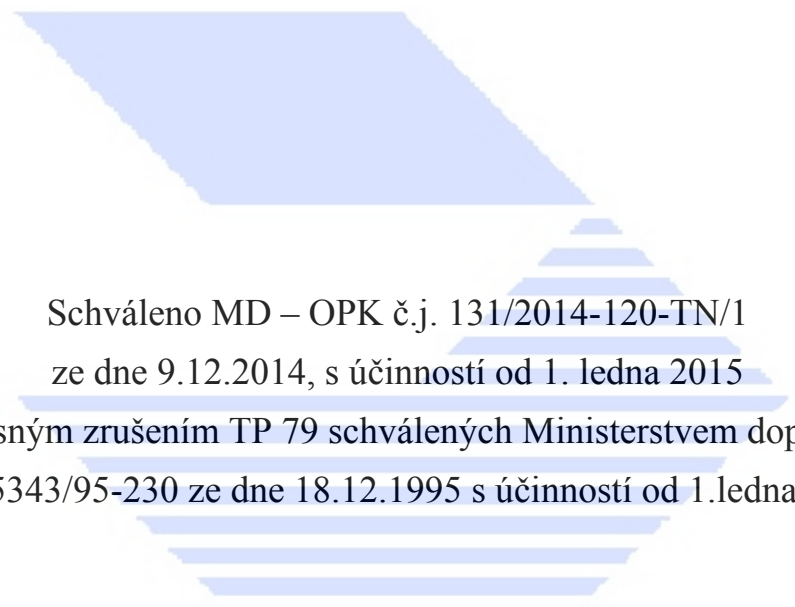


TP 79

MINISTERSTVO DOPRAVY
Odbor pozemních komunikací

**NAVRHOVÁNÍ SPŘAŽENÝCH OCELOBETONOVÝCH
MOSTŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**



Schváleno MD – OPK č.j. 131/2014-120-TN/1

ze dne 9.12.2014, s účinností od 1. ledna 2015

se současným zrušením TP 79 schválených Ministerstvem dopravy ČR
č.j. 25343/95-230 ze dne 18.12.1995 s účinností od 1. ledna 1996

Pontex spol. s.r.o.
Praha, prosinec 2014

Obsah

1. VŠEOBECNÁ ČÁST	3
1.1 Úvod.....	3
1.2 Účel a vymezení platnosti TP 79	3
1.3 Používané zkratky a značky	3
1.4 Související normy a předpisy	3
2. PROSTOROVÉ A KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ.....	5
2.1 Dispoziční řešení.....	5
2.2 Konstrukční materiály	6
2.2.1. Ocelová konstrukce.....	6
2.2.2. Betonová deska	6
2.2.3. Betonářská výztuž.....	7
2.2.4. Předpínací výztuž.....	7
2.3 Nosná konstrukce	7
2.3.1. Ocelová konstrukce.....	7
2.3.1.1. Nosníkové konstrukce	7
2.3.1.2. Komorové konstrukce	10
2.3.1.3. Příčnicková mostovka	11
2.3.1.4. Jiné druhy konstrukcí	11
2.3.2. Betonová deska	12
2.3.2.1. Železobetonová deska	12
2.3.2.2. Příčně předpjatá betonová deska	13
2.3.2.3. Bednění spřažené desky a částečná prefabrikace	13
2.3.3. Předpětí spřažených mostů v podélném směru	14
2.3.3.1. Vedení kabelů.....	14
2.3.3.2. Kotvení kabelů	15
2.3.4. Spřažení.....	16
2.3.4.1. Trny	16
2.3.4.2. Hřebenové lišty.....	17
2.3.4.3. Kozlíky	17
2.3.4.4. Montážní styky	17
2.3.5. Protikorozní ochrana.....	17
2.3.6. Předpokládané spotřeby hlavních konstrukčních materiálů	18
2.3.7. Uložení nosné konstrukce a kotvení	19
2.3.7.1. Uložení na ložiska	19
2.3.7.2. Vetknutí a integrované mosty.....	20
2.3.8. Dočasné podepření a výměna ložisek	20
2.3.8.1. Dočasné podepření pro zvýšení únosnosti.....	21
2.3.8.2. Dočasné podepření pro omezení natočení ložisek.....	21
2.3.8.3. Dočasné podepření pro výměnu ložisek.....	21
2.3.9. Trvalé a dočasné ztužení konstrukce	22
2.3.10. Mostní závěry.....	23
2.4 Spodní stavba	23
2.5 Mostní svršek, vybavení a cizí zařízení	24
2.5.1. Izolace	24

2.5.2. Vozovka	24
2.5.3. Odvodnění	24
2.5.4. Ochrana proti bludným proudům	24
2.5.5. Cizí zařízení	24
2.5.6. Lávky ochranná zařízení a zábrany	25
2.5.7. Revizní zařízení	25
3. PROVÁDĚNÍ	25
3.1 Metody výstavby	25
3.2 Pomocné podpory	26
3.3 Betonáž desky	27
3.3.1. Postup betonáže	27
3.3.2. Vytýčení výšek horního povrchu desky	29
3.4 Sledování geometrie konstrukce	29
3.5 Výškové vyrovnání nivelety	30
4. STATICKÝ VÝPOČET	31
4.1 Zatížení	31
4.1.1. Provozní stavy	31
4.1.2. Stavební stavy	31
4.1.3. Zatížitelnost	31
4.2 Statický výpočet spřažené konstrukce	31
4.2.1. Model konstrukce	31
4.2.2. Mezní stav únosnosti (MSÚ, ULS)	32
4.2.3. Mezní stav použitelnosti (MSP, SLS)	32

1. VŠEOBECNÁ ČÁST

1.1 Úvod

Dosud platné TP 79 řešily zejména problematiku návrhu určitého segmentu spřažených ocelobetonových mostů podle teorie mezních stavů v době, kdy chyběly pro tento návrh normové podklady. Tento stav zavedením evropských norem do praxe pominul. Tím částečně pozbyly původní TP 79 svůj význam.

Nové TP 79 již nemají suplovat nedostatek návrhových a výpočtových norem. Byly vytvořeny pro sjednocení způsobu navrhování spřažených ocelobetonových mostů a současně jako přehled doporučených a osvědčených technických řešení.

1.2 Účel a vymezení platnosti TP 79

TP 79 navazují na platné ČSN EN a doplňují některá doporučení pro jejich používání v oblasti spřažených ocelobetonových mostů pozemních komunikací v ČR.

Na rozdíl od původních TP 79 není jejich platnost omezena ani typem konstrukcí ani rozpětím apod. Nicméně se tyto TP zabývají konstrukcemi běžných typů a rozpětí, pro mosty atypické nebo mimořádných rozpětí apod. lze doporučení těchto TP aplikovat jen v přiměřeném rozsahu.

TP 79 v žádném případě nemění a neomezují ani jinak nezasahují do platnosti jiných právně závazných předpisů.

1.3 Používané zkratky a značky

b	osová vzdálenost nosníků v příčném směru
d	tloušťka spřažené desky (konstantní tloušťka)
d1	tloušťka desky nad ocelovým nosníkem
d2	tloušťka desky v ose nosné konstrukce
d3	tloušťka desky na konci konzoly spřažené desky
h	výška stěny hlavního ocelového nosníku
k	příčné vyložení konzoly spřažené desky od osy hlavního nosníku
x	vzdálenost sledovaného místa od bodu uložení (podpory) při vyrovnání desky mostovky
L	rozpětí pole mostu
S	šířka spřažené desky (šířka nosné konstrukce)

1.4 Související normy a předpisy

[1]	ČSN 73 6201	Projektování mostních objektů
[2]	ČSN 73 6209	Zatěžovací zkoušky mostů
[3]	ČSN 73 6220	Evidence mostních objektů pozemních komunikací
[4]	ČSN 73 6221	Prohlídky mostů pozemních komunikací
[5]	ČSN 73 6222	Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

- [6] ČSN 73 2603 Ocelové mostní konstrukce - Doplnující specifikace pro provádění, kontrolu kvality a prohlídky
- [7] ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
- [8] ČSN EN 1337-11 Stavební ložiska - Část 11: Doprava, skladování a osazování
- [9] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [10] ČSN EN 1990 ed.2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [11] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [12] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [13] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
- [14] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [15] ČSN EN 1993-1-3 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily
- [16] ČSN EN 1993-1-4 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-4: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro korozivzdorné oceli
- [17] ČSN EN 1993-1-5 ed.2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn
- [18] ČSN EN 1993-1-6 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-6: Pevnost a stabilita skořepinových konstrukcí
- [19] ČSN EN 1993-1-7 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-7: Deskostěnové konstrukce příčně zatížené
- [20] ČSN EN 1993-1-8 ed.2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- [21] ČSN EN 1993-1-9 ed.2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-9: Únava
- [22] ČSN EN 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
- [23] ČSN EN 1993-1-11 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-11: Navrhování ocelových tažených prvků
- [24] ČSN EN 1993-1-12 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-12: Doplnující pravidla pro oceli vysoké pevnosti do třídy S 700
- [25] ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [26] ČSN EN 1994-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 2: Obecná pravidla a pravidla pro mosty
- [27] ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [28] ČSN EN ISO 13918 Svařování - Svorníky a keramické kroužky pro obloukové přivařování svorníků
- [29] EN 10138 Prestressing Steel
- [30] TKP kap. 18 Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Betonové konstrukce a mosty

- [31] TKP kap. 19A Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Ocelové mosty a konstrukce
- [32] TKP kap. 19B Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací – Protikoroze ochrana ocelových mostů a konstrukcí

2. PROSTOROVÉ A KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

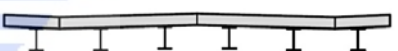



2.1 Dispoziční řešení



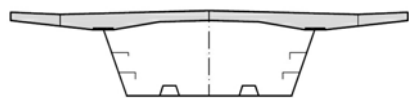

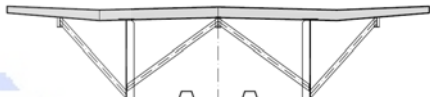
Spřažené ocelobetonové mosty se navrhují většinou jako mosty s horní mostovkou a to jako ocelové plnostěnné nosníky nebo komorové ocelové průřezy spřažení se železobetonovou deskou mostovky. Nevylučuje se použití příhradových nosníků. U mostů se spodní mostovkou se pak spřažení využívá pro příčnickovou mostovku, kde se spřahuje železobetonová deska mostovky s ocelovými příčníky.

Volba typu konstrukce je závislá na hlavních parametrech mostu zejména na velikosti rozpětí, šířce mostu, počtu polí a přípustné konstrukční výšce. V tabulce 1 jsou uvedeny typy konstrukcí s doporučením základních parametrů konstrukce pro jejich použití. Údaje v tabulce jsou jen doporučené nikoli závazné.

Volba konstrukce je zároveň závislá na způsobu výstavby (např. nosníky s proměnnou výškou se nehodí pro podélné vysouvání apod.), prostorových možnostech (zvětšením počtu nosníků v rostech lze snížit konstrukční výšku apod.) a estetických nárocích.

Tabulka 1 - Doporučené typy spřažených ocelobetonových konstrukcí

Řádek	Typ konstrukce	Uspořádání	Rozpětí	Šířka mostu	Schéma
1	Nosníkový rošt z válcovaných nosníků I/IPE/HE	Prosté pole	6 – 15 m	nerozhoduje	příčný řez 
		Spojité nosník			
2	Nosníkový rošt ze svařovaných plnostěnných nosníků tvaru nesymetrického I konstantní výšky	Prosté pole	9 – 36 m	nerozhoduje	příčný řez 
		Spojité nosník			
3	Nosníkový rošt ze svařovaných plnostěnných nosníků tvaru nesymetrického I s náběhy	Rám o jednom poli (nosník vetknutý do opěr)	20 – 40 m	nerozhoduje	podélný řez 
4	Dvoutrámová konstrukce s trámy konstantní výšky tvaru nesymetrického I	Prosté pole	30 – 60 m	do 14 m	příčný řez 
		Spojité nosník			

5	Dvoutrámová konstrukce s trámy proměnné výšky tvaru nesymetrického I	Spojité nosíky	45 – 70 m	do 14 m	podélný řez 
6	Dvoutrámová konstrukce se vzpěrami a doplňkovými podélnými nosíky	Jako řádek 4	36 – 50 m	do 22 m	příčný řez 
		Jako řádek 5	45 – 70 m		
7	Komorová konstrukce konstantní výšky	Spojité nosíky	50 – 90 m	do 12 m	příčný řez 
	se svislými stěnami			do 15 m	
	se šikmými stěnami				
8	Komorová konstrukce proměnné výšky	Spojité nosíky		Jako řádek 7	podélný řez 
	bez spodní spřažené desky v oblasti podpor		70 – 110m		
	se spodní spřaženou deskou v oblasti podpor		90 – 150m		
9	Komorová konstrukce se vzpěrami a doplňkovými podélnými nosíky	Jako řádek 7	60 – 90 m	do 25 m	příčný řez 
		Jako řádek 8	70 – 150m		

2.2 Konstrukční materiály

2.2.1. Ocelová konstrukce

Pro spřažené konstrukce se používá ocel dle ČSN EN 1993-2, 10025-1 - 6 a TKP kap. 19A. Pro použití patinující oceli platí TP 197.

