

## BZA2 – VÍCEPODLAŽNÍ BUDOVY

- ÚVOD
- RÁMOVÉ KONSTRUKCE
- ZTUŽUJÍCÍ STĚNY
- **ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE** – typy základů, požadavky, podmínky spolehlivosti, navrhování základových patek, pásů a desek (statické působení, výpočet účinku zatížení, dimenzování, vyztužení), zásady navrhování pilotových základů
- SCHODIŠTĚ
- SUTERÉNNÍ A OPĚRNÉ STĚNY

1

### funkce, požadavky:

přenášení veškerého zatížení objektu ze svislých nosných prvků do základové zeminy (podloží) tak, aby nedošlo k poruchám v podloží ani ve stavebním objektu

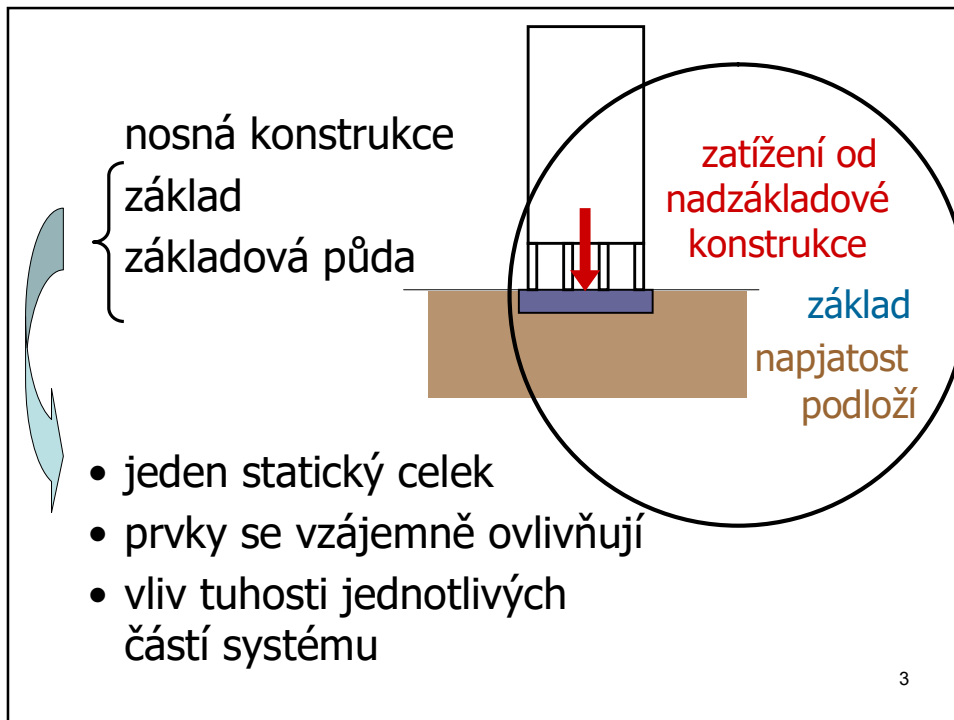
→ hlediska posouzení:

- **spolehlivost základové zeminy**  
(únosnost, stabilita, deformace - sedání)
- **spolehlivost vlastního bet. základu** (MSÚ, MSP)

### typy základů:

- **plošné** (patky, pásy, rošty, desky)
- **hlubinné** (piloty, studny, stěny, kesony)

2



namáhání základové konstrukce ovlivňuje :

- **CHARAKTER ZAKLÁDANÉHO OBJEKTU**  
(konstrukční systém a jeho tuhost, rozsah a počet podlaží, ...)
- druh základové půdy a její vlastnosti – únosnost podloží,  
**STLAČITELNOST PODLOŽÍ**
- **TUHOST SAMOTNÉHO ZÁKLADU**

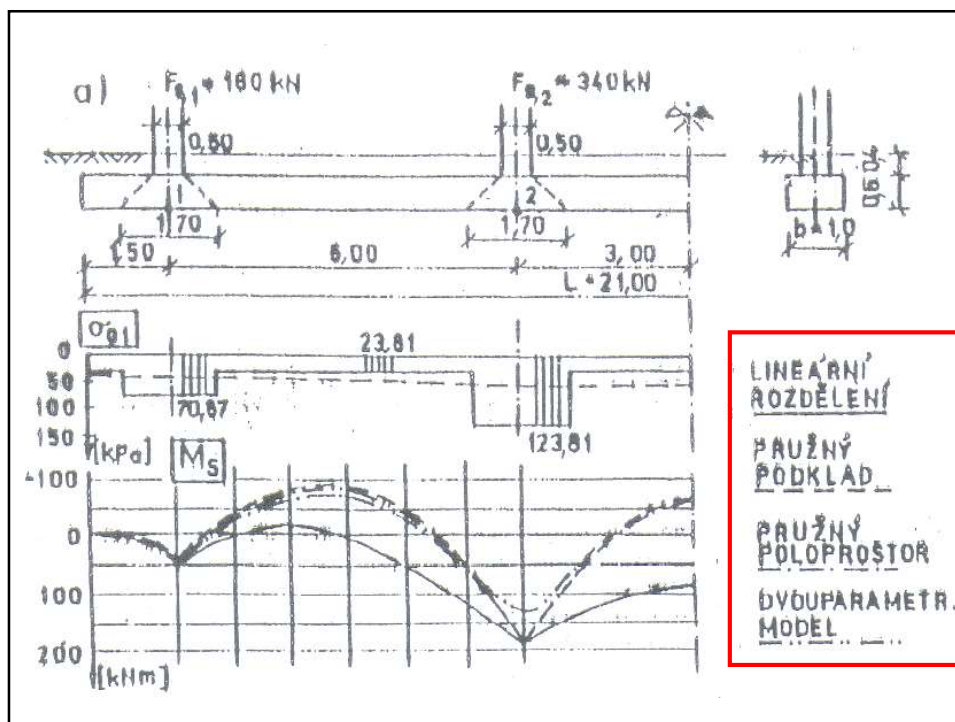
různé stupně (úrovně, náročnost) návrhu

- všechny tři prvky systému se navzájem ovlivňují (iterace)
- zjednodušené postupy

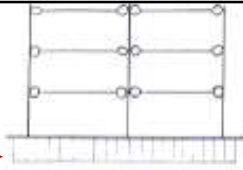
### napjatost podloží – VZTLAK V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE

- vliv interakce nadzákladové konstrukce a základů s podložím
- deformace → rozdělení napětí v základové spáře
- předpoklady – modely chování podloží:
  - rovinnost zákl. spáry i po zatížení → lineární rozdělení napětí
  - Winklerův model pružného podkladu
  - pružný poloprostor
  - parametrické modely podloží

5



## Úroveň 0



Lineární rozdělení napětí pod základem

Podmínky :

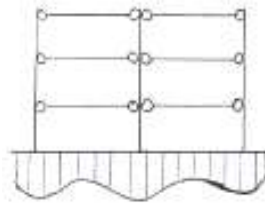
- kontaktní napětí nepřesahuje návrhové hodnoty
- MSP : konstrukční systém není ovlivněn sedáním, rozdíly v sedání jsou malé
- MSÚ : konstrukční systém je schopen plasticky se deformovat, takže rozdíly v sedání neovlivní návrh

malá věrohodnost průběhu vnitřních sil v základ.  
konstrukci

nedává podklad pro výpočet diferenčního sedání

7

## Úroveň 1



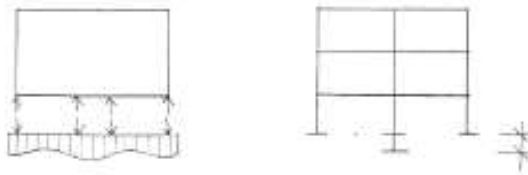
Kontaktní napětí je stanoveno  
s přihlédnutím k poměrným tuhostem  
základu i podloží → **interakce podloží základ**

Podmínky :

- MSP - použitelnost konstrukce neovlivní deformace podloží
- MSÚ - konstrukční systém je dostatečně duktilní

8

## Úroveň 2



- uvažuje se vliv deformace základu na horní konstrukci
- nadzákladová konstrukce se vyztužuje s přihlédnutím k deformaci základu

## Úroveň 3

interakce horní konstrukce - základ - podloží

9

## výběr výpočetního modelu:

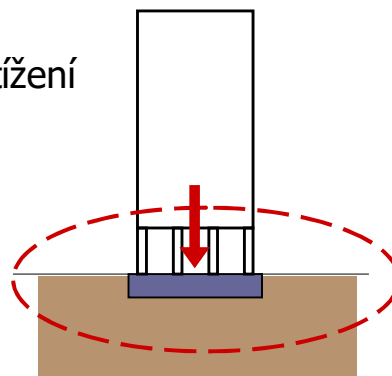
- výběr stupně analýzy podle složitosti a náročnosti systému  
budova – základ – podzákladí

- zjednodušeně:

horní stavba = zatížení

- tuhost nadzákladové konstrukce
- tuhost základové konstrukce
- stlačitelnost podloží

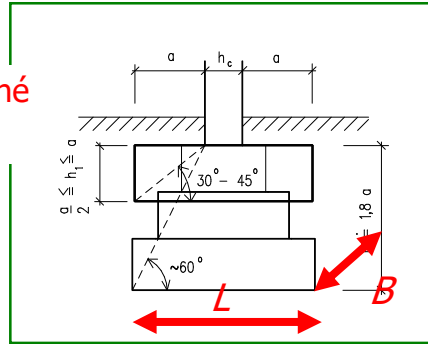
základ  
+ podloží



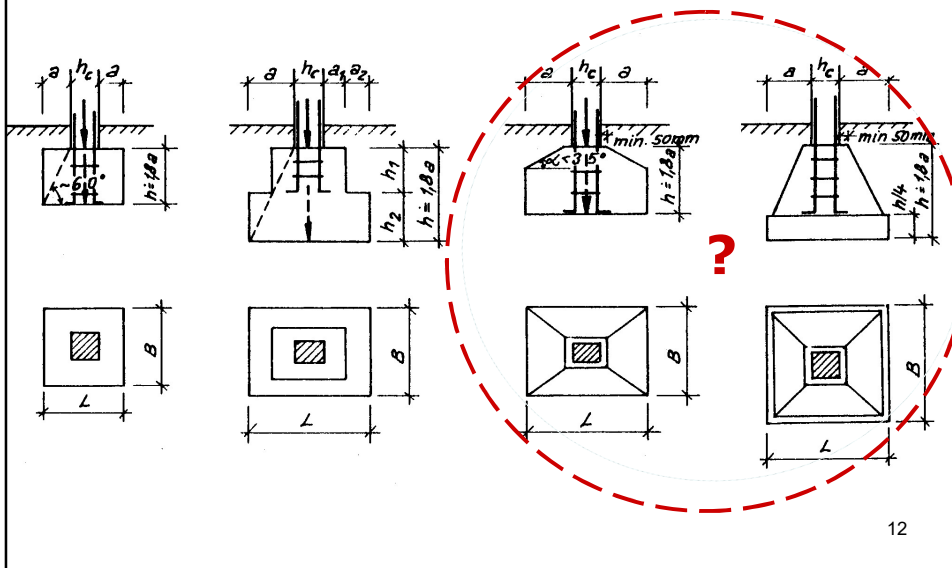
10

## PATKY

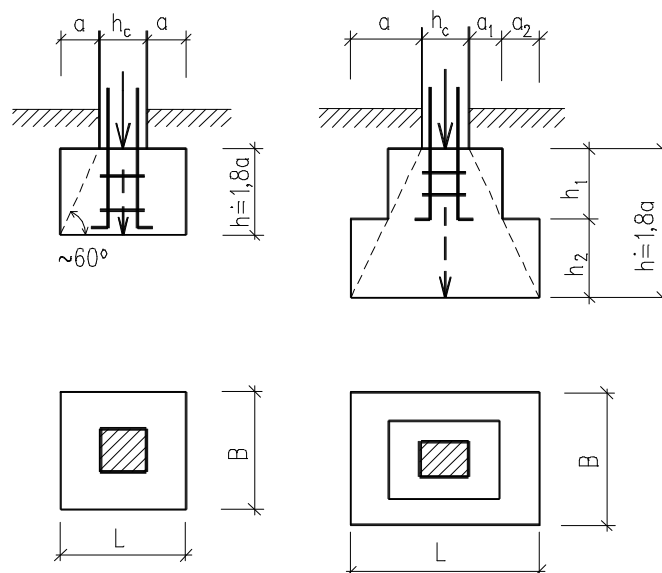
- napětí v základové spáře (obvykle předpoklad lineárního rozdělení)
  - centrické zatížení  $\rightarrow \sigma = (N + G_{0z})/A_z$
  - excentrické – rovnoměrné  $\sigma = (N + G_{0z})/A_{z,eff}$
- typy podle vyztužení:
  - prostý beton
  - ŽB
- podle tvaru



