

# STATICKÝ VÝPOČET

## Zesílení stropní desky FRP lamelami


Stavebník: **SMO - městský obvod Ostrava - Jih  
Horní 791/3  
700 30 Ostrava – Hrabůvka**


Stavba: **Rekonstrukce podchodu pod ul. Horní, náměstí Ostrava - Jih**

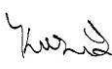
Objekt: **SO 601 Rekonstrukce podchodu**

Část: **D1.2. Stavebně konstrukční řešení –  
vyztužení stropní konstrukce**

Stupeň: **DSP+DPS**

Vypracoval: Ing. Martin Kaleta 

Schválil: Ing. Vladimír Vašíček 

HIP: Ing. Tomáš Kuzník 

Datum: 11/2019

Číslo zakázky: 49 040

## Obsah statického výpočtu

<b>A. OBEZNĚ .....</b>	<b>3</b>
<b>B. SCHĚMA STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE.....</b>	<b>4</b>
<b>C. ZATÍŽENÍ A ZATĚŽOVACÍ STAVY .....</b>	<b>6</b>
<b>D. VNITŘNÍ SÍLY .....</b>	<b>14</b>
<b>E. POSOUZENÍ ZESÍLENÉ STROPNÍ KONSTRUKCE.....</b>	<b>22</b>

Poč. stran: 24

## A. OBECNĚ

### 1. VŠEOBECNĚ

Předmětem předloženého statického posouzení je návrh zesílení stropní konstrukce podchodu v rámci akce „Rekonstrukce podchodu pod ul. Horní, náměstí Ostrava – Jih“.

Návrh zesílení je proveden na základě provedeného stavebně technického průzkumu podchodu - Závěrečná zpráva – Stavebně technický průzkum „Podchod na náměstí Ostrava – Jih“, zpracovatel Ing. Michal Grossmann, Minova Bohemia s.r.o., 08/2017

Je třeba konstatovat, že stavebně technický průzkum nebyl prováděn se zaměřením na stav železobetonových konstrukcí, ale na obecně stavebně – technický stav stávajících konstrukcí a příčiny zatékání do vnitřního prostoru objektu apod. Během provádění tohoto průzkumu byla navíc na jednom vytipovaném místě provedena sonda do stropní konstrukce se zaměřením na množství a rozmístění hlavní nosné podélné betonářské výztuže, kde byl zjištěn významný nesoulad mezi původním návrhem (u spodního povrchu 9ks výztuže V25) a sondou (4ks V24 (V25) + 3ks V12).

Před započítáním provádění zesílení stropní desky doporučujeme provedení podrobnějšího stavebně technického průzkumu se zaměřením na vyztužení hlavních nosných konstrukcí a upřesnění návrhu zesílení stropních konstrukcí.

### 2. PODKLADY

Podkladem pro zpracování statického posouzení a zhodnocení možnosti nadstavby byly zejména:

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace stavební části byly zejména:

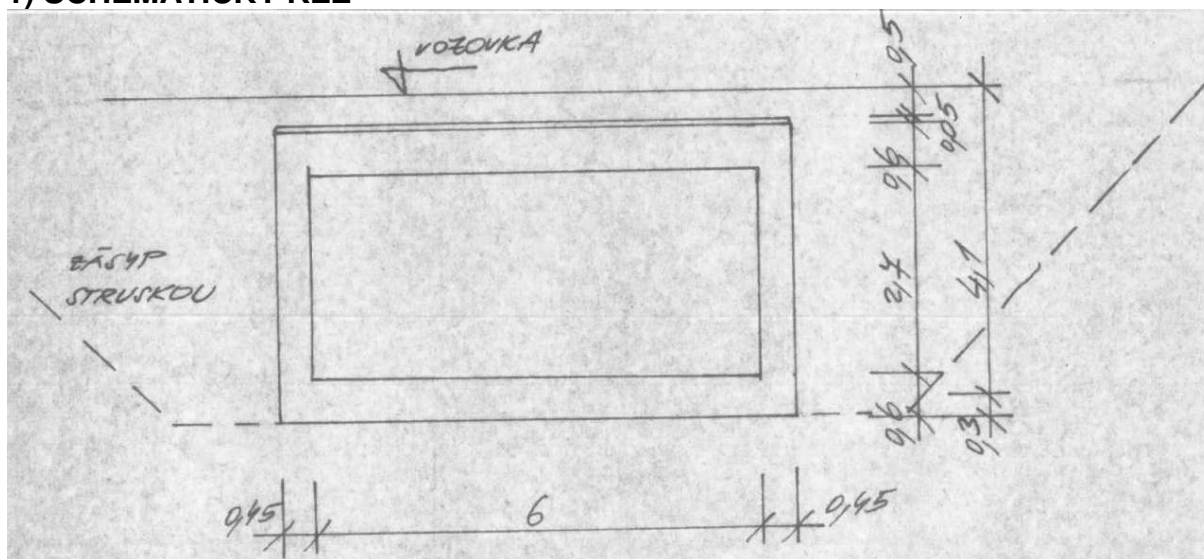
- a) zadání investora
- b) výstupy z jednání s investorem
- c) geodetické zaměření konstrukce podchodu a schodišťových koridorů
- d) stavebně-technický průzkum stávajícího stavu objektu zaměřený na zatékání apod., Závěrečná zpráva – Stavebně technický průzkum „Podchod na náměstí Ostrava – Jih“, zpracovatel Ing. Michal Grossmann, Minova Bohemia s.r.o., 08/2017

### 3. LITERATURA

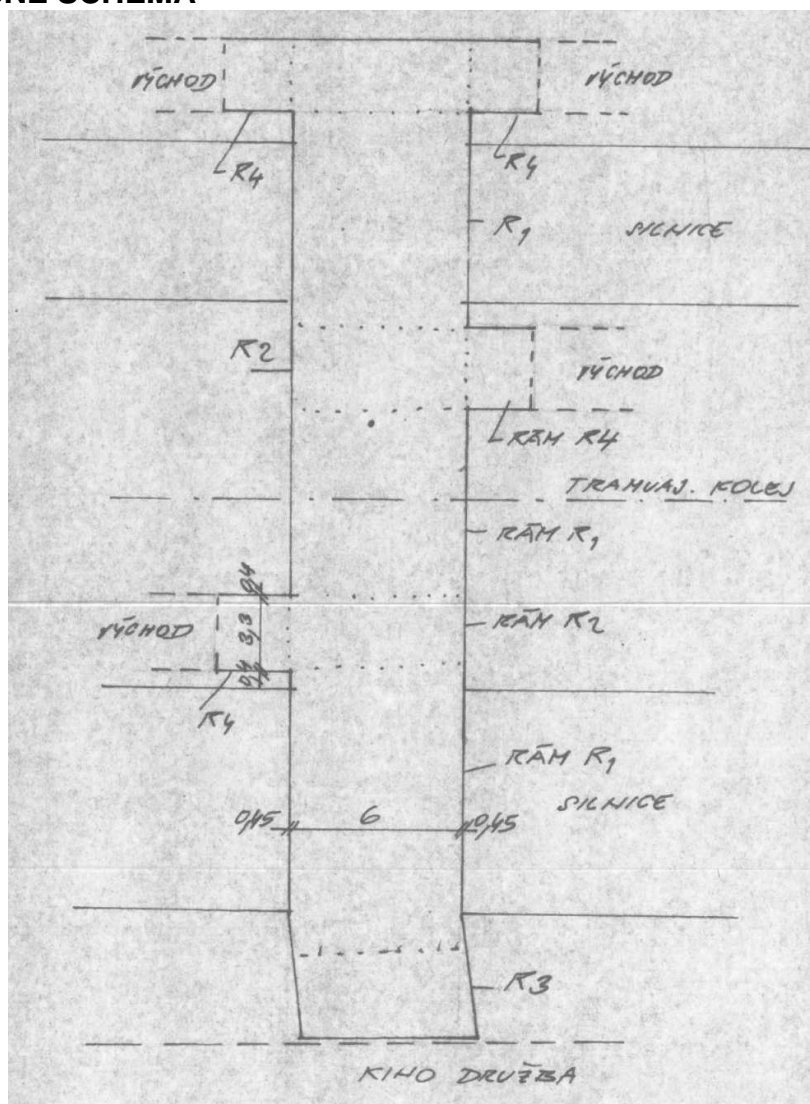
- a) ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- b) ČSN EN 1991-1 (73 0035) Zatížení konstrukcí, obecná zatížení
- c) ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí
- d) ČSN EN 1992-1 (73 1201) Navrhování betonových konstrukcí
- e) ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- f) ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení exist. konstrukcí
- g) ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení
- h) ČSN EN 206 + A1 (ČSN 73 2403) Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda
- i) Průvodce betonářskou normou ČSN EN 206. Svaz výrobců betonu ČR
- j) ČSN EN 13670 (73 2400) Provádění betonových konstrukcí
- k) STATICKÉ TABULKY autor: J. Hořejší - J. Šafka a kol.

