

Téma 5

Lomený a zakřivený nosník

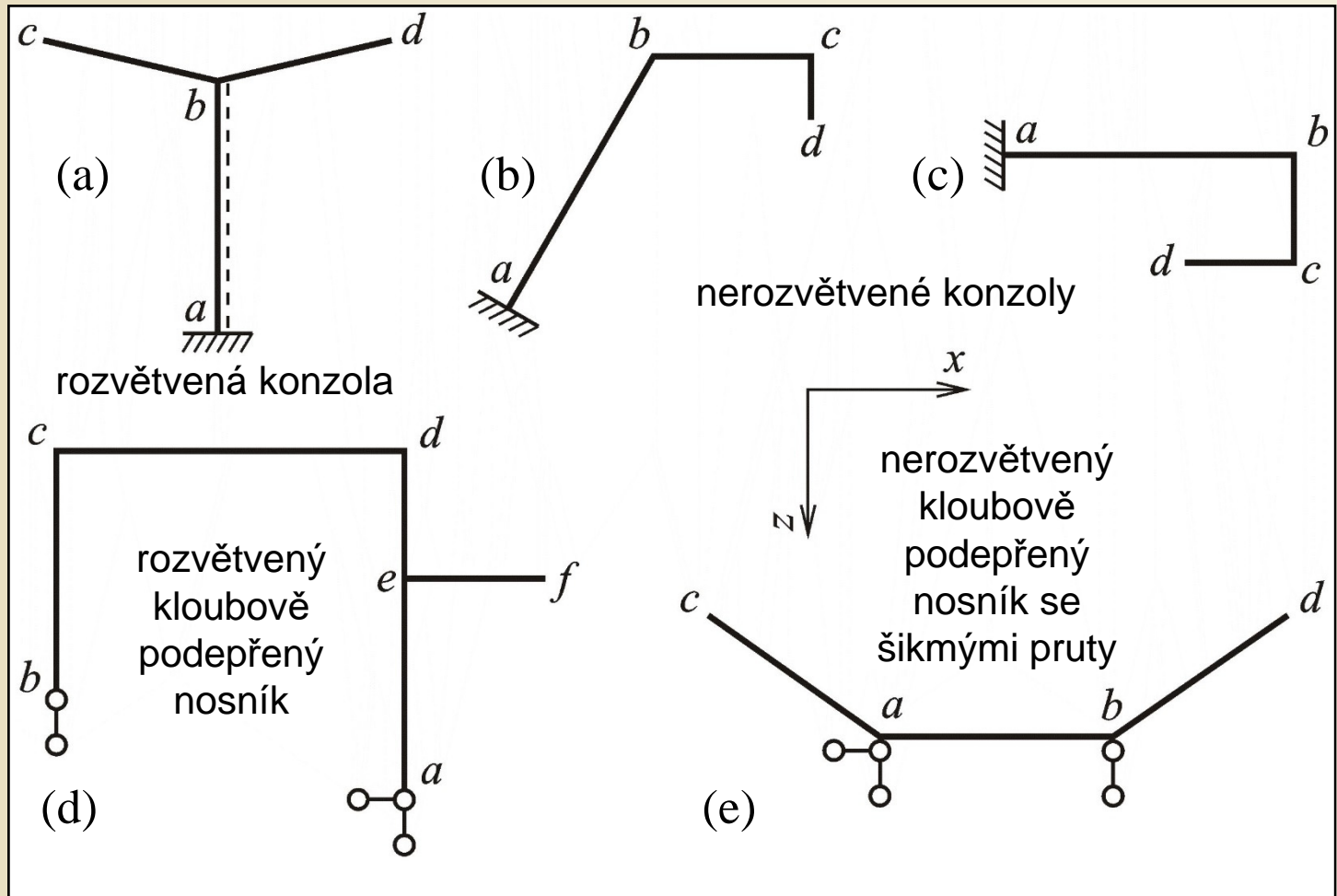
- Rovinně lomený nosník v rovinné úloze
- Rovinně lomený nosník v příčné úloze
- Prostorově lomený nosník
- Rovinně zakřivený nosník v rovinné úloze

Rovinně lomený nosník v rovinné úloze

- $n_v=3$
- hlavní rovina xz
- uzly $a..f$

Orientace prutů – levý a pravý uzel dle uspořádané dvojice písmen

Výpočet složek reakcí dle podmínek rovnováhy.



Příklady různých tvarů a způsobů podepření rovinně lomených nosníků v rovinné úloze

Obr. 8.1. / str. 124

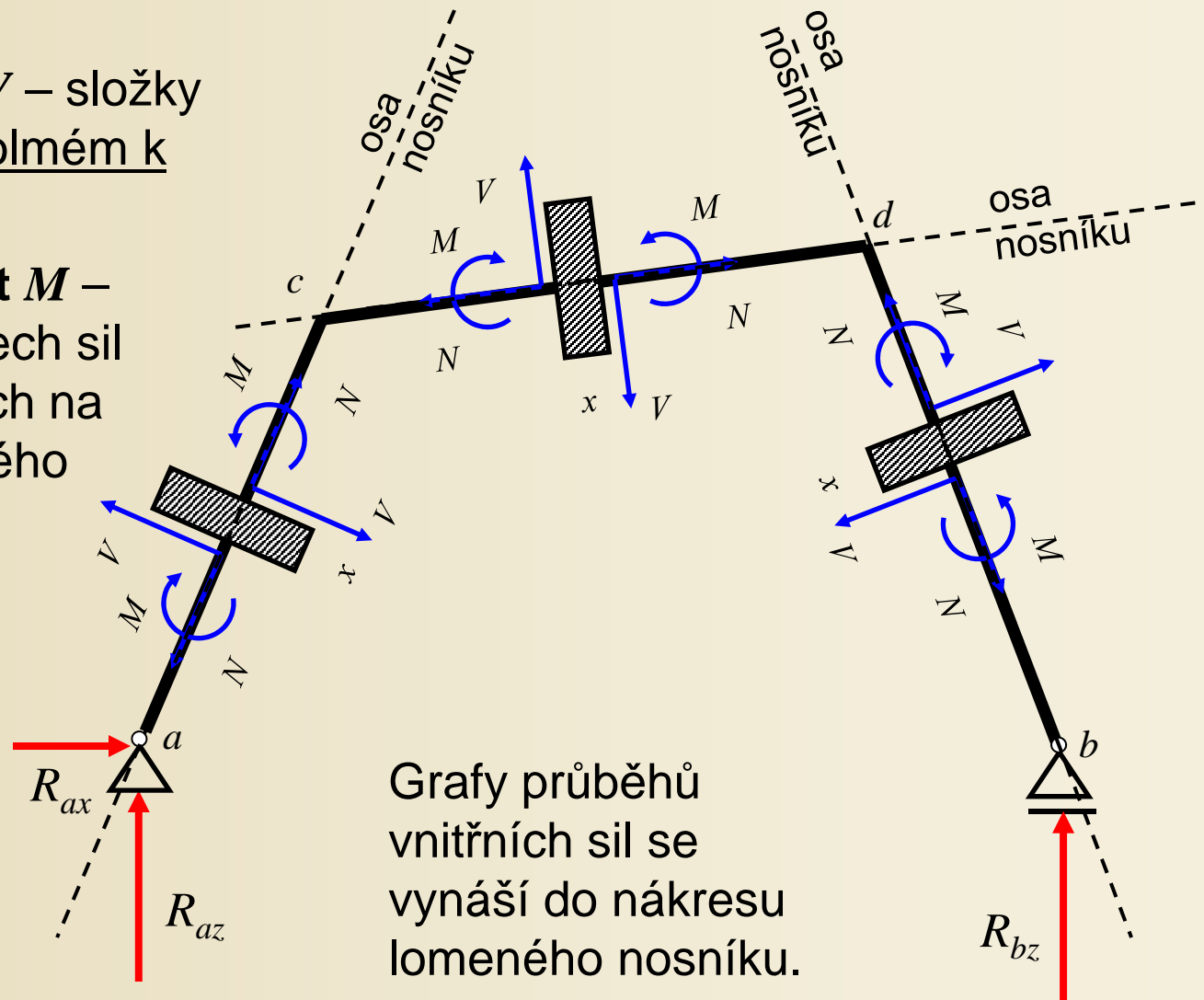
Rovinně lomený nosník v rovinné úloze

Výpočet vnitřních sil:

a) **Posouvající síla V** – složky všech sil ve směru kolmém k ose prutu

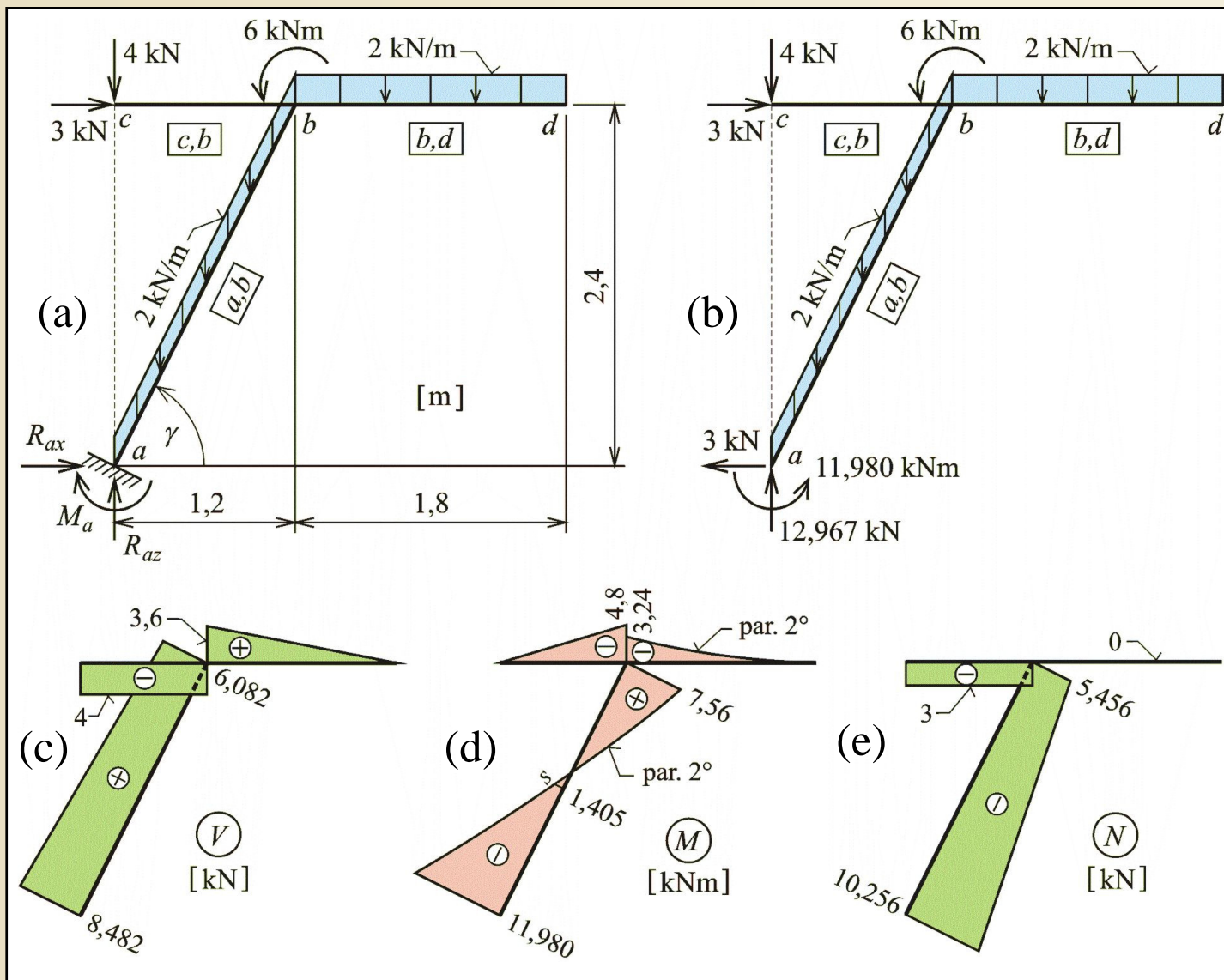
b) **Ohybový moment M** – statické momenty všech sil a momentů působících na zvolenou část lomeného nosníku

c) **Normálová síla N** – složky všech sil ve směru osy prutu



Příklad 5.1

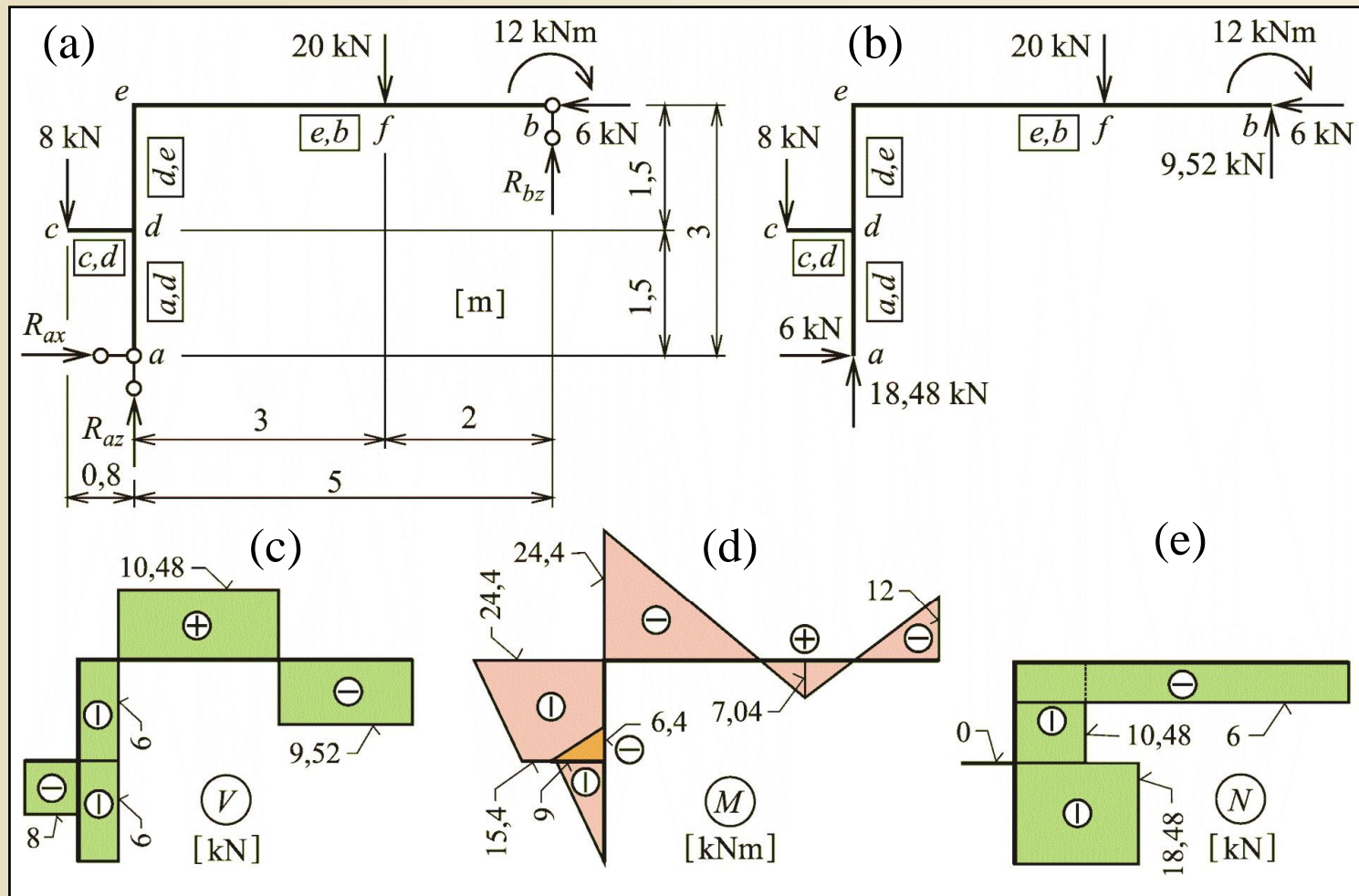
Zadání:
výpočet všech
tří složek
reakcí lomené
konzoly a
průběhy
vnitřních sil



Zadání a řešení
příkladu 5.1
Obr. 8.2. / str. 126

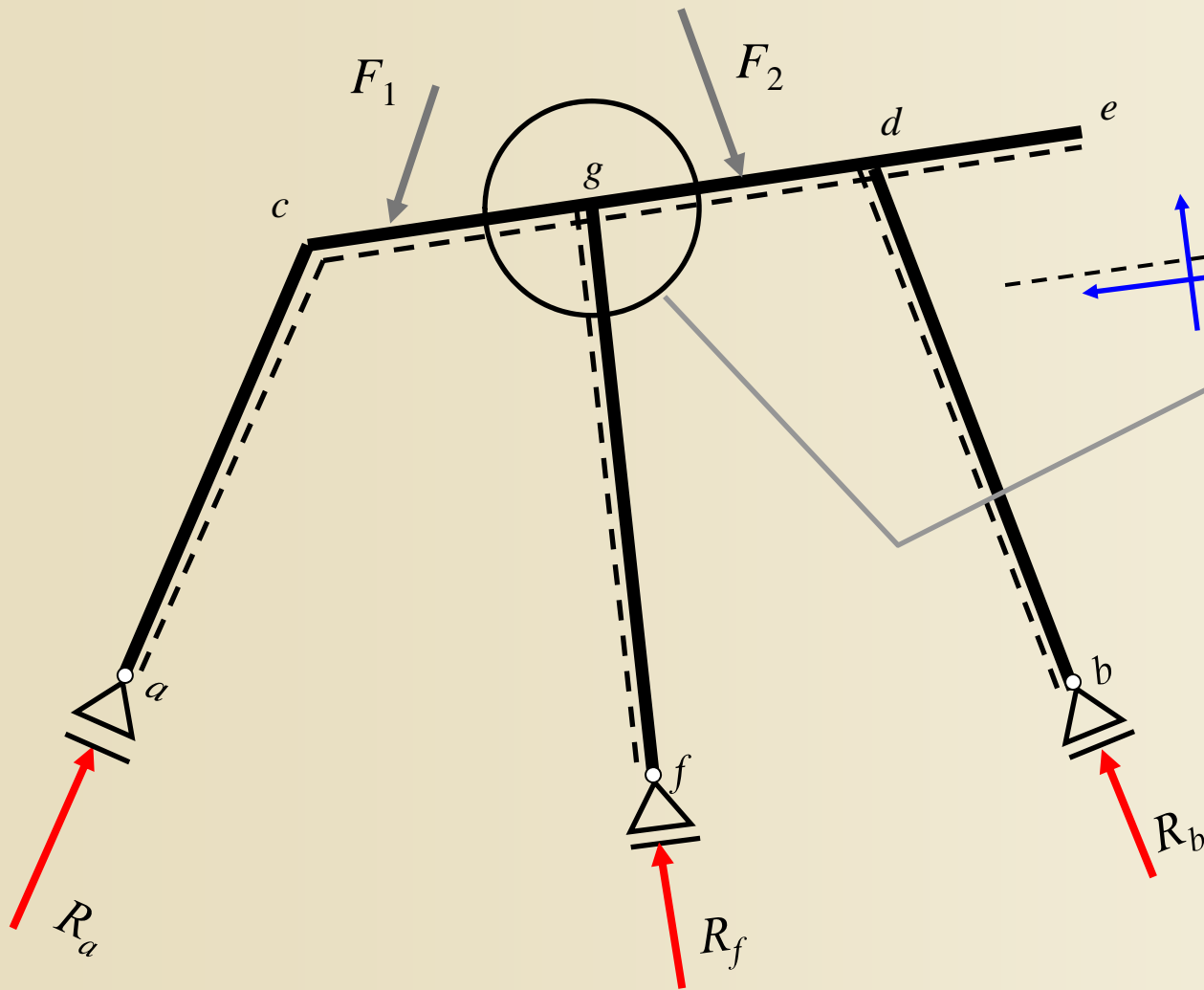
Příklad 5.2

Zadání:
 výpočet všech
 tří složek
 reakcí
 kloubově
 podepřeného
 rovinného
 lomeného
 nosníku a
 průběhy
 vnitřních sil

