

doc. Ing. Zora Hroncová, CSc.

TVORBA NOSNÉHO SYSTÉMU
Učebná pomôcka
pre predmet betónové konštrukcie

Žilinská univerzita v Žiline

2010

1. TVORBA NOSNÉHO SYSTÉMU

Ak máme navrhnuť rozmery jednotlivých nosných prvkov a vypočítať potrebnú výstuž, musíme poznať ich zaťaženie. Vypočítať zaťaženie na nosné prvky znamená poznať postupnosť, „cestu“ akou sa zaťaženie neseného prvku preniesie do nosného prvku a ďalej postupne až do podlažia.

Zaťaženie z horizontálnych konštrukcií t.j. stropov sa prenáša cez trámy, prievlaky, resp. rámové priečle do vertikálnych konštrukcií – stĺpov. Podpernou konštrukciou pre stĺpy je základová konštrukcia: (pätká, základový pás, základový rošt alebo základová doska), cez ktorú sa celkové zaťaženie konštrukcie preniesie do podlažia.

Postup roznosu zaťaženia je opačný ako postupy pri výstavbe.

Optimálne navrhnuť nosný systém z hľadiska statiky znamená vytvoriť podperný systém tak, aby každý horizontálny nosný prvok mal vhodne t.j. optimálne, resp. hospodárne volené rozpätie vzhľadom na svoje odpovedajúce zaťaženie. S tým súvisí rozmiestnenie vertikálnych konštrukcií (stĺpov, stien).

Vytvorenie nosného systému, predbežný návrh nosných prvkov, výpočet zaťaženia na jednotlivé nosné prvky ako i návrh a posúdenie nosných prvkov si ukážeme postupne.

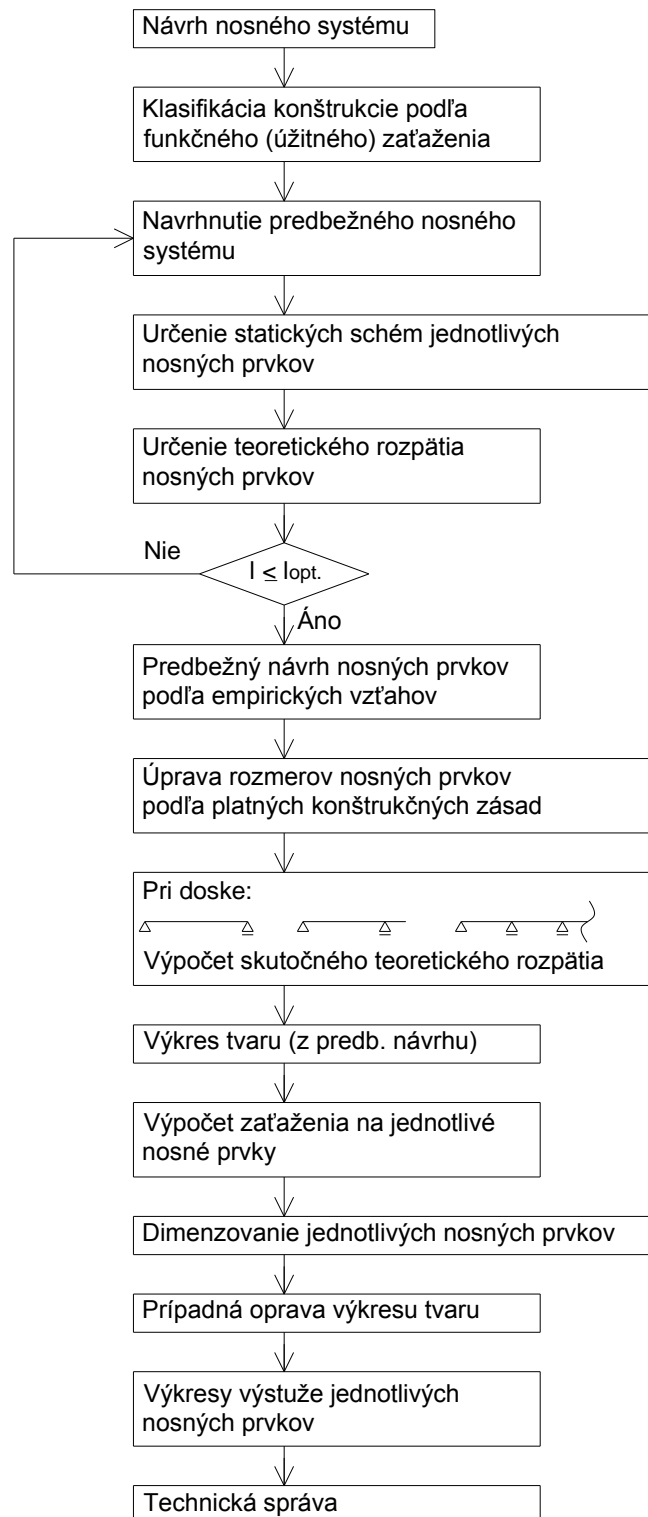
1.1. Návrh nosného systému

Návrh nosného systému môžeme schematicky popísať schémou – vid' schému 1.1 vykreslenú na obr. 1. Východiskovým bodom pre jeho návrh je účel objektu a jemu odpovedajúce

Pre bežné objekty pozemných stavieb hodnoty premenného zaťaženia podľa účelu miestností nájdeme v tab. 1.1 – 1.3.

V priestoroch výrobných a skladovacích budov hodnotu premenlivého zaťaženia stropov určujeme podľa požiadaviek technologickej časti projektu.

SCHÉMA 1.1



Obr. 1.1 Schéma návrhu nosného systému

Kategórie plôch a úžitkové zaťaženie podláh

Tab.1 1

Kategória	Charakteristické užívanie	Príklad	Zaťažovacie plochy		
			Úžitkové zaťaženie podláh a budov		
				q_k (kN.m ⁻²)	Q_k (kN)
A Obytné plochy	Plochy pre obytné a občianske aktivity	Miestnosti v obytných budovách a domoch; nemocničné izby a sály; spálne v hoteloch a internátoch; kuchyne a sociálne zariadenia.	všeobecné schody balkóny	1,5 až 2,0 2,0 až 4,0 2,5 až 4,0	2,0 až 3,0 2,0 až 4,0 2,0 až 3,0
B Úrady	Kancelárske plochy			2,0 až 3,0	1,5 až 4,5
C Zhromažďovacie plochy	Plochy, kde sa môžu zhromažďovať ľudia (s výnimkou plôch definovaných v kategóriách A, B, D a E)	C1: Plochy so stolmi, a pod., napríklad plochy v školách, kaviarňach, reštauráciách, jedálňach, čítárňach, recepciách, a pod.		2,5 až 3,0	4,0
		C2: Plochy s pripevnenými sedadlami, napríklad plochy v kostoloch, divadlách alebo kinách, konferenčné priestory, prednáškové sály, zhromažďovacie sály, čakárne a pod.		2,5 až 3,0	4,0
		C3: Plochy bez prekážok pre pohybujúcich sa ľudí, napr. plochy v múzeách, výstavných priestoroch, a pod. a prístupové plochy vo verejných a administratívnych budovách, hoteloch a pod.		5,0	4,0
		C4: Plochy s prípadnými telesnými aktivitami, napr. tanečné sály, telocvičné priestory a pod.		5,0	7,0
		Plochy, kde môže dôjsť k zhromažďovaniu osôb, napr. v budovách na verejné účely, ako sú napr. koncertné sály, športové haly, vrátane tribún, terás a prístupových plôch a pod.		5,0	4,0
D Obchody	Nákupné plochy a plochy v kancelárskych obchodoch	D1: Plochy v obchodoch, napr. plochy v obchodných domoch, v obchodoch s papierom a s kancelárskymi potrebami atď.	D 1	4,0 až 5,0	7,0
			D 2	4,0 až 5,0	7,0
E Sklady	Plochy, kde sa môže nahromadiť tovar, vrátane prístupových plôch	Plochy na skladovacie účely, vrátane knižníc. Zaťaženia, uvedené v tab. 6.2 v STN P ENV 1999-1-1 sa uvažujú ako minimálne zaťaženia, pokiaľ nie sú stanovené primeranejšie zaťaženia pre daný prípad. Ďalšie pokyny sú uvedené v tabuľke 4.8		6,0	7,0

Úžitkové hodnoty zaťaženia garáží a plôch pre pohyb vozidiel Tab.1.2

Kategória	Charakteristické použitie	Príklad	Dopravné plochy		
			Úžitkové zaťaženie garáží a plôch pre pohyb vozidiel		
			tiaž vozidla	q_k (kN.m ⁻²)	Q_k (kN)
F	Plochy pre pohyb vozidiel a parkovacie plochy pre ľahké vozidlá (s celkovou tiažou < 30 kN a počtom sedadiel (okrem vodiča) ≤ 8)	Garáže; parkovacie plochy, parkovacie haly	< 30 kN	2,5	20
G	Plochy pre pohyb vozidiel a parkovacie plochy pre stredné vozidlá (s celkovou tiažou > 30 kN avšak ≤ 160 kN, dvojnápravové vozidlo)	Prístupové trasy; zásobovacie zóny; zóny prístupné požiarnym vozidlám (s celk. tiažou ≤160 kN)	> 30 kN ≤ 160 kN	5,0	120
Q_k charakteristické hodnoty zaťaženia sústredenými silami pre jednu nápravu vozidla, ktorá má rozmer 0,2/0,2 m pri vzdialenosti sústredených síl 1,8 m					

Norma STN EN 1991-1-1 požaduje obmedziť mechanickými prostriedkami prístup k plochám navrhnutým do kategórie F. Plochy zatriedené do kategórie F a G majú byť označené príslušnými výstražnými značkami.

c) Strechy – kategória H, I, K

Strechy sa podľa ich prístupnosti delia na kategóriu H, I, K. Hodnoty úžitkového zaťaženia pre kategóriu H, I, K sú uvedené v norme STN EN 1991-1-1

Norma -požaduje obmedziť mechanickými prostriedkami prístup k plochám navrhnutým do kategórie F. Plochy zatriedené do kategórie F a G majú byť označené príslušnými výstražnými značkami.