## tvary patek z prostého betonu

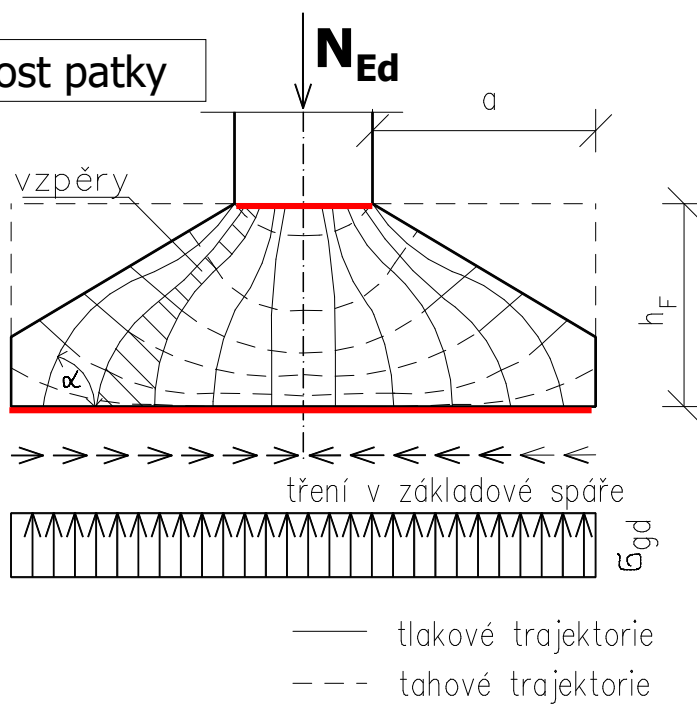


## základové patky z prostého betonu



13

## napjatost patky

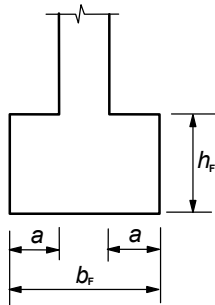


4

## postup návrhu

- půdorysné rozměry – podle parametrů zeminy
  - výška – odhad z empirického vztahu (úhel  $\sim 60^\circ$  - lépe zpřesnit výpočtem z únosnosti v ohybu)
  - určení vlastní tíhy
  - ověření – půdorysné rozměry (zpřesnění napětí v základové spáře)
  - ověření únosnosti betonu v ohybu (úprava  $h_F$ )

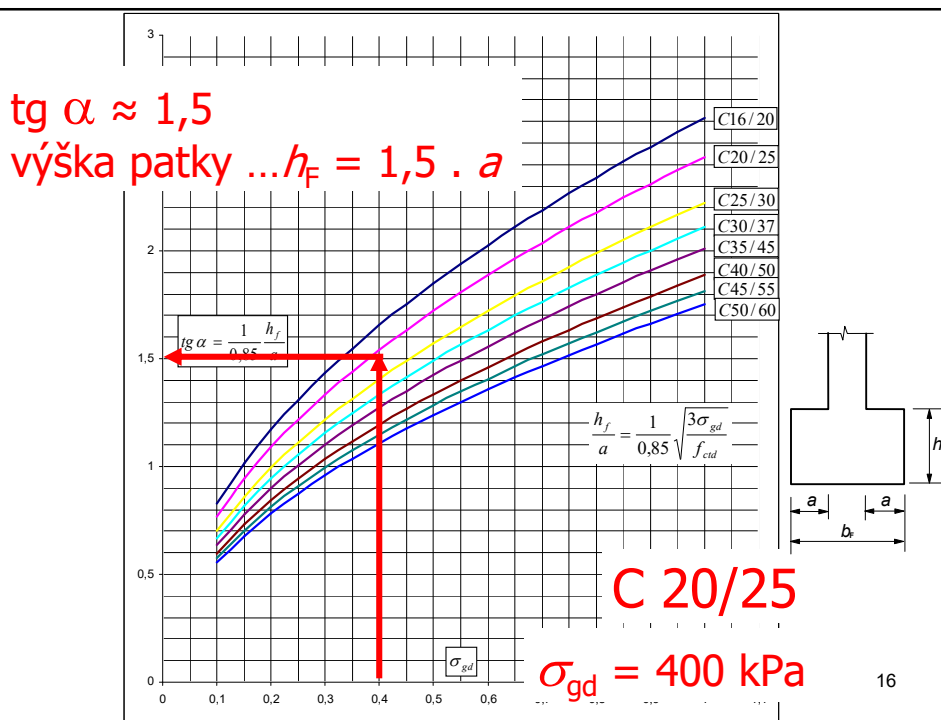
bezpečnost



$$\frac{0,85 \cdot h_F}{a} \geq \sqrt{3} \frac{\sigma_{gd}}{f_{ctd}}$$

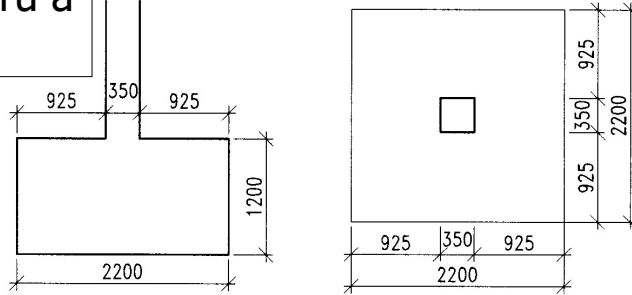
$$f_{ctd} = \alpha_{ct,pl} f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,7 \text{ (NP)} \quad \gamma_c = 1,5$$

15





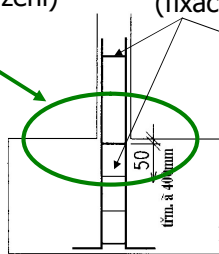
## výkres tvaru a výztuže



soustrředěný tlak  
(posouzení, výztužení)

třmínky  
(fixace výztuže)

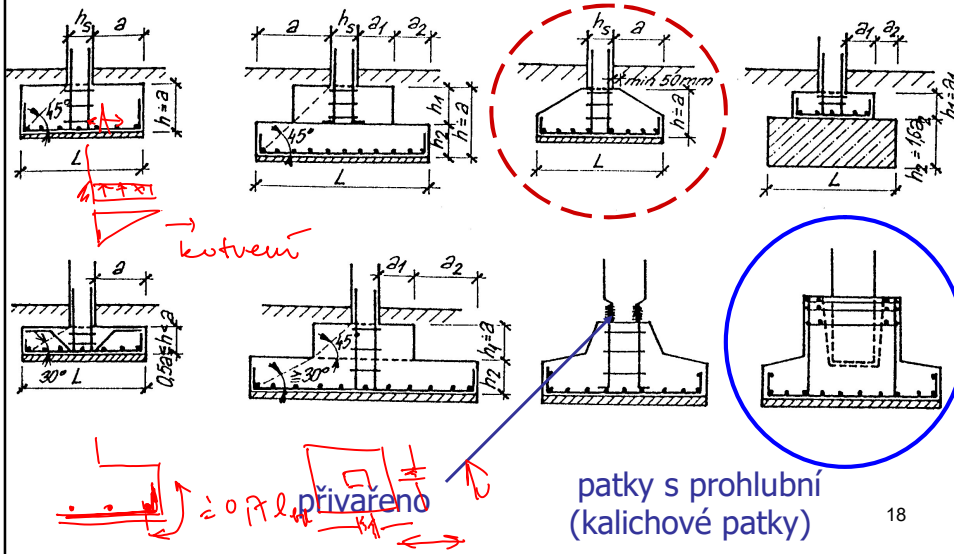
přesahová délka  
(počítat, kótovat)



φR8

kotevní výztuž  
(poloha, délka)

## Tvary patek ze železobetonu

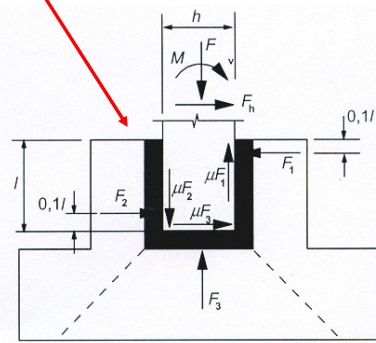
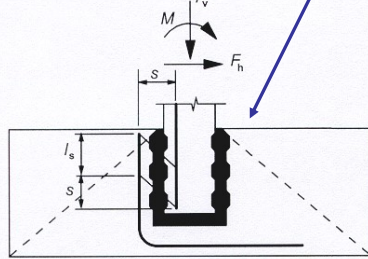


patek s prohlubní  
(kalichové patek)

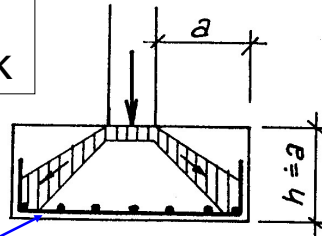


prohlubeň- kalich

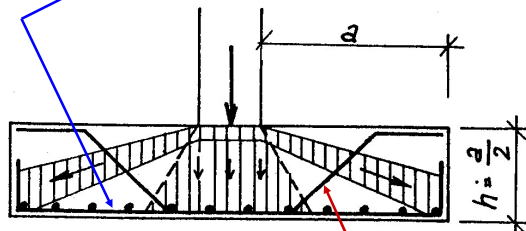
se **zazubným povrchem**  
s **hladkým povrchem**



vyztužení  
železobetonových patek



podélná výztuž  
( $a_{s,min}$ , krytí, mezery)



+ kotevní výztuž sloupů + třmínky

výztuž na protlačení

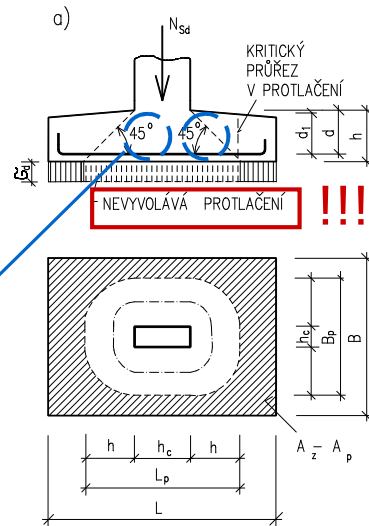
+ event. vyztužení pod sloupem (příčná tahová namáhání)

## protlačení základové patky nebo desky

hledá se rozhodující  
poloha  
kontrovaného  
obvodu  
resp.  
nejnebezpečnější  
sklon trhliny

$$0,5d \leq a \leq 2d$$

$$\alpha = ?$$



$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

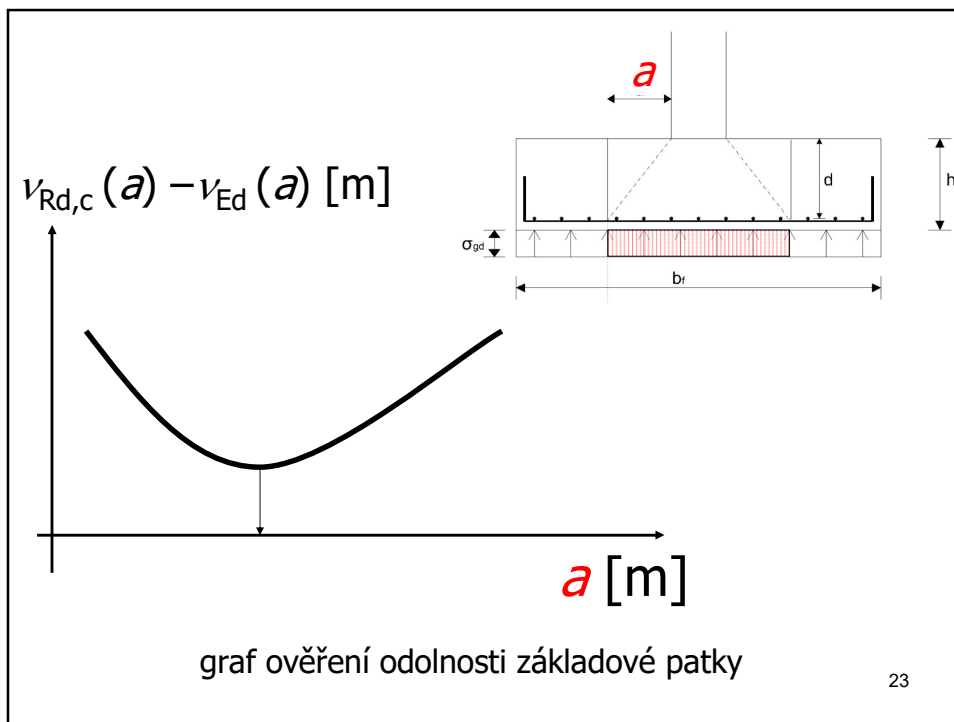
$$\Delta V_{Ed} = \sigma_{gd} \cdot A(a)$$

$$A(a) = \pi \cdot a^2 + c_1 c_2 + 2a(c_1 + c_2)$$

$$u(a) = 2\pi a + 2(c_1 + c_2)$$

$$v_{Ed}(a) = \frac{V_{Ed,red}}{u(a) \cdot d}$$

$$v_{Rd,c}(a) = C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} \frac{2d}{a} \geq v_{min} \frac{2d}{a}$$



