



ČVUT V PRAZE, FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

## Ocelové mosty 1

TÉMA:

### Základy navrhování, pojmy

Doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

Kancelář B626  
Telefon +420 2 2435 3876  
E-mail: [pavel.ryjacek@fsv.cvut.cz](mailto:pavel.ryjacek@fsv.cvut.cz)

Konzultace Semestr: pátek 11-12"30  
Zkouškové období:  
Prázdniny: po dohodě

Podklady jsou na:  
<http://people.fsv.cvut.cz/www/ryjacpav/>

#### Cvičení:

Návrh silničního spřaženého ocelobetonového mostu.

Pomocné informace lze nalézt zde:

[Vzorová řešení a detaily ocelových mostů](#)

#### **Přednášky:**

- 1      Základní pojmy. Zásady navrhování.
- 2      Mostní svršek a mostovka.
- 3      Mostní vybavení, ložiska, mostní závěry.
- 4      Plnostěnné ocelové trémové mosty.
- 5      Ocelobetonové trémové mosty.
- 6      Příhradové trémové mosty. Prostorové působení mostních konstrukcí.
- 7      Nosníkové rošty. Šikmé mosty. Mosty v oblouku. Rámové mosty.
- 8      Obloukové mosty. Pohyblivé mosty.
- 9      Zavěšené a visuté mosty. Výstavba mostů.
- 10     Lávky pro pěší.
- 11     Modelování ocelových mostů
- 12     Rezerva



#### **Ocelové mosty - základy**

##### **Význam mostů:**

- Tvoří část dopravní sítě
- Případný kolaps má vážné následky
- Obranyschopnost státu

##### **Výhody ocelových mostů:**

- Materiál – vysoká pevnost a modul pružnosti
- Nízká vlastní váha
- Lze použít pro velká rozpětí
- Malá stavební výška
- Snadná doprava na stavbu
- Rychlá montáž
- Lze jednoduše zesílit a opravit
- Na konci životnosti lze recyklovat



## Ocelové mosty - základy

### Životnost a údržba:

- Nezbytné obnovovat protikorozi ochranu

### Hlavní využití ocelových mostů:

- Velká rozpětí
- Spřažené mosty
- Zajímavé a netradiční druhy mostů
- Tradičně pro železniční mosty



## Ocelové mosty - základy Významné mosty



Ironbridge- první litinový most na světě z 1776.



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Mosta Firth of Forth.



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty

- **Most Parkbrug spoor noord (Belgie)**
  - Projekt: Ney & Partners
  - Výrobce OK: Emotec nv (Emergo Group)
  - Investor: AG Vespa
- **Hmotnost 160 t, L=67m, šířka 10m**







Ocelové mosty - základy  
Významné mosty

- Most Parkbrug spoor noord (Belgie)
  - Projekt: Ney & Partners
  - Výrobce OK: Emotec nv (Emergo Group)
  - Investor: AG Vespa
- Hmotnost 160 t



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty

- Most Parkbrug spoor noord (Belgie)





Ocelové mosty - základy  
Významné mosty

- Most Parkbrug spoor noord (Belgie)



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Žďákovský most , L=330m, 1967



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Bayonne bridge, 504 m, 1931, 14500t



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Most Apollo, Bratislava, L=231m, šířka 32m





Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Holubov



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Garabit viaduct, L=156m, 1884



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Garabit viaduct, L=156m, 1884



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Porto, L=172m, 1886





**Ocelové mosty - základy**  
**Významné mosty**



Obloukový most, Holandsko



**Ocelové mosty - základy**  
**Významné mosty**



Praha, Chodov





Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Litol



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Pont du Charlotte



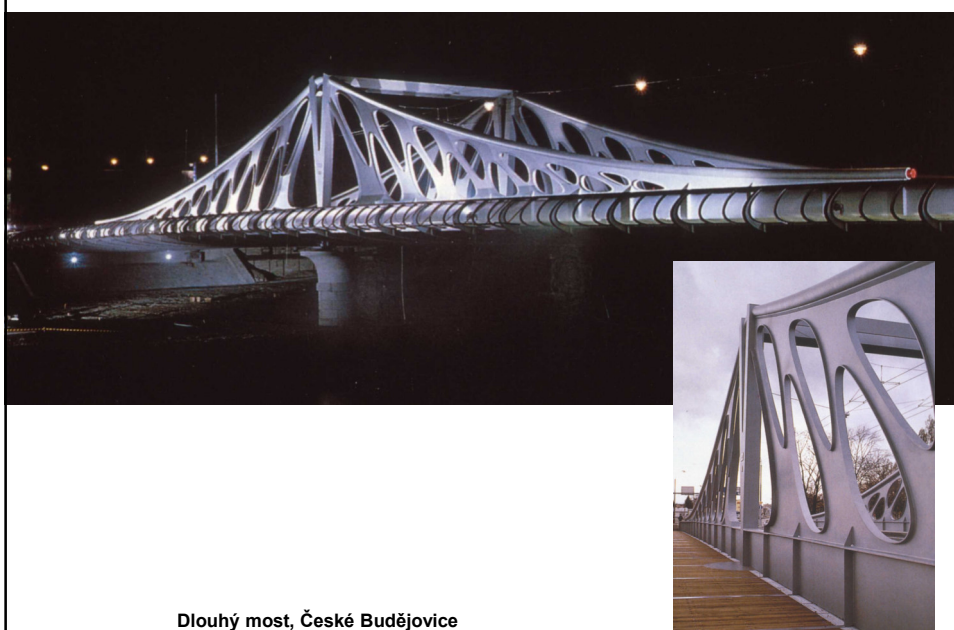
Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Erasmus bridge, L=280, Rotterdam 1996



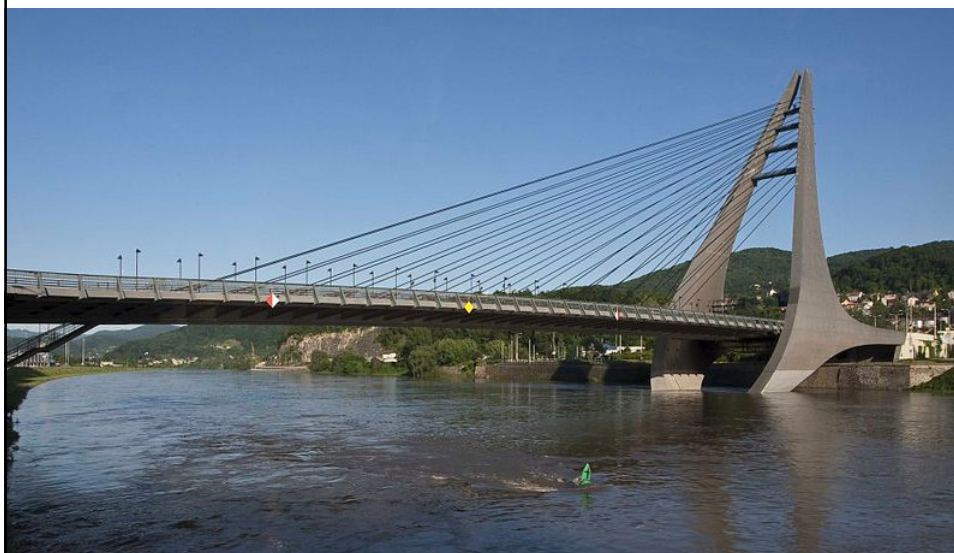
Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Dlouhý most, České Budějovice



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Mariánský most, L=123m, nesymetrický ocelový pylon



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Most Millau, Francie







Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Most Stádlec



Ocelové mosty - základy  
Významné mosty



Golden Gate Bridge, 1933, L=1280m



## Ocelové mosty - základy Významné mosty

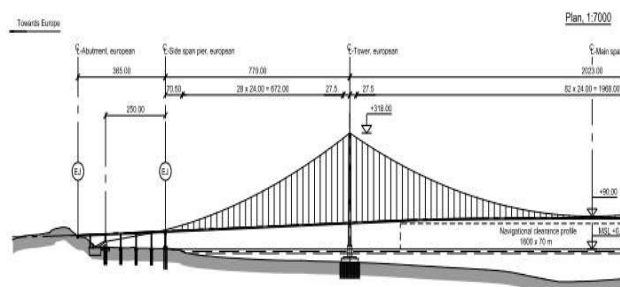


Akashi Kaikyo, L=1991 (1990m)



