Wał jest podparty i obciążony w sposób przedstwaiony na rysunku. Wyznacz średnicę tego wału, gdy znasz materiał z jakiego jest on wykonany.

Koła

ilość kół na wałku= 3

średnica d_1= 120 mm x_1= 40 mm

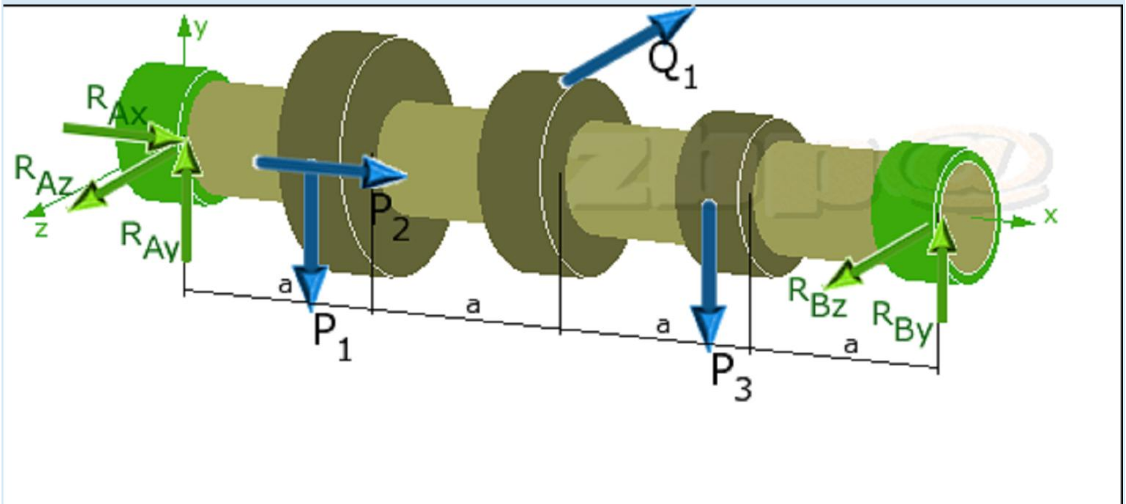
średnica d_2= 100 mm x_1= 80 mm

średnica d_3= 80 mm x_1= 120 mm

Podparcie wału

podpora stała x_A= 0 mm

podpora ruchoma x_B= 160 mm



Obciążenia wału

sił P 3 , Q 1

P_1	y	=	-500	N	x=	40	mm y=	0	mm z=	60 mm
P_2	x	=	400	N	x=	40	mm y=	0	mm z=	60 mm
P_3	y	=	-750	N	x=	120	mm y=	0	mm z=	40 mm
Q_1	z	=	-1	N	x=	80	mm y=	50	mm z=	0 mm

w rozwiązaniu wykorzystać hipotezę τ maksimum k_r= 140 MPa

wprowadź...

stała a = 40 mm

wg hipotezy τ maksimum naprężenia zredukowane muszą spełniać warunek:

$$\sigma_{zr} = \sqrt{\sigma^2 + 4\,\tau^2} < k_r$$

warunek ten umożliwia obliczenie średnicy wału *d*

$$d^3 > \frac{32\,M_{zr}}{\pi\,k_r}$$

po wczesniejszym obliczeniu momentu zredukowanego:

$$M_{zr} = \sqrt{M_{gy}^2 + M_{gz}^2 + M_s^2}$$

Po uwolnieniu od więzów, równania równowagi dla wału obciążonego w sposób przedstawiony na rysunku są następujące:

$\Sigma F_{ix}= R_{Ax}+ P_2=0$
$\Sigma F_{iy}= R_{Ay}+ R_{By}- P_1- P_3=0$
$\Sigma F_{iz}= R_{Az}+ R_{Bz}- Q_1=0$
$\Sigma M_{iox}= P_1\cdot 1.5a + P_3\cdot 1a - Q_1\cdot 1.25a=0$
$\Sigma M_{ioy}= R_{Bz}\cdot 4a - P_2\cdot 1.5a - Q_1\cdot 2a=0$
$\Sigma M_{ioz}= R_{By}\cdot 4a - P_1\cdot 1a - P_3\cdot 3a=0$

Po rozwiazaniu tego ukladu równan otrzymujesz

Q=2.4 P_1 (1200 N)
Rbz=1.5 P_1 (750 N)
Rby=1.38 P_1 (688 N)
Raz=0.9 P_1 (450 N)
Ray=1.13 P_1 (563 N)
Rax=-0.8 P_1 (-400 N)

