

# ZKOUŠKA ZE SNK2 (ZS 2020-2021)

## SEZNAM OTÁZEK

### I. NOSNÉ KONSTRUKCE





- **ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA NOSNÉ KONSTRUKCE**
  - únosnost, tuhost, trvanlivost
- **MEZNÍ STAVY KONSTRUKCÍ**
  - =stavy, při jejichž překročení kce ztrácí schopnost plnit fční požadavky
    - únosnosti (zřícení, porušení únavou – ztráta stability) / použitelnosti (pohodlí uživatelů, provoz, vzhled)
- **FUNKCE SVISLÝCH A VODOROVNÝCH NOSNÝCH PRVKŮ**
  - svislé – přenášení zatížení do základů, podpora vodorovných prvků
  - vodorovné – roznášení zatížení na svislé prvky a do základů, umožňují využití kce
- **CELISTVOST – ROBUSTNOST NOSNÝCH PRVKŮ**
  - ochrana proti vnějším vlivům (proti porušení způsobem nepřiměřeným příčině) – svázání sloupů mezi sebou, sloupů a stěn, obvodové věnce, vnitřní vazby prvků
- **ROZDÍLY STĚNOVÝCH A RÁMOVÝCH KONSTRUKCÍ**
  - stěnová – levnější, pomalejší výstavba (není prefabrikovaná), méně odolná, silnější zdi, nelze změnit umístění stěn, do 3 podlaží
- **VÝHODY PŘÍHRADOVÝCH KONSTRUKCÍ**
  - pro větší rozpětí, lehkost, úspornost, tuhost
- **OBVYKLÝ POSTUP NAVRHOVÁNÍ NOSNÝCH KONSTRUKCÍ**
  - koncepční návrh – podrobný návrh – prováděcí dokumentace
  - iterační proces

### II. STAVEBNÍ MECHANIKA

- **ORIENTAČNÍ ROZMĚRY NOSNÍKŮ A DESEK**
  - desky: PU –  $h = l/25-l/20$  (min. 5cm); spojitě nebo vetknuté –  $h = l/33-l/30$  (min. 5-6-7 cm dle s. v. 1-1,5); konzolové –  $h = l/10$  (min. 5 cm)
  - desky ve 2 směrech: PU –  $h = l/33$  (min. 10 cm); pružně vetknuté –  $h = l/40$ ; úplně vetknuté –  $h = 1,2 (l_1+l_2) / 105$
  - trámy PU a spojitě: normální –  $h = l/15-l/12$ ; střešní –  $h = l/17-l/14$ ;  $b = (0,33-0,4)h$
  - trámy konzolové: normální –  $h = l/5$ , střešní –  $h = l/10$
  - min. rozměry sloupů: vodorovně betonované – 200 mm; svisle prefabrikované – 140 mm

**MOMENTY A POSOUVAJÍCÍ SÍLY U ZÁKLADNÍCH NOSNÍKŮ**

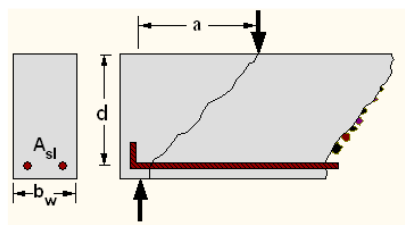
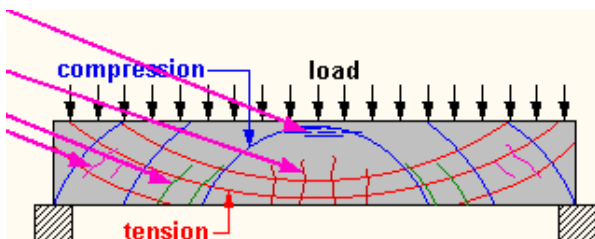
Momenty a průhyby základních nosníků

