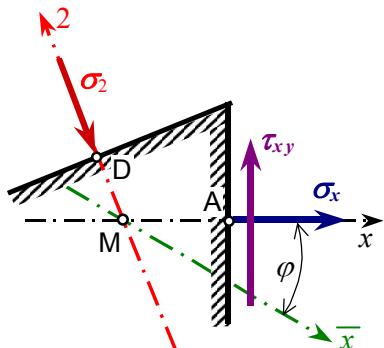


Primjer 5. Ravninsko stanje naprezanja

U točki M tijela zadano je ravninsko stanje naprezanja u presjecima određenih s osi x i s glavnim pravcem 2, prema slici. Zadan je kut φ između osi \bar{x} i osi x .

- Treba odrediti grafički pomoću Mohrove kružnice naprezanja:
- normalna i posmična naprezanja u presjecima određenih s osi y i s osima koordinatnog sustava $(0\bar{x}\bar{y})$,
 - glavni pravac 1 određen kutom φ_0 mjerjen od osi x i glavno naprezanje σ_1 ,
 - maksimalno posmično naprezanje s pripadnim normalnim naprezanjima i prvcima.

Skicirati orientirane elemente u točki M tijela s ucrtanim komponentama naprezanja u svim koordinatnim sustavima.



Zadano: $\sigma_x = 90 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 60 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = -60 \text{ MPa}$, $\varphi = -30^\circ$.

Na slici elementa označeni su presjeci A i D sa zadanim pripadajućim naprezanjima.

Mjerilo za Mohrovu kružnicu naprezanja:

$$1 \text{ cm} \triangleq 20 \text{ MPa}.$$

Rješenje:

1. Analitička rješenja mogu se dobiti pomoću PC uporabom modula «Napr_def» programa «CVRSTOCA», zadatak I).

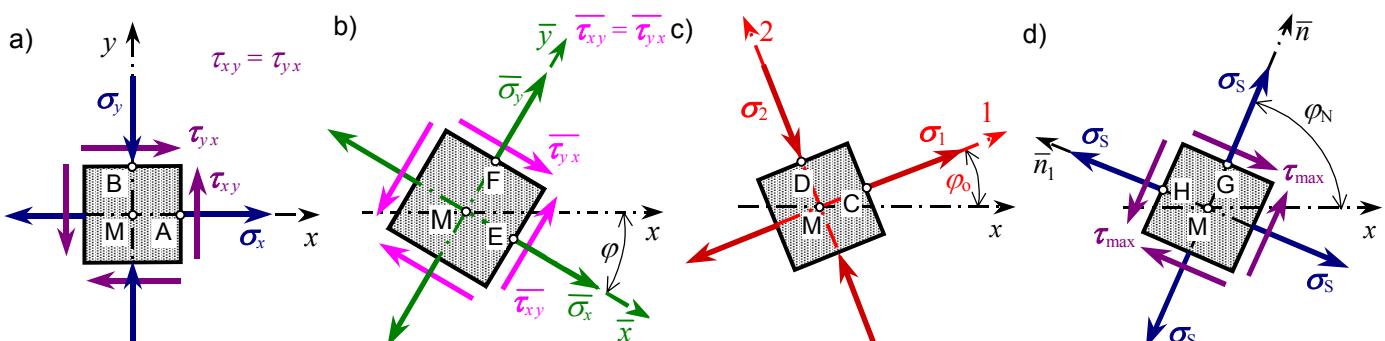
U ovom su primjeru dobiveni iznosi za naprezanja i kutove:

$$\sigma_y = -36 \text{ MPa}, \tau_{yx} = 60 \text{ MPa}, \text{ slika a)}$$

$$\bar{\sigma}_x = 6,538 \text{ MPa}, \bar{\sigma}_y = 47,462 \text{ MPa}, \bar{\tau}_{xy} = \bar{\tau}_{yx} = 84,56 \text{ MPa}, \text{ slika b)}$$

$$\sigma_1 = 114 \text{ MPa}, \varphi_0 = 21,8^\circ, \psi = 38,2^\circ, \text{ slika c)}$$