Tiaž premiestniteľných priečok a priemyselné vybavenie, pokiaľ nie je pevne spojené s konštrukciou, sa uvažuje ako úžitkové zaťaženie

Norma EN 1991 dovoľuje účinky zaťaženia premiestniteľných priečok nahradiť rovnomerným zaťažením, vid' tab. 1.3

Náhradné rovnomerné zaťaženie od premiestniteľných priečok Tab.1.3

Vlastná tiaž premiestniteľnej priečky v kN.m ⁻¹ dĺžky steny		
$\leq 1,0$ $q_k = 0,5 \text{ kN.m}^{-2}$	$\leq 2,0$ $q_k = 0,8 \text{ kN.m}^{-2}$	$\leq 3,0$ $q_k = 1,2 \text{ kN.m}^{-2}$

Národná príloha dovoľuje vo výpočte hodnoty úžitkového zaťaženia v kategóriách A-K redukovať súčiniteľmi uvedenými v tab. 1.4

Redukčné súčinitele úžitkového zaťaženia podľa EN 1991

Tab.1.4

Redukčný súčiniteľ	Kategória									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
α_A	$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$						1,0	1,0	Podľa špeciálneho použitia, vid' tab. (2.3.1), (2.3.2)	určiť pre osobitný prípad
	Obmedzenie pre kat. C, D $\alpha_A \geq 0,6$									
α_n	$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} \leq 1$						1,0	-	-	-
kde: ψ_0 – redukčný súčiniteľ vid' tab. 2.3.6 n – počet podlaží nad zaťaženými nosnými prvkami ($n > 2$) $A_0 = 10,0 \text{ m}^2$ A – zaťažovacia plocha → kategória: F, G – pre sústredené zaťaženie $Q_k: A = (0,2 \cdot 0,2) \text{ (m}^2\text{)}$ H – pre sústredené zaťaženie $Q_k: A = (0,05 \cdot 0,05) \text{ (m}^2\text{)}$										

1.2. Klasifikácia konštrukcie podľa funkčného premenného zaťaženia

Vzhľadom na určenie predbežných rozmerov nosného prvku môžeme hodnoty charakteristického premenného zaťaženia klasifikovať:




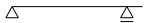
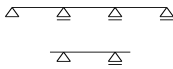
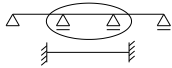
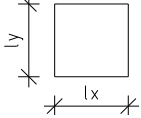
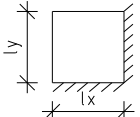
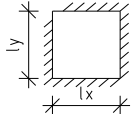

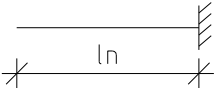
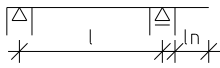
- $q_k < 5,0 \text{ kN.m}^{-2}$,
- $q_k \geq 5,0 \text{ kN.m}^{-2}$.

Hodnota premenného rovnomerného zaťaženia stropov ovplyvňuje hospodárne rozpätie jednotlivých nosných prvkov. So vzrastajúcou hodnotou q_k sa optimálna hodnota teoretického rozpätia znižuje.

Optimálne rozpätia nosných prvkov ako i empirické vzťahy pre určenie predbežného návrhu nosných prvkov uvádzame v tab. 1.5.

Optimálne rozpätia nosných prvkov
1.5

Tabuľka

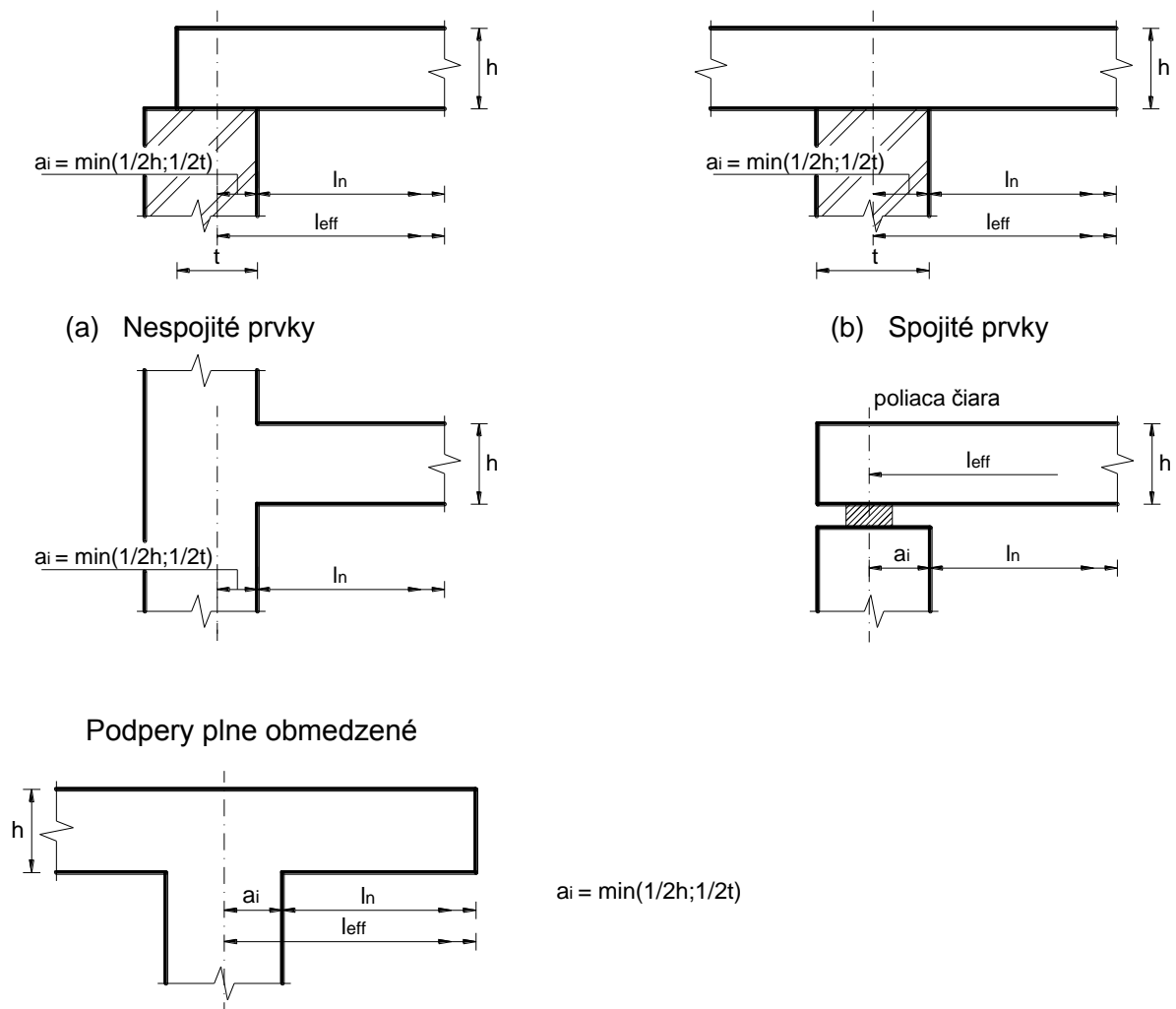
Nosný prvok		Premenné zaťaženie kN.m^{-2}		Nosný prvok	Optimálne rozpätie		
		$q_k < 5,0$	$q_k \geq 5,0$				
		Optimálne rozpätie l					
Stropné dosky nosné v jednom smere		2 až 3 m	1,5 až 2,5 m	Stropné trámy		4,5 až 7 m	
							
							
Dosky nosné v oboch smeroch		3 až 5 m		Strešný rám	7 až 10 m		
		4,5 až 6 m		Stropné prievlaky	4,5 až 7,5 m		
				Strešné prievlaky	7 až 10 m		
Konzoly							
Doska 			$l_n \leq 2,0 \text{ m}$	Trámy 			$l_n \leq 3,0 \text{ m}$
				$l_n \leq \frac{1}{2} l$			

1.3. TEORETICKÉ ROZPÄTIE NOSNÝCH PRVKOV – 1 /pozri tab. 1.5/

Teoretickým rozpätím nosného prvku sa myslí vzdialenosť jeho teoretických podpier.

Teoretické rozpätie závisí

- od typu nosného prvku (doska, trám a pod.)
- od spôsobu podopretia.,
- teoretické rozpätie jednotlivých nosných prvkov určíme podľa tab. 1.6.