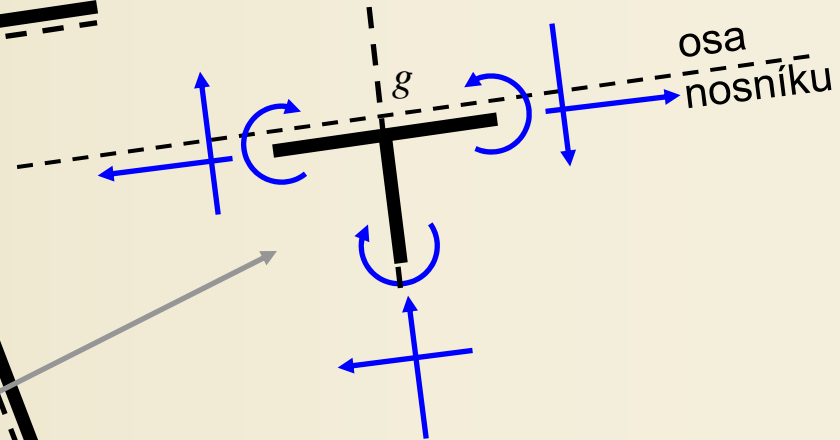


Zadání a řešení příkladu 5.2

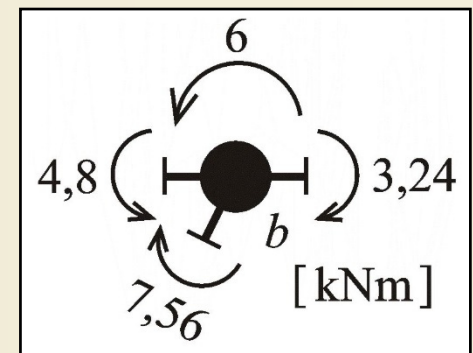
Kontrola rovnováhy styčnicků



Uvolněný uzel g



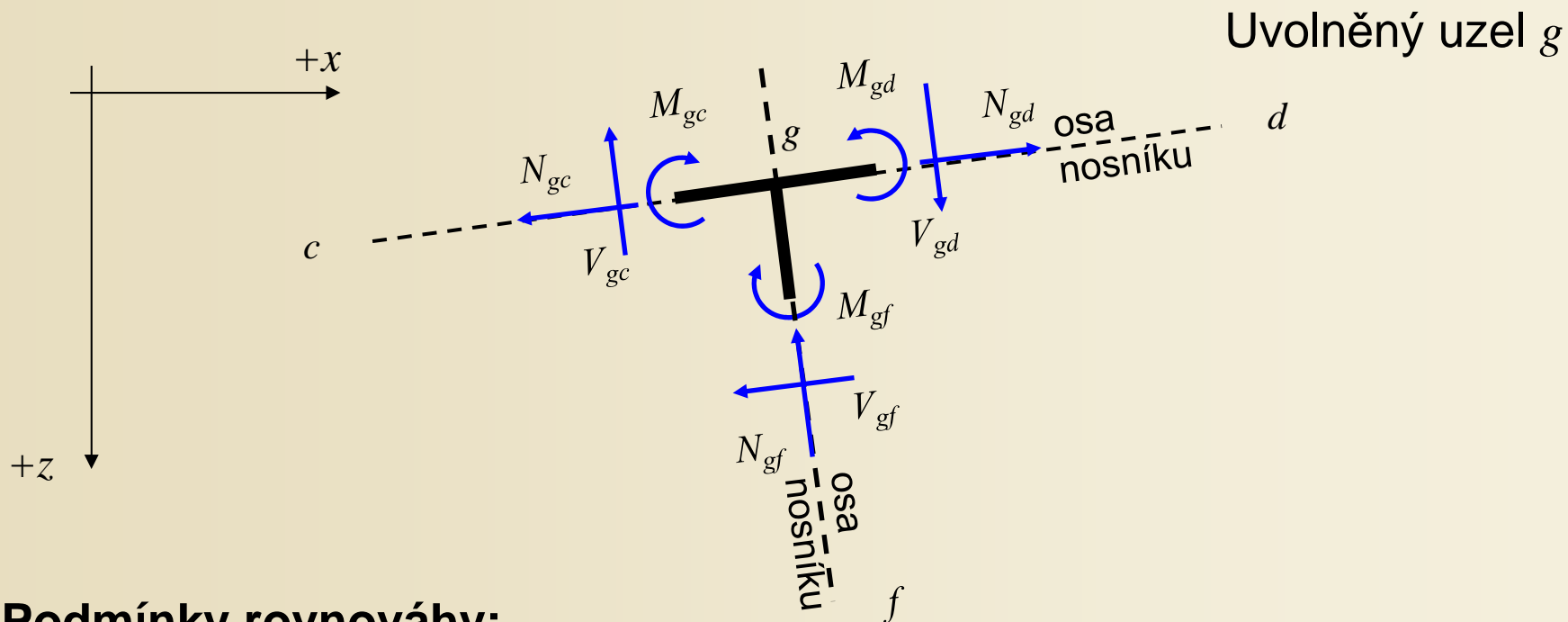
Styčnick b úlohy 8.1



Momentová rovnováha styčnicku

Obr. 8.4. / str. 129

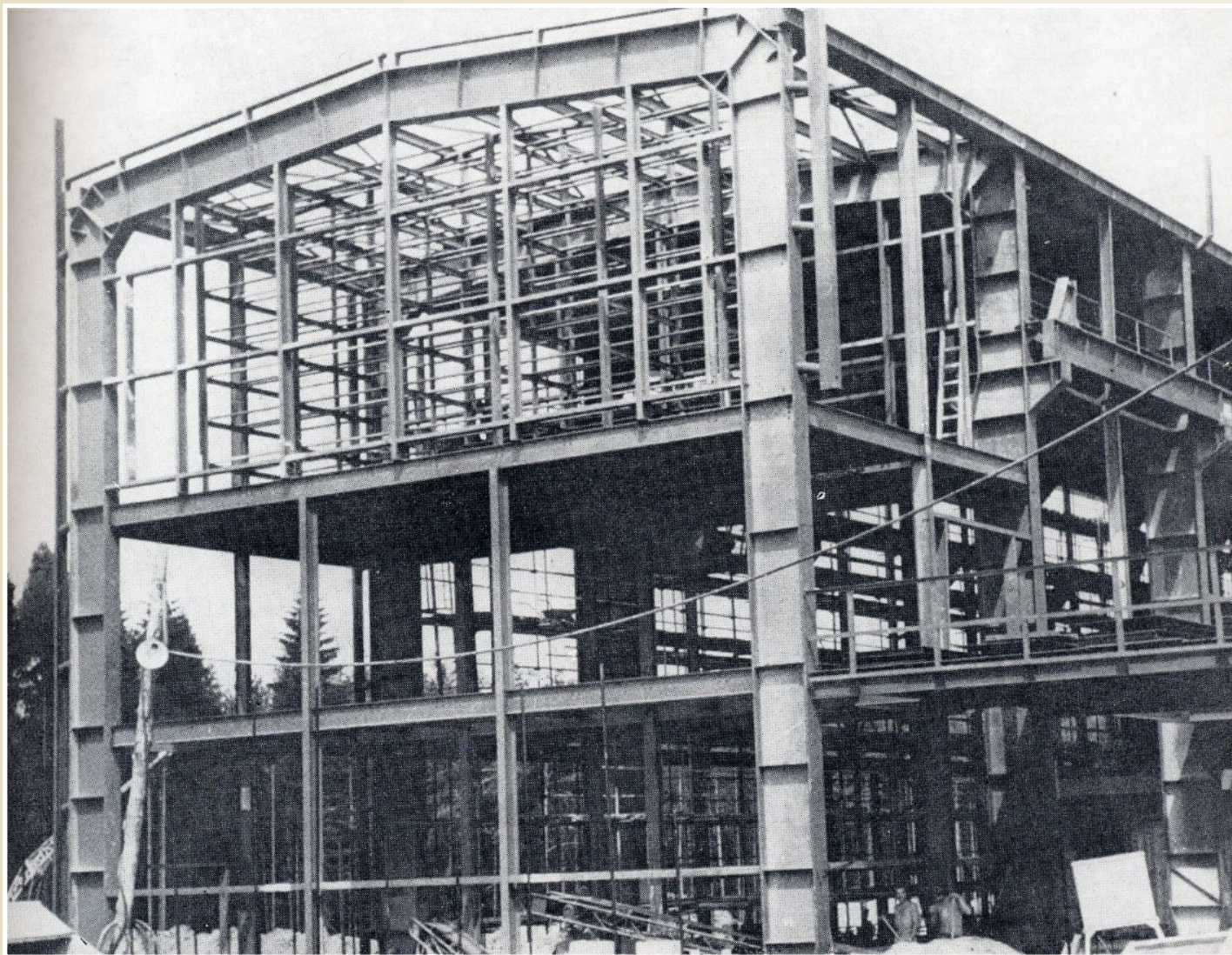
Kontrola rovnováhy styčníků



Podmínky rovnováhy:

1. $R_x = 0$ $-N_{gc,x} - V_{gc,x} - N_{gf,x} - V_{gf,x} + N_{gd,x} + V_{gd,x} = 0$
2. $R_z = 0$ $N_{gc,z} - V_{gc,z} - N_{gf,z} + V_{gf,z} - N_{gd,z} + V_{gd,z} = 0$
3. $\Sigma M_{ig} = 0$ $-M_{gc} - M_{gf} + M_{gd} = 0$

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



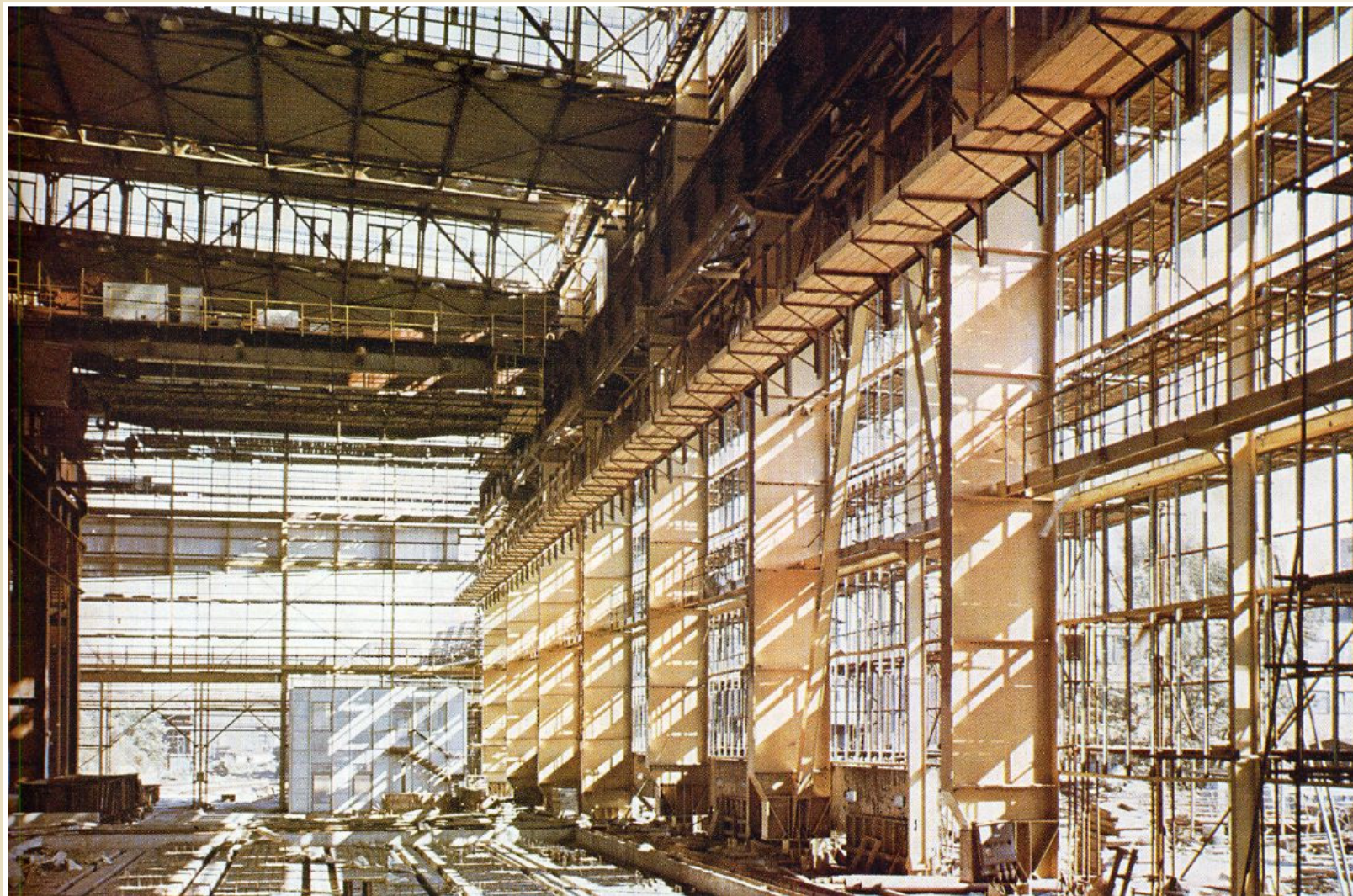
Typická ocelová rámová konstrukce, rozpětí 20,5 m

Ukázky lomených nosníků v rovinné úložce



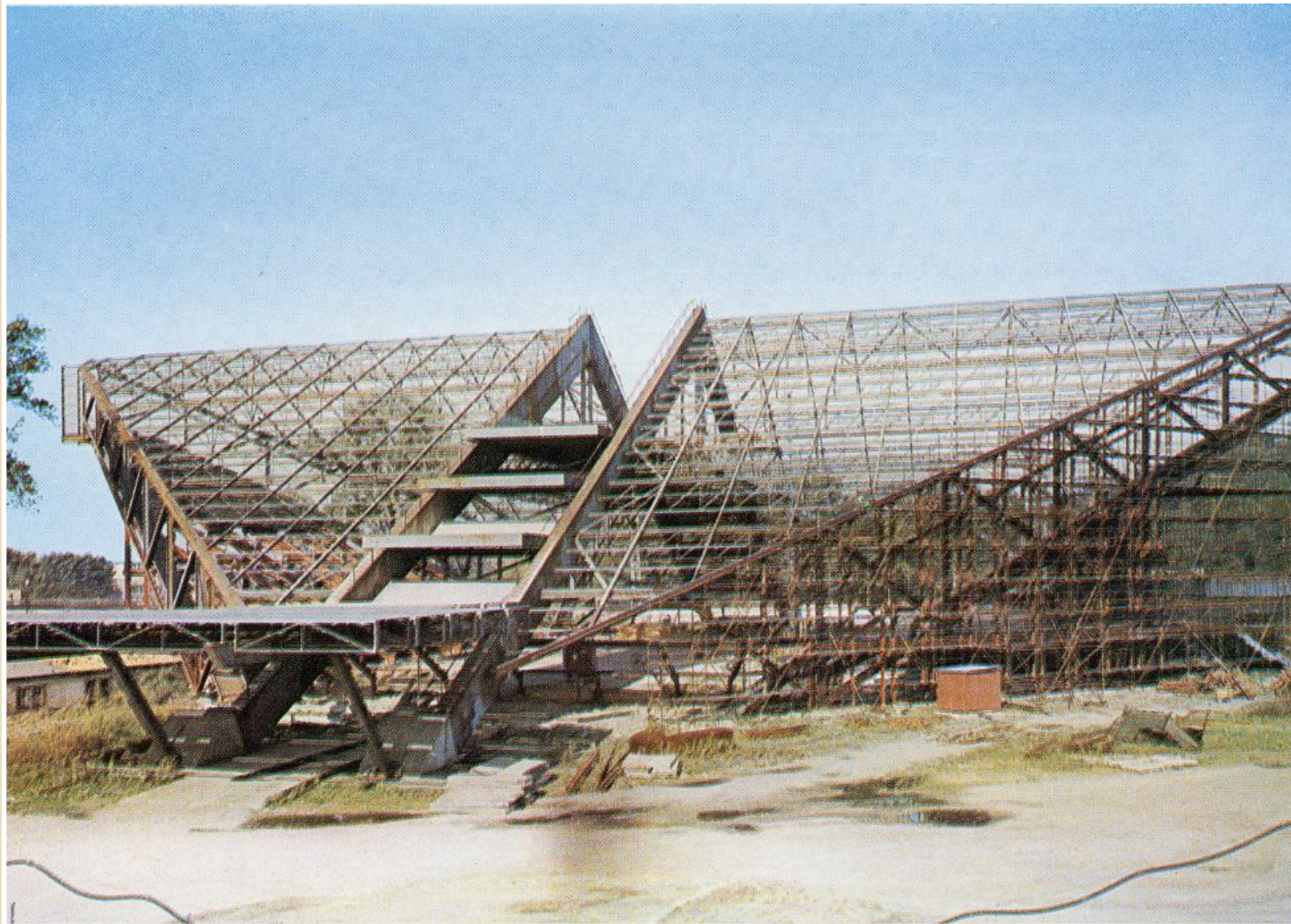
Hala pro výrobu komponent jaderných elektráren, půdorys 130 x 320 m, jeřáby o nosnosti 80 a 200 t, poddolované území, Ostrava - Vítkovice