## B. SCHÉMATA STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

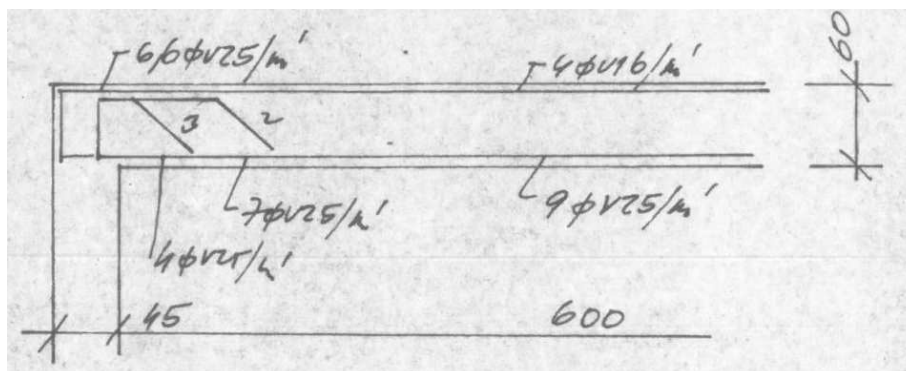
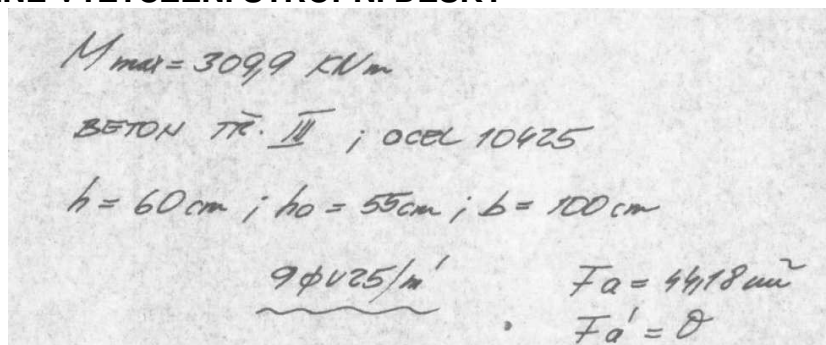
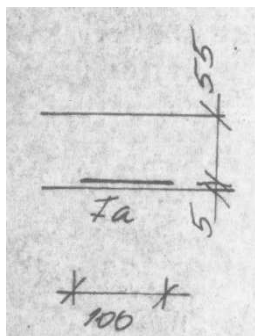
### 1) SCHÉMATICKÝ ŘEZ



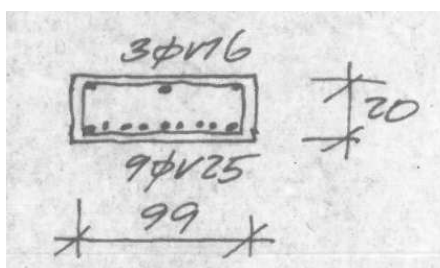
## 2) PŮDORYSNÉ SCHÉMA



### 3) PŮVODNĚ NAVRŽENÉ VYZTUŽENÍ STROPNÍ DESKY

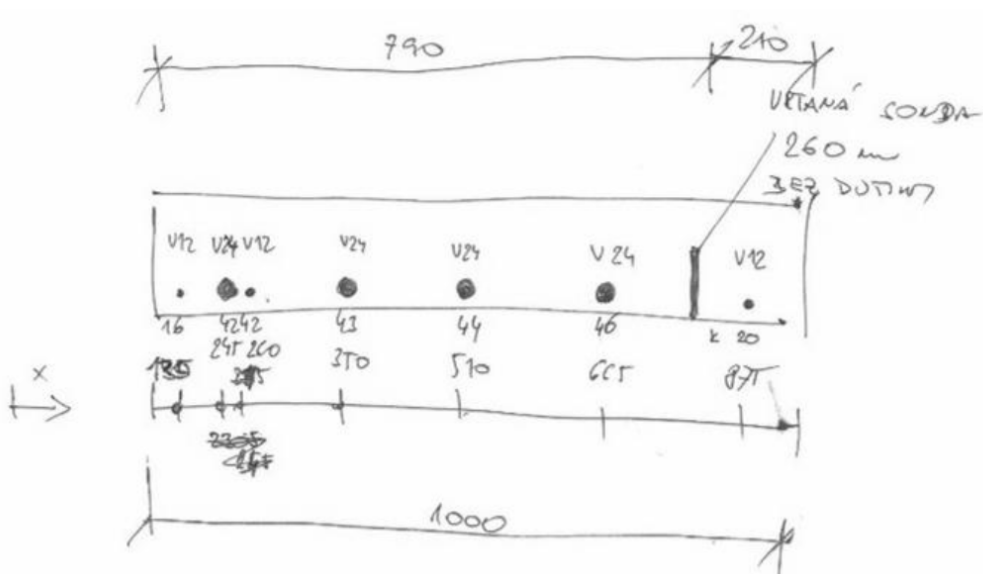


Stavební prefabrikát →

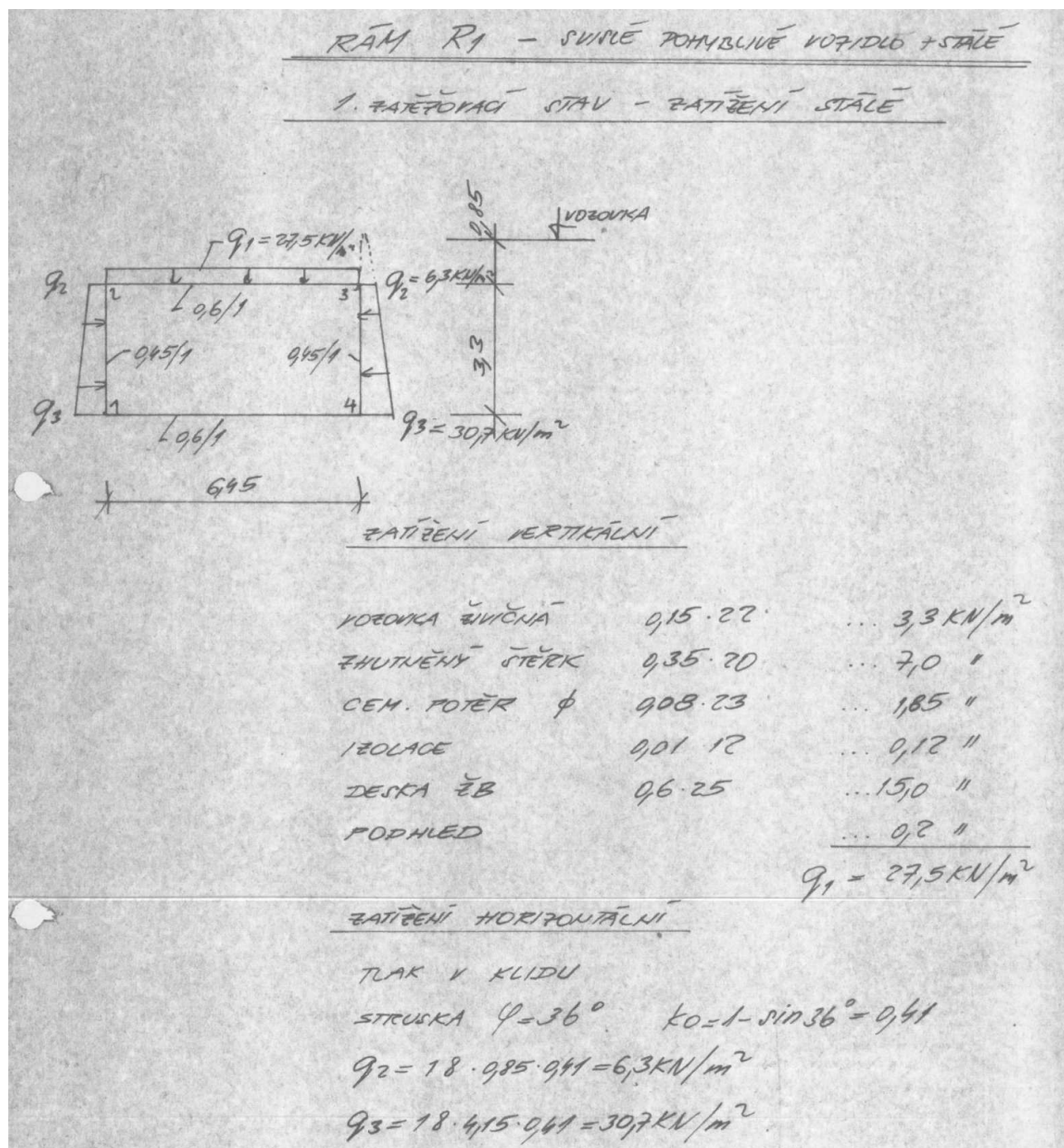


### 4) SKUTEČNĚ ZJIŠTĚNÉ VYZTUŽENÍ STROPNÍ DESKY

- vytaženo z dokumentu: Závěrečná zpráva – Stavebně technický průzkum „Podchod na náměstí Ostrava – Jih“, zpracovatel Ing. Michal Grossmann, Minova Bohemia s.r.o., 08/2017

