

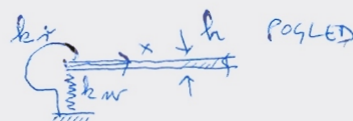
Ploskovne konstrukcije I
Teoretični del izpita
19.9.2008

1. Opiši in razloži kriterij za določitev ortogonalne armature v pravokotnih ploščah!
2. Razloži, kaj je efektivna prečna sila!
3. Razloži, kako poteka analitično reševanje problemov RNS in RDS!
4. Razloži, kako poteka numerično reševanje problemov RNS in RDS!
5. Opiši model upogiba plošče, ki ga uporabljamo v gradbeništvu!

Ploskovne konstrukcije I; teoretični del izpita, 4.9.2008

Vsaka naloga ima enako število točk.

- Dejanske robne pogoje pri ploščah težko spravimo v kategoriji »vpeto« in »prostoležeče«. Zato si včasih pri njihovem modeliranju pomagamo z vzmetmi.
 - Zapiši robne pogoje (za Kirchhoffovo teorijo) za primer na skici, kjer imaš po robu **translatorsko vmet** k_w [kN/m na enoto dolžine] in **rotacijsko vzmet** k_r [kNm/rad na enoto dolžine].
 - Ugotovi, kakšne robne pogoje dobiš, ko gresta $k_w \rightarrow 0$ in $k_r \rightarrow 0$.
 - Ugotovi, kakšne robne pogoje dobiš, ko gresta $k_w \rightarrow \infty$ in $k_r \rightarrow \infty$.



- Imaš **krožno vpeto** ploščo.
 - Ugotovi, kakšno je **razmerje momentov** m_{rr} in $m_{\varphi\varphi}$ na robu, če veš da (po Kirchhoffovi teoriji) velja $m_{rr} = -K(d^2w/dr^2 + \nu/r dw/dr)$ in $m_{\varphi\varphi} = -K(\nu d^2w/dr^2 + 1/r dw/dr)$.
 - Opiši, kako bi poiskal takšno debelino jeklene plošče, da bi bila vsa plošča (pri predpisani obtežbi) v **elastičnem** stanju (npr. s von Misesovim kriterijem plastičnega tečenja).

3. Opiši in **razloži kriterij**, ki smo ga uporabili za določitev sil n_{sx} , n_{sy} , ki jih mora prevzeti ortogonalna armatura v steni. Kriterij smo obravnavali na predavanjih in seminarju.

4. Pri čitanju rezultatov analize plošče po MKE dobimo pozitivne in negativne vrednosti momentov.

(a) Razloži, kako je z **definicijo** pozitivnih momentov pri ploščah, t.j., kaj pomeni, če je vrednost momenta pozitivna oziroma negativna.

(b) Pojasni, kako iz momentov lahko izračunamo napetosti na zgornjem in spodnjem robu plošče.

5. (a) Izpelji izraza za napetosti v debeli cevi (notranji polmer je b , zunanji polmer je a), ki je obremenjena z zunanjim pritiskom (tlakom) p_a . Napetostna funkcija ima obliko $A(r) = A_0 + B_0 \ln r + C_0 r^2 + D_0 r^2 \ln r$. Vrednost konstante D_0 je 0. Veš, da velja

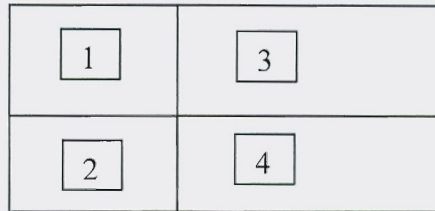
$$\sigma_{rr} = \frac{1}{r} \frac{dA}{dr}, \quad \sigma_{\varphi\varphi} = \frac{d^2 A}{dr^2}.$$

(b) Skiciraj potek napetosti po debelini cevi.

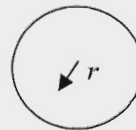
Ploskovne konstrukcije I; teoretični del izpita, 21.9.2007

Vsaka naloga ima enako število točk.

1. Večpoljna plošča na skici je obremenjena s stalno obtežbo g in s koristno obtežbo p . Pri določitvi maksimalnih in minimalnih momentov, ki se zaradi te obtežbe pojavijo v plošči, želiš upoštevati t.i. šahovsko razporeditev koristne obtežbe. Na voljo imaš tabele.
- (a) Kako bi določil maksimalne momente v polju za ploščo 2.
- (b) Kako bi določil minimalne momente nad podporo med ploščama 2 in 4.
- (c) Pojasni predpostavke, na katerih temelji način določitve momentov, ki si jih uporabil pod (a) in (b).



