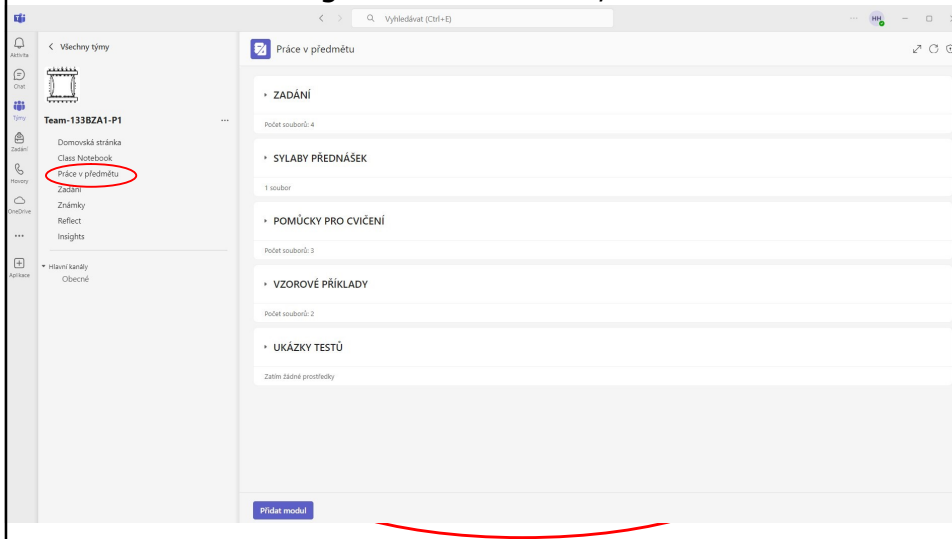


# 133BZA1 BETONOVÉ a ZDĚNÉ KONSTRUKCE

Ing. Hana HANZLOVÁ, CSc.



# 133BZA1 BETONOVÉ a ZDĚNÉ KONSTRUKCE

Ing. Hana HANZLOVÁ, CSc.

navrhování, technologie betonu

e-mail: [hana.hanzlova@fsv.cvut.cz](mailto:hana.hanzlova@fsv.cvut.cz)

~~www: <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanzhan/>  
(zadání pro cvičení, pomůcky pro cvičení a přednášky)  
sylabus přednášek na webu ...~~

**heslo: 133BZA1**

Aktualizované materiály pro tento semestr najdete pouze v MS Teams **133BZA1-P1**

- zadání pro cvičení
- vzorové příklady
- pomůcky pro cvičení a přednášky
- sylabus přednášek aktualizovaných pro tento školní rok

2 + 2 = **2** přednášky a **+ 2** cvičení  
**navrhování + technologie BeK a ZdK betonu**



### návaznosti předmětů kateder

123: SHMA ... Stavební hmoty

132: SMA1 ... Stavební mechanika 1

**PRA ... Pružnost a pevnost** POVINNÁ NÁVAZNOST!!

SMA2 ... Stavební mechanika 2

124: KP1, KP2, KP3 ... Pozemní stavby

**133: BZA1 ⇒ BZA2 ... dvousemestrový kurz**

**povinná návaznost předmětů BZA1 a BZA2  
bez zkoušky z BZA1 si nelze zapsat předmět BZA2 !!!**

Pokud neuzavřete oba předměty, nebude možné dělat na začátku 4.ročníku  
SZZ z Technického navrhování.

### PŘEDMĚTY ⇒ materiály pro nosné konstrukce

obor A: 3. ročník

5. semestr

**133BZA1**

(z,zk)

3+1 ... 5 kr.

6. semestr

⇒ **133BZA2**

(z,zk)

3+1 ... 5 kr.

134ODA1

(z,zk)

2+2 ... 5 kr.

obor A: 4. roč.

7. semestr

⇒ 134ODA2

(z,zk)

2+1 ... 4 kr.

**BETON  
ZDIVO**

**OCEL**

**DŘEVO**

pravidla pro uzavření cvičení - ZÁPOČET předmětu 133BZA1

– **CVIČENÍ jsou POVINNÁ**

- tolerované jsou dvě absence
- termíny odevzdání jednotlivých úloh za 1b – viz team
- kvalita odevzdané práce (hodnotí cvičící) ... 1b
- nejzazší termín udělení zápočtu ... **19.12.2024**

konkrétní podmínky jsou **PLNĚ V PRAVOMOCI CVIČÍCÍCH !!!**  
pravidla musejí být oznámena studentům hned na začátku semestru

**TESTY na přednáškách**

(viz harmonogram přednášek a cvičení)

TESTY – 3 x 10b = max 30b

CVIČENÍ – kvalita práce ... max 10b

CVIČENÍ – včasnost odevzdání ... max 10b

celkem 50b ... pro zápočet nutno získat **min. 25b**

} celkem 50b

7. týden <b>Po 4.11.2024</b>	<b>TEST č. 1: 16<sup>00</sup>- 16<sup>50</sup></b> Vysvětlení úloh z testu. + Dotazy ke cvičení.
10. týden <b>Po 25.11.2024</b>	<b>TEST č. 2: 16<sup>00</sup>- 16<sup>50</sup></b> Vysvětlení úloh z testu. + Dotazy ke cvičení.
13. týden <b>Po 16.12.2024</b>	<b>TEST č. 3: 16<sup>00</sup>- 16<sup>50</sup></b> Vysvětlení úloh z testu. + Dotazy ke cvičení.

**TESTY na přednáškách** v průběhu semestru

Ukázky příkladů ke zkoušce budou v teamu.

- 30b průběžné testy
- 20b cvičení
- zkouška 50b (test + příklady)

+ Body z písemné části u zkoušky  
nesmí být hluboce podprůměrné !!!

**celkem 100b**

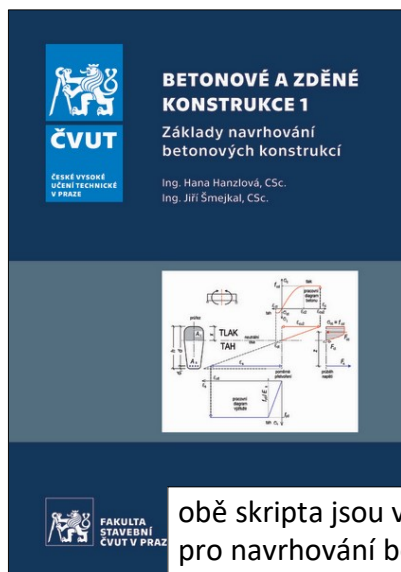
... k uzavření předmětu nutno **min zhruba 50b**



## BZA1 - část navrhování

- vlastnosti materiálů - betonu a výztuže
- statické působení BK (prostý beton, železobeton, předpjatý beton)
- zásady a postup navrhování **betonových a železobetonových prvků**
- navrhování z hlediska **únosnosti**, vyztužování
  - ohýbané prvky
  - prvky namáhané smykem
  - prvky namáhané M+N (bude i v BZA2)
- navrhování z hlediska **použitelnosti**
- **zděné konstrukce** – materiály, zásady navrhování

## Literatura



obě skripta jsou v souladu s dosud platnou normou pro navrhování betonových konstrukcí ČSN EN 1992

**Změny náplně části výuky předmětu 133BZA1 od ZS 2023/24  
v souladu s novou verzí EN**

**tzv. Eurokód II. generace**

**Příklady navrhování  
železobetonových konstrukcí  
podle druhé generace Eurokódů**


doc. Ing. Petr Bílý, Ph.D.

elektronická příkladová skripta dle **nové normy**  
viz: <http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/vyuka.htm>  
(postupné aktualizace)





Praha, 2024


**www.ebeton.cz**

**EBETON** Hledejte

ČASOPIS BETON   SPECIFIKACE   ENCYKLOPEDIE   VÍCEJAZYČNÝ SLOVNÍK 

**Vítejte ve světě betonu**

 <b>Časopis Beton</b> Jediný specializovaný časopis svého druhu v ČR <b>do roku 2023</b>	 <b>Specifikace betonu</b> Pomůžeme vám vybrat správný beton	 <b>Encyklopedie</b> Studnice znalostí a zajímavých fakt	 <b>Betonárny</b> Rozcestník na dodavatele kvalitního betonu
---	--	--	--



## Literatura – ZDIVO – teorie + příklady



## konstrukční materiály **BETON**

= stavivo, které vzniká stmelením **PLNIVA**  
(pevné látky vhodné zrnitosti – přírodní  
nebo umělé kamenivo) vhodným  
**POJIVEM**, nejčastěji cementovým  
tzv. obyčejný beton

cement

- portlandský
- směsný

**pojivo**

**plnivo**



jiná pojiva :

**struktur** pryskyřice, živice a asfalty, síra, sádra,  
směsi hlíny a cementu

- **pojivo** - cement, asfalt, .....
- složení cementu, jemnost mletí....