## Ocelové mosty - základy Významné mosty

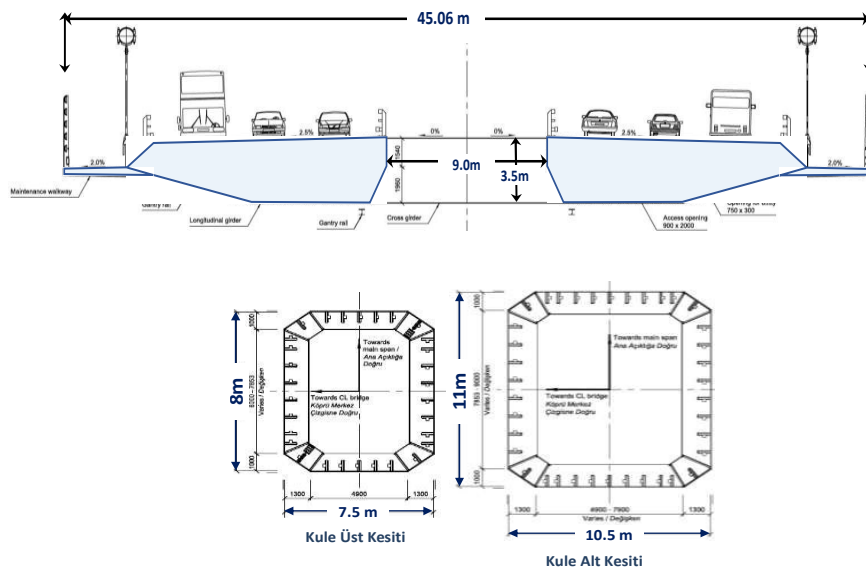
- Most Canakkale 1915 (Dardanely)
- Rozpětí 2023 m - bude největší na světě
- Šířka mostu 45 m





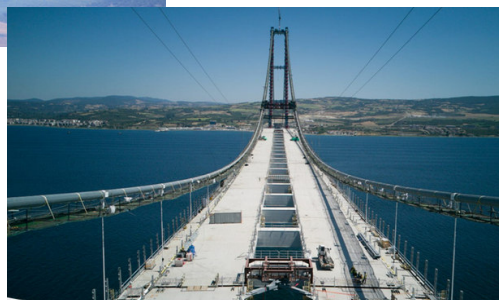
## Ocelové mosty - základy Významné mosty

### - Most Canakkale 1915 (Dardanely)



## Ocelové mosty - základy Významné mosty

### - Most Canakkale 1915 (Dardanely)







## Ocelové mosty 1

TÉMA:

### Základy navrhování, pojmy

Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.



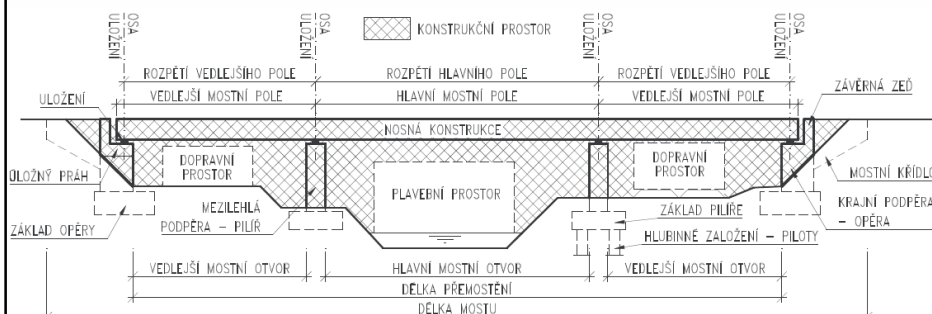
### Ocelové mosty - základy Základní pojmy

#### Základní pojmy:

Most slouží dopravě a má rozpětí větší než 2m

Části mostu:

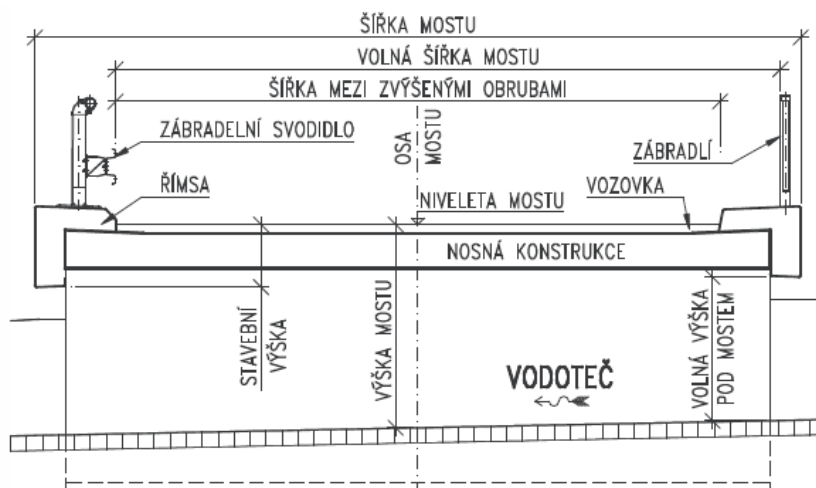
- spodní stavba – opěry, pilíře
- nosná konstrukce – hlavní nosníky, ložiska, ztužení, dilatační závěry, mostovka
- vybavení a příslušenství – kolej, vozovka, zábradlí, svodidla, římsy, odvodnění





## Ocelové mosty - základy Základní pojmy

### Základní pojmy:



## Ocelové mosty - základy Základní pojmy

### Spodní stavba

- Opěry
- Pilíře
- Pylony – zavěšené a visuté mosty

### Nosná konstrukce

- Hlavní nosná konstrukce
- Mostovka
- Ztužení
- Ložiska
- Mostní závěry



## Ocelové mosty - základy

### Základní pojmy

#### Mostní svršek:

##### Drážní:

- kolejnice, upevnění
- Pražce, mostnice
- Kolejové lože, pojistné úhelníky
- Podlahy, izolace žlabu

##### Mosty pozemních komunikací

- Vozovka a izolace,
- Chodníkové vrstvy
- Obrubníky, římsy

#### Mostní vybavení

- zábradlí, svodidla
- Odvodňovače, osvětlení
- Revizní zařízení
- Cizí zařízení
- Zvláštní zařízení



## Ocelové mosty - základy

### Dělení mostů

#### Dle druhu dopravy:

- Mosty pozemních komunikací
  - Silniční
  - Dálniční
  - Místní a účelové komunikace
- Mosty drážní
  - Železniční
  - Tramvajové
  - Metra
  - Drážky polní, důlní a lesní
- Mosty kombinované
- Lávky pro chodce
- Průmyslové
- zvláštní



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Dle doby trvání:

- Trvalé
- Dočasné

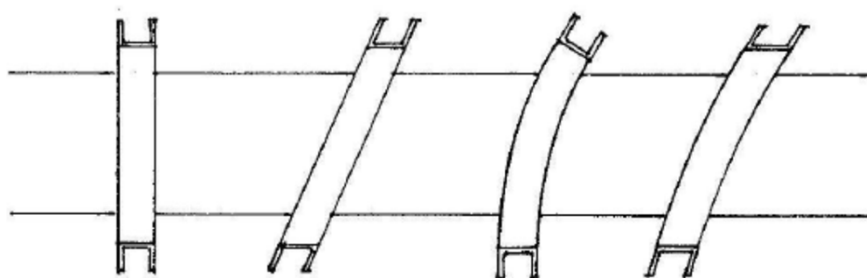
Podle druhu překážky:

- Propustky
- Nadjezdy (nad silnicí, dráhou)
- Řiční (nad vodotečí)
- Inundační
- Viadukty, estakády



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Dle geometrie:



Přímý kolmý

Přímý šikmý

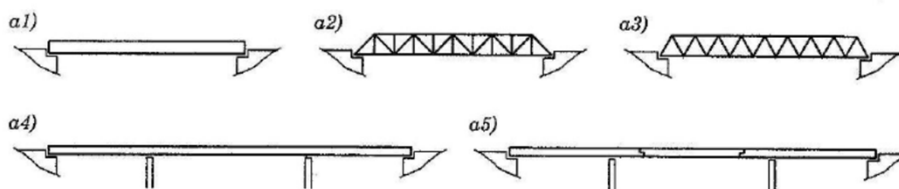
Půdorysně  
zakřivený,  
kolmý

Šikmý,  
půdorysně  
zakřivený

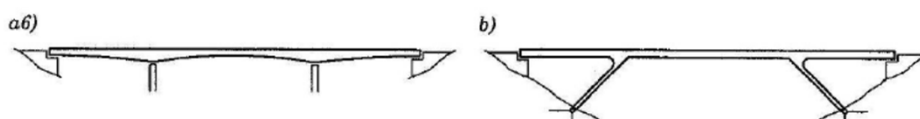


## Ocelové mosty - základy Dělení mostů dle nosné konstrukce

Trámové mosty – nosníkové, příhradové deskové



Rámové mosty



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Obloukové mosty



Zavěšené mosty

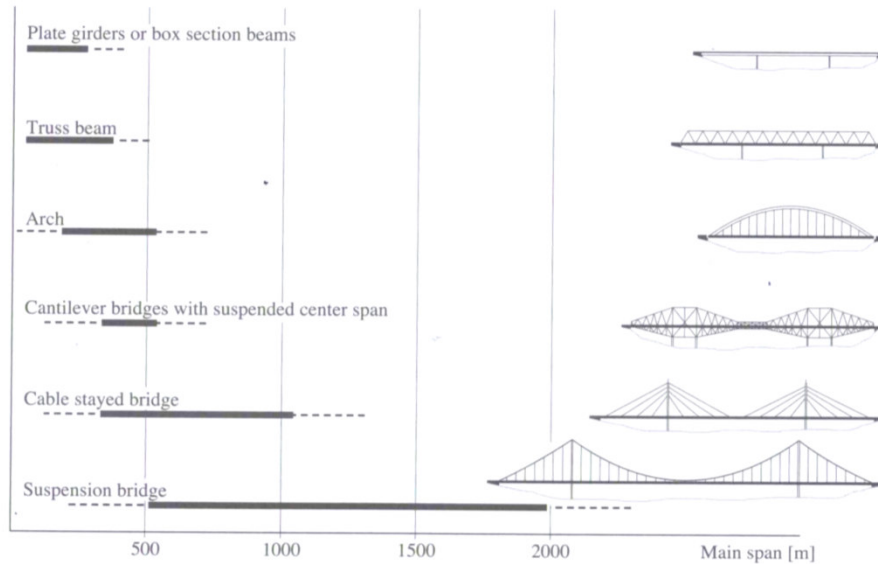


Visuté mosty

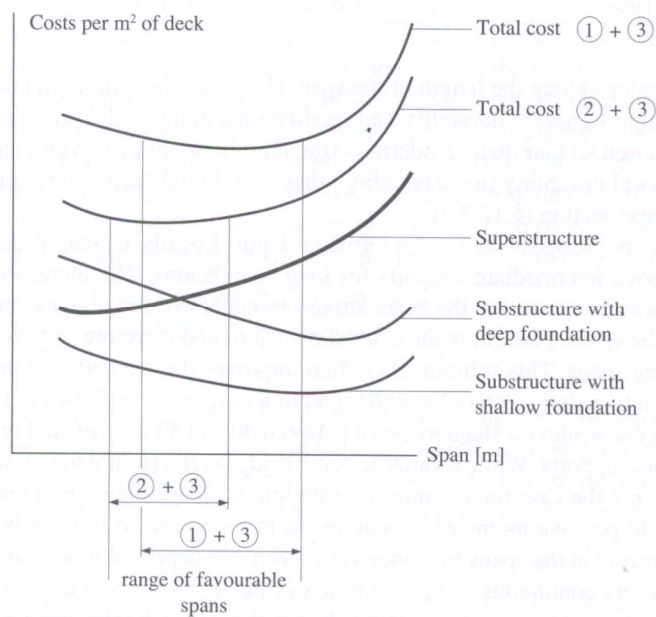




## Ocelové mosty - základy Dělení mostů



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

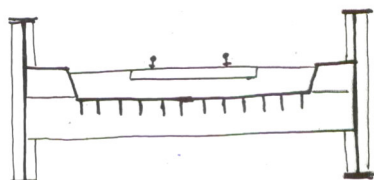




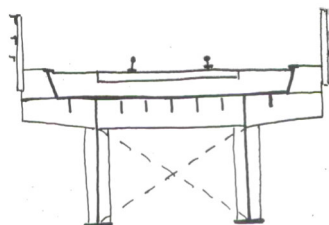


## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

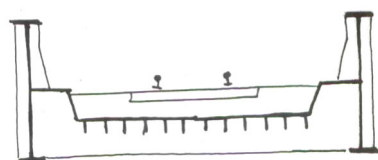
Poloha mostovky:



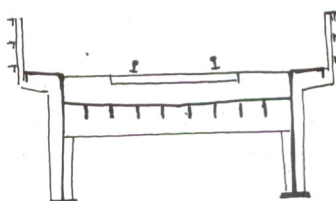
Mezilehlá



Horní



Dolní

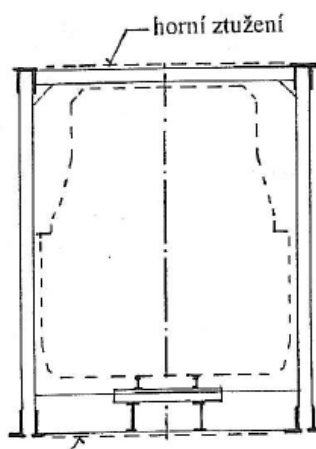
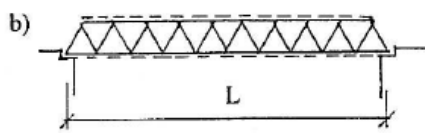
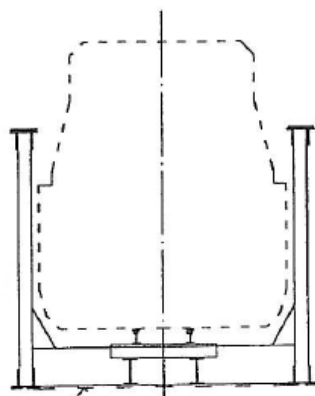
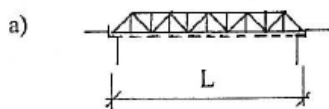


Zapuštěná



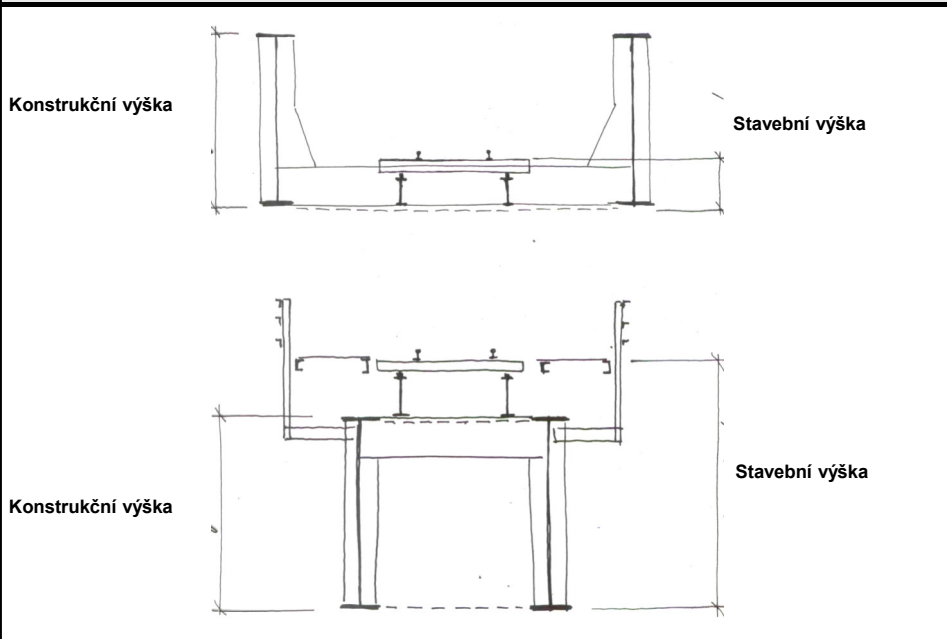
## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Mosty otevřeně a uzavřeně uspořádané