23

### ověření odolnosti základové patky proti protlačení – příklad

$a$	$u(a)$	$A(a)$	$V_{Ed,red}(a)$	$v_{Ed}(a)$	$v_{Rd,c}(a)$	$v_{min} \cdot 2d/a$
[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[MN]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
0,50 $d$	3,452	0,891	2,879	1,585	1,666	1,576
0,66 $d$	3,981	1,204	2,731	1,304	1,262	1,194
0,75 $d$	4,279	1,399	2,638	1,172	1,111	1,051
1,00 $d$	5,105	2,016	2,347	0,874	0,833	0,788
1,25 $d$	5,931	2,742	2,003	0,642	0,666	0,630
1,50 $d$	6,757	3,576	1,609	0,453	0,555	0,525
1,75 $d$	7,584	4,519	1,163	0,292	0,476	0,450

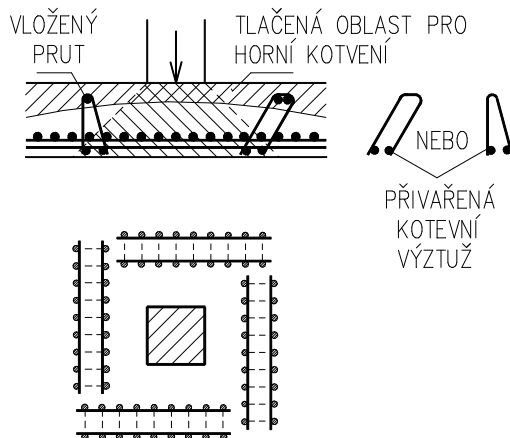
$$v_{Ed(uo)} < v_{Rd,max} \quad \text{vyhovuje}$$

$$v_{Ed(a)} < v_{Rd,c(a)} \quad \text{nevyhovuje pro některé úhly } \theta$$

$\Rightarrow$  zvětšit výšku patky  
 $\Rightarrow$  zlepšit beton  
 $\Rightarrow$  přidat výztuž na protlačení

24

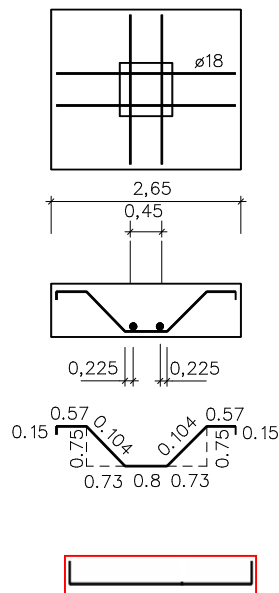
výztuž na protlačení  
**TŘMÍNKY ???** ... speciální **SMYKOVÉ LIŠTY**  
 (nikoliv ze smykových trnů)



25

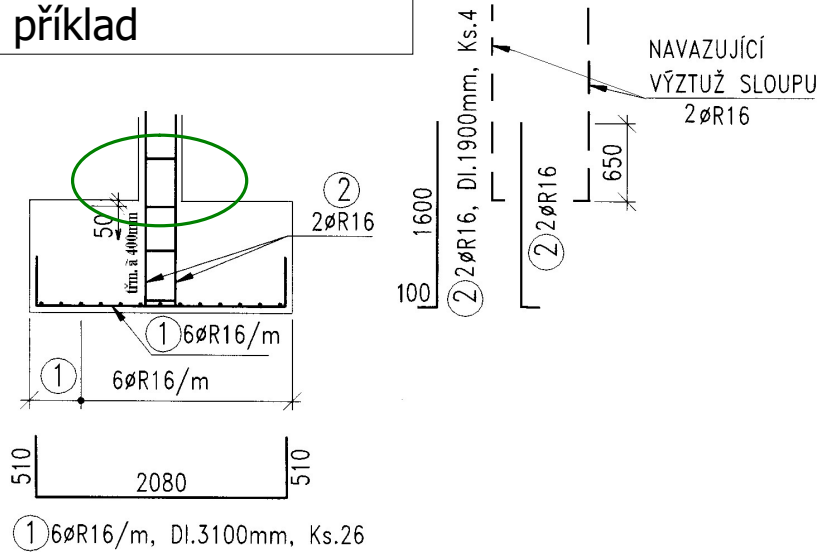
výztuž na protlačení  
 nejčastěji  
**OHYBY**

**+ výztuž vodorovnou  
 dole na ohyb**



26

# vyztužení ŽB patek - příklad



27

REZ A-A

REZ B-B

REZ C-C

PRŮJEM	Ø (mm)	Léžka (mm)	POČET ks	CELKOVÁ DÉLKA (mm)	
				Ø 16mm	Ø 8 mm a 22mm
1	16	2000	12	24,000	
2	16	2000	21	50,400	
3	22	1410	10		14,100
4	8	1300	2		2,600
5	8	1900	7		13,300
6	8	2000	4		8,000
7	8	1800	4		7,200
8	8	850	7		5,950
CELKOVÁ DÉLKA				100,650	34,900
PRŮMĚR PRŮJEM	(mm)			1,578	0,305
PRŮMĚR CELKEM	(mm)			177,889	16,637
					31,698

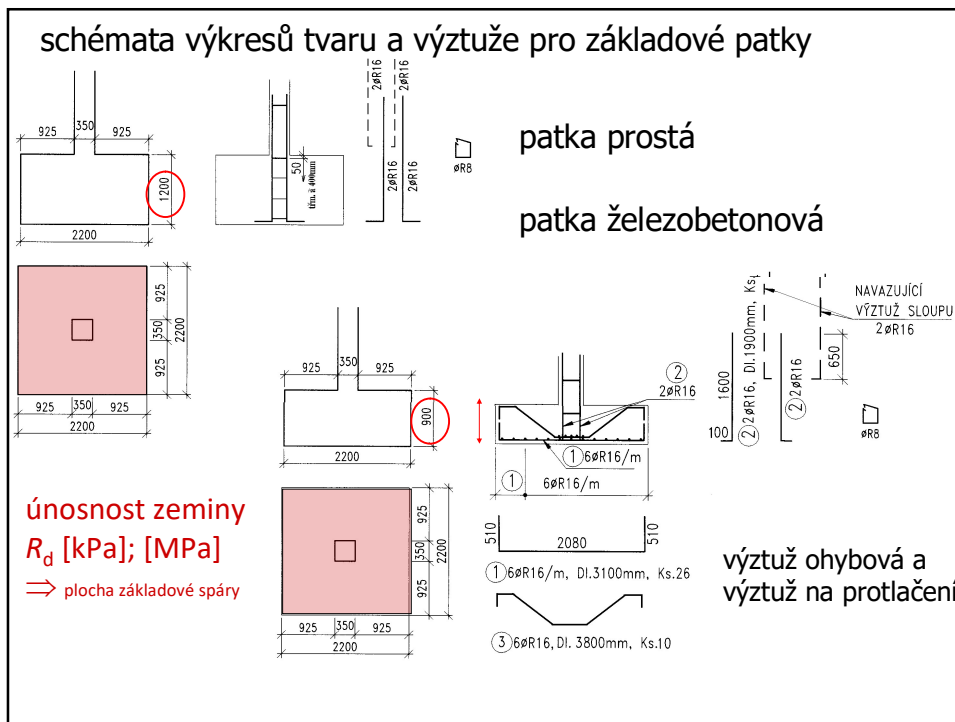
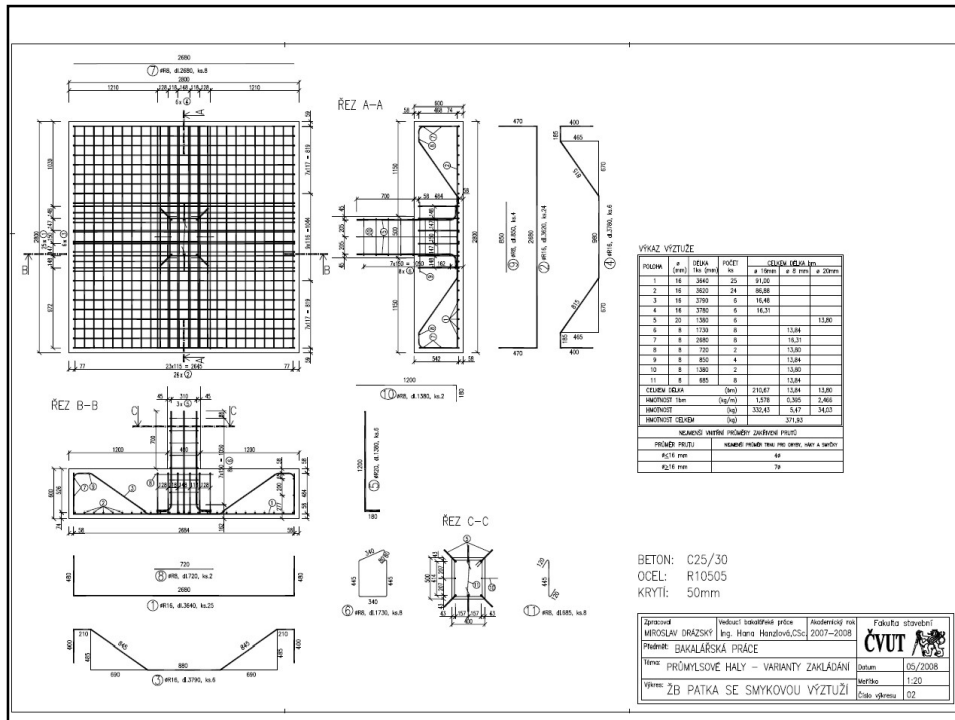
NEKOROVANÉ VÝZTUŽNÍ PŘÍMÉRY ZVÝŠENÉHO PRŮJEMU

PRŮMĚR PRŮJEM	NEKOROVANÉ VÝZTUŽNÍ PŘÍMÉRY ZVÝŠENÉHO PRŮJEMU
Ø 16 mm	Ø 16 mm
Ø 22 mm	Ø 22 mm

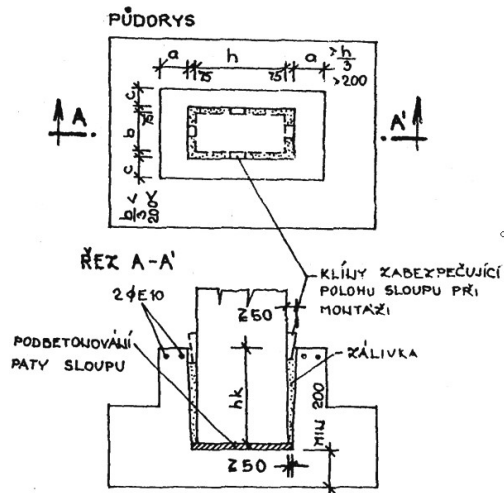
BETON: C25/30  
OCEL: R10505  
KRYTÍ: 50mm

Zpracoval	vedoucí inženýrské práce	akademický inž.	Fakulta stavební
MIROSLAV DRAŽEKÝ	Ing. Hana Hančlová, CSc.	2007-2008	ČVUT
Pracovní: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
Téma: PRŮMYŠLOVÉ HALY - VARIANTY ZAKLÁDÁNÍ			datum: 05/2008
Výsledek: ŽB PATKA BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE			stránka: 1/20
			číslo výkresu: 01

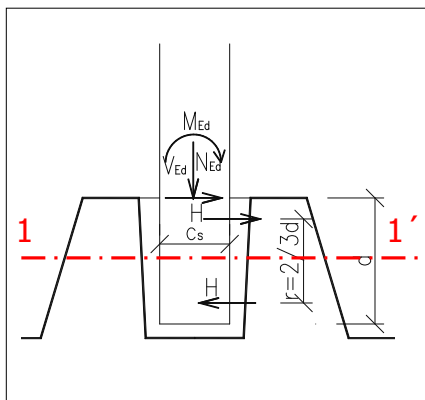
28



# patka s prohlubní- kalichová patka

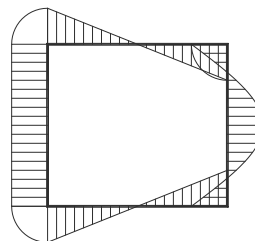
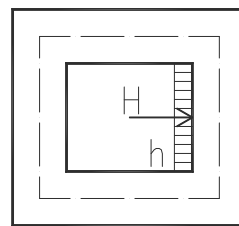