- **kamenivo**

- přírodní - mineralogické složení, tvary zrn  
těžené x drčené, úprava zrnitosti
- "umělé" – např. Liapor
- recyklované



### Struktura betonu

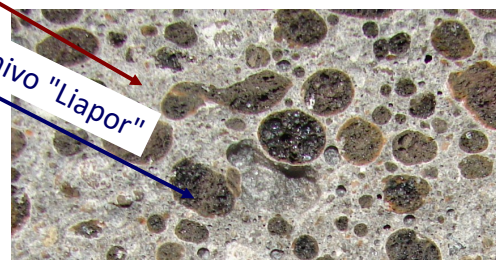
Pojivo + voda  
→ cementový kámen

Plnivo

Póry



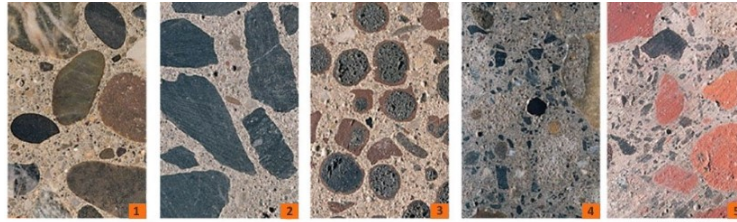
Přírodní kamenivo



Lehké kamenivo "Liapor"



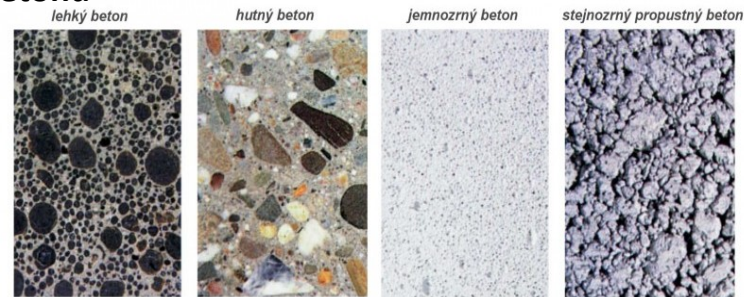
## Beton s různými druhy kameniva



pictures courtesy of FedBeton

Na obrázku jsou řezy betonem s různými druhy kameniva: 1—přirodní těžené, 2—přirodní těžené drcené, 3—umělé, 4—recyklované z betonu, 5—recyklované ze zdiva.

## Struktura betonu



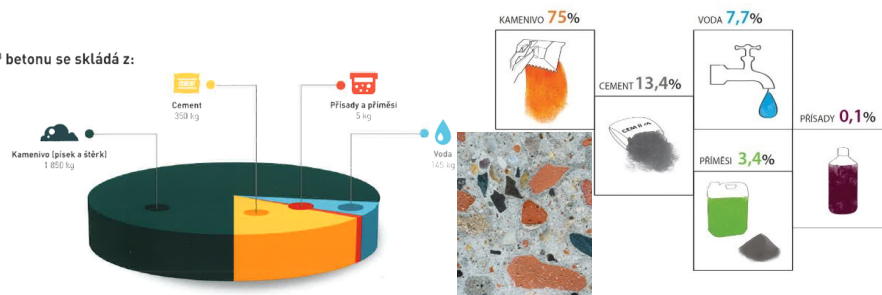
Obr. viz

<https://www.ebeton.cz>

# BETON

Zdroj: EBETON  
<https://ebeton.cz>

1 m<sup>3</sup> betonu se skládá z:



!!! Nedostatek kameniva ... od roku 1999 se v ČR neotevřel jediný nový kamenolom !!!  
⇒ do budoucna širší využití recyklovaného kameniva ... výzkum

štěrky + písek ... ≈ 75%  
cement ... ≈ 13,5%  
voda ... ≈ 8%

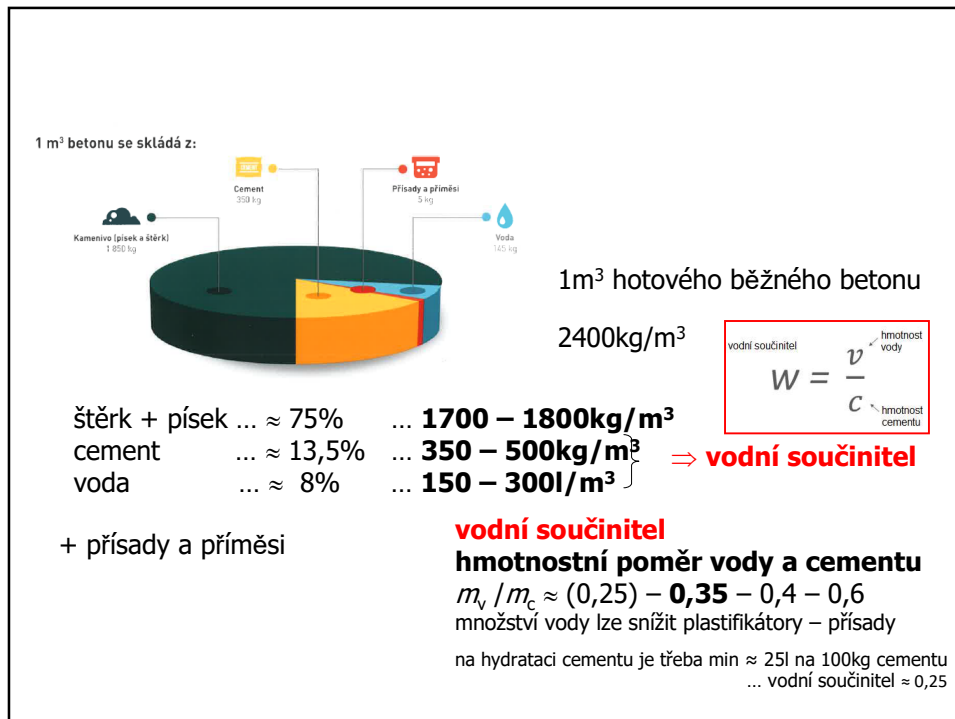
+ přísady a příměsi ... ≈ 3,5%

**přísady**  
velmi malé množství, ale významně ovlivňují některé vlastnosti čerstvého nebo ztvrdlého betonu

- plastifikační a ztekucující
- provzdušňující
- zpomalující tuhnutí
- urychlující tuhnutí a tvrdnutí
- stabilizátory betonové směsi
- barviva, ...

**příměsi**  
práškovité anorganické látky přidávané do betonu za účelem zlepšení některých vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu

- téměř inertní (kamenné moučky – filery, pigmenty)
- latentně hydraulické (vysokopevní struska, popílek, mikrosilika, metakaolin, ...)