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



Dvojhalí, půdorys 30 a 24 m, jeřáby o nosnosti 80 a 50 t, poddolované území, Ostrava - Vítkovice

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



Víceúčelová hala, čtvercový půdorys o straně 82,26 m, výška 31,06 m, hlavní nosný prvek střechy tvoří 2 rámy tvaru A, rozpětí 118,12 m, vzdálenost 10,2 m, průřez truhlíkový 3,65 m x 0,8 m, F-M

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



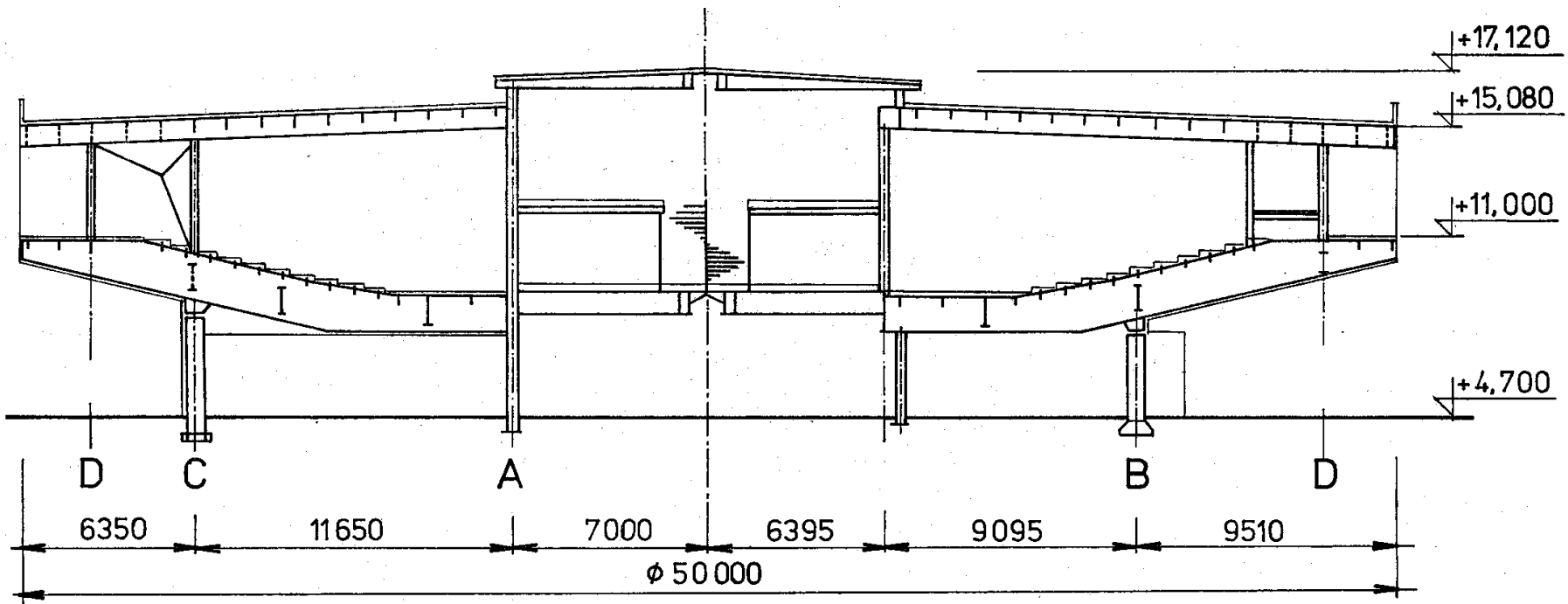
Víceúčelová hala, čtvercový půdorys o straně 82,26 m, výška 31,06 m, hlavní nosný prvek střechy tvoří 2 rámy tvaru A, rozpětí 118,12 m, vzdálenost 10,2 m, průřez truhlíkový 3,65 m x 0,8 m, F-M

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



Posluchárny Vysoké školy báňské – Technická univerzita Ostrava

Ukázky lomených nosníků v rovinné úloze



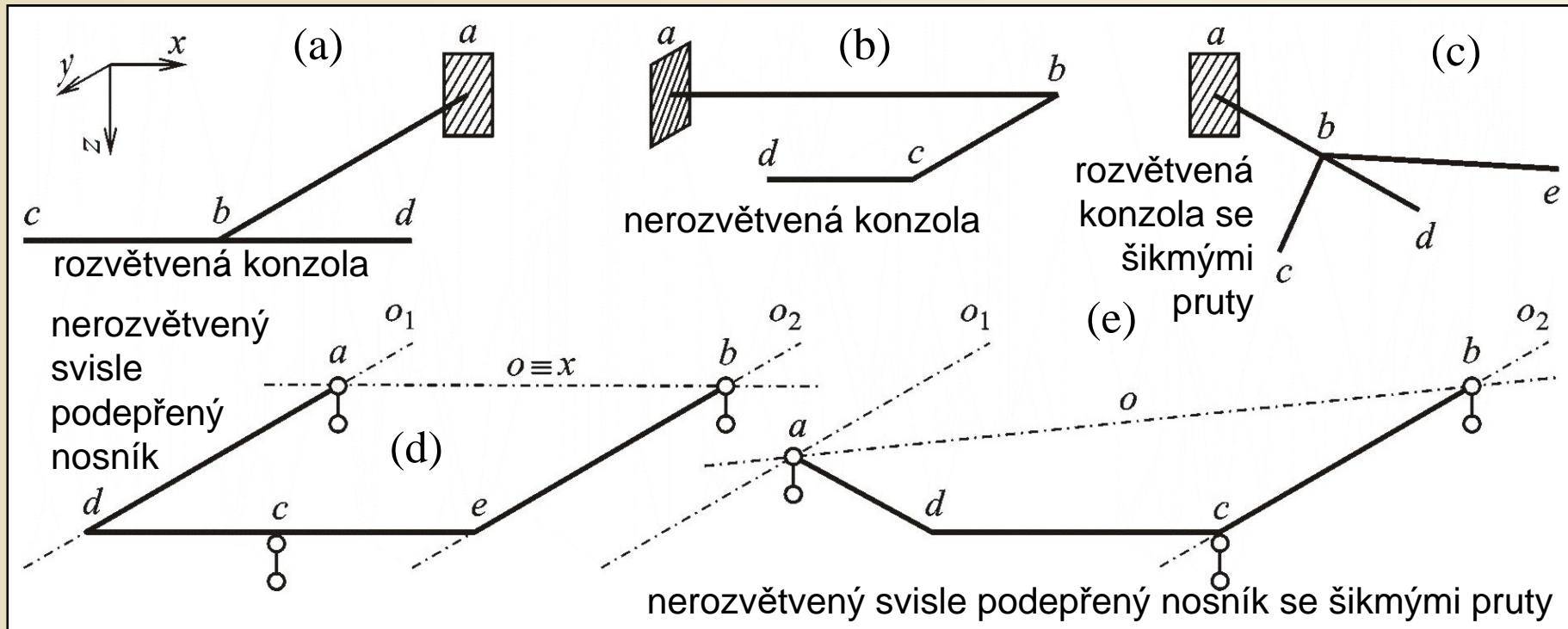
Posluchárny Vysoké školy báňské – Technická univerzita Ostrava, průměr budovy 50 m,
15 radiálně umístěných plnostěnných svařovaných nosníků ve středu vetknuty do prstence
uzavřeného průřezu

Rovinně lomený nosník v příčné úloze

- $n_v=3$
- hlavní rovina xy
- uzly $a..e$

Orientace prutů – levý a pravý uzel dle uspořádané dvojice písmen

Výpočet složek reakcí dle podmínek rovnováhy.



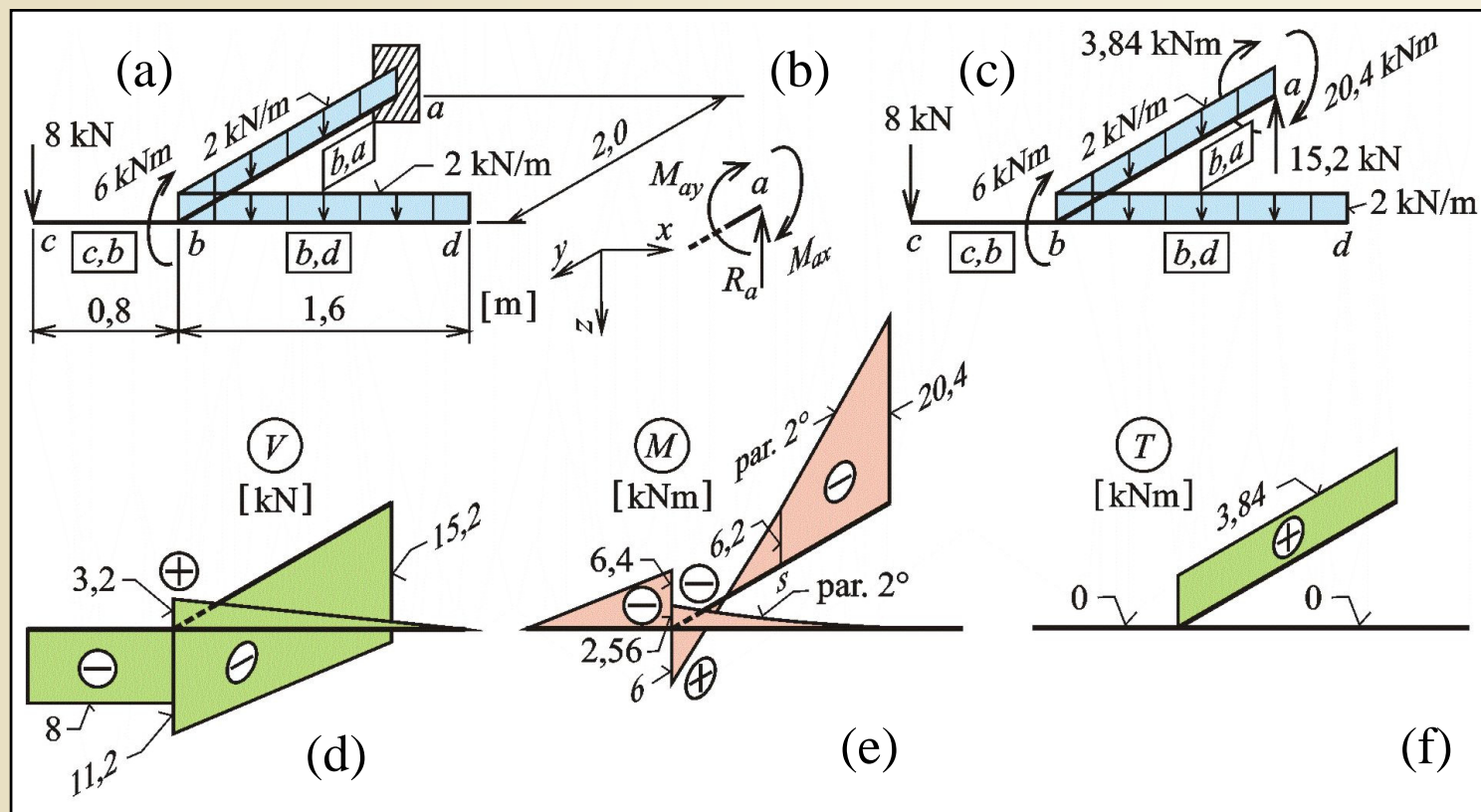
Příklady různých tvarů a způsobů podepření rovinně lomených nosníků v příčné úloze

Nenulové složky vnitřních sil: V, M, T

Obr. 8.5. / str. 130

Příklad 5.3

Zadání:
 výpočet všech
 tří složek
 reakcí rovinně
 lomené
 konzoly a
 průběhy
 vnitřních sil



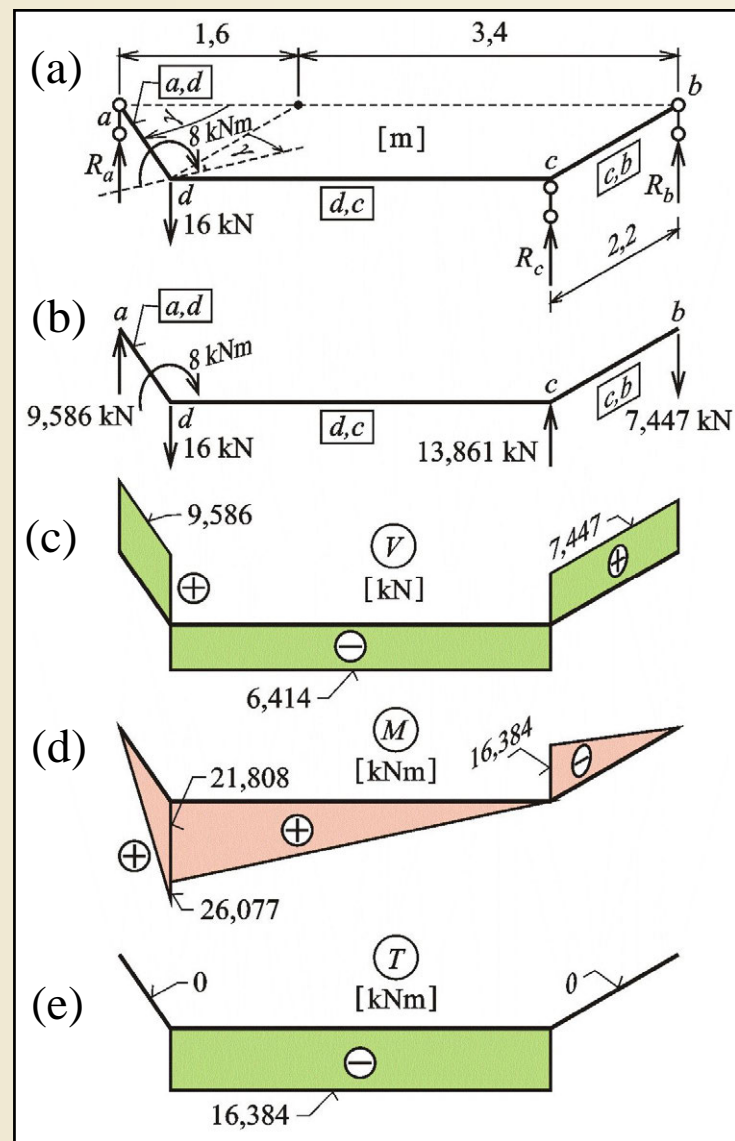
Zadání a řešení příkladu 5.3

Obr. 8.6. / str. 132

Příklad 5.4

Zadání:

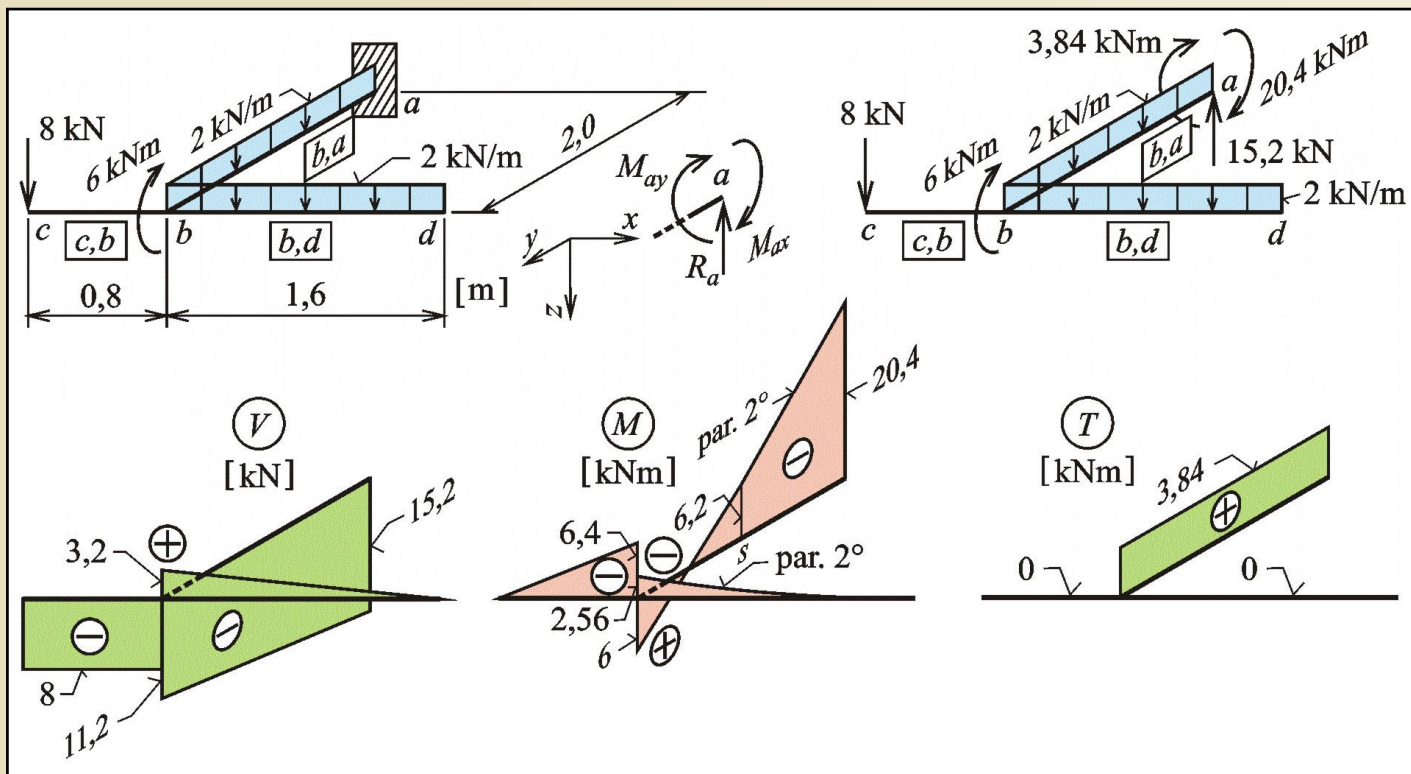
výpočet všech tří složek reakcí svise podepřeného rovinně lomeného nosníku a průběhy vnitřních sil



