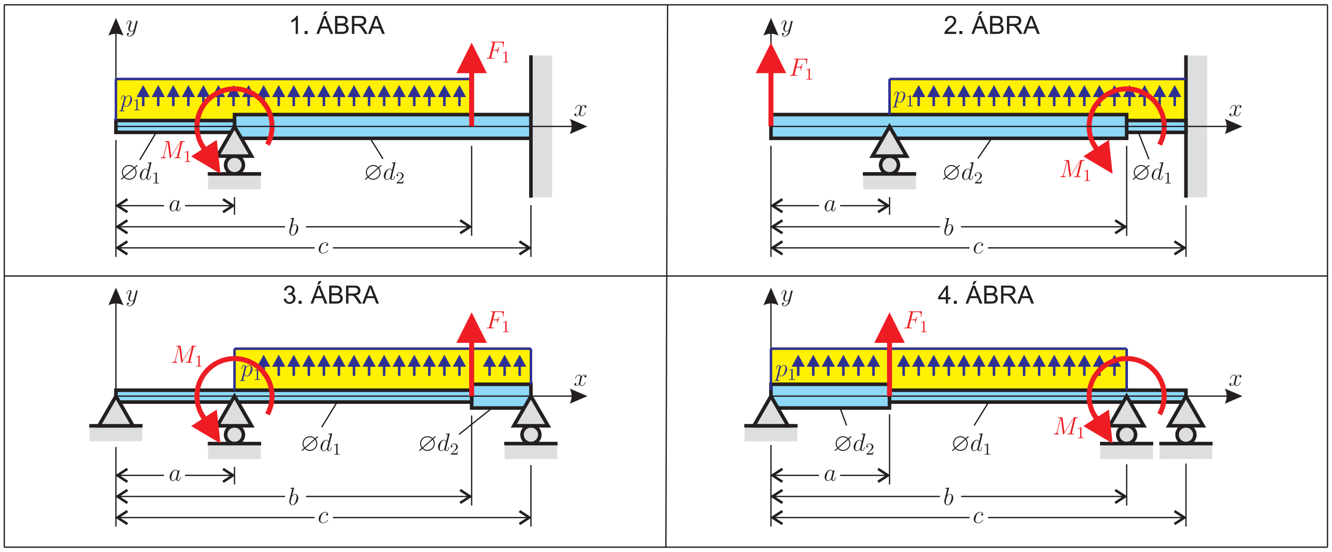
2018. május 21.

MŰEGYETEM 1782

BME Gépészmérnöki Kar	BMEGEMMAGM5	Név:	Tar Dániel
Műszaki Mechanikai Tanszék	Végeselem módszer alapjai	NEPTUN-kód:	GUTOY7
Félév: 2017/18/02	1. kötelező házi feladat	Aláírás:	

	ÁBRA	**KÓD2**	**KÓD3**	**KÓD4**
Feladatkód:	2	1	2	2

Az ábrákon vázolt tartókat a p_1 állandó intenzitású megoszló erőrendszer, az F_1 koncentrált erő és az M_1 koncentrált erőpár terheli. A tartók két különböző átmérőjű ($d_1 = d$, illetve $d_2 = 2d$) kör keresztmetszetű tartókból vannak összeépítve. A tartók anyaga lineárisan rugalmas, homogén, izotrop. A d_1 átmérőjű rész rugalmassági modulusza E, míg a d_2 átmérővel rendelkező részé $E/6$.



1. Készítsen méretarányos ábrát a tartóról a terhelések feltüntetésével!

2. Határozza meg a tartó súlypontvonalának eltolódását leíró $v(x)$ lehajlásfüggvényt, valamint a hajlítónyomatéki igénybevételt leíró $M_h(x)$ függvényt a rugalmas szál differenciálegyenletének felhasználásával! Ábrázolja jelleghelyesen a kapott megoldásokat a jellemző értékek feltüntetésével! Számítsa ki az $x = c/2$ keresztmetszetben a tartó súlypontvonalának eltolódását (v_K) és a hajlító igénybevétel nagyságát (M_{hK})!

3. Határozza meg a $v(x)$ és az $M_h(x)$ függvényeket végeselemes módszerrel! 3 db síkbeli egyenes gerendaelemet használjon! Ábrázolja a kapott megoldásokat a jellemző értékek feltüntetésével! Számítsa ki az $x = c/2$ keresztmetszetben a v_K és M_{hK} értékeket, és határozza meg a relatív hibát a 2. feladatban kapott megoldáshoz képest!

