

KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2

Přednášky:

1. Ocelové konstrukce - halové stavby
2. Ocelové konstrukce - haly velkých rozpětí
3. Ocelové konstrukce - patrové budovy
4. Ocelové konstrukce - vysoké budovy
5. **Ocelové konstrukce - ocelové a ocelobetonové mosty, lávky**
6. Ocelové konstrukce - předběžný návrh prvků ocelových nosných konstrukcí
7. Dřevěné konstrukce - úvod, historie DK, vlastnosti dřeva, dřevo a výrobky na bázi dřeva
8. Dřevěné konstrukce - navrhování - tah, tlak, ohyb, smyk, průhyb; zatížení
9. Dřevěné konstrukce - spoje, ochrana proti znehodnocení a požáru
10. Dřevěné konstrukce - rovinné a prostorové dřevěné konstrukce, patrové budovy, haly
11. Dřevěné konstrukce - historie, krovy, stropy, zesilování
12. Dřevěné konstrukce - předběžný návrh prvků dřevěných nosných konstrukcí

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trámové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

1. Vývoj mostního stavitelství

- **Starověk:** masivní mosty z kamene
lehké mosty ze dřeva
- **Římané:** akvadukt **Pont du Gard** u města Nimes ve Francii (63-18 př.n.l.) se 3 patry, celkovou délkou 273 m a výškou nad údolím téměř 50 m



- **Středověk:** **Juditin most** přes Vltavu v Praze (1169-1171) – kamenný most
Karlův most přes Vltavu v Praze (1357-1382) – kamenný most o délce 515 m a šířce 9,4 m s 16 klenbami světlosti od 16 do 23 m



- **od konce 18. stol.:** začínají se stavět **kovové** mosty - z **litiny**, poté z **oceli**
- **2. polovina 19. stol.:** začíná se používat **beton**

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. **Základní pojmy**
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Ocelové a ocelobetonové lávky
9. Shrnutí

2. Základní pojmy

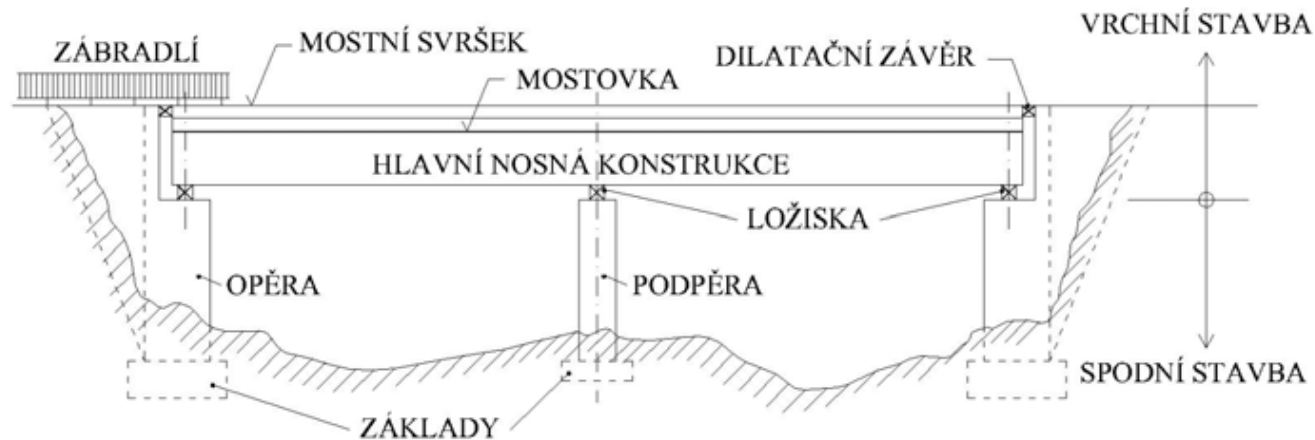
Definice mostu

- Most je stavební dílo sloužící k překonání překážky, převedení komunikace (ale např. také potrubí apod.) přes tuto překážku, se světlostí pod mostem větší než 2 m (při světlosti do 2 m se jedná o propustky).



2.1 Hlavní části mostu

- každý most sestává z vrchní stavby a spodní stavby
- **vrchní stavba** se skládá z **nosné konstrukce** a z **mostního svršku**. Součástí nosné konstrukce jsou hlavní nosná konstrukce, mostovka, ztužení, ložiska a klouby, dilatační (mostní) závěry. Mostní svršek se liší podle druhu dopravy na mostě (svršek silničních nebo železničních mostů)
- **spodní stavba** se skládá z **mostních podpěr** a ze **základů**. Krajní (koncové) podpěry se nazývají opěry, vnitřní (mezilehlé) podpěry se nazývají pilíře. Základy přenášejí zatížení do základové půdy; podle tvaru rozlišujeme základy plošné a hlubinné

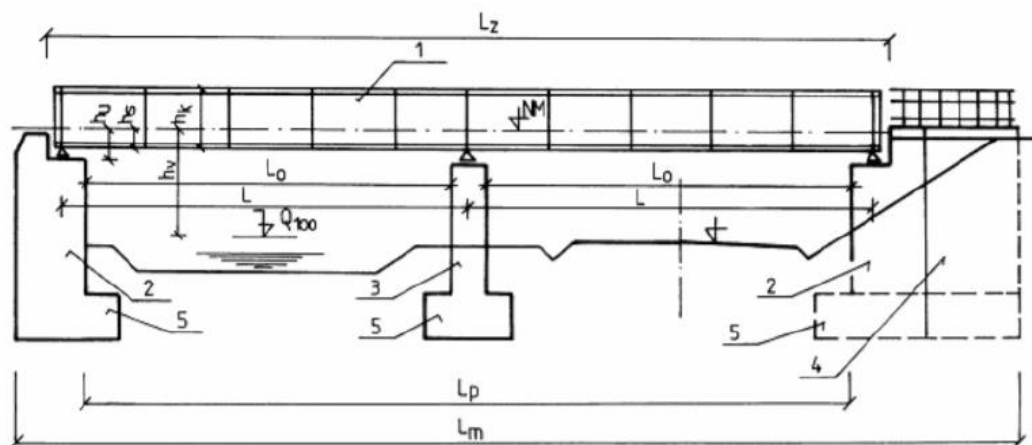


Obr.: Hlavní části mostu

- části konstrukce jako zábradlí, svodidla, odvodňovací, osvětlovací a revizní zařízení, ochranné kryty včetně dalších zařízení (potrubí, elektroinstalace, telekomunikační vedení atd.) se souhrnně nazývají **mostní vybavení**.

2.2 Mostní názvosloví

- **mostní otvor** - volný prostor pod mostem umožňující průtok, průchod, průjezd, průhled napříč
- **světlost mostního otvoru** - vodorovná vzdálenost líců podpěr
- **rozpětí konstrukce** - vodorovná vzdálenost jejich teoretických podporových bodů



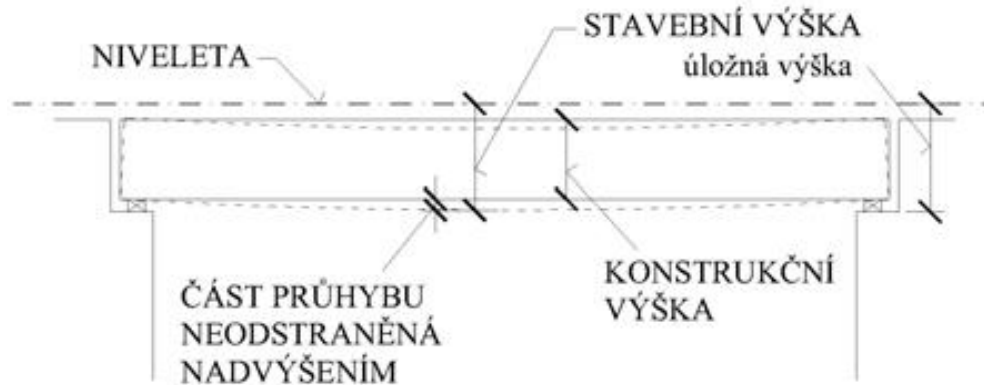
Legenda:

1 - nosná konstrukce
 2 - krajní podpěra-opěra
 3 - mezilehlá podpěra-pilíř
 4 - křídlo
 5 - základy
 NM - niveleta mostu
 Q₁₀₀ - hladina stoletého průtoku

L₀ - světlost mostního otvoru
 L - rozpětí mostního pole
 L_p - délka přemostění
 L_z - vzdálenost závěrných zdí
 L_m - délka mostu
 h_v - volná výška
 h_s - stavební výška
 h_u - úložná výška
 h_k - konstrukční výška

Obr.: Mostní názvosloví

- niveleta převáděné komunikace je současně **niveletou mostu**
- **stavební výška** - rozdíl mezi niveletou mostu a nejnižším bodem nosné konstrukce včetně části průhybu
- **konstrukční výška** - vlastní výška kterékoliv části (prvku)

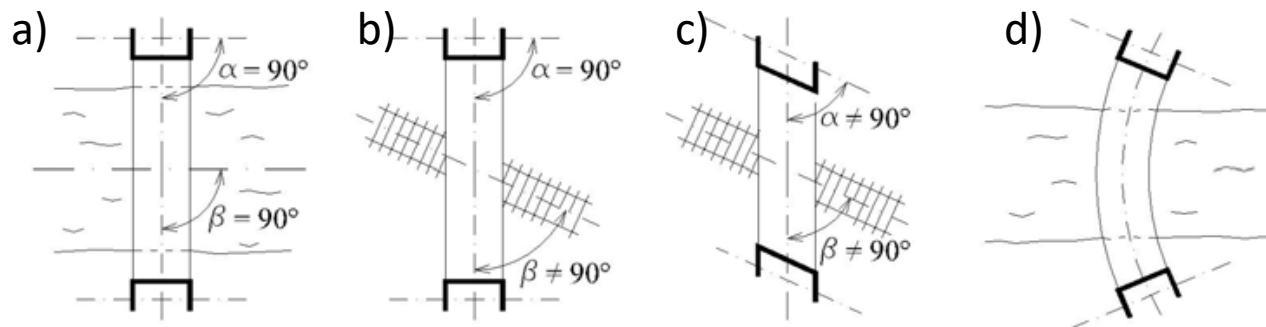


Obr.: Mostní názvosloví

2.3 Druhy mostů

- **podle materiálu** použitého ke stavbě nosné konstrukce mostu rozeznáváme:
 - mosty **dřevěné**
 - mosty **kamenné (zejména historické)**
 - mosty **cihelné (zděné)**
 - mosty **betonové** – železobetonové, předpjaté
 - mosty **kovové** – ocelové, příp. hliníkové (ze slitin na bázi hliníku)
 - mosty **ocelobetonové** – často se zahrnují do skupiny mostů ocelových
- **podle druhu dopravy** (podle druhu převáděné komunikace, účelu mostu):
 - mosty **pozemních komunikací** (tzv. silniční)
 - mosty **drážních komunikací** (tzv. železniční)
 - mosty **kombinované** – pro dopravu silniční i železniční
 - **lávky pro chodce**
 - mosty **průmyslové**
 - mosty **zvláštní** – např. potrubní, vodovodní, průplavní, jezové apod.
- **podle druhu překážky** (podle účelu volného prostoru pod mostem):
 - **nadjezdy** – nad jinou dopravní komunikací
 - mosty **říční** – nad vodotečí
 - mosty **inundační** – nad územím zaplavovaným jen v době povodní
 - **viadukty, estakády** – nad suchým územím; nahrazují nevhodné násypy

- **Podle určené doby trvání:**
 - mosty **trvalé** (definitivní)
 - mosty **dočasné** – např. mostní provizoria
 - mosty **rozebíratelné** – např. vojenské mosty
- **Podle možnosti přemístování mostu (nebo nosné konstrukce):**
 - mosty **pevné**
 - mosty **pohyblivé** – např. otočné, sklopné, zdvižné apod.
 - mosty **plovoucí** – např. loďové, pontonové
- **Podle geometrie v půdorysu:**
 - mosty **kolmé** (obr. a, b) – podepřené na opěrách kolmo k podélné ose mostu
 - mosty **šikmé** (obr. c) – podepřené šikmo k podélné ose mostu
- **Podle průběhu trasy na mostě:**
 - mosty **v přímé** (obr. a, b, c)
 - mosty **půdorysně zakřivené** (obr. d), příp. jen se zakřivenou trasou

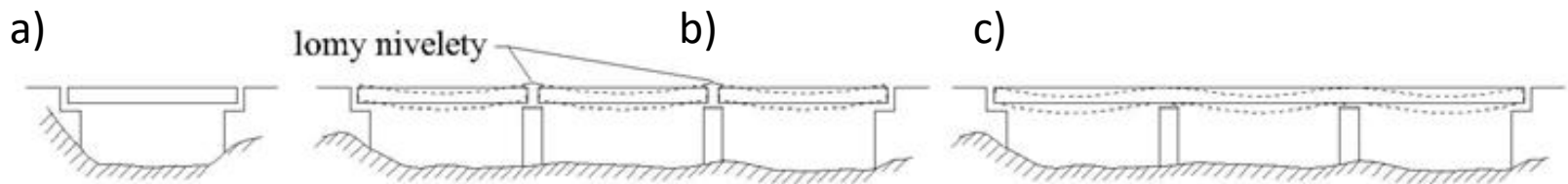


Obr.: Geometrické uspořádání půdorysu

2.4 Typy mostů

- **podle počtu polí:**

- mosty **o jednom poli** (obr. a)
- mosty **o více polích** – konstrukce může být v každém poli staticky samostatná, např. přemostění řadou prostých nosníků (obr. b) nebo může probíhat spojitě, např. přemostění spojitým nosníkem (obr. c)



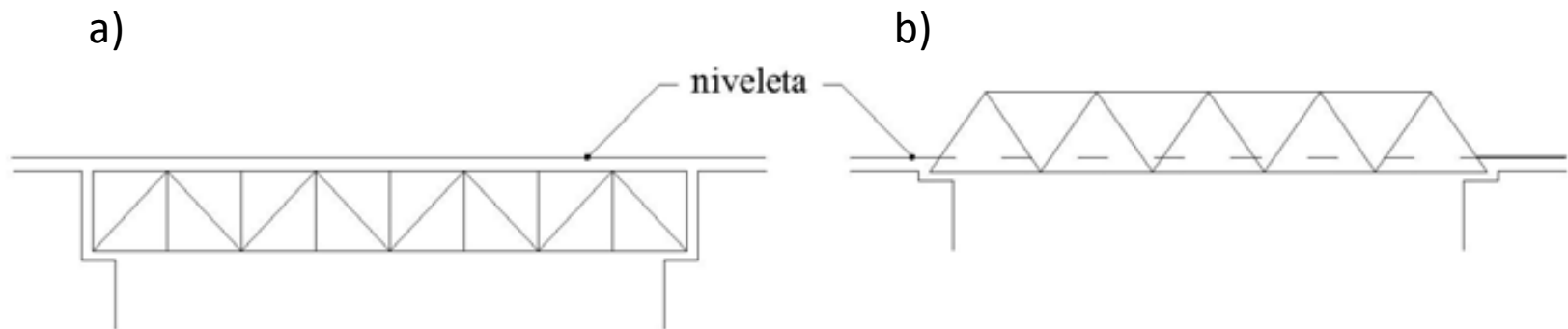
Obr.: Počet mostních polí

- **podle statického působení nosné konstrukce** (podrobněji viz kapitola 3):

- mosty **deskové**
- mosty **trámové**
- mosty **obloukové**
- mosty **rámové**
- mosty **visuté**
- mosty **zavěšené**

