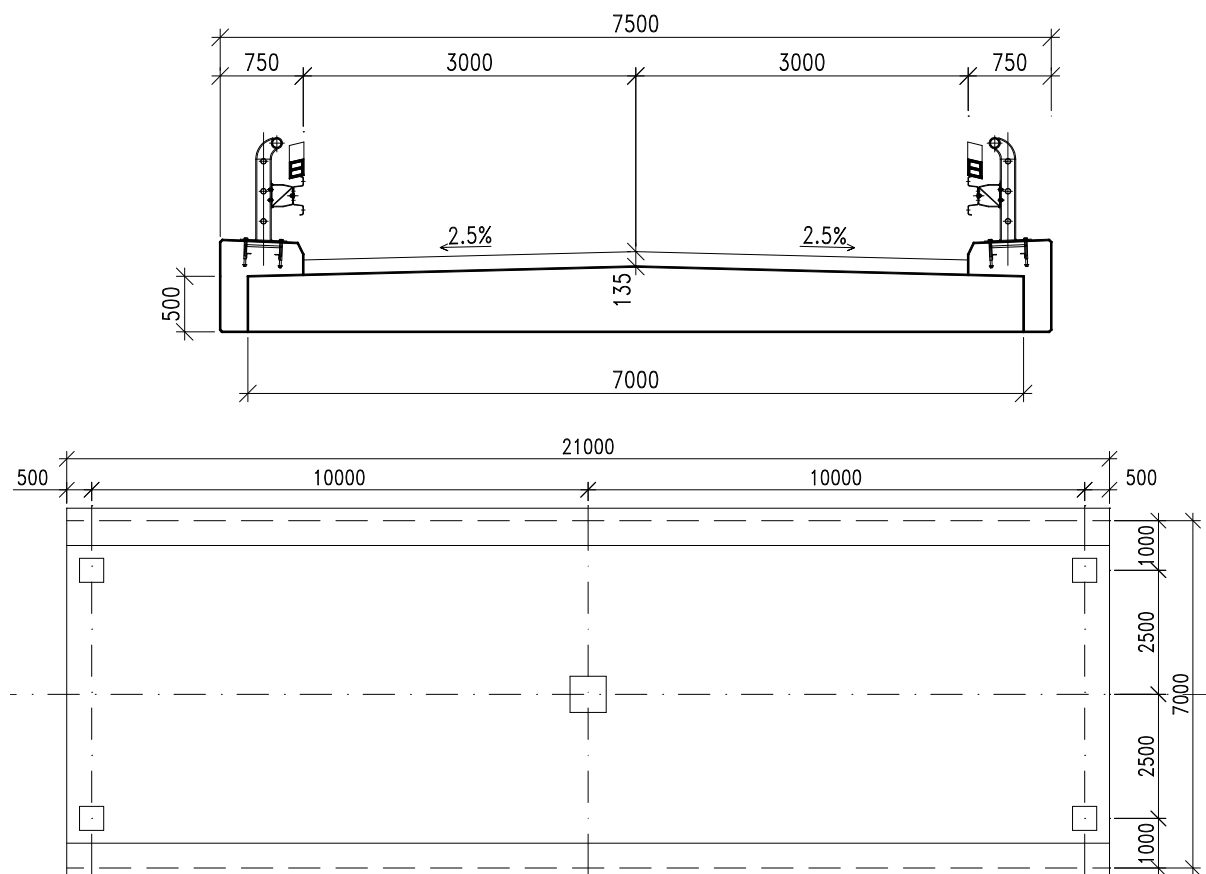


VZOROVÝ PŘÍKLAD

Jako vzorový příklad byla zvolena kolmá monolitická desková mostní konstrukce šířky 7m s šířkou vozovky 6m, bez chodníků. Dispoziční výkres je schématicky naznačen na Obr.1. V podélném směru je konstrukce spojitá s dvěma poli rozpětí 10m. Tloušťka nosné konstrukce je volena 500mm, konstantní po celé šířce desky. Konstrukce je uložena na elastomerová ložiska, vždy na 2 kusy na každé opěře a na 1 kusu na středním pilíři.



Obr.1 – Schéma dispozice mostního objektu

Vzhledem k rozměrům konstrukce a jejímu příčnému uspořádání bude s největší pravděpodobností rozhodovat o maximálních vnitřních silách zatížení seskupením čtyřnápravového vozidla. Seskupení SI a zvláštní souprava tak nebudou uvažovány. Zároveň je zřejmé, že díky tomu, že je konstrukce desková, bude maximální účinek zatížení vyvozen polohou zatížení na kraji vozovky.

Konstrukce bude modelována ve dvou variantách, jednak s modelem uložení bodovým a jednak s plošným modelováním podpor (viz. kap.3). Reakce pro návrh rozměrů ložisek budou spočteny na prutovém modelu – spojitý nosník o dvou polích.

