

## **Základy navrhování mostů**

### **sylabus přednášek pro předmět 133RBZS**

M.Drahorád, M. Foglar

## **Co je to most?**

**Mostní objekt** je součást jedné nebo více komunikací (pozemních, drážních, atp.) nahrazující její pouhé zemní těleso v místě, kde je třeba přemostěním překonat překážku.

**Propustky** ( světlost do 2 m )



**Mosty** (světlost větší než 2,0 m)



pouze pro výukové účely, schémata a  
fotografie byly pořízeny autory, pokud  
není uvedeno jinak

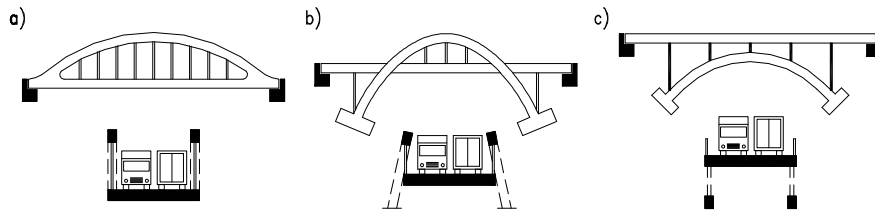
## Lávky



## 2) Podle hmotné podstaty hlavní NK

- a) Mosty nemasívní = ocelové
- b) Mosty masívní = betonové, zděné

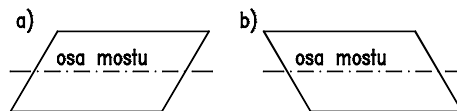
### 3) Podle výškové polohy mostovky



- a) Mosty s dolní mostovkou
- b) Mosty s mezilehlou mostovkou
- c) Mosty s horní mostovkou
- d) Mosty přesypané

### uspořádání mostu

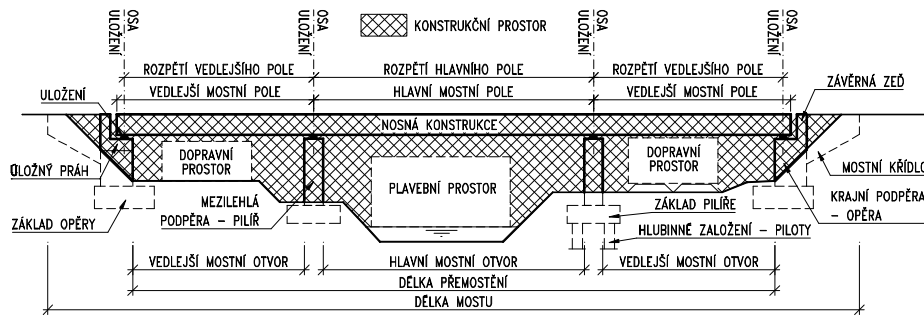
#### Mosty kolmé a šikmé



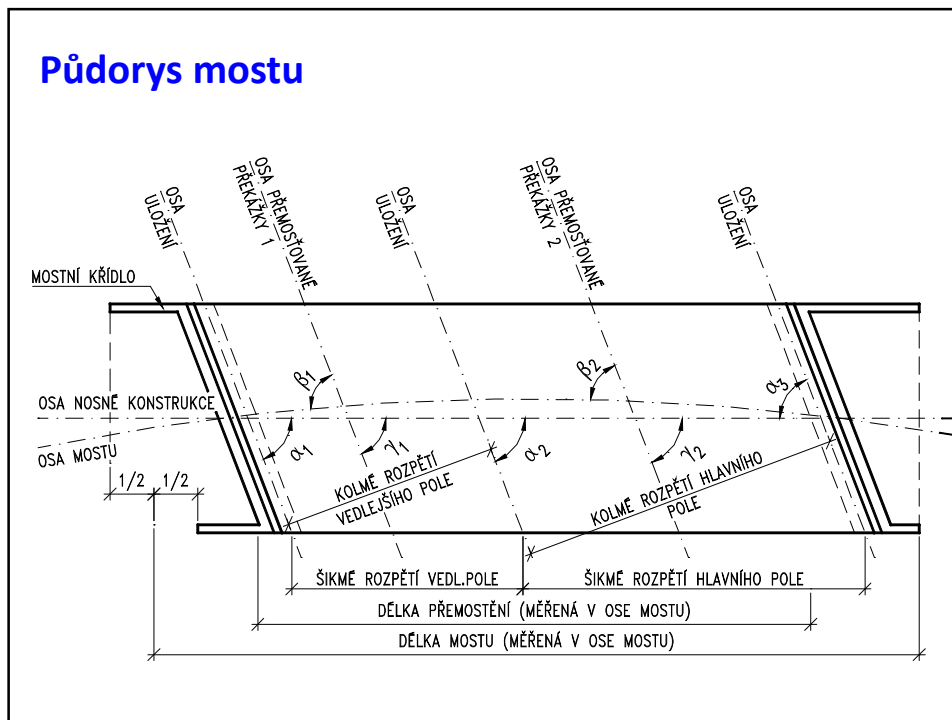
pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## Návrhové charakteristiky/části mostů