Obr. 1.2 Teoretické rozpätie prvkov

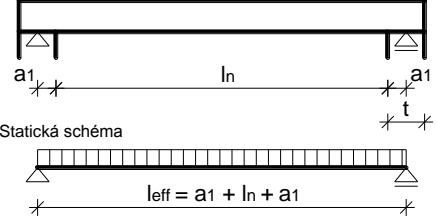
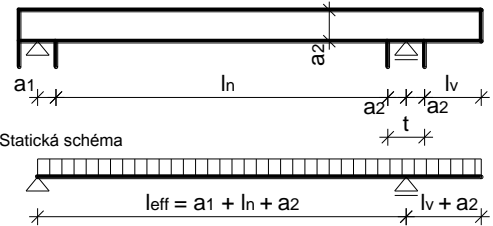
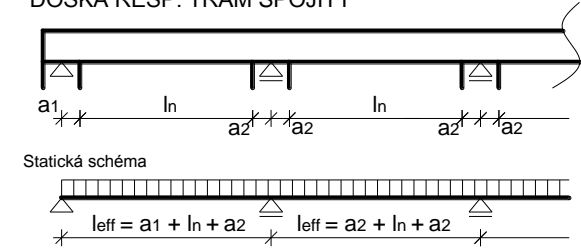
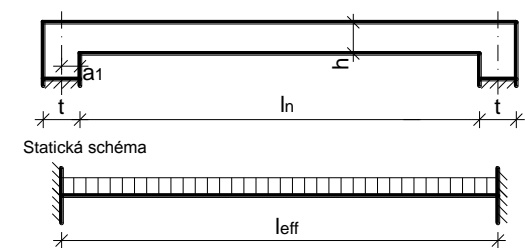
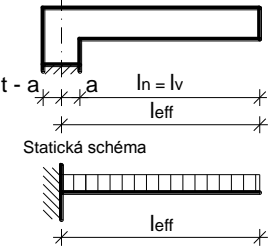
Vzdialenosť teoretickej podpory od líca podpory a_i sa stanovuje z dvoch hodnôt:

- z nosného prvku hodnotou: $\frac{h}{2}$,
- z uloženia nosného prvku hodnotou: $\frac{t}{2}$.

Výsledná hodnota uloženia je definovaná **menšou hodnotou** (rozhoduje menšia hodnota.)

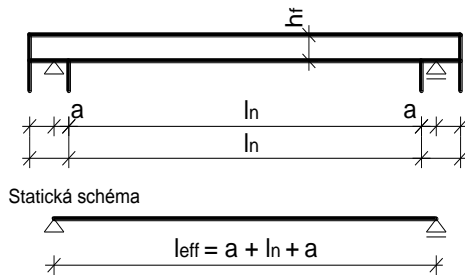
Teoretické rozpätie nosných prvkov

Tabuľka 1.6

PROSTÁ DOSKA RESP. PROSTÝ TRÁM	DOSKA	TRÁM
 <p>hr - hrúbka dosky h - výška trámu a1 - uloženie t - šírka podpery</p> <p>Statická schéma $l_{eff} = a_1 + l_n + a_1$</p>	$a_1 \leq$ $t / 2$	$h / 2$ $t / 2$
 <p>Statická schéma $l_{eff} = a_1 + l_n + a_2$</p>	$a_2 \leq$ $t / 2$	$h / 2$ $t / 2$
 <p>Statická schéma $l_{eff} = a_1 + l_n + a_2$ $l_{eff} = a_2 + l_n + a_2$</p>	$a_2 \leq$ $t / 2$	$h / 2$ $t / 2$
 <p>Statická schéma l_{eff}</p>	<p>pri votknutých nosných prvkoch</p> $l = l_{eff}$	
 <p>Statická schéma l_{eff}</p>	<p>vyloženie</p> $l_n = l_v$	

Statická schéma každého nosného prvku je ovplyvnená spôsobom podopretia a počtom podpier.

Teoretické rozpätie prostej dosky



Obr. 1.3 Teoretické rozpätie prostej dosky

Pri proste uloženej doske. pri určení teoretického rozpätia a krajného poľa spojitej dosky dochádza k určitému problému, pretože máme určiť l_{eff} podľa vzťahu (1.1), pričom však hrúbka dosky h_f je zatiaľ nepoznáme.

$$l_{eff} = a + l_n + a \quad \text{pričom:} \quad a \leq \frac{t}{2} \quad (1.1)$$

$$a \leq \frac{h_f}{2}$$

.., V tomto prípade postupujeme nasledovne:

:

- miesto $\frac{h_f}{2}$ do výrazu (1.1) dosadíme, $\frac{t}{2}$
- určíme približné teoretické rozpätie $l_{eff,p}$,

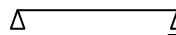
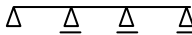
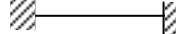
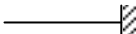



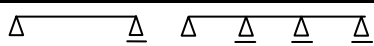
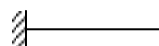
$$l_{ef} \approx \frac{t}{2} + l_n + \frac{t}{2} \quad (1.2)$$

- empirickým vzťahom ,(vid' tab 1.7)vypočítame nutnú hrúbku dosky
- hrúbku dosky upravíme v zmysle konštrukčných zásad (vid' tab. 1.8).

Skutočné rozpätie dosky stanovíme z upravenej hrúbky dosky podľa tab. 1.6

Predbežný návrh nosných prvkov

Tab.1.7

Dosky	hrúbka dosky h_s	min. hrúbka dosky
<p>Dosky nosné v jednom smere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - proste uložená  - spojité  - votknuté  - konzolové zaťaženie  - konzolové prístrešky  	$\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{20}\right)l_1$ $\left(\frac{1}{33} - \frac{1}{30}\right)l_1$ $\frac{1}{10}l_1$ $\frac{1}{14}l_1$	$h_f \geq 50 \text{ mm}$ $l_n < 1,0 \text{ m } h_{s,\text{min}} = 50 \text{ mm}$ $1,0 \text{ m} < l_n < 1,5 \text{ m } 60 \text{ mm}$ $l_n \geq 1,5 \text{ m } 70 \text{ mm}$
<p>Dosky nosné v dvoch smeroch plný prierez po obvode:</p> <ul style="list-style-type: none"> - proste uložené  - pružne alebo dokonale votknuté  <p>vyľahčené kazetové po obvode</p> <ul style="list-style-type: none"> - proste uložené - pružne alebo dokonale votknuté 	$\frac{1}{33}l_1 \text{ resp. } \frac{1,1(l_1 + l_2)}{75}$ $\frac{1}{40}l_1 \text{ resp. } \frac{1,2(l_1 + l_2)}{105}$ $\frac{1}{20}l_1 \quad (l_1 < l_2)$ $\frac{1}{25}l_1$	100 mm
<p>Dosky lokálne podopreté bezprievlakové</p> <p>hríbové</p>	$\frac{1}{33}l_2 \quad (l_2 > l_1)$ $\left(l_2 - \frac{2c}{3}\right)\frac{1}{35}$ <p><i>c</i> - účinná šírka viditeľnej hlavice</p>	160 mm 120 mm
Nosníky	výška <i>h</i>	šírka <i>b</i>
<p>TRÁMY: </p> <ul style="list-style-type: none"> - stropné - strešné <p>TRÁMY: </p> <ul style="list-style-type: none"> - stropné - strešné <p>PRIEVLAKY</p> <p>Stropné</p> <ul style="list-style-type: none"> - strešné 	$\left(\frac{1}{15} - \frac{1}{12}\right)l_1$ $\left(\frac{1}{17} - \frac{1}{14}\right)l_1$ $\frac{1}{5}l_1$ $\frac{1}{10}l_1$ $\left(\frac{1}{12} - \frac{1}{8}\right)l_1$ $\left(\frac{1}{14} - \frac{1}{12}\right)l_1$	<p>Poznámka: Podľa STN (0,1B-0,14B) kde: <i>B</i> je os. vzdialenosť trávov.</p> <p>(0,33 – 0,4) <i>h</i></p> <p>(0,3 – 0,5) <i>h</i></p> <p>(0,3 – 0,5) <i>h</i></p>
l_1, l_2 – teoretické rozpätia, l_n – svetlosť dosky, h , šírka <i>b</i> dosky $b = 1,0 \text{ m}$		
<p>STĽPY</p> <p>stredný stĺp viacpodlažných budov</p>	$A_c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{id} l_1 l_2}{0,8 f_{cd} + \rho_s f_{yd}}$	<p>Minimálny rozmer $b, h \geq 200 \text{ mm}$ $\geq 140 \text{ mm}$ dielce betónované na ležato</p>