Nosník	Momenty	Průhyb
	$M_a = -ql^2/2$	$ql^4/8/EI$
	$M_c = ql^2/8$	$5ql^4/384/EI$
	$M_a = -ql^2/8$ $M_c = ql^2/16$	$ql^4/192/EI$
	$M_a = M_b = -pl^2/12$ $M_c = ql^2/24$	$ql^4/384/EI$

**ZÁKLADNÍ POJMY STAVEBNÍ MECHANIKY**

- napětí  $\sigma = F/A$
- ohybový moment  $M = F \cdot x$
- přetvoření  $\varepsilon = e/l$  (změna délky/původní délka)
- smyk  $V = w \cdot x$  (posouvající síla v řezu)
- vzpěr
- modul pružnosti  $E = \sigma/\varepsilon$

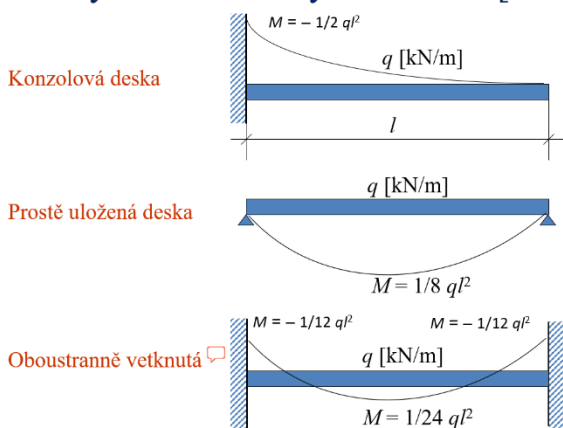
**NAPĚTÍ V NOSNÍKU PŘI OHYBU A SMYKU**



**III. STROPNÍ DESKY**

**DESKY PŮSOBÍCÍ V JEDNOM A VE DVOU SMĚRECH, MOMENTY**

Ohybové momenty u desek  $M$  [kNm]



- desky v 1 směru:  $M = ql^2/8$
- desky ve 2 směrech (do poměru stran 1:2):  $M = ql^2/16$

**KRITÉRIA PRŮHYBŮ Z HLEDISKA MEZNÍCH STAVŮ POUŽITELNOSTI**

- celkový průhyb při kvazistálém zatížení -  $L/250$  ( $L$  = rozpětí)
- nadvýšení bednění -  $L/250$
- průhyb pro zabudování nenosných prvků -  $L/500$

**PŘIBLIŽNÉ MOMENTY U SPOJITÉHO NOSNÍKU**

- přibližné podporové momenty  $M/(g_d+q_d) l^2 \approx 1/12$
- mezipodorové momenty v krajních polích  $M/(g_d+q_d) l^2 \approx 1/10$
- mezipodorové momenty ve vnitřních polích  $M/(g_d+q_d) l^2 \approx 1/12$
- DRUHY STROPNÍCH DESEK, VÝHODY/NEVÝHODY
  - dle uložení: prostě uložené, vetknuté, spojitě, konzolové
  - dle pnutí – v jednom nebo ve dvou (vyšší tuhost) směrech
    - hřibové, bezhřibové (hrozí protlačení), kazetové (estetické, náročné), žebrové (lehčí, dražší), prefabrikované

#### IV. SPOLEHLIVOST

- **DEFINICE SPOLEHLIVOSTI**
  - spolehlivost = schopnost (pravděpodobnost) kce plnit předpokládané fce během stanovené doby a za určitých podmínek (záleží na pravděpodobnosti poruchy)
- **MEZNÍ PRŮHYBY**
  - prostě uložený nosník:  $1/8 ql^2$
  - vetknutý:  $1/24 ql^2$
  - PU-vetknutý:  $1/16 ql^2$
  - spojitý:  $1/12 ql^2$
- **SOUVISLOST ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI**
  - únosnost = odolnost proti zřícení, ztrátě stability, porušení únavou
  - použitelnost = únosnost + provozuschopnost, pohodlí, vzhled
- **MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI**
  - únosnosti: překlopení, ztráta stability, kolaps
  - použitelnosti: přetvoření, trhliny, nadměrné napětí v tlaku, kmitání
- **ŽIVOTNOST – TRVANLIVOST**
  - návrhové situace: trvalá, dočasná, mimořádná, seismická
  - vyměnitelné prvky – 5 let
  - dočasné kce – 25 let
  - budovy – 50 let
  - mosty, památníky – 100 let
- **POUŽITELNOST – ROZHODUJÍCÍ KRITÉRIA**
  - funkční způsobilost, pohodlí uživatelů, vzhled