31

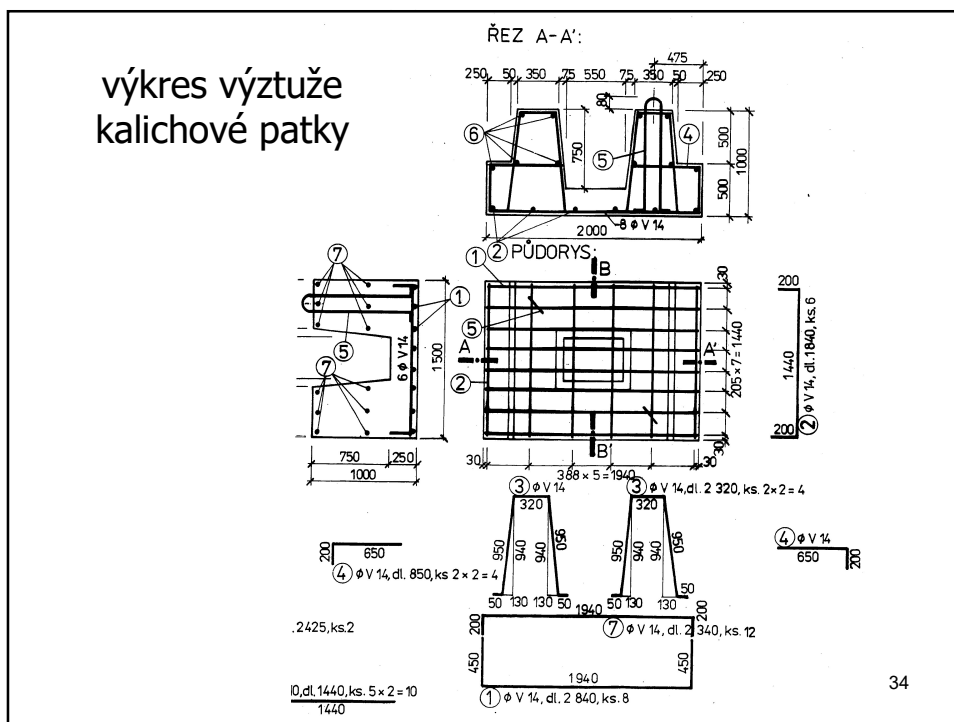
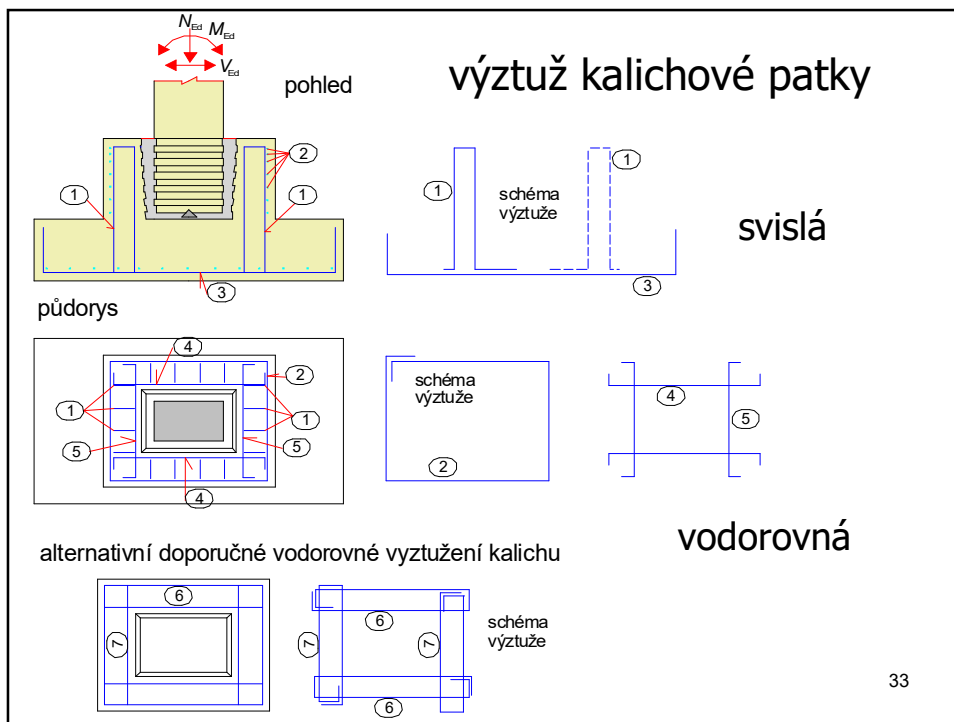


statické působení kalichu

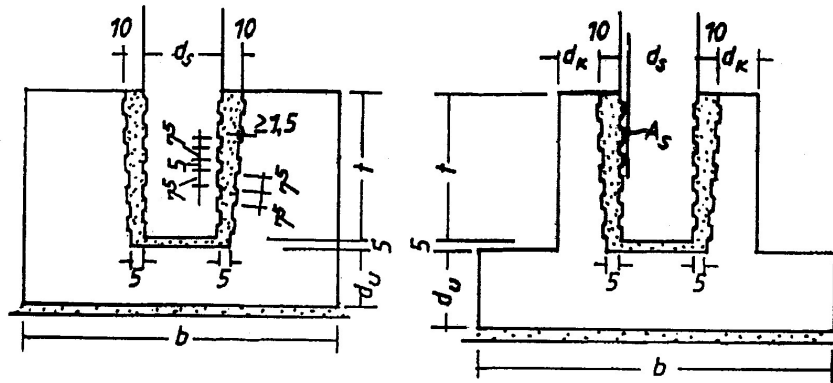
řez 1 - 1'







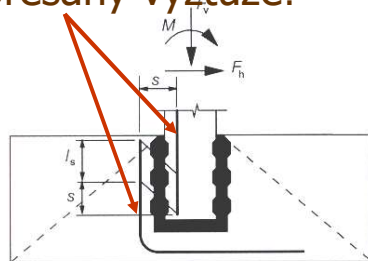
## Patka s profilovanou prohlubní (kalichem)



35

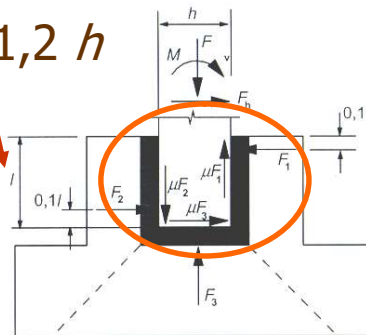
## základy s prohlubněmi (kalichy)

přesahy výztuže!



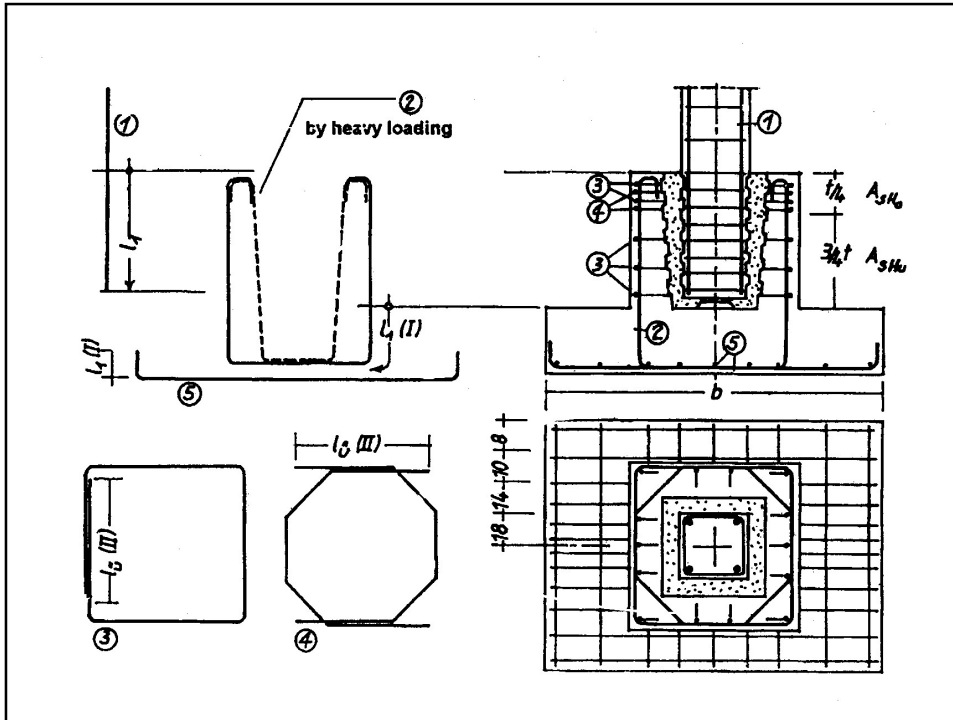
s profilovaným povrchem  
monolitický spoj

$l \approx 1,2 h$

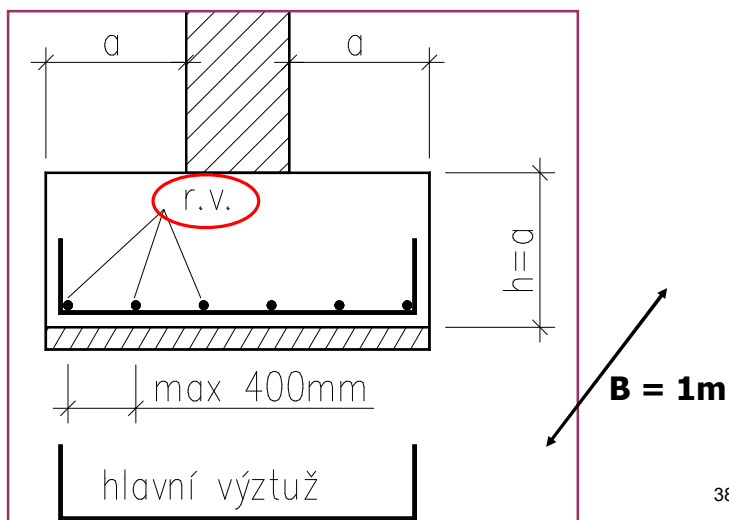


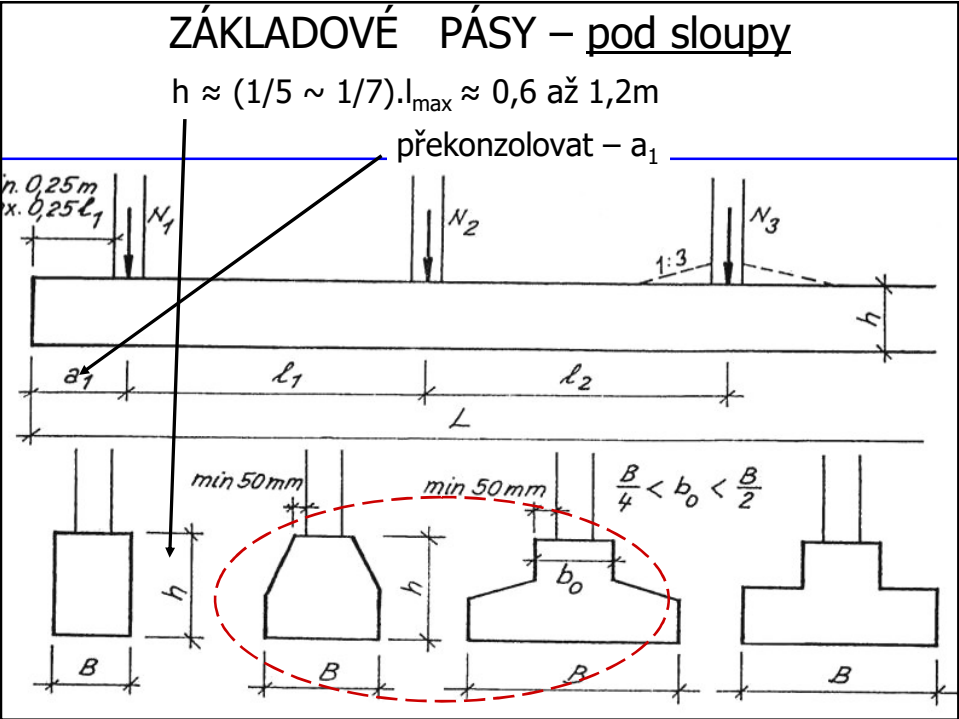
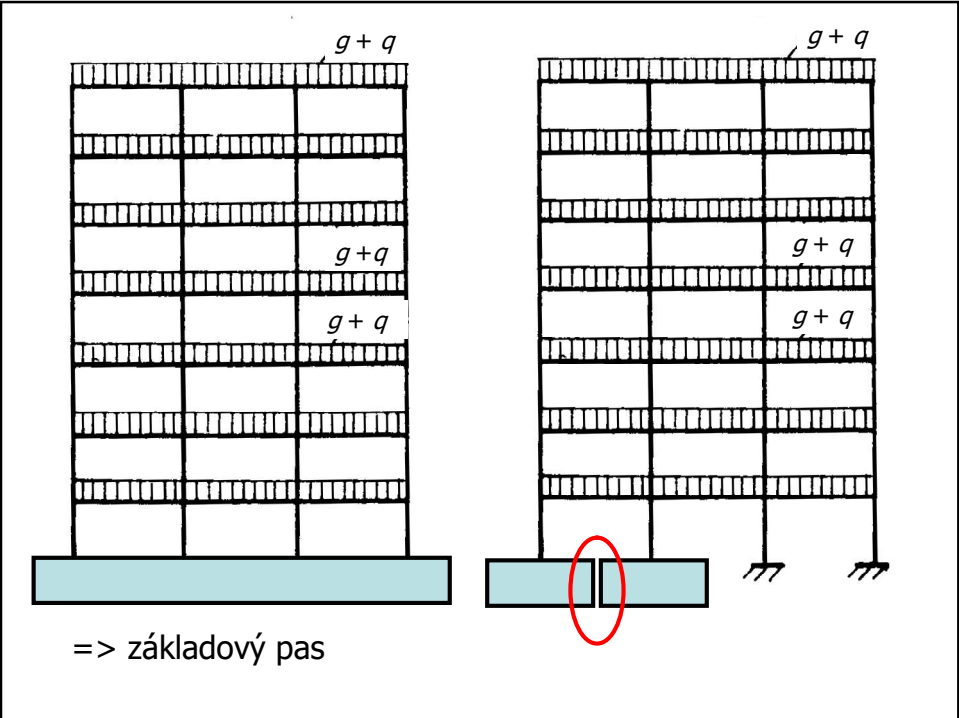
s hladkým povrchem  
posoudit protlačení