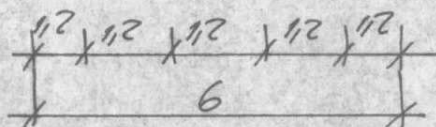
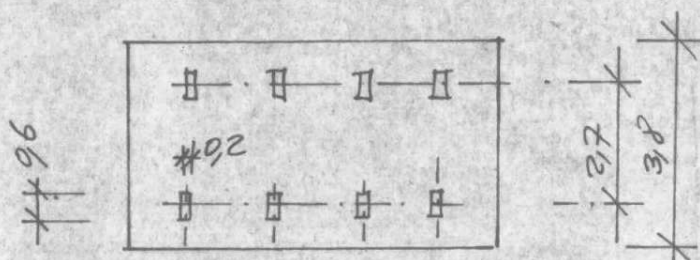
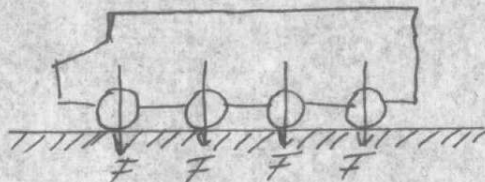


## C. ZATÍŽENÍ A ZATĚŽOVACÍ STAVY



## 2. ZATĚŽOVACÍ STAV - ČTYŘNÁPRÁVŮBÉ VOZIDLO

ZATĚŽOVACÍ TŘÍDA A S NÁPRÁVŮVÝMI SILAMI  $4 \times 200 \text{ kN}$ , O HMOTNOSTI VOZIDLA  $80 \text{ t}$



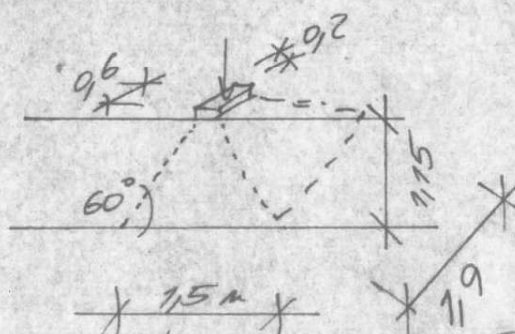
$$\text{KOLOVÁ SÍLA } F = \frac{200}{2} = 100 \text{ kN}$$

c. DYNAMICKÝ KOEFICIENT PŘI  $L_d = 6 \text{ m}$

$$\delta_r = 149 \text{ (DLE TAB. 11 STR. 33)}$$

$$\text{KOLOVÝ TLAK } F_1, 100 \cdot \delta_r = 100 \cdot 149 = \underline{149 \text{ kN}}$$

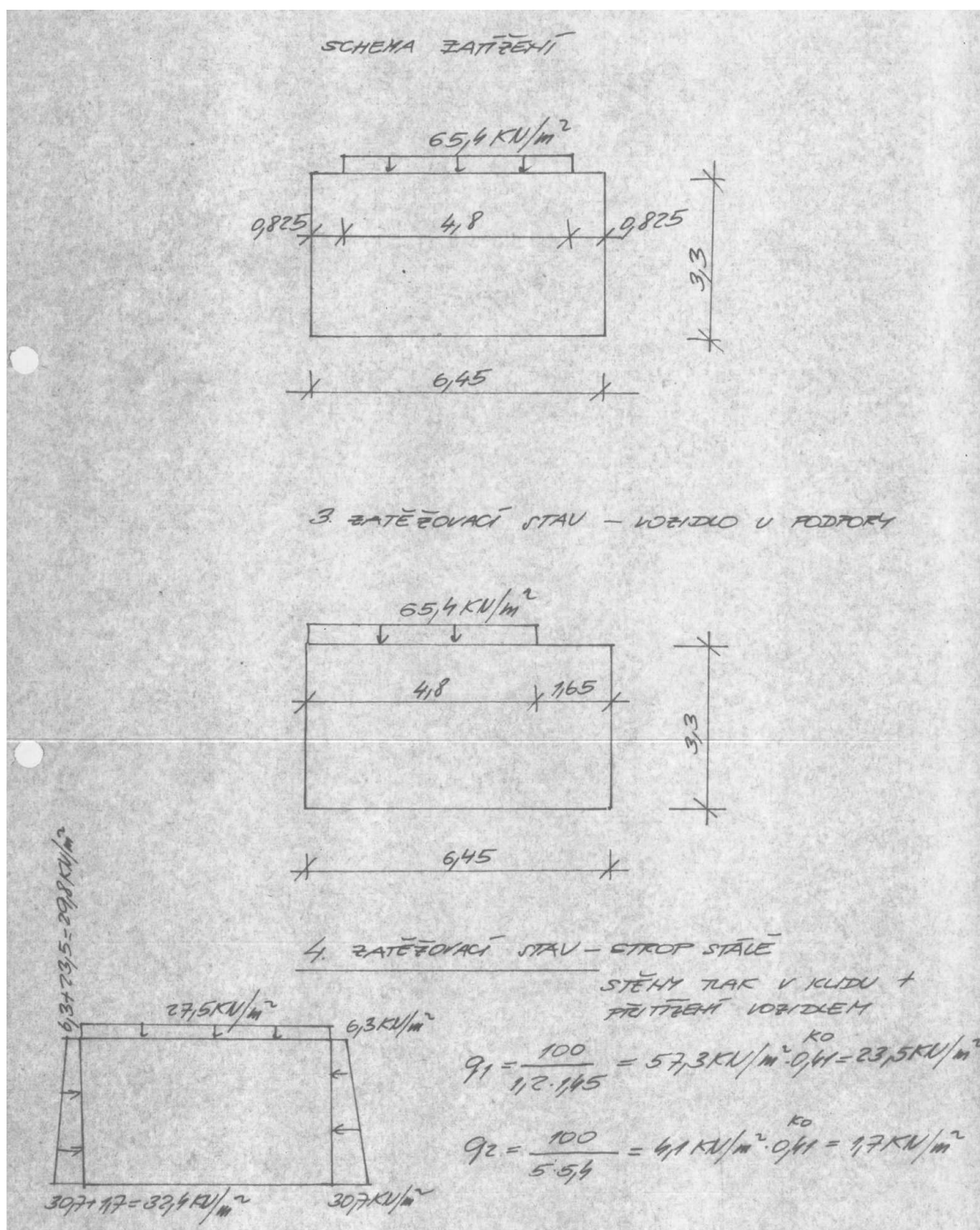
ROZMETENÍ KOLOVÉHO TLAKU PŘEYMAVKOU A DEPKOU