2.2.2. Betonová deska

Návrh a provedení betonu pro spřaženou desku mostovky se řídí zejména ČSN EN 206-1, ČSN EN 1992-2, ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 13670 a TKP kap. 18.

Spřažená deska mostovky může být navržena jako železobetonová nebo z předpjatého betonu. Pevnostní třída se řídí statickým výpočtem. Stupeň odolnosti prostředí pak polohou mostu, mírou ohrožení rozstřikem rozmrazovacích prostředků apod.

V běžných případech, kdy mostovka není ze spodu ohrožována nepříznivými vlivy a s vrchu je chráněna celoplošnou izolací se navrhuje deska mostovky ze železobetonu v třídě min. C30/37 a XF2, z předpjatého betonu v třídě min. C35/45 a XF2. Pokud je deska umístěna uvnitř komory mostu (spodní deska komorových mostů) pak se použije beton třídy alespoň C30/37-XF1.

U mostů s velmi malou intenzitou dopravy na podružných a účelových komunikacích je možno se souhlasem objednatele a majetkového správce navrhnout desku mostovky jako

přímo pojižděnou. V takovém případě se navrhne min. třída betonu C30/37 a SAP XF4. Horní povrch pak musí být zdrsňen např. striáží. Je vhodné v těchto případech navrhnout pro beton desky rozptýlenou výztuž pro omezení vzniku trhlin. Použití rozptýlené výztuže se doporučuje pro desky opatřené izolací.

2.2.3. Betonářská výztuž

Návrh betonářské výztuže pro spřaženou desku se řídí zejména ČSN EN 1992-2, ČSN EN 10080 a TKP kap. 18.

Standardně se používá pro spřažené ocelobetonové konstrukce výztuž z oceli B500B a sítě KARI. V odůvodněných případech je možno použít i jiné druhy betonářské výztuže.

Veškerá výztuž, která není dostatečně ochráněna krycí vrstvou betonu (např. veškerá výztuž vyčnívající ze spřažené desky pro kotvení říms apod.) se opatří ochranným nátěrem nebo pozinkováním.

2.2.4. Předpínací výztuž

Návrh předpínací výztuže pro spřaženou desku se řídí zejména ČSN EN 1992-2, EN 10138, TKP kap. 18.

Předpětí se využívá u spřažených mostů jednak pro předpětí desky mostovky (většinou předpínací kabely se soudržností) nebo pro předpětí konstrukce v podélném směru (většinou volné předpínací kabely).

Pro předpětí spřažených ocelobetonových mostů může být využit výhradně certifikovaný předpínací systém.

2.3 Nosná konstrukce

2.3.1. Ocelová konstrukce

Ocelová konstrukce spřažených mostů se navrhuje v souladu s předpisy pro navrhování a výrobu ocelových mostních konstrukcí a to zejména ČSN EN 1090-1 až 6, ČSN EN 1991-1-1 až 7, ČSN EN 1991-2, ČSN EN 1993-1-1 až 12, ČSN 1993-2, TKP kap. 19A, B a pro navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí ČSN EN 1994-1-1 a 2, ČSN EN 1994-2.

Běžně se používají nosníkové nebo komorové nosné konstrukce mostů. Spřažení se využívá také pro příčnickové mostovky, kde jsou příčníky spřaženy se železobetonovou deskou mostovky. V omezené míře se pak spřažené konstrukce využívají i pro spodní stavbu mostů a to zejména pro pylony nebo stativa pilířů.

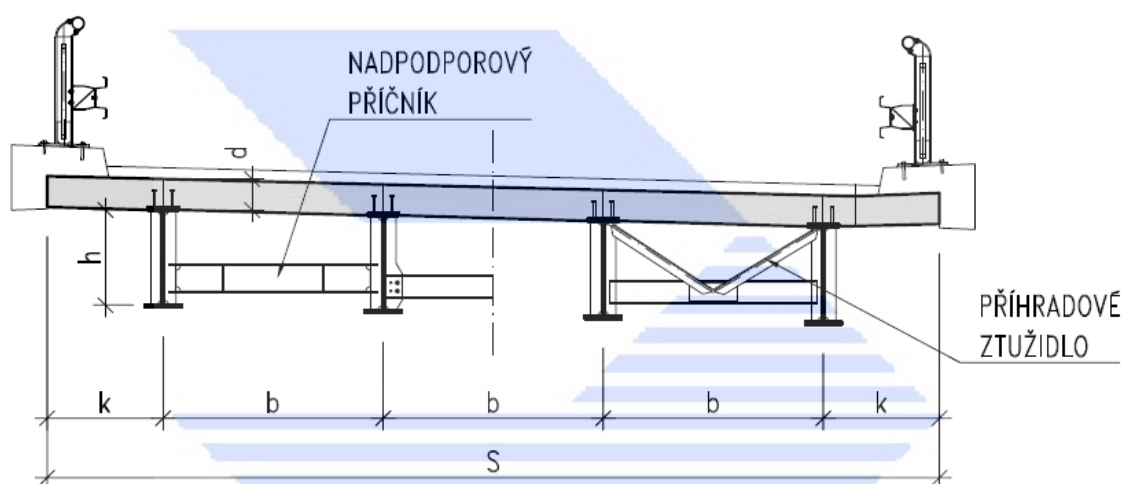
2.3.1.1. Nosníkové konstrukce

Navrhují se ve dvou základních typech – jako rošt s více nosníky a jako dvoutrámové konstrukce.

Volba mezi roštovou a dvoutrámovou konstrukcí je dána většinou efektivitou návrhu v závislosti na rozpětí mostu a jeho poměru k šířce mostu (viz. tab. 1). U vícepolových mostů se navrhuje konstrukce většinou jako spojitá, ale v odůvodněných případech (očekávané velké nerovnoměrné sedání apod.) lze navrhnout řetězec prostých polí spojených v jeden dilatační celek deskou mostovky. Nad všemi podporami jsou tyto konstrukce opatřeny zpravidla příčníky. Tyto, kromě zajištění tuhosti nosné konstrukce, musí umožňovat zvednutí NK mostu

při výměně ložisek apod. V projektové dokumentaci musí být uvedena možná poloha lisů pro zvedání konstrukce, a tato včetně předpokládané síly pro zvedání se následně uvede i v projektu sledování a údržby mostu. Místo pro zvedání NK pod příčnickem musí být uvaženo i do návrhu spodní stavby mostu. Příčníky se navrhují ocelové nebo betonové. V závislosti na rozpětí, šikmosti mostu resp. směrových poměrech komunikace na mostě se navrhují další mezipodporová ztužidla. Ta mohou být uspořádána jako příhradová nebo rámová. Jejich tvar je do značné míry ovlivněn způsobem bednění desky mostovky pro betonáž.

Roštové konstrukce jsou tvořeny z více podélných nosníků. Doporučuje se s ohledem na montáž konstrukce volit sudé počty nosníků, aby bylo možné provést montáž vždy dvojice nosníků spojných ztužidly a byla tak při montáži zajištěna stabilita nosníků.. Na obr. 1 je uveden běžný typ roštové konstrukce, v tabulce 2 jsou pak uvedeny doporučené rozměry konstrukce v závislosti na rozpětí konstrukce. U spojitých konstrukcí konstantní výšky se za rozhodující považuje rozpětí nejdelšího pole.

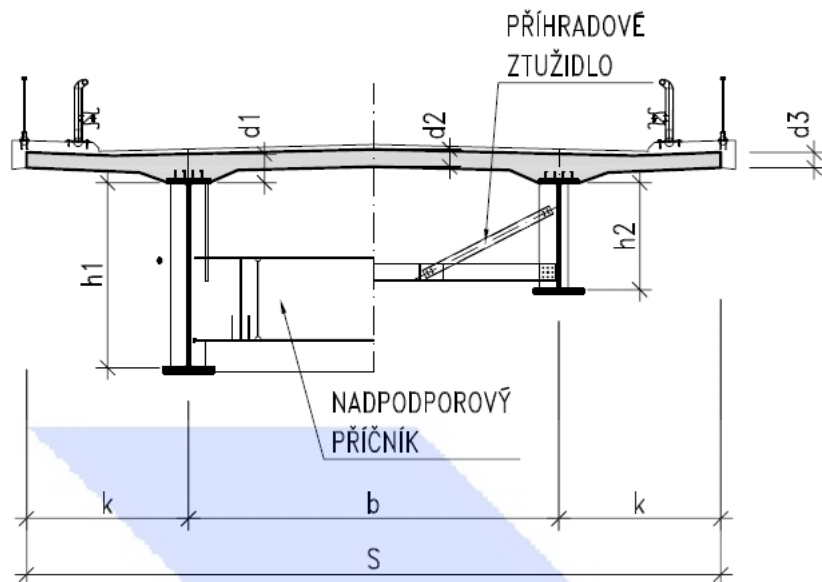


Obr. 1 - Běžný typ nosíkového roštu – vlevo příčný řez nad podporou, vpravo v poli

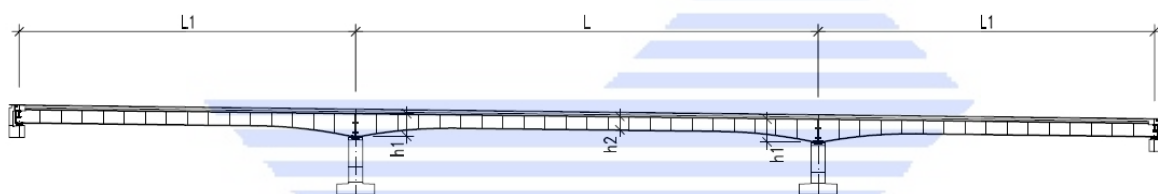
Tabulka 2 - Doporučené rozměry roštových konstrukcí

Typ konstrukce	Řádek dle tab. 1	Rozpětí L	Výška stěny hlavního nosníku - h			Vzdálenost nosníků - b	
			minimální doporučená	stlačená cca	optimální cca	běžná	při stlačené výšce
prostý nosník	2	9 - 15	L / 36	L / 30	L / 25	1,2 - 1,6m	0,8 - 1,2m
		15 - 25	L / 34	L / 30	L / 24	1,8 - 2,4m	1,2 - 1,8m
		25 - 36	L / 34	L / 28	L / 22	2,0 - 2,6m	1,5 - 2,0m
spojitý nosník (nejdelší pole)	3	9 - 15	L / 38	L / 32	L / 28	1,2 - 1,6m	0,8 - 1,2m
		15 - 25	L / 36	L / 32	L / 26	1,8 - 2,4m	1,2 - 1,8m
		25 - 36	L / 36	L / 30	L / 24	2,0 - 2,6m	1,5 - 2,0m
			vetknutí cca	střed rozpětí cca			
rám o jednom poli	4	20 - 40	L / 20	L / 40		1,8 - 2,4m	

Dvoutrámové konstrukce jsou vhodné pro větší rozpětí – viz tabulka 1. Na obrázcích 2 a 3 jsou uvedeny běžné typy dvoutrámových konstrukcí a v tabulce 3 jsou pak uvedeny doporučené rozměry konstrukce v závislosti na rozpětí konstrukce.