- **podle polohy mostovky**

- mosty s **horní mostovkou** (obr. a) - mostovka i niveleta nad úrovní horní hrany hlavní nosné konstrukce
- mosty se **zapuštěnou mostovkou** – mostovka mezi dolní a horní hranou hlavní nosné konstrukce (niveleta nad její horní hranou)
- mosty s **mezilehlou mostovkou** – mostovka mezi dolní a horní hranou hlavní nosné konstrukce (niveleta pod její horní hranou)
- mosty s **dolní mostovkou** (obr. b) - mostovka v úrovni dolní hrany hlavní nosné konstrukce



Obr.: Poloha mostovky

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce

3a) Mosty deskové

- deskové mosty, u nichž deska mostovky je současně nosnou konstrukcí, jsou obvyklé u **mostů betonových**. Představují systémy s nejjednodušším příčným řezem, jednoduchým vyztužením i snadnou betonáží.
- nevýhodou je poměrně velká hmotnost plynoucí z velké potřebné tloušťky



Obr.: Příklad betonového deskového mostu

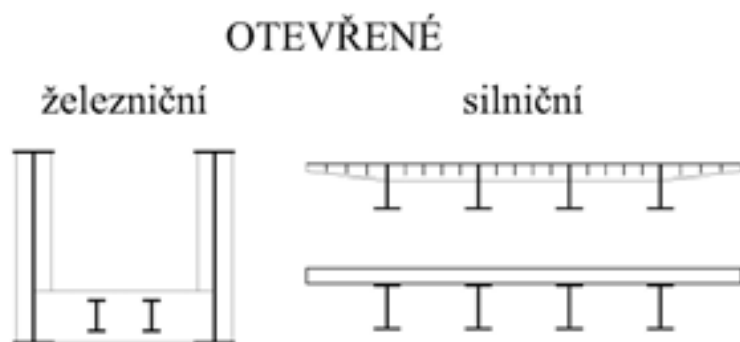
5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

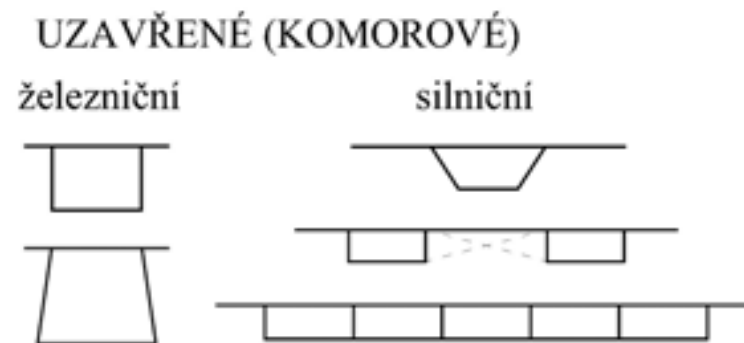
1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

3b) Mosty trémové

- hlavní nosnou konstrukci ocelového trémového mostu tvoří **ocelové trémy** – tzv. **hlavní nosníky**
- hlavní nosníky přenášejí zatížení z mostovky prostřednictvím ložisek do spodní stavby
- hlavní nosníky mohou být **plnostěnné** nebo **příhradové**, staticky mohou působit v zásadě jako **prosté nosníky**, příp. jako **nosníky spojitě**
- **plnostěnné hlavní nosníky** mohou být v příčném směru řešeny jako **otevřené** (nejčastěji průřezu I) nebo **uzavřené** (komorové nosníky)

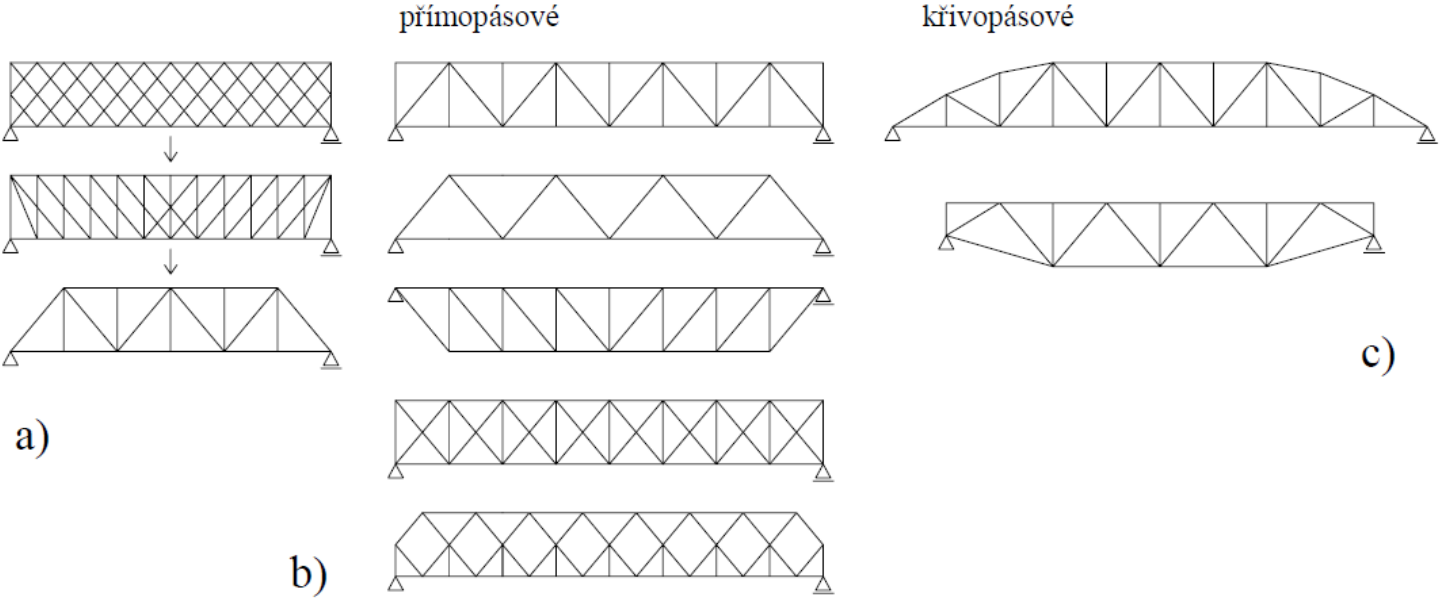


Obr.: Hlavní nosník otevřený (I průřez)



Obr.: Hlavní nosník uzavřený (komorový průřez)

- **příhradové hlavní nosníky**
 - různé tvary
 - staticky určité, staticky neurčité



Obr.: Různé tvary příhradových hlavních nosníků

Základní parametry ocelových trémových mostů

V závislosti na rozpětí se volí vhodný materiál a výška hlavního nosníku:

- **plnostěnné hlavní nosníky** otevřeného průřezu:
 - prosté nosníky – ekonomické rozpětí **L do 30 až 40 m**
výška hlavního nosníku: **$h = 1/10$ až $1/12 L$** pro železniční mosty
 $h = 1/15$ až $1/20 L$ pro silniční mosty
 - spojité nosníky – vhodné pro rozpětí pole **L do 50 m**, v některých případech (**150 m**)
výška hlavního nosníku: **$h = 1/14$ až $1/18 L$** pro železniční mosty
 $h = 1/20$ až $1/40 L$ pro silniční mosty
- **plnostěnné hlavní nosníky** uzavřeného průřezu vhodné pro rozpětí **L až do 150 m**
- **příhradové hlavní nosníky**
 - prosté nosníky – ekonomické pro rozpětí **L větší než 40 m**
výška hlavního nosníku **$h = 1/7$ až $1/10 L$** pro přímopásové nosníky
 $h = 1/5,5$ až $1/8 L$ pro křivopásové nosníky
 - spojité nosníky – nejčastěji o 3 polích, rozpětí středního pole **L = 100 až 200 m**, největší mosty dosahují **až 500 m**
výška hlavního nosníku **$h = 1/9$ až $1/15 L$** pro přímopásové nosníky
 $h = 1/12$ až $1/18 L$ pro křivopásové nosníky

Příklady ocelových trémových mostů



Obr.: Ocelový plnostěnný trémový most (železniční most u Trutnova)