36



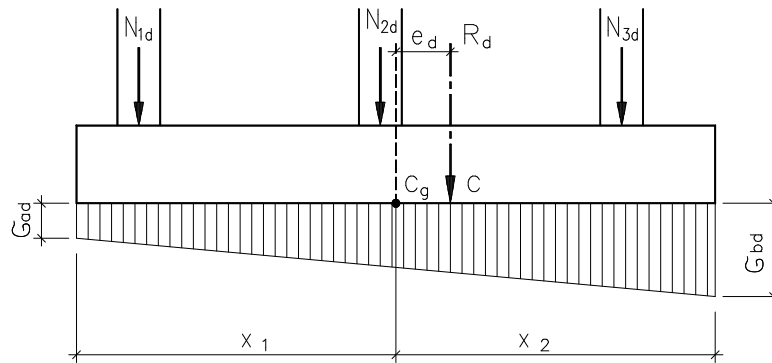
**ZÁKLADOVÉ PÁSY – pod stěnami**  
 příčný směr - jako patky se šířkou  $B = 1\text{m}$   
 podélný směr – rozdělovací výztuž





## rozdělení napětí v základové spáře

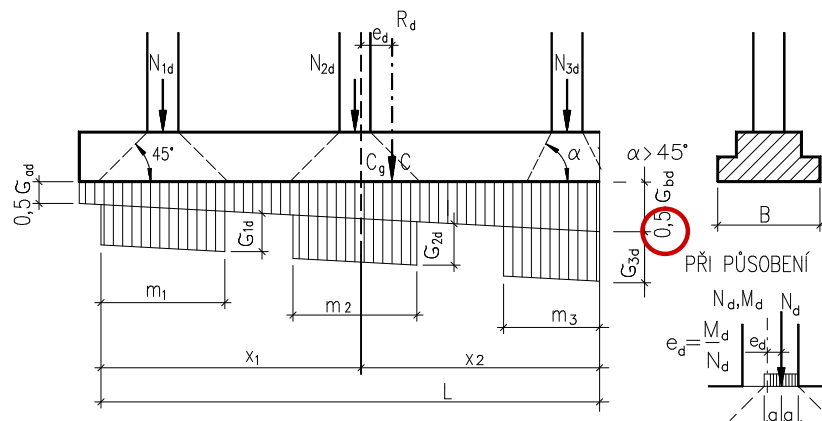
nadzákladová konstrukce měkká  
stlačitelné podloží + tuhý nebo ohebný základ



napětí se určí z rovnováhy sil a momentů

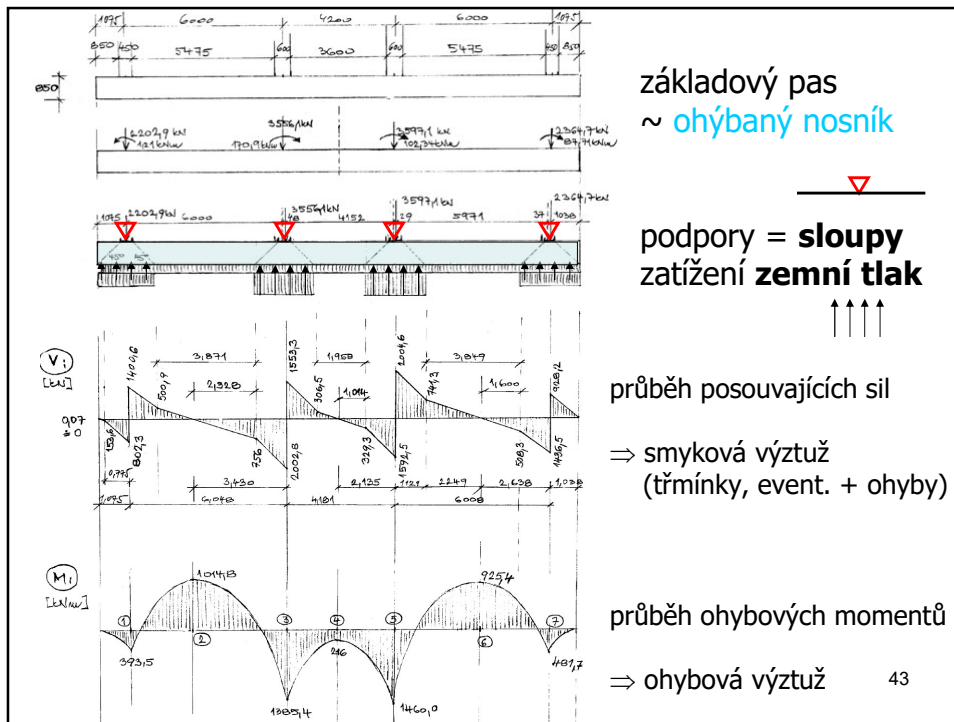
41

nadzákladová konstrukce měkká  
pásky ohebné na méně stlačitelném podloží

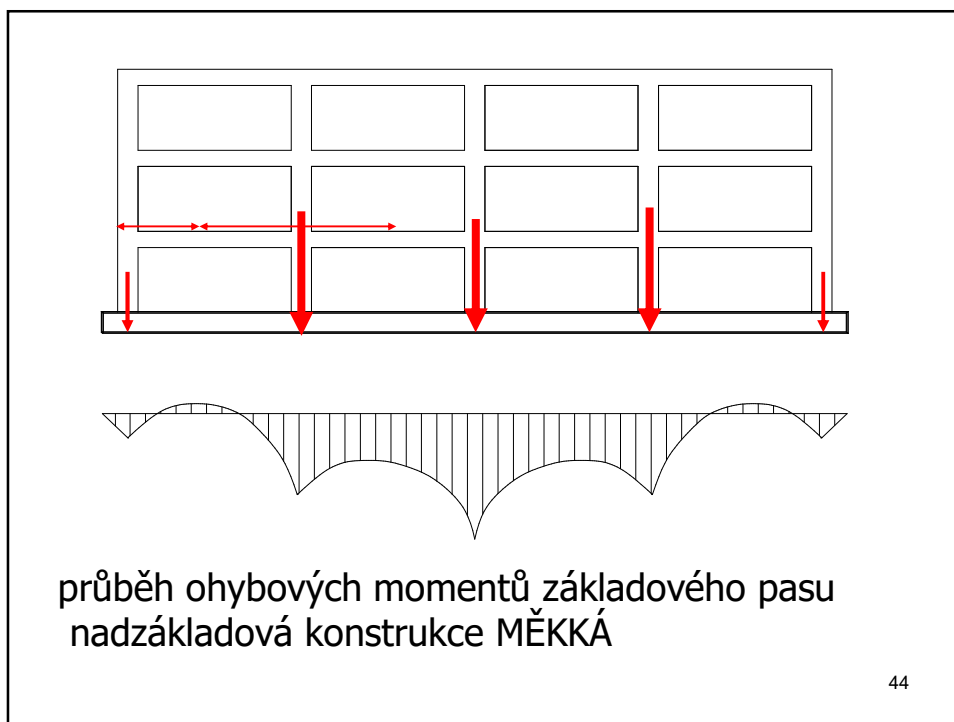


U delších základů vede toto zjednodušené rozdělení napětí k nereálným silovým účinkům. Proto je u delších základových pásků vhodné idealizovat podloží např. pružným podkladem nebo jinak .

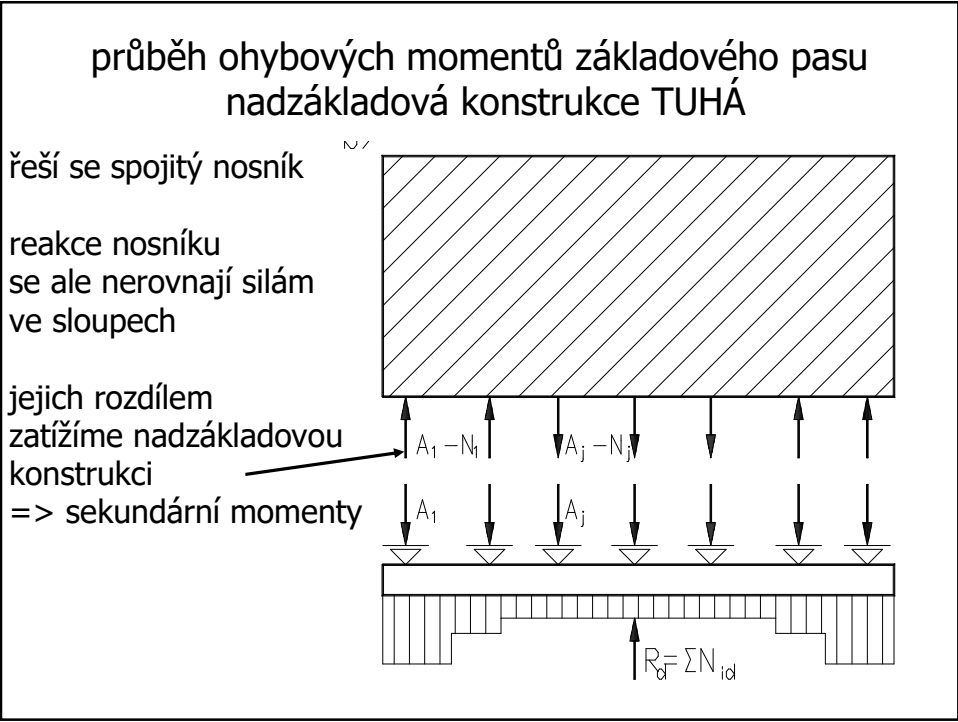
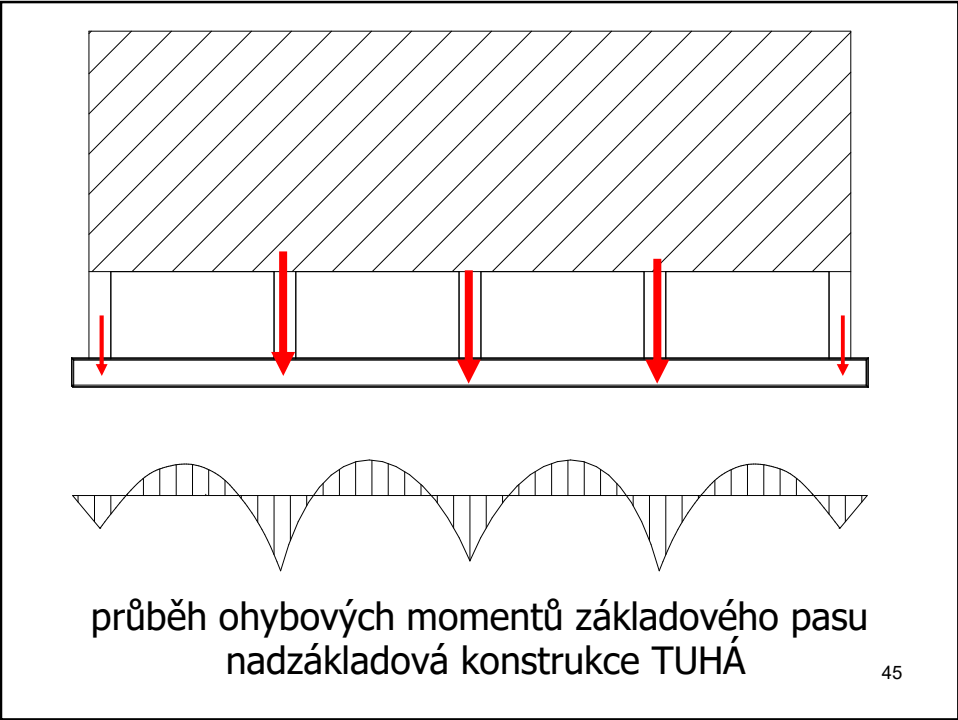
42