Obr. 2 – Běžný typ dvoutrámové konstrukce – vlevo příčný řez nad pilířem, vpravo příčný řez v poli



Obr. 3 – Podélný řez dvoutrámovou konstrukcí s proměnnou výškou nosníků

Tabulka 3 – Doporučené rozměry dvoutrámových konstrukcí

Typ konstrukce	Řádek dle tab. 1	Typ mostu	Výška stěny hlavního nosníku - h2			Výška stěny hlav. nosníku nad podporou h1	
			minimální doporučená	stlačená cca	optimální cca	běžná cca	při stlačené výšce
konstantní výška průřezu	4, 6	prosté pole	$L / 28$	$L / 24$	$L / 20$		
		spojitý nosník	$L / 30$	$L / 26$	$L / 22$		
proměnná výška průřezu	5, 6	9 - 15	$L / 48$	$L / 42$	$L / 35$	$L / 20$	$L / 18$

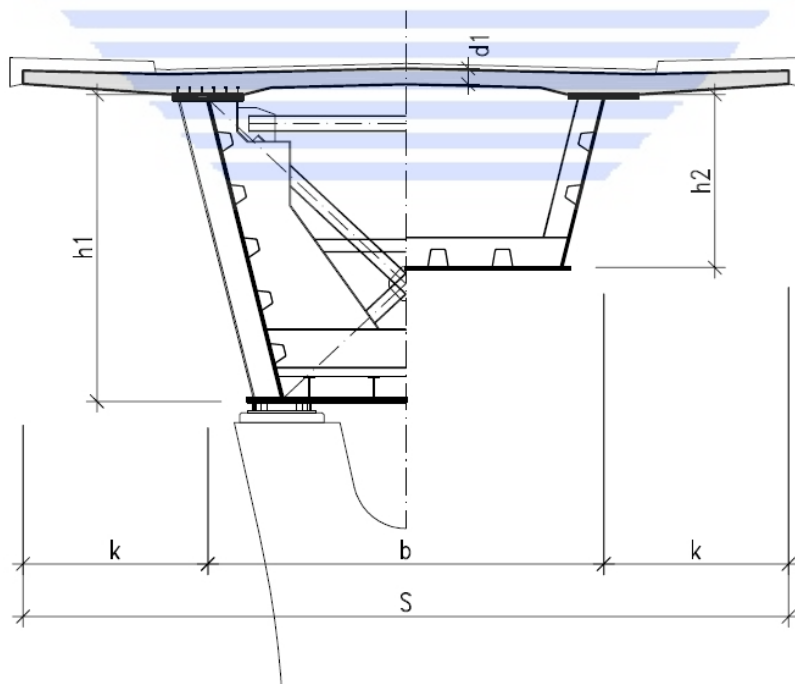
Hodnoty uvedené v tabulkách jsou informativní, v návaznosti na způsob montáže a dalších okolnostech se musí hodnoty aktualizovat pro každý návrh individuálně.

2.3.1.2. Komorové konstrukce

Navrhují se u mostů velkých rozpětí – viz tab. 1. V závislosti na šířce nosné konstrukce se volí šikmé nebo svislé stěny komory. U velkých rozpětí je vhodné navrhnout nosnou konstrukci s náběhy u podpor, případně ji doplnit spodní spráženou deskou v oblasti záporných momentů.

Použití komorové konstrukce pro jednopolový most by bylo velmi výjimečné. U vícepolových mostů se navrhuje konstrukce jako spojitá. Nad všemi podporami jsou tyto konstrukce opatřeny vnitřními diafragmaty. Tato kromě zajištění tuhosti nosné konstrukce a roznesení síly z uložení do nosné konstrukce musí umožňovat zvednutí NK mostu při výměně ložisek apod. V projektové dokumentaci musí být uvedena možná poloha lisů pro zvedání konstrukce a tato včetně předpokládané síly pro zvedání se následně uvede i v projektu sledování a údržby mostu. Místo pro zvedání NK pod diafragmatem NK musí být uváženo i do návrhu spodní stavby mostu. Diafragmata se navrhují běžně ocelová méně často betonová. Dále se pak navrhují další mezipodporová diafragmata. Ta jsou většinou uspořádána jako příhradová. Jejich tvar je do značné míry ovlivněn způsobem bednění desky mostovky pro betonáž. Stěny a spodní deska komory v oblastech, kde není navržena spodní sprážená deska, musí být opatřeny podélnými výztuhami. Navrhují se korýtkové nebo páskové výztuhy. Výztuhy na stěnách musí být tvarově navrženy tak, aby se kondenzující voda stékající po stěně nemohla držet v úžlabí výztuhy. Pokud jsou navrženy korýtkové výztuhy, musí být ke konstrukci přivařeny vzduchotěsně po celém obvodu. Je potřeba dbát, aby vnitřní prostor komory byl odvodněn pro případ hromadění kondenzující vody apod.

Komora mostu musí být navržena tak, aby byla přístupná a to jak pro provedení PKO, tak pro revize po celou dobu životnosti konstrukce. Vstup do prostoru komory mostu musí být zajištěn z čel nosné konstrukce nebo přes spodní desku NK v místech akceptovaných investorem a správcem mostu. Vzhledem ke členitému povrchu vnitřních ploch komory se většinou uvnitř navrhuje pochozí lávka, ale její použití je plně věcí investora a správce.



Obr. 4 – Běžný typ komorové konstrukce – vlevo příčný řez nad pilířem, vpravo příčný řez v poli

Komorové konstrukce je možno navrhnout i pro velmi široké mosty, vzhledem k velké torzní tuhosti je možno je doplnit bočními vzpěrami a pomocnými nosníky a tak dosáhnout značné šířky nosné konstrukce.

Na obr. 4 je uveden běžný typ komorové konstrukce, v tabulce 4 jsou pak uvedeny doporučené rozměry konstrukce v závislosti na rozpětí konstrukce. U spojitých konstrukcí se za rozhodující považuje rozpětí nejdelšího pole.

Tabulka 4 - Doporučené rozměry komorových konstrukcí

Typ konstrukce	Řádek dle tab. 1	Typ mostu	Výška stěny hlavního nosníku - h2			Výška stěny hlav. nosníku nad podporou h1	
			minimální doporučená	stlačená cca	optimální cca	běžná	při stlačené výšce
konstantní výška průřezu	4, 6	prosté pole	L / 30	L / 26	L / 22	-	-
		spojitý nosník*	L / 32	L / 28	L / 24	-	-
proměnná výška průřezu	5, 6	9 - 15	L / 52	L / 47	L / 42	L / 25	L / 23

* - při výstavbě metodou vysouvání se doporučuje volit výšku průřezu cca L / 22

2.3.1.3. Příčnicková mostovka

Využívá se u ocelových mostů, kde je mostovka podpírána příčníky (parapetní mosty, langrové trámy apod.), tyto jsou spřaženy se železobetonovou deskou mostovky.

Vzdálenost příčníků se volí s ohledem na minimalizaci tloušťky desky mostovky a logický rastr dělení ocelové konstrukce – běžně v rozmezí cca 1,8 – 3,0m. Tloušťka desky se vzhledem ke konstrukčním zásadám a velikosti krytí výztuže betonem navrhuje cca 250 – 300 mm.

Výška příčníků se volí s ohledem na vzdálenost hlavních nosníků mostu. Běžně je volena výška příčníků cca B / 22, kde B je osová vzdálenost hlavních nosníků. Doporučuje se chodníky a stezky pro cyklisty apod. umísťovat vně hlavních nosníků na konzoly a tím snížit vzdálenost hlavních nosníků a tím výšku příčníků.

2.3.1.4. Jiné druhy konstrukcí

Dále se nejčastěji využívá spřažené ocelobetonové konstrukce pro:

- pylony zavěšených a visutých mostů. Jedná se vesměs o duté konstrukce částečně nebo zcela vyplněné betonem
- stativa členěných pilířů. Nejčastěji se používají v případech, kdy ocelová konstrukce je např. z prostorových důvodů využita jako ztracené bednění
- mostní oblouky, tvořené komorovým průřezem nebo ocelovou trubkou vyplněnou betonem
- štíhlé mostní pilíře, většinou tvořené komorovým průřezem vyplněné betonem
- za spřažené ocelobetonové konstrukce se považují také ocelové nosníky zabetonované do železobetonové desky. Tato konstrukce jsou časté na železničních mostech, na mostech silničních se využívají poměrně málo

Jedná se zpravidla o konstrukce tvořené dutým průřezem vyplněným zcela nebo částečně vyplněné betonem.

U těchto konstrukcí musí být vždy posouzena tuhost průřezu s ohledem na schopnost vzdorovat hydrostatickému tlaku čerstvého betonu. S ohledem na tento posudek pak je volen postup betonáže vnitřní části konstrukce.

Spřažení betonové výplně a ocelové konstrukce se provádí obdobně jako u jiných typů konstrukce (trny, spřahování lišty), v některých případech není spřažení nutné, zajistí je tvar konstrukce apod.

Pokud jsou v konstrukci navrženy vnitřní výztuhy, je tyto potřeba opatřit dostatečným množstvím otvorů, které umožní kontrolu přibetonování prostoru pod výztuhami.

2.3.2. Betonová deska

Spřažená deska mostovky se navrhuje v souladu s předpisy pro navrhování a provádění betonových mostních konstrukcí a to zejména ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-2, TKP kap. 18 a pro navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí ČSN EN 1994-1-1 a 2, ČSN EN 1994-2.

Využívá se deska železobetonová nebo z předpjatého betonu. Lze využít desku monolitickou, částečně prefabrikovanou nebo prefabrikovanou s monolitickým dobetonováním spár.

U mostů roštových a příčnicové mostovky se většinou využívá mostovka konstantní tloušťky. U dvoutřímových a komorových mostů je volena většinou deska s náběhy. Pokud je u komorových mostů navržena spodní spřažená deska, je tato většinou konstantní tloušťky v příčném směru, ale se zesílením směrem k podpoře.

2.3.2.1. Železobetonová deska

Navrhuje se ve valné většině případů spřažených ocelobetonových mostů. Doporučené rozměry spřažené desky jsou uvedeny v tabulkách 5 – pro mostovku roštových mostů, 6 – pro mosty dvoutřímové a pro mosty komorové.

Tabulka 5 - Doporučené tloušťky desky roštových konstrukcí

Typ konstrukce	Řádek dle tab. 1	Rozpětí L	Vyložení konzoly - k		Tloušťka desky - d*		
			bez chodníku	s chodníkem	při vzdálenosti nosníků		
					do 1,5 m	1,5 - 2,0 m	2,0 - 2,6 m
válcované nosníky	1	nerozhoduje	min. $b / 2$	min. $b / 2$	240 mm	270 mm	nedoporučuje se
			max. dopor. 1,0 m	max. dopor. 1,5 m			
svařované nosníky	2	nerozhoduje	min. $b / 2$	min. $b / 2$	240mm	270 mm	300 mm
			max. dopor. 1,3 m	max. dopor. 2,0 m			
ráo o jednom poli	3	nerozhoduje	dtto prostý nosník	dtto prostý nosník	240 mm	270 mm	300 mm

* - jedná se o doporučené tloušťky, minimální jsou o cca 10 – 20 mm menší.

Tabulka 6 - Doporučené tloušťky desky dvourámových a komorových konstrukcí

Typ konstrukce	Řádek dle tab. 1	Rozpětí L	Vyložení konzoly - k		Tloušťka desky - d*		
			bez chodníku	s chodníkem			
					d1	d2	d3
dvourámové kce	4,5	nerozhoduje	$\leq b / 2$	min. $b / 2$	k / 7,5	350 mm	250 mm
			max. dopor. 3,5 m	max. dopor. 4,5 m			
komorové kce	7,8	nerozhoduje	$\leq b / 2$	min. $b / 2$	k / 7,5	350 mm	250 mm
			max. dopor. 3,5 m	max. dopor. 4,5 m			

* - jedná se o doporučené tloušťky, minimální jsou o cca 20 – 50 mm menší.

U mostů s příčnickovou mostovkou se navrhuje deska v návaznosti na rozteči příčníků, obecně je vhodné navrhovat desku v minimální tloušťce 220 mm. Doporučuje se tloušťka desky cca 1/8 – 1/9 vzdálenosti příčníků.

2.3.2.2. Příčně předpjatá betonová deska

Navrhuje se spíše výjimečně u velmi širokých mostů. U mostů jejichž objednatelem je ŘSD ČR je nutno případné použití příčně předpjaté desky samostatně projednat a její užití odůvodnit. Důvodem pro použití příčného předpětí je většinou zvýšení únosnosti desky, ale může jím být i požadavek na větší životnost desky mostovky, předpjatá deska je odolnější vůči vzniku trhlin, které mohou způsobit dřívější degradaci desky a její výztuže.

Pro příčné předpínání se využívá zpravidla vnitřní předpětí se soudržností. Pro tenké desky má většina certifikovaných předpínacích systému jednolanové nebo ploché málolanové předpínací jednotky a kotvy. Zvolený kotevní systém ovlivňuje tloušťku desky na vnějších okrajích (konzolách). Při použití větších předpínacích jednotek je možné vytvořit v konzolách na podhledu spřažené desky žebra.