### Podélný řez mostem

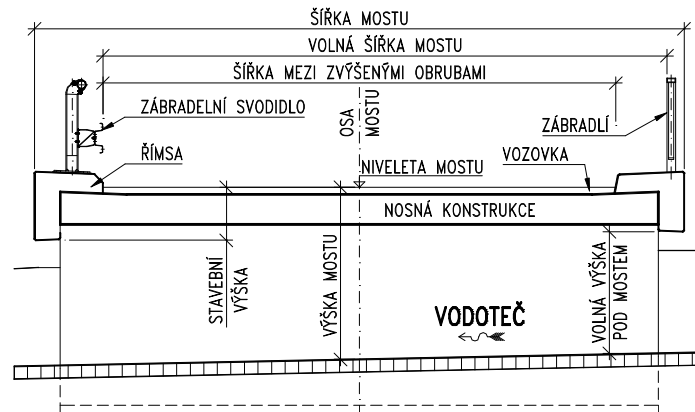


### Půdorys mostu



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## Příčný řez mostem



## Spodní stavba mostu

### Podpěry se dělí na opěry a pilíře:

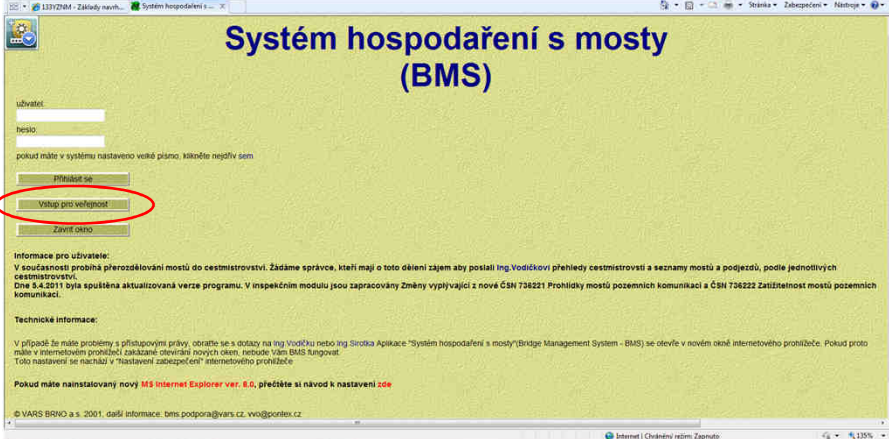
- 1) Opěry (krajní podpěry mostu), v kontaktu ze zemínou
- 2) Pilíře
- 3) Pylony zavěšených a visutých mostů

Rozdělení : - druh materiálu (kamenné, betonové)  
- konstrukční uspořádání (krabicové, rámové)  
- založení (hlubinně, plošně)

## Prohlídka mostu

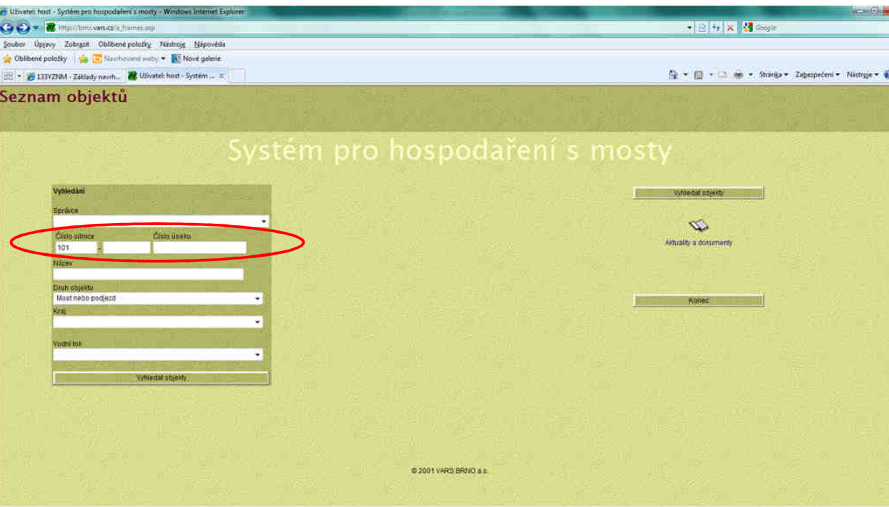
### Systém hospodaření s mosty (BMS)

<http://bms.vars.cz/>



## Vyhledání mostního objektu podle čísla silnice/mostu

# 27 - 106



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

Uživatel: host - 101 - 004 (Most přes silnici III/00323) - Windows Internet Explorer  
http://bms.iars.cz/s\_most.asp?idcecs=8&objectid=10190&nazev=Most přes silnici III/00323

**Evidence**

Základní údaje    **Základní pasport**    NK    SP-ST    St. stav a zat.    Nářč    Průhledy    Údržba    Dostup    RPH    Finanční modul    Lokalizace    Zavřít okno

**101 - 004 (Most přes silnici III/00323)**

Odpovědná osoba: **Dvořák David, Ing.**, datum poslední změny: 18.7.2012 11:57:30    Identifikátor mostu: 10190

**Délka/výška/šířka, prostorová úprava (délaje jsou v metrech)**

Délka mostu	36,0755	Stavební výška	1,02	Vlnná výška nad vozovkou	0	Rok postavení	1997
Čeková šířka	11,1	Účelná výška	1,06	Vlnná šířka	9,5	Označení šikmosti	Levá
Délka přemostění	29,99	výška nad terénem	6,07	Šířka mezi obrubami	9,5	Šikmost (g)	77,15
Délka NK mostu	32,44	Výška nad hladinou	0	Levý chodník	0		
Šířka mezi zábradlími	9,5	Hloubka vody	0	Pravý chodník	0		

Povrch komunikace: **Žulice**    Plocha mostu: 350,08 m<sup>2</sup>  
Povrch chodníku: **Nezadáni**    Plocha vozovky: 308,18 m<sup>2</sup>  
Plocha chodníku: 0 m<sup>2</sup>

Záchytná zařízení na mostě  
Zábradlní svodidlo, v. 1.1m.