Zadání a řešení příkladu 5.4

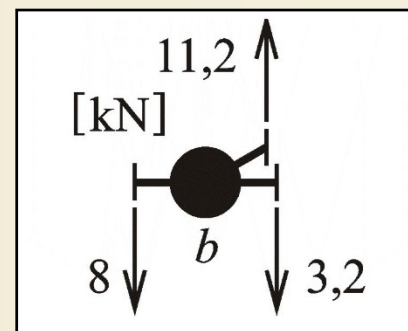
Obr. 8.7. / str. 133

Kontrola rovnováhy styčníků



Styčnick *b* úlohy 5.3

$$R_z = 0: \quad -V_{bc} + V_{bd} + V_{ba} = 0$$



Silová rovnováha styčnicku

Obr. 8.8. / str. 135

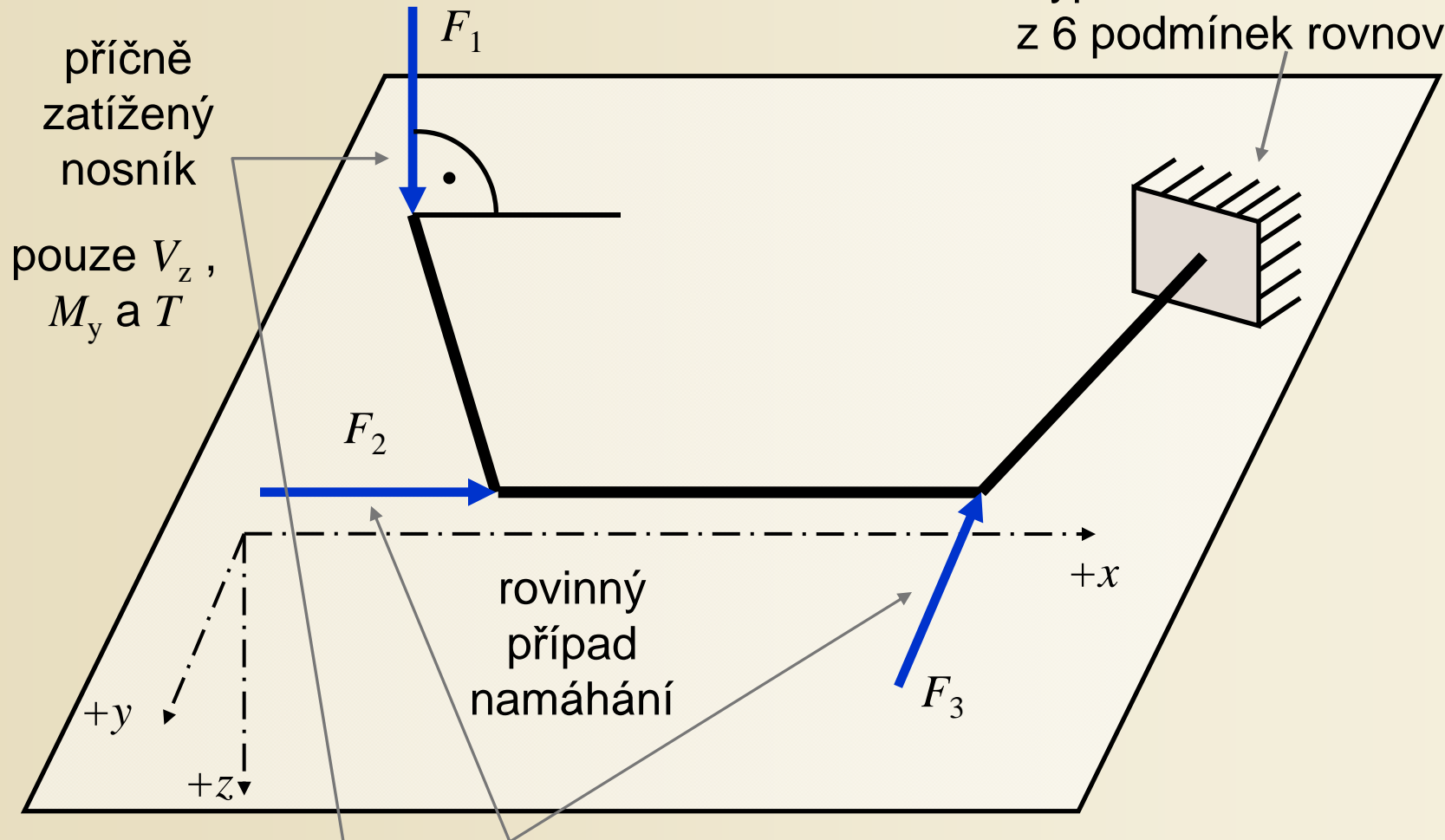
Ukázka zakřiveného nosníku v příčné úloze



Balkónové nosníky nosné konstrukce
základní školy, Brumov – Bylnice,
projekt OKM

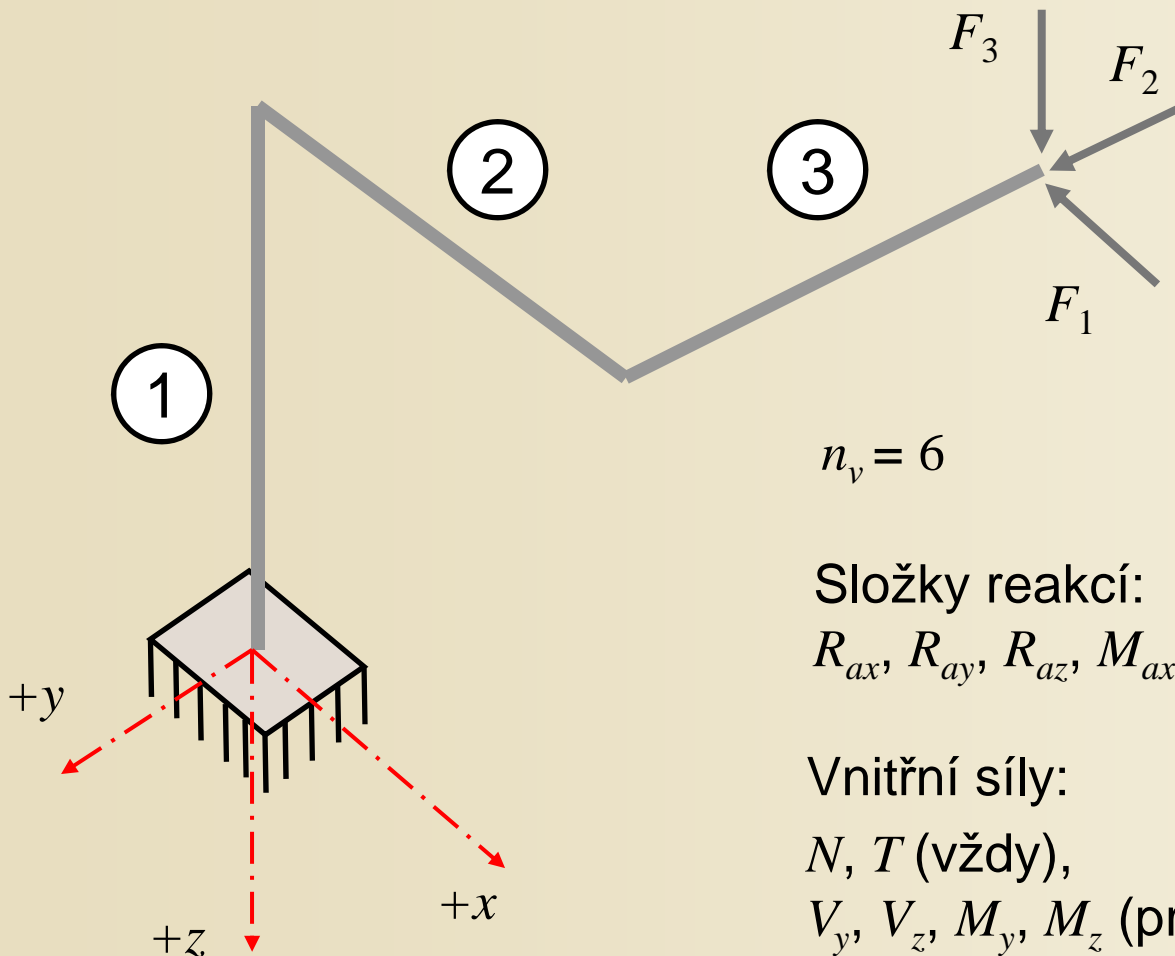
Rovinně lomený nosník v příčné úloze

Výpočet 6 složek reakcí:
z 6 podmínek rovnováhy



Zatížení i složky reakcí lze rozložit
do roviny střednice a do roviny kolmé

Prostorově lomený nosník



$$n_v = 6$$

Složky reakcí:

$$R_{ax}, R_{ay}, R_{az}, M_{ax}, M_{ay}, M_{az}$$

Vnitřní síly:

N, T (vždy),

V_y, V_z, M_y, M_z (prut rovnoběžný s osou x)

V_x, V_z, M_x, M_z (prut rovnoběžný s osou y)

V_x, V_y, M_x, M_y (prut rovnoběžný s osou z)

Příklad 5.5

Zadání:

výpočet všech šesti složek reakcí
 prostorově lomeného nosníku a průběhy
 vnitřních sil

Vnitřní síly:

N , T (vždy),

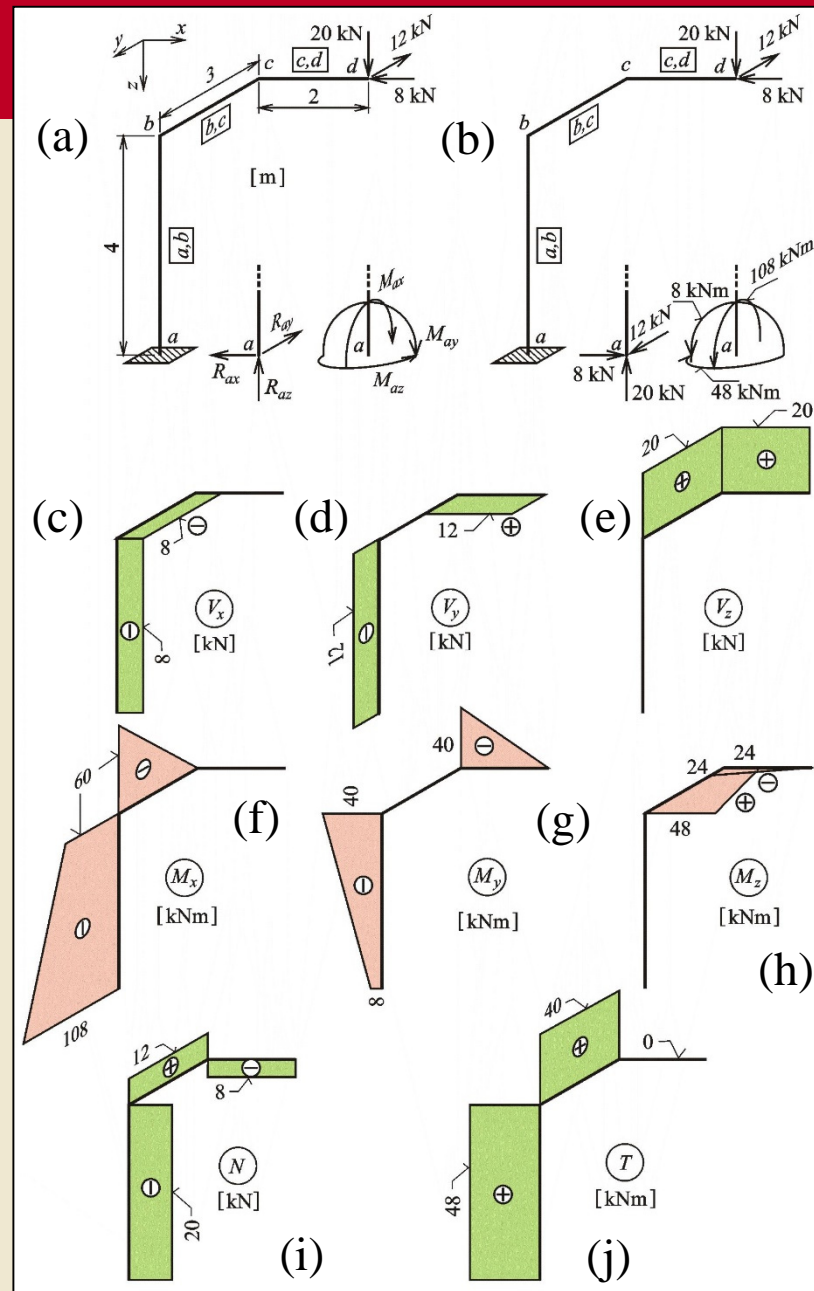
V_y , V_z , M_y , M_z (prut rovnoběžný s osou x)

V_x , V_z , M_x , M_z (prut rovnoběžný s osou y)

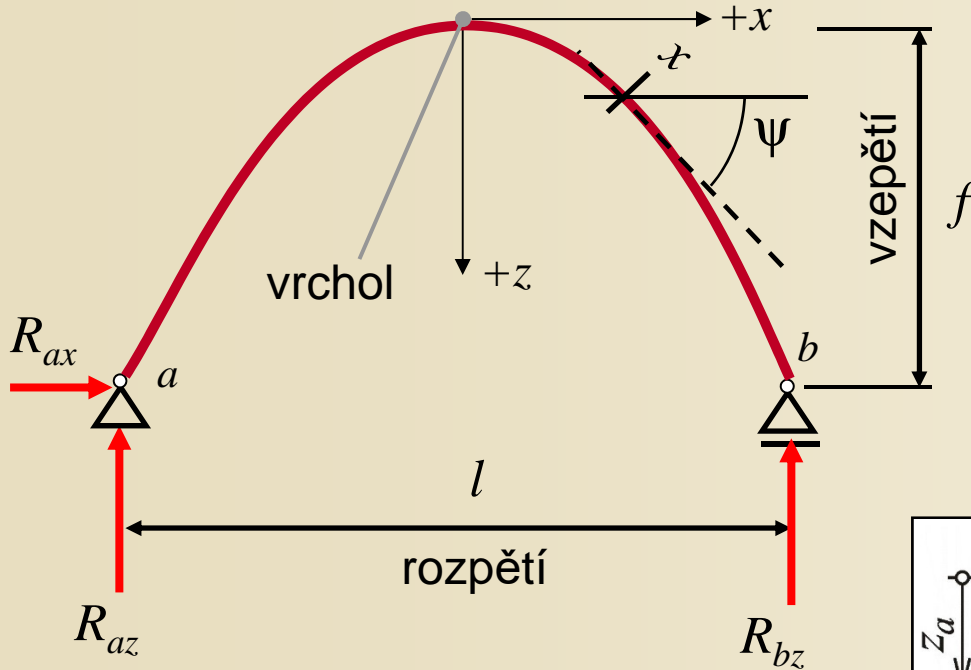
V_x , V_y , M_x , M_y (prut rovnoběžný s osou z)

Zadání a řešení příkladu 5.5

Obr. 8.9. / str. 137



Tvar a podepření rovinného zakřiveného nosníku v rovinné úloze

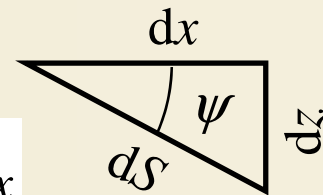


Tvar střednice:

nejčastěji **oblouk kvadratické paraboly**, kružnice, paraboly 4°, řetězovky.

$$z(x) = k \cdot x^2 \quad k = \frac{z_a}{x_a^2} = \frac{z_b}{x_b^2}$$

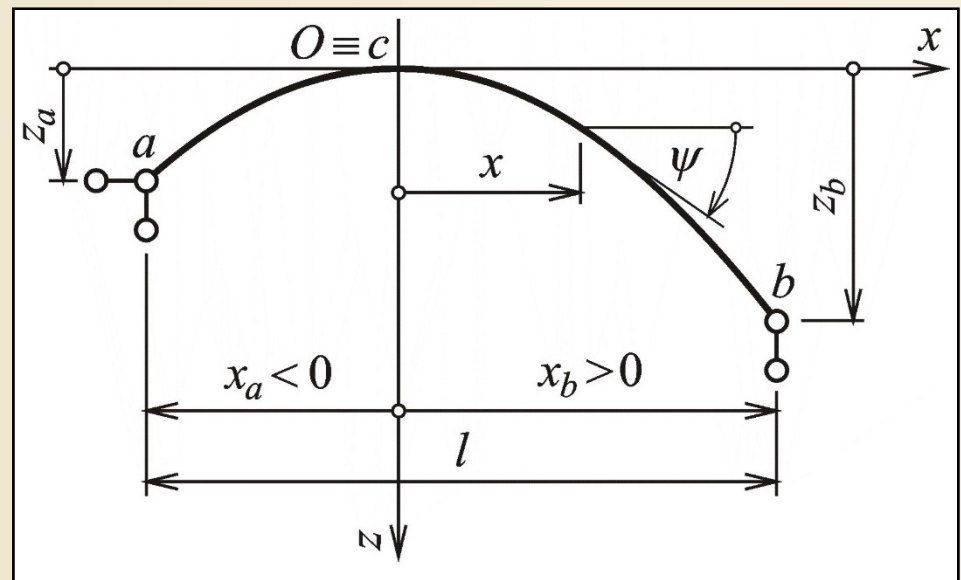
$$\operatorname{tg} \psi = \frac{dz}{dx} = [k \cdot x^2]' = 2 \cdot k \cdot x$$