$$q = \frac{149}{1.2 \cdot 1.9} = \underline{65.4 \text{ kN/m}^2}$$

1. PLOCHY SE PŘEYMAVÁNÍ MAX. ŠÍŘKA 1.2 m

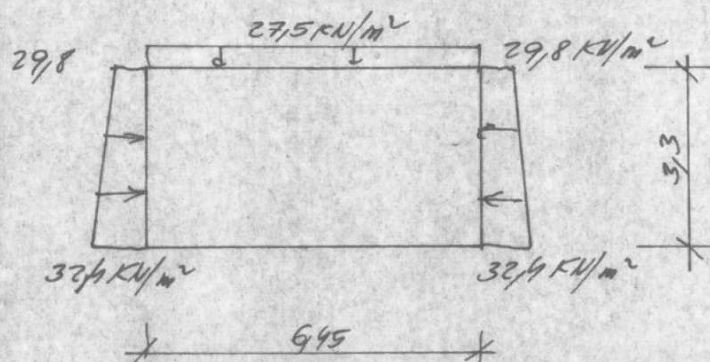






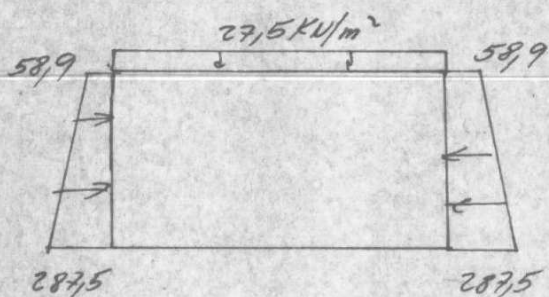
5. ZATĚŽOVACÍ STAV = STROP - STĚNĚ

STĚNY - TLAK V KLIDU + POHYBLIVĚ IDEÁLNÍ VOZIDLO Z OBOU STRAN



5a) ZATĚŽOVACÍ STAV = STROP - STĚNĚ

STĚNY - PASIVNÍ TLAK



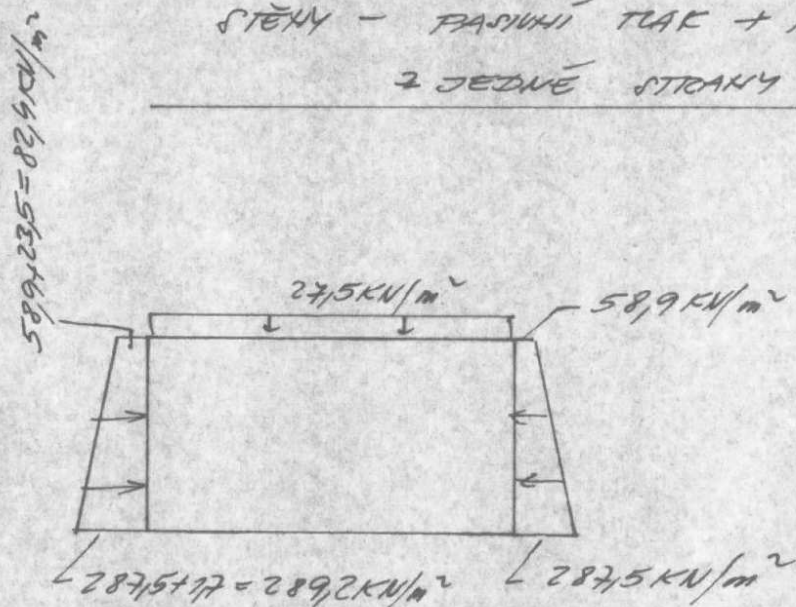
PASIVNÍ Z. TLAK

$$k_p = \frac{q_g^2}{(45 + 18)} = 3,85$$

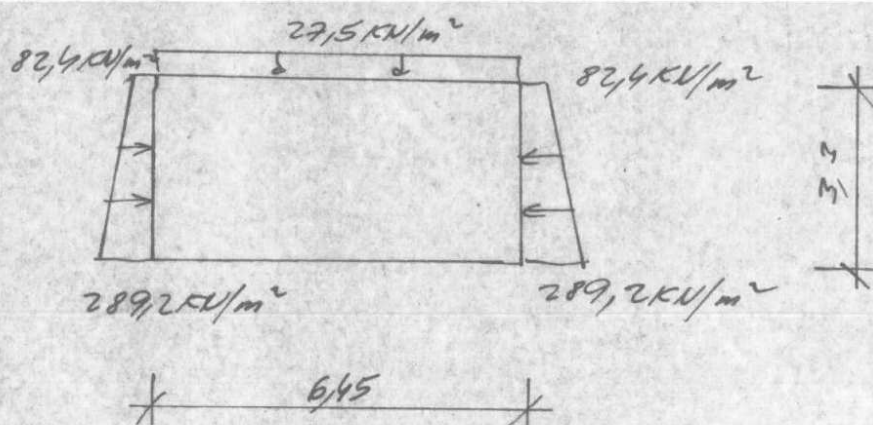
$$q_{1p} = 18 \cdot 3,85 \cdot 3,85 = 58,9 \text{ kN/m}^2$$

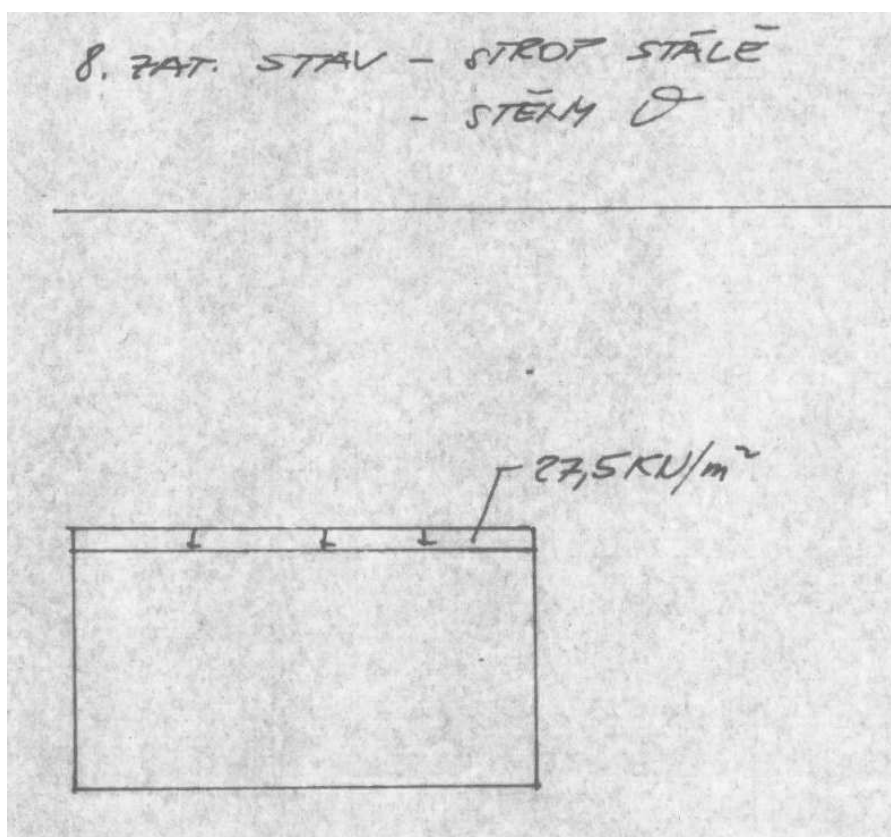
$$q_{2p} = 18 \cdot 4,15 \cdot 3,85 = 287,5 \text{ kN/m}^2$$

6, ZATĚŽOVACÍ STAV = STROP - STĚLÉ  
STĚNY - PASIVNÍ TLAK + POHYBLIVÉ ZATÍŽENÍ  
Z JEDNÉ STRANY



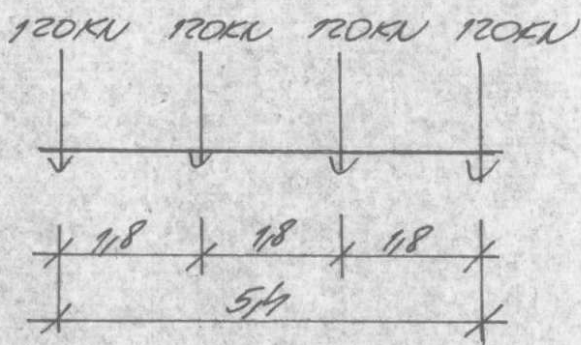
7, ZATĚŽOVACÍ STAV = STROP - STĚLÉ  
STĚNY - PASIVNÍ TLAK + POHYBLIVÉ ZATÍŽENÍ  
Z OBOU STRAN