Různá zařízení na mostě  
Stálá zařízení ve stoupech podpěr

Reprodukční pořizovací hodnota: 22 464 030 Kč  
Způsob výpočtu RPH: Základní metodika stanovení RPH  
Inventurní číslo: 0

Poznámka  
1997-výměna NK  
Druh chodníků: Žb odrazné pruhy

Hotovo

## Obsah protokolu o prohlídce

- Základní údaje o mostu
- Popis částí mostu
- Stav a závady částí mostu
- Opatření na zkvalitnění správy objektu, návrh na odstranění zjištěných závad
- Rozhodnutí o změně zatížitelnosti/stavu mostu
- Fotodokumentace



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak



Klasifikační stupeň	Stav konstrukce	Vady a poruchy konstrukce
I	Bezvadný	bez jakýchkoli v zjevných nebo známých skrytých vad
II	Velmi dobrý	pouze vzhledové vady, které neovlivní zatížitelnost (např. prohnuté, ale dostatečně pevné zábradlí, nerovnosti v římsě, stékající povrchové nečistoty, skvrnitost omítky beze stop po vzlínající nebo prosakující vlhkosti, trhlinky v ozdobné omítce, poškozené architektonické prvky mostu apod.)
III	Dobrý	větší vady, které ale neovlivňují zatížitelnost (např. poškozené zábradlí, odprýsknutá ochranná omítky, porušený kryt vozovky, uchycená vegetace v malé míře, poškozené římsy, poškozená povrchová úprava konstrukcí z lehkých slitin nebo jejich zoxidovaný povrch, neobnovené nátěry s prvními stopami rezavění ocelové konstrukce, sednutí zemního tělesa oproti nosné konstrukci)
IV	Uspokojivý	vady a poruchy, nemající okamžitý nepříznivý vliv na zatížitelnost, které však mohou zatížitelnost v budoucnu ovlivnit (např. silnější povrchová rezavění nosné konstrukce, prosakování vody, obnažená výztuž, zakofeněná vegetace, místně vydrolená spárová malta, trhliny v nosné konstrukci 2), postřehnutelná trvalá deformace nosné konstrukce nebo podpěr bez viditelných trhlin, porušená funkce posuvných ložisek porušená ochranná kyslíčnicková vrstva v nepřístupných místech hliníkových konstrukcí, nadměrné kmitání nosné konstrukce apod.)
V	Špatný	vady a poruchy, ovlivňující sice zatížitelnost, ale odstranitelné ještě bez větších zásahů (např. zrezavění zrnitého charakteru bez většího oslabení napadnutých průřezů, povrchová hniloba dřevěných konstrukcí 1), povrchové trhliny a praskliny železobetonových konstrukcí šířky do 1mm a hloubky do 25mm, trhliny předpjatých konstrukcí šířky do 0,2mm, uchycená plíseň, postřehnutelná deformace klenby bez trhlin, značně vydrolená spárová malta na většině míst, prasklé spáry, uvolněné kameny, trhliny a praskliny 2), uvolněné nýtové, šroubové a jiné spoje, vychýlená nebo vyšínutá ložiska nebo úložné prahy, viditelná deformace gumových příp. neoprenových ložisek, podpěry podezřelé do hloubky nejvýše rovné třetině tloušťky podpěry, větší odchylky v lici spár montovaných podpěr apod.)
VI	Velmi špatný	vady a poruchy, ovlivňující zatížitelnost a odstranitelné pouze velkou opravou zahrnující důležité části konstrukce (např. oslabení průřezu rzi nebo hnilobou 1) nejvýše o 30%, ale bez děr nebo ručně dosažitelného rozrušení zbytku, trhliny a praskliny 2), vypadlé kameny, zborcené, nakloněné nebo pokleslé podpěry s ještě dostatečnou soudržností, pobořená čela kleneb, zřícené průčelní zdi, značná trvalá deformace klenby přes čtvrtinu tloušťky, odtržené lapené spoje konstrukcí z lehkých slitin, trhliny předpjatých konstrukcí šířky větší než apod.)
VII	Havarijní	vady a poruchy ovlivňující zatížitelnost takovou měrou, že vyžadují okamžitou nápravu pro odvrácení, hrozící katastrofy, popř. uzavření mostu (např. naprostá zchátralost průřezů rzi nebo hnilobou (oslabení průřezů o více než 30%), pobořené části nosné konstrukce nebo podpěr, nadměrné průhyby, chvění nebo vlnění mostu apod.)