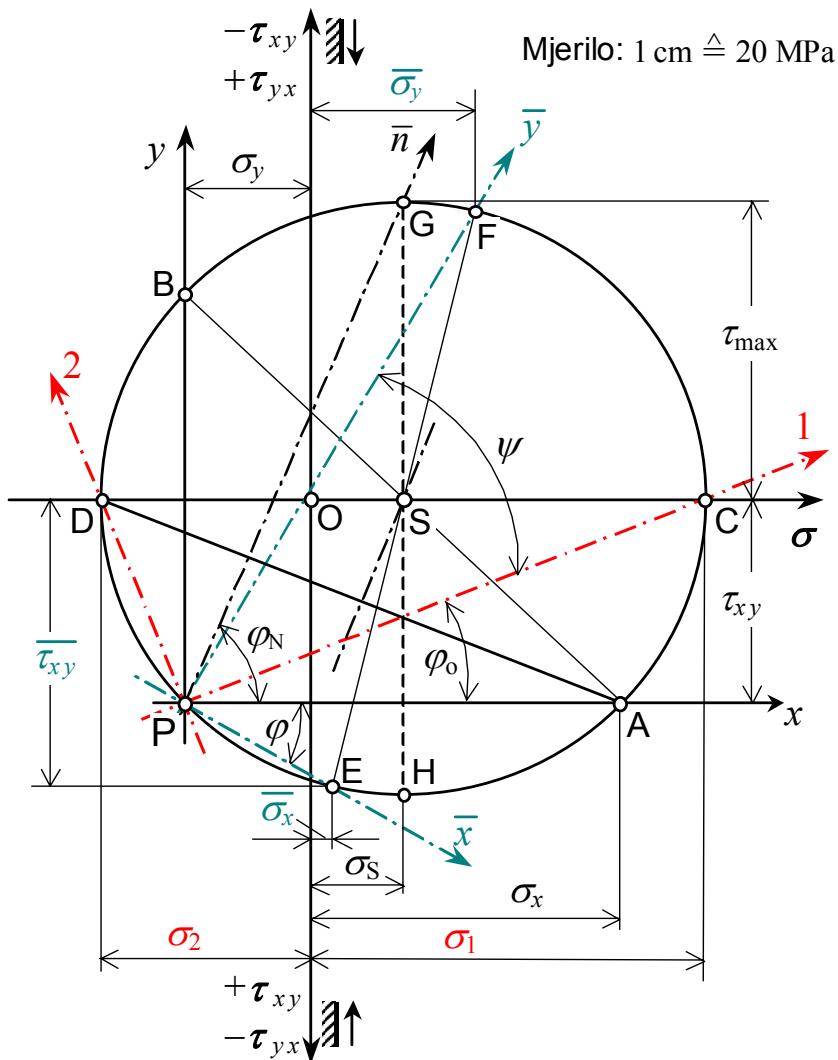
$$\sigma_S = 27 \text{ MPa}, \tau_{\max} = 87 \text{ MPa}, \varphi_N = 66,8^\circ, \text{ slika d}).$$



2. Grafičko rješenje pomoću Mohrove kružnice naprezanja, slika:

- U $(0\sigma\tau)$ - koordinatnom sustavu u zadanim mjerilu crtaju se točke A(90, 60) i D(-60, 0) koje predstavljaju naprezanja na presjecima A i D.
- Odredi se simetrala spojnica \overline{AD} .
- Sjecište simetrale spojnica \overline{AD} i osi σ određuje središte S kružnice.
- Iz središta S opiše se kružnica polumjera $R = \overline{AS} = \overline{SD}$.
- Kružnica siječe os σ u točkama C i D, čime je određena vrijednosti glavnog naprezanja σ_1 u mjerilu $\sigma_1 = \overline{OC}$.
- Paralela s osi x kroz točku A presijeca kružnicu u točki P Mohrove kružnice.

- Pravac PC definira kut φ_0 glavnog pravca 1 s osi x , a pravac PD je glavni pravac 2 u točki M tijela.
- Za određivanje naprezanja u presjeku određenom s osi y , povlači se iz pola P paralela s osi y do presjecišta s kružnicom u točki B, a također produlji se spojnica \overline{AS} do presjecišta s kružnicom u točki B. Time su u mjerilu određeni iznosi naprezanja σ_y i τ_{yx} .
- Za određivanje naprezanja u presjeku određenom s osi \bar{x} , povlači se iz pola P paralela s osi \bar{x} do presjecišta s kružnicom u točki E. Time su u mjerilu određeni iznosi naprezanja $\bar{\sigma}_x$ i $\bar{\tau}_{xy}$. Zakret osi \bar{x} od osi x određuje kut φ . Za određivanje naprezanja u presjeku određenom s osi \bar{y} , povlači se iz pola P paralela s osi \bar{y} do presjecišta s kružnicom u točki F, a također produlji se spojnica \overline{ES} do presjecišta s kružnicom u točki F. Time su u mjerilu određeni iznosi naprezanja $\bar{\sigma}_y$ i $\bar{\tau}_{yx}$.
- Točke na okomici kroz središte S kružnice određuju točke G i H u kojima je maksimalno posmično naprezanje τ_{\max} , a normalna naprezanja jednaka su srednjem normalnom naprezanju σ_S u točki M tijela.
- Pravac normale \bar{n} određen je kutom φ_N od osi x , povlačenjem pravca PG iz pola P.
- Orientirani elementi u zadanim koordinatnim sustavima, s ucrtanim naprezanjima na presjecima, prikazani su na slikama a), b), c) i d).



Napomena: Nakon izračunatih naprezanja u $(0xy)$ -koordinatnom sustavu, može se grafičko rješenje dobiti uporabom modula «Mohr's circle» programa «MDSolids®».