#### V. ZATÍŽENÍ

- **KLASIFIKACE ZATÍŽENÍ**
  - stálé – zatížení z nosných a nepřemístitelných nenosných kcí a pevných zařízení; vodou a zeminou, nepřímá (sedání základů)
  - proměnné – zatížení z osob, pohyblivého vybavení, větru, sněhu
  - mimořádné – požár, otřes, výbuch

- **STÁLÁ A PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ**

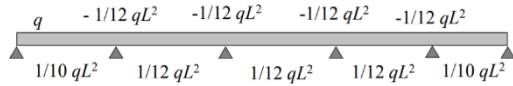
- **DÍLČÍ SOUČINITEL STÁLÝCH A PROMĚNNÝCH ZATÍŽENÍ**

Tabulka 2: Hodnoty dílčích součinitelů zatížení

Typ zatížení	Druh působení	$\gamma_F$
Stálá zatížení ( $\gamma_G$ )	Působí nepříznivě	1,35
	Působí příznivě	1,0
Proměnná zatížení ( $\gamma_Q$ )	Působí nepříznivě	1,5
	Působí příznivě	0

- **CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY STÁLÝCH ZATÍŽENÍ**
  - pokud je proměnnost G malá → jen jedna hodnota  $G_k$

- jiná než malá proměnnost  $G \rightarrow$  horní hodnota  $G_{k,sup}$  (pro nepříznivé) a dolní hodnota  $G_{k,inf}$  (pro příznivé)
- REPREZENTATIVNÍ HODNOTY PROMĚNNÝCH ZATÍŽENÍ
  - kromě charakteristické ( $Q_k$ ) – kombinační  $\Psi_0 Q_k$ , častá  $\Psi_1 Q_k$  a kvazistálá  $\Psi_2 Q_k$
- USPOŘÁDÁNÍ ZATÍŽENÍ U SPOJITÉHO NOSNÍKU
  - maximální ohybový moment uprostřed rozpětí – střídání max a min
  - maximální podporový moment v podpoře – 2 maximální vedle sebe, jinde střídání max a min mezi podporami



- USPOŘÁDÁNÍ ZATÍŽENÍ U RÁMU
  - výpočet mezipodporového momentu ve vyznačeném poli...šachovnicové, zjednodušené zatížení

## VI. ŽELEZOBETON

### • PODSTATA ŽELEZOBETONU

- beton – pevný v tlaku, ale ne v tahu + ocel – pevná v tahu → ŽB – pevný v tahu i tlaku

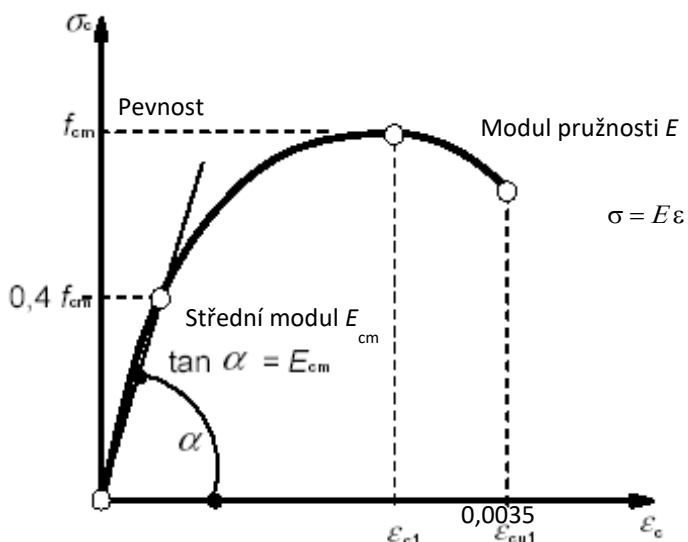
### • CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST BETONU