2.3.2.3. Bednění spřažené desky a částečná prefabrikace

Pro bednění spřažené desky se využívá:

- klasické bednění využívající opřené ocelovou konstrukci
- bednění pomocí vozíku přesouvaného po ocelové konstrukci pro postupnou betonáž spřažené desky
- ztracené bednění
- bednění pomocí desek pro částečnou prefabrikaci
- prefabrikovaná deska s monolitickou dobetonávkou spar

Pokud se použije klasické bednění desky mostovky, využívá se ocelová nosná konstrukce zpravidla jako podpora pro bednění. Hmotnost bednění musí být tedy započtena do statického výpočtu konstrukce i do výpočtu průhybů a nadvýšení. Konstrukce musí být posouzena na účinky sil, které do ní bednění a deska na něm zhotovená budou vnášet. Zejména je nutno zajistit dostatečnou tuhost příčného řezu. Ocelová konstrukce musí být dočasně ztužena (k tomuto účelu mohou být použity prvky bednění), aby nemohlo dojít k vybočení tlačného pasu při betonáži desky a současně nemohlo dojít k deformaci OK např. od vodorovných sil působících na ocelové nosníky od šikmých vzpěr podpírajících bednění mostních konzol apod.

Navrhnout lze řadu typů přesuvných bednění (vozíků), požadavky na jejich konstrukci jsou z hlediska ocelové konstrukce mostu obdobné jako u klasického bednění – tedy zejména posoudit konstrukci vč. nadvýšení na jejich hmotnost a dále ověřit stabilitu a dostatečnou tuhost konstrukce od zatížení těmito vozíky zejména během betonáže.

Typy ztraceného bednění jsou silně ovlivněny vzdáleností nosníků a tím rozpětím, které musí ztracené bednění překlenout. Nečastěji se používají:

- cementovláknité desky
- sklocementové desky a to dle potřeby s vnitřními ocelovými výztuhami
- desky z UHPC většinou žebrované
- kompozitní panely

Nepřipouští se použití profilovaných pozinkovaných plechů pro bednění desky.

Pokud se použije pro bednění desky ztracené bednění je potřeba při posouzení OK postupovat obdobně jako při použití klasického bednění.

Při použití desek pro částečnou prefabrikaci (například filigránů), je potřeba zajistit řádné spolupůsobení prefabrikovaných desek s monolitickou částí desky. Používají se desky s externí výztuží. Ve vodorovné spáře mezi prefabrikovanou deskou a monolitickou částí není nutno opatřit výztuž PKO na rozdíl od jiné výztuže procházející pracovními parami. Návrh a statické posouzení desek pro částečnou prefabrikaci je vždy individuální a musí být provedeno pro každý případ použití. Vždy je potřeba navrhnout nadvýšení tvaru desek tak, aby výsledný tvar podhledu desky odpovídal projektu.

Použití prefabrikované desky je možné, ale vždy je potřeba individuální návrh pro konkrétní most. V každém případě je potřeba navrhnout monolitickou dobetonávku v oblasti spřahujících trnů i v oblasti příčných spár tak, aby deska působila jako jeden celek v podélném směru mostu.

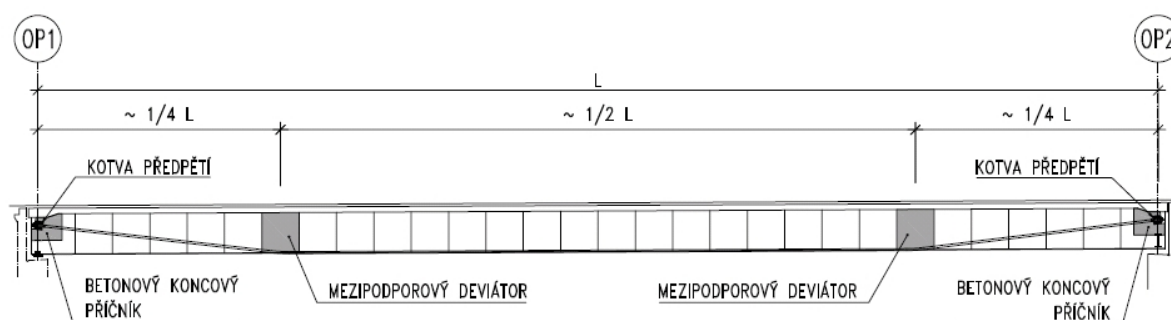
2.3.3. Předpětí spřažených mostů v podélném směru

Předpětí spřažených mostů v podélném směru se používá spíše výjimečně, častěji se používá pro zesílení již hotových konstrukcí. V případě použití podélného předpětí konstrukce při návrhu nosné konstrukce mostu lze ušetřit přibližně 15 – 20 % konstrukční oceli.

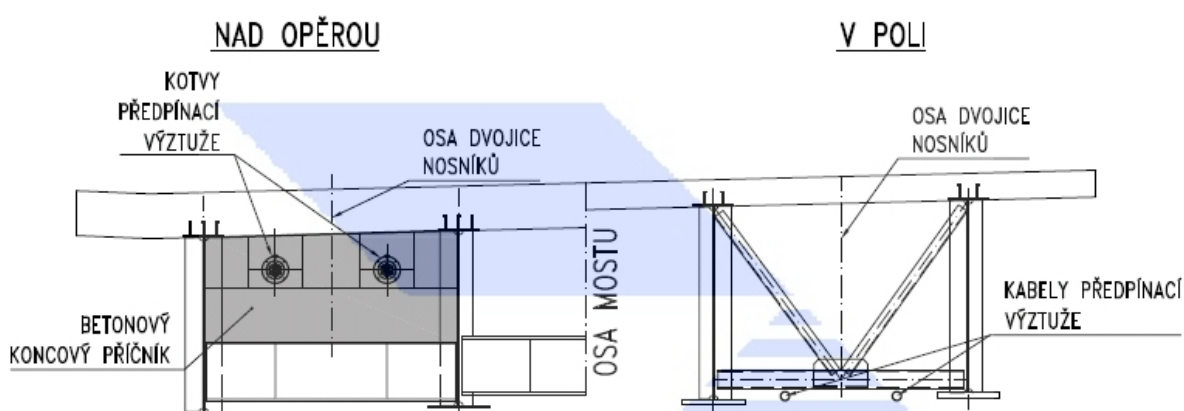
K podélnému předpětí spřažených konstrukcí se používá především předpětí volnými kabely. Vždy je nutno použít certifikovaný předpínací systém.

2.3.3.1. Vedení kabelů

Vedení kabelů vyplývá ze statického návrhu. Běžně se používá vedení kabelů mezi hlavními nosníky ocelové konstrukce, u komorových mostů uvnitř komory. Tvarování kabelů se provádí běžně v ocelových deviátorech nebo betonových příčnicích. Návrhu těchto prvků pro změnu směru předpínacích kabelů je třeba věnovat zvýšenou pozornost.



Obr. 5a – Příklad vedení předpínacích kabelů - podélný řez nosnou konstrukcí

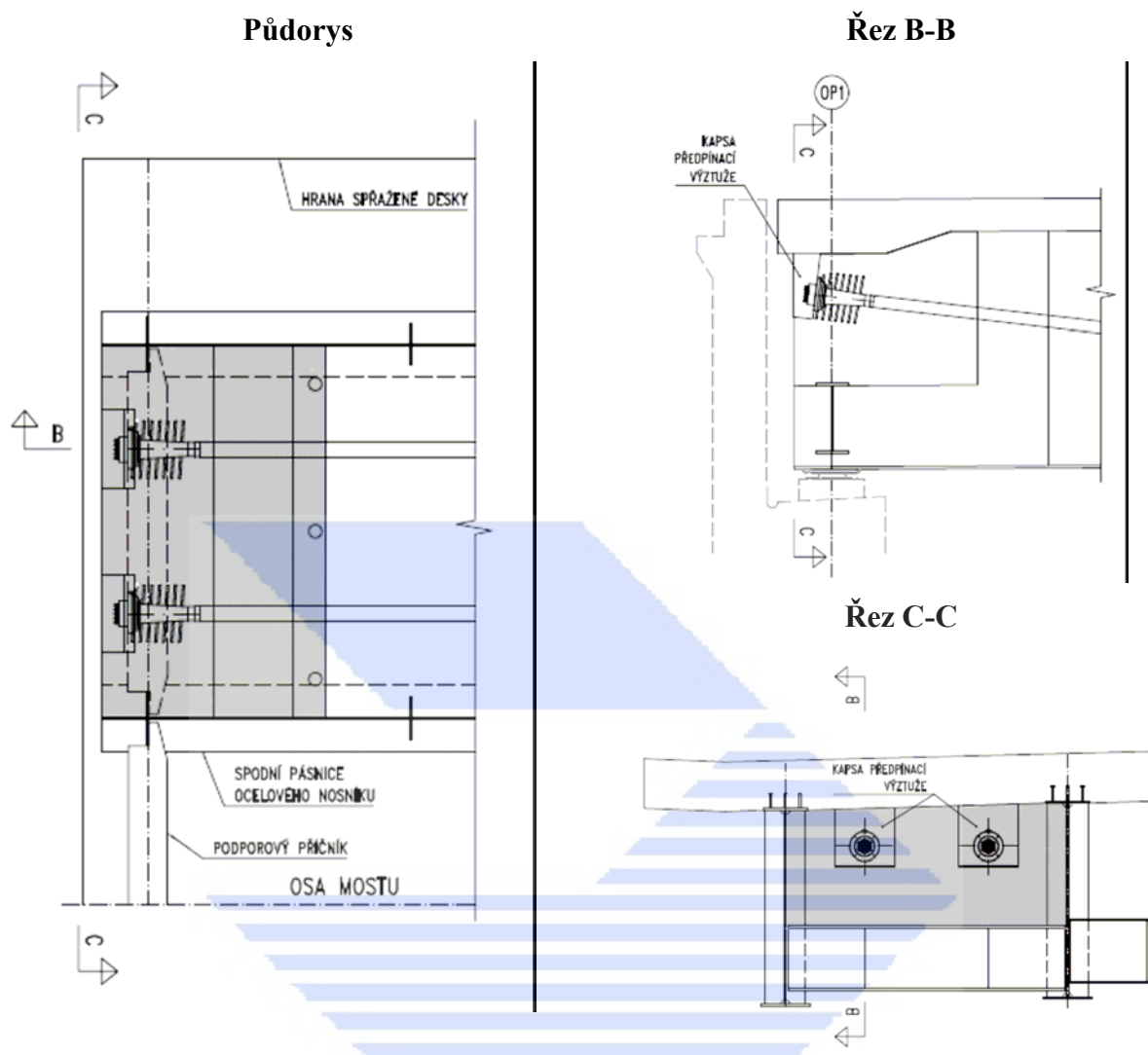


Obr. 5b – Příklad vedení předpínacích kabelů – příčné řezy

2.3.3.2. Kotvení kabelů

Běžně se používají klasické kotvy dle zvoleného předpínacího systému v betonových koncových příčnících. V těchto oblastech je třeba věnovat zvýšenou pozornost spřažení betonového příčníku a ocelové konstrukce tak, aby byla předpínací síla bezpečně přenesena do spřaženého průřezu.

Kotvení je vždy potřeba navrhnout v souladu s použitým předpínacím systémem.



Obr. 6 - Příklad kotvení předpínací výztuže ve spřažené konstrukci pomocí betonového příčnicku

2.3.4. Spřažení

Spřažení ocelové a betonové části průřezu lze rozdělit do dvou základních skupin:

- Poddajné spřažení – trny
- Nepoddajné spřažení – hřebenové lišty, kozlíky

Není přípustné kombinovat spřažení poddajné a nepoddajné spřažení u jednoho spřahujícího prvku ani u více prvků, které se v konstrukci vzájemně ovlivňují a působí obdobným způsobem.

2.3.4.1. Trny

Jsou nejčastějším způsobem spřažení. Používají se trny dle ČSN EN ISO 13918.

Počet trnů a jejich rozmístění vychází ze statického návrhu. Délka trnů je volena s ohledem na tloušťku spřažené desky. Při rozmísťování trnů musí být splněny podmínky ČSN EN 1994-2

kap. 6.6.5. Trny na horní pásnici se osazují tak, aby bylo možno provést PKO části horní plochy pásnice v šířce dle TKP kap. 19B.

Trny se k ocelové konstrukci přivařují odporovým svářením. Přivařování pomocí koutových svarů je přípustné jen výjimečně, např. pokud jsou dovařovány trny v oblasti montážních styků na montáži apod.

2.3.4.2. Hřebenové lišty

Jsou v současné době málo používaným systémem spřažení.

U tohoto systému spřažení je potřeba dbát zejména toho, aby lišta přivařená k ocelové konstrukci nebyla zdrojem vzniku trhlin ve spřažené desce. To musí být zajištěno jednak dostatečným překrytím lišty betonem desky a dostatečným vyztužením nad touto lištou.

Konstrukční řešení lišt vychází z čl. NA 2.1 k ČSN EN 1994-2.

Pokud je objednatelem mostu ŘSD ČR, není možno spřažení pomocí lišt použít bez výslovného souhlasu objednatele.