Složky reakcí z podmínek rovnováhy

Tvar a podepření rovinného zakřiveného nosníku v rovinné úloze

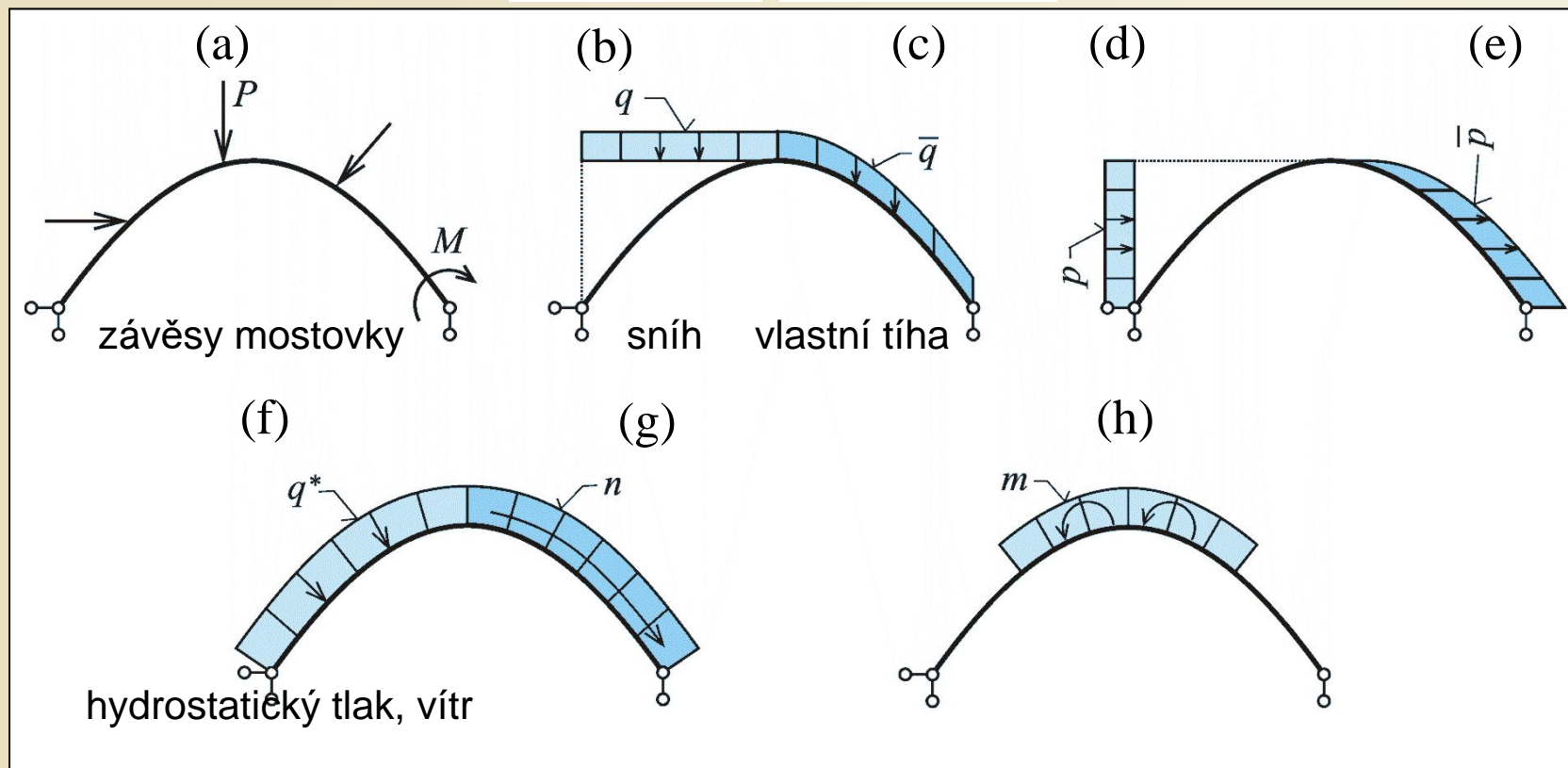
Obr. 8.10. / str. 139



Zatížení rovinně zakřiveného nosníku v rovinné úloze

Spojitá zatížení: svislá a vodorovná na jednotku délky, délky vodorovného, svislého průmětu, kolmé, tečné ke střednici.

$$\bar{q} = q \cdot \cos \psi \quad \bar{p} = p \cdot \sin \psi \quad \bar{q} = q^* \cdot \cos \psi \quad \bar{p} = -q^* \cdot \sin \psi \quad \bar{p} = n \cdot \cos \psi \quad \bar{q} = n \cdot \sin \psi$$



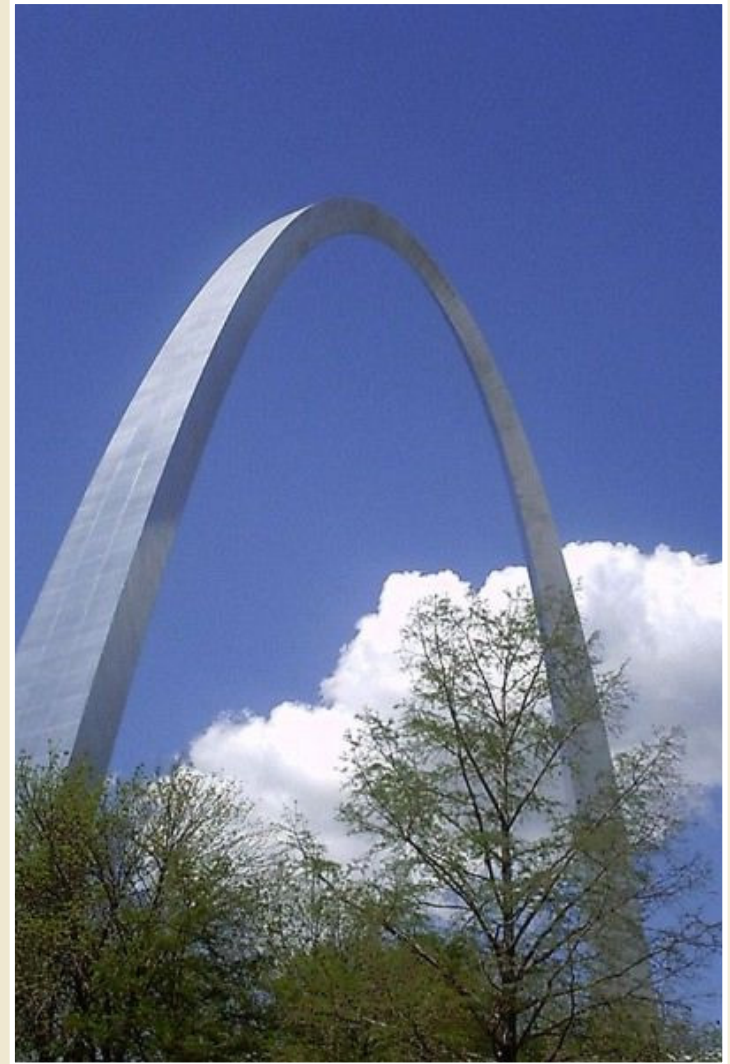
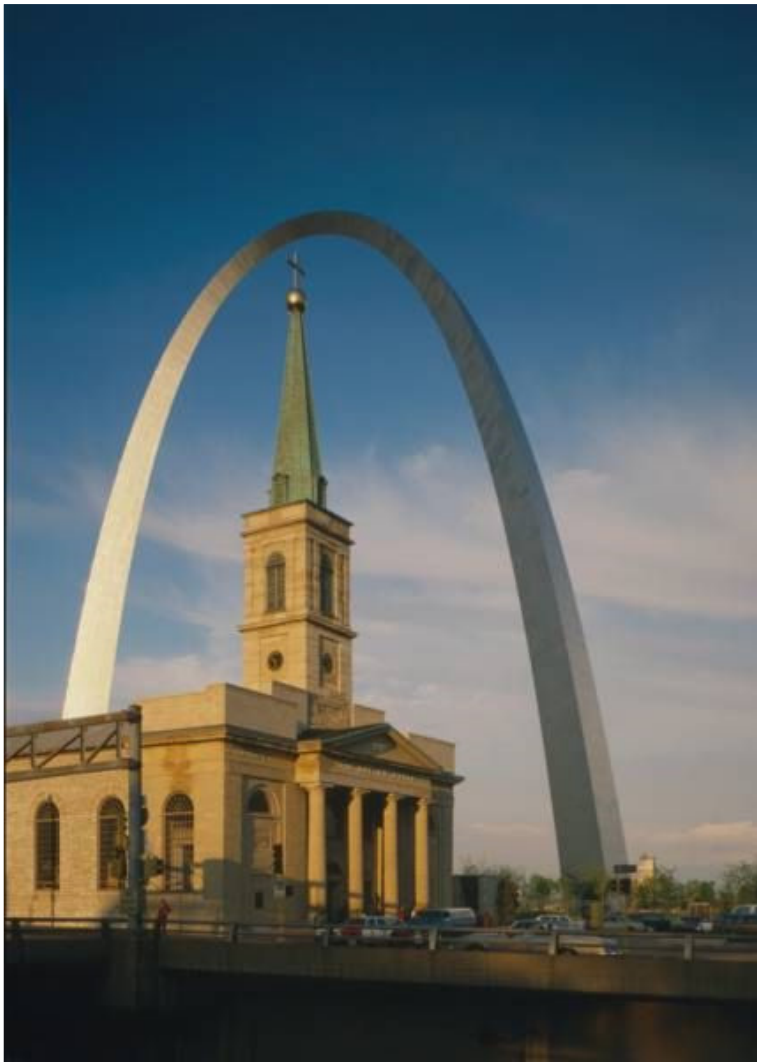
Různé typy zatížení rovinně zakřiveného nosníku v rovinné úloze

Rovinně zakřivený nosník



Gateway Arch, rozpětí a vzezření ocelového oblouku z roku 1966 192,5 m, Saint Louis, Missouri.

Rovinně zakřivený nosník



Gateway Arch, rozpětí a vzepětí ocelového oblouku z roku 1966 192,5 m, Saint Louis, Missouri.

Prostorově zakřivený nosník



Prostorově zakřivený nosník mostu Zubizuri Bridge, Bilbao, Španělsko

Prostorově zakřivený nosník



Prostorově zakřivený nosník mostu Zubizuri Bridge, Bilbao, Španělsko

Prostorově zakřivený nosník



Detail prostorově zakřiveného nosníku mostu Zubizuri Bridge, Bilbao, Španělsko

Zakřivený rámový nosník



Zakřivený rámový nosník mostu Ha'penny Bridge, Dublin, Irsko

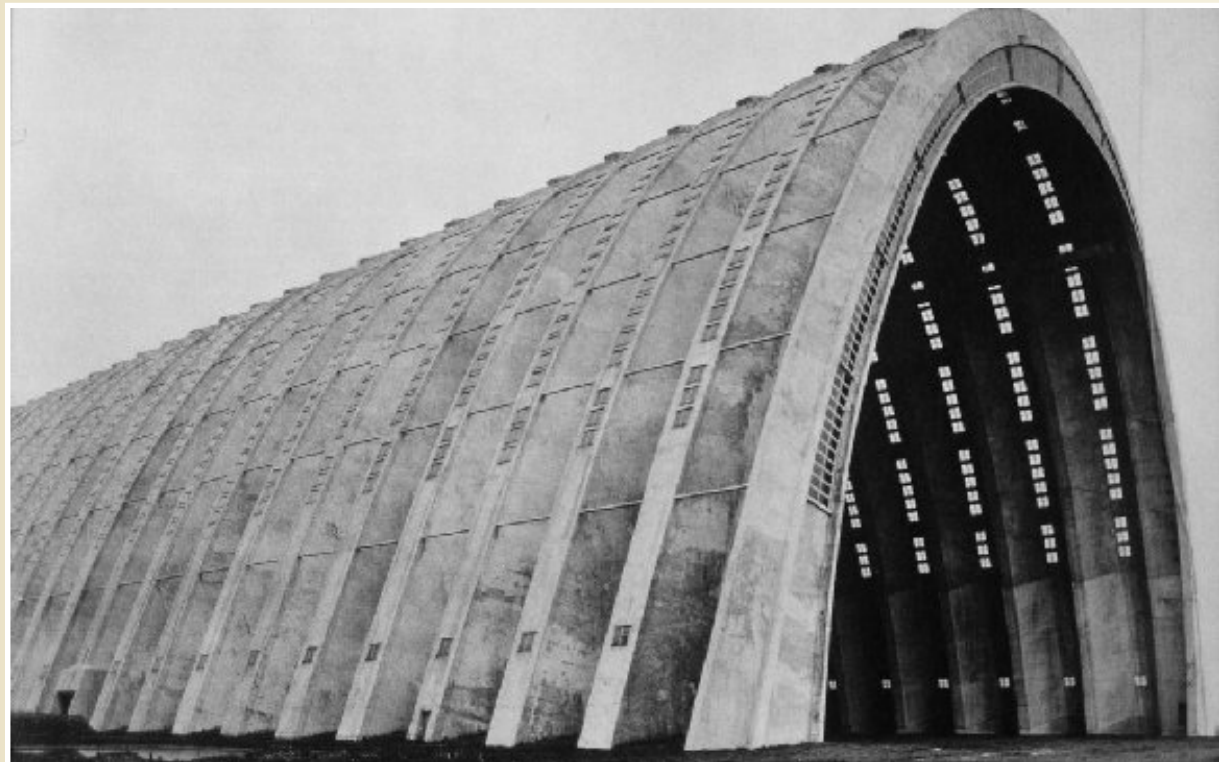
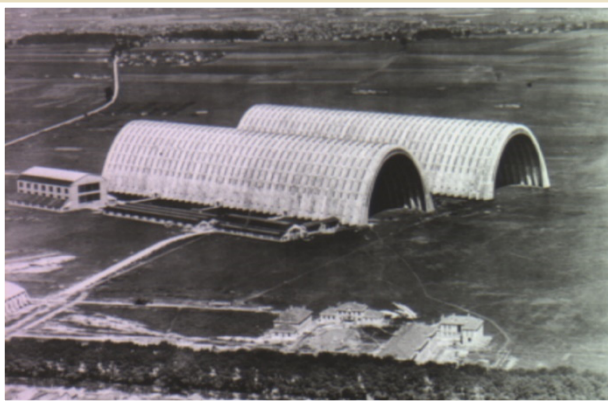
Klenbová parabolická skořepina



Eugene Freyssinet

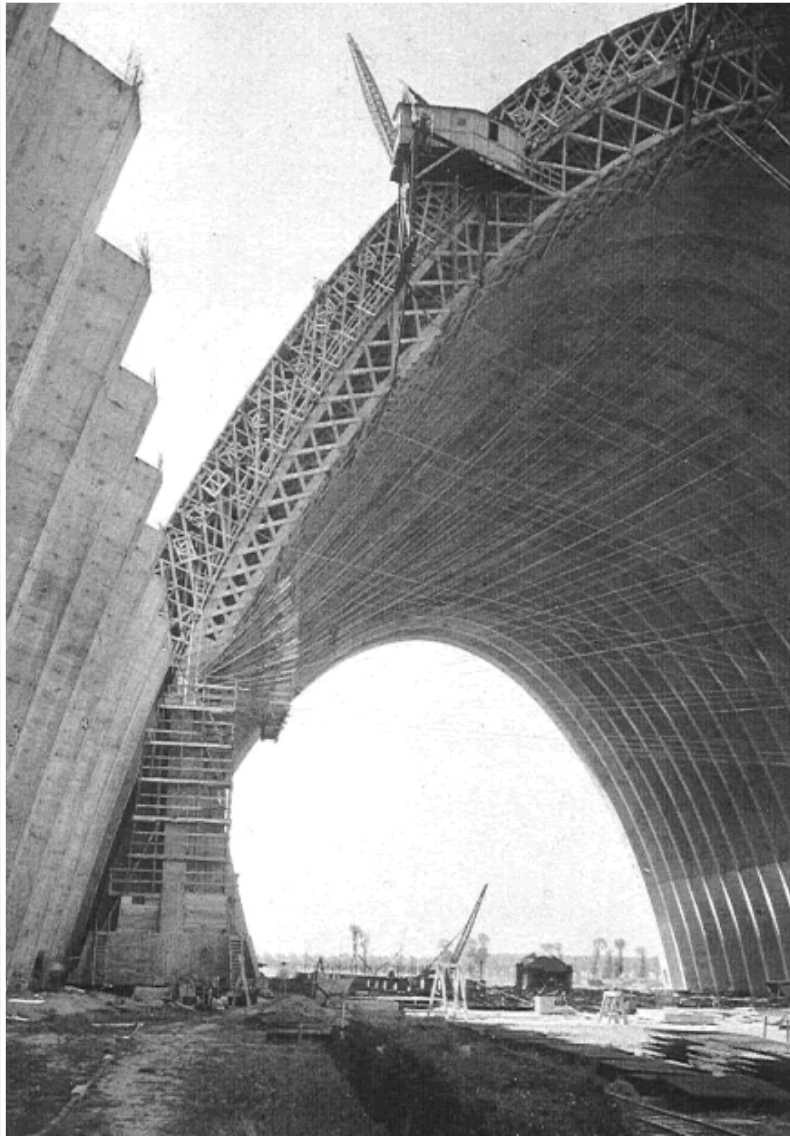
(1879-1962)

Francouzský inženýr, průkopník v oblasti předpjatého železobetonu, tvůrce mnoha konstrukcí a mostů s využitím optimální geometrie nosného systému.



Hangáry pro říditelné vzducholodě v Orly, Paříž, Francie, žebrovaná válcová klenbová železobetonová skořepina s parabolickým tvarem, rozpětí 75 m, výstavba 1921-23, zničeno 1944.

Klenbová parabolická skořepina



Hangáry pro říditelné vzducholodě v Orly, Paříž, Francie, žebrovaná válcová klenbová železobetonová skořepina s parabolickým tvarem, rozpětí 75 m, výstavba 1921-23, zničeno 1944.

Rovinně zakřivený nosník



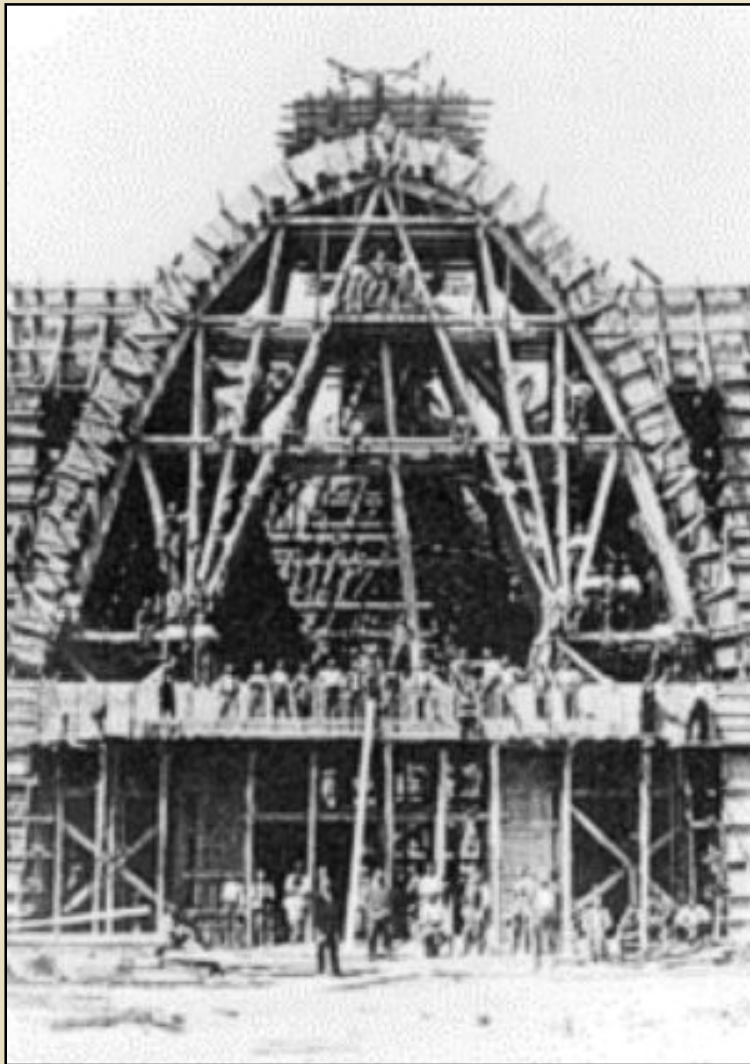
Výstavní pavilon A ve funkcionalistickém stylu z roku 1928 o ploše 12 500 m², autor projektu železobetonové konstrukce arch. Emil Králík, výstaviště, Brno.