*Poznámky:*  
1) při poškození dřeva hnilobou se uváží možnost pokračování procesu hniloby a případně se redukuje pevnost zdánlivě zdravého dřeva v oblasti poškození  
2) trhliny a praskliny je nutno vždy posoudit z hlediska vlivu na zatížitelnost mostní konstrukce

## Zásady navrhování mostů

Most je trasotvorným prvkem



**Maximálně přizpůsobit trasu převáděné komunikace návrhu mostu**

**V maximální možné míře se vyvarovat :**

- změn klopení na mostě
- změn směrového vedení na mostě
- nulovým spádům (příčně i podélně)
- připojování dalších pruhů/ramp na mostě

-maximalizovat úhel křížení, resp. úhel uložení

### **Maximálně přizpůsobit tvar a vedení přemost'ované překážky návrhu mostu**

- přizpůsobit vedení přemost'ovaných komunikací
- upravit vedení drobných vodotečí pod mostem

### **Návrh polohy a uspořádání mostů přes vodní toky**

- Důležité z hlediska hydrodynamických jevů při vysokém stavu vody
- Umístění přemostění
  - Umístění krajních opěr
  - Umístění pilířů
  - Úhel křížení

## PROSTOROVÉ UPOŘÁDÁNÍ

Stanovuje minimální rozměry konstrukce vzhledem k návrhovým parametrům převáděné nebo přemostované překážky.

Z tohoto hlediska se rozeznává prostorové uspořádání :

- Na mostě
- V mostním otvoru
  - Podjezd komunikace
  - Vodní tok / inundační území / vodní cesta

## MOSTY A PODJEZDY PK

VŽDY závisí na kategorii převáděné komunikace v místě mostu a předpokládané životnosti mostu.

### PRŮJEZDNÍ PROSTOR

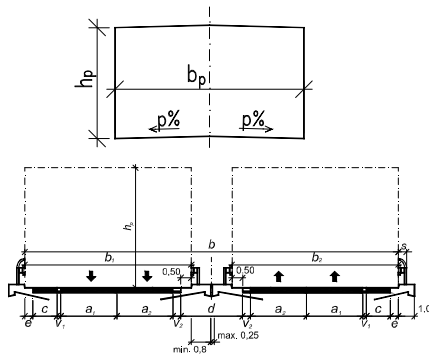
Světlý prostor určený pro silniční vozidla, případně chodce a cyklisty, který se musí dodržet v celé délce mostního objektu.

**Směrově nerozdělené :**

$b_p$  = kategoriijní/volná šířka

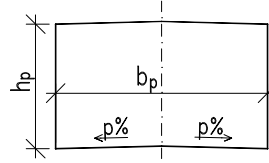
**Směrově rozdělené :**

$b_p$  = šířka hlavního dopravního prostoru



Výška průjezdního prostoru  $h_p$  je :

- 4,80 m** - D, R, S I. a II. třídy
- 4,50 m** - S III. třídy, MK-R a MK-S
- 4,20 m** - MK-O a MK-Ú
- 5,85 m** - pod lehkými konstrukcemi

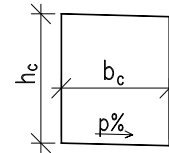


## **PRŮCHOZÍ PROSTOR**

Světlý prostor určený pouze pro chodce a cyklisty, který se musí držet v celé délce mostního objektu.

Šířka  $b_c$  je násobkem šířky pruhu :

- 0,75 m** – pro chodce
- 1,00 m** – pro cyklisty
- Minimálně však 0,9 m.



Výška  $h_c$  je 2,5 m.

Průchozí prostor obsahuje také bezp.odstupy od překážek.

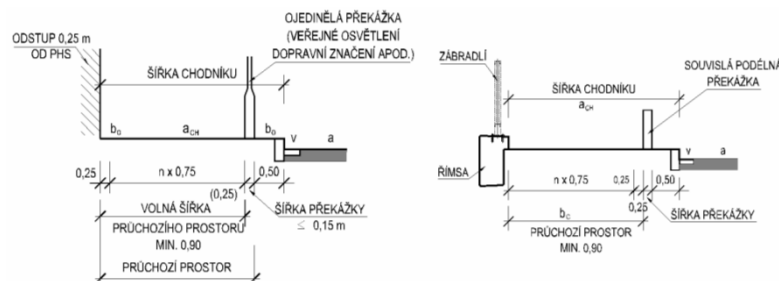
## **CHODNÍKY**

**Veřejné chodníky** – Navrhují se pokud je jimi komunikace v přilehlém úseku vybavena.

$\check{S}_{CH}$  = Průchozí prostor + šířka překážky + svodidlo / odrazný proužek

**Nouzové chodníky** – Navrhují se pokud není třeba veřejných, délka mostu je větší než 50 m a  $v_n > 80$  km/hod

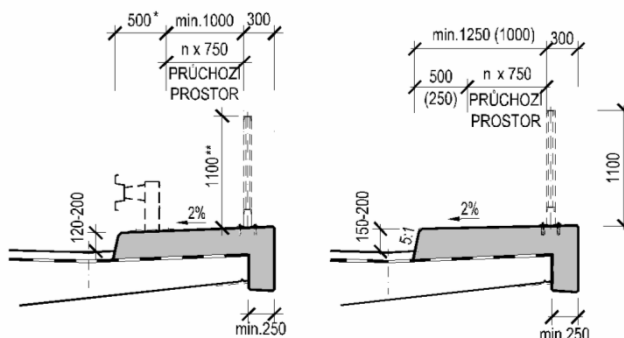
$\check{S}_{CH} = 0,75$  m + šířka překážky + svodidlo / odrazný proužek