**Dávkování složek v kg na 1m<sup>3</sup> běžného hutného betonu**  
 do nosných konstrukcí (tzv. konstrukční beton):

**Cement:** ~ 240 – 450 kg (větší dávka cementu → vyšší pevnost, ale možné větší smršťování a dotvarování)

**Voda – vodní součinitel**  $W = \frac{v}{c}$  ..... hmotnost účinné vody  
 ..... hmotnost cementu

**$w \sim (0,25) 0,3 - 0,6$  → dávka vody  $v$  kg/m<sup>3</sup>**  
 (větší dávka vody → lepší zpracovatelnost, více pórů → menší pevnost, větší smršťování a dotvarování, min. dávka nutná k hydrataci )

Přírodní **kamenivo** - dávka do celkové hmotnosti 1m<sup>3</sup>

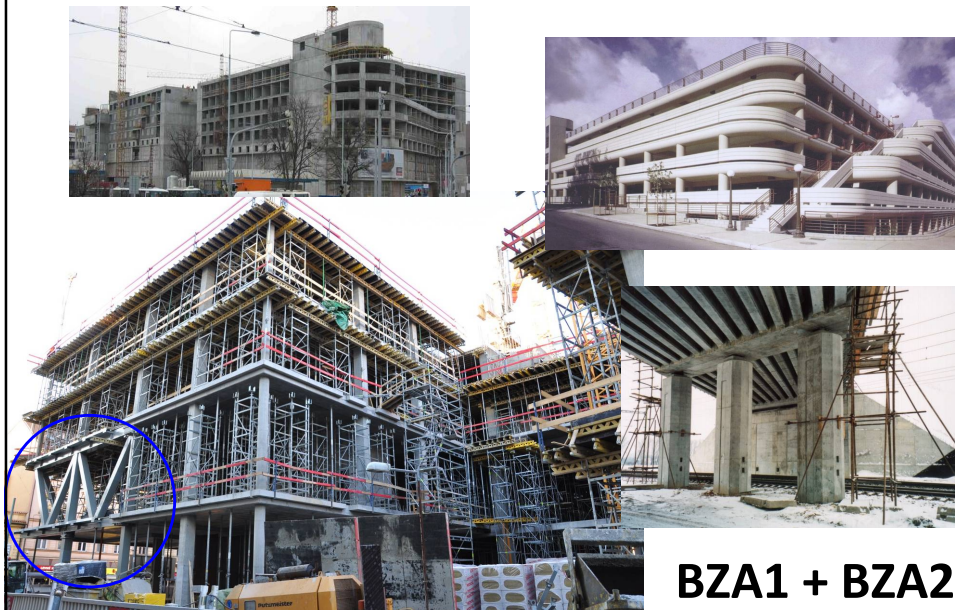
**Přísady** - obvykle tekuté látky pro zlepšení vlastností ~ do 1- 2 kg/m<sup>3</sup>  
 (plastifikátory, urychlovače nebo zpomalovače tuhnutí a tvrdnutí apod.)

**Příměsi** – inertní, latentně hydraulické ~ do několika desítek kg/m<sup>3</sup>  
 (fillery, pigmenty, popílek, křemičité úlety)

## historie betonu

- starověk (~ 6 000 př.n.l.), ŘÍM
- novověk (od 1. pol. 19. stol.)
  - **PROSTÝ** beton
  - vyztužování → **ŽELEZOBETON**
  - **PŘEDPJATÝ** beton
- představitelé - Monier, Hennebique, Leonhart,...
  - u nás - Klokner, Bechyně, Hruban, Janda, ...
- literatura – např. „BK v Čechách v 19.století“

## Navrhování nosných konstrukcí – **BETON**, resp. **ŽELEZOBETON** možné (a vhodné) kombinovat s dalšími materiály



## Stavební materiály pro nosné konstrukce

# BETON

je nejrozšířenějším stavebním materiálem současnosti

- výborně odolává TLAKU
- má ale malou pevnost v TAHU => **TRHLINY**  
→ tuto nevýhodu odstraňujeme vyztužením tažených oblastí
- je materiálem křehkým
- není schopen velkých deformací
- ohnivzdornost, požární odolnost

## BETON = .....

Složení - pojivo, plnivo, voda, přísady, příměsi  
- typy složek, dávkování složek v kg na 1m<sup>3</sup> betonu

### Vlastnosti

- pevnostní a přetvárné, objemové změny
- objemová hmotnost
- izolační vlastnosti (tepelné, akustické)
- ohnivzdornost, požární odolnost
- "monolitičnost" (monolit x dílce a montované konstrukce)
- recyklace materiálu

### Druhy betonu

- podle pojiva, plniva, ....
- podle objemové hmotnosti (lehký, **obyčejný**, těžký)
- podle hutnosti (hutný, pórovitý, mezerovitý)
- podle vzhledu (pohledový, grafický, vymývaný, probarvený, průsvitný, svítící....)



## BETON - názvosloví

- **PROSTÝ BETON**

(nevztužený, objem. hmotnost 2 400 kg/m<sup>3</sup>)

Vhodný pro konstrukce namáhané převážně tlakem, ohýbané konstrukce nelze podle EC 2 navrhovat !!



beton s výztuží ve formě ocelových prutů

- **ŽELEZOBETON** (objem. hm. 2 500kg/m<sup>3</sup>)

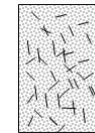
- **PŘEDPJATÝ BETON** (objem. hm. 2 600kg/m<sup>3</sup>)



beton s rozptýlenou výztuží

(ocelová nebo polymerová vlákna

- beton se strukturou ztuženou vlákny)



- **VLÁKNOBETON**

## typy výztuže pro betonové konstrukce

### OCELOVÁ VÝZTUŽ



- Betonářská výztuž - pevnost ~ 200 – 700MPa  
pruty (tyče), dráty ve svitcích, sítě, příhradoviny
- Tuhá výztuž – např. válcované profily  
→ spřažené ocelobetonové konstrukce
- Předpínací výztuž – vyšší pevnost 1000-2000MPa  
– menší tažnost

### NEKOVOVÁ VÝZTUŽ



## pohledový beton

- dobře provedená betonová konstrukce, jejíž povrch působí esteticky a nijak se po odbednění neupravuje
- požadavek stejnoměrně zbarvené pohledové plochy betonové konstrukce
- cement jedné třídy od jednoho výrobce
- kamenivo z jedné lokality (zejména jemné frakce)
- dodržovat přesné dávkování a stejnou konzistenci čerstvého betonu během betonování

# Na pohled dobrý!

Odborníci na bednění ze společnosti Česká Doka podpořili vznik nové směrnice pro pohledové betony.



**Pohledový beton nabízí architektům a stavebním firmám výjimečný prostor pro realizování báječně neutrálních nápadů, které dokážou obyčejně užitéčné stavby přeměnit na uměleckou architekturu. Moderní přístup, ve kterém se mísí jednoduchost i zdobná hravost, použití pohledového betonu jen nahrává. Jak dokazují moderní stavby, u kterých hraje beton prim.**

Stavební projekty, u kterých zůstávají betonové povrchy viditelné i po finálním dokončení, jsou v moderní architektuře navíc stále žádanější. Na rozdíl od betonových konstrukcí, které mají pouze nosnou funkci, dávají viditelné plochy možnost vytvořit unikátní stavby s nemanžurními možnostmi ztvárnění povrchů i tvarů. Okolnost, které tyto povrchy ovlivňují, je celá řada. Vždy ale je finální povrch a jeho ztvárnění přímo odvislé od bednění techniky. A to nejen pokud jde o otisk, ale i o jeho členění i odstín betonových ploch. Kromě toho otiskové bednění do betonu i svoje nosné prvky, jako jsou rámy, rastr kotev, závěšovací prvky a další detaily. Mnoho z těchto, pro jednotlivé systémy bednění typických vlastností, lze s úspěchem využít jako záměr a podporu uměleckého ztvárnění.

Realizace projektů s viditelnými betonovými

plochami je náročná týmová práce a vyžaduje spolupráci investora, architekta, dodavatele stavebních prací, dodavatele bednění i technologa betonu. Představu finálního díla, a zejména vzhled povrchu, je třeba co nejlépe zkonkretizovat. Při dobré koordinaci lze totiž odhalit různé neproveditelné představy a požadavky, nebo jejich neúměrnou finanční náročnost.

**Představa.** Co nejpodrobněji specifikovaná představa architekta či investora je důležitá pro další plánování projektu a odvíjí se od ní všechny detaily budoucích prací.

**Výběr povrchu.** Hladký nebo strukturovaný? S otiskem prvků bednění nebo bez? Možností je nespočetně mnoho a je jen na investora či architekta, pro jaký se rozhodne. Povrch navíc může nést i otisky, které běžně nejsou a vytvářejí následně reliéfní obrazce či odkazují k jiným souvislostem. Jak dokazuje třeba realizace paláce Národní na Národní třídě v Praze.

**Odbedňovací prostředek a péče o bednění.** Dokonalý povrch vyžaduje výbornou péči o bednění. Vždyť právě bednění je to, co betonu vtiskne tvář. Péče o něj je esenciální pro celý projekt a zejména v případě pohledových betonů by měla být jeho čistota a ošetření vhodným odbedňovacím prostředkem samo

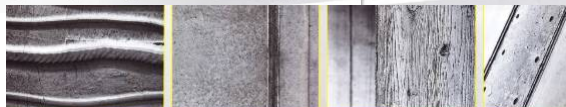
zřejmostí. Ideálním prostředkem tak je například přípravek Doka Optix, emulze která je speciálně vyvinutá pro nejvyšší kvalitu otisku, bez pórů a lunků.