Rovinně zakřivený nosník



Výstavní pavilon A ve funkcionalistickém stylu z roku 1928 o ploše 12 500 m², autor projektu železobetonové konstrukce arch. Emil Králík, výstaviště, Brno.

Rovinně zakřivený nosník



Výstavní pavilon A ve funkcionalistickém stylu z roku 1928 o ploše 12 500 m², autor projektu železobetonové konstrukce arch. Emil Králík, výstaviště, Brno.

Rovinně zakřivený nosník

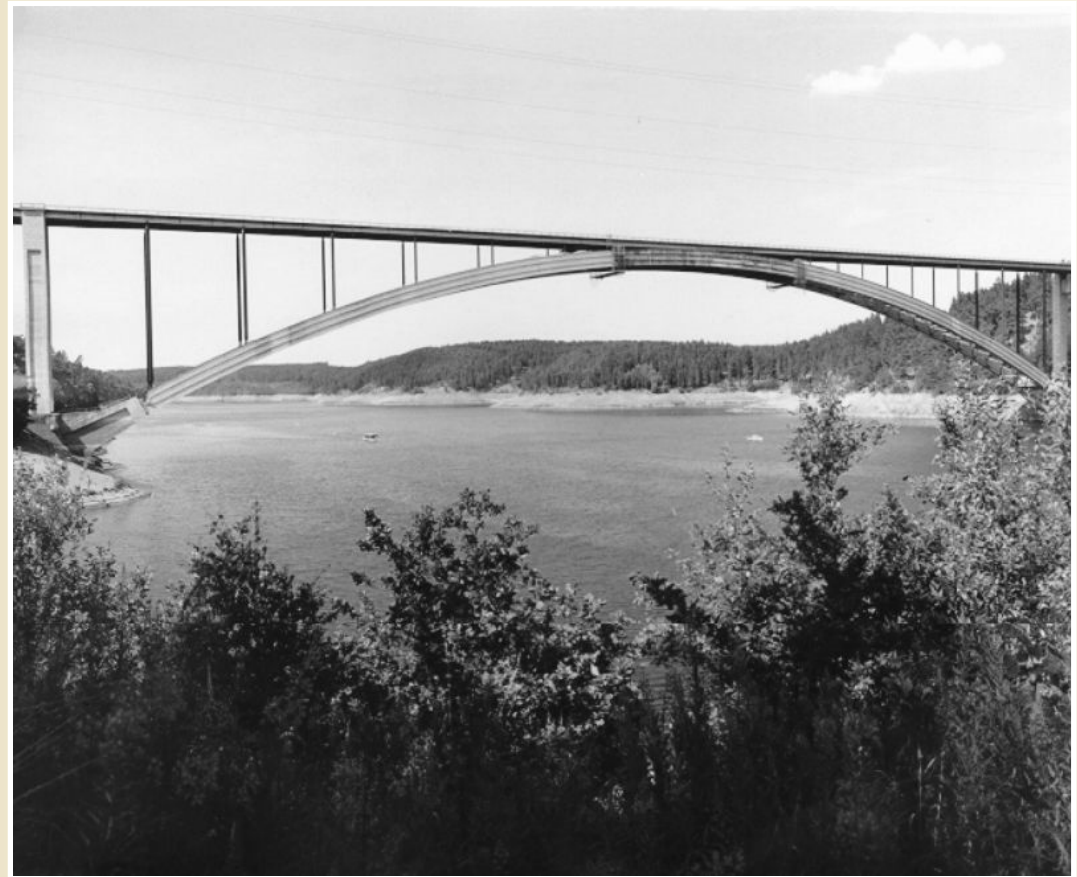


Rovinně zakřivený nosník



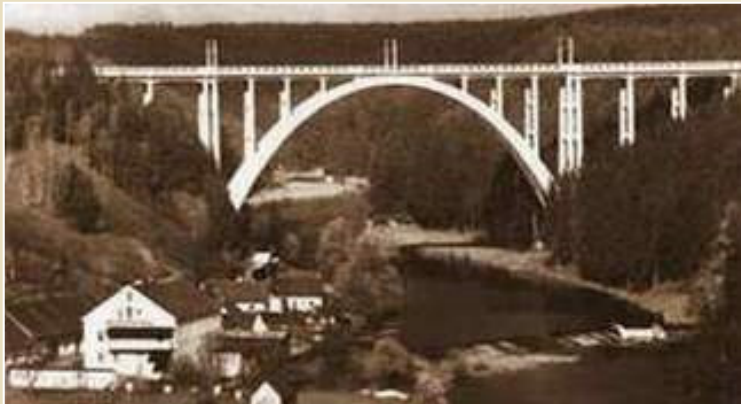
Žďákovský obloukový most z roku 1965, délka 540 m, hlavní oblouk o rozpětí 330 m podpírá konstrukci mostovky ve výšce 50 m nad hladinou jezera Orlické přehrady.

Rovinně zakřivený nosník



Žďákovský obloukový most z roku 1965, délka 540 m, hlavní oblouk o rozpětí 330 m podpírá konstrukci mostovky ve výšce 50 m nad hladinou jezera Orlické přehrady.

Rovinně zakřivený nosník



Železobetonový obloukový most „Bechyňská duha“ z roku 1928 přes řeku Lužnici, 2 obloukové pásy obdélníkového průřezu, rozpětí oblouku 90 m, vzepětí 38 m, oblouky se směrem k vrcholu zužují z 8,25 na 6,0 m, celkové délka mostu 224,8 m.

Rovinně zakřivený nosník



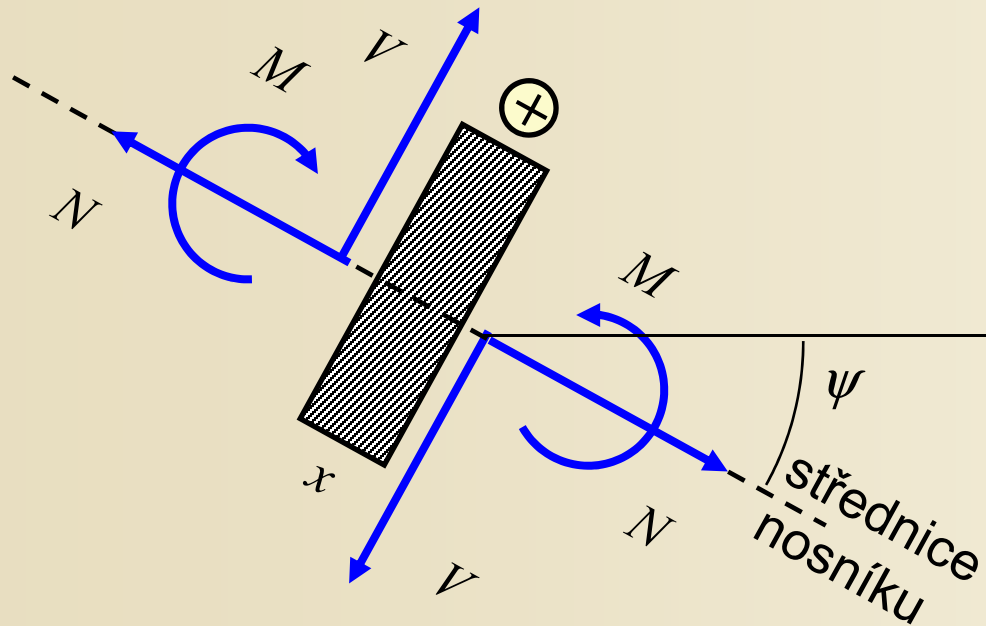
Rovinně zakřivený vazník, Výzkumné energetické centrum VŠB-TU Ostrava

Prostorově zakřivený nosník



Železobetonový předpjatý tramvajový most Brno – Pisárky, specifický svým zakřivením, stoupáním a nestejnou tloušťkou, šířky 9 m.

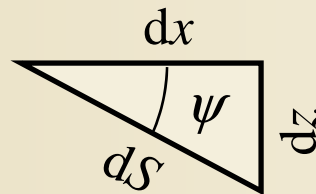
Výpočet vnitřních sil v zadaném průřezu



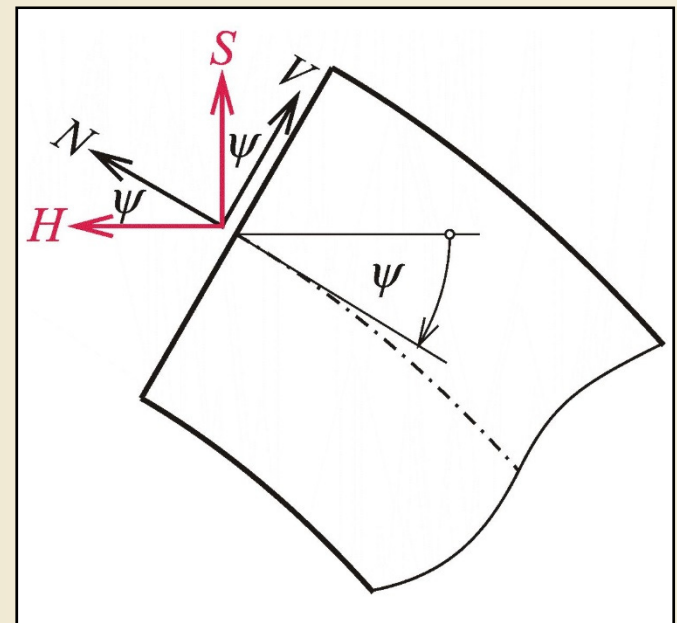
Sklon tečny ke střednici nosníku

$$z(x) = k \cdot x^2$$

$$k = \frac{z_a}{x_a^2} = \frac{z_b}{x_b^2}$$



$$\operatorname{tg} \psi = \frac{dz}{dx} = \left[k \cdot x^2 \right]' = 2 \cdot k \cdot x$$

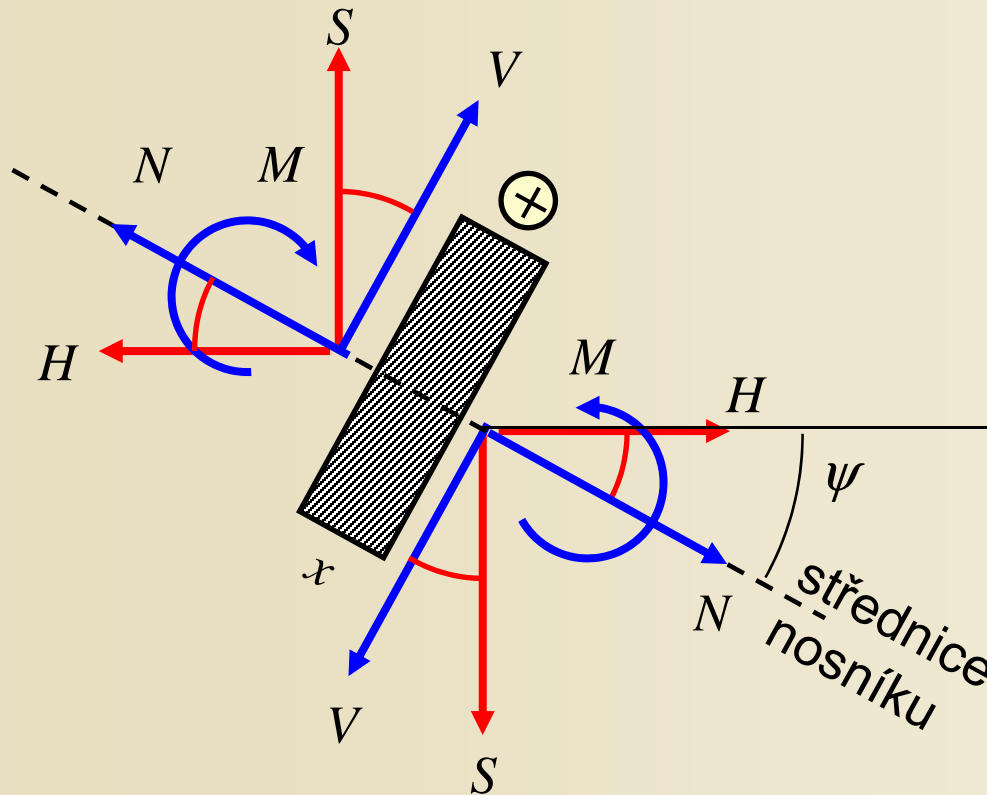


Pomocné vnitřní síly

Obr. 8.12. / str. 141

Výpočet vnitřních sil v zadaném průřezu

Rozklad sil na složky rovnoběžné a kolmé k tečně



$$\operatorname{tg} \psi = 2.k.x$$

$$N = H \cdot \cos \psi + S \cdot \sin \psi$$

$$V = -H \cdot \sin \psi + S \cdot \cos \psi$$

$$\cos \psi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}}$$

$$\sin \psi = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}}$$

Diferenciální podmínky rovnováhy elementu

$$R_{\text{kolmo ke střednici}} = 0: (V + dV) \cdot \cos d\psi - V + (N + dN) \cdot \sin d\psi + q^* \cdot ds = 0 \rightarrow \frac{dV}{ds} = -\frac{N}{r} - q^*$$

$$R_{\text{směr tečný ke střednici}} = 0: (N + dN) \cdot \cos d\psi - N + (V + dV) \cdot \sin d\psi + n \cdot ds = 0 \rightarrow \frac{dN}{ds} = \frac{V}{r} - n$$

$$\Sigma M_{i,s} = 0:$$

$$(M + dM) - M - (V + dV) \cdot ds + m \cdot ds = 0$$

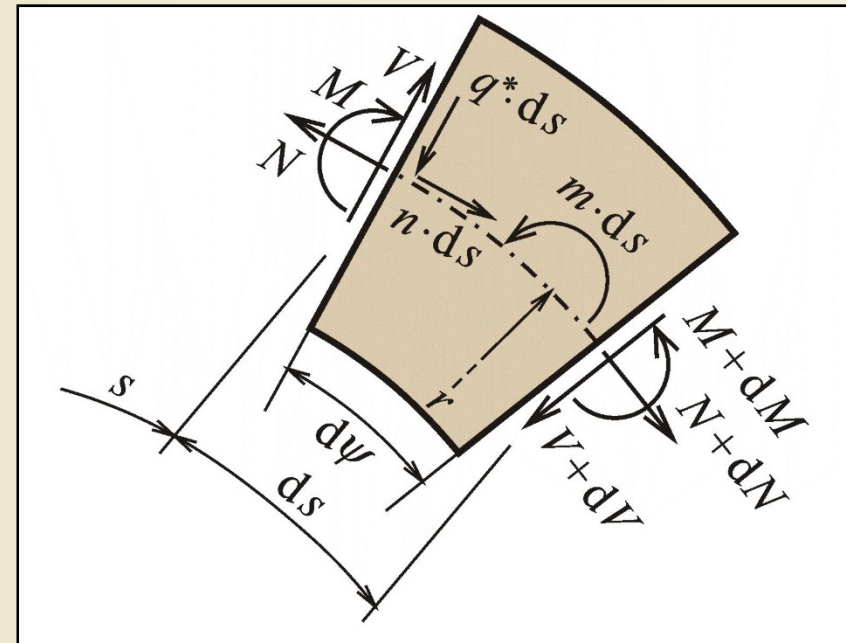
$$\rightarrow \frac{dM}{ds} = V - m$$

Extrémy vnitřních sil:

a) lokální extrém $V \rightarrow N = 0$

b) lokální extrém $N \rightarrow V = 0$

c) lokální extrém $M \rightarrow V = 0$

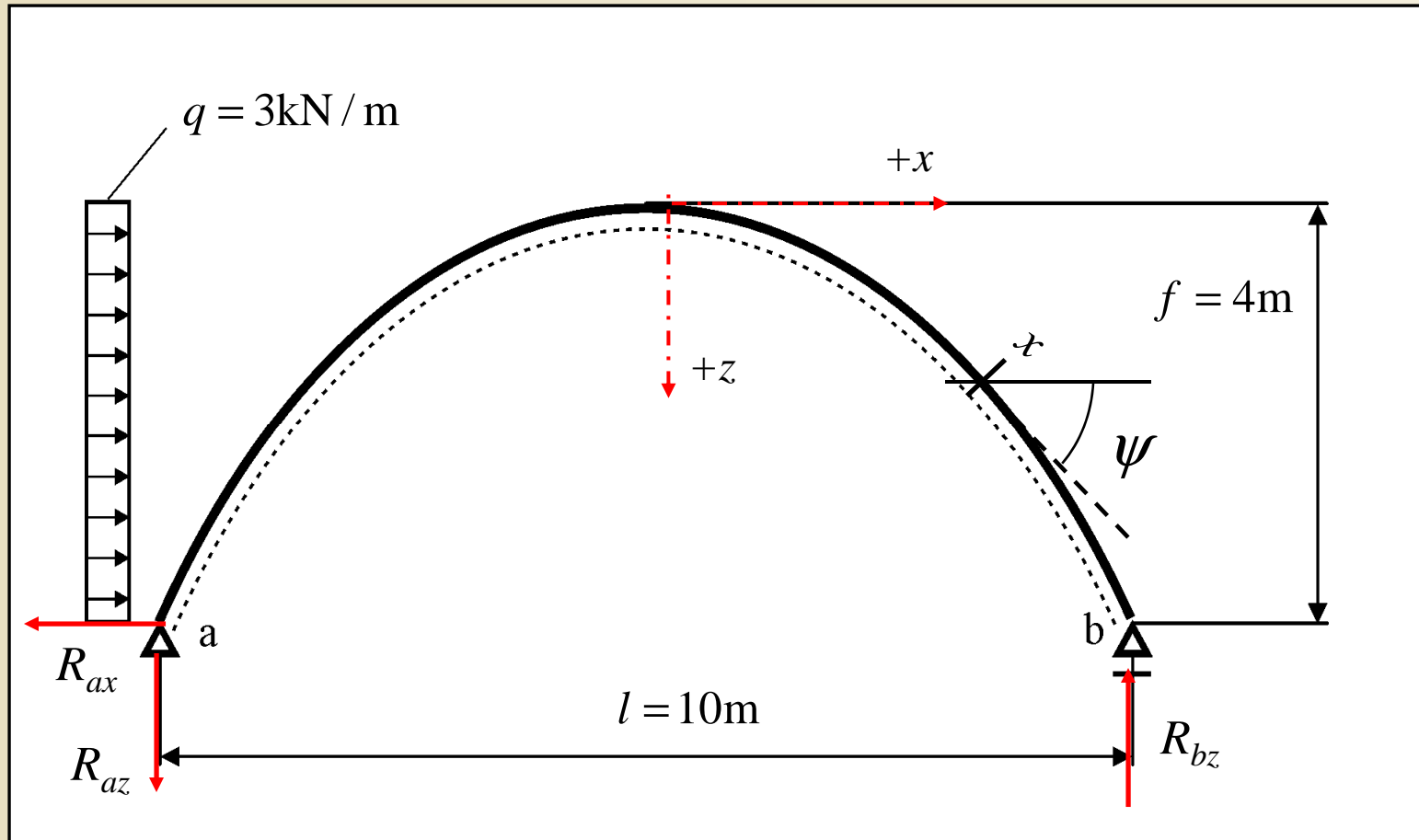


Diferenciální podmínky rovnováhy elementu rovinně zakřiveného nosníku v rovinné úloze