2.3.4.3. Kozlíky

Spřažení pomocí kozlíků se v současné době již nenavrhuje a pro nové mosty se použití kozlíků nepřipouští. Na řadě stávajících konstrukcí je možno se s nimi setkat. Vzhledem k tomu, že se jedná o zcela odlišnou konstrukci spřažení než trny a hřebenové lišty, není přípustné kombinovat kozlíky s jiným druhem spřažení.

Příklad spřažení kozlíky je uveden na obr. 8.



Obr. 7 – Spřažení příčniku mostovky s deskou pomocí kozlíků

2.3.4.4. Montážní styky

V místě montážních styků je potřeba zajistit dostatečné spřažení.

V případě použití přílozek (např. ve šroubových stycích) je nepřípustné osazovat prvky spřažení na tyto příložky. Šroubové styky na horní pásnici spřažených mostů jsou špatně udržovatelné a proto se nedoporučují.

2.3.5. Protikorozní ochrana

Protikorozní ochrana ocelové konstrukce spřažených mostních konstrukcí se řídí předpisy pro PKO ocelových konstrukcí a to zejména TKP kap. 19B.

Aby se zamezilo duplicitě v předpisech a doporučnících, není PKO předmětem tohoto předpisu.

2.3.6. Předpokládané spotřeby hlavních konstrukčních materiálů

V tabulce 8 jsou uvedeny odhadované spotřeby konstrukční oceli a betonářské výztuže pro nejběžnější spřažené ocelobetonové mosty. Tyto spotřeby lze předpokládat v případech, kdy je volena optimální konstrukční výška a běžné konstrukční uspořádání. Uvedené spotřeby jsou jen orientační, vždy je potřeba uvážit konkrétní podmínky.

Tabulka 8: Orientační spotřeby oceli.

Řádek	Typ konstrukce	Uspořádání	Rozpětí	Spotřeba konstrukční oceli na 1m ² NK mostu	Spotřeba betonářské výztuže ve spřažené desce mostu na 1m ² kN mostu
1	Nosníkový rošt z válcovaných nosníků I/IPE/HE	Prosté pole	6 - 15m	115	210
		Spojité nosník		140	270
2	Nosníkový rošt ze svařovaných plnostěnných nosníků tvaru nesymetrického I konstantní výšky	Prosté pole	12 - 40m	130	190
		Spojité nosník		150	240
3	Nosníkový rošt ze svařovaných plnostěnných nosníků tvaru nesymetrického I s náběhy	Rám o jednom poli (nosník vetknutý do opěr)	20 - 40m	160	270
4	Dvoutrámová konstrukce s trámy konstantní výšky tvaru nesymetrického I	Prosté pole	36 - 60m	160	210
		Spojité nosník		170	270
5	Dvoutrámová konstrukce s trámy proměnné výšky tvaru nesymetrického I	Spojité nosník	45 - 70m	200	280
6	Dvoutrámová konstrukce se vzpěrami a doplňkovými podélnými nosníky	Dvouhrám konst. v.	36 - 50m	170	270
		Dvoutrám prom. v.	45 - 70m	200	280
7	Komorová konstrukce konstantní výšky	Spojité nosník	50 - 90m	290	325

8	Komorová konstrukce proměnné výšky	Spojité nosník			
	bez spodní spřažené desky v oblasti podpor		70 - 110m	370	330
	se spodní spřaženou deskou v oblasti podpor		90 - 150m	390	330
9	Komorová konstrukce se vzpěrami a doplňkovými podélnými nosníky	Komora konst. v.	60 - 90m	300	330
		Komora prom. v.	70 - 150m	400	330

Uvedené hodnoty jsou jen orientační a je potřeba vždy přihlídnout ke konkrétnímu technickému řešení.

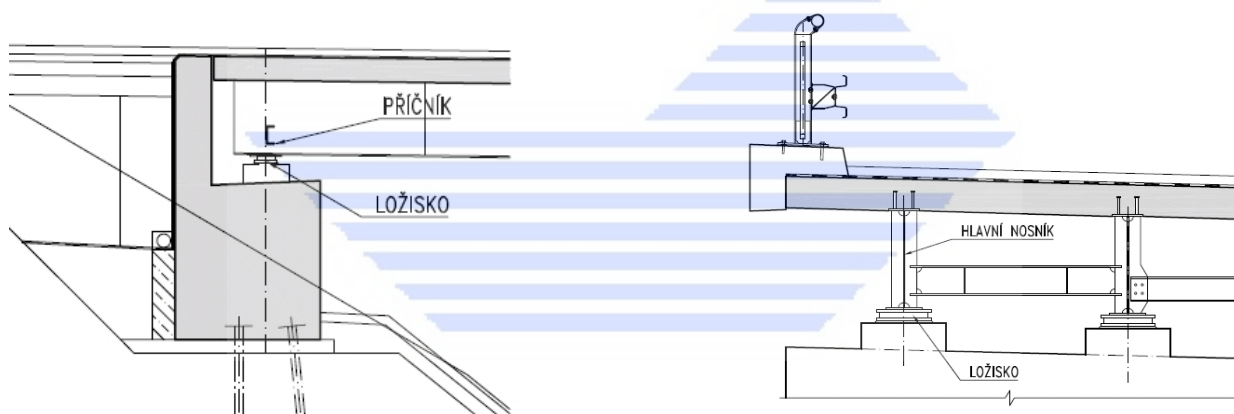
2.3.7. Uložení nosné konstrukce a kotvení

Většina spřažených ocelobetonových mostů je navrhována jako uložená na ložiska na všech podporách. V omezené míře se uplatní vetknutí do opěr (rámové a integrované mosty).

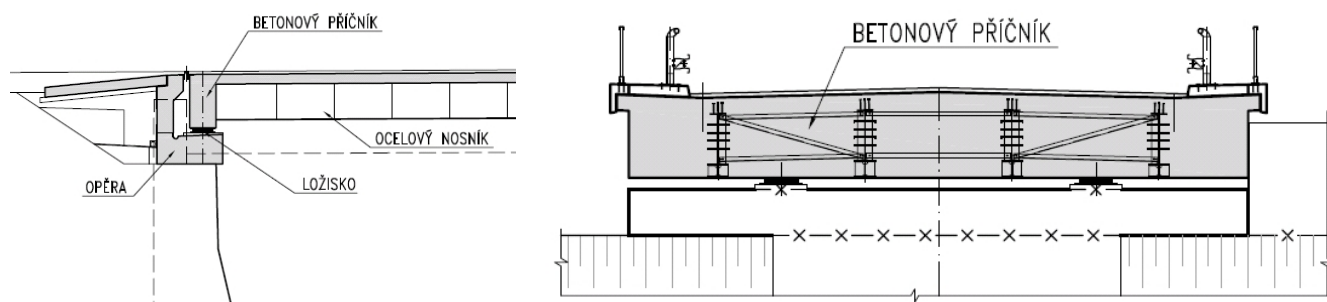
2.3.7.1. Uložení na ložiska

Může být použito uložení přímé nebo nepřímé. Za přímé uložení považujeme uložení v ose hlavního nosníku, za nepřímé uložení mimo tuto osu s využitím příčnicku nebo diafragmatu.

Příklady přímého uložení jsou uvedeny na obr. 8. Příklady nepřímého uložení na obr. 9.



Obr. 8 – Přímé uložení nosné konstrukce mostu



Obr. 9 – Nepřímé uložení nosné konstrukce mostu

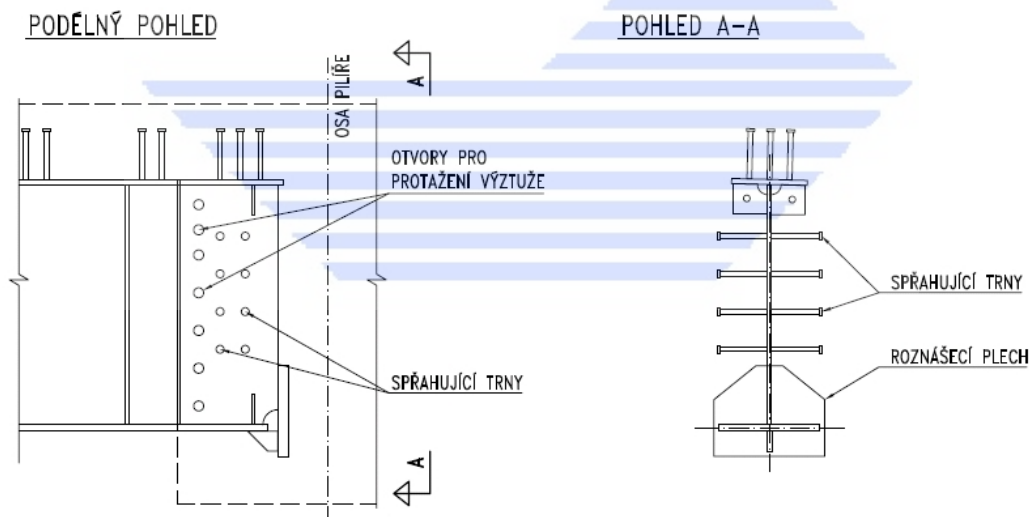
Uložení nosné konstrukce musí být vždy navrženo jako vodorovné. Maximální odchylka od vodorovného sklonu uložení je dána v ČSN EN 1337-11. Pro zajištění vodorovného uložení se mezi ložisko a nosnou konstrukci vkládá klínová deska (neplatí pro podepření pod betonovým příčnickem). Vzhledem k tomu, že při postupném zatěžování mostu dochází k průhybům a tím k natočení konstrukce v místě uložení, je toto nutno v klínové desce zohlednit. Spodní plocha klínové desky musí být vodorovná ve stavu, kdy most je zatížen veškerým stálým zatížením. Pro provedení klínové desky je potřeba provést zaměření tvaru spodní pásnice a klínovou desku navrhnout vždy na tento zaměřený tvar, který zohlední nejen podélné natočení, ale také případnou příčnou nevodorovnost nebo stříškovitost pásnice k níž má být klínová deska připojena. Klínová deska pak musí být vyfrézována do tvaru odpovídajícímu všem těmto vlivům. Vzhledem k tomu, že v podstatě nelze dosáhnout, zejména u rozměrných desek naprosté tvarové shody, připouští se vyrovnání nerovností do tl. 1,0 mm pomocí vyskopevnostního tmelu, který musí být certifikován pro toto použití a musí být kompatibilní se systémem PKO ocelové konstrukce. Kotvení klínové desky k ocelové konstrukci se provádí buď jejím přivařením nebo pomocí šroubového spoje.

2.3.7.2. Vetknutí a integrované mosty

Zejména se jedná o vetknutí ocelové konstrukce do betonové opěry nebo příčnicku přímo uloženého na prvcích hlubinného založení.

Tento způsob uložení je typický také pro spřažené konstrukce spodní stavby (sloupy, pylony...), oblouky apod.

Spolupůsobení ocelové konstrukce s betonovým prvkem lze zajistit dvěma základními způsoby a to zabetonováním konce ocelového nosníku nebo přes čelní desku.



Obr. 10 - Příklad kotvení ocelového nosníku do betonového nadpilířového příčnicku

Pokud je most navržen jako integrovaný, musí tomu být přizpůsobena přechodová oblast. Řešení přechodu integrovaných mostů není předmětem těchto TP.

2.3.8. Dočasné podepření a výměna ložisek

Dočasné podepření se používá zejména v následujících případech:

- Pro zvýšení únosnosti
- Pro omezení natočení ložisek

- Podepření pro výměnu ložisek

2.3.8.1. Dočasné podepření pro zvýšení únosnosti

Podepření nosné konstrukce mezi definitivními podporami pro omezení namáhání ocelové konstrukce při betonáži spřažené betonové desky. Většinou se používá u mostů z prostých polí, kde je jeho přínos nejmarkantnější, ale lze jej použít i u mostů jiných typů. Poloha provizorních podpor se volí z hlediska statického tak, aby jejich účinek byl co největší (např. u prostých polí při použití jedné podpory v polovině, při použití dvou podpor cca v 1/3 rozpětí) a dále s ohledem na to, že podpory lze využít i při montáži ocelové konstrukce pro provedení montážních styků.

Podepření se realizuje pomocí inventárních konstrukcí zhotovitele. Aby bylo podepření účinné, je nutno zajistit jeho stabilitu a tuhost. Zejména nesmí dojít k zatlačení provizorní podpory do podloží. Při uvažování účinku podepření je nutno zvážit a do výpočtu zahrnout sedání provizorní podpůrné konstrukce pod zatížením i dotlačení spojů pomocných konstrukcí apod.