1.4. URČENIE STATICKEJ SCHÉMY NOSNÉHO PRVKU

1.4.1. Doska

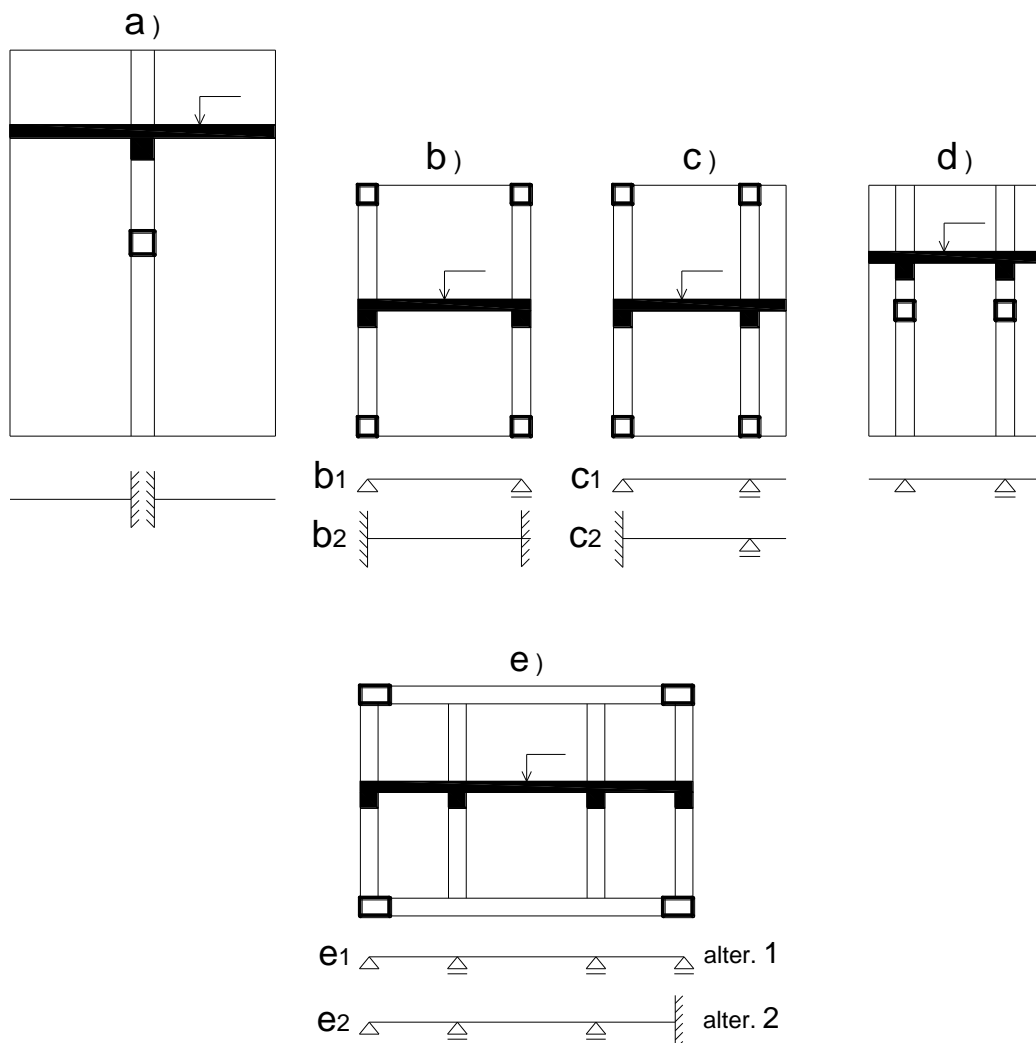
Doska je horizontálna konštrukcia najčastejšie namáhaná zaťažením kolmým na strednicu. Nie je samonosná, potrebuje podpernú konštrukciu.

Podperou dosky môže byť: a murivo, tráme a podobne.

Ak je doska podpretá len jedným trámom, doska musí byť do trámu votknutá. Pozri obr. 1.1a.

Ak má doska dve podpery, ktoré sú vzájomne rovnobežné (vid' obr. 1.4 b,c,d) statická schéma závisí od ich rozmiestnenia. Môžu nastať tieto prípady

- proste uložená doska (1.4b₁),
- doska votknutá (1.4b₂),
- doska s 1 alebo 2 previsnutými koncami (obr. 1.4 c,d).



Obr. 1.4 Statické schémy dosiek

Ak má doska viac ako 2 podpery vzájomne rovnobežné ide o dosku spojitú (obr.1. 4 e).

Pri posudzovaní krajnej podpery môžu nastať 3 prípady: prosté uloženie, čiastočné votknutie a dokonalé votknutie.

Pri vyšetrowaní votknutých častí nosného prvku treba predpokladať votknutie len do takej miery do akej sme schopní zabezpečiť stavebnou úpravou votknutie nosného prvku

V prípade, kde nie je zabezpečené úplné voľné uloženie, musí sa prihliadnuť k účinku podperových momentov, ktoré môžu čiastočným votknutím vzniknúť.

Za **dokonalé votknutie** považujeme prvky vybetónované vcelku s mohutnými podperami, kde nedochádza k vzájomnému pootočeniu prierezu, spoločné pootočenie je však možné.

Doska sa považuje ako dokonale votknutá, ak sú splnené tieto podmienky:

$$l_{\text{eff}} > \frac{1}{5} L_{\text{eff}}; \quad h \geq \frac{1}{6} l_{\text{eff}}; \quad b \geq \frac{1}{6} l_{\text{eff}}; \quad (1.3)$$

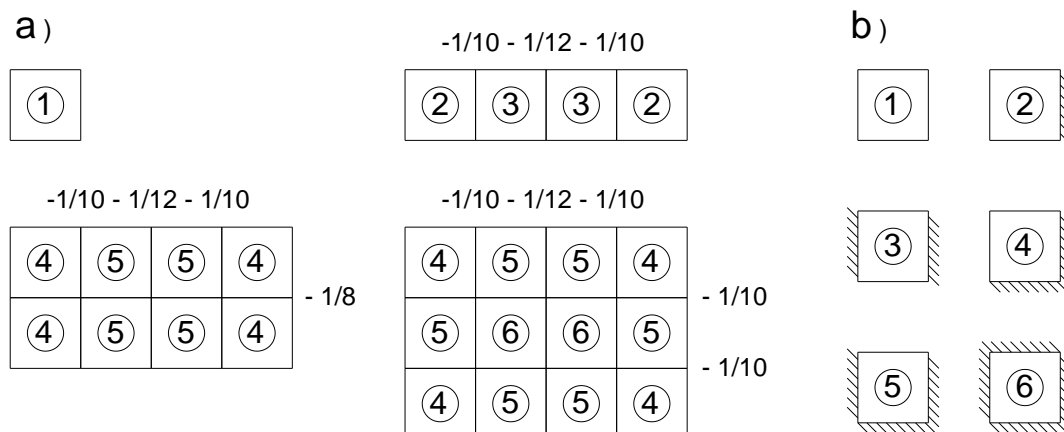
kde: l_{eff} je teoretické rozpätie dosky,
 L_{eff} rozpätie trámu,
 h výška trámu,
 b šírka trámu.

Ak má doska podperné prvky y rozmiestnené v oboch smeroch s rovnakou tuhosťou na seba kolmých smeroch a ak spĺňa podmienku (1.4), doska je nosná vo dvoch smeroch (krížom vystužená doska)

$$0,5 \leq \frac{l_x}{l_y} \leq 2,0, \quad (1.4)$$

kde: l_x, l_y sú rozpätia dosky.

Statické schémy dosky nosnej v oboch smeroch sú vykreslené na obr. 1,5



Obr. 1.5 Jednotlivé statické schémy dosky nosnej v oboch smeroch

1.4.2. Trám

Trám v krajnej podpore pevne spojený so stĺpmi sa môže počítať ako dokonale votknutý, ak: rozmer stĺpa meraný v smere rozpätia trámu-výška prierezu stĺpa, sa rovná minimálne

$$h_{st} \geq \frac{1}{6} \text{ výšky podlažia.} \quad (1.5)$$

Ak podmienka nie je splnená, uvažujeme prosté uloženie.

Ak nie je zabezpečené úplné uloženie dosky alebo trámu treba vziať do úvahy účinok čiastočného votknutia.

V tomto prípade hodnota podperového ohybového momentu **odhadneme**,

zvyčajne $\frac{1}{3}$ medziopodperového ohybového momentu ($M_c = \frac{1}{8}(g_d + q_d) \cdot l^2$),

kde: g_d je návrhová hodnota stáleho zaťaženia,

q_d návrhová hodnota premenného zaťaženia,

vypočítaného za predpokladu voľného uloženia.

1.5. OVERENIE VHODNOSTI VOĽBY NOSNÉHO SYSTÉMU

Porovnanie vypočítaného teoretického rozpätia s optimálnym – hospodárnym teoretickým rozpätím jednotlivých nosných prvkov nás upozorní na vhodnosť voleného nosného systému.

V prípade, ak

- $l > l_{opt.}$ je potrebné navrhnutý nosný systém zhodnotiť resp.
- $l > l_{opt.}$ hľadať vhodnejšie riešenie s vytvorením nového nosného systému a postup návrhu jednotlivých nosných prvkov znova zopakovať. /Optimálne – hospodárne rozpätie vid' tab. 1.6.

1.6. PREDBEŽNÝ NÁVRH ROZMEROV NOSNÝCH PRVKOV

Ak teoretické rozpätie jednotlivých nosných prvkov, ktoré sme určili podľa tab. 1.2 spĺňa podmienky optimálneho rozpätia, môžeme pristúpiť k predbežnému návrhu nosných prvkov. /Pozri obr. 1/.

Podkladom pre stanovenie predbežného návrhu nosných prvkov je tab.1.6, ktorá obsahuje potrebné empirické vzťahy pre jednotlivé rozmery (b, h) nosných prvkov.

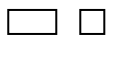

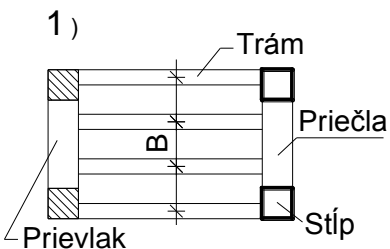
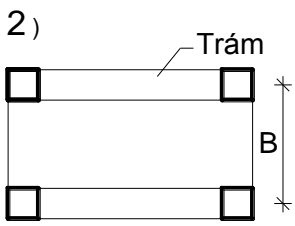
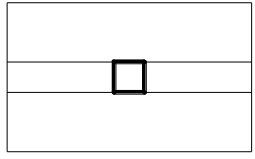
Pri návrhu rozmerov nosných prvkov musíme zohľadniť:

- zaradenie nosného prvku podľa hodnoty zaťaženia,
- druh nosného prvku (doska, trám a pod.) premenného zaťaženia,,
- statickú schému nosného prvku,
- teoretické rozpätie nosných prvkov.

1.7. ÚPRAVA ROZMEROV NOSNÝCH PRVKOV

Získané rozmery jednotlivých nosných prvkov, ktoré sme získali pomocou empirických vzťahov, uvedených v tab. 1.7 sú však obyčajne matematicky neukončené čísla, preto ich musíme upraviť podľa ustanovení platných noriem. Úprava rozmerov je uvedená v tab. 1.8.