Obr. 8.13. / str. 141

Příklad rovinně zakřiveného nosníku

Zadání geometrie konstrukce a zatížení:



Příklad - tvar, tečna



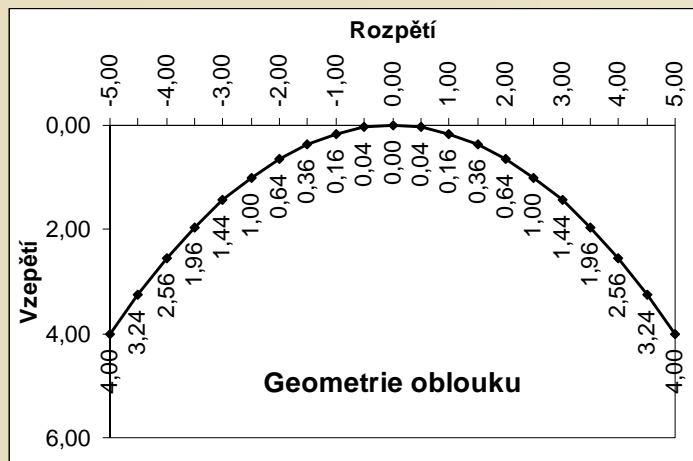
Tabulkový výpočet (Excel)

$$z(x) = k \cdot x^2$$

$$\operatorname{tg} \psi = 2 \cdot k \cdot x$$

$$\cos \psi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}}$$

$$\sin \psi = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}}$$



x	z	tg ψ	ψ [rad]	ψ [deg]	cos ψ	sin ψ
-5,00	4,00	-1,600000	-1,012197	-57,994617	0,529999	-0,847998
-4,50	3,24	-1,440000	-0,963809	-55,222169	0,570396	-0,821370
-4,00	2,56	-1,280000	-0,907593	-52,001268	0,615644	-0,788024
-3,50	1,96	-1,120000	-0,841942	-48,239700	0,666016	-0,745938
-3,00	1,44	-0,960000	-0,764993	-43,830861	0,721387	-0,692532
-2,50	1,00	-0,800000	-0,674741	-38,659808	0,780869	-0,624695
-2,00	0,64	-0,640000	-0,569313	-32,619243	0,842271	-0,539054
-1,50	0,36	-0,480000	-0,447520	-25,641006	0,901523	-0,432731
-1,00	0,16	-0,320000	-0,309703	-17,744672	0,952424	-0,304776
-0,50	0,04	-0,160000	-0,158655	-9,090277	0,987441	-0,157991
0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000
0,50	0,04	0,160000	0,158655	9,090277	0,987441	0,157991
1,00	0,16	0,320000	0,309703	17,744672	0,952424	0,304776
1,50	0,36	0,480000	0,447520	25,641006	0,901523	0,432731
2,00	0,64	0,640000	0,569313	32,619243	0,842271	0,539054
2,50	1,00	0,800000	0,674741	38,659808	0,780869	0,624695
3,00	1,44	0,960000	0,764993	43,830861	0,721387	0,692532
3,50	1,96	1,120000	0,841942	48,239700	0,666016	0,745938
4,00	2,56	1,280000	0,907593	52,001268	0,615644	0,788024
4,50	3,24	1,440000	0,963809	55,222169	0,570396	0,821370
5,00	4,00	1,600000	1,012197	57,994617	0,529999	0,847998

Příklad – výpočet reakcí

Výpočet reakcí pomocí podmínek rovnováhy

1. $R_x = 0:$ R_{ax}

$$q \cdot f - R_{ax} = 0$$

$$R_{ax} = q \cdot f = 12 \text{ kN} (\leftarrow)$$

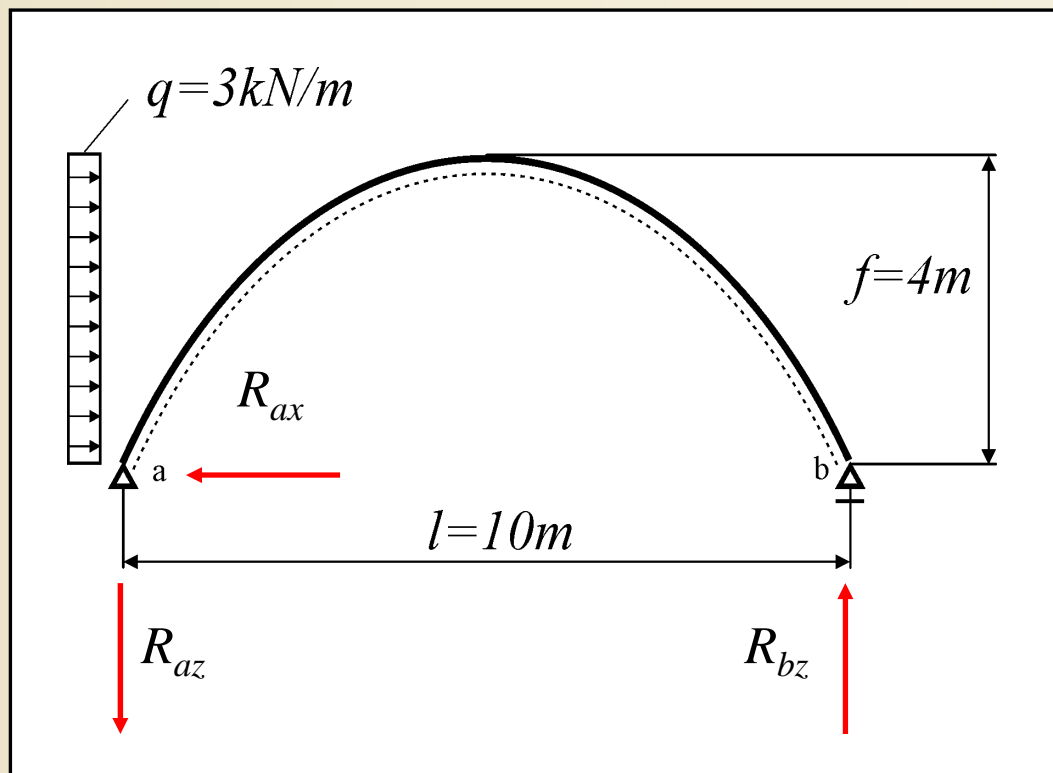
2. $\Sigma M_{i,a} = 0:$ R_{bz}

$$-\frac{q \cdot f^2}{2} + R_{bz} \cdot l = 0$$

$$R_{bz} = \frac{q \cdot f^2}{2 \cdot l} = 2,40 \text{ kN} (\uparrow)$$

3. $\Sigma M_{i,b} = 0:$ R_{az}

$$R_{az} = \frac{q \cdot f^2}{2 \cdot l} = 2,40 \text{ kN} (\downarrow)$$



4. $R_z = 0:$ kontrola

$$-R_{az} + R_{bz} = 0$$

Příklad – výpočet normálových a posouvajících sil



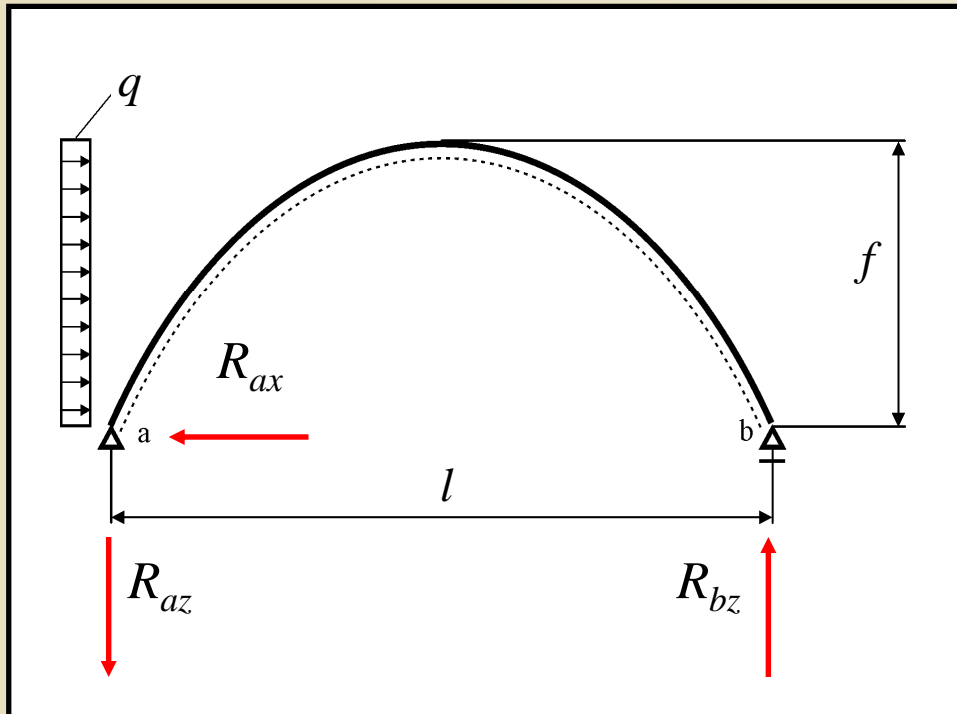
$$H = R_{ax} - q \cdot (f - z) \quad \text{levá polovina}$$

$$H = R_{ax} - q \cdot f = 0 \quad \text{pravá polovina}$$

$$S = -R_{az}$$

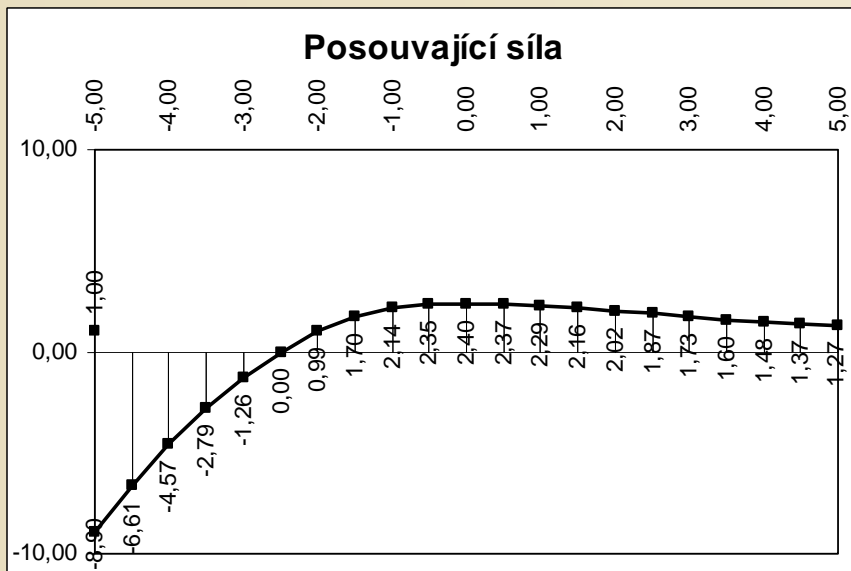
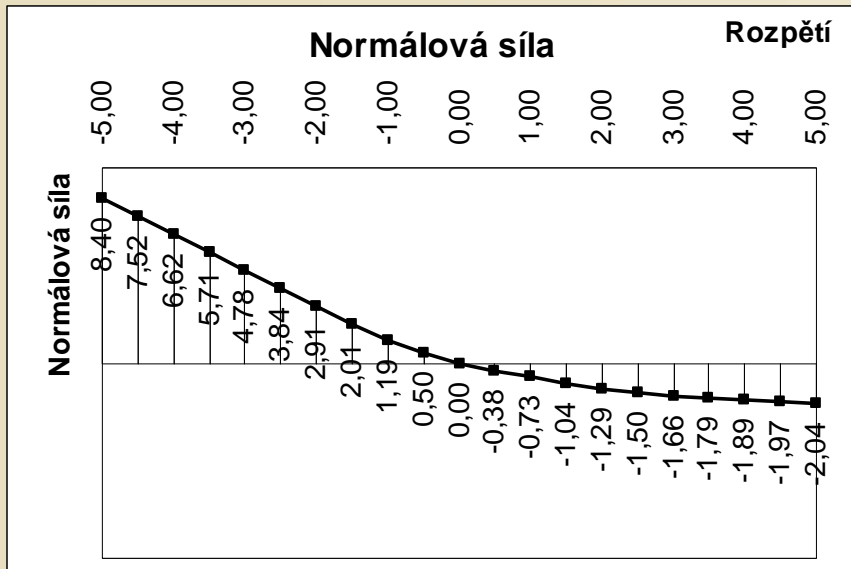
$$N = H \cdot \cos \psi + S \cdot \sin \psi$$

$$V = -H \cdot \sin \psi + S \cdot \cos \psi$$



H [kN]	S [kN]	N [kN]	V [kN]
12,000000	-2,400000	8,395183	-8,903982
9,720000	-2,400000	7,515535	-6,614766
7,680000	-2,400000	6,619405	-4,574481
5,880000	-2,400000	5,706423	-2,787676
4,320000	-2,400000	4,778470	-1,260408
3,000000	-2,400000	3,841875	0,000000
1,920000	-2,400000	2,910890	0,986468
1,080000	-2,400000	2,012199	1,696306
0,480000	-2,400000	1,188625	2,139526
0,120000	-2,400000	0,497670	2,350899
0,000000	-2,400000	0,000000	2,400000
0,000000	-2,400000	-0,379177	2,369858
0,000000	-2,400000	-0,731462	2,285818
0,000000	-2,400000	-1,038555	2,163655
0,000000	-2,400000	-1,293729	2,021451
0,000000	-2,400000	-1,499268	1,874085
0,000000	-2,400000	-1,662076	1,731330
0,000000	-2,400000	-1,790250	1,598438
0,000000	-2,400000	-1,891258	1,477546
0,000000	-2,400000	-1,971288	1,368950
0,000000	-2,400000	-2,035196	1,271997

Příklad – výpočet normálových a posouvajících sil



H [kN]	S [kN]	N [kN]	V [kN]
12,000000	-2,400000	8,395183	-8,903982
9,720000	-2,400000	7,515535	-6,614766
7,680000	-2,400000	6,619405	-4,574481
5,880000	-2,400000	5,706423	-2,787676
4,320000	-2,400000	4,778470	-1,260408
3,000000	-2,400000	3,841875	0,000000
1,920000	-2,400000	2,910890	0,986468
1,080000	-2,400000	2,012199	1,696306
0,480000	-2,400000	1,188625	2,139526
0,120000	-2,400000	0,497670	2,350899
0,000000	-2,400000	0,000000	2,400000
0,000000	-2,400000	-0,379177	2,369858
0,000000	-2,400000	-0,731462	2,285818
0,000000	-2,400000	-1,038555	2,163655
0,000000	-2,400000	-1,293729	2,021451
0,000000	-2,400000	-1,499268	1,874085
0,000000	-2,400000	-1,662076	1,731330
0,000000	-2,400000	-1,790250	1,598438
0,000000	-2,400000	-1,891258	1,477546
0,000000	-2,400000	-1,971288	1,368950
0,000000	-2,400000	-2,035196	1,271997

Příklad – výpočet ohybového momentu

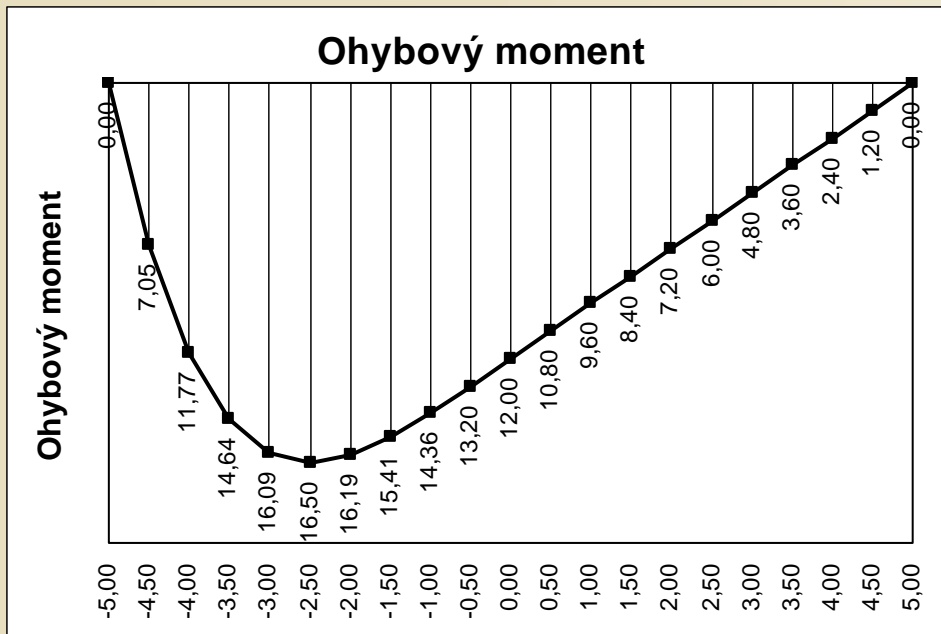


levá polovina

$$M = R_{ax} \cdot (f - z) - R_{az} \cdot \left(\frac{l}{2} + x \right) - \frac{q \cdot (f - z)^2}{2}$$

$$M = R_{ax} \cdot (f - z) - R_{az} \cdot \left(\frac{l}{2} + x \right) + q \cdot f \cdot \left(\frac{f}{2} - z \right)$$