## ZATÍŽENÍ TRAMVÁJÍ

## ZAT. SCHEMA NÁTRAVOVÝCH SA



## DYNAMICKÝ KOEFICIENT

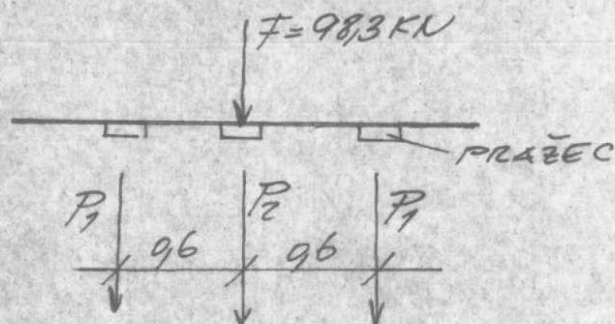
$$L_d = 6 \text{ m}$$

$$\delta_f = 1.59 \quad (\text{TAB. 15})$$

ROZNEŠENÍ ZATÍŽENÍ KOLOVÝM TLAKEM  
DLE ČL. 25 ČSN 736206

## KOLOVÝ TLAK

$$F = \frac{120}{2} \cdot \delta = \frac{120}{2} \cdot 1.59 = 98.3 \text{ kN}$$

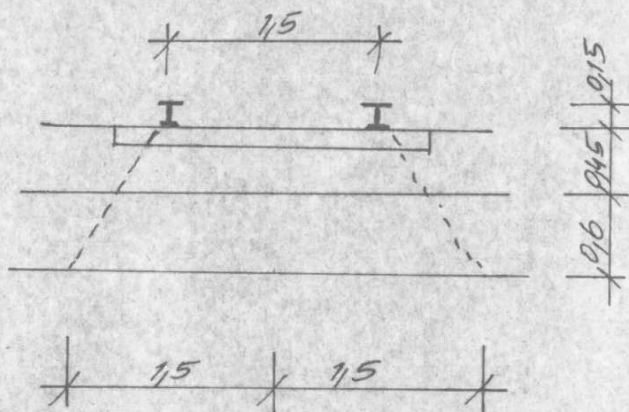


$$P_1 = 0.25 \cdot F = 0.25 \cdot 98.3 = 24.6 \text{ kN}$$

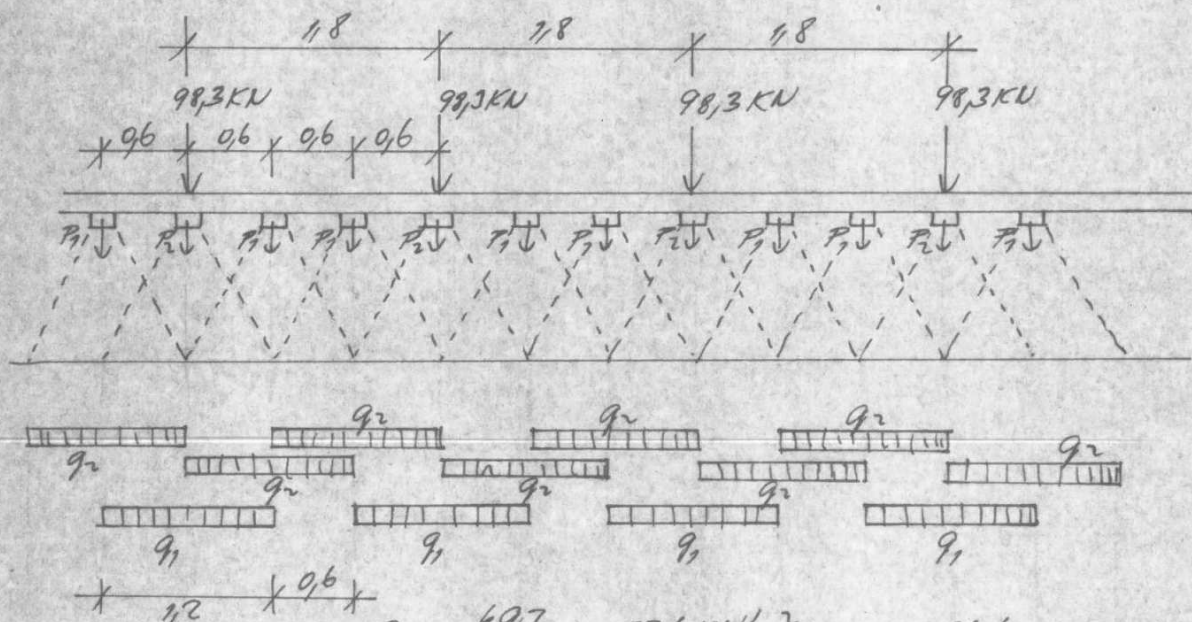
$$P_2 = 0.5 \cdot F = 0.5 \cdot 98.3 = 49.2 \text{ kN}$$



## ROZKLENUTÍ ZATÍŽENÍ V PRÍČNÉM SMĚRU



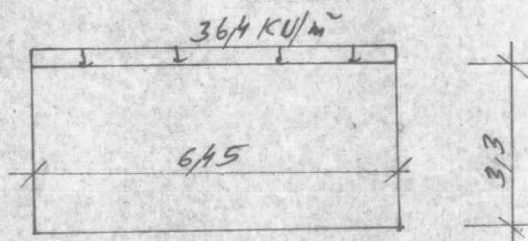
## ROZKLENUTÍ ZATÍŽENÍ V PODELNĚM SMĚRU



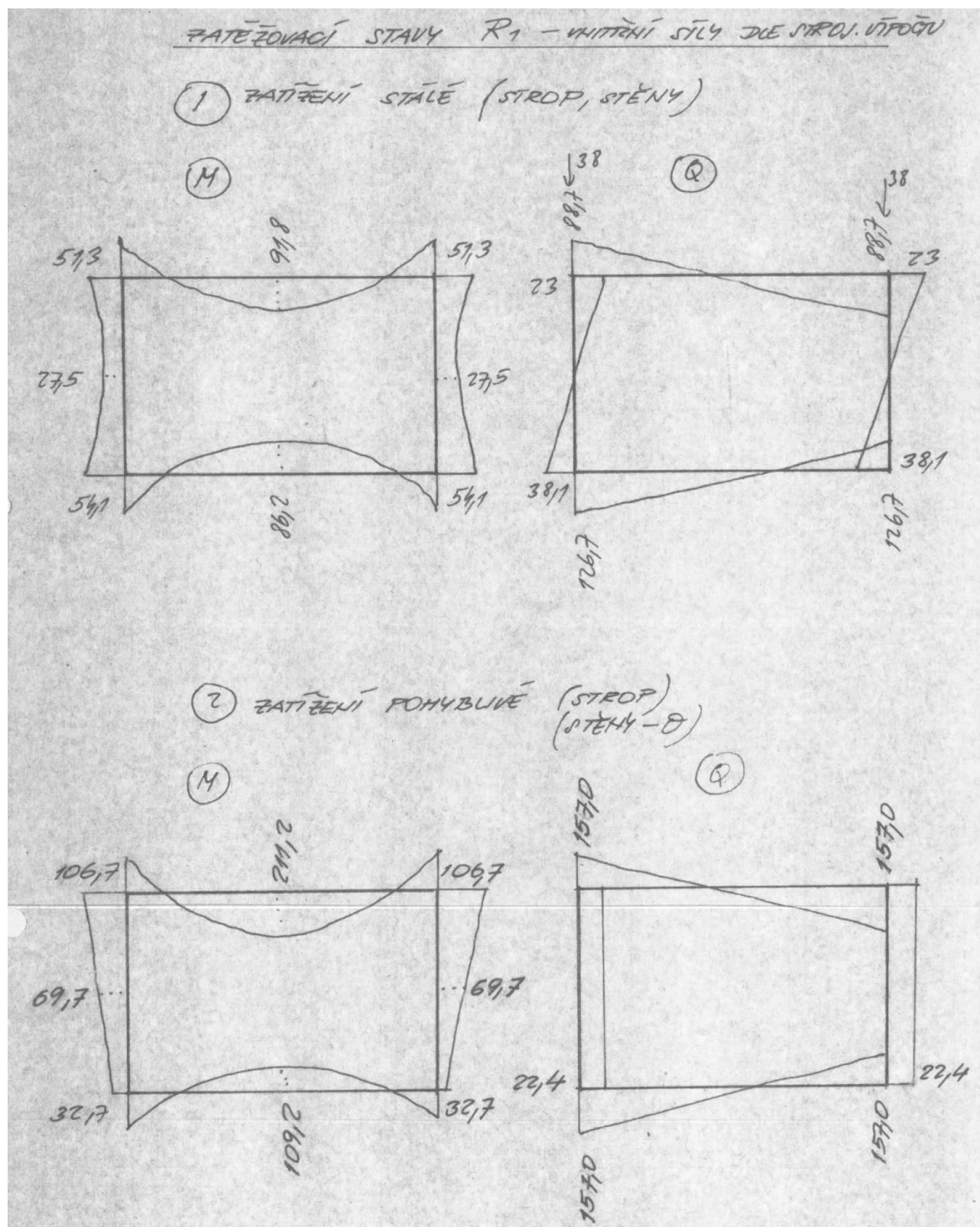
$$q_1 = \frac{49,2}{12 \cdot 1,5} = 27,4 \text{ kN/m}^2 ; q_2 = \frac{24,6}{12 \cdot 1,5} = 13,7 \text{ kN/m}^2$$