Úpravy rozmerov dosky, trámu, prievlaku a stĺpov sú uvedené v **Tab. 1.8**

Nosný prvok	Hrúbka (výška) nosného prvku	Postupnosť rozmeru h	Šírka prierezu [mm]	Úprava rozmerov na celých mm
Doska	$h_f = 50, 60 \dots 100, 110 \text{ mm}$ $l_n < 1,0 \text{ m} \rightarrow h_{f, \min} \geq 50 \text{ mm}$ $1,0 \text{ m} < l_n \leq 1,5 \text{ m} \geq 60 \text{ mm}$ $l_n > 1,5 \text{ m} \geq 70 \text{ mm}$ $h_f \geq h_{f, \min}$	$\Delta h = 10 \text{ mm}$	1 000 mm	10 mm
Trám	Výška h $h = 200; 250; 300 \dots$	$\Delta h = 50 \text{ mm}$	$(0,33 - 0,4) \cdot h$ $b_w \geq (0,1 \sim 0,14) B$	1) $b_w \rightarrow 10 \text{ mm}$ 2), 3) $b_w \rightarrow 50 \text{ resp. } 100 \text{ mm}$
Prievlak			$(0,3 \sim 0,5) h$ $b \geq (0,1 \sim 0,14) B$	$h \rightarrow 0 \text{ resp. } 100 \text{ mm}$
Stĺpy		1)	$\Delta h = 50 \text{ mm}$	1) b 200, 250, 300 mm
	kruhové 	$d = 250, 260 \dots$	$\Delta d = 10 \text{ mm}$	—
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>3)</p>  <p>(B = 0)</p> </div> </div>				

1.7.VPLYV ÚPRAVY ROZMERU DOSKY NA JEJ TEORETICKÉ ROZPÄTIE

Pri proste uloženej doske resp. v krajnom poli spojitkej dosky ako bolo už uvedené v časti 1.4.1. vo výpočte teoretického rozpätia, vystupuje i hrúbka dosky (ktorú vlastne pomocou teoretického rozpätia máme vypočítat'). Preto miesto $\frac{h_f}{2}$ sme pôvodne dosadili $a_1 \square \frac{b_w}{2}$ resp. sme h_s mohli aj odhadnúť). Keďže teraz už hrúbku odpovedajúcu predbežnému návrhu poznáme, skutočné teoretické rozpätie vypočítame podľa tab. 1.6 z už upravenej hrúbky dosky podľa vzťahu (1.2)

1.8. VÝKRES TVARU

Rozmery jednotlivých nosných prvkov, ktoré vytvárajú nosný systém monolitickéj železobetónovej konštrukcie vykresľujeme do pôdorysu výkresu tvaru. Pozri obr. 1.6a, b.

Zatiaľ sme však vo výpočte, podľa schémy 1.1 obr. 1 v štádiu, v ktorom poznáme len predbežné rozmery nosného systému, ktoré sme ďalej povinní statickým výpočtom overiť. Dôvodom toho je, že zatiaľ vo výpočte sme nezohľadnili.

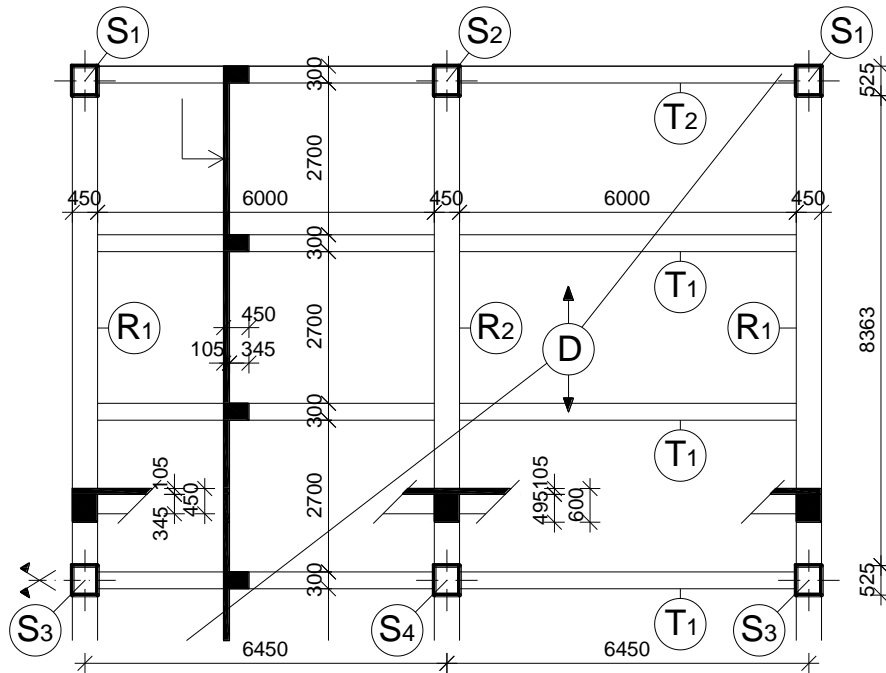
- vnútorné sily odpovedajúce konkrétnemu zaťaženiu;
- kvalitu betónu, nezhodnotili sme skutočné zaťaženie.

Niekedy sme však už postavení pred hotovú vec s tým, že rozmery nosných prvkov už máme projektantom zadané. Napriek tomu však musíme v oboch prípadoch rozmery nosných prvkov overiť výpočtom! Mohlo by sa stať, že vzhľadom na použitú nižšiu triedu betónu resp. pri nevhodne zadanom rozmere nosného prvku by sme museli počítať prierez ako obojstranne vystužený, ktorý vzhľadom na prekročený stupeň vystuženia by vôbec nemusel vyhovovať.

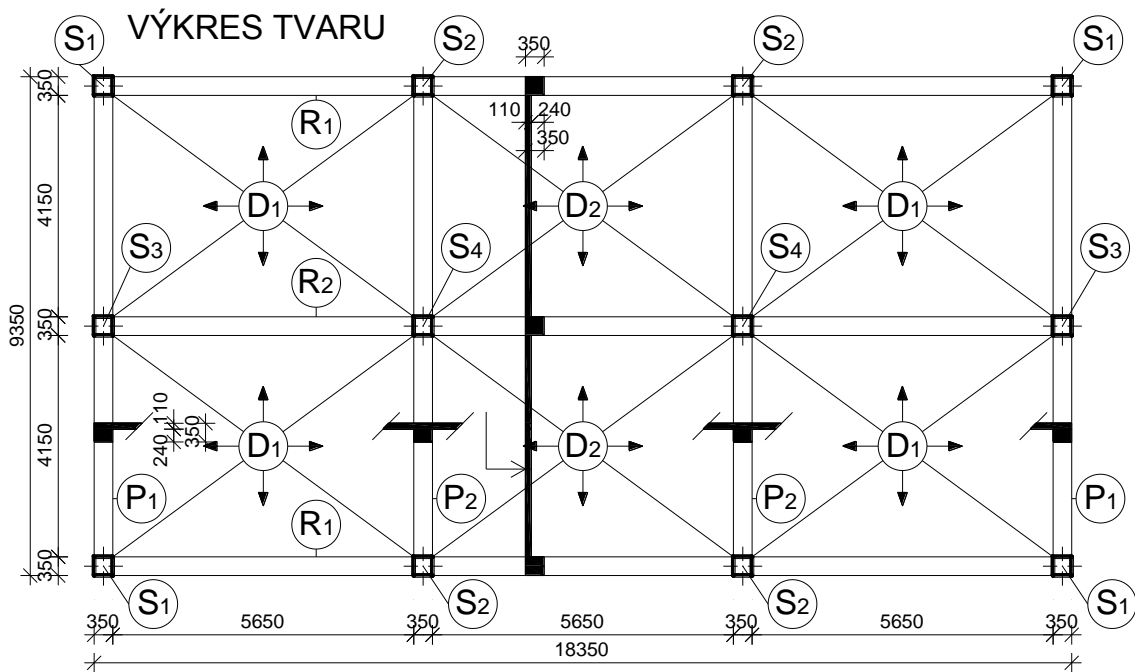
Z dôvodu ďalšieho postupu i napriek uvedeným skutočnostiam môžeme pôdorysne vykresliť nosný systém rozmerovo podľa predbežného návrhu s tým, že vzniknuté zmeny rozmerov **budeme postupne opravovať**. Výkres tvaru je zo začiatku „pracovným výkresom“, preto je vhodné ho vykresliť v M 1:100 (je spratnejší). Postupne v ňom zohľadníme všetky zmeny rozmerov a až potom, vykreslíme výsledný výkres tvaru v mierke: M 1 : 50, ktorý odpovedá skutočným overeným rozmerom.

Úprava rozmerov nosných prvkov je uvedená v tab. 1.8

a) Výkres tvaru trémového stropu



b) Výkres tvaru křížom vystuženey dosky



Obr. 1.6

a) Výkres tvaru trémového stropu
b) Výkres tvaru křížom vystuženey dosky

1.9. ZAŤAŽENIE NA JEDNOTLIVÉ NOSNÉ PRVKY

1.9.1. Zaťaženie na m² dosky

Zaťaženie na m² dosky sa rozumie hodnota rovnomerne rozloženého zaťaženia na plochu jedného m². Je to vyjadrenie množstva jednotiek tiaže na plochu 1 m² dosky.

Zaťaženie bežnej stropnej (strešnej) konštrukcie tvorí

a) zaťaženie stále:

- vrstvy stropnej (strešnej) konštrukcie,
- vlastná tiaž dosky,
- omietka.

b) premenné:

- užitné zaťaženie,
- zaťaženie priečkami,
- iné zaťaženie.