Příklady ocelových trémových mostů



Obr.: Ocelový příhradový trémový most (železniční most přes Labe)

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

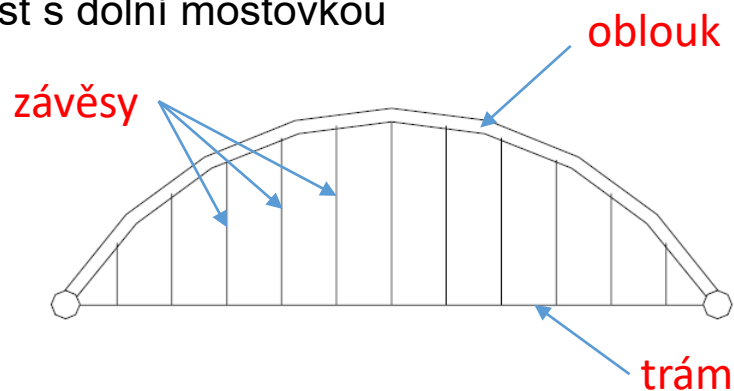
Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

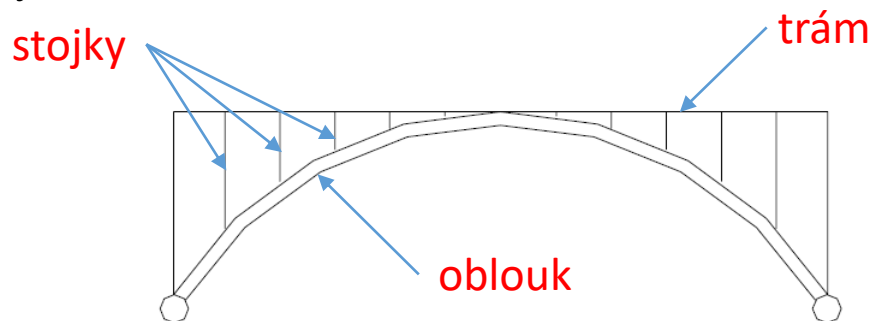
3c) Mosty obloukové

- hlavní nosnou konstrukcí ocelového obloukového mostu tvoří **ocelový oblouk (ocelové oblouky)** a **ocelový trám (trámy)**, který nese mostovku; trám je k oblouku připojen pomocí **závěsů** (v případě dolní mostovky) popřípadě pomocí **stojek** (v případě horní mostovky)

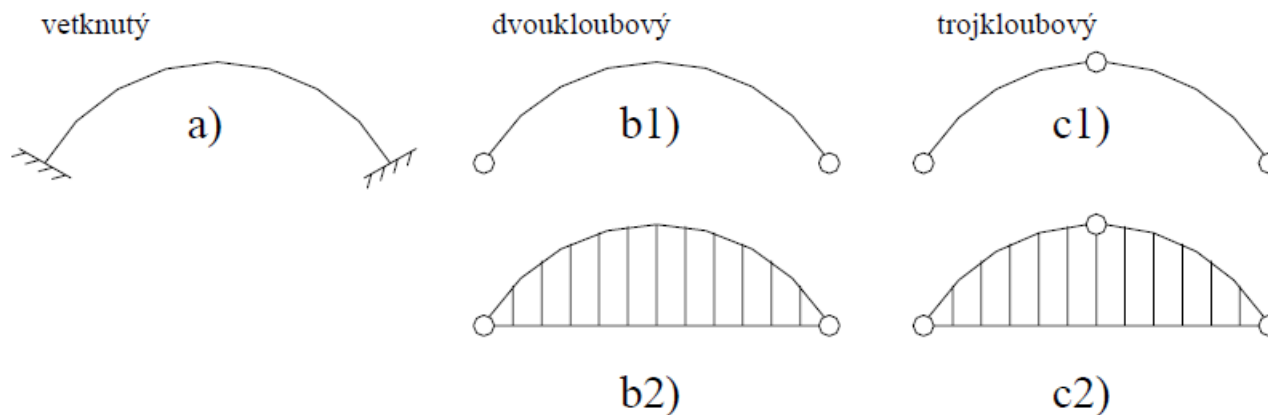
- obloukový most s dolní mostovkou



- obloukový most s horní mostovkou



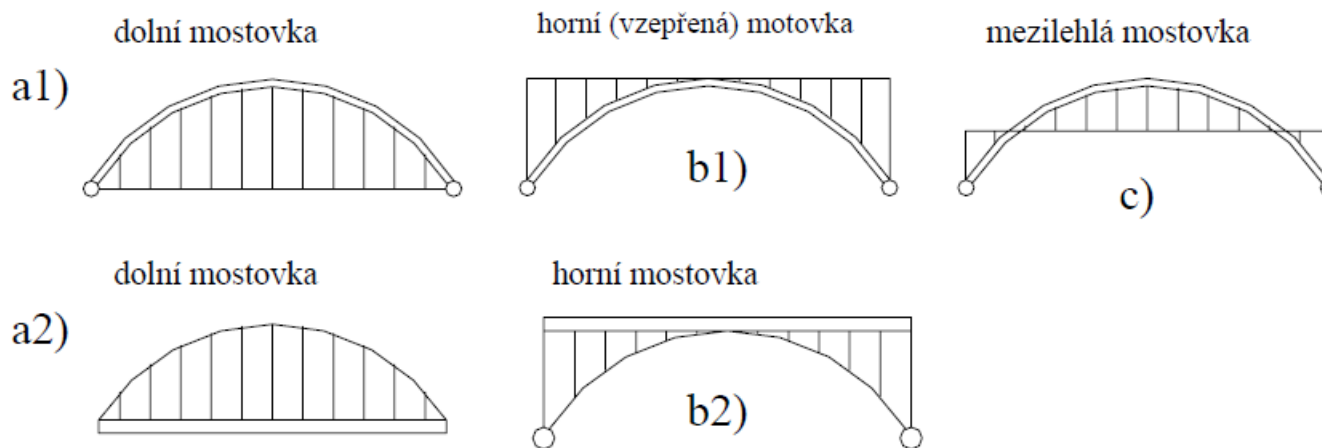
- z hlediska statického systému hlavní nosné konstrukce rozdělujeme oblouky podle stupně statické neurčitosti na oblouky:
 - vetknuté (= 3x staticky neurčité)
 - s jedním kloubem (= 2x staticky neurčité)
 - dvoukloubové (= 1x staticky neurčité)
 - trojkloubové (= staticky určité)



Obr.: Oblouky podle stupně statické neurčitosti

- u ocelových mostů se ve většině případů navrhují oblouky dvoukloubové; vetknuté oblouky se uplatňují pro velká rozpětí

- z hlediska vzájemného poměru tuhosti oblouku a tuhosti trámu, který nese mostovku, rozlišujeme:
 - **oblouky tuhé** např. s mostovkou na kyvných stojkách v poloze horní či mezilehlé (obr. b1, c), příp. s táhlem s mostovkou v poloze dolní (obr. a1)
 - **oblouky volné – netuhé**
 - různou kombinací tuhých a netuhých oblouků a trámů vzniká např. tuhý trám vyztužený volným obloukem s dolní mostovkou – tzv. **Langerův trám** (obr. a2), volný oblouk vyztužený tuhým trámem s horní mostovkou (obr. b2), tuhý oblouk s tuhým trámem apod.