- **charakteristická pevnost betonu** v tlaku zjištěná na válcích ( $f_{ck, cyl}$ ) o průměru 150 mm a výšce 300 mm ve stáří 28 dnů nebo **charakteristická pevnost** v tlaku zjištěná na krychlích ( $f_{ck, cube}$ ) o hraně 150 mm ve stáří 28 dnů;  $f_{ck} = 20$  MPa,  $f_{ck, cube} = 25$  MPa → značení C20/25

### • DOTVAROVÁNÍ BETONU

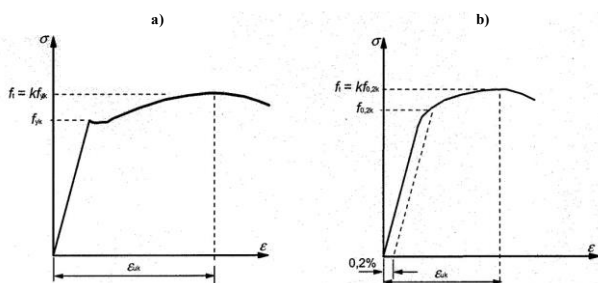
- deformace betonu způsobená velkým a dlouhodobým vnějším zatížením (vratná x nevratná – návrat po odtížení)

### • PRACOVNÍ DIAGRAM ŽB NOSNÍKU



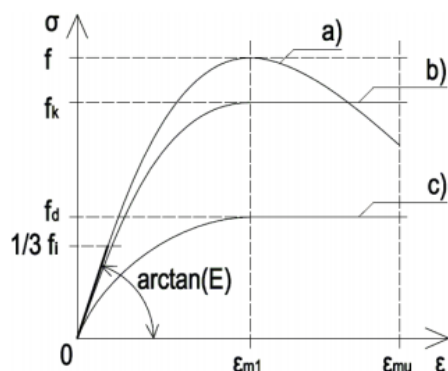
- poměrné stlačení  $\epsilon_{cu}$  – po překročení 0,35 % → porušení prvku
- $E$  závisí na druhu kameniva, pórovitosti, pevnosti  $f_b$  (třídě betonu)

### • PRACOVNÍ DIAGRAM VÝZTUŽNÉ OCELI



- za tepla válcovaná – větší tažnost, za studena lisovaná – vyšší mez kluzu a pevnosti

### • PRACOVNÍ DIAGRAM ZDIVA V TLAKU



- diagram a) obecný, b) idealizovaný, c) návrhový
- KRYCÍ VRSTVA BETONU
  - min. krycí vrstva musí zajistit soudržnost mezi betonem a výztuží, ochranu proti korozi výztuže, protipožární ochranu výztuže.
  - $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ 
    - kde  $c_{min,b}$  průměr prutu,
    - $c_{min,dur}$  minimální krycí vrstva s vzhledem k prostředí,
    - $\Delta c_{dur,\gamma}$  přídatná hodnota z hlediska spolehlivosti,
    - $\Delta c_{dur,st}$  redukce při použití nerezové oceli,
    - $\Delta c_{dur,add}$  redukce při dodatečné ochraně (povlak výzt.)
  - nominální hodnota  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$  ( $5 \text{ mm} < \Delta c_{dev} < 10 \text{ mm}$ )
- CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST ZDIVA
  - $f_k = K f_b^{0,7} f_m^{0,3}$  (K...0,45-0,55)
  - dolní 5% kvantil
- MODUL PRUŽNOSTI ZDIVA
  - $E = f_k K_E$ 
    - $K_E = 1000$  pro pálené, betonové, přírodní kámen...
    - $K_E = 700$  pro porobeton