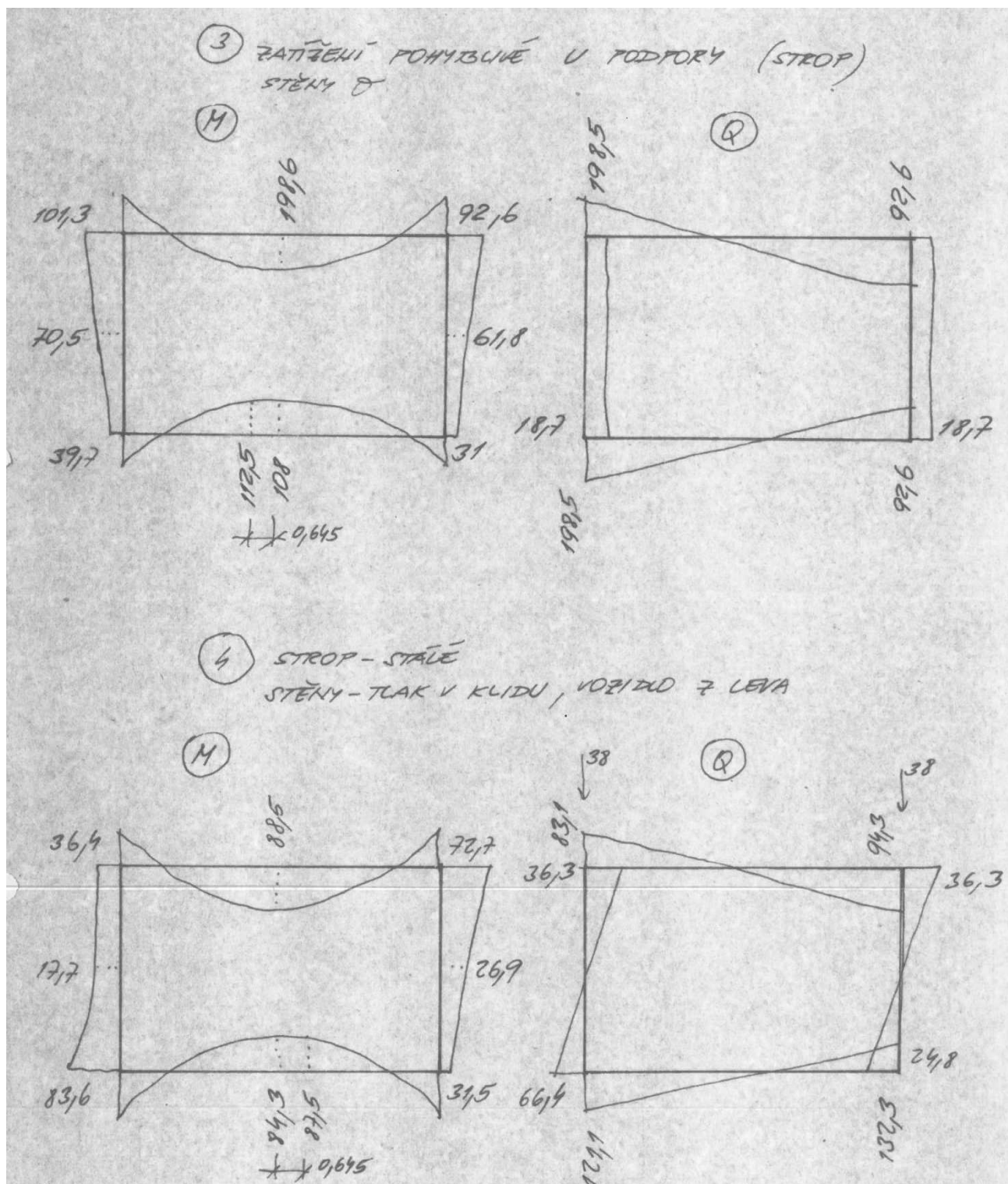
PRŮMĚRNÉ ZATÍŽENÍ BUDE

$$q = \frac{98,3}{1,5 \cdot 1,8} = 36,4 \text{ kN/m}^2$$

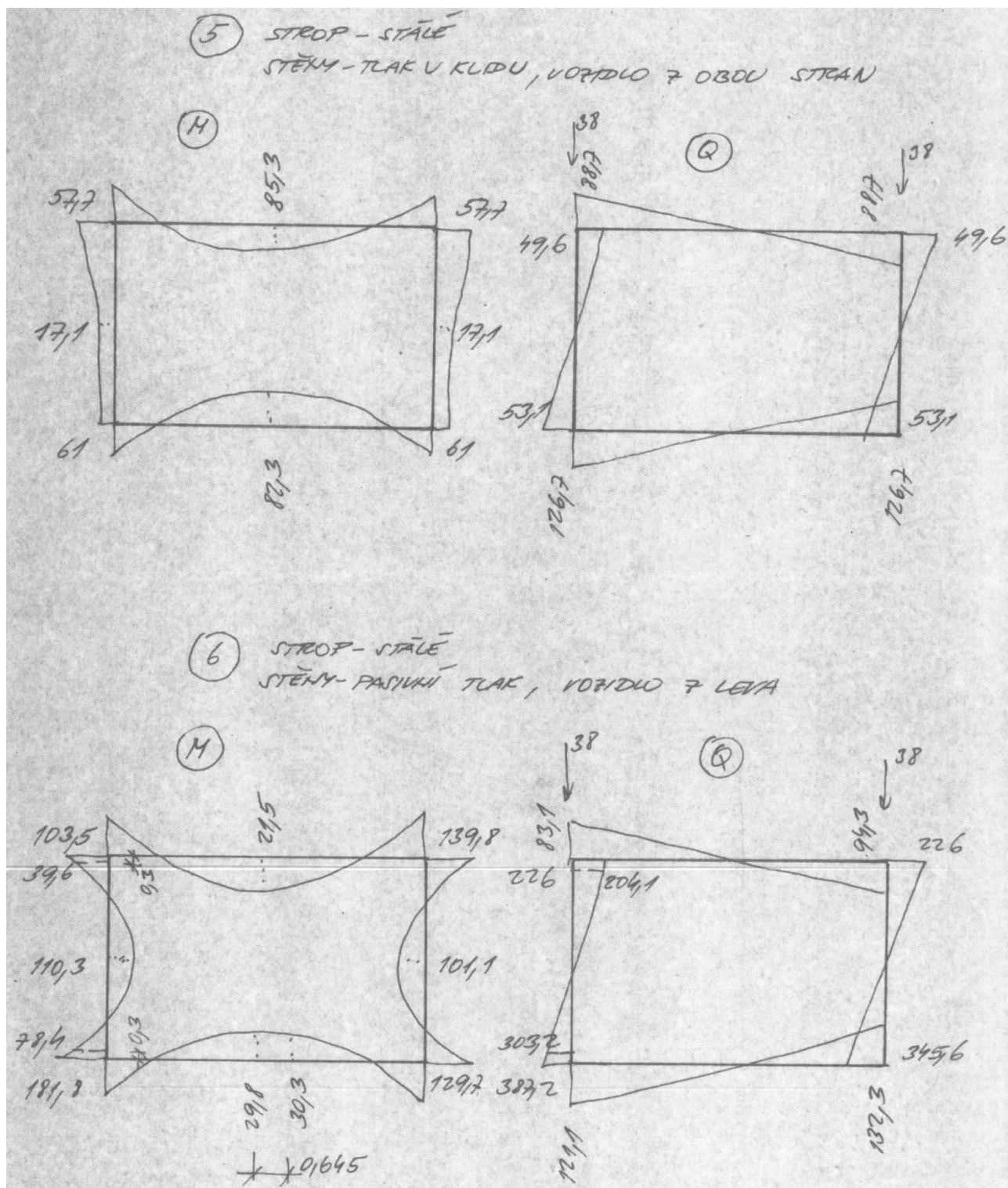