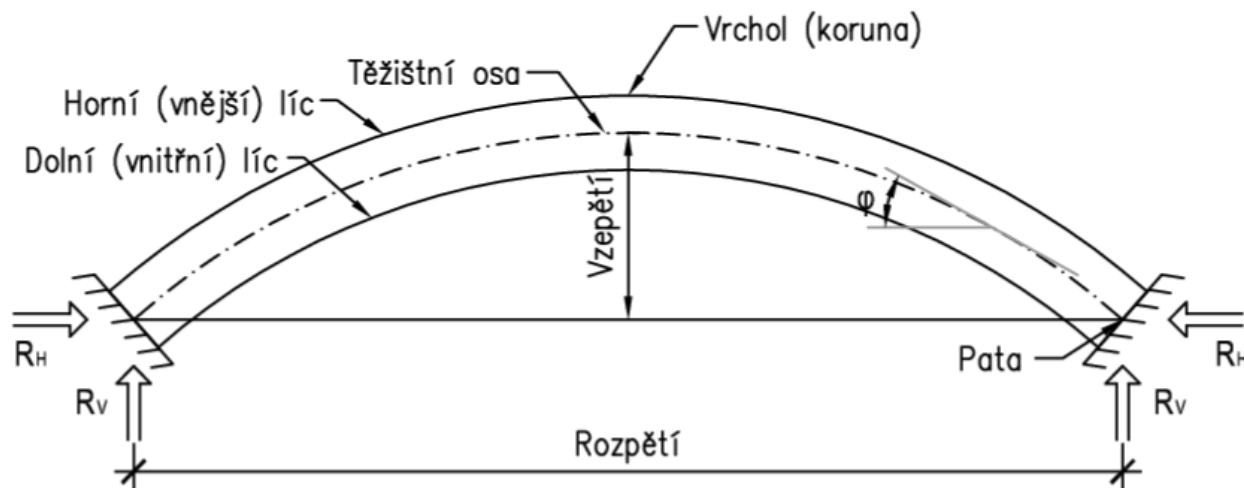


Obr.: Oblouky podle tuhosti oblouku a trámu

- **vlastní oblouk** lze provést jako **plnostěnný** nebo **příhradový**, s rovnoběžnými i různoběžnými pásy, které se k podporám sbíhají (oblouky srpovitého tvaru) nebo naopak rozbíhají (oblouky s výškou zvětšující se k patkám)
- tuhé oblouky se uplatňují u betonových mostů, oblouky volné jsou časté u mostů ocelových (viz Langerův trám)
- základní **výhoda** obloukových mostů z hlediska statického vyplývá zejména z jejich tvaru, který se volí blízký tvaru výslednicové čáry od vnějšího zatížení, z tohoto důvodu je nejvhodnější parabola
- z estetického hlediska působí oblouky ve srovnání s mostními konstrukcemi jiných tvarů velmi příznivě
- **nevýhodou** obloukových mostů obecně je jejich náročnější, pracnější a nákladnější výroba a montáž

Základní parametry ocelových obloukových mostů

- za tvar střednice oblouku lze zvolit parabolu (staticky nejvýhodnější), ale i kružnici, elipsu či jinou vhodnou křivku
- **rozpětí obloukových mostů L**: obecně optimální **L mezi 100 až 300 m**; příhradové oblouky pro rozpětí L až 500 m
- **vzepětí oblouků f**: tvar a výšku oblouku charakterizuje poměr vzepětí a rozpětí oblouku f / L
 - ocelové mosty – $f / L = 1/5$ až $1/10$, optimálně $f / L = 1/6$ až $1/7$



Obr.: Rozpětí a vzepětí oblouku

Příklady ocelových obloukových mostů



Obr.: Ocelový obloukový most s horní mostovkou (Žďákovský most – silniční most, dvoukloubový oblouk, rozpětí oblouku 330 m, výška nad hladinou 50 m)

Příklady ocelových obloukových mostů



Obr.: Ocelový obloukový most s dolní mostovkou (most Oskar na trati Břeclav - Videň – železniční most, rozpětí oblouku 98 m, tzv. síťovaný oblouk)

Příklady ocelových obloukových mostů



Obr.: Ocelový obloukový most s dolní mostovkou (Trojský most přes Vltavu v Praze – most pro automobily + tramvaje, rozpětí oblouku 200,4 m, tzv. síťovaný oblouk)

Příklady ocelových obloukových mostů



Obr.: Ocelový obloukový most s dolní mostovkou (most na trati Brno-Blansko – železniční most, rozpětí oblouku 58 m, tzv. Langerův trám)

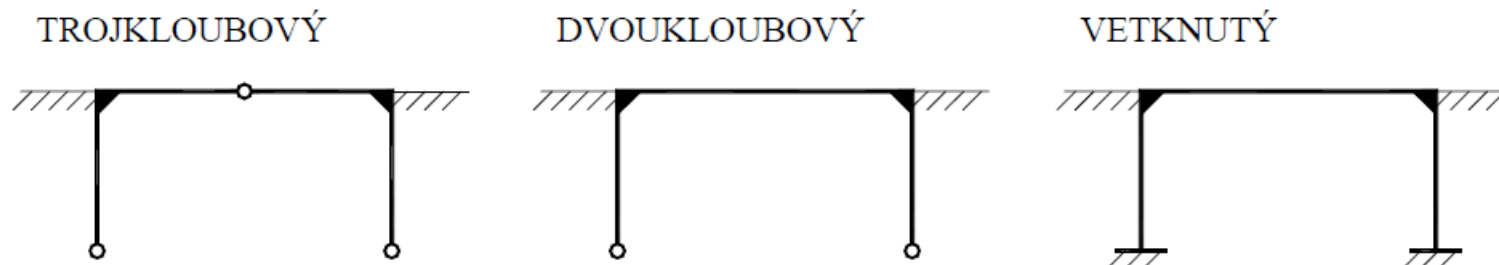
5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

3d) Mosty rámové

- rámové mosty jsou častější betonové, v oblasti ocelových mostů není jejich použití tak rozšířené
- z hlediska statického systému hlavní nosné konstrukce platí základní dělení (podobně jako u mostů obloukových) podle stupně statické neurčitosti na rám:
 - trojkloubové – staticky určité
 - dvoukloubové – jedenkrát staticky neurčité
 - vetknuté – třikrát staticky neurčité



Obr.: Rámy podle statického systému

- ocelové rámové mosty se navrhují téměř výhradně jako dvoukloubové, nejčastěji plnostěnné

Příklady ocelových rámových mostů



Obr.: Rámový most (Lochkovský most přes Lochkovské údolí v Praze – silniční most, sdružený rámový most – ocelová NK a ŽB spodní stavba)

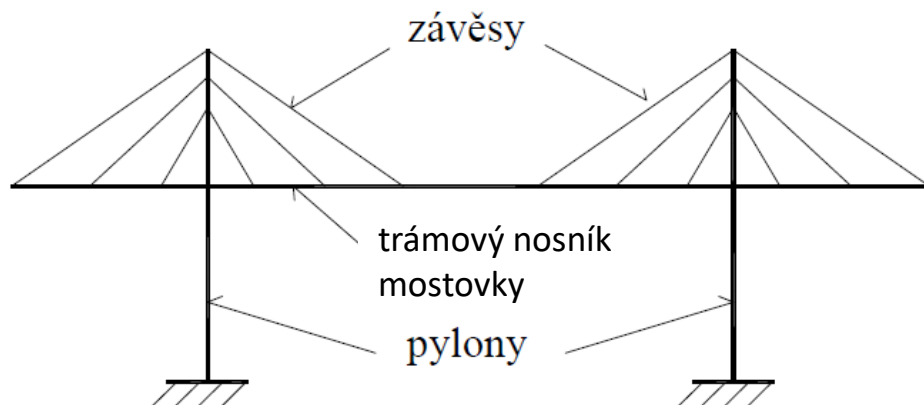
5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trámové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