## VII. DÍLČÍ SOUČINITELE

- **PRINCIPY METODY DÍLČÍCH SOUČINITELŮ**
  - polopravděpodobnostní metoda, založená na posudku porovnání návrhové hodnoty maximálního účinku zatížení  $E_d$  a návrhové (minimální) odolnosti  $R_d$  konstrukce.
  - Podmínka spolehlivosti:  $\gamma_F \cdot E_k \leq R_k / \gamma_M$   
 $\gamma_F$  ... dílčí součinitel vyjadřující rozptyl účinků zatížení  
 $\gamma_M$  ... dílčí součinitel vyjadřující rozptyl odolnosti konstrukce
- HISTORICKÉ METODY OVĚŘOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI
  - metoda dovolených namáhání, metoda stupně bezpečnosti – obě jen jednu proměnnou, nedokonalé – metoda dílčích součinitelů umožňuje zahrnout do proměnných vstupní data
- CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ZÁKLADNÍCH VELIČIN
  - zatížení  $F$ , materiálové vlastnosti  $f$  (pevnost), rozměry  $a$
  - odolnost kce  $R$ , účinek zatížení  $E$ 
    - podmínka spolehlivosti – rezerva  $Z$ :  $Z = R - E$
- STÁLÁ A PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ
  - stálé – od nosných a nenosných kci a stálých prvků; součinitel stálého zatížení  $\gamma_G = 1$  (příznivé); 1,35 (nepříznivé)
  - proměnné – od pohybu osob a přemístitelných předmětů a zařízení, sněhu, větru; součinitel proměnného zatížení  $\gamma_Q = 0$  (příznivé); 1,5 (nepříznivé)
- DÍLČÍ SOUČINITELE ZATÍŽENÍ
  - $\gamma_G; \gamma_Q \dots \gamma_F$
  - $E_d = \gamma_F E_k$
- DÍLČÍ SOUČINITELE ODOLNOSTI
  - $\gamma_M$
  - $R_d = R_k / \gamma_M$

## VIII. ZÁKLADNÍ PRVKY

- **DRUHY STROPNÍCH DESEK**

- o desky pnuté v 1 směru – prostě uložené (L až 8 m), uložené na nízkých nosnících (L až 12 m)
- o desky pnuté ve 2 směrech (L až 10 m) – žebrové, bezhřibové, hřibové, kazetové+ prefabrikované

### • PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY DESEK A NOSNÍKŮ

### • VYMEZUJÍCÍ POMĚR ROZPĚTÍ A ÚČINNÉ VÝŠKY PRŮŘEZŮ

Nosná konstrukce	$K$	$\rho = 1,5 \%$	$\rho = 0,5 \%$
Prostě podepřený nosník, prostě podepřená deska (nosná v jednom a ve dvou směrech)	1,0	14	20
Krajní pole spojitého nosníku nebo desky nosné v jednom směru, krajní pole desky nosné ve dvou směrech, spojitě ve směru kratšího rozpětí	1,3	18	26
Vnitřní pole spojitého nosníku nebo desky nosné v jednom nebo ve dvou směrech	1,5	20	30
Deska lokálně podepřená	1,2	17	24
Konzola	0,4	6	8

Pro poměry  $l/d$  menší než vymezuující hodnoty v tabulce se ukazuje, že průhyby jsou menší než  $l/250$  a výpočet přetvoření lze vynechat.

- OHYBOVÉ MOMENTY NA NOSNÍKU
  - o konzolový nosník:  $M_a = -ql^2/2$
  - o prostě uložený nosník:  $M_c = ql^2/8$
  - o vetknutý + PU:  $M_a = -ql^2/8$ ,  $M_c = ql^2/16$
  - o vetknutý:  $M_a = M_b = -ql^2/12$ ,  $M_c = ql^2/24$
- DESKY PŮSOBÍCÍ V 1 A 2 SMĚRECH
  - o momenty:  $ql^2/8$ ,  $ql^2/16$
  - o ve 2 směrech – vyšší ohyb. tuhost
- PŘEDBĚŽNÉ ROZMĚRY SLOUPŮ
  - o 140 mm – prefabrikovaný, vodorovně betonovaný sloup
  - o 200 mm – na stavbě svisle betonovaný sloup
  - o  $A_c = N_{Ed}/0,8f_{cd}$
- KRITÉRIA PRO SVISLÝ PRŮHYB VODOROVNÝCH PRVKŮ
  - o max. obecný průhyb =  $L/250$
  - o max. nadvýšení bednění =  $L/250$
  - o max. průhyb po instalaci nenosných prvků (příčky aj.) =  $L/500$