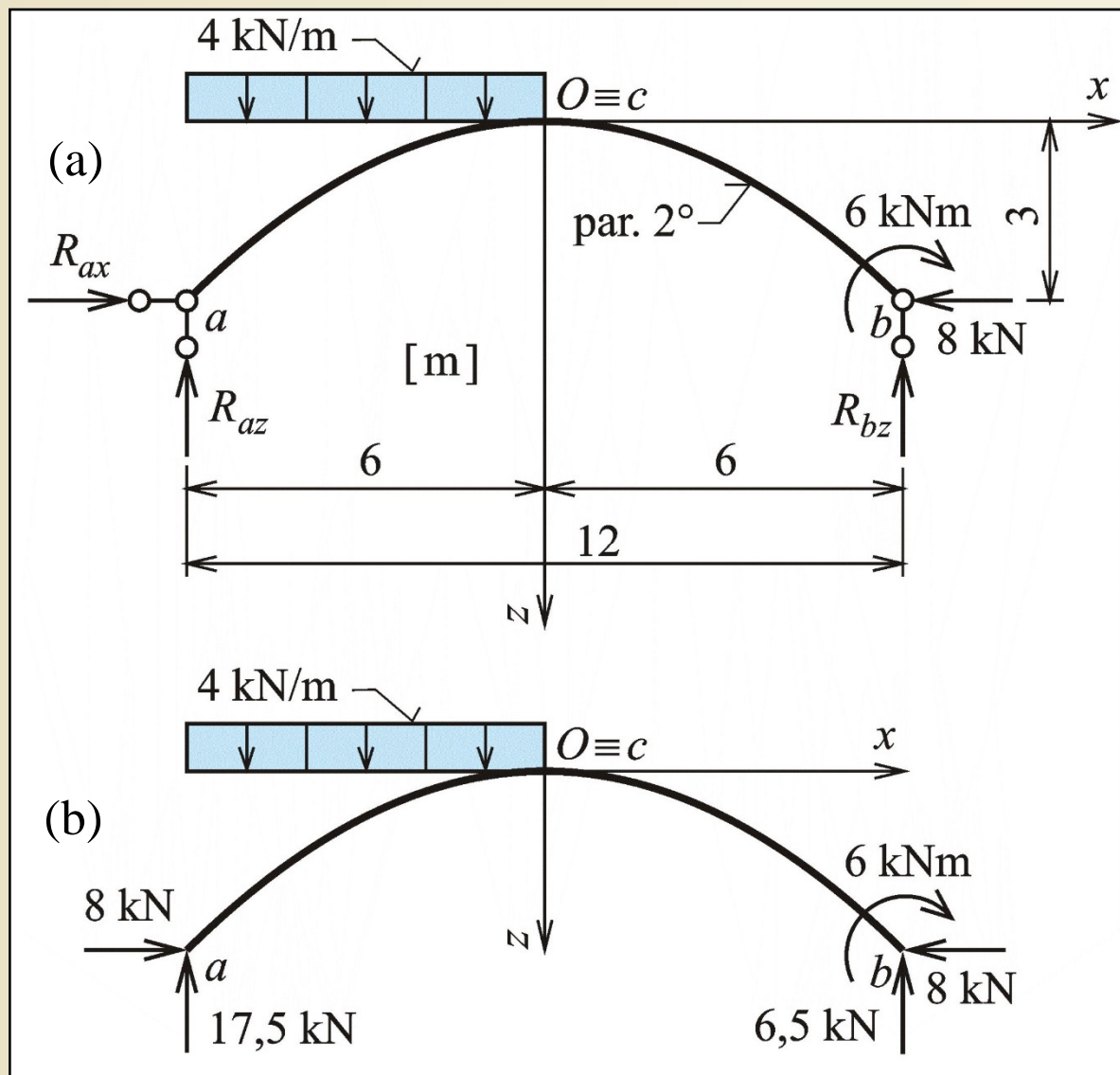
pravá polovina



$-R_{az} \cdot (l/2+x)$	$+R_{ax} \cdot (f-z)$	$-q/2 \cdot (f-z)^2$	M [kNm]
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
-1,200000	9,120000	-0,866400	7,053600
-2,400000	17,280000	-3,110400	11,769600
-3,600000	24,480000	-6,242400	14,637600
-4,800000	30,720000	-9,830400	16,089600
-6,000000	36,000000	-13,500000	16,500000
-7,200000	40,320000	-16,934400	16,185600
-8,400000	43,680000	-19,874400	15,405600
-9,600000	46,080000	-22,118400	14,361600
-10,800000	47,520000	-23,522400	13,197600
-12,000000	48,000000	-24,000000	12,000000
-13,200000	47,520000	-23,520000	10,800000
-14,400000	46,080000	-22,080000	9,600000
-15,600000	43,680000	-19,680000	8,400000
-16,800000	40,320000	-16,320000	7,200000
-18,000000	36,000000	-12,000000	6,000000
-19,200000	30,720000	-6,720000	4,800000
-20,400000	24,480000	-0,480000	3,600000
-21,600000	17,280000	6,720000	2,400000
-22,800000	9,120000	14,880000	1,200000
-24,000000	0,000000	24,000000	0,000000
		$-q \cdot f \cdot (f/2-z)$	

Příklad 5.6

Zadání:
určit tři složky reakcí rovinného zakřiveného nosníku v rovinné úloze se střednicí tvořenou kvadratickou parabolou, sestrojit průběhy vnitřních sil.



Zadání příkladu 5.6
Obr. 8.14. / str. 142

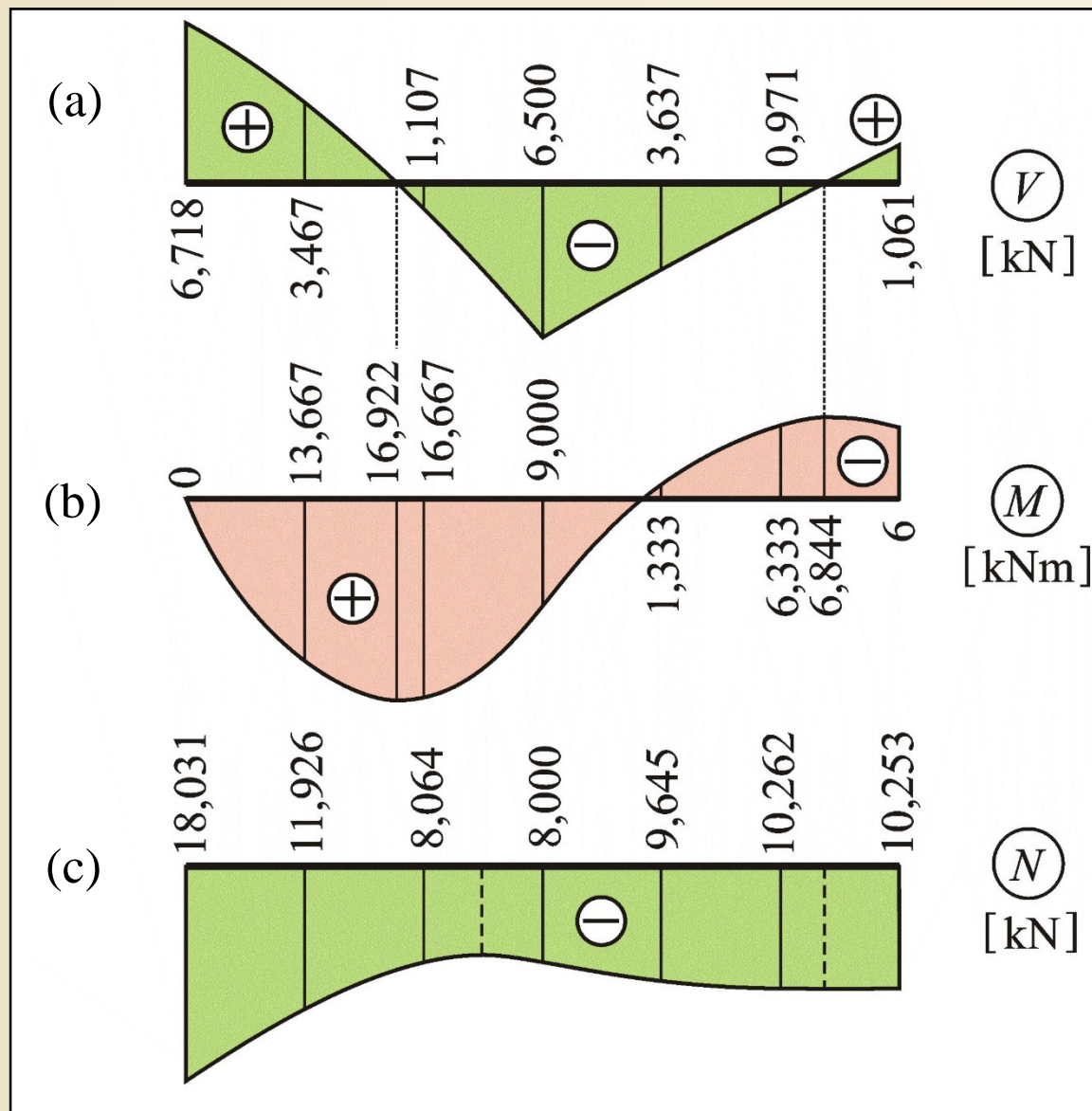
Příklad 5.6



Tabulkový výpočet (Excel)

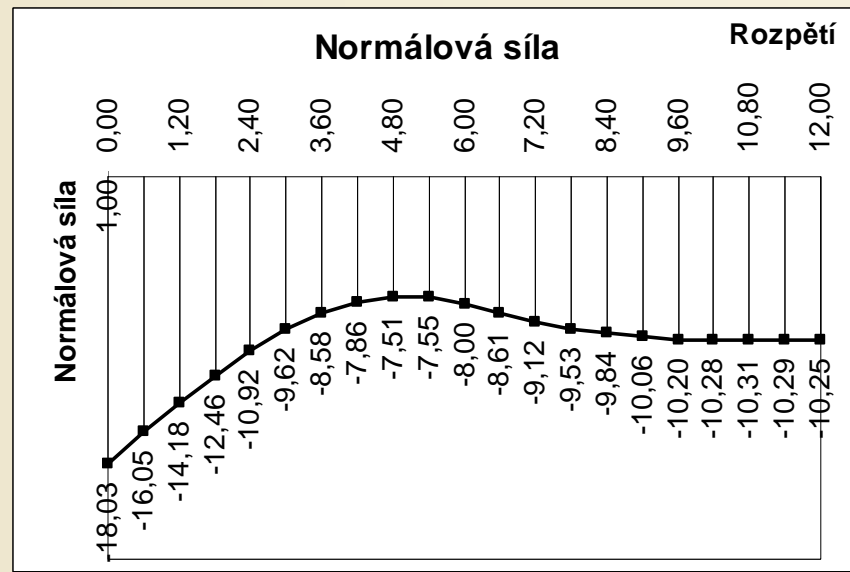
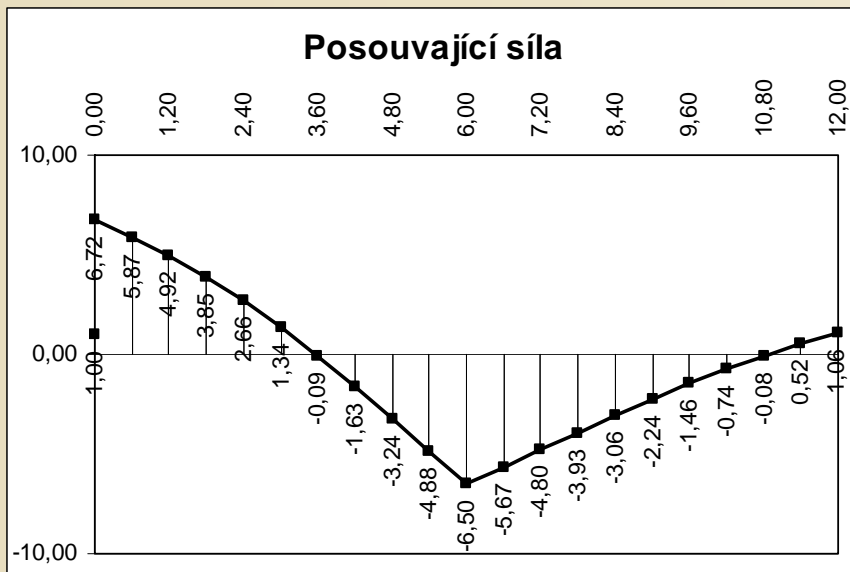
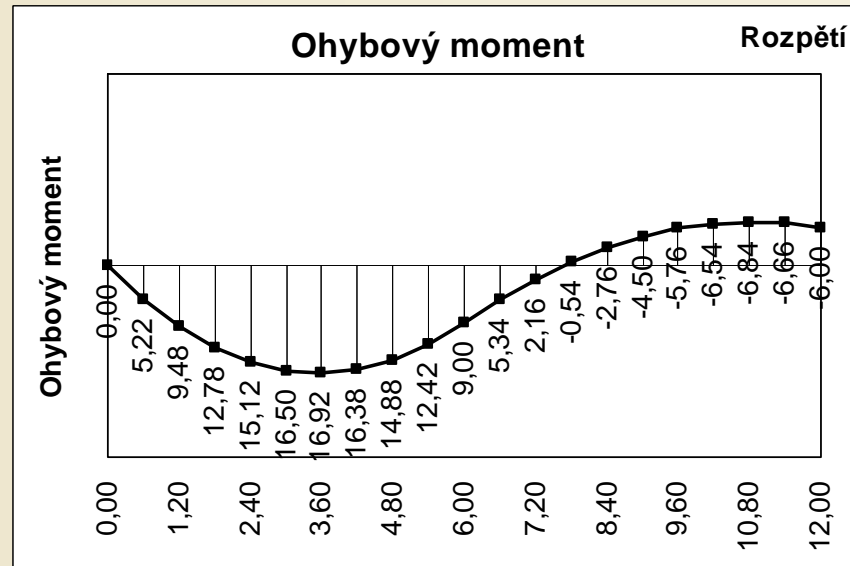
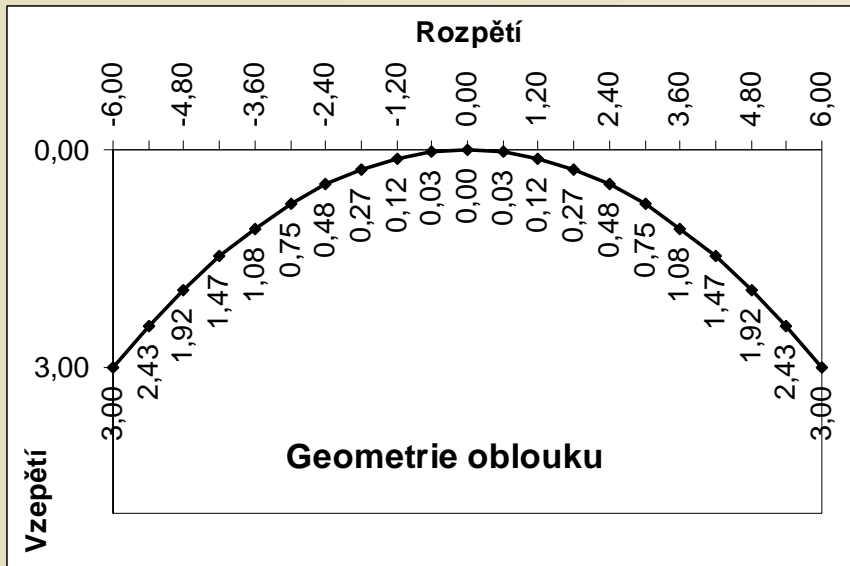
x	z	tg ψ	ψ [rad]	ψ [deg]	cos ψ	sin ψ	H [kN]	S [kN]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
-6,00	3,00	-1,000000	-0,785398	-45,000000	0,707107	-0,707107	-8,000000	17,500000	-18,031223	6,717514	0,000000
-5,40	2,43	-0,900000	-0,732815	-41,987212	0,743294	-0,668965	-8,000000	15,100000	-16,047721	5,872024	5,220000
-4,80	1,92	-0,800000	-0,674741	-38,659808	0,780869	-0,624695	-8,000000	12,700000	-14,180578	4,919473	9,480000
-4,20	1,47	-0,700000	-0,610726	-34,992020	0,819232	-0,573462	-8,000000	10,300000	-12,460518	3,850390	12,780000
-3,60	1,08	-0,600000	-0,540420	-30,963757	0,857493	-0,514496	-8,000000	7,900000	-10,924460	2,658228	15,120000
-3,00	0,75	-0,500000	-0,463648	-26,565051	0,894427	-0,447214	-8,000000	5,500000	-9,615092	1,341641	16,500000
-2,40	0,48	-0,400000	-0,380506	-21,801409	0,928477	-0,371391	-8,000000	3,100000	-8,579125	-0,092848	16,920000
-1,80	0,27	-0,300000	-0,291457	-16,699244	0,957826	-0,287348	-8,000000	0,700000	-7,863754	-1,628305	16,380000
-1,20	0,12	-0,200000	-0,197396	-11,309932	0,980581	-0,196116	-8,000000	-1,700000	-7,511248	-3,235916	14,880000
-0,60	0,03	-0,100000	-0,099669	-5,710593	0,995037	-0,099504	-8,000000	-4,100000	-7,552332	-4,875682	12,420000
0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	-8,000000	-6,500000	-8,000000	-6,500000	9,000000
0,60	0,03	0,100000	0,099669	5,710593	0,995037	0,099504	-8,000000	-6,500000	-8,607072	-5,671712	5,340000
1,20	0,12	0,200000	0,197396	11,309932	0,980581	0,196116	-8,000000	-6,500000	-9,119400	-4,804845	2,160000
1,80	0,27	0,300000	0,291457	16,699244	0,957826	0,287348	-8,000000	-6,500000	-9,530372	-3,927088	-0,540000
2,40	0,48	0,400000	0,380506	21,801409	0,928477	0,371391	-8,000000	-6,500000	-9,841853	-3,063973	-2,760000
3,00	0,75	0,500000	0,463648	26,565051	0,894427	0,447214	-8,000000	-6,500000	-10,062306	-2,236068	-4,500000
3,60	1,08	0,600000	0,540420	30,963757	0,857493	0,514496	-8,000000	-6,500000	-10,204166	-1,457738	-5,760000
4,20	1,47	0,700000	0,610726	34,992020	0,819232	0,573462	-8,000000	-6,500000	-10,281361	-0,737309	-6,540000
4,80	1,92	0,800000	0,674741	38,659808	0,780869	0,624695	-8,000000	-6,500000	-10,307468	-0,078087	-6,840000
5,40	2,43	0,900000	0,732815	41,987212	0,743294	0,668965	-8,000000	-6,500000	-10,294624	0,520306	-6,660000
6,00	3,00	1,000000	0,785398	45,000000	0,707107	0,707107	-8,000000	-6,500000	-10,253048	1,060660	-6,000000

Příklad 5.6



Řešení příkladu 5.6
Obr. 8.15. / str. 144

Příklad 5.6



Okruhy problémů k ústní části zkoušky

1. Rovinně lomený nosník v rovinné úloze
2. Rovinně lomený nosník v příčné úloze
3. Kontrola rovnováhy styčnicku rovinně lomeného nosníku
4. Prostorově lomený nosník
5. Rovinně zakřivený nosník v rovinné úloze