	Feladatkód	**KÓD2**		**KÓD3**			**KÓD4**		
A D		E [GPa]	d [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	p_1 [N/m]	F_1 [kN]	M_1 [kNm]
A	1	170	23	220	540	730	2500	4	0,6
T	2	185	27	230	460	610	−2500	−3	−0,75
O	3	200	31	430	550	890	3000	2	0,9
K	4	215	35	330	440	680	−3000	−1	−1,1

EREDMÉNYEK			
Végeselemes módszer			
v_K [mm]	M_{hK} [Nm]	v_K relatív hibája [%]	M_{hK} relatív hibája [%]
eredmeny1	eredmeny2	eredmeny3	eredmeny4

Tartalomjegyzék

1. Feladat

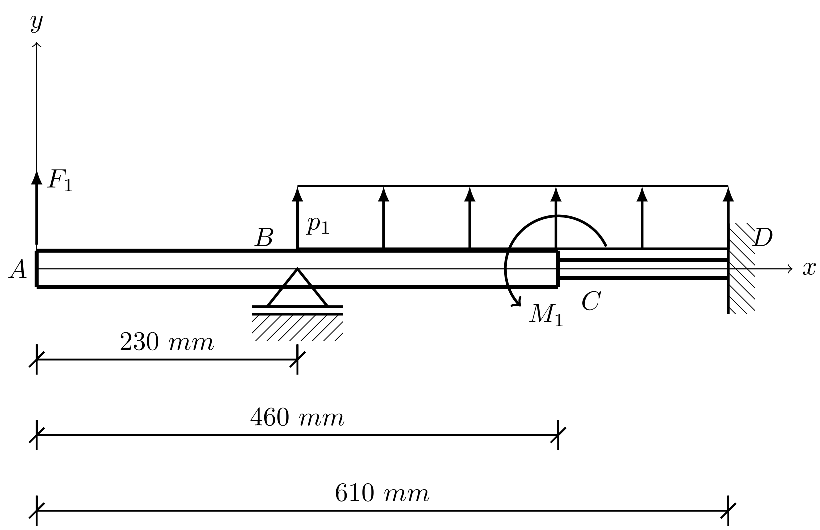
A házifeladat kód alapján az adatokat átszámolva $[N][mm][MPa]$ alapra:

1. táblázat. Adatok

E $[MPa]$	d_1 $[mm]$	d_2 $[mm]$	a $[mm]$	b $[mm]$	c $[mm]$	p_1 $[N/mm]$	F_1 $[N]$	M_1 $[Nmm]$
$185 \cdot 10^3$	27	54	230	460	610	-2.5	-3000	-0.75

Az alapadatokból származtatott adatok:
a1,a2,i1,i2

A terheléseket arányosan és mindenhol a pozitív irányba vettem fel, hogy megegyezzen a feladatleírásban szereplő ábrával.



1. ábra. Méretarányos ábra és a terhelések

Rajz a rekcióerők feltüntetésével: rajz

2. Feladat - Rugalmas szál differenciálegyenlete

A rugalmas szál diffrenciálegyenletéhez a hajlítónyomatéki függvények felírása szükséges. A tartót 3 részre osztottam és mind a három tartományra felírhatam a hajlítónyomatéki függvényeket:

hajlíto nyomatéki függvények..

A rugalmas szál differenciálegyenlete a három tarományra:

egyenletek...

A differenciálegyenletek megoldásához illesztési feltételeket, kényszerfelételeket, illetve statikai egyensúlyt leíró egyenleteket is fel kell írni.

Illesztési feltételek: .... Kényszerek: .... Egyensúlyi egyenletek: ....

A rugalmas szál differenciálegyenleteiből a lehajlásfüggvényeket kétszeres integrálással kaphatjuk meg. Az integrálások miatt 6[db] ismeretlen értékű integrálási konstans jelenik meg. Ezen hat ismeretlenen kívül, ismeretlenek még a reakcióerők $(F_{By}, F_{Dx}, F_{Dy}, M_D)$.

Így egy tíz ismeretlenes egyenletrendszer áll elő, amelyekhez 10 peremfeltételt határoztunk meg. Ennek megfelelően az egyenletrendszerből az összes ismeretlen meghatározható.

Számolt értékek: c-k, reakcioerok

Ezek alapján az érékeket visszahelyettesítve a lehajlásfüggvényekbe: lehajlásfüggvények a szakaszokon

plotok : szogelfordulás hajlítonyomateki

3. Feladat - Végeselemes megoldás

A feladat szövege alapján a végeselemes modell: vegeselemes modell (ábra) - 3 elem - 4 csomopont

Elemi merevségi mátrix

A 3[db] egyenes gerendaelem elemi merevségi mátrixait elhelyezzük a globális merevségi mátrixban a hozzájuk tarozó szabadsági fok összerendelések alapján.

ábra - glob merev mátrix

Ahol az általános elmozdulás és tehervektor: vektorok...

A tehervektor a koncentrált erők és megoszló terhelések összegeként írható fel. A megoszló erőt a két rúdra külön felírva: koncentrált, megoszlo2, megoszlo3

Az elmozdulásvektor megkötött paraméterei alapján kondenzáljuk a globális merevségi mátrixot úgy, hogy a merevségi mátrix oszlopait és sorait töröljük ott ahol az elmozdulásvektor nulla.

A kondenzált merevségi mátrix: vektor...

A kondenzált elmozdulásvektor: vektor...

Az így alkotott $\mathbf{K}_{kond} \cdot \mathbf{U}_{kond} = \mathbf{F}_{kond}$ egyenletrendszer megoldásával az elmozdulásvektor: elmozdulásvektor...

A tehervektort pedig az elmozdulásvektor visszahelyettesítésével: tehervektor..

A tehervektor komponenseiből kiolvashatóak a reakcióerők: rekcióerok...

A végeselemes megoldás útján kapott eredmények szinte teljesen megegyeznek a rugalmas szál differenciál egyenletével számolt eredményekkel.