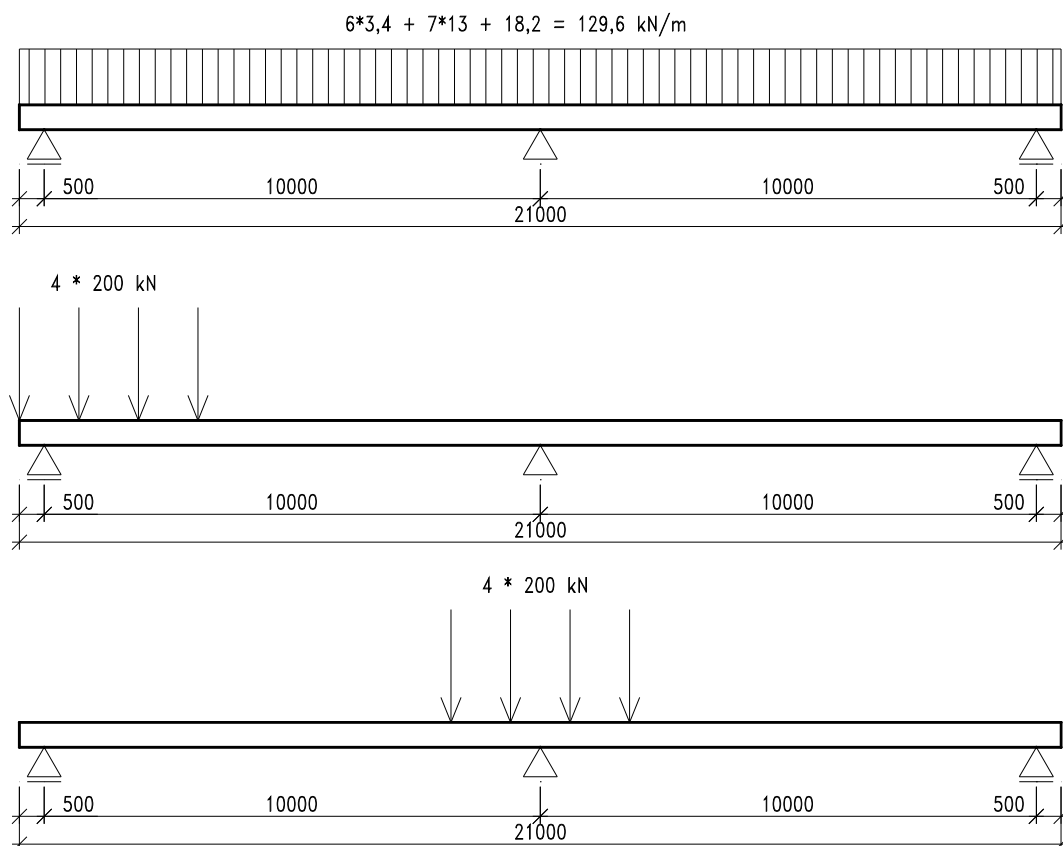
Zatížení modelu bude jednak vlastní tíhou a ostatním stálým zatížením, a jednak nahodilým zatížením, které v souladu s předchozí úvahou zjednodušíme na seskupení 4-nápravového vozidla. Roznos zatížení se bude realizovat do střednicové roviny desky, s uvážením roznosu skrze vozovkové souvrství.

Zatížení modelu :

Stálé	$0,5 \cdot 26 = 13 \text{ kN/m}^2$
Vozovka	$0,135 \cdot 25 = 3,4 \text{ kN/m}^2$
Římsy	$2 \cdot 0,35 \text{ m}^2 \cdot 26 = 18,2 \text{ kN/m}$

Zatížení prutového modelu :

Z tohoto modelu určíme přibližnou velikost maximálních reakcí na ložiska, abychom mohli navrhnout jejich rozměry.



Obr.2 – Zatížení prutového modelu pro návrh ložisek

Zatížení	Krajní podpora	Střední podpora
Stálé a ostatní stálé	553,5 kN	1614,7 kN
Nahodilé nad krajní podporou	671,9 kN	152,2 kN
Nahodilé nad střední podporou	10,2 kN	779,5 kN
Maximum celkem	1225,4 kN	2394,2 kN

Tab.1 – maximální reakce v jednotlivých podporách

Návrh ložisek :

Podpora	Krajní	Střední
Navržené ložisko	200 x 300	400 x 500
Únosnost [kN]	750	3 000
Modul pružnosti E [MPa]	355	670
Tloušťka elastomeru ložiska [mm]	29	38
Tuhost bodové podpory [MN/m]	1 552	3 526
Tuhost plošné podpory [MN/m/m ²]	12 241	17 632

Tab.2 – Vlastnosti ložisek dle SOK Třebestovice

Úprava vlastností ložisek dle výsledku experimentu :

Hodnoty pro zatížení	E [MPa]	Tuhost [MN/m/m2]	E [MPa]	Tuhost [MN/m/m2]
Původní	355	12241	670	17632
Okamžité	438,4	15118	827,5	21775
Krátkodobé	355	12241	670	17632
Stálé	306,4	10566	578,3	15218

Tab.3 – Upravené vlastnosti ložisek podle výsledků laboratorních zkoušek

Konstrukce analyzována programem NEXIS32. Byly použity deskové prvky s uvažováním mindlinovy teorie desek, tj. se započtením vlivu smykové deformace. Konstrukce byla podepřena jednak plošně, s uvažováním deformačních charakteristik z Tab.3 pro příslušná zatížení, a jednak bodově podepřena s uvažováním příslušných tuhostí podepření vypočtených dle 3.1. z charakteristik z Tab.3. Výsledné vnitřní síly jsou shrnuty v Tab.4 a 5.5. V tabulkách jsou též uvedeny poměry vnitřních sil spočtených pro plošný a bodový model uložení. Procentuálně je vyjádřena velikost vnitřních sil při uvažování plošné podpory oproti velikosti stejné vnitřní síly v tomtéž místě za uvažování podepření bodového.