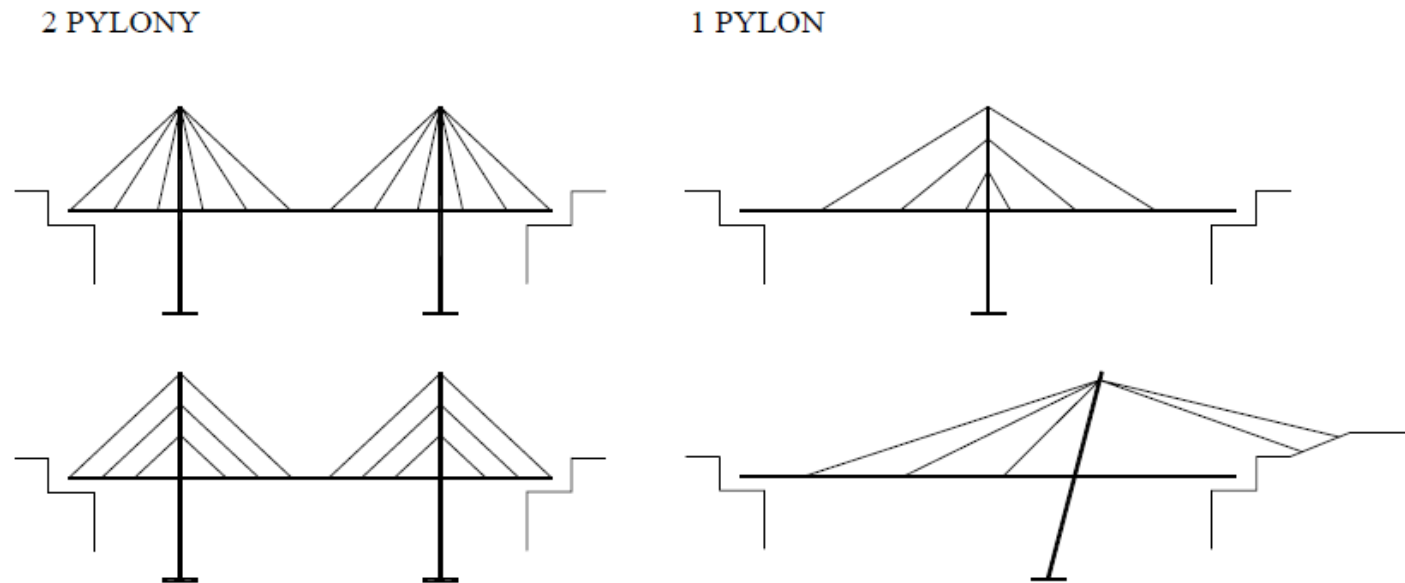
3e) Mosty zavěšené

- hlavním nosným prvkem zavěšených mostů je **trámový nosník** mostovky zavěšený na **šikmých závěsech** vedených přes **pylony**
- na rozdíl od visutých mostů jsou nosná lana zavěšených mostů kotvena téměř vždy do trámu mostovky



Obr.: Základní schéma zavěšeného mostu

- tvary zavěšených mostů se liší zejména z hlediska **počtu polí, počtu pylonů** a **uspořádáním závěsů**
- nejčastěji se zavěšené mosty navrhují s jedním nebo dvěma poli, a tedy s jedním nebo dvěma pylony, které bývají buď svislé, anebo šikmé (to zejména v případě jednoho pole a jednoho pylonu)



Obr.: Základní tvary zavěšených mostů

Základní parametry ocelových zavěšených mostů

- **rozpětí zavěšených mostů $L = 300$ až 1000 m**; v současnosti největší rozpětí 1104 m (Ruský most)
- **pylony zavěšených mostů** se navrhují poměrně vysoké, **obvyklá výška** je asi **$1/5$ až $1/8$ rozpětí** hlavního (nejdelšího) pole, u nesymetrických soustav někdy až $1/3$ rozpětí
- vysoké pylony přispívají ke zmenšení sil v závěsech, avšak vede to ke zvětšení spotřeby materiálu na pylon. Jsou-li pylony příliš nízké, zvětšuje se průhyb trámu mostovky. Za **optimální** s ohledem na spotřebu materiálu se považuje výška pylonu asi kolem **$1/6$ až $1/7$ rozpětí**.

Příklady ocelových zavěšených mostů



Obr.: Ocelový zavěšený most (Ruský most přes Východní úžinu u Vladivostoku – silniční most, rozpětí 1104 m (60+72+3x84+1104+3x84+72+60 m), ž.b. pylony tvaru A s výškou 321 m)

Příklady ocelových zavěšených mostů



Obr.: Ocelový zavěšený most (Sutong Bridge přes Yangtze River v Číně – silniční most, rozpětí 1088 m (2x100+300+1088+300+2x100), ž.b. pylony tvaru obráceného Y, výška 304 m)

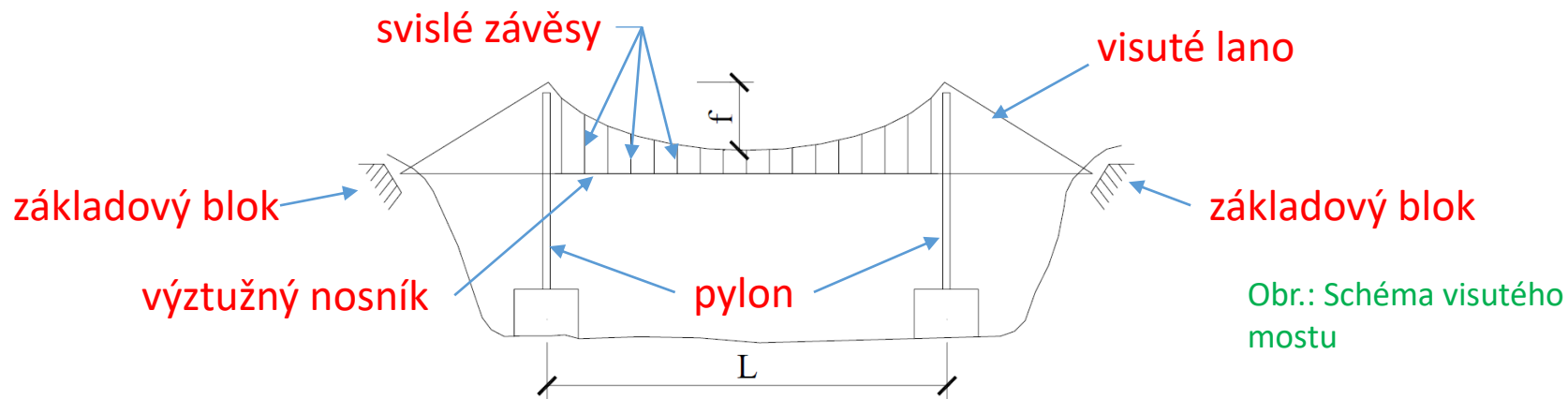
5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

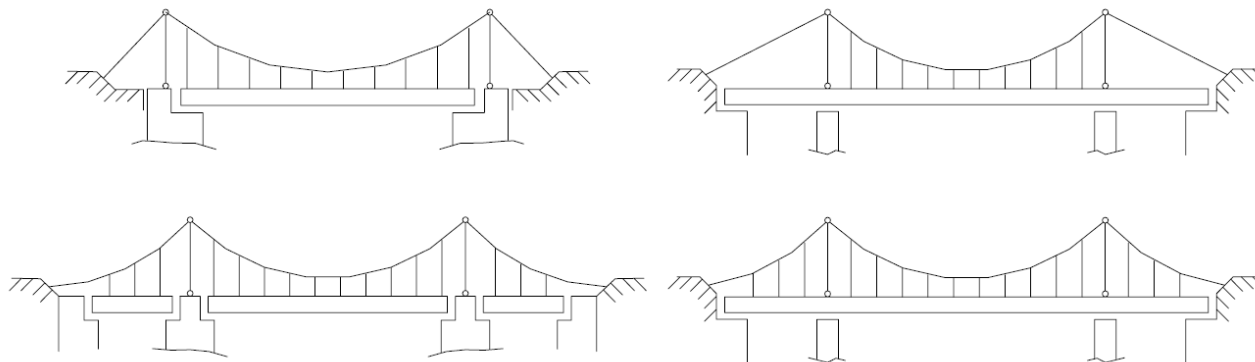
1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

3f) Mosty visuté

- **visuté mosty** umožňují překlenout **největší rozpětí**
- hlavním nosným prvkem je **visuté lano** (kabel z rovnoběžných drátů). Lano je vedeno přes **pylony** a kotveno do **základového bloku**. Dalším prvkem (prvky) je **výztužný nosník (trám)**, který je pomocí **svislých závěsů** připojen k visutému lanu