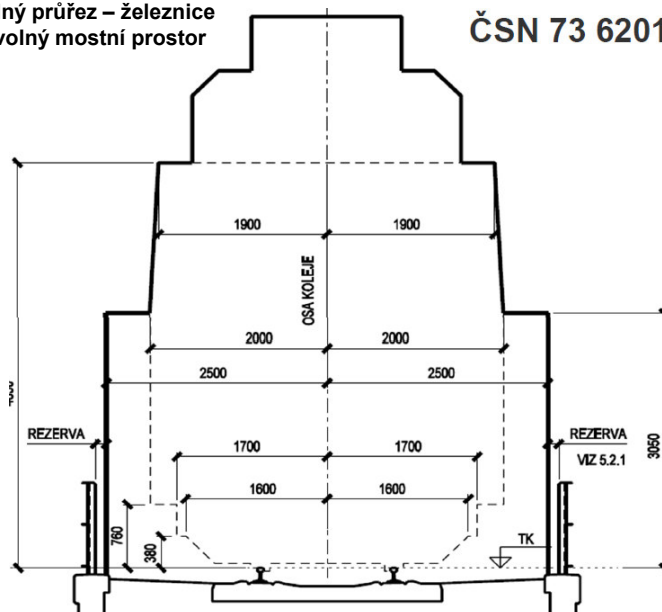
## Ocelové mosty - základy Dělení mostů



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Průjezdny průřez – železnice  
VMP – volný mostní prostor

ČSN 73 6201



Obrázek 4.7 – VMP 2.5 v přímé



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Průjezdový průřez – železnice  
VMP – volný mostní prostor

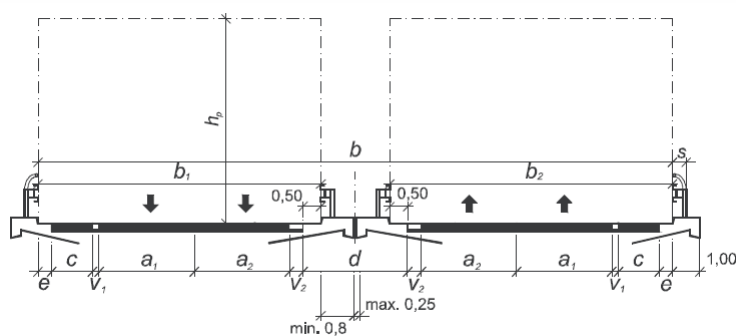
VMP	Tratová rychlost [km/h]			
	$v \leq 120$		$120 < v \leq 160$	$160 < v \leq 200$
	Šířá trať	Staniční obvod		
Most	2,5 m	3,0 m		3,5 m
Mostní provizoria	2,5 m	3,0 m	-	
Podjezd	3,0 m			3,5 m

- Výška trakčního drátu proměnná, obecně 5.6m
- Rezerva: 100mm pro mosty s kolejovým ložem
  - 25mm pro změnu geometrie



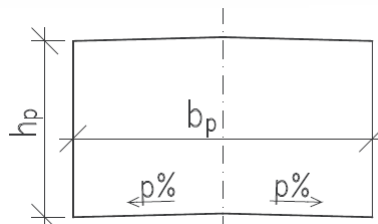
## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Průjezdový průřez – pozemní komunikace:



hp:

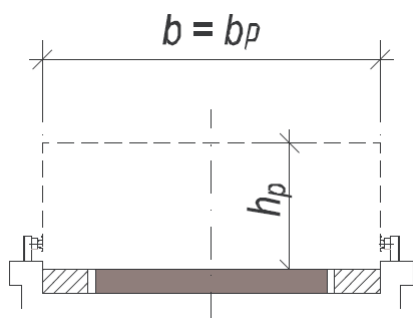
- dálnice, silnice I. a II. třídy 4,80 m
- silnice III. třídy a místní páteřní 4,50 m
- místní a účelové komunikace 4,20 m



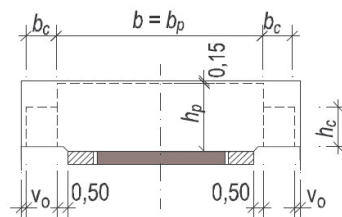
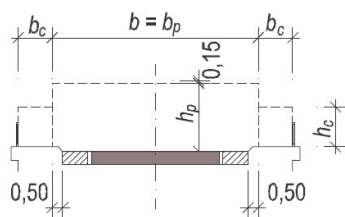


## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

- Výsledek všech požadavků na prostorové uspořádání mostu nebo podjezdu
- Musí odpovídat výhledovému příčnému uspořádání pozemní komunikace a zároveň nesmí ohrožovat silniční provoz mimo most (podjezd)
- Na most s přesypávkou se provede stejné šířkové uspořádání jako v přilehlém úseku komunikace

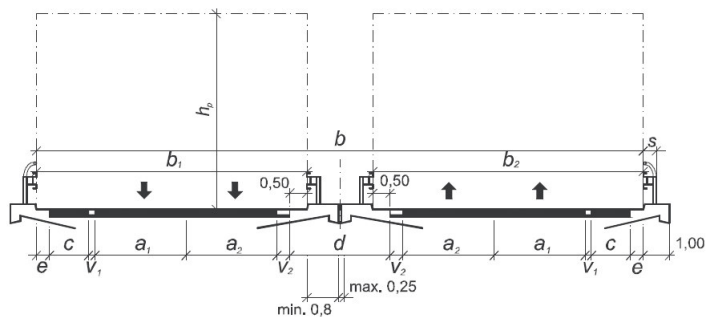


## Ocelové mosty - základy Dělení mostů



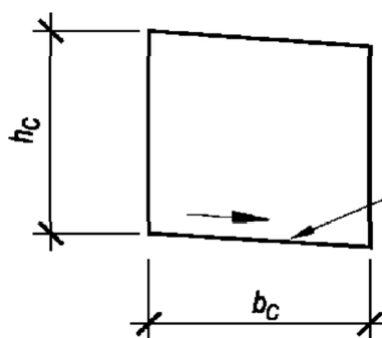


## Ocelové mosty - základy Dělení mostů



## Ocelové mosty - základy Dělení mostů

Průjezdny průřez – lávky



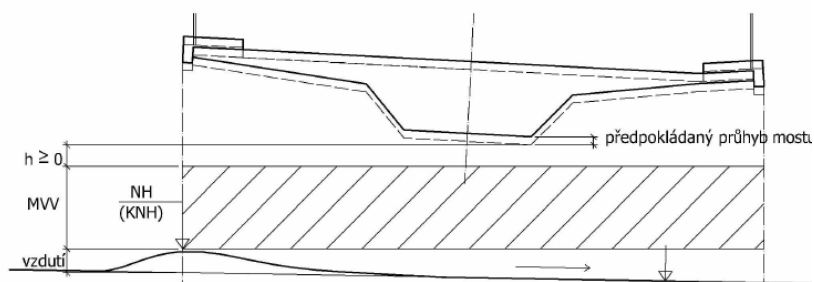
$b_c$ : min. 1,5m, nx0,75m pro pěší, nx1,0m for cyklisty  
 $h_c=2,5$  m



## Ocelové mosty - základy Uspořádání pod mostem

### Dolní hrana nosné konstrukce

- 150mm nad obrys dopravního prostoru
- nad obrys VMP
- 150mm nad obrys plavebního prostoru (obecně 5,25 nebo 7.0m), nad maximální plavební hladinu
- **Požadavky na převedení povodňových průtoků**
  - Zachování minimální volné výšky (MVV) nad hladinou
  - Případné vzdutí způsobené mostem nesmí ohrozit okolní území
  - Nesmí docházet ke zvýšené erozi koryta, při povodni nesmí být ohrožena stabilita mostu.