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## ZÁCHYTNÉ SYSTÉMY

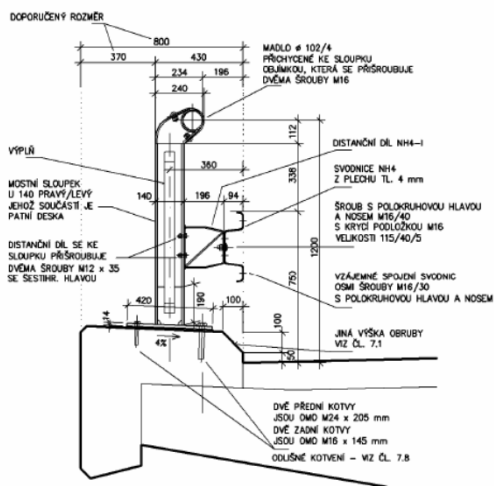
Svodidla, zábradelní svodidla a zábradlí. Pro návrh platí zvláštní předpisy (TP MD). V některých případech postačí odrazný obrubník.



Min.výška zábradlí : 1,1 m pro pěší provoz  
1,3 m pro cyklistický provoz

## ZÁBRADELNÍ SVODIDLA

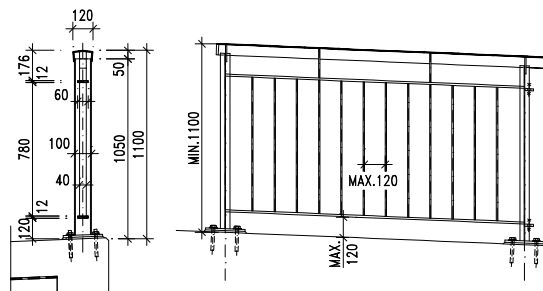
### SVODIDLO ZSNH4/H2



www.svodidla.cz

pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## ZÁBRADLÍ

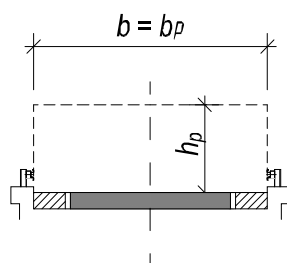


## PŘÍČNÉ A VÝŠKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ

Výsledek všech požadavků na prostorové uspořádání mostu nebo podjezdu.

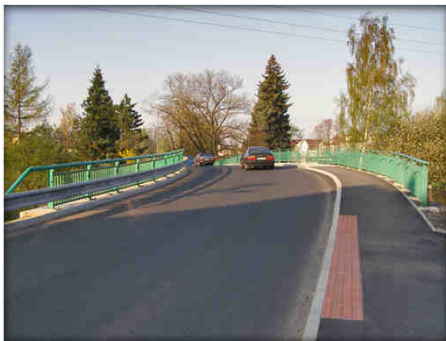
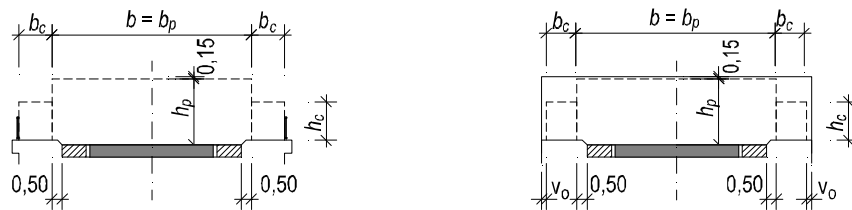
Musí odpovídat výhledovému příčnému uspořádání pozemní komunikace a zároveň nesmí ohrožovat silniční provoz mimo most (podjezd).

Na mostě s přesypávkou se provede stejné šířkové uspořádání jako v přilehlém úseku komunikace.

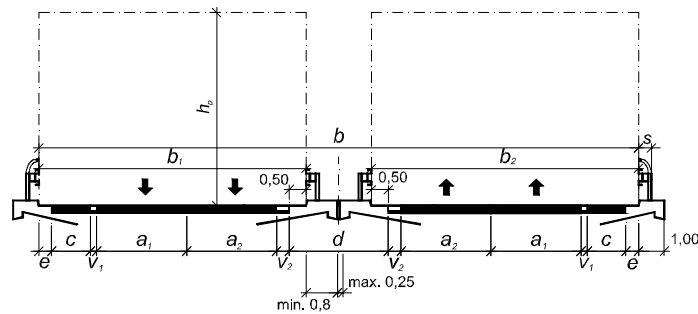


pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

### SMĚROVĚ NEROZDĚLENÁ KOMUNIKACE S CHODNÍKY



### SMĚROVĚ ROZDĚLENÁ KOMUNIKACE BEZ CHODNÍKŮ



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## LÁVKY PRO PĚŠÍ

**Stanovení rozměrů průchozího prostoru je stejné jako v případě mostů pozemních komunikací**

Minimální volná šířka lávky : 2,0 m

Minimální volná výška : 2,5 m

Doporučená volná výška : (3,5 m)

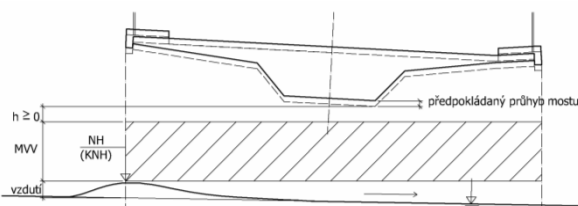


## MOSTY PŘES VODNÍ TOKY A NÁDRŽE

**Zásadním požadavkem je převedení zvýšených průtoků po mostem.**

**Požadavky :**

- Zachování minimální volné výšky (MVV) nad hladinou.
- Případné vzduťi způsobené mostem nesmí ohrozit okolní území.
- Nesmí docházet ke zvýšené erozi koryta při běžném stavu a za chodu povodně nesmí být ohrožena stabilita mostu.