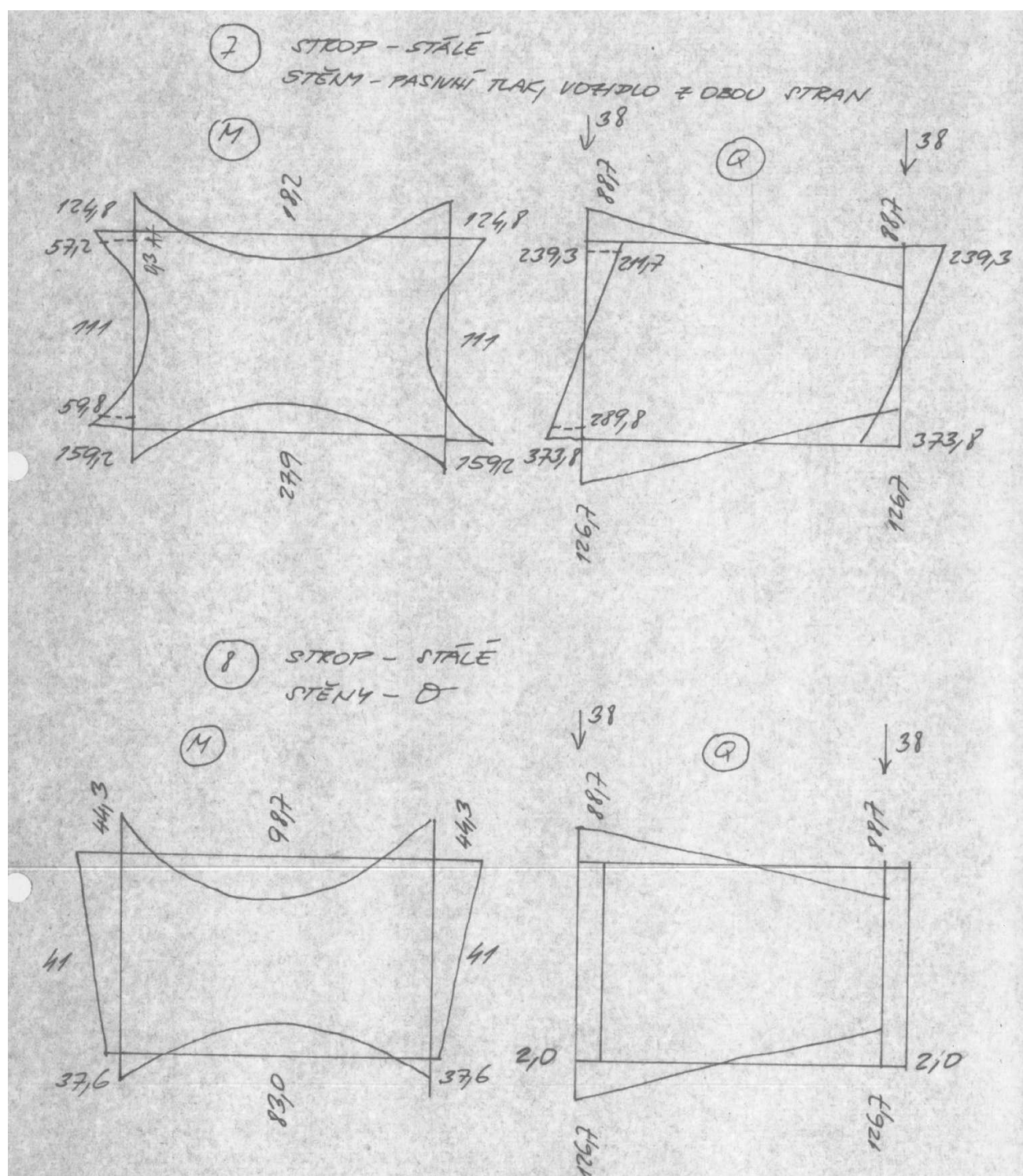
## D. VNITŘNÍ SÍLY

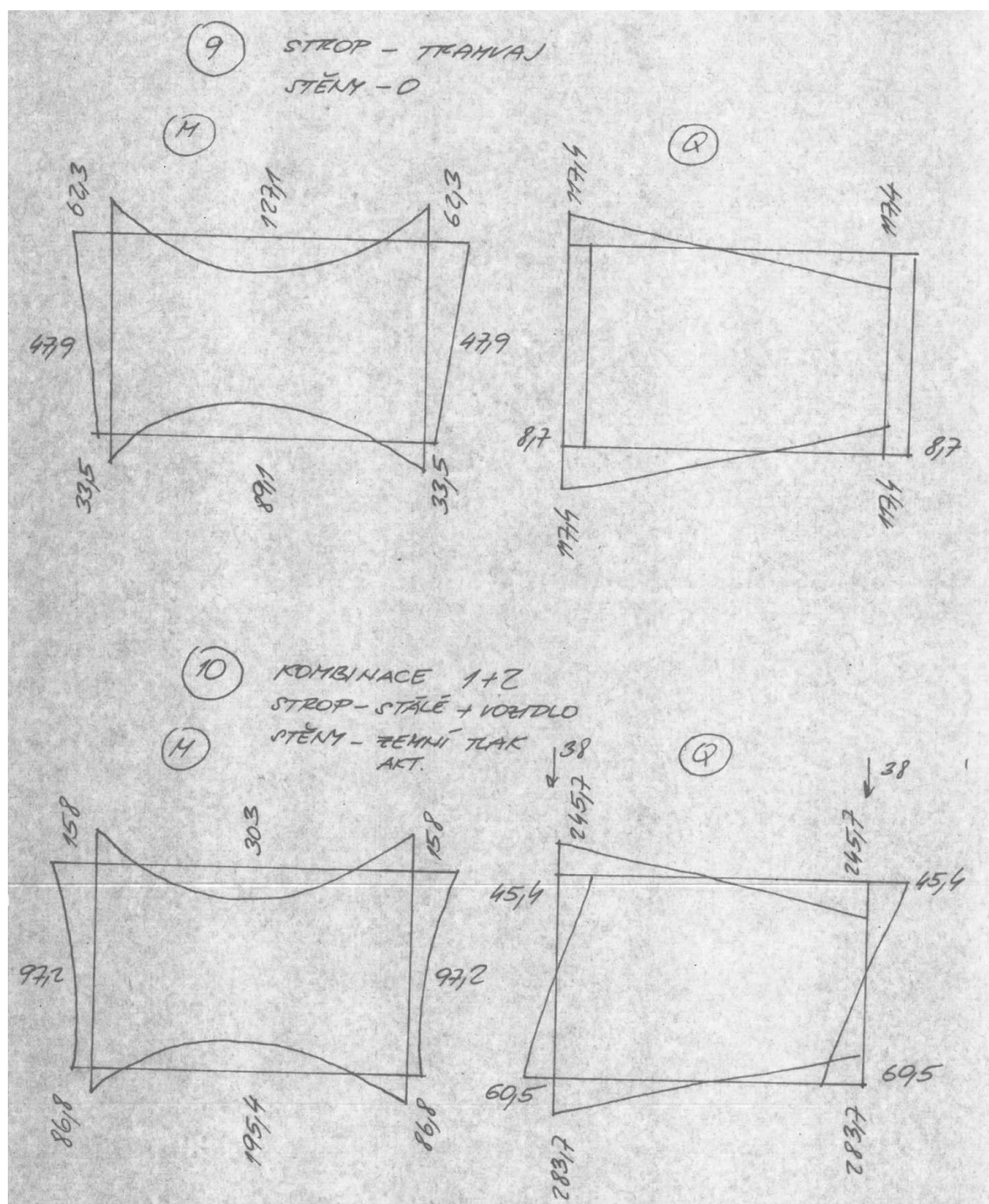


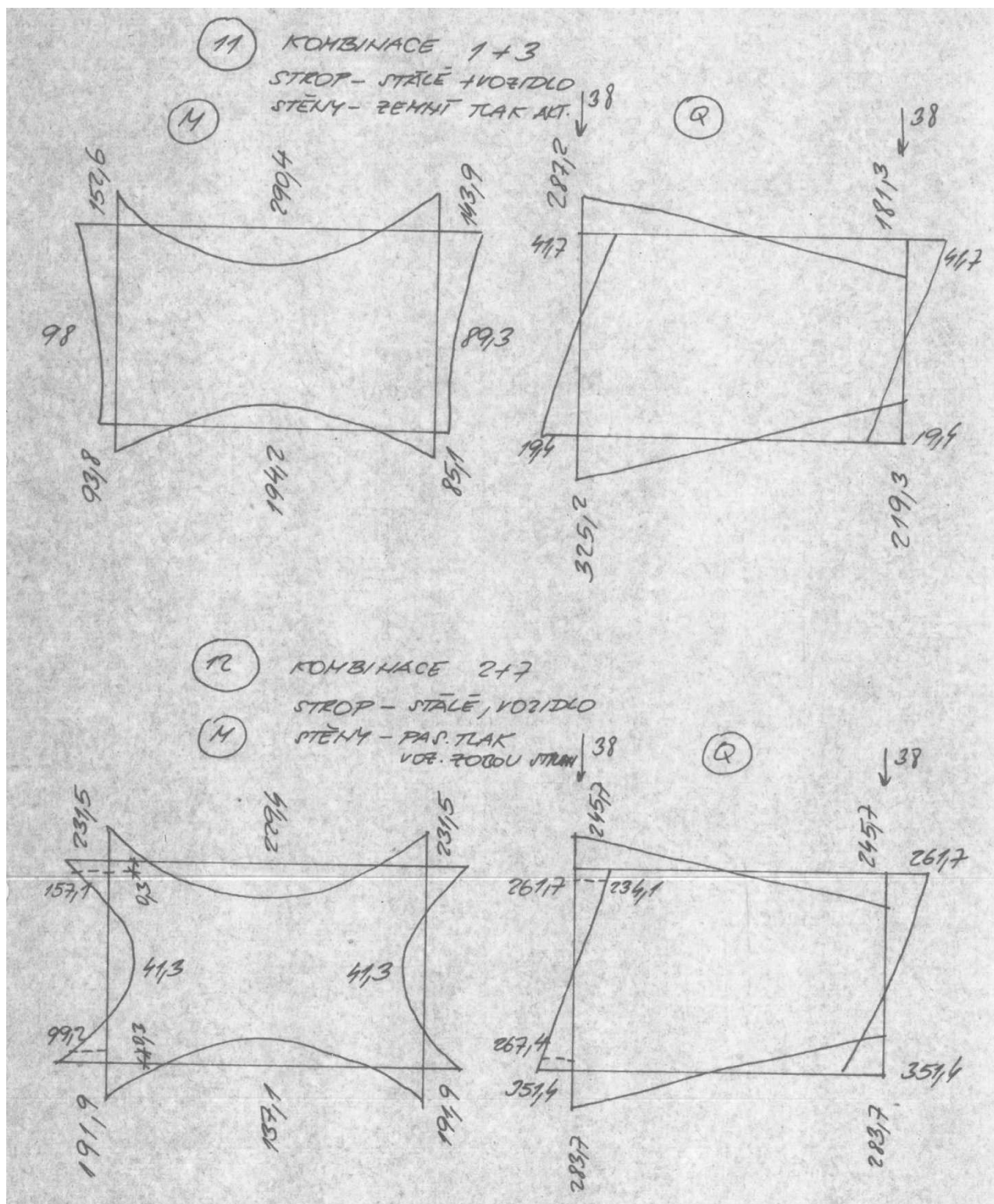