Pri strešných konštrukciách občasné zaťaženie tvorí: užitné zaťaženie resp. zaťaženie snehom. Do celkového zaťaženia z premenného náhodilého zaťaženia zarátame z nich len jedno zaťaženie a to také zaťaženie, ktoré je nepriaznivejšie (číselne väčšie) pre nosnú konštrukciu. Pri výpočte zaťaženia medzných stavov únosnosti vychádzame z návrhových hodnôt zaťaženia.

Návrhové hodnoty zaťaženia

$$F_d = \gamma_F \cdot F_{\text{rep}} \text{ prípadne:}$$

$$F_d = \gamma_f \cdot F_{\text{rep}}$$

kde: F_{rep} je reprezentatívna hodnota zaťaženia,

γ_F parciálny súčiniteľ zaťaženia F,

γ_f čiastkový parciálny súčiniteľ zaťaženia **zohľadňujúci možné nepriaznivé odchýlky** hodnôt zaťaženia (2.3.3) od reprezentatívnych hodnôt (2.3.4),

γ_F parciálny súčiniteľ zaťaženia **zohľadňuje**: nepriaznivé odchýlky zaťaženia od charakteristických hodnôt, možnosť výskytu nepresného modelovania zaťaženia, neistoty pri stanovení účinku zaťaženia.

Parciálny súčiniteľ γ_F sa stanovuje pre: trvalé, dočasné a mimoriadne situácie.

Návrhové hodnoty zaťaženia:

- **stále zaťaženie:**

$$G_d = \gamma_G \cdot G_k \qquad \gamma_G = 1,35$$

- **premenné zaťaženie:**

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k \qquad \gamma_Q = 1,50$$

- **sprievodné premenné zaťaženie:**

$$Q_d = \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_k$$

- **mimoriadne zaťaženie:**

A

kde: $\gamma_{Q,i}$ je parciálny súčiniteľ **premenného** zaťaženia,

- $\gamma_{G,sup}$ parciálny súčiniteľ **stáleho zaťaženia** pri výpočte **horných návrhových hodnôt**,
- $\gamma_{G,inf}$ parciálny súčiniteľ **stáleho zaťaženia** pri výpočte **dolných návrhových hodnôt**,
- $\psi_{0,i}$ redukčný súčiniteľ kombinácie premenného zaťaženia (tab. 2.3.6).

Hodnoty redukčných súčiniteľov ψ_0 , ψ_1 , ψ_2 kombinácie zaťaženia pre pozemné stavby sú uvedené v tab. 2.3.6.

Hodnoty kombinácie zaťaženia ψ_i pre pozemné stavby

Tabuľka 1.9

Zaťaženie	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zaťažené plochy			
- Kategória A, obytné plochy	0,70	0,50	0,30
- Kategória B – kancelárske plochy	0,70	0,50	0,30
- Kategória C – zhromažďovacie plochy	0,70	0,70	0,60
- Kategória D – obchody	0,70	0,70	0,60
- Kategória E – skladovacie plochy	1,00	0,90	0,80
- Kategória F – dopravné plochy, tiaž vozidla ≤ 30 kN	0,70	0,70	0,60
- Kategória H – dopravné plochy, 30 kN $>$ tiaž vozidla ≤ 160 kN	0,70	0,50	0,30
- Kategória H – strechy	0,00	0,00	0,00
Zaťaženie snehom (pozri EN 1991 – 1 – 3)			
Oblasť s nadmorskou výškou H $1\ 000 >$ m.n.v.	0,70	0,50	0,20
Oblasť s nadmorskou výškou H $1\ 000 \leq$ m.n.v.	0,50	0,20	0,00
Zaťaženie vetrom (pozri EN 1991 – 1 – 4)	0,40	0,50	0,00

K výpočtu návrhového zaťaženia S_d pôsobiaceho na m^2 dosky potrebujeme poznať:

- zloženie vrstiev stropnej resp. strešnej konštrukcie,
- hrúbky jednotlivých vrstiev (z projektovej dokumentácie),
- objemové hmotnosti použitých materiálov,
- hodnoty premenlivého – užitného zaťaženia vid' tab. 1.1 – 1.3.
- súčiniteľ zaťaženia.

Ukážku konkrétneho výpočtu zaťaženia na m^2 dosky uvádzame v príklade 1.1.

Príklad 1.1.

Vypočítajte návrhové zaťaženie pôsobiace na m^2 stropnej železobetónovej dosky hrúbky 100 mm, ktorá je zaťažená premenným užitkovým zaťažením $q = 4,0$ kN \cdot m⁻² a podlahou s nasledovným zložením:

vlýsky	20 mm
asfaltové lôžko	5 mm
cementový poter	35 mm
škvarový násyp	30 mm
omietku v hrúbke	15 mm.

Ukážka výpočtu

Tabuľka 1.10

Zat'azenie	Charakteristická hodnota zat'azenia	Súčinitele zat'azenia γ_g, γ_q	Návrhová hodnota zat'azenia
Stále zat'azenie			
vlýsky 0,02 m 0,02 . 7,0	0,140	$\gamma_g = 1,350$	0,189
asfaltové lôžko 0,005 m 0,005 . 11	0,055	1,350	0,074
cementový poter 0,035 m 0,035 . 23	0,805	1,350	1,087
škvarový násyp 0,03 m 0,03 . 10	0,300	1,35	0,405
vlastná tiaž dosky 0,10 m 0,10 . 25	2,500	1,35	3,375
omietka 0,015 m 0,015 . 19	0,285	1,35	0,385
Stále zat'azenie	$g_k = 4,085 \text{ kN.m}^{-2}$	–	$g_d = 5,514$
Premenné zat'azenie	$4,0 \text{ kN.m}^{-2}$	$\gamma_q = 1,5$	$q_d = 6,00$
Spolu:	$8,085 \text{ kN.m}^{-2}$	–	11,514

1.9.2. Zat'azenie na bežný meter kN.m^{-1}

Pod pojmom **zat'azenie na bežný meter** rozumieme množstvo tiaže, ktoré má preniesť príslušný nosný prvok z určitej zaťažovacej šírky na dĺžku 1 m nosného prvku v smere rozpätia prvku.

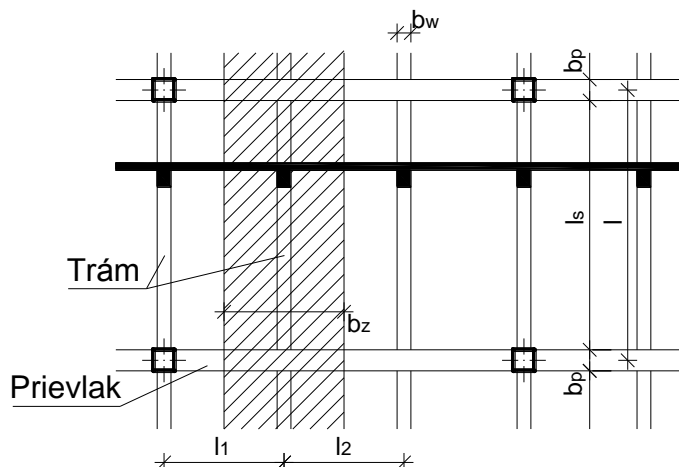
Zat'azenie na bežný meter trámu tvorí:

- zat'azenie z dosky (z príslušnej zaťažovacej šírky),
- vlastná tiaž trámu,
- omietka.

ZATAŽENIE PRENÁŠANÉ TRÁMOM Z DOSKY

Na obrázku 1.4 sú vykreslené zaťažovacie šírky tráv pri rôznych spôsoboch podopretia dosiek nosných v jednom smere. Šípky vyznačujú smer roznosu zaťaženia.

Pamätaj si, že zaťažovacia šírka je na nosný prvok vždy kolmá.

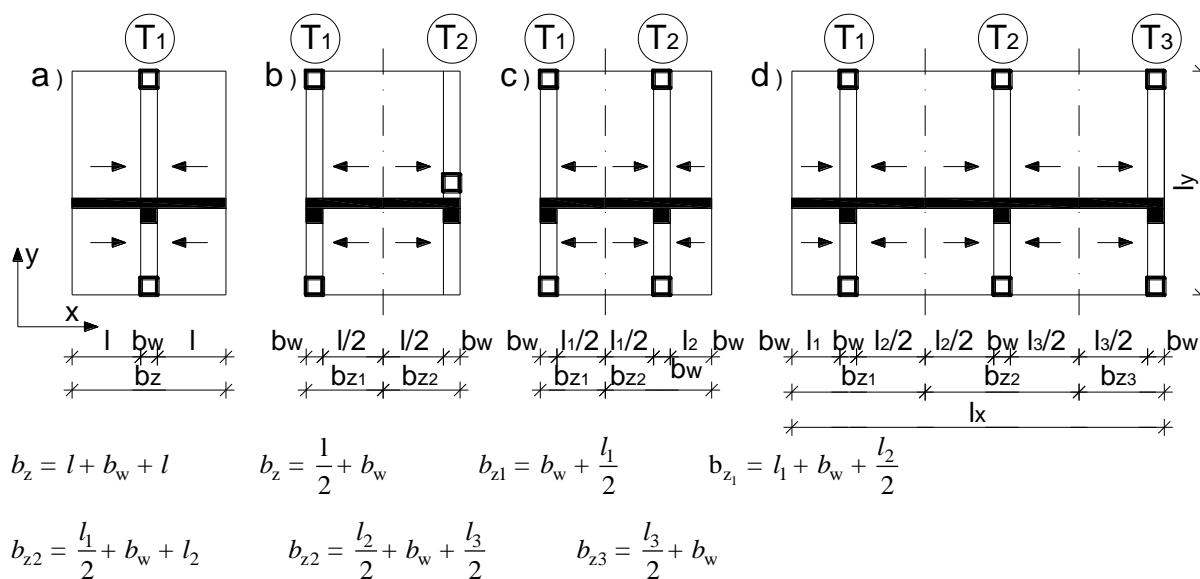


$$l_s = l_n$$

b_z – zaťažovacia šírka trámu

$$b_z = \frac{l_1}{2} + \frac{l_2}{2}$$

Obr. 1.7 Zaťažovacia šírka trámu



kde: b_z je zaťažovacia šírka trámu
 b_w šírka trámu
 $T_1, T_2 \dots$.. označenie trávov

Obr. 1.8 Zaťažovacie šírky trávov

Na obr. 1.8 trávmy T_1, T_2 majú rôznu statickú schému. Trávmy T_1 a T_2 obr. 1.8b by mali rovnakú zaťažovaciu šírku len vtedy, ak by tuhosti oboch trávov boli rovnaké, čo je splnené len vtedy, ak by rozmery oboch trávov boli rovnaké. (Predpokladáme, že oba trávmy sú vyrobené z tej istej triedy betónu).