W rozwiązaniu pominięto naprężenia powstałe w wyniku działania sił normalnych

W poszczególnych przedziałach momenty gnące, skręcające, zredukowane - obliczane wg. podanej hipotezy wytrzymałościowej wynoszą

dla **0 < x < 1a**
$M_{gy}= R_{Ay}x$
$M_{gz}= R_{Az}x$
$M_s=0$

x	M_{gy}	M_{gz}	M_s	M_{zr}
0a (0)	0	0	0	0
1a (40)	$1.13P_1a$(22500 Nmm)	$0.9P_1a$(18000 Nmm)	0	$1.44P_1a$(28814.06 Nmm)

dla **1a < x < 2a**
$M_{gy}= R_{Ay}x - P_1(x-1a)$
$M_{gz}= R_{Az}x + P_2\cdot 1.5a$
$M_s= - P_1\cdot 1.5a$

x	M_{gy}	M_{gz}	M_s	M_{zr}
1a (40)	$1.13P_1a$(22500 Nmm)	$2.1P_1a$(42000 Nmm)	$-1.5P_1a$(-30000 Nmm)	$2.82P_1a$(56304.97 Nmm)
2a (80)	$1.25P_1a$(25000 Nmm)	$3P_1a$(60000 Nmm)	$-1.5P_1a$(-30000 Nmm)	$3.58P_1a$(71589.11 Nmm)

dla **2a < x < 3a**
$M_{gy}= R_{Ay}x - P_1(x-1a)$
$M_{gz}= R_{Az}x + P_2 1.5a) - Q_1(x-2a)$
$M_s= - P_1\cdot 1.5a + Q_1\cdot 1.25a$

x	M_{gy}	M_{gz}	M_s	M_{zr}
2a (80)	$1.25P_1a$(25000 Nmm)	$3P_1a$(60000 Nmm)	$1.5P_1a$(30000 Nmm)	$3.58P_1a$(71589.11 Nmm)
3a (120)	$1.38P_1a$(27500 Nmm)	$1.5P_1a$(30000 Nmm)	$1.5P_1a$(30000 Nmm)	$2.53P_1a$(50559.37 Nmm)

dla **3a < x < 4a**

$M_{gy} = R_{Ay}x - P_1(x-1a) - P_3(x-3a)$

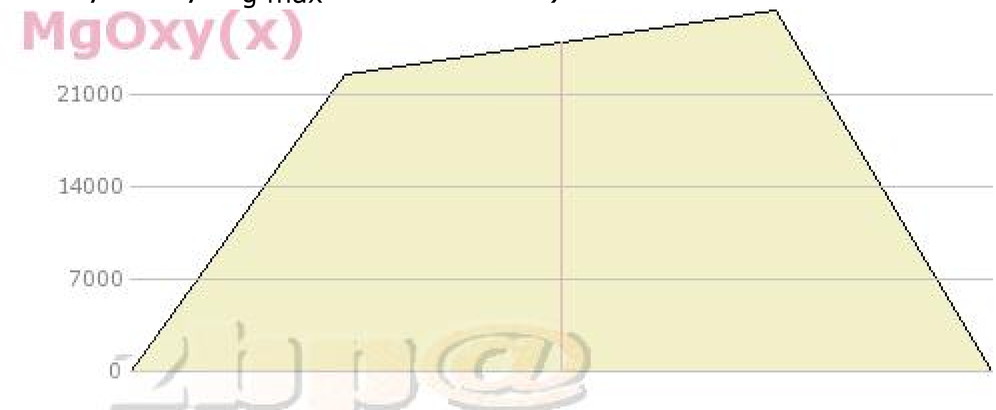
$M_{gz} = R_{Az}x + P_2 1.5a) - Q_1(x-2a)$

$M_s = - P_1 \cdot 1.5a + Q_1 \cdot 1.25a - P_3 \cdot 1a$

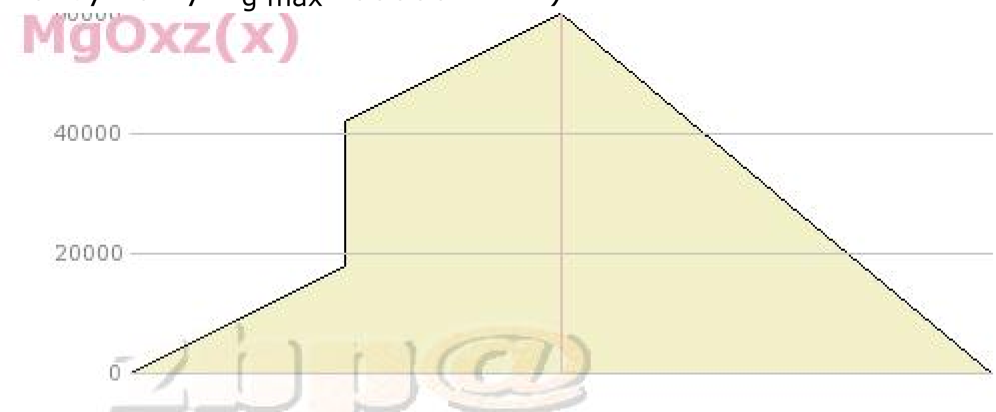
x	M_{gy}	M_{gz}	M_s	M_{zr}
3a (120)	$1.38P_1a$(27500 Nmm)	$1.5P_1a$(30000 Nmm)	0	$2.03P_1a$(40697.05 Nmm)
4a (160)	0	0	0	0