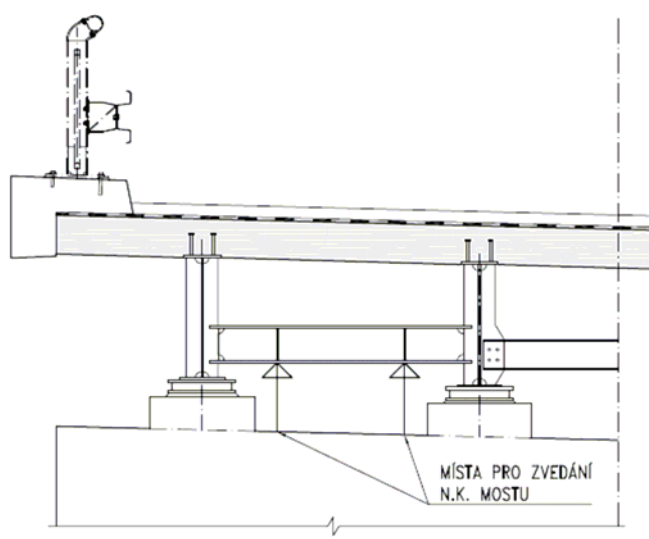
Ekonomicky přínosné je toto podepření zejména u mostů z prostých polí. Smysl má jen v případech, kde je možno jej provést s minimálními náklady a založení této konstrukce je stabilní s velmi malým očekávaným sedáním.

2.3.8.2. Dočasné podepření pro omezení natočení ložisek

Při očekávání velkých natočení v místě uložení od betonáže desky mostovky se provádí podepření přibližně v ose definitivního uložení konstrukce. Toto podepření se provede pro montáž ocelové konstrukce a následnou betonáž spřažené desky mostovky. Ložisko se pak aktivuje až po betonáži a tudíž jednak nemusí být navrženo pro pootočení od průhybu ocelové konstrukce při betonáži desky, které tak nemusí přenášet. Dále se minimalizuje nepřesnost v provedení klínové desky, protože ta se může vyrobit až s ohledem na skutečné natočení po betonáži.

2.3.8.3. Dočasné podepření pro výměnu ložisek

Konstrukce mostu musí být navržena tak, že je ji možno zvednout pro výměnu ložisek. Standardně se předpokládá, že výměna ložisek bude prováděna za vyloučeného provozu na mostě a tudíž se pro návrh podpěrných bodů a na ně navazujících konstrukcí uvažuje výhradně se zatížením od vlastní váhy konstrukce a ostatního stálého zatížení, zatížení klimatických a zatížení montážních a podle konstrukčního uspořádání se zatížením o vynucených deformacích konstrukce. Na základě projednání s následným správcem mostu se do výpočtu zahrnuje postup výměny ložisek. U malých mostů je možno uvažovat s tím, že budou měněna všechna ložiska na mostě současně (most bude synchronně zvednut jako celek), u mostů větších je pak nutno navrhnout postup výměny a ve výpočtu zohlednit nerovnoměrnost nadzdvížení konstrukce. Správce mostu může nařídit, že konstrukce musí být navržena tak, aby umožňovala výměnu ložisek za omezeného nebo plného provozu.

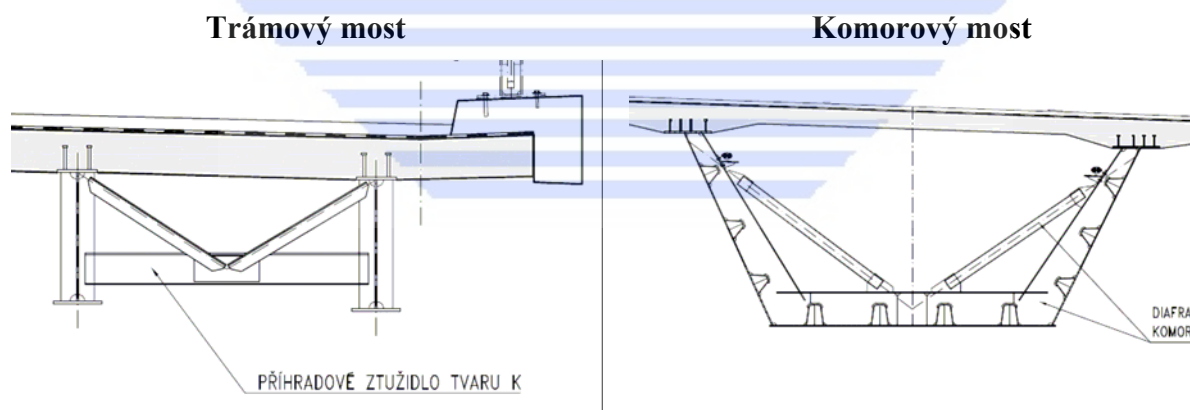


Obr. 11 - Příklady míst pro podepření konstrukce při výměně ložisek

2.3.9. Trvalé a dočasné ztužení konstrukce

Trvalé ztužení konstrukce vychází ze statického výpočtu. Standardně se používají nadpodporové příčníky a mezilehlá ztužidla. Použití mezilehlých ztužidel závisí na zvoleném typu konstrukce, šikmosti mostu a směrovém vedení komunikace na mostě. U běžných trémových roštů nejsou mezilehlá ztužidla nutná. Způsob provedení ztužidel je do značné míry závislý na způsobu montáže a betonáže desky. Ztužidla mohou být připojena ke konstrukci svařou nebo šroubovými styky. Pro šroubové připojení podružných ztužidel není nutné použít třecí spoje v odůvodněných případech po dohodě s objednatelem.

Příklady ztužení jsou uvedeny na obr. 13.



Obr. 12 - Příklady mezilehlých ztužidel

Dočasnému ztužení konstrukce zejména pro betonáž spřažené desky je nutno věnovat mimořádnou pozornost. Je nutno prokázat nejen statickou únosnost konstrukce pro namáhání při betonáži (např. stabilitu tlačенého pasu ocelových nosníků), ale také velikost deformací, které při betonáži vzniknou (je potřeba věnovat pozornost nebezpečí pokesů, průhybů, vybočení...).

Častým problémem je vychýlení spodní pásnice krajních nosníků pokud je o ni opřena vzpěra podepření bednění konzoly spřažené desky a vytváří tak šikmou reakci.

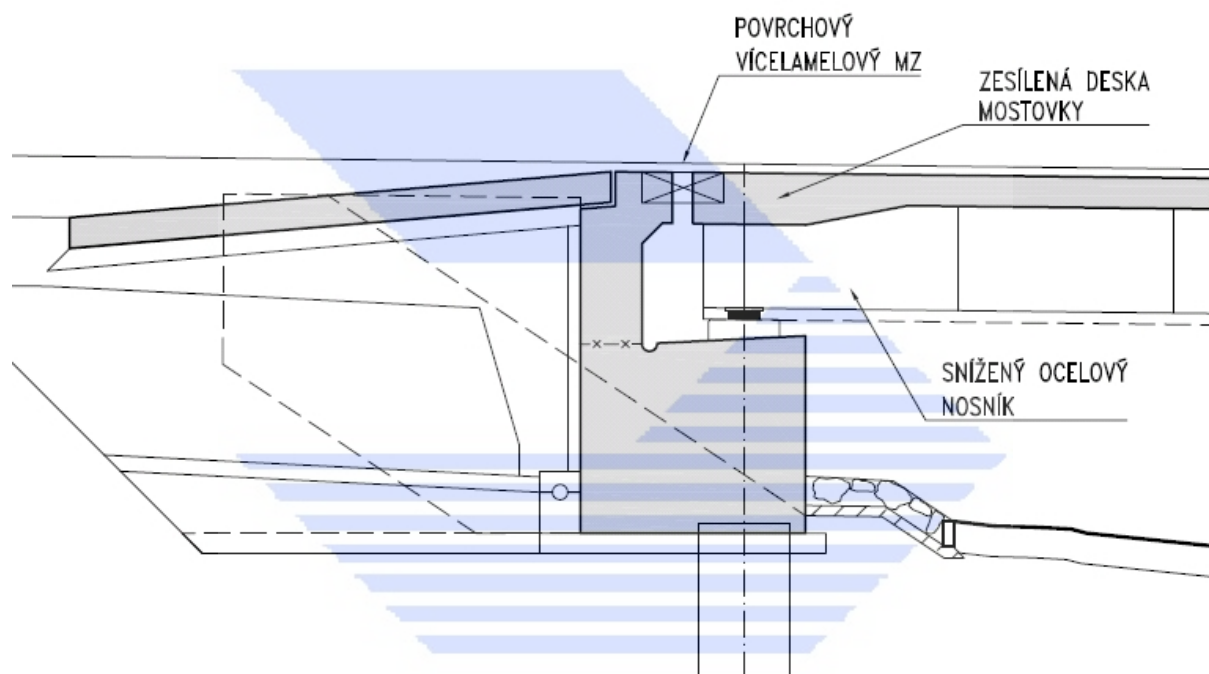
Veškerá dočasná ztužení je potřeba ke konstrukci kotvit tak, aby při jejich demontáži nedošlo k poškození trvalých konstrukcí.

2.3.10. Mostní závěry

Na spřažených mostech se používají standardní mostní závěry jako na mostech betonových. Mostní závěry jsou většinou kotveny do spřažené desky mostovky. Pro navrhování mostních závěrů platí zejména TP 86 a dále TKP kap. 23 a přiměřeně i TKP kap. 19A, B.

Při návrhu spřažené desky v místě mostních závěrů je potřeba navrhnout desku s dostatečnou mocností, aby do ní mohl být závěr ukotven. Aby nedošlo ke kolizi mostního závěru s ocelovou konstrukcí a spřahujícími trny, snižuje se obvykle výška nosníku v této oblasti tak, aby se kotevní prvky závěru a spřahovací trny nekřížily. Toto zesílení spřažené desky je příznivé i z hlediska statického působení. Toto snížení ocelové konstrukce resp. zesílení spřažené desky, které vede k větší tuhosti nosné konstrukce v oblasti závěru zlepšuje vlastnosti a prodlouží životnost konstrukce, která je namáhána dynamickými rázy při přejezdu vozidel z tuhé opěry na poddajnou desku mostovky.

Na obr. 14 je uveden příklad zesílení desky v oblasti mostních závěrů.



Obr. 13 - Snížení ocelového nosníku a zesílení spřažené desky v uložení na opěře

2.4 Spodní stavba

Příklady řešení konstrukcí spodní stavby ze spřažených ocelobetonových prvků jsou uvedeny v kap. 2.3.1.4.

Tvar spodní stavby spřažených mostů se podstatně neliší od jiných typů mostů. Vždy je potřeba brát ohled na postup výstavby, uložení nosné konstrukce apod.

Spodní stavba musí umožnit osazení lisů pro zvedání nosné konstrukce vstřícně proti bodům pro zvedání na nosné konstrukci mostu.

2.5 Mostní svršek, vybavení a cizí zařízení

2.5.1. Izolace

Spřažené ocelobetonové mosty nemají zvláštní nároky na izolaci mostovky. Smí se používat izolace schválené MD ČR pro použití na mostní konstrukce a v souladu zejména s TKP kap. 21 a dle zvoleného typu TP 164, 178 resp. 211.

Před položením izolace je potřeba provést vyrovnaní nivelety a to v souladu s kap. 3.5.

Zvláštní pozornost je potřeba věnovat detailům navázání betonové desky na stěnu ocelového nosníku, pokud se na mostě vyskytují.

2.5.2. Vozovka

Na spřažených ocelobetonových mostech se používají běžně asfaltové vozovky. Použití cementobetonového krytu na spřažených ocelobetonových mostech je nevhodné.

Pro vozovky na mostech je pak potřeba dodržet zejména ustanovení TKP kap. 7 a 8 a ČSN pro jednotlivé vozovkové vrstvy.

Vozovka na spřažených mostech musí umožňovat dorovnání nivelety v rámci pokládky podkladních vrstev vozovky proměnnou tloušťkou těchto vrstev. Je potřeba počítat s tím, že hodnota dorovnání může být větší než u mostů betonových (průhyby OK při betonáži desky mostovky jsou řádově vyšší než celkové průhyby betonových mostů). Tloušťka těchto podkladních vrstev nesmí vybočit z přípustných mezí pro konkrétní vrstvu. U mostů větších rozpětí (nad cca 25m) se doporučuje používat třívrstvé vozovky, kde je možnost vyrovnaní v podkladních vrstvách větší.

2.5.3. Odvodnění

Pro odvodnění spřažených ocelobetonových mostů platí stejná pravidla jako pro mosty jiného typu. Je potřeba dodržet zejména TP 107 a TKP kap. 3 a přiměřeně pak TP 83.

2.5.4. Ochrana proti bludným proudům

Řídí se zejména TP 124.