Roznos zaťaženia niektorých iných konštrukcií sú vykreslené na obr. 1.5.

1.9.3. Zaťaženie ako osamelé bremeno

Prievlakové alebo rámove konštrukcie bývajú často zaťažené osamelými bremenami. Príkladom tohto zaťaženia je monolitický trávový strop.

Na obr. 1.6. sme vykreslili výkres tvaru trávového stropu. Trávmy T_1, T_2 sú spojité nosníky, ktorých podpernú konštrukciu tvoria 3 rámove priečle R_1, R_2, R_3 .

Na obrázku sme vykreslili priebeh vnútorných síl trávmy T_1, T_2 .

Zaťaženie rámovej priečle tvorí:

- vlastná tiaž,
- osamelé bremeno – ako reakcie trávov $T_1, T_2 \dots$,
- prípadne ohybový moment M .

Ak si označíme reakciu trávmy T_i v podpere: krajnej A_i^T
 vnútornej B_i^T

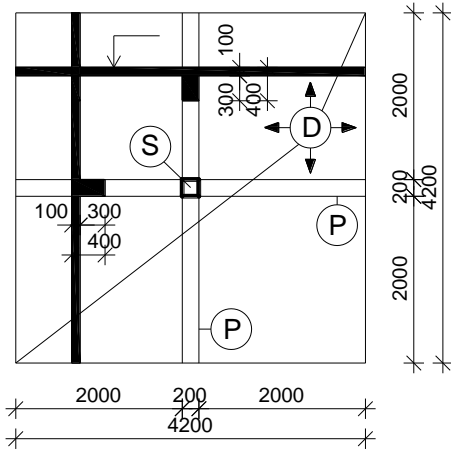
môžeme povedať, že:

- krajné rámové priečle R_1 v mieste kríženia s trámom T_1 a T_2 sú zaťažené osamelými bremenami $F_1^{T_1}$ a $F_1^{T_2}$, ktoré sú číselne rovné reakcie A^{T_1} a A^{T_2} teda $A^{T_1} = F_1^{T_1}$
 $A^{T_2} = F_1^{T_2}$,
- vnútorná priečla zasa osamelými bremenami $V_2^{T_1}$, $V_2^{T_2}$, ktoré sú číselne rovné reakcii B^{T_1} ,
 B^{T_2} kde $B^{T_1} = V_{ba}^{T_1} + V_{bc}^{T_1}$
 $B^{T_2} = V_{ba}^{T_2} + V_{bc}^{T_2}$

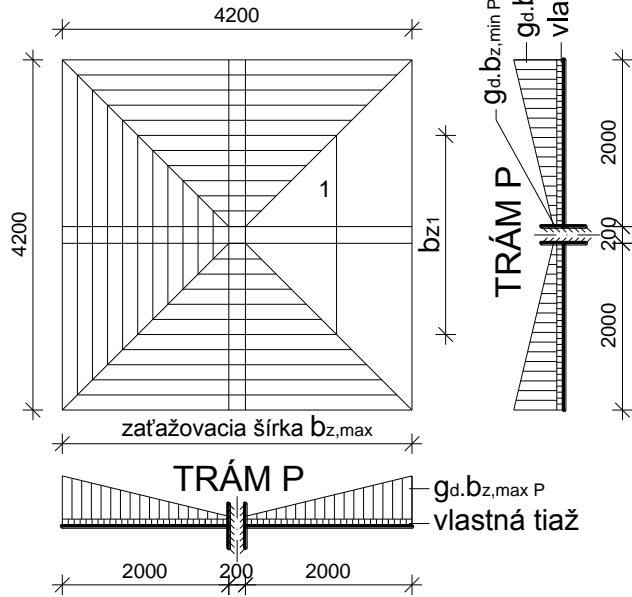
Rez rámovou konštrukciou R_2 a jej zaťaženie je vykreslené tiež opäť na obr. 1.5. Číselné hodnoty zaťaženia trámov T_1 a T_2 sú z konkrétneho príkladu, kde $S_d = 10,603 \text{ kN.m}^{-2}$.

Ak os krajného trámu v našom prípade trámu T_1 nie je stotožnená s osou stĺpa rámovej konštrukcie, k zaťaženiu rámovej konštrukcie pribudne ohybový moment $M_1 = F_1^{T_1}e$ - krajná rámová priečla $F_1.M_2 = B^{T_1}.e$ - vnútorná rámová priečla F_2 , kde e je vzdialenosť osi trámu T_1 od osi stĺpa rámovej konštrukcie.

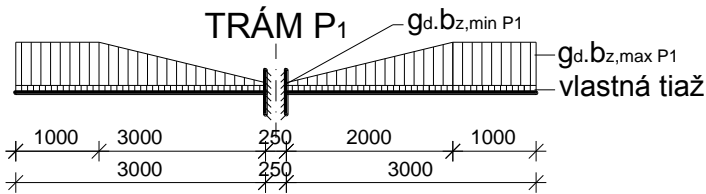
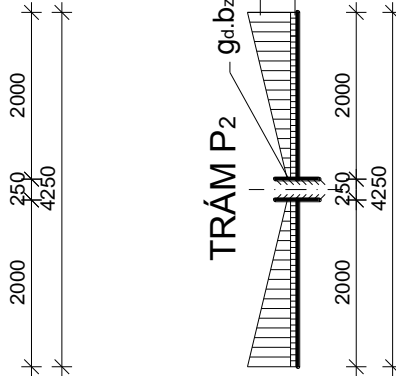
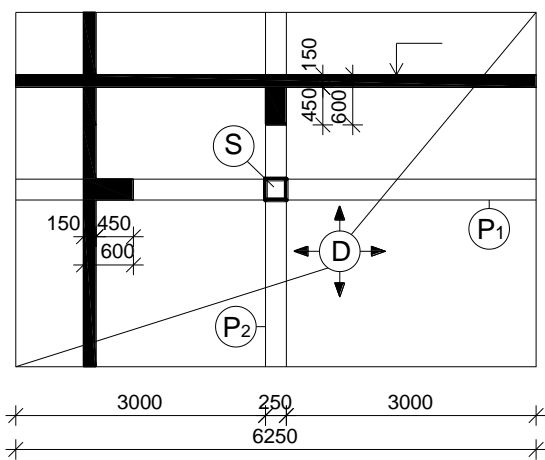
a)



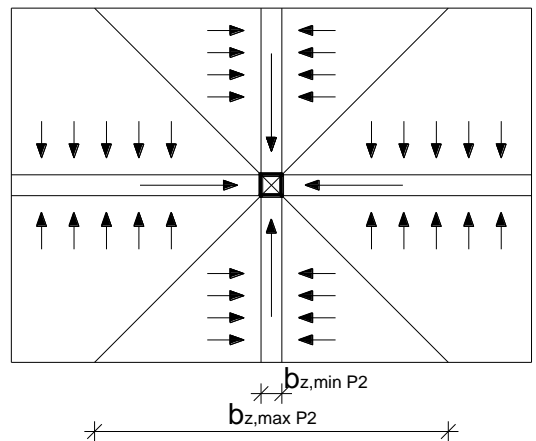
$b_{z,min} = 0,2m$
 $b_{z,max} = 4,2m$



b) VÝKRES TVARU

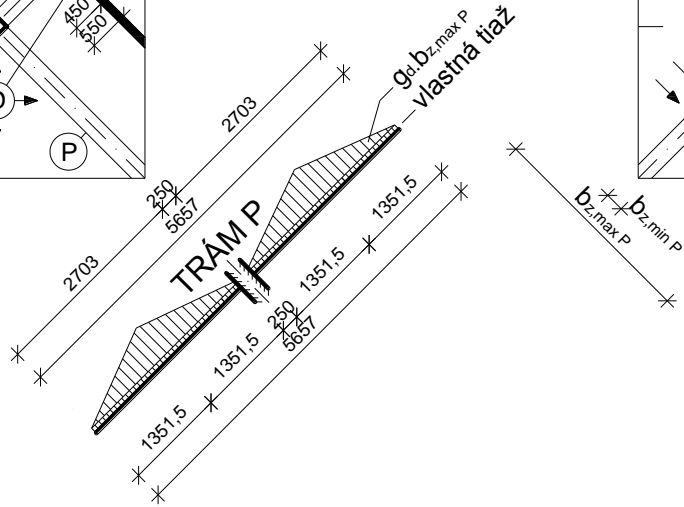
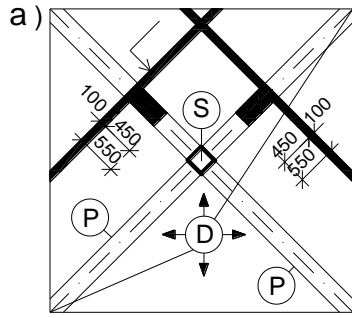