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak



### **MOSTY PŘES INUNDAČNÍ ÚZEMÍ**

V inundačních polích mostu má být MVV min. 0,5 m nad NH.

### **MOSTY PŘES NÁDRŽE A ZDRŽE**

V inundačních polích mostu má být MVV min. 0,5 m nad nejvyšší hladinou nádrže, případně zvětšenou o max.výšku větrové vlny.

## **Vozovky na mostech PK**

### **Skladba vozovky**

Platí ČSN 73 6242

- Dvouvrstvá
- Třívrstvá



### **Konstrukční vrstvy**

- Asfaltový beton (ACo)
- Asfaltový koberec mastixový (SMA)
- Litý asfalt (MA)
- Izolace (NAIP, stříkaná)
- Pečetící vrstva



## Odvodnění na mostech PK

### Účel

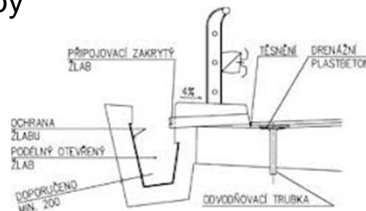
- Odvedení vody z komunikace na mostě (bezpečnost provozu, zabránění zatékání do konstrukce)

### Odvodnění vozovky mostu

- Mostní odvodňovače



- Mostní žlaby

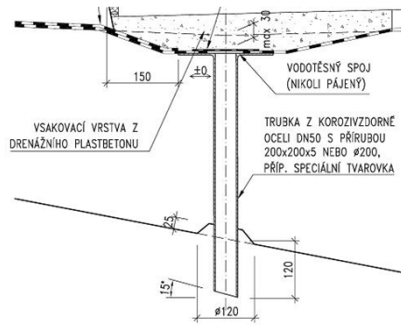


- Vyústění odvodnění



### Odvodnění izolace mostu

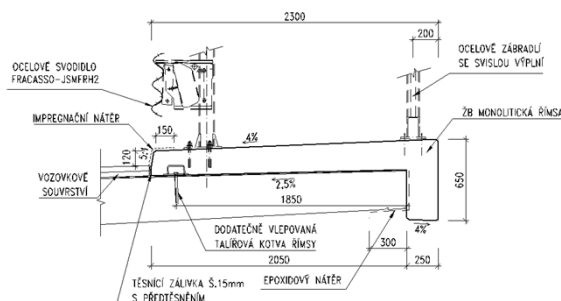
- Trubičky odvodnění
- V úžlabí izolace na mostě, u mostních závěrů, ...



## Římsy na mostech PK

### Účel

- Ukončení mostu (vozovky) v příčném směru
- Ochrana nosné konstrukce
- Podpora pro záchytný systém
- „Záchytná“ funkce (odrazná)



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

### Uspořádání

- Výška římsy – podle funkce a osazeného záchytného systému
  - Bez svodidel min.150 mm
  - Se svodidly – podle typu svodidla
  - Přejízdné – cca 90 mm
- Šířka římsy – podle pracovní šířky svodidla, navrženého průchozího prostoru, atd.



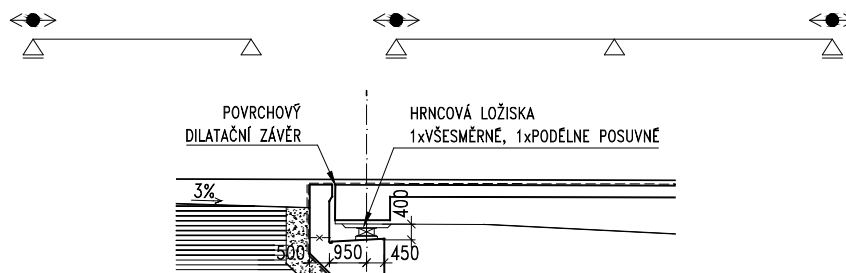
## Zachycení vodorovných pohybů

### PŘÍČINY

- Teplotní roztažnost konstrukce
- Dotvarování a smršťování betonu
- Další proměnné zatížení (doprava, vítr)

### VELIKOST

- Běžně cca 1,0 mm / metr mostu



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## MOSTNÍ LOŽISKA

### ÚČEL

- Přenos reakce z nosné konstrukce do spodní stavby

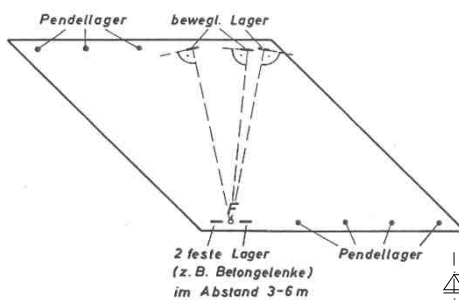
### NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

- Únosnost (svislé a vodorovné reakce)
- Zajištění dilatačních pohybů
- Možnost výměny