## Ocelové mosty - základy Uspořádání pod mostem

### **MINIMÁLNÍ VOLNÁ VÝŠKA**

- Měří se od výšky hladiny stanovené z návrhového průtoku (NP) a kontrolního návrhového průtoku (KNP)
- Pro účely stanovení MVV se mosty rozdělí podle ČSN 73 6201 do kategorií :

Návrhová kategorie mostu podle dopravního významu	Popis
1	<b>trvalé mostní objekty s požadavkem trvalé průjezdnosti</b> (např. dálnice a rychlostní komunikace, vybrané silnice I. až III. třídy, železniční mosty na celostátních drahách, atd.)
2	<b>trvalé mostní objekty s možností krátkodobého přerušení provozu</b> do 5-ti dnů (např. na některých silnicích I. až III. třídy s velkou intenzitou provozu, ale snadno nahraditelných objíždkami, na silnicích II. a III. třídy s menší intenzitou provozu, ale obtížně nahraditelných objíždkami, atd.)
3	trvalé mostní objekty na silnicích i místních komunikacích nespádající do 1. nebo 2. kategorie (snadno nahraditelné) a na účelových komunikacích, dlouhodobé zatímní mostní objekty s návrhovou životností delší než 5 let
4	krátkodobé zatímní mostní objekty s návrhovou životností do 5-ti let





## Ocelové mosty - základy Uspořádání pod mostem

Na základě kategorie mostu a variačního rozpětí toku ( $Q_{100}/Q_1$ ) se stanoví MVV :  
MVV musí být dodržena vždy min. ve 2/3 světlosti otvorů uvažovaných pro průchod povodně

Návrhová kategorie mostu podle dopravního významu	Variační rozpětí kříženého vodního toku $Q_{100}/Q_1$	Návrhový průtok (NP)	Kontrolní návrhový průtok (KNP)	Min. volná výška nad návrhovou hladinou (NH, KNH)
1	do 5	$Q_{100}$ nebo *	$1,15 \cdot Q_{100}^{1/3}$	1 m nad NH; 0,5 m nad KNH
	5 až 8	$Q_{100}$ nebo *	$1,25 \cdot Q_{100}^{1/3}$	1 m nad NH; 0,5 m nad KNH
	nad 8	$Q_{100}$ nebo *	$1,50 \cdot Q_{100}^{1/3}$	1 m nad NH; 0,5 m nad KNH
2	do 5	$Q_{100}$	*	0,5 m nad KNH
	5 až 8	$Q_{100}$	$1,20 \cdot Q_{100}^{1/3}$	0,5 m nad KNH
	nad 8	$Q_{100}$	$1,40 \cdot Q_{100}^{1/3}$	1 m nad NH °; 0,5 m nad KNH
3	do 5	$Q_{50}$	$Q_{100}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH °
	5 až 8	$Q_{50}$	$Q_{100}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH *
	nad 8	$Q_{50}$	$Q_{100}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH *
4	do 5	$Q_{10}$	$Q_{20}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH °
	5 až 8	$Q_{10}$	$Q_{20}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH °
	nad 8	$Q_{10}$	$Q_{20} ; Q_{30}^{1/3}$	0,5 m nad NH; 0,5 m nad KNH °

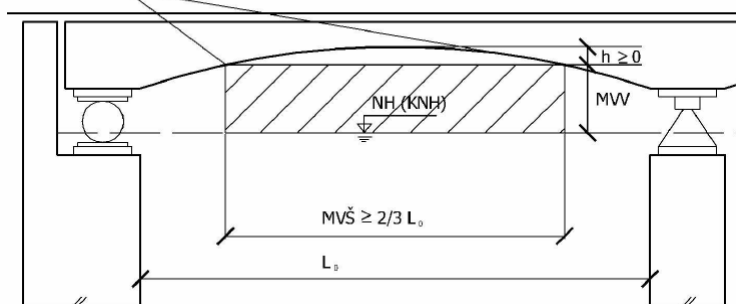


## Ocelové mosty - základy Uspořádání pod mostem

Zaplavení ložisek lze při posouzení jejich funkce  
Zaplavení patek oblouku na základě statického posouzení



NEJNIŽŠÍ MÍSTO KONSTRUKCE





## Ocelové mosty - základy Předpisy pro navrhování

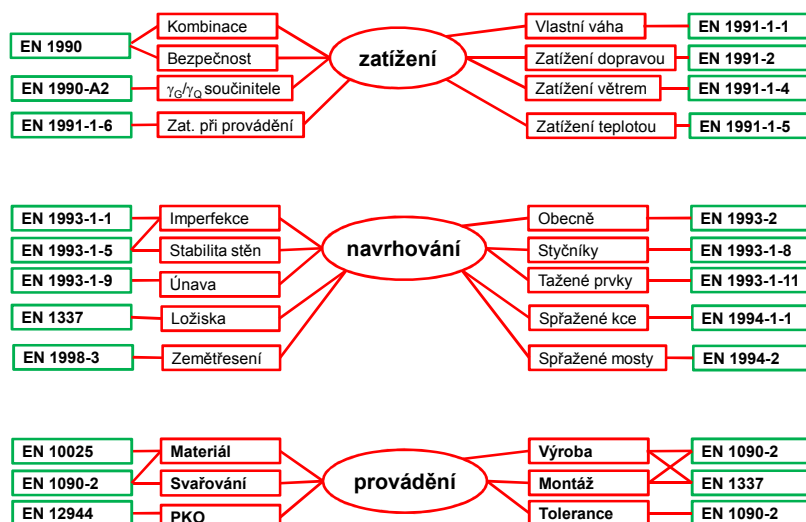
Významné normy pro navrhování ocelových mostů:

- ČSN 73 6200 – Mostní názvosloví
- ČSN 73 6201 – Prostorové uspořádání mostů
- ČSN EN 1090-1 – Výroba ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1090-2 – Výroba ocelových konstrukcí - požadavky
- ČSN 73 6209 – Zatěžovací zkoušky mostů
- ČSN 73 6222 – Zatížitelnost mostů
- ČSN EN 10025-1-6 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí

-Dále tzv. Eurokódy:



## Ocelové mosty - předpisy Soustava evropských norem pro ocelové mosty





## Ocelové mosty – předpisy ČSN EN 10025-x

- Přísne požadavky – náročné podmínky
- Dle typu mostu (přísnější pro železniční mosty)
- Dle důležitosti daného konstrukčního prvku
- Rozpětí mostu – kvalitnější ocel pro větší rozpětí
- Tloušťka - větší tloušťka vyžaduje vyšší kvalitu oceli s ohledem na účinky křehkého lomu
- Poloha stavby – nízké teploty vyžadují vyšší kvalitu oceli s ohledem na účinky křehkého lomu a s nižší přechodovou teplotou

10025-2	10025-3	10025-4	10025-5	10025-6
S235JR	S275N	S275M	S235J0W	S460Q
S235J0	S275NL	S275ML	S235J2W	S460QL
S235J2	S355N	S355M	S355J0WP	S460QL1
S275JR	S355NL	S355ML	S355J2WP	S500Q
S275J0	S420N	S420M	S355J0W	...
S275J2	S420NL	S420ML	S355J2W	S550Q
S355JR	S460N	S460M	S355K2W	...
S355J0	S460NL	S460ML		S620Q
S355J2				...
S355K2				S690Q
S450J0				...
				S890Q
				...
				S960Q

Nejobvyklejší  
materiál



## Ocelové mosty - předpisy Zákony

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Zákon č. 266/94 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů, a přísl. prováděcí vyhlášky
- Zákon o pozemních komunikacích č.13/97 a jeho prováděcí vyhláška č.104/97 ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb č.146/2008 Sb.
- Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání | staveb



## Ocelové mosty - předpisy Silniční mosty

- Systém jakosti v oboru pozemních komunikací (SJ-PK)
- [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz)
- Technické kvalitativní podmínky staveb PK
- Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb pozemních komunikací (TKP-D)
- Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací staveb PK
- Vzorové listy staveb PK



## Ocelové mosty - předpisy Silniční mosty

- **TKP PK:**
  - 1 Všeobecně (vč. příloh 1 – 9)
  - 2 Příprava staveniště
  - 3 Odvodnění a chráničky pro inženýrské sítě
  - 4 Zemní práce
  - 5 Podkladní vrstvy
  - 6 Cementobetonový kryt
  - 7 Hutněné asfaltové vrstvy
  - 8 Litý asfalt
  - 9 Kryty z dlažeb a dílců
  - 10 Obrubníky, krajníky, chodníky a dopravní plochy
  - 11 Svodidla, zábradlí a tlumiče nárazu
  - 12 Trvalé oplocení
  - 13 Vegetační úpravy
  - 14 Dopravní značky a dopravní zařízení
  - 15 Osvětlení PK
  - 16 Piloty a podzemní stěny
  - 18 Beton pro konstrukce (vč. 10 příloh)
  - 19 část A: Ocelové mosty a konstrukce  
část B: Protikorozi ochrana ocelových mostů a konstrukcí
  - 20 Pylony a mostní závěsy
  - 21 Izolace proti vodě
  - 22 Mostní ložiska
  - 23 Mostní závěry
  - 24 Tunely
  - 25 Protihlukové clony
  - 26 Postřiky a nátěry vozovek
  - 27 Emulzní kalové zákryty
  - 28 Mikrokoberce prováděné za studena
  - 29 Zvláštní zakládání
  - 30 Speciální zemní konstrukce
  - 31 Opravy betonových konstrukcí