2. V vsaki točki stene poznaš notranje sile n_x , n_y in n_{xy} (izračunal si jih npr. z računalniškim programom MKE). Razloži kriterij za določitev sil n_{sx} , n_{sy} v vsaki točki stene, ki jih mora prevzeti ortogonalna armatura v steni. Kriterij smo obravnavali na predavanjih in seminarju in je identičen tistemu, ki ga dopušča EC2.
3. Pri čitanju rezultatov analize plošče po MKE dobimo pozitivne in negativne vrednosti momentov.
- (a) Razloži, kako je z definicijo pozitivnih momentov pri ploščah, t.j., kaj (ponavadi) pomeni, če je vrednost momenta pozitivna oziroma negativna.
- (b) Pojasni, kako iz momentov lahko izračunamo potek napetosti na po debelini plošče.
4. Imaš krožno ploščo, ki je obremenjena z enakomerno osnosimetrično površinsko obtežbo p . (a) Na enostaven način izpelji enačbo za prečno silo v plošči ($q_r(r)$). (b) Nariši potek te sile po premeru plošče.



5. Imaš dva konstrukcijska elementa: (i) dolgo in debelo betonsko cev zunanjega polmera a in notranjega polmera b , (ii) krožno steno zunanjega polmera a , ki ima krožno odprtino s polmerom b in je debela h . Za oba konstrukcijska elementa predpostaviš, da sta osnosimetrično podprta. Oba sta obremenjena s pritiskom p na mestu zunanjega polmera. Za oba primera izračunaš napetosti in deformacije
- (a) Katere napetosti izračunaš za (i) in katere za (ii)
- (b) Ali so po velikosti napetosti pod (i) enake napetostim pod (ii)
- (c) Katere deformacije izračunaš za (i) in katere za (ii)
- (d) Ali so po velikosti deformacije pod (i) enake tistim pod (ii).

Ploskovne konstrukcije I; teoretični del izpita, 6.9.2007

Vsaka naloga ima enako število točk.

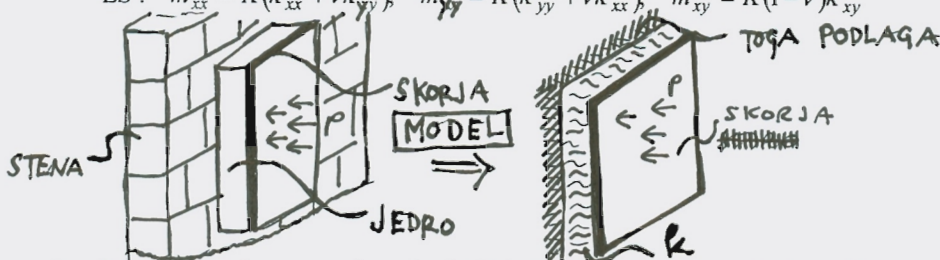
1. Imaš ploščo, ki je sestavljena iz dveh delov (trde **skorje** in mehkega **jedra**); takšen je npr. izolacijski panel. Modeliraš jo tako, kot je prikazano na skici (jedro predstaviš z vzmetmi s togostjo k [kN/m³]). Za takšen model napiši: (a) ravnotežne enačbe za skorjo in (b) diferencialno enačbo problema.

V primeru, da imaš **samo skorjo** (brez jedra), bi osnovne enačbe (po Kirchhoffovi teoriji) izgledale takole:

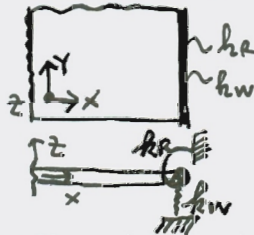
$$RE: \quad \partial q_x / \partial x + \partial q_y / \partial y + p = 0; \quad \partial m_{xx} / \partial x + \partial m_{xy} / \partial y - q_x = 0; \quad \partial m_{xy} / \partial x + \partial m_{yy} / \partial y - q_y = 0$$

$$KE: \quad \kappa_{xx} = -\partial^2 w / \partial x^2; \quad \kappa_{yy} = -\partial^2 w / \partial y^2; \quad \kappa_{xy} = -\partial^2 w / \partial x \partial y;$$

$$ES: \quad m_{xx} = K(\kappa_{xx} + \nu \kappa_{yy}), \quad m_{yy} = K(\kappa_{yy} + \nu \kappa_{xx}), \quad m_{xy} = K(1 - \nu)\kappa_{xy}$$



2. Dejanske robne pogoje pri ploščah težko spravimo v kategoriji »vpeto« in »prostoležeče«. Zato si včasih pri njihovem modeliranju pomagamo z vzmetmi. (a) Zapiši robne pogoje (za Kirchhoffovo teorijo) za primer na skici, kjer imaš po robu **translatorno vmet** k_w [kN/m na enoto dolžine] in **rotacijsko vmet** k_r [kNm/rad na enoto dolžine]. (b) Ugotovi, kakšne robne pogoje dobiš, ko gresta $k_w \rightarrow 0$ in $k_r \rightarrow 0$. (c) Ugotovi, kakšne robne pogoje dobiš, ko gresta $k_w \rightarrow \infty$ in $k_r \rightarrow \infty$.