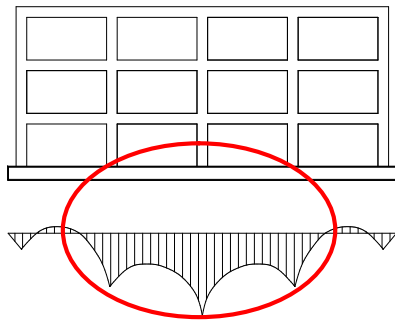
43



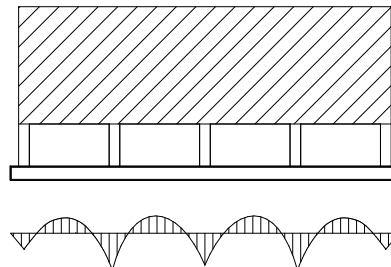
44



a) rám



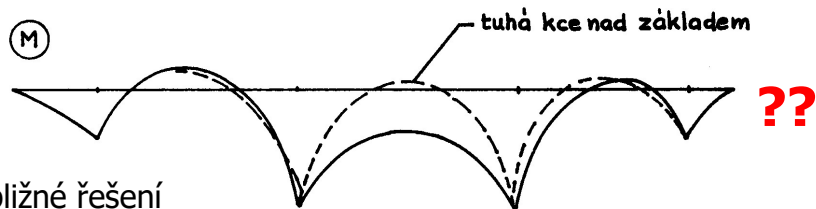
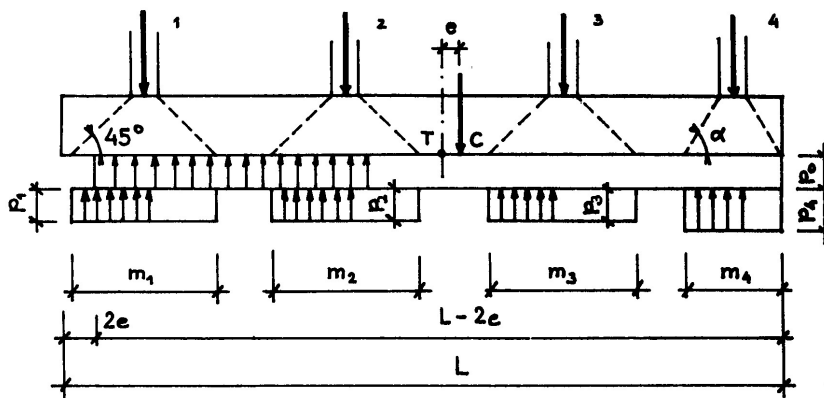
b) stěna



průběh ohybových momentů základového pasu

a) nadzákladová konstrukce **MĚKKÁ**

b) nadzákladová konstrukce **TUHÁ**



přibližné řešení

⇒ dáme výztuž i tam, kde by podle výsledků výpočtu nemusela být (z průběhu ohybových momentů)

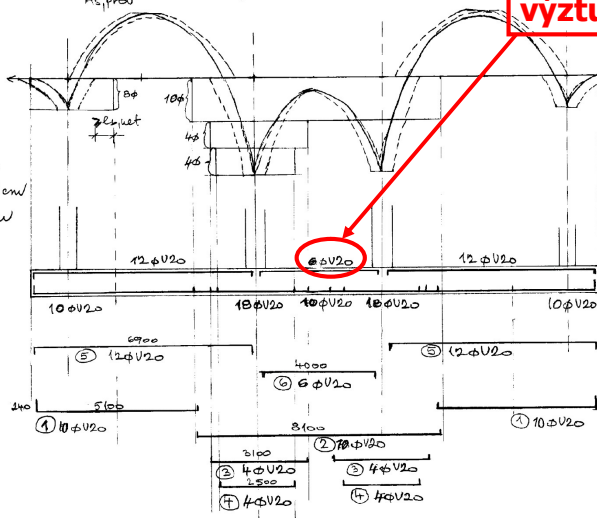


ROZDĚLENÍ MATERIÁLU (PODĚLNÁ VÝZTUŽ)

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 10 \cdot 700 \cdot \frac{1}{3} = 2350 \text{ mm}$$

**alespoň minimální výztuž**

MĚŘÍTKA:  
3000mm = 1cm  
1m = 1cm



$$\mu_j = \frac{0,9d}{2} = 0,45d$$

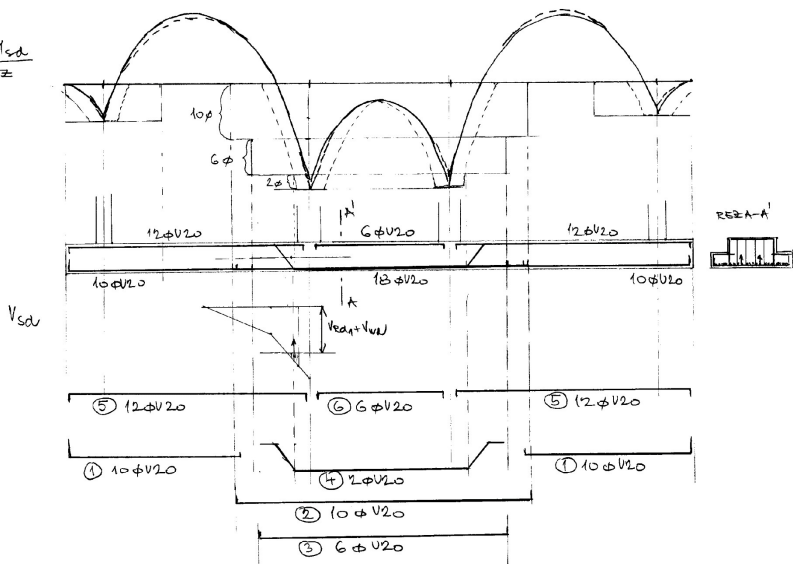
$$= 0,45 \cdot 75 = 360 \text{ mm}$$

KOTEVNÍ DÉLKA:  
 $l_b = 45\phi = 45 \cdot 20 = 900 \text{ mm}$   
 $\rightarrow \alpha_a = 0,7$   
 spodní výztuž  
 $l_{b,net} = 0,7 \cdot 900 = 630 \text{ mm}$   
 horní výztuž  
 $l_{b,net} = 0,7 \cdot 900 = 630 \text{ mm}$   
 PŘESAHOVÁ DÉLKA  
 $l_s = (1,4 + 2\phi) l_{b,net}$   
 (viz příloha 1b)

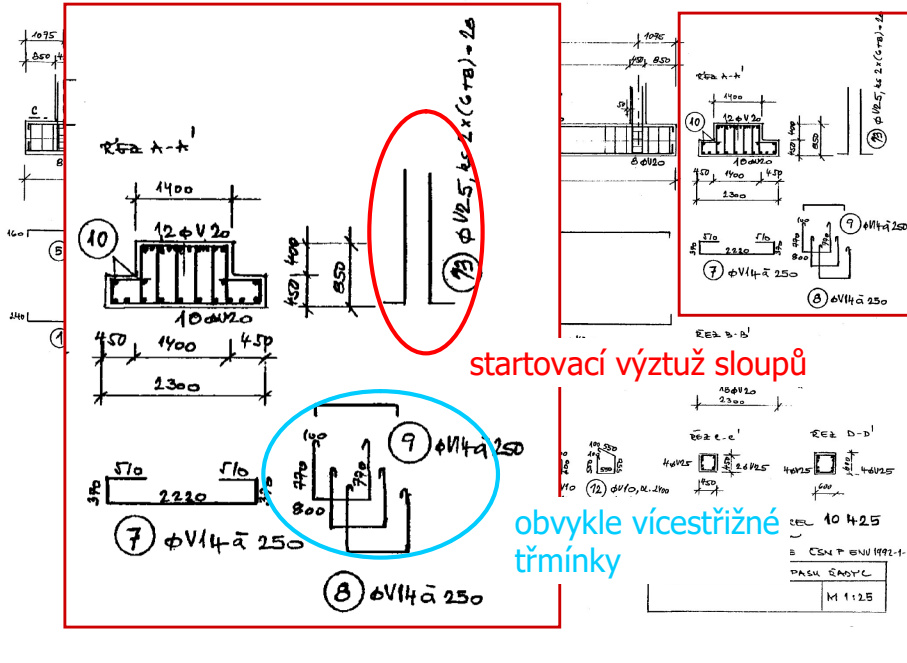
ROZDĚLENÍ MATERIÁLU (ALTERNATIVA PRŮKOVÉ VÝZTUŽE)

$$\frac{M_{sd}}{z}$$

-0,4-

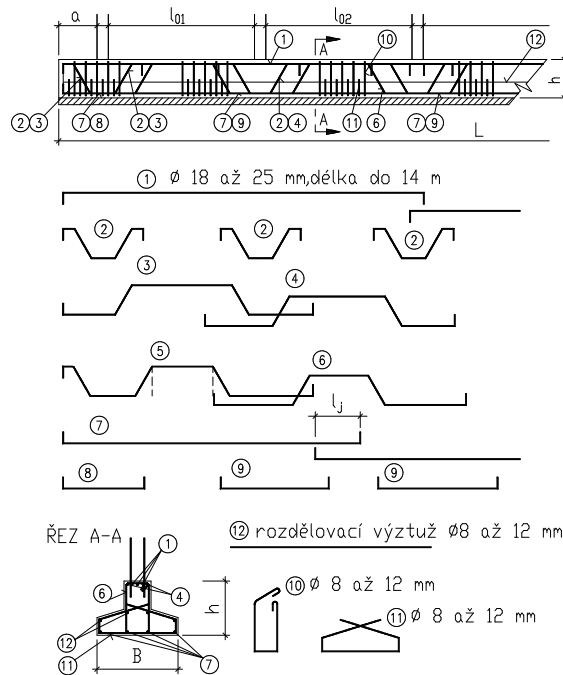


## výkres výztuže základového pasu

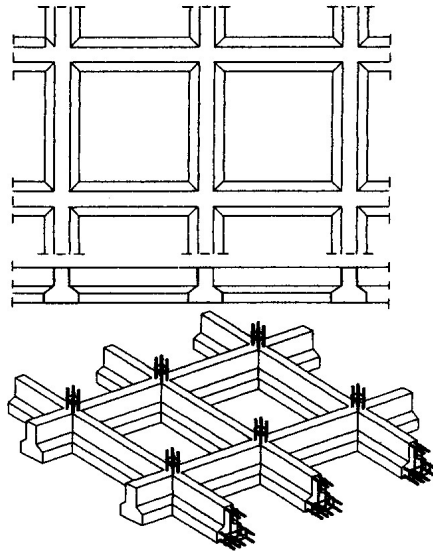


## výkres výztuže základového pasu

smyková výztuž  
 je tvořena  
 třmínky a ohyby



## ZÁKLADOVÉ ROŠTY



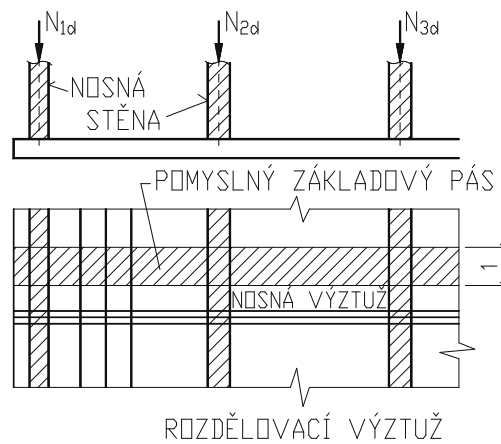
53

## ZÁKLADOVÉ DESKY

- pod nosnými stěnami

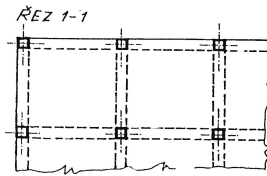
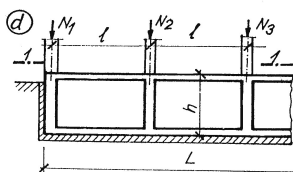
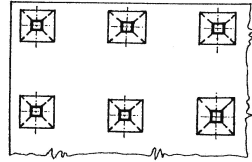
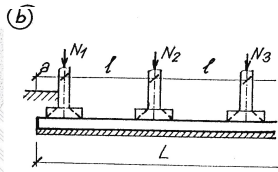
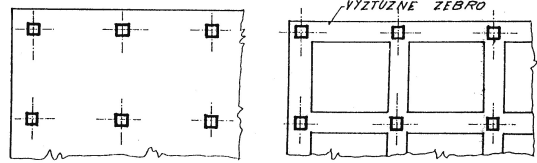
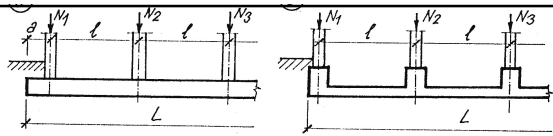
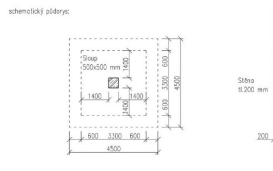
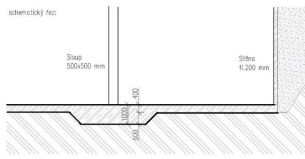
1m pruh  $\approx$   
základový pas pod sloupy

přihlédnout k tuhosti  
podloží i nadzákladové  
konstrukce

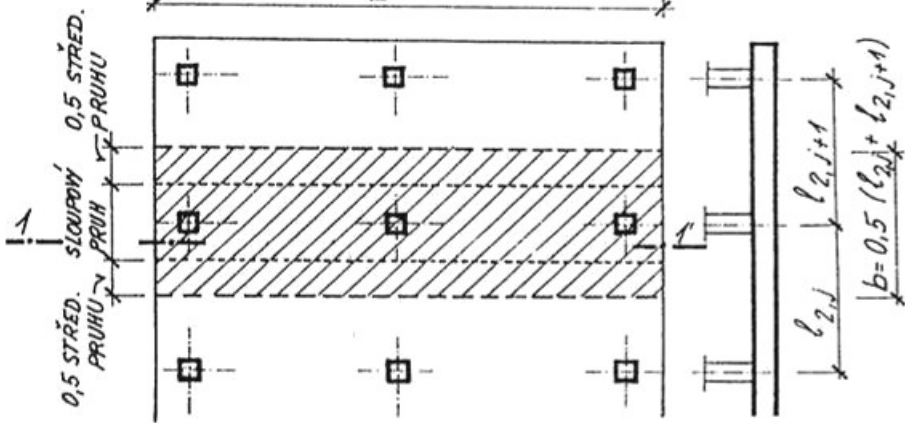
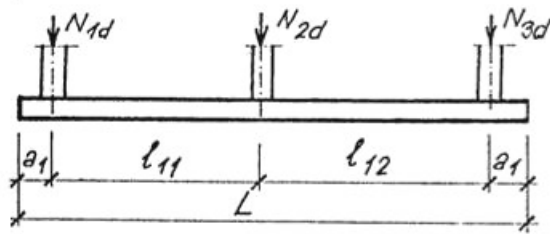