**Bednicí systém.** Možnost nasazení a realizace ovlivňuje samozřejmě také nosná konstrukce bednicí desky. Od rámových bednění, které poskytují jednoduchý industriální otisk až po speciální konstrukce pro neotřelé tvary. Základem je, že bednicí systém musí být dostatečně únosný, práce s ním komfortní a bezpečná, ale zároveň musí poskytovat možnost vytvoření žádaného tvaru. Podle představy je tak možné využít rámové systémy, velkoplošná bednění nebo dokonce bednění vyráběné na míru projektu. Ta jsou projektována speciálně pro užití v rámci specifického projektu a jsou vyráběna přímo s ohledem na přesné nasazení. Výjimkou nebývá, že jedna forma je použita pouze pro jediné místo na stavbě a pak se zase rozebere. To jsou ale právě ty detaily, které z projektu dělají něco výjimečného.

**Beton a jeho ukládání.** Kvalita finálního otisku je také přímo odvislá od výběru betonové směsi, povětrnostních podmínek při její dopravě i ukládání a v neposlední řadě od způsobu a pečlivosti jejího ukládání.

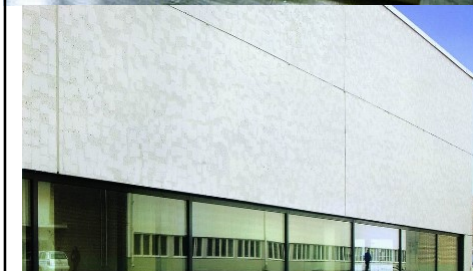
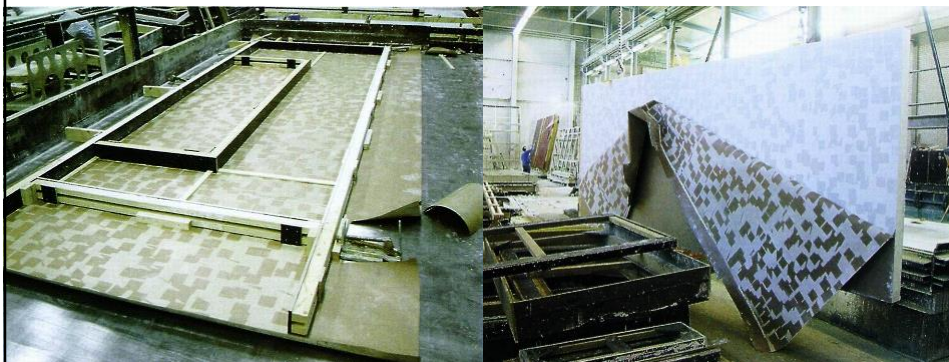
Pohledové betony jsou nedílnou součástí architektury a zcela jistě si budou získávat stále větší popularitu. Architektům tento trend otvárá další možnosti realizace zajímavých stavebních nápadů. A to ať už se jedná o hladké povrchy, realizované díky kvalitnímu bednění a odbedňovacím prostředkům, nebo třeba reliéfy a otisky různých přírodních materiálů nebo sochařských děl. Při správné souhře všech zúčastněných stran a dodržování technologické kázně je pak možné dílo dokončit v požadované kvalitě i spokojeností všech stran a s přijatelnými náklady.

Doka má v oblasti pohledových betonů dlouholeté zkušenosti, které se každoročně zuročují při realizaci těch nejzajímavějších projektů po celém světě. Kompetenční centrum v rakouském Armtstetten sdružuje know-how a pomáhá při plánování a realizaci jakéhokoliv typu betonového povrchu kdekoli po světě. Ale pohledový beton není záležitost jen zahraniční. I v České republice se každoročně realizují desítky projektů, u kterých je kvalita povrchu betonu a jeho struktura či neobvyklý tvar základem jeho budoucího vnímání. Jsme proto rádi, že jsme mohli spolu s dalšími odborníky, podpořit svými zkušenostmi vydání nové příručky pro realizaci pohledových betonů, kterou v letošním roce vydává Česká Betonářská Společnost.



## pohledový beton

## architektonický beton, grafický beton



Technologie grafického betonu vznikla v 90. letech minulého století ve Finsku a užívá se v oblasti pohledových betonů. Systém umožňuje pomocí rastrové formy do betonu otisknout různé grafické motivy, obrázky, nebo dokonce detailní fotografie. Jde o metodu, která dekoruje samotný povrch materiálu a její krása spočívá v kontrastu mezi hladkým povrchem a hrubou vnitřní strukturou betonu. V první řadě je nutné do bednění správně vložit speciální papír neboli matici, na které je od výrobce v dané grafice a struktuře lokálně nanášen zpomalovač tuhnutí. Po přesném načasovaném odbednění a následném vymytí betonu se na povrchu vykreslí požadovaný grafický motiv.

■ Co stojí pohledový beton ?

## HODNĚ!!

### Zvýšení pořizovacích nákladů

Bednění (kvalita, pracnost ..)  
Výztuž (návrh, přesnost uložení, distanční podložky..)  
Beton (stabilní složení, pracnost při ukládání, vybrané materiály, barvy ..)  
Ukládání (zvýšená pracnost, dohled, povětrnostní vlivy...)  
Ošetřování (pečlivost a délka, ochrana hran ..)

### Možná úspora následných nákladů

Dodatečné povrchové úpravy (omítky, stěrky, barvy..)  
Pravidelná údržba povrchů (prodloužení potřebné doby pro údržbu)

## monolitické konstrukce

tj. vyráběné na místě, kde bude konstrukce sloužit

Na stavenišťe dopravujeme :

- bednicí prvky (bednění)
- složky pro výrobu betonové směsi, dnes nejčastěji přímo betonovou směs, tzv. TRANSPORTBETON
- výztuž



## monolitické konstrukce

tj. vyráběné na místě, kde bude konstrukce sloužit

na místě musíme :

- zhotovit bednění
- uložit a svázat výztuž
- provést betonáž,  
tj. uložit a zpracovat betonovou směs
- ošetřovat zrající beton →
- konstrukci odbednit
- nechat beton "vyzrát"



## monolitické konstrukce

tj. vyráběné na místě, kde bude konstrukce sloužit

Výhody:

- dokonale tuhé spojení jednotlivých prvků
- dopravu na stavenišť lze ideálně přizpůsobit dopravním prostředkům
- lze navrhnout prakticky jakýkoliv tvar

### **3D Beton – plánování, povrch nebo tvar?**

Všechno trojí. Při dnešních technologiích záleží jen na představě architekta nebo investora, který může naplno popustit uzdu představivosti a vtisknout do svého projektu něco jedinečného. Teoreticky bez jakýchkoliv omezení. I když tady samozřejmě nějaká jsou, a to například tvarové možnosti bednicích forem nebo zejména možnosti odbedňování různých neobvyklých povrchů. Ne vždy se totiž fyzikální předpoklady různých materiálů protnou s možností realizace.

### **Plánování v 3D modelu pro dokonalou formu**

Aby bednění skutečně obstálo při nasazení, musí na začátku být perfektní plán pro jeho výrobu. Ten je nejlépe vytvořit ve 3D modelu se všemi nutnými prvky. Ty jsou pak následně rozkresleny pro výrobu (nejlépe pomocí CNC pily pro naprosto přesné vyřezání jednotlivých dílů) a zkompletovány ve výrobně zvláštního bednění.

### **Povrch betonu podle přání i účelu**

Pohledové betony, jejichž estetika je založena zejména na přiznaném betonovém povrchu, zažívají dnes poměrně boom. A je jedno, zda se jedná o dopravní stavby, kde bývají odhalené betony spíše pravidlem, o stavby veřejného sektoru, kde beton

často přímo souvisí a podtrhuje určení budovy, nebo o soukromé rezidence, kde má účel většinou čistě estetický.

### **Tvaru monolitu se meze nekladou**

Samostatnou kapitolou jsou zvláštní nebo neobvyklé tvary monolitických konstrukcí. Výhodou betonu je jeho snadné ukládání do libovolných tvarů a možnost realizace zajímavých objektů. K tomu je ovšem velmi často třeba zvláštní bednění, které právě neobvyklý tvar betonu vtiskne. A to ze zcela prostého důvodu – standardní systémová bednění totiž často nedokážou na požadované tvary reagovat.