## Ocelové mosty - předpisy Železniční mosty

### TKP-SSD Technické a kvalitativní podmínky staveb státních drah distribuce TÚDC

- 1 Všeobecně
- 2 Příprava staveniště
- 3 Zemní práce
- 4 Odvodnění tratí a stanic
- 5 Ochrana zemního tělesa
- 6 Konstruktivní vrstvy tělesa železničního spodku
- 7 Kolejové lože
- 8 Konstrukce koleje a výhybek
- 9 Úrovňové přejezdy a přechody
- 10 Nástupiště, rampy, zarážedla, účelové komunikace a zpevněné plochy
- 11 Trvalé oplocení
- 12 Chráničky a kolektory
- 13 Plyn, voda, produktovody
- 14 Kanalizace, septiky, čističky, lapače
- 15 Vegetační úpravy
- 16 Protihluková opatření
- 17 Beton pro konstrukce
- 18 Betonové mosty a konstrukce
- 19 Ocelové mosty a konstrukce
- 20 Tunely
- 21 Mostní ložiska a ukončení nosné konstrukce mostů
- 22 Izolace proti vodě
- 23 Sanace inženýrských objektů
- 24 Zvláštní zakládání
- 25A Protikorozi ochrana úložných zařízení a konstrukcí - Ochrana proti elektrochem. korozi a korozi bludnými proudy
- 25B Protikorozi ochrana úložných zařízení a konstrukcí - Ochrana ocelových konstrukcí proti atmosférické korozi
- 26 Osvětlení, rozvody NN, včetně dálkového ovládání
- 27 Zabezpečovací zařízení



## Ocelové mosty - předpisy Projektová dokumentace

### Silniční mosty

- DÚR – územní rozhodnutí
- DSP – stavební povolení
- PDPS – projektová dokumentace pro provádění stavby – pro tender
- RDS – realizační dokumentace
- VD+MD – výrobní a montážní

### Železniční mosty

- DÚR/PD – přípravná dokumentace
- DSP – v podrobnosti realiz. dok./P – projekt
- Nebo dříve:
  - PSŘ – projektové souhrnné řešení
  - DPSŘ – dopracování projektového souhrnného řešení
- DD – dokumentace dodavatele



## Ocelové mosty - předpisy Železniční mosty

### Další předpisy SŽDC

S,T	Předpisy SŽDC
SR	Služební rukověti SŽDC
S	Směrnice, pokyny, opatření SŽDC 10.2.2009
TNŽ	Technické normy železnic (SŽDC) 1.6.2011
VL	Vzorové listy železničního svršku 1.1.2013
VL	Vzorové listy železničního spodku, mostů a tunelů 1.9.2010
VL	Vzorové listy zařízení tratí 1.1.2008
OTH	Obecné technické podmínky SŽDC-OTH



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Ocelové mosty – bezpečné po dobu návrhové životnosti

<b><u>Namáhání:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dynamické zatížení</li><li>- vysoké zatížení</li><li>- opakované zatížení</li><li>- vlhkost - koroze</li><li>- změny teploty</li></ul>
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Výsledek** – riziko únavy a křehkého lomu (vážné  
následky)



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Spoelhlivost lze zajistit:

-Volba správného materiálu

-Správným návrh mostu s ohledem na

- volbou vhodného statického a konstrukčního systému,
- odpovídajícím dimenzováním všech nosných prvků a spojů
- volbou výstižného výpočetního modelu,
- vhodnou volbou konstrukčních detailů se zřetelem na nebezpečí únavy a křehkého lomu a na podmínky pro vznik koroze,
- při výrobě a montáži vhodnými technologickými postupy (redukce vlastních pnutí a defektů od svařování, přesnost, kontroly),
- Přejímky - kontrola dokladů, první hlavní prohlídkou a zatěžovací zkouškou mostu,

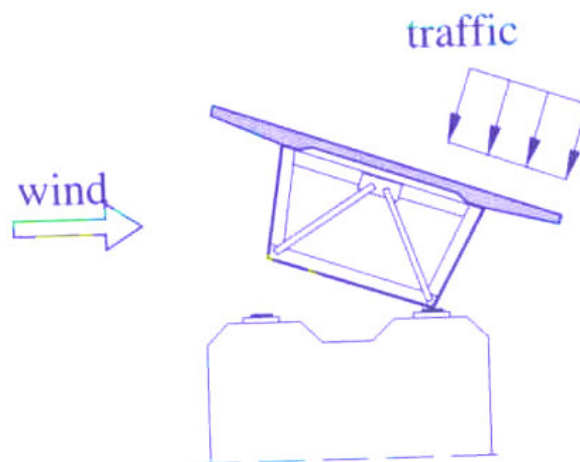
- Při provozu mostu pravidelnými periodickými prohlídkami, řádnou údržbou a včasnými opravami.



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Stabilita polohy

Stabilita proti překlopení:





## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### •Stabilita polohy

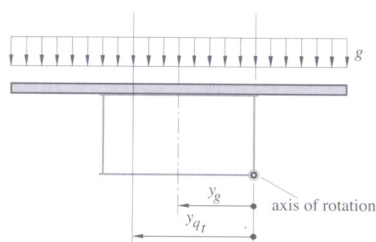
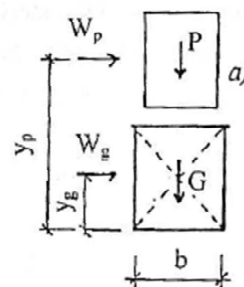
#### Stabilita proti překlopení:

$$M_{stab} > M_{klop}$$

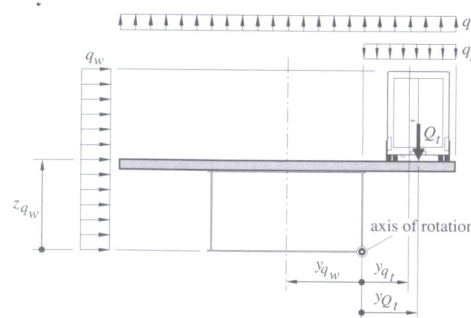
- Se součiniteli zatížení

$$(G+P) \cdot b/2 > W_g \cdot y_g + W_p \cdot y_p$$

- pro konstrukci nezátíženou při vyšším zatížení větrem,
- pro konstrukci zatíženou pohyblivým zatížením (prázdnými vozidly o tíze 10 kN/m) při nižším zatížení větrem.



Stabilizační účinek



Destabilizační účinek

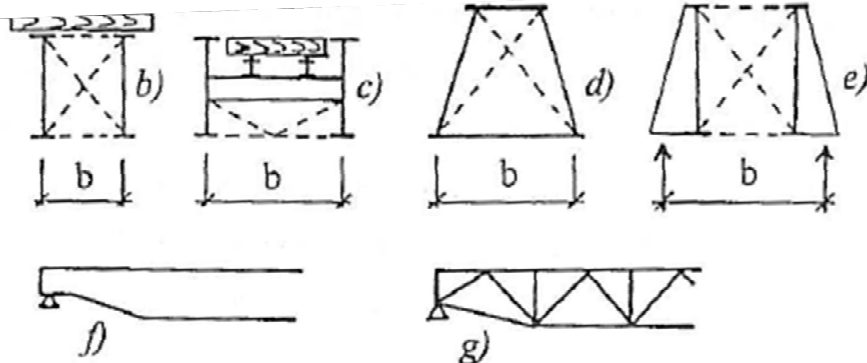


## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### •Stabilita polohy

#### Stabilita proti překlopení - opatření:

- buď zvětšením stabilizujícího momentu
  - zvětšením vzdálenosti b ložisek mostu,
  - užitím balastu v podporové oblasti,
  - navržením kotvených ložisek,
- nebo zmenšením klopícího momentu:
  - snížením výšky hlavních nosníků v uložení.