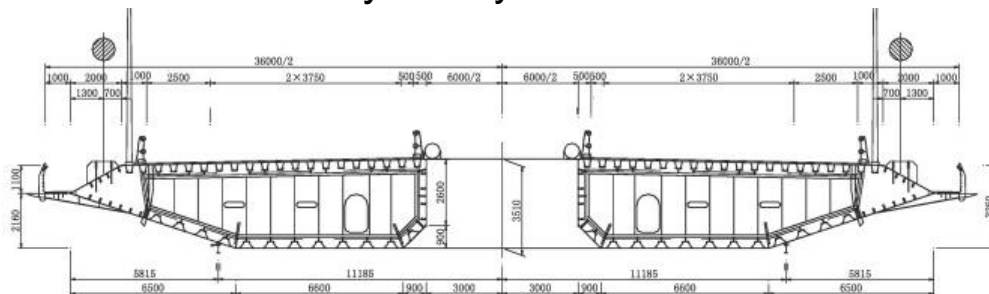
Obr.: Schéma visutého mostu



Obr.: Základní typy visutých mostů s výztužným nosníkem

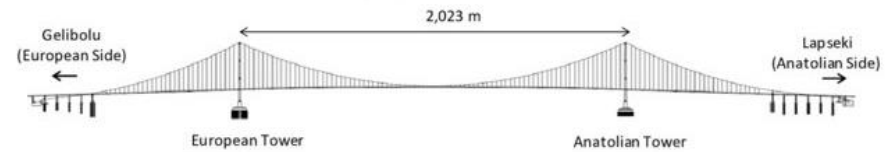
Základní parametry ocelových visutých mostů

- konstrukce visutých mostů umožňuje překlenutí největšího rozpětí prozatím ze všech typů mostních konstrukcí
- hospodárné jsou při rozpětí **L od 300 m**
- pro příznivé estetické působení se však navrhují i pro menší rozpětí od 100 m, zejména u lávek pro chodce
- **běžně** se navrhují pro rozpětí v rozsahu **1 000 m až 1 500 m**, v současnosti největší rozpětí 2023 m (1915 Canakkale v Turecku přes úžinu dardanely)
- **výhoda** zavěšených a zejména visutých mostů, kterou je možnost **překlenutí těch největších rozpětí při velmi malé dimenzi výztužného nosníku**, s sebou nese **nevýhodu** v podobě značné **aerodynamické nestability konstrukce**, která se zvyšuje při nevhodné volbě tvaru a dimenze průřezu výztužného nosníku (trámu). To může způsobit rozkmitání konstrukce při působení účinků větru a v minulosti dokonce vedlo ke zřícení několika mostů. Pro zmírnění či eliminaci těchto vlivů se výztužný trám navrhuje nejvhodněji jako uzavřený komorový průřez základního čoučkovitého tvaru, ovšem s ostrohranným obrysem.



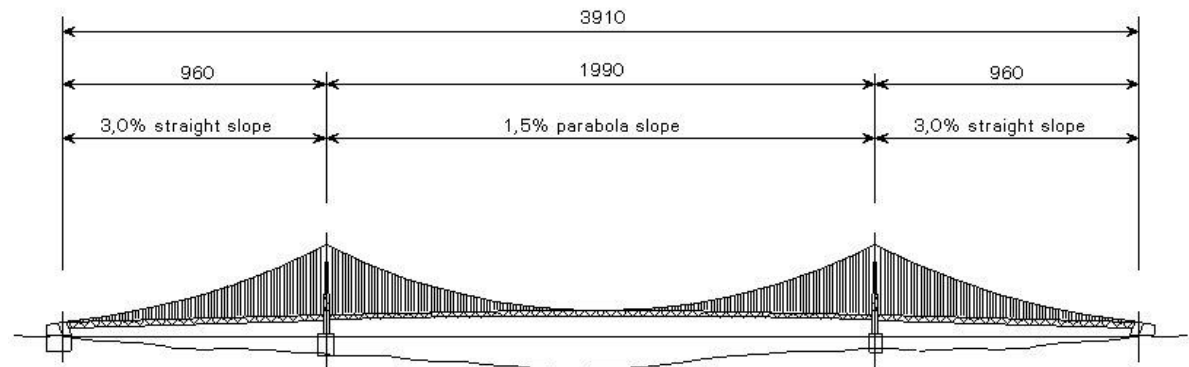
Obr.: Příklad průřezu výztužného trámu

Příklady ocelových visutých mostů



Obr.: 1915 Çanakkale Bridge – silniční most, překonává průliv Dardanely v Turecku, rozpětí mezi pylony: 2023 m, celková délka 4608 m, ocelové pylony výšky 318 m, vozovka 73 m nad hladinou

Příklady ocelových visutých mostů



Obr.: Ocelový visutý most (Akashi-Kaikyo bridge (Perlový most) - spojuje ostrovy Honšú a Šikoku v Japonsku, rozpětí: 960+1991+960 [m], ocelové pylony výšky 283 m, lana průměru 1120 mm (každé ze 36830 paralelních drátů \varnothing 5 mm)

Příklady ocelových visutých mostů



Obr.: Ocelový visutý most (Xihoumen Bridge v Číně - spojuje ostrovy Jintang a Cezi jižně od Šanghaje, otevřen 2009, rozpětí: 578+1650+475 [m], pylony: žel. bet., výšky 211 m, hlavní kabel \varnothing 855 mm)

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trámové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů



Nové ocelové a ocelobetonové mostní konstrukce se navrhují a posuzují dle platných norem – eurokódů a příslušných národních příloh.

Nová konstrukce se posuzuje na **mezní stav únosnosti** a **mezní stav použitelnosti**.

K **mezním stavům únosnosti** mostních konstrukcí patří:

- porušení konstrukce nebo její části překročením pevnosti materiálu
- ztráta stability tvaru (např. vybočení prutu, vyboulení stěny apod.)
- ztráta stability polohy (např. překlopení konstrukce apod.)
- únavový a křehký lom
- porušení spoje.

Do skupiny **mezních stavů použitelnosti** mostních konstrukcí u ocelových mostů patří:

- překročení přípustných přetvoření (např. průhybů)
- rozkmitání konstrukce (zejména u lávek pro chodce apod.)
- nadměrná hlučnost mostní konstrukce
- při návrhu spřažených ocelobetonových mostů přihlížíme také ke vzniku a šířce trhlin v betonové desce.

Specifika návrhu a posouzení ocelových mostů



Oproti běžným stavebním konstrukcím je potřeba při návrhu a posouzení mostních konstrukcí brát v úvahu následující fenomény:

- **Únava mostních konstrukcí**
 - Dochází k ní z důvodu cyklického namáhání konstrukčních prvků mostů
- **Křehký lom**
 - Nebezpečí křehkého lomu nelze u mostních konstrukcí podceňovat, protože mosty jsou vystaveny opakovanému namáhání, teplota dosahuje nízkých hodnot, rozměry jednotlivých částí i tloušťky bývají značné, dílenské a mnohdy i montážní spoje jsou svařované. To vše může vést ke vzniku a šíření trhlin, které mají za následek křehký lom v konstrukci.
- **Dynamické účinky pohyblivého zatížení**
 - Příčiny dynamického namáhání mostních konstrukcí jsou ve vlastnostech jízdní dráhy, vozidel i konstrukce samé; např. vozovka silničních mostů není nikdy dokonale rovná; kolejnice železničních mostů se opotřebovávají nerovnoměrně, protáčením kol rozjíždějících se vozidel na nich vznikají drobné nerovnosti. Velikost dynamických účinků výrazně ovlivňují také vlastnosti vozidel; odpružená hmota se rozkmitává, často již před vjezdem na most, vozidla mají výkyvy do stran apod.
 - Tyto i další příčiny způsobují při jízdě vozidla rozkmitání konstrukce, čímž se zvyšují účinky pohyblivého zatížení.