### **Třetí dimenze betonu jako nástroj sebevyjádření**

Monolit patří do stavebnictví neodmyslitelně. Ve velké většině případů jako nepřekonatelný konstrukční prvek, stále častěji ale jako nástroj vyjádření jiného pohledu. Díky možnostem zvláštních bednění a bednicích desek se ze staveb stávají sochy a z jejich povrchů umělecká plátna. Stejně jako kterýkoliv směr umění, i pohledové nebo mnohotvaré betony mají své příznivce i odpůrce. Ale zkušenost s uměním praví, že skutečné hodnoty nabývá až časem. A tak nezbyvá než přát všem těm neotřelým stavbám, aby i jejich hodnota v čase přetrvávala a třeba se postavily i na piedestalu uměleckých děl. Mnohé z nich si to totiž zaslouží.

## **monolitické konstrukce**

**tj. vyráběné na místě, kde bude konstrukce sloužit**

nevýhody :

- pomalá rychlost výstavby
- omezená kvalita betonu
- horší jakost povrchu betonové konstrukce
- nebezpečí nedodržení technologické kázně (nezaručená kvalita zpracování a ošetřování)
- možnost poškození při odbedňování

## jakost povrchu



monolitický beton  
povrchové imperfekce snižují  
trvanlivost i vzhled



prefabrikovaný beton  
povrch vysoké jakosti zaručuje  
trvanlivost i vzhled

## montované konstrukce

tj. na stavbě sestavené z dílů vyráběných ve speciálních  
výrobnách

výhody:

- mnohem rychlejší postup výstavby  
=> krátké realizační lhůty
- nezávislost na povětrnostních podmínkách,  
lze celoročně pracovat
- možnost výroby prvku v jiné poloze,  
než v jaké bude působit po zabudování do  
konstrukce
- velmi kvalitní povrchy, různé povrchové úpravy

## Proč navrhovat konstrukce z betonu?

- beton je celosvětově po vodě druhý nejvíc používaný materiál, známý déle než 2000 let;
- jako stavební materiál je ověřený, dostupný a spolehlivý;
- v plastickém stavu je snadno zpracovatelný;
- po vytvrdnutí je pevný v tlaku, odolný vůči povětrnosti a vodě;
- není hořlavý;
- je to dobrý tepelně akumulací materiál;
- ...

### statické působení betonových prvků

#### PROSTÝ BETON

- tlak } napětí, trhliny, porušení  
- tah }

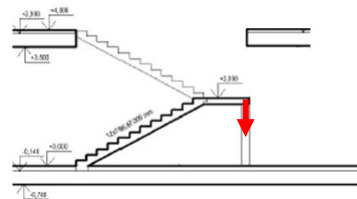
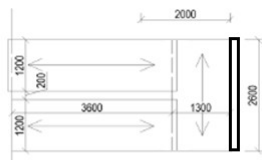
- ohyb      napětí  
- smyk      vznik trhliny → porušení



# PROSTÝ BETON

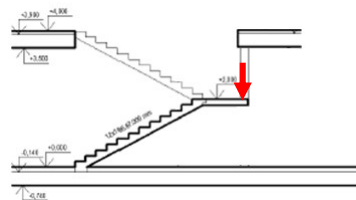
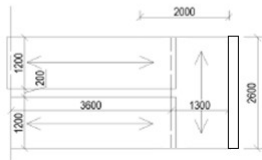
## TLAK TAH

Schodiště



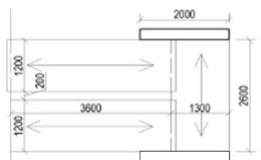
podepření  
tlak

Schodiště



zavěšení  
tah

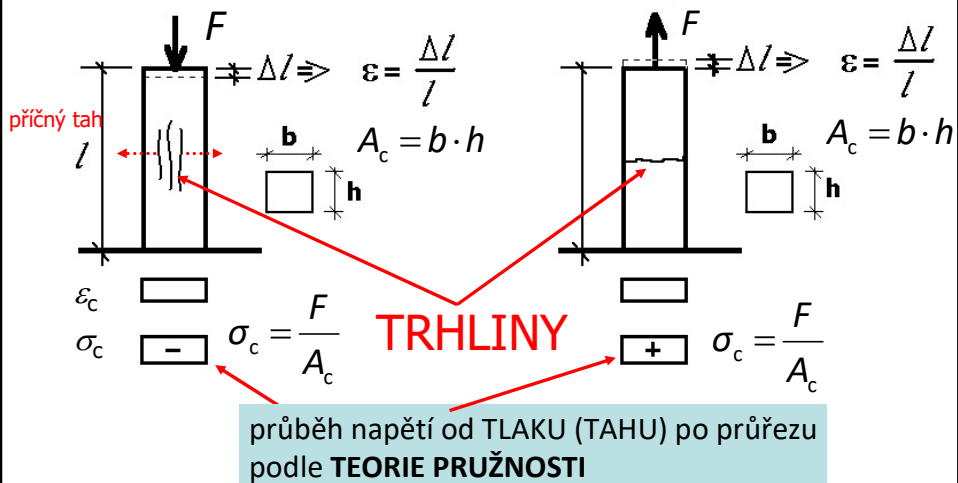
Schodiště



# PROSTÝ BETON

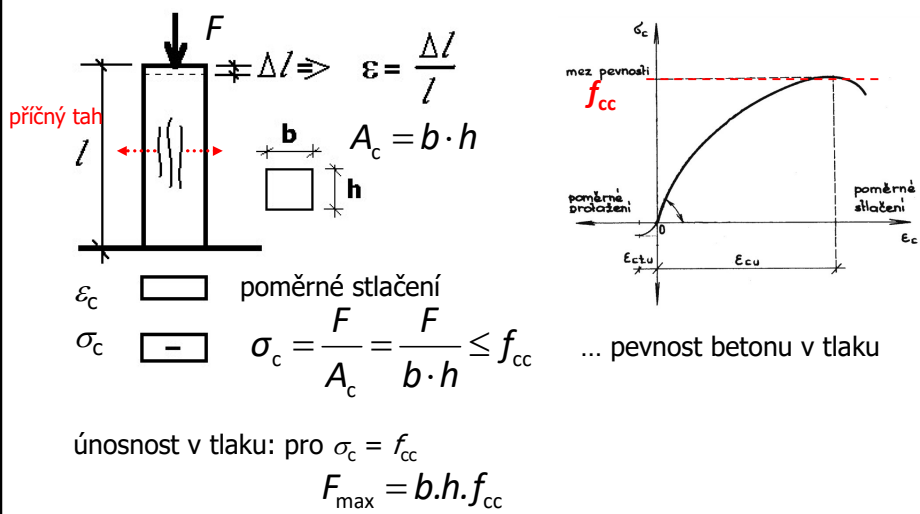
## TLAK

## TAH



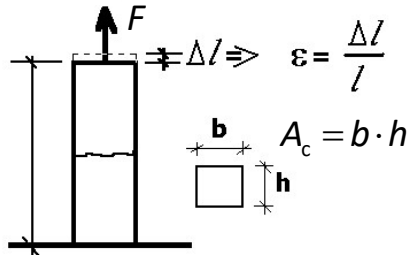
# PROSTÝ BETON

## TLAK



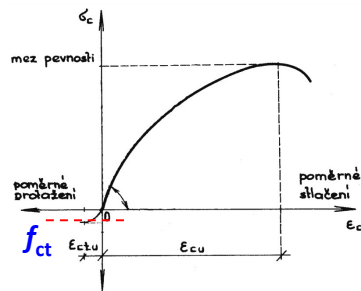
# PROSTÝ BETON

## TAH



$\epsilon_c$    poměrné protažení  
 $\sigma_c$  +  $\sigma_c = \frac{F}{A_c} = \frac{F}{b \cdot h} \leq f_{ct}$