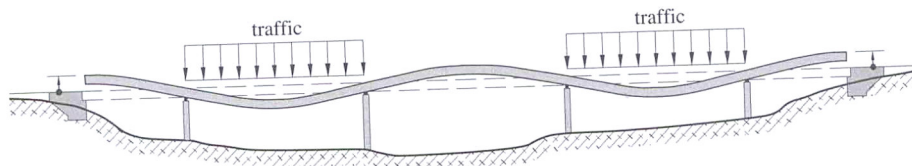


## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### •Stabilita polohy

#### Stabilita proti nadzdvížení z ložisek:

- Spojité mosty (nevhodný poměr rozpětí jednotlivých polí, hlavně nad opěrami), nutné hledat nejméně příznivou polohu nahodilého pohyblivého zatížení, která vede ke vzniku záporné reakce v některém ložisku.
- Opatření: úprava poměru rozpětí, popuštění vnitřních podpor po smontování mostu, balast poblíž krajních podpor, jiný statický systém, kotvená ložiska.
- Šikmé mosty - nadzdvížení konstrukce z ložisek v ostrých rozích.
- Opatření: zmenšením šikmosti mostu za cenu zvětšení rozpětí, balast v oblasti ostrého rohu, kotvené ložisko



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Průhyb a tuhost:

#### Omezení průhybu

- obecně  $L/250$  až  $L/800$  ( $L/2000$ )
- Záleží na druhu mostu a dopravy (železnice, silnice)

Průhyb od stálého zatížení lze eliminovat nadvýšením

- Omezení vibrací – železniční mosty, lávky pro pěší (1,5 – 2,6 Hz)



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Životnost mostů:

#### Koroze

- vhodné detaily,
- odvodnění, nátěry, prohlídky, údržba protikorozní ochrany
- Minimální tloušťky plechů
  - Obecně 5-10mm, plechy min. 8mm
  - Ortotropní mostovky železničních mostů min. 14mm
  - Pro silniční mosty 12mm
  - Lávky pro pěší min. 10mm

#### Únava

- Návrh vhodných detailů – minimalizace vrubového účinku
- Posouzení únavové pevnosti
- prohlídky, kontrola kvality



## Ocelové mosty - základy Základy navrhování

### Přípoje:

#### Svařované

- Většina výrobních styků, i montážních
- Detaily vhodné pro protikorozní ochranu, zaoblení,
- Nutná kontrola kvality

#### Šroubované

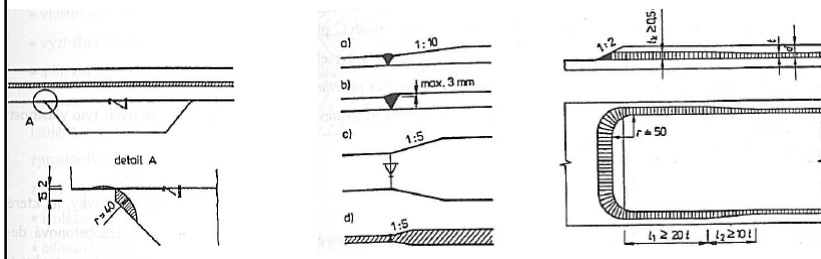
- Pro nosnou NK jen předpjaté spoje
- Spíše pro montážní spoje

#### Nýtované

- Dnes použití jen na starých konstrukcích

#### Kombinované

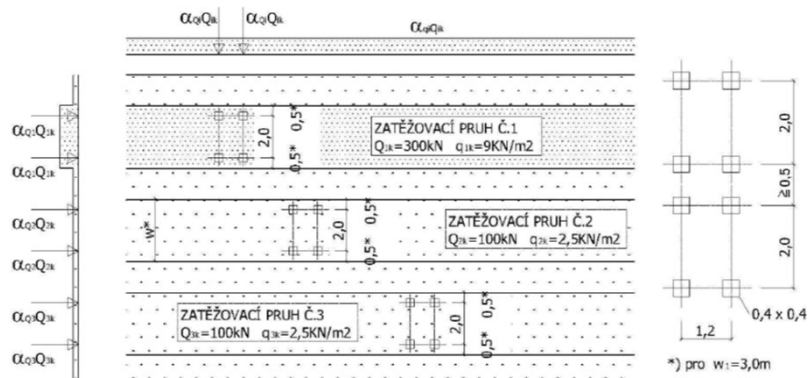
- Ojedinelé použití





**Ocelové mosty - předpisy**  
**Zatížení mostů – pozemních komunikací**

**DOPRAVNÍ ZATÍŽENÍ JE DEFINOVÁNO POMOCÍ 4 ZÁKLADNÍCH MODELŮ ZATÍŽENÍ (LM1-LM4)**  
**MODEL ZATÍŽENÍ 1 (LM1) – Běžný provoz**



**Ocelové mosty - předpisy**  
**Zatížení mostů – pozemních komunikací**

**Tabulka 4.2 – Model zatížení 1 – charakteristické hodnoty**

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly $Q_k$ [kN]	$q_k$ (nebo $q_{rk}$ ) [kN/m²]
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha ( $q_k$ )	0	2,5

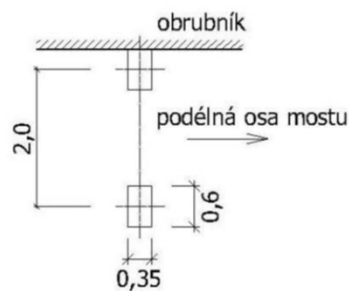


## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

### MODEL ZATÍŽENÍ 2 (LM2) – Jednotlivá náprava

- Použití většinou zatěžovací délky 2-7m

- Zatížení na nápravu je rovno  $\beta_Q \cdot Q_{ak}$ , kde  $Q_{ak}$  je rovno 400 kN včetně dynamických účinků
- V případě potřeby se může uvažovat pouze jedno kolo
- Součinitel  $\beta_Q$  je uvažován roven součiniteli  $\alpha_{Q1}$

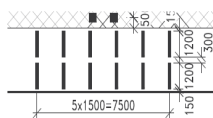


## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

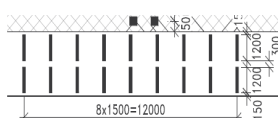
### MODEL ZATÍŽENÍ 3 (LM3) – Zvláštní vozidla

- Použití pro vybrané trasy, tam kde to stanoví příslušný úřad

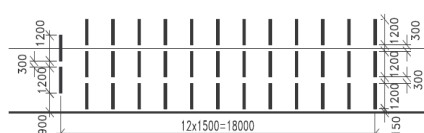
**900/150 (6x150)**



**1800/200 (9x200)**



**3000/240 (120+12x240)**





## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

### **MODEL ZATÍŽENÍ 4 (LM4) – Zatížení davem lidí** - Obecně 5 kN/m<sup>2</sup>



## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

### **Další zatížení:**

#### **-Brzdové síly, rozjezdové síly**

(2) Charakteristická hodnota  $Q_{lk}$  omezená na 900 kN pro celou šířku mostu, se má vypočítat jako část celkového maximálního svislého zatížení modelu zatížení 1 umístěného na zatěžovacím pruhu číslo 1, takto:

$$Q_{lk} = 0,6 \alpha_{Q1} (2 Q_{1k}) + 0,10 \alpha_{Q1} q_{1k} w_1 L \quad (4.6)$$

$$180 \alpha_{Q1} \text{ (kN)} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ (kN)},$$

kde  $L$  je délka nosné konstrukce mostu nebo její uvažované části.

#### **-Odstředivé síly**

Tabulka 4.3 – Charakteristické hodnoty odstředivých sil

$Q_{lk} = 0,2 Q_v \text{ (kN)}$	je-li $r < 200 \text{ m}$
$Q_{lk} = 40 Q_v / r \text{ (kN)}$	je-li $200 \leq r \leq 1\,500 \text{ m}$
$Q_{lk} = 0$	je-li $r > 1\,500 \text{ m}$

kde  $r$  je poloměr osy vozovky ve vodorovné rovině [m];

$Q_v$  celková maximální tíha svislého soustředěného zatížení dvojnápravami modelu zatížení 1, tj.  $\sum_i \alpha_{Qi} (2Q_{ki})$  (viz tabulka 4.2).



## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

### ZATÍŽENÍ NA ÚNAVU

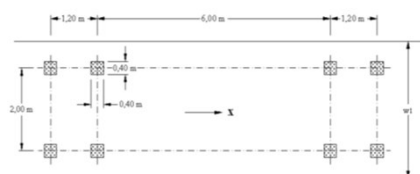
- ČSN EN 1991-2 definuje 5 modelů zatížení na únavu.  
Pro navrhování mostů jsou důležité FLM1 a FLM3

#### FLM1

- Stejně jako LM1, hodnoty zatížení jsou redukovány

#### FLM3

- Model dvojice nákladních vozidel



## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – pozemních komunikací

### MIMORÁDNÁ ZATÍŽENÍ:

#### -Náraz do podpory, NK, pohledu mostu

Pro tuhé pilíře se doporučují následující minimální hodnoty:

- nárazová síla: 1 000 kN ve směru jízdy vozidla a 500 kN ve směru kolmém ke směru jízdy;
- výška působíště nárazové síly nad přilehlým povrchem: 1,25 m.

#### -Náraz do svodidel, obrubníků

Tabulka 4.9(n) – Doporučené třídy pro vodorovné síly přenášené svodidly

Doporučená třída	Vodorovná síla (kN)
A	100
B	200
C	400
D	600

NA.2.33 Clánek 4.7.3.3 Síly od nárazu na svodidla, odstavec (1), POZNAMKA 1

Třídy pro vodorovné síly přenášené svodidly do nosné konstrukce mostu se stanoví v ČR podle druhu a typu svodidla podle zvláštních předpisů<sup>2)</sup>. Přibližně lze užit následující třídy:

- třída B pro betonová svodidla posuvná, volně kladená na podklad;
- třída C pro ocelová svodidla tvořená sloupky a vodorovnými prvky a pro betonová svodidla zakotvená do podkladu;
- třída D pro betonová monolitická svodidla tuze spojená s nosnou konstrukcí mostu.

Pokud je v dokumentaci určen druh a typ svodidla, je dovoleno podle zvláštních předpisů<sup>2)</sup>, použít vodorovné síly uvedené v technických podmínkách pro toto svodidlo.



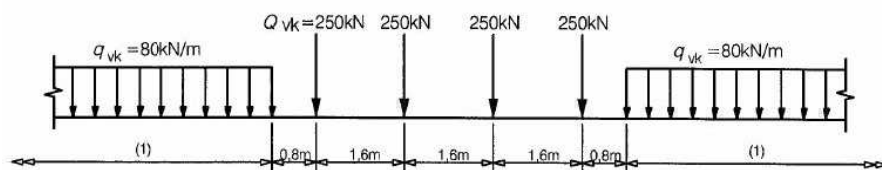


## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – železničních

- Svislé zatížení (model 71, SW/0, SW/2, nezatížený vlak)
- Dynamické účinky
- Odstředivé síly
- Boční ráz
- Rozjezdové a brzdné síly
- Aerodynamické zatížení od projíždějících vlaků
- Zatížení od železniční infrastruktury
- Zatížení od kombinované odezvy kolej x most



## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – železničních



NA.2.53 Článek 6.3.2 Model zatížení 71, odstavec (3)P

Pro tratě 3. třídy je součinitel  $\alpha = 1,10$ .

Pro tratě 1. a 2. třídy je součinitel  $\alpha = 1,21$ .

Pro tratě 1. třídy se navíc použije zatížení SW/2.

Třídy tratí jsou určeny předpisem 18/1986-PMR Kategorie železničních tratí z hlediska mostů; zveřejněno ve Věstníku dopravy č. 6/1987.

### Stanovení dynamických účinků

- nejprve je nutno prověřit, zda se musí provést dynamický výpočet. Za určitých předpokladů jej pak není nutno provádět a lze uvážit dynamický součinitel
- Dynamický součinitel závisí na rozpětí prvku

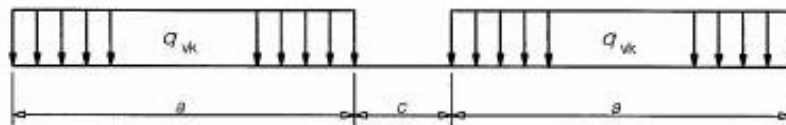




## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – železničních

SW/0 – spojitá konstrukce

SW/2 – tratě 1. třídy



Obrázek 6.2 – Modely zatížení SW/0 a SW/2

Model	$Q_{vk}$ [kN/m]	$a$ [m]	$c$ [m]
SW/0	133	15	5,3
SW/2	150	25	7

### Stanovení dynamických účinků

- nejprve je nutno prověřit, zda se musí provést dynamický výpočet. Za určitých předpokladů jej pak není nutno provádět a lze uvážit dynamický součinitel
- Dynamický součinitel závisí na rozpětí prvku



## Ocelové mosty - předpisy Zatížení mostů – železničních

### Vodorovné účinky

- Zatížení od brzdných sil 20 kN/m, max. 6 MN
- Zatížení od rozjezdových sil 33 kN/m, max. 1MN
- Zatížení od teploty – v důsledku interakce s nosnou konstrukcí
- Boční ráz
- Odstředivé síly
- Zatížení větrem



## Ocelové mosty - předpisy Zatížitelnost mostů silničních

### NORMY:

ČSN 73 6220-Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací

ČSN 73 6221-Prohlídky mostů pozemních komunikací

ČSN 73 6221-Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

### ZATÍŽITELNOST:

#### 3.2

##### zatížitelnost normální ( $V_n$ )

největší okamžitá celková hmotnost jednoho vozidla (podle 5.1.4 a 7.1). Vozidla této hmotnosti mohou přejíždět most bez dopravních omezení (v libovolném počtu). Provoz chodců a cyklistů není omezen

#### 3.3

##### zatížitelnost výhradní ( $V_v$ )

největší okamžitá celková hmotnost vozidla (podle 5.1.6 a 7.2), které smí přejíždět přes most jako jediné, tj. za vyloučení ostatních silničních vozidel, avšak bez dalších dopravních omezení. Provoz chodců a cyklistů ve vyhrazených páslech je zachován

#### 3.4

##### zatížitelnost výjimečná ( $V_e$ )

největší okamžitá celková hmotnost vozidla nebo zvláštní soupravy (podle 5.1.8 a 7.3), které smí přejet přes most pouze za vyloučení veškeré ostatní dopravy (včetně chodců a cyklistů) a za dodržení dalších omezujících opatření (přejezd předepsanou rychlostí, dodržení stanovené stopy)

#### 3.5

##### zatížitelnost na jednu nápravu ( $V_{aj}$ )

největší okamžitá přípustná hmotnost připadající na jednu jednoduchou nápravu vozidla (podle 5.1.7)

#### 3.6

##### zatížitelnost rovnoměrným zatížením

největší přípustné zatížení dopravou v  $\text{kN/m}^2$  při zatížení účinné plochy zatěžovacího prostoru mostu



## Ocelové mosty - předpisy Zatížitelnost železničních mostů

### SR5 – Směrnice - Určování zatížitelnosti železničních mostních objektů

#### ZATÍŽITELNOST:

**Normální zatížitelnost** prvku mostního objektu  $Z_{LM71}$  je bezrozměrná veličina, která vyjadřuje poměr mezních účinků svislého proměnného zatížení železniční dopravou k účinkům, které v prvku mostního objektu vyvolá model zatížení 71.

**Přechodnost** provozního zatížení je schopnost mostního objektu převádět provozní zatížení po vlastním mostním objektu i jím neseném železničním svršku a spodku při zachování bezpečnosti železničního provozu a souběžně i schopnost provozního zatížení bezpečně přejet po mostním objektu.

třída	hmotnost na nápravu	hmotnost na b.m. vozu
A	16,0 t	5,0 t/m
B1	18,0 t	5,0 t/m
B2	18,0 t	6,4 t/m
C2	20,0 t	6,4 t/m
C3	20,0 t	7,2 t/m
C4	20,0 t	8,0 t/m
D2	22,5 t	6,4 t/m
D3	22,5 t	7,2 t/m
D4	22,5 t	8,0 t/m