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. **Zatížení mostů**
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

5. Zatížení mostů

Zatížení mostů pozemních komunikací



- Zatížení stálé
 - vlastní tíha ocelové konstrukce
 - ostatní stálé zatížení (např. tíha vozovkových vrstev, izolace, zábradlí, říms, apod.)
- Zatížení proměnné
 - zatížení od dopravy
 - svislé účinky (zatížení vozidla, chodci)
 - vodorovné účinky (odstředivé síly, brzděné a rozjezdové síly)
 - zatížení klimatické
 - vítr
 - teplota
 - sníh neuvažujeme
- Mimořádné zatížení (náraz vozidla do konstrukce, vykolejení vozidla, apod.)
- Zatížení během provádění (montážní a staveništní zatížení)

Zatížení železničních mostů



- Zatížení stálé
 - vlastní tíha ocelové konstrukce
 - ostatní stálé zatížení (např. tíha kolejnic, pražců, kolejového lože, izolace, zábradlí, říms, apod.)
- Zatížení proměnné
 - zatížení od dopravy
 - svislé účinky (zatížení železničními vozidly, chodci)
 - vodorovné účinky (odstředivé síly, brzdové a rozjezdové síly, boční ráz)
 - zatížení klimatické
 - vítr
 - teplota
 - sníh neuvažujeme
- Mimořádné zatížení (náraz vozidla do konstrukce, vykolejení vozidla, apod.)
- Zatížení během provádění (montážní a staveništní zatížení)

- při navrhování nových mostních konstrukcí uvažujeme zatížení dopravou dle eurokódu ČSN EN 1991-2

Zatěžovací zkoušky mostů

Proč a kdy provádíme zatěžovací zkoušky mostů?


1) pro ověření správnosti návrhu nového mostu

- pro ověření (validaci) výpočetního modelu (zda se skutečná konstrukce chová při daném zatížení stejně jako výpočetní model konstrukce)
- provádí se před uvedením nového mostu do provozu


2) pro ověření chování stávajícího mostu

- pro ověření (validaci) výpočetního modelu
- provádí se např. při posuzování zatížitelnosti mostu; při zjištění poruch, které mohou výrazně ovlivnit zatížitelnost

- rozeznáváme **statickou** a **dynamickou** zatěžovací zkoušku



zatěžovací vozidlo je
umístěno do předepsané
polohy na mostě



zatěžovací vozidlo přejíždí
předepsanou rychlostí přes
most

Zatěžovací zkoušky mostů – zatěžovací vozidla



Zatěžovací zkoušky mostů - měření během zkoušky



M.



KK2 2023/2024

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trémové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
- 6. Mostovka a mostní svršek**
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

6. Mostovka a mostní svršek

Mostovka

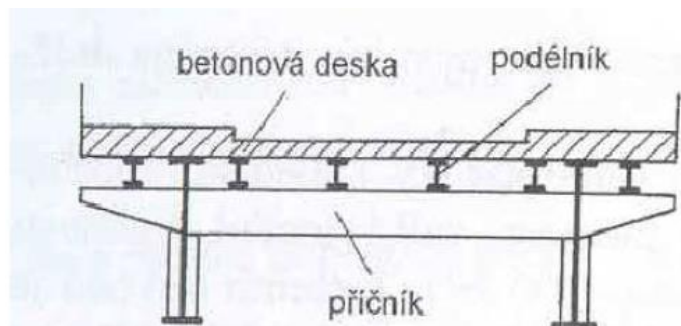


- roznáší zatížení od vozidel z mostního svršku do hlavní nosné konstrukce
- může působit samostatně, nebo může být statickou součástí hlavní nosné konstrukce

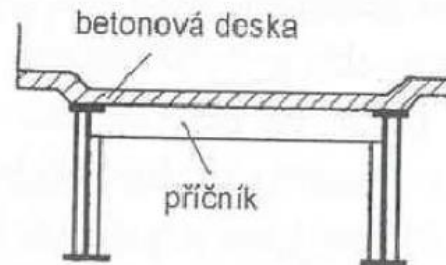
Mostovka ocelových mostů

Rozeznáváme několik typů mostovek ocelových mostů:

- 1) Betonová deska + podélníky + příčnky
- 2) Betonová deska + příčnky



a) se dvěma hlavními nosníky a mostovkou z ocelových příčníků a podélníků a betonové desky



b) s mostovkou z ocelových příčníků a betonové desky

3) Betonová deska uložena na hlavních nosnících



4) Ocelová deska vyztužená podélnými a příčnými výztuhami = ortotropní mostovka



Mostní svršek

- Mostní svršek je část mostu, která slouží k zajištění průběhu mostního provozu (vozidla, chodci) a má splňovat podmínky bezpečného a spolehlivého provozu. Charakter mostního svršku by měl být stejný jako má komunikace i v okolí mostu.

Svršek mostů pozemních komunikací

- svršek mostů PK nejčastěji tvoří **vozovka**
- nejčastěji se pro svršek mostů pozemních komunikací užívá **vozovka živičná** nebo **betonová**

Mostovka železničních mostů

- mostní svršek železničních mostů nejčastěji tvoří: **kolejnice + upevnění kolejnic + ŽB pražce + kolejové (štěrkové) lože**



5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trámové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

7. Mostní vybavení

Mostní vybavení mostů PK i železničních zpravidla zahrnuje:

- Mostní odvodňovače
- Chodníky
- Zábradlí
- Osvětlení
- Revizní zařízení

5. Ocelové konstrukce – ocelové a ocelobetonové mosty, lávky

Obsah přednášky:

1. Vývoj mostního stavitelství
2. Základní pojmy
3. Typy mostů dle statického působení nosné konstrukce
 - 3a) Mosty deskové
 - 3b) Mosty trámové
 - 3c) Mosty obloukové
 - 3d) Mosty rámové
 - 3e) Mosty zavěšené
 - 3f) Mosty visuté
4. Zásady pro navrhování a stavbu ocelových a ocelobetonových mostů
5. Zatížení mostů
6. Mostovka a mostní svršek
7. Mostní vybavení
8. Shrnutí

8. Shrnutí

- hlavní části mostů
- druhy mostů (dle materiálu, dle druhu dopravy, ...)
- typy mostů dle statického působení nosné konstrukce:
 - mosty deskové
 - mosty trémové
 - mosty obloukové
 - mosty rámové
 - mosty zavěšené
 - mosty visuté

 - co je hlavním nosným prvkem u jednotlivých typů? Na jaká rozpětí se jednotlivé typy používají?
- zatížení mostů
 - mosty PK
 - železniční mosty
- mostovka a mostní svršek
 - mosty PK
 - železniční mosty

Zdroje:

- Studnička, J.: Navrhování nosných konstrukcí. Ocelové konstrukce. ČVUT 2017.
- Macháček, J.: Přednášky NNK, ČVUT 2018.
- Wald, F.: Přednášky NNK, ČVUT 2018.
- <http://www.mostoskar.cz/>
- <http://www.caok.cz/>

KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2

Příští přednáška:

1. Ocelové konstrukce - halové stavby
2. Ocelové konstrukce - haly velkých rozpětí
3. Ocelové konstrukce - patrové budovy
4. Ocelové konstrukce - vysoké budovy
5. Ocelové konstrukce - ocelové a ocelobetonové mosty, lávky
6. **Ocelové konstrukce - předběžný návrh prvků ocelových nosných konstrukcí**
7. Dřevěné konstrukce - úvod, historie DK, vlastnosti dřeva, dřevo a výrobky na bázi dřeva
8. Dřevěné konstrukce - navrhování - tah, tlak, ohyb, smyk, průhyb; zatížení
9. Dřevěné konstrukce - spoje, ochrana proti znehodnocení a požáru
10. Dřevěné konstrukce - rovinné a prostorové dřevěné konstrukce, patrové budovy, haly
11. Dřevěné konstrukce - historie, krovy, stropy, zesilování
12. Dřevěné konstrukce - předběžný návrh prvků dřevěných nosných konstrukcí

DĚKUJI ZA POZORNOST