ROZNOŠ ZAŤAŽENIA

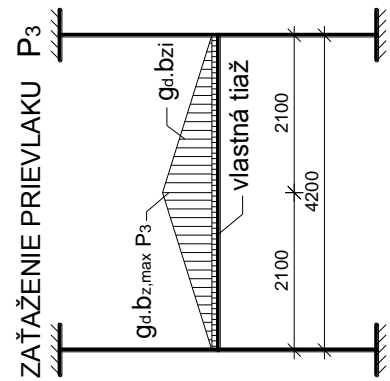
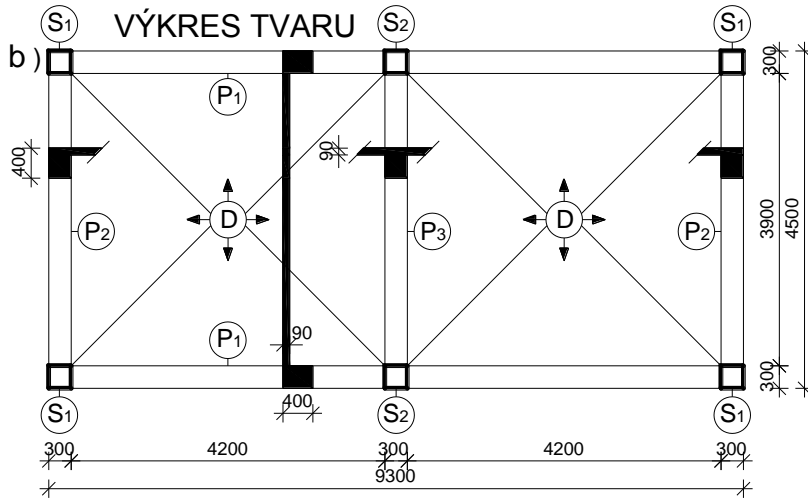
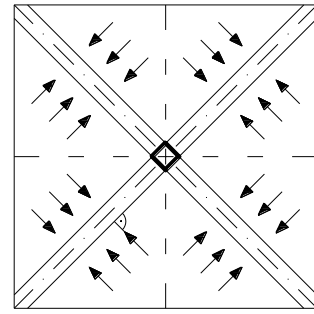


Obr. 1.9 Výkresy tvaru

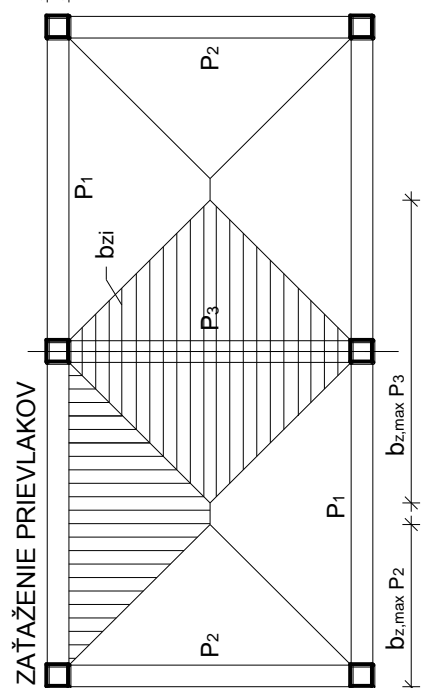
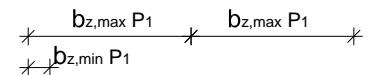
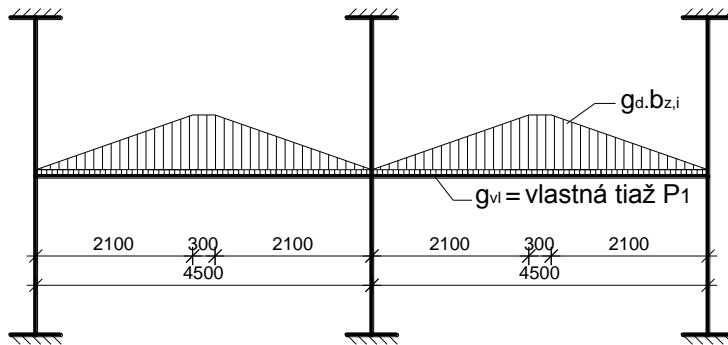
VÝKRES TVARU



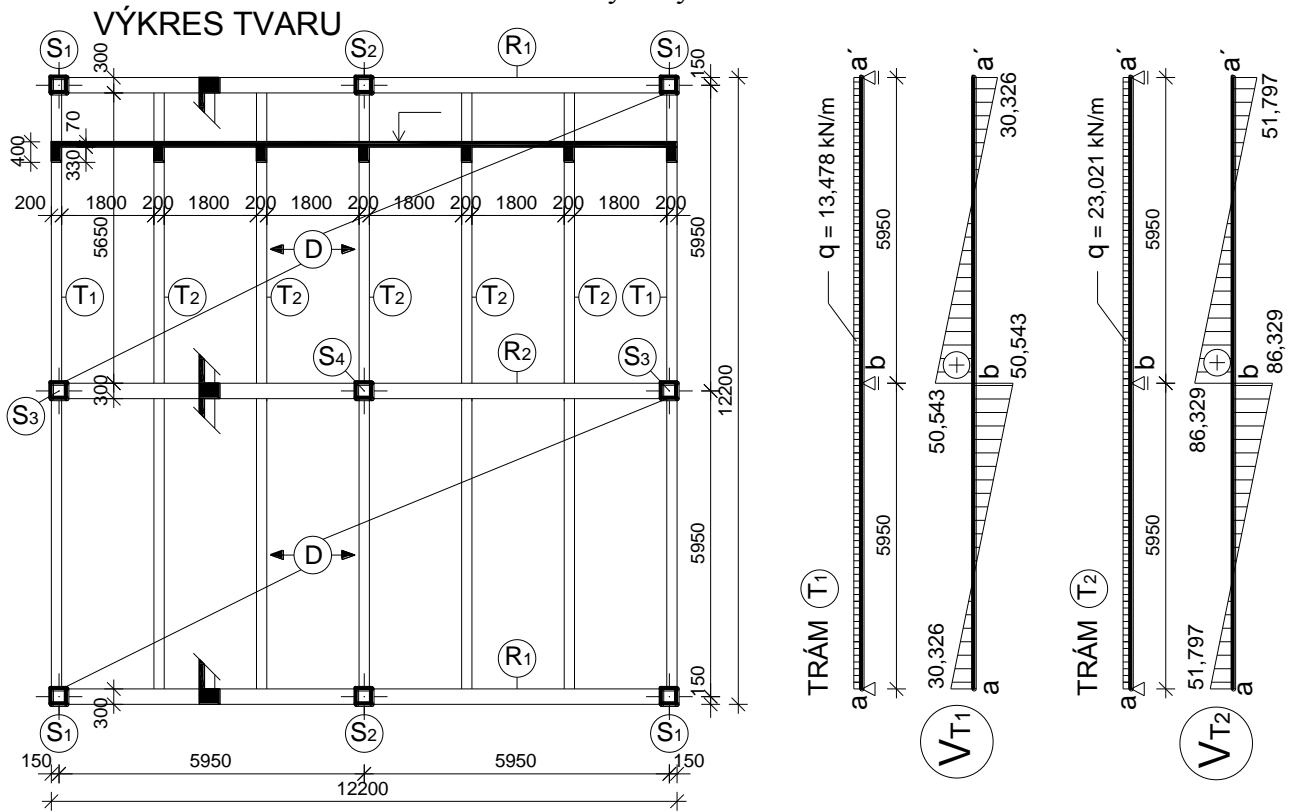
ROZDOS ZAŤAŽENIA



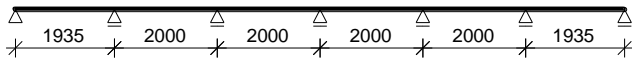
ZAŤAŽENIE PRIEVLAKU P1



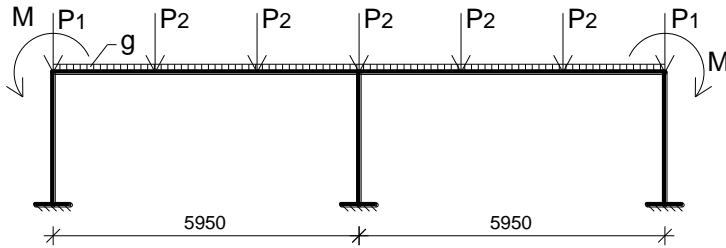
Obr. 1.10 Výkresy tvaru



DOSKA D



ZAŽAŽENIE RÁMU R_2



$P_1 = 30,326 \text{ kN}$
 $P_2 = 51,797 \text{ kN}$ } ráms R_1

$P_1 = 101,086 \text{ kN}$
 $P_2 = 172,658 \text{ kN}$ } ráms R_2
 $q = 3,547 \text{ kN/m}$

Obr. 1.11 Výkresy tvaru

Použitá literatúra

- [1] STN EN 1991-1 (73 0035) Zaťaženie konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá-Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženie, SÚTN, máj 2007, 44 strán.
- [2] STN EN 1992-1-1 (73 1201) Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby, SÚTN, júl 2006, 200 strán.
- [3] STN 01 3481 Výkresy betónových konštrukcií.
- [4] Hroncová, Z. – Moravčík, M. a kol.: Betónové konštrukcie / Navrhovanie základných betónových prvkov konštrukcie podľa STN EN 1992-1-1/.Vydavateľstvo Žilinskej univerzity. Žilina 2009