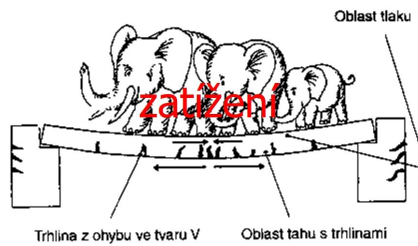
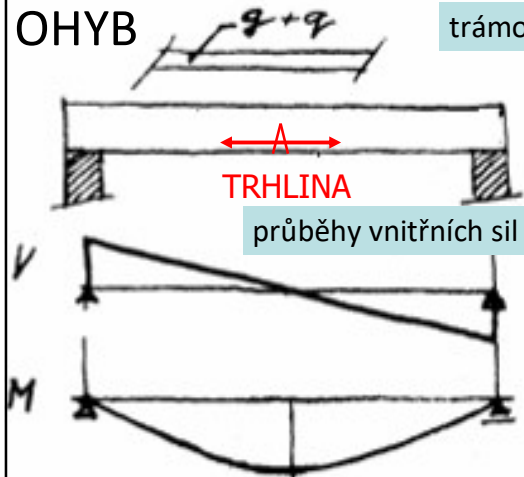
únosnost v tahu: pro  $\sigma_c = f_{ct}$   
 $F_{\max} = b \cdot h \cdot f_{ct}$



... pevnost betonu v tahu

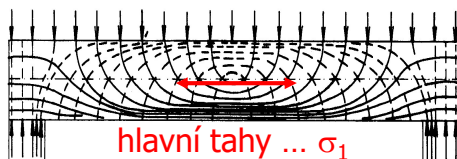
## OHYB

trámový prvek - prostý nosník

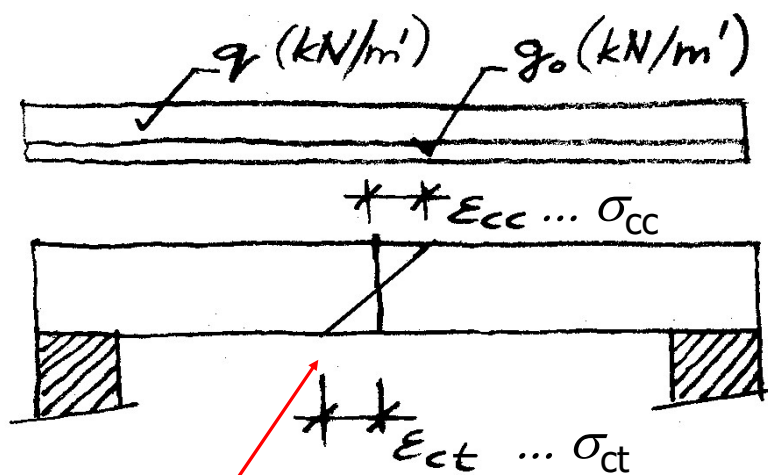


ohýbaný prostý nosník  
 mechanismus porušení

trajektorie hlavních napětí

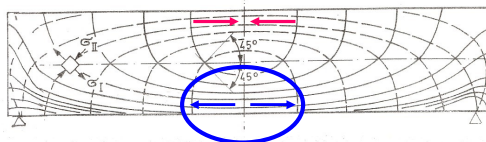


## ohýbaný nosník

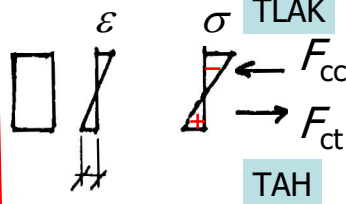


průběh přetvoření a analogicky i napětí od OHYBU  
po výšce průřezu podle **TEORIE PRUŽNOSTI**

**TEORIE PRUŽNOSTI**  
trajektorie hlavních **tahových** a **tlakových** napětí



## PROSTÝ BETON OHYB



vznik první **TRHLINY** = NÁHLÝ KOLAPS

→ **NE**navrhovat ohýbané prvky z prostého betonu  
O porušení ohýbaného prvku z prostého betonu rozhoduje  
**pevnost betonu v tahu.**

## statické působení betonových prvků

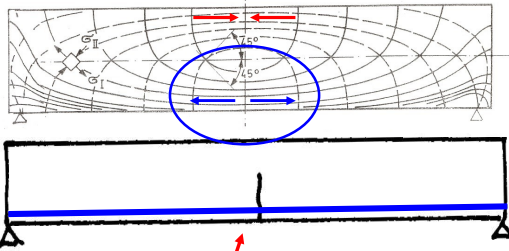
### ŽELEZOBETON

- tlak } napětí  
- tah } trhliny  
          } porušení

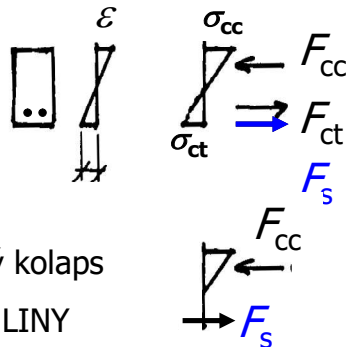
IDEÁLNÍ PRŮŘEZ

- ohyb      napjatost  
- smyk      vznik a rozvoj trhlin  
              porušení

TEORIE PRUŽNOSTI  
trajektorie hlavních **tahových** a **tlakových** napětí



### ŽELEZOBETON OHYB



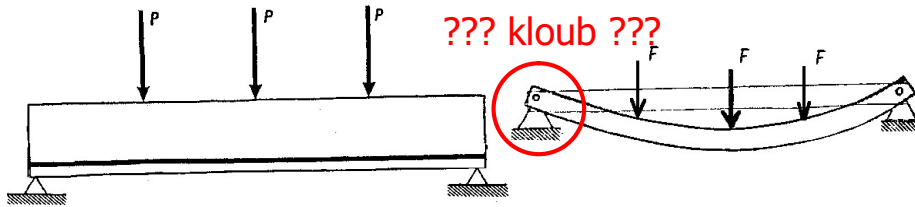
vznik první **TRHLINY** NEznamená náhlý kolaps  
zvyšování zatížení => ROZEVÍRÁNÍ TRHLINY

TAH v místě trhliny přejímá **VÝZTUŽ**

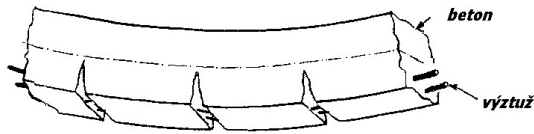
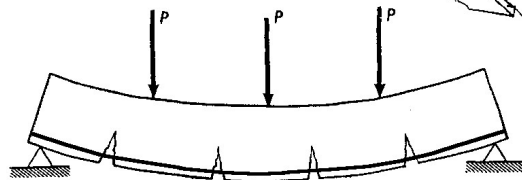
tažená část betonu je vyloučena ze **SPOLUPŮSOBENÍ**

(a nepřispívá nadále ani k tuhosti ani k únosnosti průřezu)