# ZÁKLADOVÉ DESKY

- pod sloupy
- řešíme jako lokálně podepřené desky



## REZ 1-1'



## PILOTY

### Podle technologie

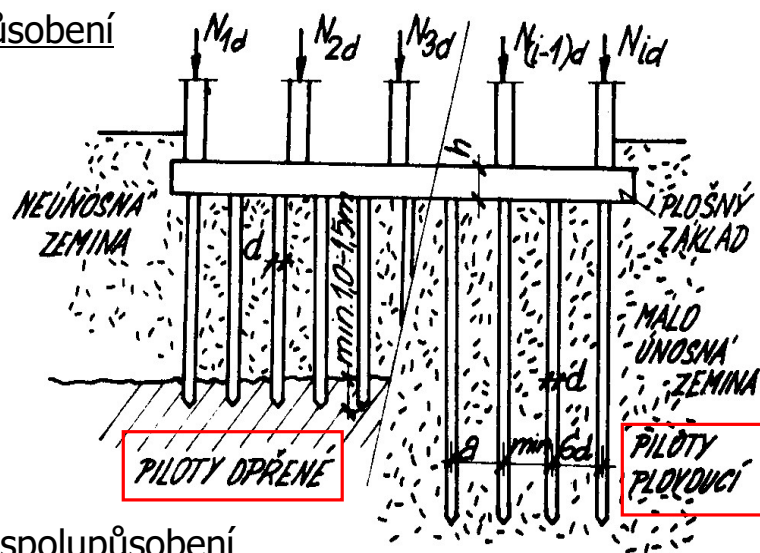
- beraněné
- vibrované a vibroflotace
- vrtané a kořenové
- spouštěné (studně, kesony) a těžené (šachtové pilíře)
- prefabrikované (beraněné)
- monolitické
- předpjaté

### Podle rozměrů

- mikropiloty (do 15-20 cm)
- piloty (20-60 cm)
- velkopřůměrové (do cca 140 cm)
- šachtové pilíře (větší)

57

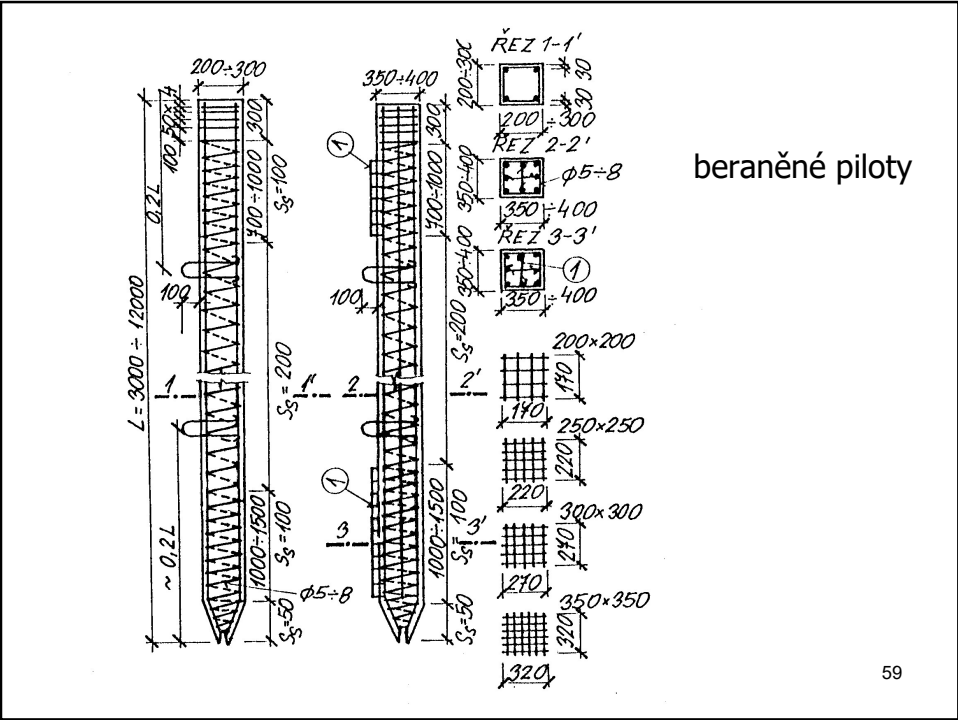
### podle působení



### podle spolupůsobení

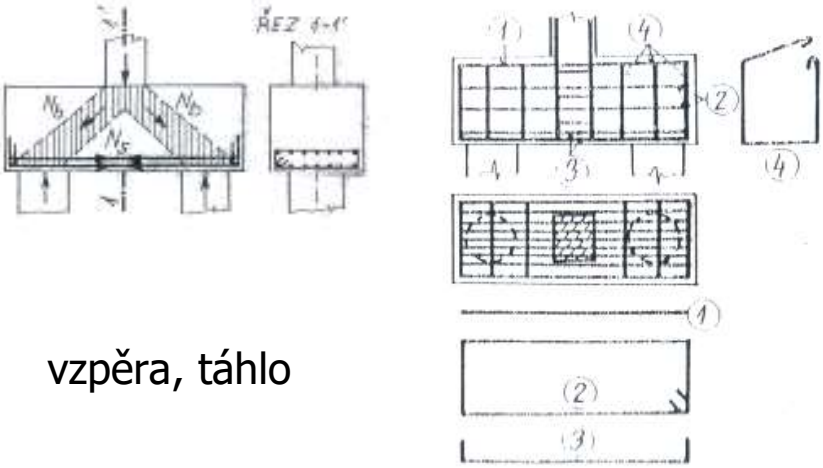
- jednotlivé
- skupiny pilot

58

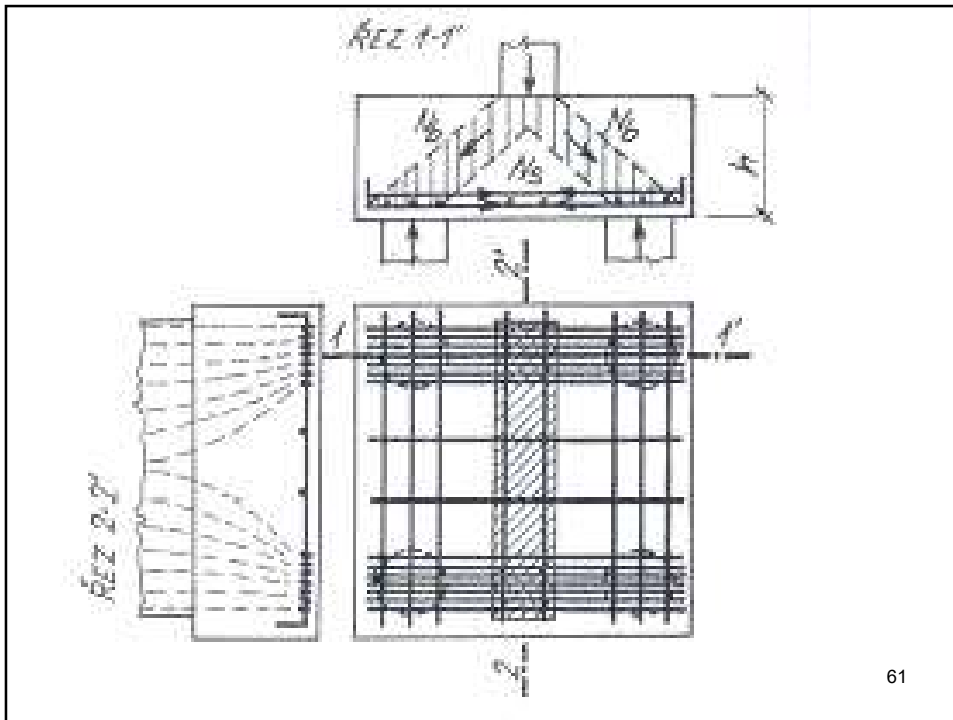


beraněné piloty

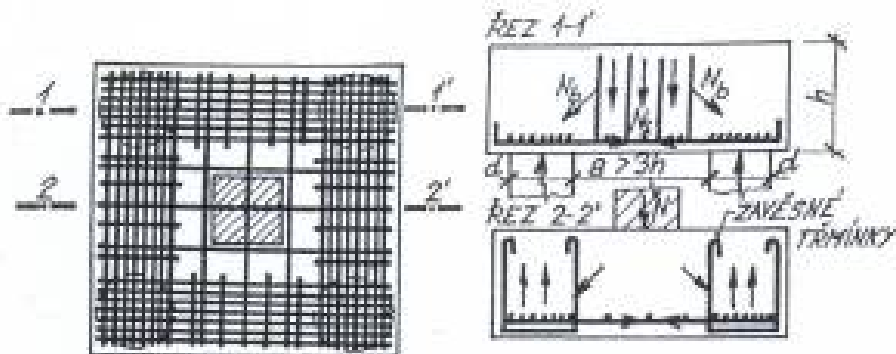
skupiny pilot - zhlaví



vzpěra, táhlo



je-li  $a > 3h$  → závěsný třmínek:  
 počet (plocha) třmíneků:  
 z  $N/(1,5n)$   
 N...normálová síla ve sloupu  
 $n \geq 3$  počet pilot



## ? vodotěsný ? beton

- fyzikální vodotěsnost - nelze → beton je porézní materiál
  - makropóry  $\varnothing$  nad 1nm
  - mikropóry  $\varnothing$  do 1nm
    - gelové – 20-30% objemu cem. tmelu
    - hydratační a kapilární – až 40% objemu c. t.
  - odolnost betonu proti vodě → **otevřené kapiláry** větší než  $10^{-7}$ m
  - velikost závisí na množství přebytečné vody
- technická vodotěsnost = hloubka průsaku vody do struktury betonu kapilárním transportem =>  
**VODONEPROPUSTNOST BETONU**

63

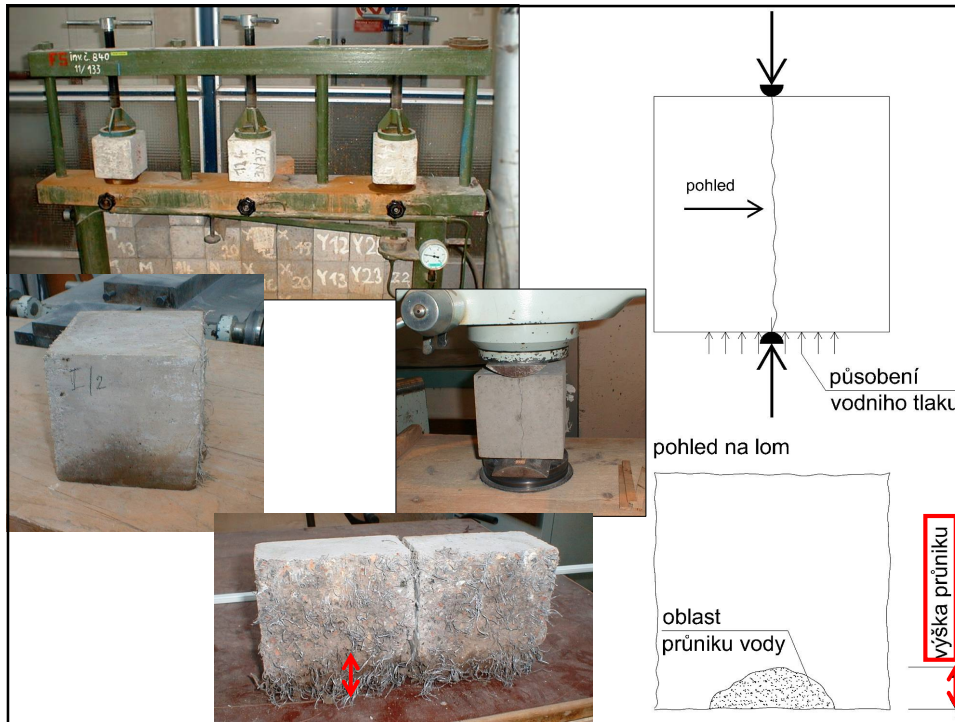
## vodonepropustnost betonu

- ČSN 73 1209 „Vodostavebný beton“ (stupně vodotěsnosti do konce r.2003)
- ČSN 73 1321 „Stanovení vodotěsnosti betonu“
- ČSN EN 206-1 „Beton-Část 1:Specifikace, vlastností, výroba, shoda“
- ČSN EN 12 390-8 „Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou“
- ČSN EN 73 1316 „Stanovení vzlínivosti, nasákavosti, vlhkosti“