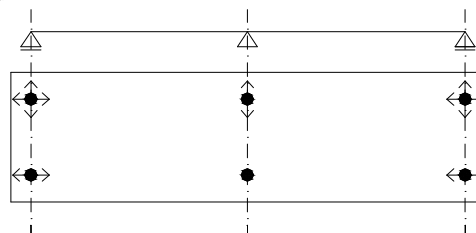


### TYPY A USPOŘÁDÁNÍ LOŽISEK

- Pevná
- Pohyblivá - jednosměrně
- - všesměrně



**VŽDY** jasné působení  
+  
**JEDEN** pevný bod



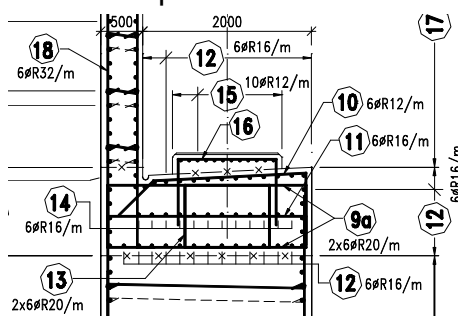
pouze pro výukové účely, schémata a  
fotografie byly pořízeny autory, pokud  
není uvedeno jinak

## OSAZENÍ LOŽISEK

- Geometrické podmínky a uspořádání jednotlivých druhů ložisek stanoví návrhové předpisy (ČSN EN, TP, TKP)

### ZÁKLADNÍ ZÁSADY

- Ložiska jsou uložena VŽDY vodorovně, pevné ložisko na nižším konci NK
- Musí být zajištěna vyměnitelnost ložisek (konstrukce ložiska, uspořádání na úložném prahu – 300 mm mezi NK a SS)
- Výztuž nálitků
- Kotvení ložisek



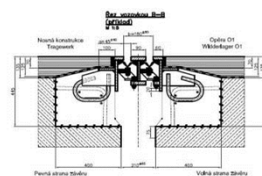
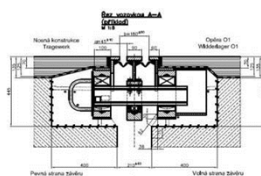
## MOSTNÍ ZÁVĚRY

### ÚČEL

- Překlenutí spáry mezi nosnou konstrukcí a opěrou při současném umožnění dilatačních pohybů

### NÁVRHOVÉ POŽADAVKY

- Únosnost (svislé a vodorovné reakce)
- Zajištění dilatačních pohybů
- Minimální hlučnost při přejezdu
- Trvanlivost



pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak

## ZATÍŽENÍ MOSTŮ

### DRUHY ZATÍŽENÍ

#### STÁLÁ ZATÍŽENÍ

- Vlastní tíha NK
- Ostatní stálá zatížení

#### PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

- Klimatická zatížení (teplota, vítr, sníh)
- Geotechnická zatížení (zemní tlak, poklesy podpor,...)
- **Zatížení dopravou**

#### MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ

- Výbuchy, nárazy, ...

### PŘEDPISY PRO ZATÍŽENÍ MOSTŮ

**ČSN EN 1990** Zásady navrhování konstrukcí

**ČSN EN 1991-1-#** Zatížení konstrukcí  
(Vlastní váha, vítr, sníh, teplota, požár  
mimořádná zatížení)

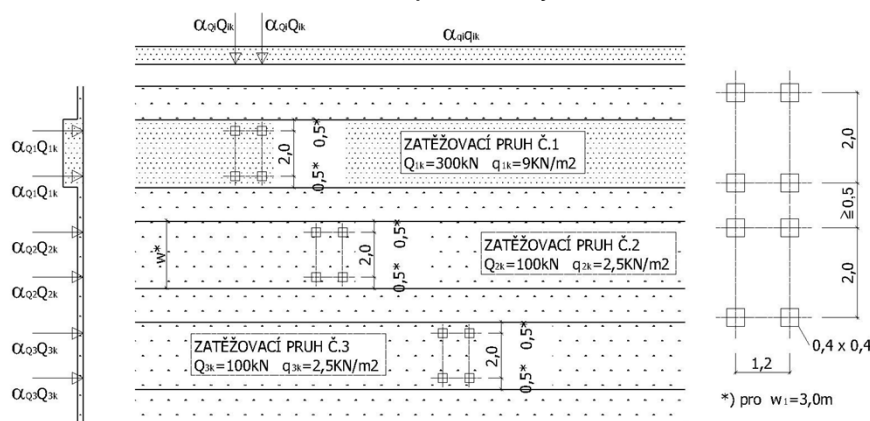
**ČSN EN 1991-2** Zatížení mostů dopravou

## ZATÍŽENÍ MOSTŮ PK DOPRAVOU

Dopravní zatížení je definováno pomocí 4 základních modelů zatížení (LM1 – LM4).

### MODEL ZATÍŽENÍ 1 – Běžný provoz

Základní zatěžovací schéma pro mosty PK.