Vnitřní síla	Kraj			Střed		
	Bod	Plocha	%	Bod	Plocha	%
$m_{x,st}$	-63,2	-26,8	42,4	-788,6	-459,4	58,3
$m_{y,st}$	-155,8	-73,4	47,1	-696,1	-408,4	58,7
$m_{x,nah}$	-120,9	-70,5	58,3	-295,7	-197,9	67,0
$m_{y,nah}$	-183,7	-113,1	61,6	-356,2	-224,3	63,0
$m_{x,celk}$	-184,1	-97,3	52,8	-1084	-657,3	60,6
$m_{y,celk}$	-339,5	-186,5	54,9	-1052	-632,7	60,1

Tab.4 – Porovnání momentů nad ložisky pro jednotlivé způsoby uložení

Hodnoty posouvajících sil byly pro jednotlivé způsoby modelování uložení vyčísleny v místě hran ložisek, resp. v jejich polovinách, které protíná řez.

Vnitřní síla	Kraj					Střed				
	Bodové		Plošné		%	Bodové		Plošné		%
	1.strana	2.strana	1.strana	2.strana		1.strana	2.strana	1.strana	2.strana	
$q_{x,st}$	-365,2	419	-214,7	289,1	63,5	-1237	1204	-851	851	69,7
$q_{y,st}$	-276	300	-257,8	278,8	93,2	-961,8	1003	-889	889	90,5
$q_{x,nah}$	-672,8	759,4	-225,1	233	32,1	-604,4	491,9	-501,4	362,8	78,4
$q_{y,nah}$	-474,3	500,9	-176,8	242,9	42,9	-426	447	-467,8	301,9	88,7
$q_{x,celk}$	-1035	1178	-439,8	522,1	43,4	-1842	1696	-1352	1213,8	72,5
$q_{y,celk}$	-750,3	800,9	-434,6	521,7	61,5	-1388	1450	-1357	1190,9	90,0

Tab.5 – Porovnání posouvajících sil v místě ložisek pro jednotlivé způsoby uložení

Porovnáním hodnot momentů pro bodové a plošné podepření zjistíme, že redukce celkových maximálních ohybových namáhání v nadložiskovém řezu je při použití plošného modelu podepření cca 40-ti procentní oproti momentům získaným pro bodové podepření se stejnou tuhostí. Z Tab.4 je též patrný rozdíl redukcí v jednotlivých podporách (krajní a střední) pro různé typy zatížení.

Rozdíly v redukcích momentů od stálého zatížení pro krajní a střední podporu jsou dány prostorovým uspořádáním konstrukce, kdy krajní podpory jsou umístěny u okraje konstrukce, tj. namáhání není symetrické ke středu ložiska. Naproti tomu, je střední podpora umístěna ve středu konstrukce a je více namáhána. Pro nahodilé zatížení jsou rozdíly redukcí dány různou polohou

zatížení, které vyvoluje maximální účinky. Hodnoty momentů v hlavních směrech (m_x , m_y) jsou ale pro jednotlivá ložiska téměř shodné.

Ohledně ohybových momentů lze tedy prohlásit, že redukce jejich maximálních hodnot je pro modelování poddajnou bodovou podporou cca 40%. Tato redukce je ale podmíněna použitím plošného zatížení modelu konstrukce a dostatečně hustým dělením sítě konečných prvků (cca $1/2 \div 1/4 h$).

Porovnání posouvajících sil a jejich možná redukce dle Tab.5 již není tak přesvědčivá jako v případě momentových namáhání. Hodnoty redukce posouvajících sil se pohybují 10-ti do 60-ti procent. To je dáno porovnáním jednotlivých hodnot posouvajících sil v místě okraje ložisek, a ne jejich maximálními hodnotami. Pro bodové podepření nastává maximum posouvajících sil v těsné blízkosti podpory, zatímco u podepření plošného v místě okraje ložiska. Výsledky příkladu nicméně ukazují podobnou redukci posouvajících sil pro stálé zatížení v jednotlivých směrech (q_x , q_y), nicméně v případě nahodilého zatížení jsou jejich hodnoty natolik rozdílné, že nelze usuzovat na žádnou závislost.

V případě posouvajících sil tedy nelze než doporučit modelovat podporu jako plošnou s příslušnou tuhostí. V případě, že nelze tuto variantu použít a je nutné modelovat podepření jako bodové s příslušnou tuhostí, je nutné považovat za maximální hodnoty posouvajících sil síly v místě okraje ložiska.