ohýbaný prostý nosník

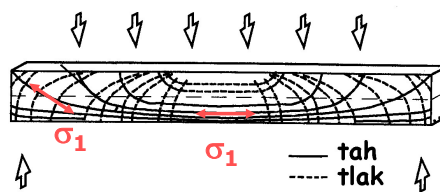


ohybová trhlina kolmá na osu nosníku

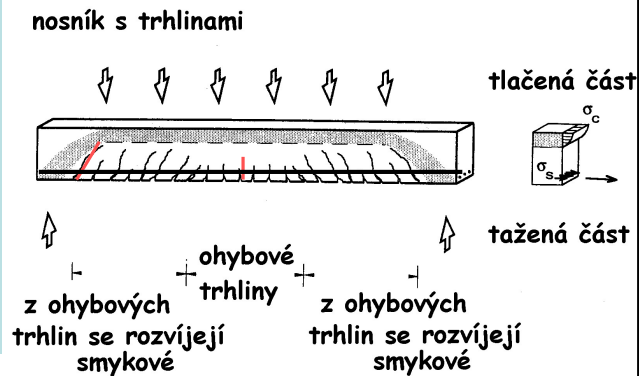


výztuž na účinky ohybového momentu

trajektorie hlavních napětí



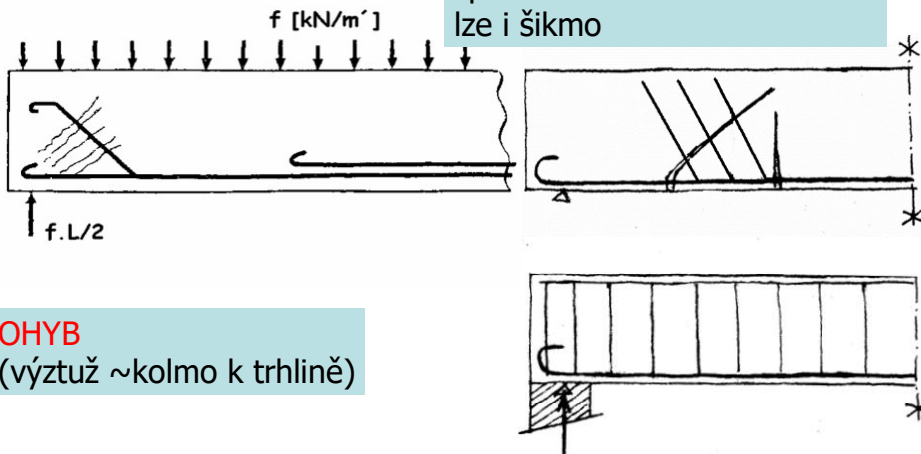
trhliny v ohýbaném nosníku



šikmé smykové trhliny  
=> výztuž na účinky posouvajících sil

**TŘMÍNEK**

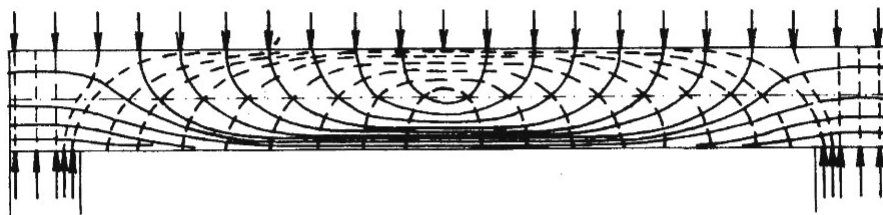
zpravidla kolmo k ose nosníku  
lze i šikmo



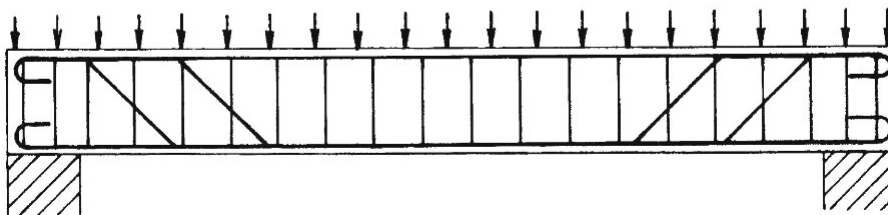
**OHYB**

(výztuž ~kolmo k trhlině)

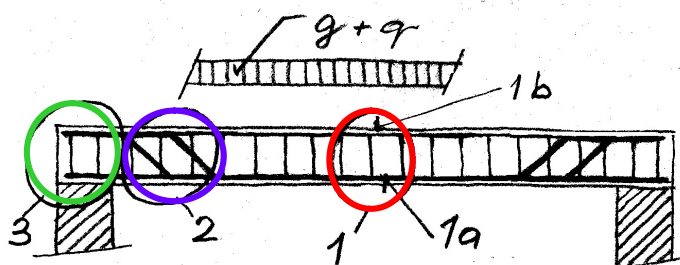
TRAJEKTORIE HLAVNÍCH NAPĚTÍ



VYZTUŽENÍ NOSNÍKU



## Statické působení železobetonových konstrukcí – způsoby porušení



- 1 – porušení ohybem – dosažení pevnosti ohybové výztuže (1a) nebo pevnosti betonu v tlaku (1b)
- 2 – porušení smykem – vyčerpání pevnosti smykové výztuže v tahu nebo pevnosti betonu v tlaku
- 3 – porušení v kotevní oblasti při nedostatečném zakotvení výztuže

### PROSTÝ NOSNÍK

spojité zatížení

osamělé břemeno

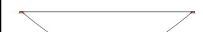
uprostřed

ve třetinách rozpětí

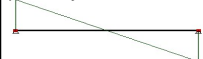
ve čtvrtinách rozpětí



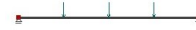
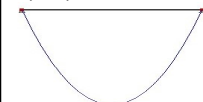
průhyb



posouvající síla

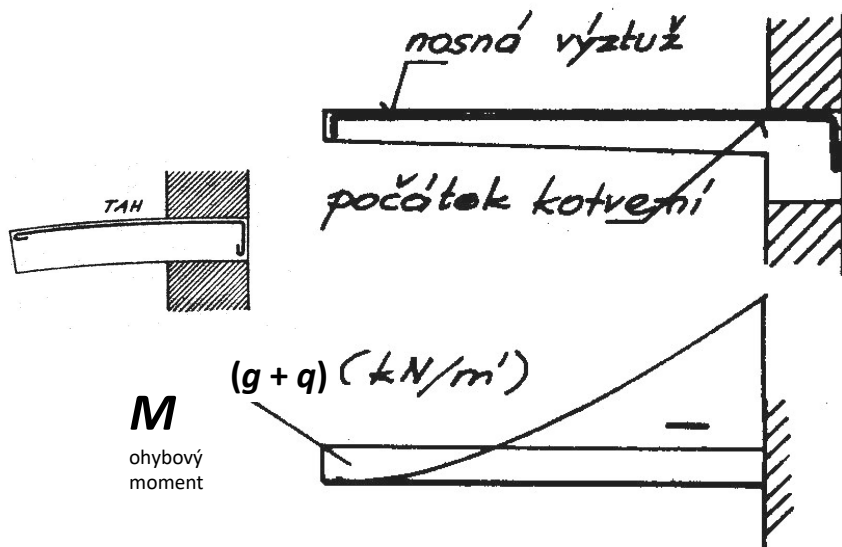


ohybový moment



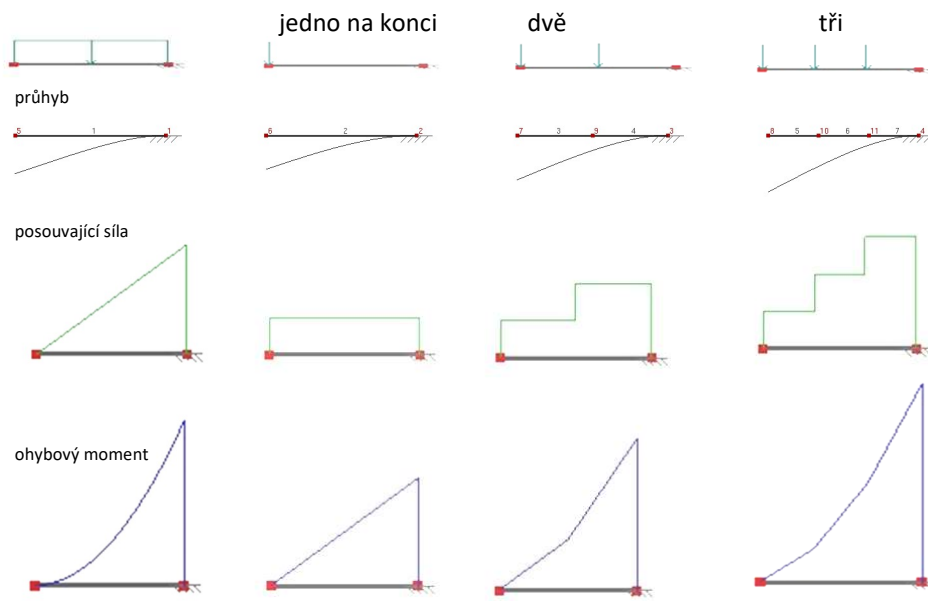


# konzola



## KONZOLA spojité zatížení

## osamělé břemeno



## vetknutý nosník

- konstrukční výztuž pro navázání třmínek všude tam, kde není nosná výztuž



- + nutno dodržet konstrukční zásady vyztužování:
- část spodní výztuže – min.  $2\phi$  v rozích třmínek
- je nutné zakotvit za líci skutečných podpor