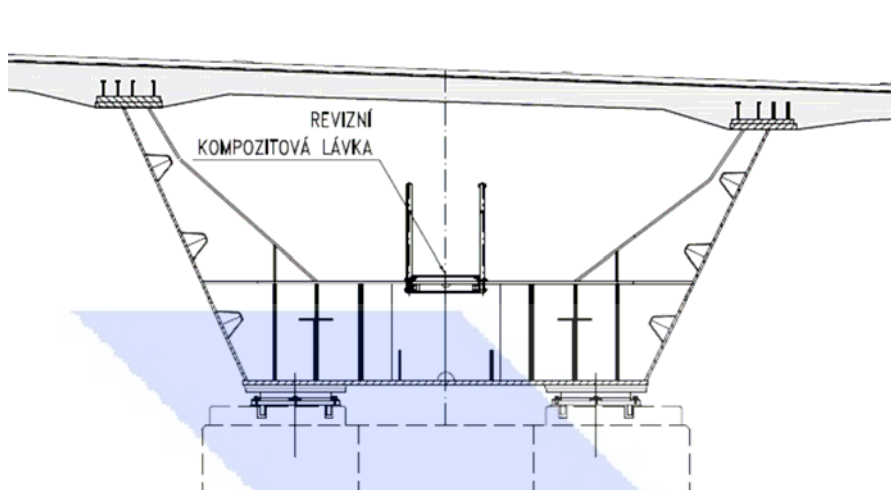
Je potřeba zajistit, aby při realizaci opatření proti bludným proudům nedošlo k poškození nebo jinému narušení (např. omezení životnosti) PKO konstrukčních částí mostu a to zejména při vodivém propojování částí mostu. Pokud se pro zajištění dostatečné vodivosti spoje musí ponechat některá část ocelové konstrukce bez PKO, je nutno, aby se nejednalo o konstrukční část mostu. V takovém případě se přivazuje ke konstrukci např. propojovací trn nebo destička, které se opatří omezenou PKO nebránící vodivému propojení (např. nástřik Zn) a teprve k němu se připojí vodič elektrického propojení konstrukcí.

2.5.5. Cizí zařízení

Výskyt cizích zařízení na mostech je potřeba obecně minimalizovat. Pokud se k nosné ocelové konstrukci kotví konstrukce pro uložení cizích zařízení (technologické lávky, rošty, konzoly apod.) nerozebíratelnými styky, pak je na tyto potřeba nahlížet jako na součást NOK a to jak z hlediska návrhu a výroby OK tak z hlediska PKO.

2.5.6. Lávky ochranná zařízení a zábrany

Revizní lávky se navrhují jen v případech, kdy to vyžaduje objednatel a správce mostu, ten musí stanovit předpokládané využití a z toho plynoucí zatížení. Lávky musí být vždy zabezpečeny proti neoprávněnému vstupu. Tyto konstrukce se přednostně navrhují z nekovových nekorodujících materiálů (např. kompozity). Kotvení se provádí do méně namáhaných částí nosné konstrukce. Pokud se lávky ukládají na příčníky a ztužidla, musí tato být tyto prvky dimenzovány na zatížení lávkou. Na obr. 15 je uveden příklad provedení pochozí lávky v komorovém mostě.



Obr. 14 - Příklad revizní lávky v komorovém mostě

Ochranná zařízení a zábrany se přednostně kotví do železobetonových říms mostu. Pokud je nutno je kotvit do ocelové konstrukce, kotví se do méně namáhaných částí konstrukce (výztuhy apod.) a konstrukce musí být staticky posouzena na jejich ukotvení. Pokud jsou tyto konstrukce pevně spojeny s NOK (přivařeny apod.), pak se na ně pohlíží jako na součást NOK a to z hlediska návrhu, výroby i PKO.

2.5.7. Revizní zařízení

Mosty se standardně navrhují s minimem revizních zařízení standardně se osazuje jen madlo pro prohlídky konstrukce „horolezeckým“ způsobem. Pokud to objednatel a správce požadují, navrhne se revizní zařízení podle jejich požadavků. Pokud jsou prvky revizního zařízení pevně spojeny s NOK (přivařeny apod.), pak se na ně pohlíží jako na součást NOK a to z hlediska návrhu, výroby i PKO. U pohyblivých zařízení je nepřipustné, aby se tyto pohybovaly přímo po NOK a mohlo tak docházet k poškození PKO, vždy je nutno navrhnout pro pohyb revizních zařízení samostatné závěsy, kolejnice apod. dle konstrukce revizního zařízení, jejichž případná koroze neoslabí a neohrozí NOK.

Pokud je na mostě osazeno revizní zařízení, je nezbytné, aby toto bylo zabezpečeno proti nepovolanému vstupu na toto zařízení. Pro každé revizní zařízení musí být zpracován manipulační řád a bezpečnostní předpisy.

3. PROVÁDĚNÍ

3.1 Metody výstavby

Nejběžnějšími postupy výstavby OK sprážených ocelobetonových mostů jsou:

- Montáž pomocí jeřábů na definitivní podpory (pilíře a opěry). Využívá se zejména u jednopolových mostů a u mostů, které jsou tvořeny řetězcem prostých polí. Montáž se provádí po jednotlivých nosnících nebo po jejich dvojicích. Možnost využití tohoto způsobu montáže je omezena přepravními možnostmi, předmontážními plochami, dostupností montážních prostředků a možnostmi jejich nasazení v okolí mostu.
- Montáž pomocí jeřábů s využitím definitivních a provizorních podpor. Využívá se zejména u spojitých konstrukcí situovaných v malé výšce nad terénem. Montážní podpory se umísťují do míst montážních styků ocelové konstrukce, ty se volí vesměs v místě minimálních momentů.
- Podélné vysouvání ocelové konstrukce bez desky s výsuvným krakorcem nebo bez něj. Tato metoda je velmi vhodná pro dlouhé spojitě konstrukce při větší výšce nad terénem. Montáž ocelové konstrukce se provede na předmontážní plošině za jednou z opěr. Výsuv může být proveden v definitivní poloze OK (pak je nutno předmontážní plošinu umístit do úrovně cca úložného prahu opěry – výhodné pokud je za opěrou silniční násyp) nebo v poloze nadvýšené (pak je předmontážní plošina umístěna např. v úrovni pláně budoucí komunikace za opěrou – výhodné pokud je komunikace za opěrou v zářezu) a konstrukci po výsuvu spustit do definitivní polohy.
- Podélné zavezení nebo vysunutí konstrukce s částečně nebo plně realizovanou deskou mostovky. Provádí se v místech, kde je obtížné nebo časově nepříjemné provádět betonáž mostovky až po instalaci OK. Vyžaduje řadu pomocných podpěr nebo instalaci zavážecích nosníků.
- Další metody jsou spíše málo obvyklé a jsou vždy úzce specializované pro konkrétní případ provedení.

U spřažených mostů je zejména potřeba od počátku zohlednit způsob betonáže desky mostovky.

3.2 Pomocné podpory

Pokud se pro montáž konstrukce nebo pro betonáž desky používají pomocné podpory, musí tyto být dostatečně únosné a stabilní. Musí být prokázána jejich předpokládaná deformace a to jak sednutí podloží, tak stlačení vlastní podpory, a tyto údaje musí být zahrnuty do výpočtu nosné konstrukce mostu a to jak z hlediska napjatosti, tak z hlediska průhybů a nadvýšení.

Návrh pomocných podpor musí být proveden v rámci technologického postupu montáže OK (případně betonáže spřažené desky) a musí obsahovat:

- technický návrh podpory se specifikací použitých materiálů a inventárních dílů včetně základových konstrukcí
- statický výpočet únosnosti a stability podpůrné konstrukce včetně posouzení únosnosti základové spáry a případného návrhu úpravy základové spáry (přehutnění s měřitelným parametrem efektu, roznášecí polštář apod.)
- výpočet deformací provizorní podpory, který zahrne pružnou deformaci prvků podpory, dotlačení ve spojích a dosedacích plochách, sednutí základových konstrukcí

Každá provizorní podpora konstrukce musí obsahovat zabudované nebo osaditelné prvky pro její deaktivaci (pískové hrnce, lisy, stavěcí šrouby apod.)

Pokud se pomocné podpory využívají pro betonáž spřažené desky, musí na nich být osazeny měřicí body, jejich sledováním se prokáže shoda deformace provizorní podpůrné konstrukce s předpoklady statického výpočtu.

V projektové dokumentaci musí být definovány parametry provizorních podpor (zatížení, sedání apod.), detailní návrh provizorních podpor je záležitostí montážní dokumentace.

3.3 Betonáž desky

3.3.1. Postup betonáže

Postup betonáže se volí s ohledem na délku mostu, technické možnosti zhotovitele a statické působení konstrukce. V úvahu přicházejí následující možnosti postupu betonáže spřažené desky:

- betonáž desky v jednom kroku. Používá se u menších mostů, zejména u jednopolových mostů. Za tento způsob betonáže lze považovat i betonáž po jednotlivých polích u mostů tvořených řetězcem prostých polí
- postupná betonáž spojitých nosníků „poutnickým způsobem“, kdy se nejprve betonují úseky polové a následně úseky nadpodporové. Tato metoda snižuje tahové namáhání v desce nad podporami a má příznivý vliv na spotřebu betonářské výztuže v desce
- postupná betonáž desky spojitých mostů „proudovým způsobem“. V tomto případě je deska rozdělena na betonážní úseky a ty se betonují od jednoho konce mostu ke druhému, nebo z konců ke středu apod. Z hlediska provádění je tento postup příznivý, avšak nese s sebou větší spotřebu výztuže v desce a větší nebezpečí vzniku trhlin v desce nad podporami

Prakticky se nevylučuje ani jeden z uvedených postupů.

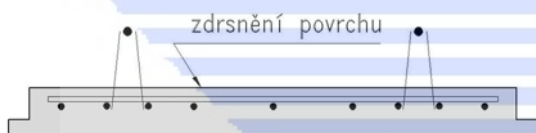
Bednění se osazuje zpravidla na ocelovou konstrukci. Mohou se použít následující druhy bednění:

- pevné bednění, které se osadí buď na celou délku mostu a nebo se postupně překládá dle postupu betonáže
- částečně přesuvné bednění, které má většinou podobu jednoduchého vozíku bedněního prostor mezi nosníky a pohybujícího se po hlavních nosnících s pevným bedněním konzol
- bednění vozík s horním nebo spodním pojezdem, jeho použití má smysl spíše u dlouhých mostů, kde je jeho nasazení efektivní
- ztracené bednění z nekorodujících materiálů. Používají se desky z kompozitních materiálů s výztuhami, sklocementové desky se zastříkanými žebry z nerezavějící oceli apod. Nepřipouští se využití trapézových ocelových pozinkovaných plechů, které se hojně využívá u pozemních staveb a to zejména z důvodů nedostatečné protikoroze ochrany. Příklad je uveden na obr. 16



Obr. 15 - Příklad použití kompozitních vyztužených desek pro ztracené bednění desky mostovky

- Částečná prefabrikace desky – spodní část spřažené desky se provede z betonových filigránových desek nebo z desek z UHPC, které se spřáhnou s monolitickou deskou mostovky. Příklad je uveden na obr. 17.



Obr. 16 - Příklad použití desek pro částečnou prefabrikaci „filigrán“

- Úplná prefabrikace spřažené desky s monolitickou dobetonávkou spar a otvorů pro spřahující trny ocelové konstrukce. Příklad je uveden na obr. 24.



Obr. 17 - Příklad použití prefabrikované spřažené desky

Hmotnost bednění musí být vždy uvážena ve statickém výpočtu a to jak v průkazu únosnosti, tak při výpočtu průhybů a nadvýšení konstrukce.

Pokud není stabilita ocelové konstrukce pro betonáž desky zajištěna jiným způsobem (ztužidla) musí tuto funkci zajistit bednění. To platí i pro zamezení příčných deformací ocelové konstrukce způsobené účinky opření bednění např. konzol mostu o ocelovou konstrukci. Pokud má bednění plnit ztužující funkci musí být tato jeho funkce staticky prokázána.

3.3.2. Vytýčení výšek horního povrchu desky

Horní povrch desky mostovky musí být vždy vytýčen s ohledem na nadvýšení ocelové konstrukce.

Podkladem pro vytýčení horního povrchu betonové desky musí být zaměření ocelové konstrukce po jejím namontování a zatížení bedněním. Projektant tyto hodnoty porovná s předpoklady projektu a stanoví výšky horního povrchu betonové desky. Ty vychází z výšek povrchu vozovky, ke kterým se přičte nadvýšení konstrukce pro zatížení při betonáži desky a pro ostatní stálé zatížení vč. dlouhodobých vlivů (dotvarování...). Tyto výšky se stabilizují na vodící lišty, bednění apod. a to vždy tak, aby během betonáže měnily výšku společně s ocelovou konstrukcí (sledovaly její průhyby).