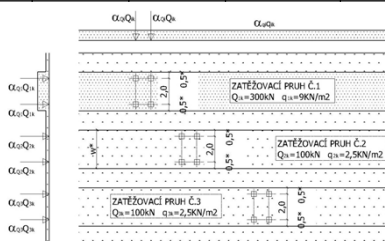


V národní příloze k ČSN EN 1991-2 jsou dále definovány regulační součinitele („třídy zatížení“) podle třídy (druhu) komunikace :

Skupina PK	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Q2}$	$\alpha_{Q3}$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{q2}$	$\alpha_{qi} (i > 2)$ a $\alpha_{qr}$
1	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
2	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0

Skupina PK	$Q_1$ [kN]	$Q_2$ [kN]	$Q_3$ [kN]	$q_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_i (i > 2)$ a $q_r$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	240	160	80	7,2	2,5	2,5
2	240	100	50	4,5	2,5	2,5



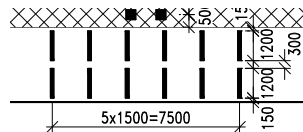
pouze pro výukové účely, schémata a fotografie byly pořízeny autory, pokud není uvedeno jinak



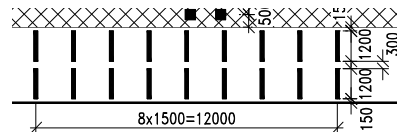
### MODEL ZATÍŽENÍ 3 – Zvláštní vozidla

Zvláštní vozidla jsou definovaná v Příloze A a NAČSN EN 1991-2. LM3 se použije podle třídy komunikace na mostě.

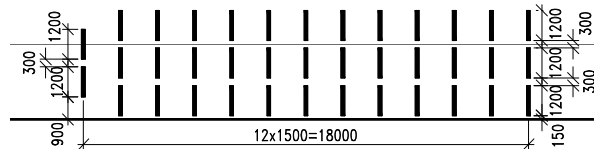
#### 900/150 (6x150)



#### 1800/200 (9x200)



#### 1800/200 (9x200)



### MODEL ZATÍŽENÍ 4 – Zatížení davem lidí

Základní model zatížení pěším provozem.

Základní **rovnoměrné zatížení 5 kN/m<sup>2</sup>** (včetně dynamických účinků).

LM4 je základním zatížením pro chodníky a lávky pro pěší, kdy je možné jej redukovat v závislosti na délce mostu :

$$q_{fk} = 2 + 120 / (L+30) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

přitom  $2,5 \leq q_{fk} \leq 5,0$

### Brzdné a rozjezdové síly

Síla od brzdění vozidel na mostě.  
Uvažuje se rovnoměrně rozdělená po šířce mostu.

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{q1}q_{1k}w_1L$$

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

### Odstředivé síly

Pro normální rychlosti (70 km/hod) viz Tabulka. Pokud je návrhová rychlost menší (městské komunikace, větve křižovatek,...) lze stanovení odstředivých sil použít základní vztah :

$$Q_{tk} = Q_v \cdot \frac{v_n^2}{127 \cdot r}$$

- $Q_v$  celková tíha všech svislých soustředěných zatížení napravami modelu zatížení 3 působících na mostě nebo jeho posuzované části,  
 $v_n$  návrhová rychlost na převáděné komunikaci (km/hod), přičemž  $v_n \leq 70$  km/hod,  
 $r$  poloměr směrového oblouku (m) převáděné komunikace.

$Q_{tk} = 0,2Q_v \text{ (kN)}$	ak $r < 200 \text{ m}$
$Q_{tk} = 40Q_v/r \text{ (kN)}$	ak $200 \leq r \leq 1500 \text{ m}$
$Q_{tk} = 0$	ak $r > 1500 \text{ m}$

### Dynamické účinky zatížení dopravou

Dynamické účinky pro LM1, LM2 a LM4 jsou zahrnuty v základním zatížení.

V blízkosti mostních závěrů je třeba zohlednit přídavné dynamické účinky :

$$\Delta\varphi_{\text{fat}} = 1,30 \cdot (1 - D/26) \geq 1,0$$

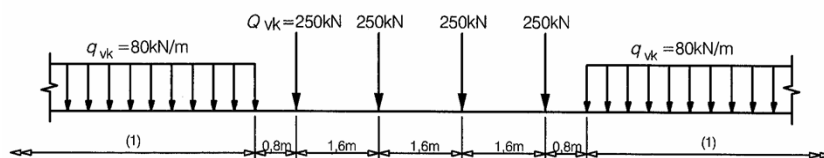
Pro vozidla LM3 pohybující se normální rychlostí se dynamické účinky podle Přílohy A :

$$\varphi = 1,40 - L/500 \geq 1,0$$



### ZATÍŽENÍ ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ DOPRAVOU

#### MODEL ZATÍŽENÍ 71

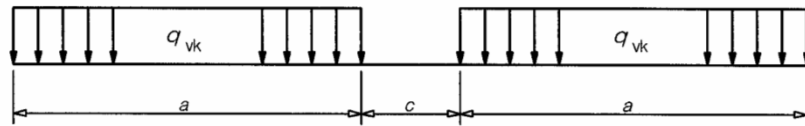


Statický účinek zatížení železniční dopravou.

Podle požadované traťové třídy se násobí klasifikačním součinitelem  $\alpha$ .

Pro zohlednění dynamických účinků se účinky zatížení násobí dynamickým součinitelem  $\varphi$ .

### MODEL ZATÍŽENÍ SW/0 A SW/2



Statický účinek zatížení normální/těžkou železniční dopravou.

Účinky zatížení se násobí klasifikačním součinitelem  $\alpha$  podle požadované traťové třídy.

Pro zohlednění dynamických účinků se účinky zatížení násobí dynamickým součinitelem  $\varphi$ .