## VETKNUTÝ NOSNÍK

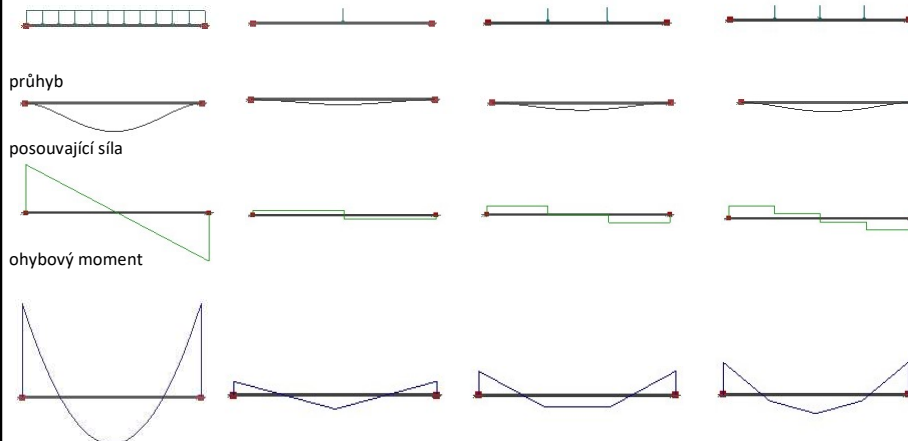
spojité zatížení

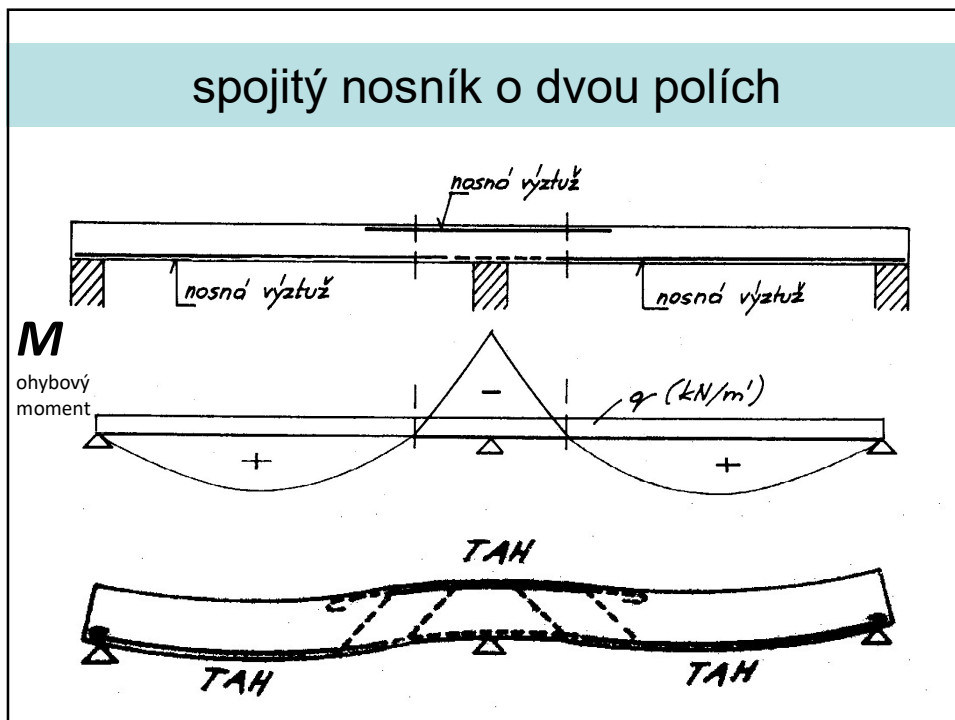
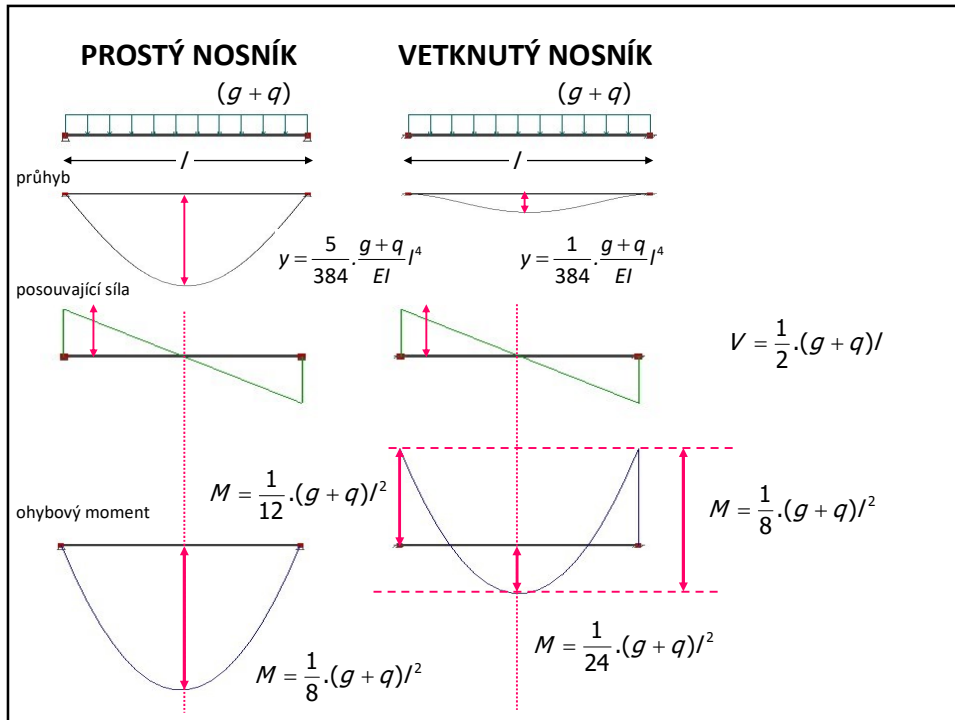
uprostřed

osamělé břemeno

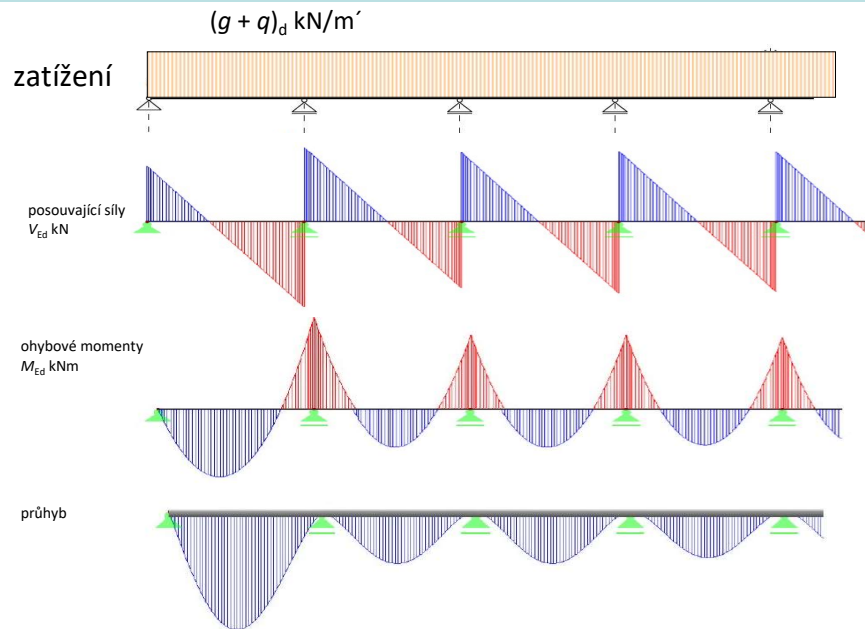
ve třetinách rozpětí

ve čtvrtinách rozpětí

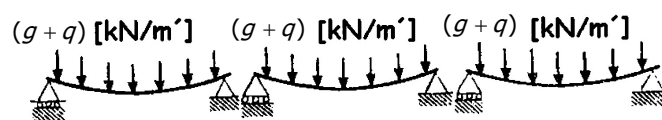




## spojitý nosník o více polích

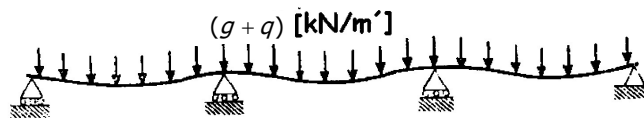


## statické působení prostého a spojitého nosníku



$$y = \frac{5}{384} \cdot \frac{g + q}{EI} l^4$$

průhyb  $\approx$  podle teorie pružnosti



$$y = \frac{2}{384} \cdot \frac{g + q}{EI} l^4$$

$$y = \frac{1}{384} \cdot \frac{g + q}{EI} l^4$$

## příklady užití betonových prvků

### • PROSTÝ BETON


- tlačené prvky - málo namáhané sloupky
  - gravitační stěny
  - propustky

} ?

- tažené
- ohýbané

} **NE!**

- základové patky, pásy pod stěnami - ANO



### • ŽELEZOBETON

prvky namáhané:

- tlak (tah)
- tlak (tah) s ohybem

} sloupy  
stěny

- ohyb → desky, trámy,  
schodišťové prvky

+namáhání smykem a kroucením