Vytýčení horního povrchu betonové desky je potřeba věnovat mimořádnou pozornost. Pokud se předpokládá deformace bednění vlivem zatížení betonem, pak je nutno tvar bednění pro tento průhyb předem nadvýšit a toto nadvýšení také zahrnout do vytyčovaného tvaru horního povrchu desky. Pokud dojde vlivem odchylek mezi tvarem konstrukce před betonáží a projektovaným tvarem spřažené desky k odchylce v tloušťce desky přesahující cca 10 %, je nutno posoudit dopad této změny tloušťky do statického výpočtu.

Vytyčení výšek spřažené desky je vždy nutné provádět vůči tvaru ocelové konstrukce nikoliv v globálních výškách. Výrazným nadvýšením OK pro betonáž a použitím globálních výšek pro vytýčení desky by mohlo vést k výrazným odchylkám v tloušťce spřažené desky.

3.4 Sledování geometrie konstrukce

Tvar ocelové konstrukce ve výrobě a na montáži se sleduje v rozsahu určeném měřickým plánem, který musí být součástí VTD a je vypracován v návaznosti na schválený KZP

a v souladu s předpisy pro výrobu ocelových mostních konstrukcí a to zejména ČSN EN 1090-1 až 6 a TKP kap. 19A.

Spřažené ocelobetonové mosty vykazují během výstavby řadu tvarových změn. Tyto změny jsou v projektové dokumentaci předpokládány a musí být sledována shoda projektových předpokladů s realitou na stavbě a v případě neshod musí být přijata nápravná opatření.

Na konstrukci musí být osazeny již ve výrobně body pro její sledování během výstavby. Počet a polohu bodů stanoví projektant ve spolupráci s výrobcem a geodetem stavby tak, aby bylo v každé fázi výroby možné sledovat pokud možno stejné body. Pokud je potřeba během výstavby z hlediska zaměřitelnosti body přenést na jiné místo na konstrukci, děje se tak vždy jen ve svislém směru a musí být jasně definována velikost posunu. Za minimum se považuje sledování nadpodporových průřezů a průřezů ve středu rozpětí polí a to na všech nosnících (u komor na obou bocích komory). U roštových trámových konstrukcí s pěti a více nosníky lze připustit sledování jen krajních nosníků a jednoho ze středových nosníků. Cílem sledování je porovnání velikosti průhybu nosné konstrukce s předpoklady statického výpočtu.

O každém zaměření konstrukce musí být zpracován protokol z něhož je zřejmé:

- způsob podepření konstrukce v době měření
- velikost zatížení na působících konstrukci (např. bednění)
- čas měření
- teplota konstrukce při měření
- jiné vlivy, které by hodnoty průhybů mohly ovlivnit
- půdorysná poloha měřených bodů
- výška měřených bodů (relativní nebo absolutní dle požadavků měrového plánu)

Zaměření konstrukce musí být provedeno alespoň v následujících fázích výstavby:

- ve výrobně na nezatížené konstrukci (a to i vlastní hmotností) – výrobní tvar konstrukce
- na montáži po smontování ocelové konstrukce bez jakýchkoli jiných zatížení než vlastní hmotnost OK. V tomto stavu je třeba zaměřit i přesnou polohu ocelové konstrukce
- po osazení bednění, před uložením výztuže
- po betonáži desky mostovky současně se zaměřením horního povrchu desky mostovky. Deska mostovky musí (mimo rastr pro vyrovnání) být změřena vždy i v příčném řezu, kde se provádí sledování průhybů
- po provedení příslušenství mostu (zejména vozovka, římsy)
- pro výškové vyrovnání nosné konstrukce a nivelety je nutné povést zaměření horního povrchu v rastru odpovídající velikosti konstrukce ale max. 5x5m a z něj pak zpracovat DTM pro vyrovnání

Po vyhodnocení každého měření je nutno ověřit shodu s předpoklady projektu a statického výpočtu. Pokud je zjištěna neshoda, pak je vždy nutné vyjádření projektanta, které musí vyhodnotit velikost neshody a stanovit další postup.

3.5 Výškové vyrovnání nivelety

Výškové vyrovnání nivelety je třeba provést v souladu s TKP kap. 21 – Příloha 2 – Zásady pro výškovou úpravu betonové mostovky jako podkladu pro izolační systémy a mostní vozovku.

4. STATICKÝ VÝPOČET

4.1 Zatížení

Zatížení spřažených mostů je dáno normami ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991.

4.1.1. Provozní stavy

Pro zatížení provozními stavy konstrukce se postupuje shodně jako u ostatních typů mostních konstrukcí ve smyslu ustanovení řady ČSN EN 1991-1 (stálá zatížení, klimatická zatížení) a ČSN EN 1991-2 (zatížení dopravou).

4.1.2. Stavební stavy

Vzhledem k výrazným změnám statického systému během výstavby spřažených konstrukcí oproti ostatním mostním konstrukcím, je třeba při statickém návrhu těchto konstrukcí dbát postupu výstavby. Především je třeba věnovat pozornost změnám statického systému (různá montážní a definitivní podepření, změny průřezů – ocelový průřez na spřažený apod.) a zatížením v těchto jednotlivých fázích výstavby. V každé fázi výstavby je třeba uvažovat s vlastní vahou konstrukce i bednění spřažené desky respektive s odlehčením při odstraňování bednění. Všechny tyto vlivy je třeba posuzovat jak v mezním stavu použitelnosti tak v mezním stavu únosnosti.

4.1.3. Zatížitelnost

Zatížitelnost se stanoví v souladu s ČSN 73 6222. Tato norma stanoví podmínky pro výpočet zatížitelnosti mostů navrhovaných podle Eurokódů. Jedná se o další přepočítání navržené NK na zatěžovací schémata uvedená v ČSN 73 6222.

4.2 Statický výpočet spřažené konstrukce

V následujícím textu je uveden jen základní rozsah požadovaných posudků a odkazy na předpisy, dle kterých mají být provedeny.

4.2.1. Model konstrukce

Model NK je nutno stanovit s ohledem na prostorové působení konstrukce. Při tvorbě modelu je nutno zohlednit především následující parametry:

- smykové ochabnutí a boulení ocelových pásů (pásnice, resp. dolní pásy komorových průřezů) – doporučena metoda efektivních průřezů (limited area) podle ČSN EN 1993-1-5
- „tuhost“ betonové desky v tažených oblastech (úseky se záporným momentem). Běžným předpokladem bývá vyloučit betonovou desku v tahu, místo vyloučené desky působí pouze výztuž. Tento předpoklad vede k částečnému přerozdělení momentů na NK (v rozmezí cca 10 %). Při ne příliš známých konstrukcích je vhodné při výpočtu prověřit model „s“ a „bez“ betonové desky v nadpilířových úsecích. Pro výpočet deformací je žádoucí část betonové desky započítat.

4.2.2. Mezní stav únosnosti (MSÚ, ULS)

Pro stanovení vnitřních sil je v MSÚ použita pružnostní globální analýza (NK se považuje za pružně působící bez ohledu na eventuální přetížení). Nepřipouští se vznik plastických kloubů a následná redistribuce vnitřních sil po konstrukci. Zatížení je násobeno a kombinováno dílčími součiniteli zatížení a kombinace podle příslušných norem pro zatížení – EN 1990, 1991-2, 1991-4, 1991-5.

Při výpočtu dle mezního stavu únosnosti je potřeba se věnovat zejména následujícím bodům:

- **kategorie průřezů** – je stanovena podle EN 1993-1-1. Třídy průřezů je nutno stanovovat jak pro montážní stavy (působí pouze ocelový průřez) tak pro stavy za provozu (působí spřažený průřez) a toto zohlednit při výpočtu napětí
- **výpočet podle teorie plasticity** – pro hospodárnější využití materiálu se uplatní při posouzení prostých nosníků. Plastický výpočet nezohledňuje postup výstavby (NK je na mezi únosnosti) a nezapočítává vliv teploty a smrštění a dotvarování betonové desky. U spojitých nosníků splnění kritéria pro třídu průřezu 1, 2 (a tím možnost použít pro MSÚ plastický výpočet) může vést k nevhodným průřezům
- **výpočet podle teorie pružnosti** – používá se při posouzení nosníků třídy 3, 4. Při pružném výpočtu (obzvláště při postupné betonáži desky) je nutno zohlednit historii zatěžování a historii vzniku spřažených průřezů (tzv. fáze výstavby NK). Dále je nutno započítat vlivy teploty, smrštění a dotvarování betonové desky
- **návrh spřažení** – dle ČSN EN 1994-2 spřažení oceli a betonu ve většině případů realizováno spřahujícími trny. Při plastickém návrhu spřaženého průřezu je nutno provést plastický i pružný výpočet. Jako spřahující prvky lze v odůvodněných případech (např. příčnickové mostovky, VFT nosníky, apod.) využít i spřahující lišty, zde je nutno počítat s tím, že spřažení pomocí lišty je tuhé a nelze při něm použít plastické rozdělení napětí po průřezu
- **stabilita** – Stabilitu NK nutno zohlednit při všech výpočetních stavech. Ve stavech za provozu je konstrukce obvykle mnohem stabilnější, největší stabilitní problémy jsou obvykle ve stavebních stavech, kdy NK není ztužena betonovou deskou. Při betonáži desky je nutno ověřit klopení hlavních nosníků (eventuálně navrhnout provizorní zavětrování) a současně prověřit celkovou stabilitu NK – předpokládá se provedení výpočtu podle teorie II. řádu (geometrická nelinearita na zdeformované konstrukci – GNA, GNIA)
- **únava** – mostu na pozemních komunikacích nejsou příliš náchylné na únavu. Výpočet na únavu nutno provést podle EN 1993-1-9. Nepříznivé účinky únavy lze omezit použitím vhodných konstrukčních detailů. Podle posledních zjištění jsou při použití evropských norem problémy s únavovým zatížením betonu desky, tento posudek je nutno prověřit

4.2.3. Mezní stav použitelnosti (MSP, SLS)

Pro stanovení vnitřních sil je v MSP použita pružnostní globální analýza (NK se považuje za pružně působící bez ohledu na eventuální přetížení). Nepřipouští se vznik plastických kloubů a následná redistribuce vnitřních sil po konstrukci. Zatížení je násobeno a kombinováno dílčími součiniteli zatížení a kombinace podle příslušných norem pro zatížení – EN 1990, 1991-2, 1991-4, 1991-5.

Všechny typy NK musí splnit požadavky z hlediska použitelnosti :

- konstrukce musí být v pružném stavu - zabránění plastifikaci materiálu a vytvoření plastických kloubů. U prostých polí, kde je v ULS použito plastické rozdělení napětí po průřezu je nutno v SLS dokázat, že NK působí pružně a provést pružný výpočet se započtením vlivů od teploty, smrštění a dotvarování betonové desky
- limitované přetvoření NK
- nadměrné boulení a dýchání stěn
- posouzení trhlin v desce mostovky
- dynamické účinky, příp. zrychlení (přichází-li do úvahy)

Deformace NK od výstavby a dlouhodobých zatížení jsou eliminovány nadvýšením NK. Při výpočtu nadvýšení nutno zvážit vliv průběhu výstavby, smrštění a dotvarování betonové desky. U spojitých nosníků je třeba citlivě zvažovat redukci desky v nadpilířových oblastech – podle dosavadních zkušeností je úplná redukce betonu desky (do tuhosti průřezu započtena pouze výztuž) velmi konzervativní a hodnoty nadvýšení pak vychází větší než je skutečnost. U prostých nosníků při použití provizorních podpor při betonáži desky je nutno velmi citlivě zvažovat tuhost podpor (včetně založení), která má vliv na deformace NK.





TECHNICKÉ PODMÍNKY TP 79

NAVRHOVÁNÍ SPŘAŽENÝCH OCELOBETONOVÝCH MOSTŮ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Vydalo:	Ministerstvo dopravy Odbor pozemních komunikací
Zpracoval:	Pontex s.r.o.
Zpracovatel TP:	Ing. Martin Havlík, spolupracovali: Ing. Ondřej Dědek, Ing. Daniel Šindler, Ph.D.
Technická redakční rada:	Mgr. V. Mráz (MD OPK), Ing. Miloslava Pošvářová Ph.D. (ŘSD-GŘ), Ing. Miroslav Cidl (ŘSD-GŘ), Ing. Jitka Kaštánková (ŘSD-GŘ), Ing. Miroslav Rosmanit (VŠB Ostrava), Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D. (VPÚ-DECO), Ing. Jiří Schulmeister (ČAOK/SVS), Ing. Jindřich Hátle (METROSTAV), Ing. Dagmar Šimlnerová (PGP), Ing. Karel Nechmač (PGP)
Distributor:	Pontex s.r.o. Bezová 1658, 147 14 Praha 4 – Braník Pontex@pontex.cz