## IX. ZÁKLADY

- TYPY ZÁKLADŮ
  - o patky, pasy, desky, piloty (vetknuté, opřené, plovoucí), kesony, studně
- HLOUBKY ZALOŽENÍ
  - o do nezámrzné hloubky (Mapa hloubek promrzání zákl. půdy) – 0,8-1,5 m
- FUNKCE ZÁKLADŮ
  - o přenesení zatížení do základové půdy (zeminy, skalního masivu)
- POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ZÁKLADŮ
  - o patky: dobrá únosnost podloží
  - o pasy: blízkost patek nebo proměnlivá únosnost podloží
  - o desky: neúnosná základová půda
  - o piloty: neúnosná základová půda a příliš hluboko umístěné pevné podloží
- SEDÁNÍ ZÁKLADŮ + MEZNÍ DEFORMACE
  - o požadavky na sedání základů: celkové sedání omezené, relativní sedání co nejmenší
  - o deformace přesahující míru  $1/250$  může způsobit nepohodlí obyvatel

## X. ZDĚNÉ KONSTRUKCE

### • SLOŽKY ZDIVA, TYPY KONSTRUKCÍ

- složky: zdící prvky EN 720, pevnost  $f_b = \delta \times f_u$  (součinitel rozměru  $\times$  průměrná pevnost); malta např. M10 –  $f_m = 10$  MPa; cement:vápno:písek 1:1:5
- většinou svislé kce – sloupy, stěny; případně klenby, překlady
- charakteristická pevnost zdiva:  $f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3}$  (K...0,45-0,55)

### • ODOLNOST OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZU PATY A HLAVY PRVKU

- $N_{Rd} = b t f_d \Phi_{i,m}$ 
  - $N_{Rd}$  je návrhová odolnost obdélníkového průřezu,
  - $b$  šířka prvku,
  - $t$  tloušťka stěny (bez omítky),
  - $\Phi_{i,m}$  redukční koeficient –  $\Phi_i = 1 - 2e_i/t$
  - $f_d$  návrhová pevnost zdiva ( $f_k / \gamma_M$ )

### • ODOLNOST OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZU UPROSTŘED PRVKU

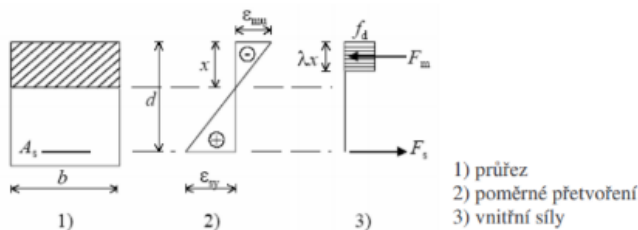
- $\Phi_m = A_1 \exp(-u^2/2) < 1$ 
  - celk. excentricita  $e_{mk}$ :  $A_1 = 1 - 2e_{mk}/t$ ,

### • CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST ZDIVA

- $f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3}$  (K...0,45-0,55)

### • PŘEDPOKLÁDANÉ ROZDĚLENÍ NAPĚTÍ ZDĚNÉ STĚNY

Při určování návrhové hodnoty momentu odolnosti průřezu můžeme pro zjednodušení uvažovat obdélníkové rozdělení napětí po výšce  $\lambda x$ ;  $\lambda$  viz EN 1992-1-1,  $x$  je vzdálenost neutrální osy od tlačného okraje průřezu (viz obr. 2.6).



Obr. 2.6: Rozdělení napětí a poměrných přetvoření