**ČSN EN 206+A2** : C 25/30 – XC2, XF2 – CI 0,20 – D<sub>max</sub>22 – S3  
(doplňující požadavek) max. průsak 50mm podle ČSN EN 12 390-8

64





## srovnání zkoušek vodotěsnosti betonu

	ČSN 73 1321	ČSN EN 12390-8
Zkušební těleso	hranol s délkou hrany 200mm, válec o průměru 150mm	hranol o hraně 150, 200mm, válec o průměru 150mm, vývrtky
Stáří betonu	28 dní	28 dní
Zkušební tlak	tlak $\leq 0,2$ MPa: - 0,1MPa po 24 hod. - 0,2 MPa po dalších 24 hod. tlak $\geq 0,2$ MPa: - 0,2MPa po 24 hod. - 0,2 MPa po dalších 24 hod. - postupně 0,4; 0,8; 1,2 MPa dle požadavku na vodotěsnost nebo podle dosažené vodotěsnosti po dalších 24 hod.	500 $\pm$ 50kPa po dobu 72 hod. $\pm$ 2 hod.
Výsledek zkoušky	nejnižší stupeň vodotěsnosti dosažený na zkušebních tělesech sady	rozlomení zkušebního vzorku, vyznačení hranice průsaku, změření největší hloubky průsaku
Hodnocení betonu	stupně vodotěsnosti – V2, V4, V8, V12	maximální hloubka průsaku

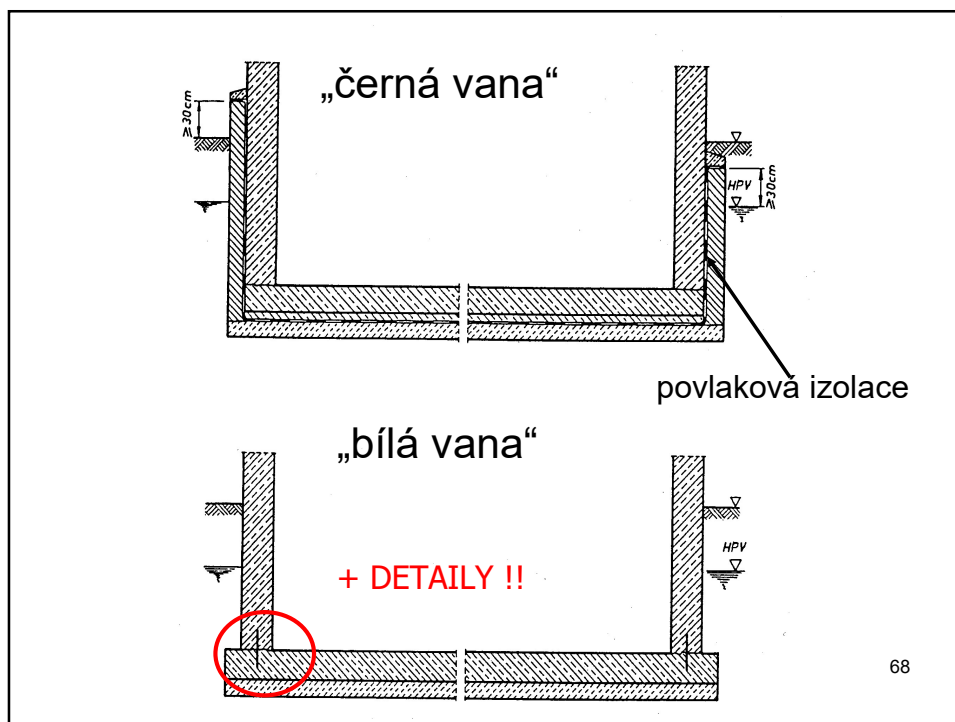
**!!!NENÍ POPSÁN VZTAH MEZI VÝSLEDKY OBOU NOREM!!!**

BETON = PORÉZNÍ MATERIÁL → VODONEPROUSTNÝ

~~VODOTĚSNÝ~~- VODONEPROUSTNÝ BETON  
VODOSTAVEBNÝ BETON

- vodonepropustná železobetonová konstrukce
- vodotěsnost dosažena samotnou konstrukcí bez použití povlakových hydroizolací
- „bílá vana“
  - upravená ŽB konstrukce, která kromě nosné funkce plní i funkci těsnící proti pronikající vodě
  - tvarem připomíná nádrž či vanu
  - odlišný návrh od hydrotechnických staveb (zásobníků, nádrží)

67



68

„BÍLÁ VANA“ = vodonepropustná železobetonová konstrukce (vodonepropustnost zaručena samotnou konstrukcí bez použití povlakových hydroizolací)

konstrukce bílé vany musí splňovat:

- mezní stav únosnosti
- mezní stav použitelnosti a trvanlivosti
- těsnicí funkci proti prosakující vodě **NAVÍC!!**

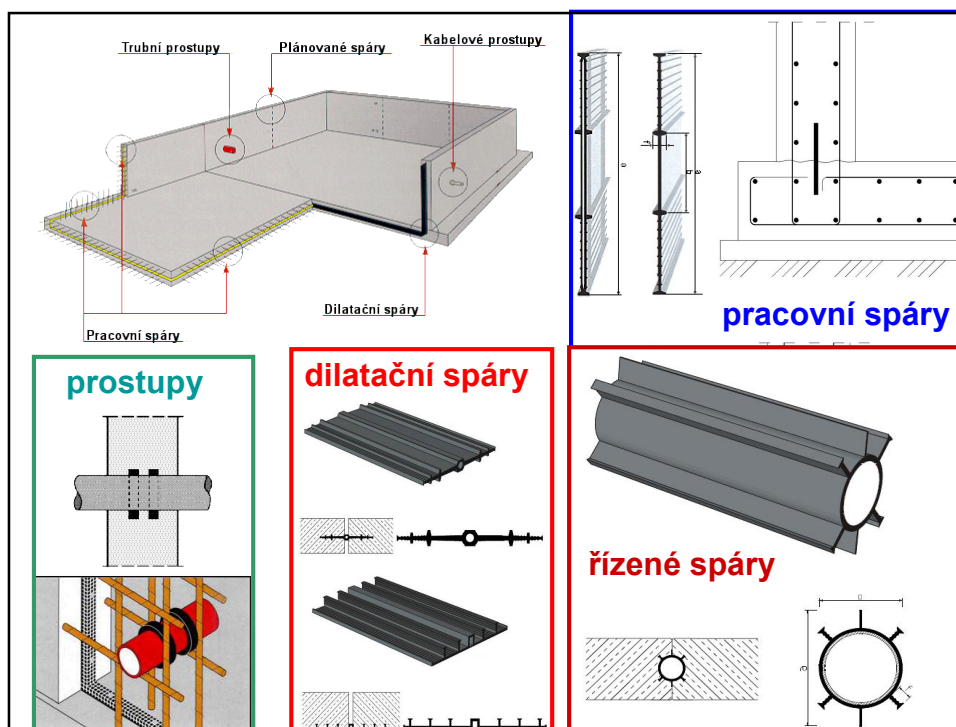
faktory ovlivňující správné fungování bílé vany:

- vodonepropustnost betonu – kvalita samotného betonu
- množství a šířka trhlin
- těsnění spár a prostupů

69

- vodonepropustnost betonu:
  - transport vody difúzí z vnějšího prostředí
  - uvolněná přebytečná záměsová voda
  - kondenzace vodních par
- množství a šířka trhlin
  - zatížení
  - dotvarování betonu
  - smršťování betonu
  - rychlost vývinu hydratačního tepla
  - teplotní a objemové změny
- spáry a prostupy
  - pracovní
  - dilatační
  - řízené nebo-li jalové

70




---

Neexistuje žádná speciální norma pro „BÍLÉ VANY“,  
ani se v budoucnu neplánuje!

dostupné podklady:

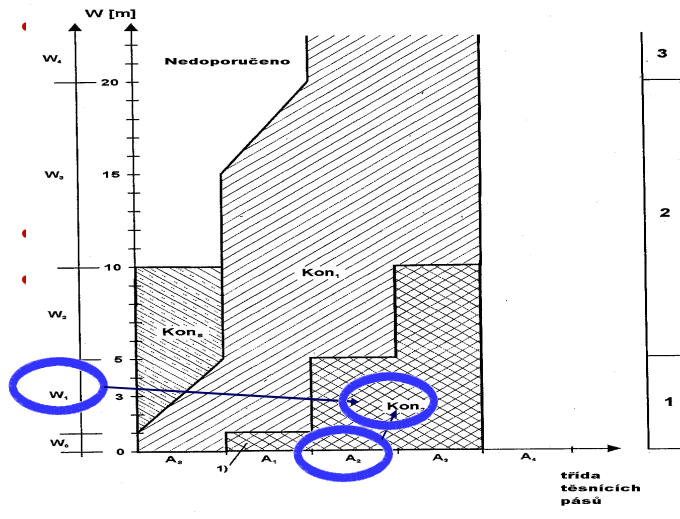
- překlad rakouské směrnice pro bílé vany z roku 2006  
(technická pravidla ČBS)
  - sborník ke školení o bílých vanách
  - TP ČBS 04 z roku 2015 Vodonepropustné betonové  
konstrukce (překlad německé směrnice + komentáře)
-

třídy požadavků na vodotěsnost vnějších stěn, základových desek a stropů			
Třída pož.	Zkrácené označení	Popis povrchu betonu	Příklady použití
A <sub>s</sub> Zvláštní třída	Zcela suché	Žádná vizuálně patrná vlhká místa (tmavé zbarvení)	Skлады zboží, které je zvlášť citlivé na vlhkost
A <sub>1</sub>	Z větší části suché	Vizuálně patrná jednotlivá vlhká místa (max. matné tmavé zbarvení)	Dopravní stavby s vysokými požadavky, místnosti pobytu, sklady, domovní sklepy (skladovací prostory), domovní technické prostory se zvláštními požadavky
A <sub>2</sub>	Lehce vlhké	Vizuálně a dotykem patrná jednotlivá lesklá (vlhká) místa na povrchu	Garáže, prostory s domovní technikou (např. kotelny, kolektory), dopravní stavby
A <sub>3</sub>	Vlhké	Kapkovitý výskyt vody s tvorbou proužků vody	Garáže (s dodatečnými opatřeními, např. odvodňovací žlaby) atd.
A <sub>4</sub>	Mokré	Jednotlivá mokvající místa s výskytem vody, pro podlahové desky, stěny a podzemní stěny	Vnější skořepina dvouplášťových konstrukcí

konstrukční třídy pro bedněné železobetonové stavební díly		
Konstr. třída	minimální tloušťka stavebního dílu [m]	dimenzování na zatížení
Kon <sub>s</sub> zvláštní třída	≥ 0,45 ≥ 0,60 pro W <sub>2</sub>	omezení šířky trhlin na ≤ 0,15mm
Kon <sub>1</sub> zvláštní třída	≥ 0,35 ≥ 0,60 pro W <sub>4</sub>	omezení šířky trhlin na ≤ 0,20mm
Kon <sub>2</sub>	≥ 0,30	omezení šířky trhlin na ≤ 0,25mm

## Postup řešení

### POSTUP NÁVRHU PRO GARÁŽE A TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ:



75

## TRHLINY v betonu !!!

- vznik trhlin
  - nedostatky v procesu výstavby: smršťování, dotvarování betonu a objemové změny v důsledku změn teploty a vlhkosti prostředí
- šířka trhlin
  - stupeň a systém vyztužení konstrukce
  - způsob provádění
  - způsob ošetřování
- ve **SPRÁVNĚ NAVRŽENÉ** železobetonové **KONSTRUKCI** trhliny výrazně neovlivní vodonepropustnost (ani při velkém tlaku vody)

76

Příklad : rozdíl ve vyztužení běžné železobetonové konstrukce a konstrukce, která má být vodonepropustná

- C 20/25, tl. stěny 300 mm,  $c = 35$  mm
- $m_{Ed} = 52,836$  kNm/m,  $m_{Ek} = 39,241$  kNm/m

podle ČSN EN 1992-1-1		máme-li nároky na vodonepropustnost
MSÚ	MSP, $w_k = 0,25$ mm	MSP, $w_k = 0,25$ mm
		$f_{ct,eff} = 0,5 * f_{ctm}$ ; $k_2 = 1,0$
7 Ø 10/m	9 Ø 10/m	14 Ø 10/m
100%	129%	200%

- $f_{ct,eff}$  – tahová pevnost betonu při vzniku prvních trhlin
- $k_2$  – souč. vyjadřující vliv rozdělení poměrného přetvoření po výšce průřezu

77

---

Úspěšnost provedení stavebního díla závisí na:

- správném návrhu konstrukce
- precizním dodržování obecných zásad
- odborných zkušenostech projektanta
- zkušenostech dodavatelské firmy
- dodržování technologické kázně
- kvalitním provedení betonáže
- ošetřování čerstvě uloženého betonu

I přes dodržení všech předpokladů může dojít k nedokonalostem → dodatečné sanace

---

78