3. Imaš **krožno vpeto** ploščo. (a) Ugotovi, kakšno je **razmerje momentov** m_{rr} in $m_{\varphi\varphi}$ na robu, če veš da (po Kirchhoffovi teoriji) velja $m_{rr} = -K(d^2 w / dr^2 + \nu / r dw / dr)$ in $m_{\varphi\varphi} = -K(\nu d^2 w / dr^2 + 1 / r dw / dr)$. (b) Opiši, kako bi poiskal takšno debelino jeklene plošče, da bi bila vsa plošča (pri predpisani obtežbi) v **elastičnem** stanju (npr. s von Misesovim kriterijem plastičnega tečenja).

4. Opiši in **razloži kriterij** za določitev sil n_{xx} , n_{yy} , ki jih mora prevzeti ortogonalna armatura v steni. Kriterij smo obravnavali na predavanjih in seminarju in je identičen tistemu v EC2.

5. Pri čitanju rezultatov analize plošče po MKE dobimo pozitivne in negativne vrednosti momentov. (a) Razloži, kako je z **definicijo** pozitivnih momentov pri ploščah, t.j., kaj (ponavadi) pomeni, če je vrednost momenta pozitivna oziroma negativna. (a) Pojasni, kako iz momentov lahko izračunamo napetosti na zgornjem in spodnjem robu plošče. (b)

PLOSKOVNE KONSTRUKCIJE I

teoretični del izpita, 6. 7. 2006

Vsaka naloga ima enako točk.

1. Poznaš enačbe snovi za 3D. Izpelji enačbe snovi za RNS in RDS!

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} \\ -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} \\ -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} \\ & & & \frac{1}{G} \\ & & & & \frac{1}{G} \\ & & & & & \frac{1}{G} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \sigma_{xy} \\ \sigma_{xz} \\ \sigma_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\mu + \lambda & \lambda & \lambda \\ \lambda & 2\mu + \lambda & \lambda \\ \lambda & \lambda & 2\mu + \lambda \\ & & & \mu \\ & & & & \mu \\ & & & & & \mu \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix}$$

2. Računaš notranje sile v visokem nosilcu.

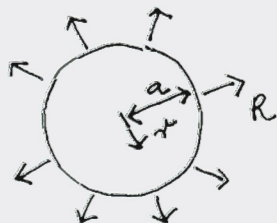
- (i) Kdaj boš uporabil enačbe teorije nosilcev in kdaj boš uporabil enačbe RNS?
- (ii) Katere notranje statične količine boš lahko izračunal v prvem primeru in katere v drugem primeru?
- (iii) Razloži odgovore!

3. Krožna osnosimetrična stena je na robu obremenjena z natezno silo R [kN/m].

- (i) Kakšni sta sili n_r, n_φ v steni? Veš, da je napetostna funkcija za osnosimetrične primere

enaka $A = A_0 + B_0 \ln r + C_0 r^2 + D_0 r^2 \ln r$, sili pa se izračunata kot $n_r = \frac{1}{r} \frac{dA}{dr}$, $n_\varphi = \frac{d^2 A}{dr^2}$.

- (ii) Kakšni sta deformaciji v steni, če za RNS velja enačba $\begin{pmatrix} \varepsilon_{rr} \\ \varepsilon_{\varphi\varphi} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{Eh} & -\frac{\nu}{Eh} \\ -\frac{\nu}{Eh} & \frac{1}{Eh} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} n_r \\ n_\varphi \end{pmatrix}$



4. Teorija plošč. (i) Nariši (po debelini plošče) napetosti, ki jih upoštevamo pri teoriji plošč! (ii) Nariši rezultante napetosti s katerimi delamo pri teoriji plošč! (iii) Kako je definiran predznak teh resultant? (iv) Kje delujejo te rezultante napetosti?

5. Pojasni, kako se analitično reši diferencialno enačbo plošče po Kirchhoffovi teoriji za krožne osnosimetrične plošče!