Po obliczeniu wartości poszczególnych momentów na krańcach przedziałów, których wielkości podano w tabelach powyżej przebiegi poszczególnych momentów przedstawiają kolejne wykresy (w każdym przypadku wyznaczono maksymalną wartość momentu)

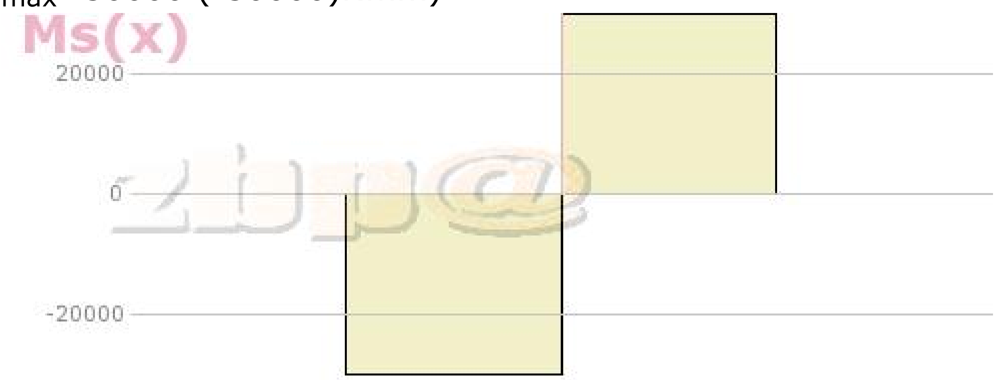
przebieg momentu gnącego w płaszczyżnie Oxy przedstawia się nastepująco: (maksymalny $M_{g\ max}$=27500 Nmm)



przebieg momentu gnącego w płaszczyżnie Oxz przedstawia się nastepująco: (maksymalny $M_{g\ max}$=60000 Nmm)



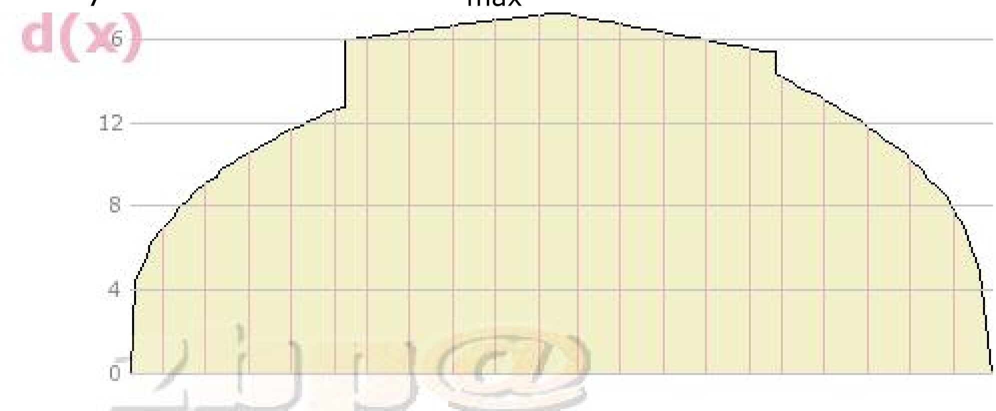
przebieg momentu skręcającego przedstawia się nastepująco: (maksymalny $M_{s\ max}$=30000 (-30000)Nmm)



przebieg momentu zredukowanego przedstawiono na kolejnym wykresie (maksymalny $M_{zr\ max}$=71589.11 Nmm)

Znając w każdym miejscu wartość momentu zredukowanego, możesz rownież obliczyć (wg podanej wcześniej zależności między momentem zredukowanym a średnicą wału) wymaganą w każdym miejscu średnicę wału (projektując tym samym wał o idealnej wytrzymałości). Wymiary takiego wału przedstawiono na wykresie d(x), gdzie

maksymalna średnica wału d_{max}=17.33 mm



Wymaganą średnicą wału d o stałej średnicy na całej jego długości zapewniająca przeniesienie zadanego obciążenia obliczasz z podanej wcześniej zależności:

$$d > \sqrt[3]{\frac{32\cdot 71589.11}{\Pi\cdot 140}} = 17.3\ mm$$

Dobierając wał o zmiennej średnicy musisz kierować się wykresem d(x). Zawsze należy dobrać śrdnicę wału projektowanego większą od wymaganej (średnica wału nie może wchodzić w obrysowany obszar).