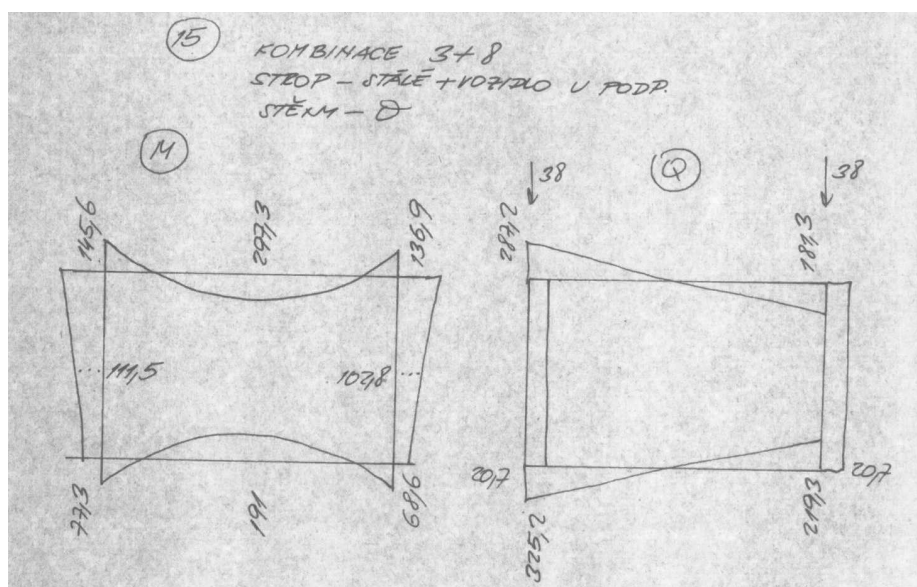
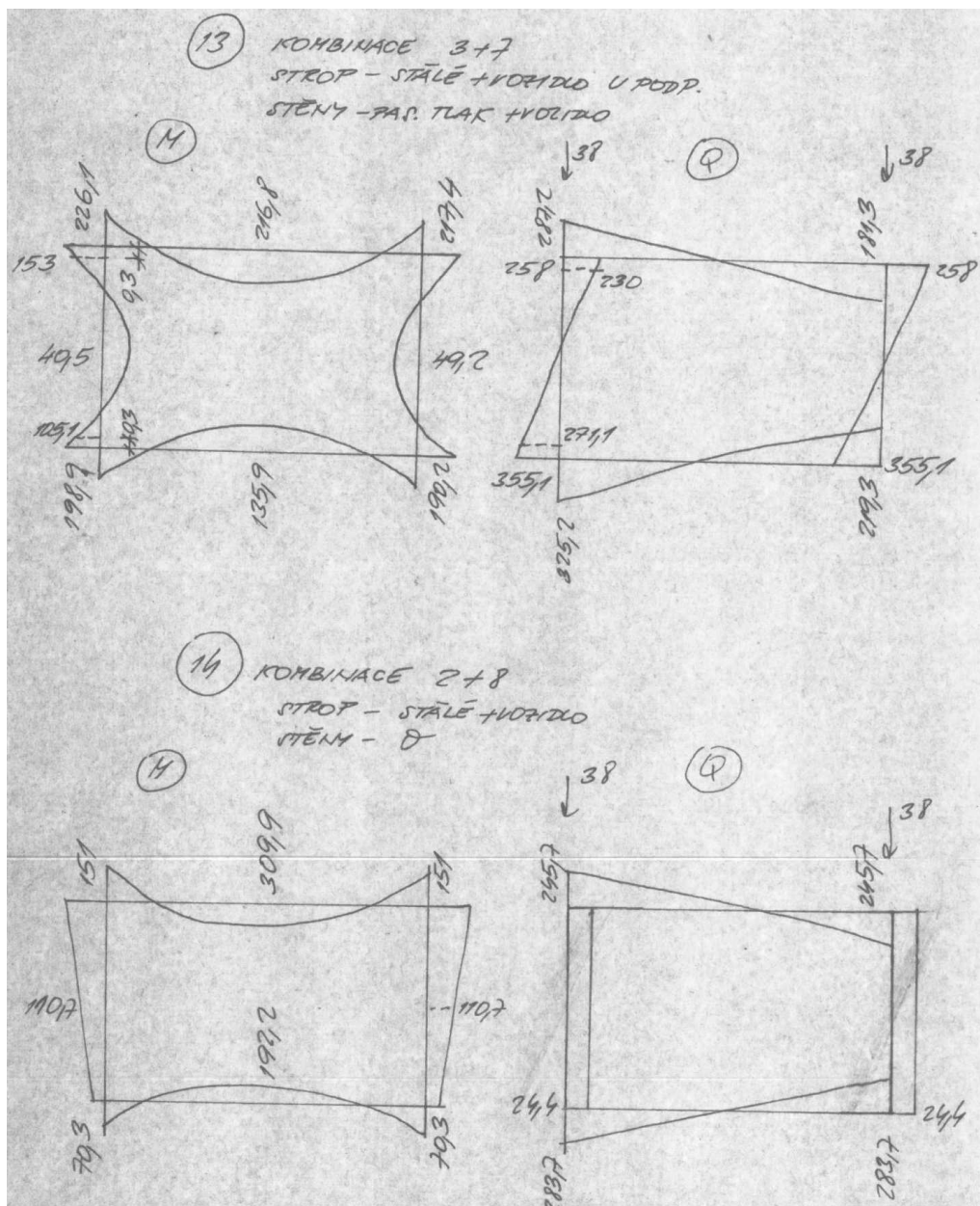




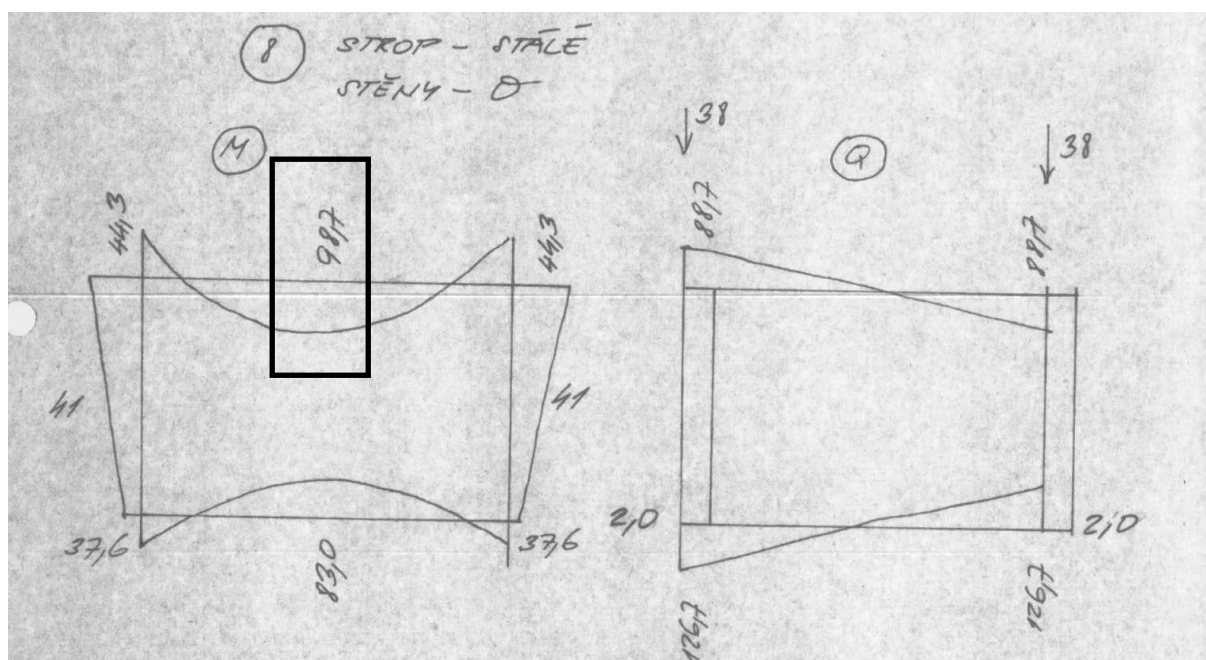
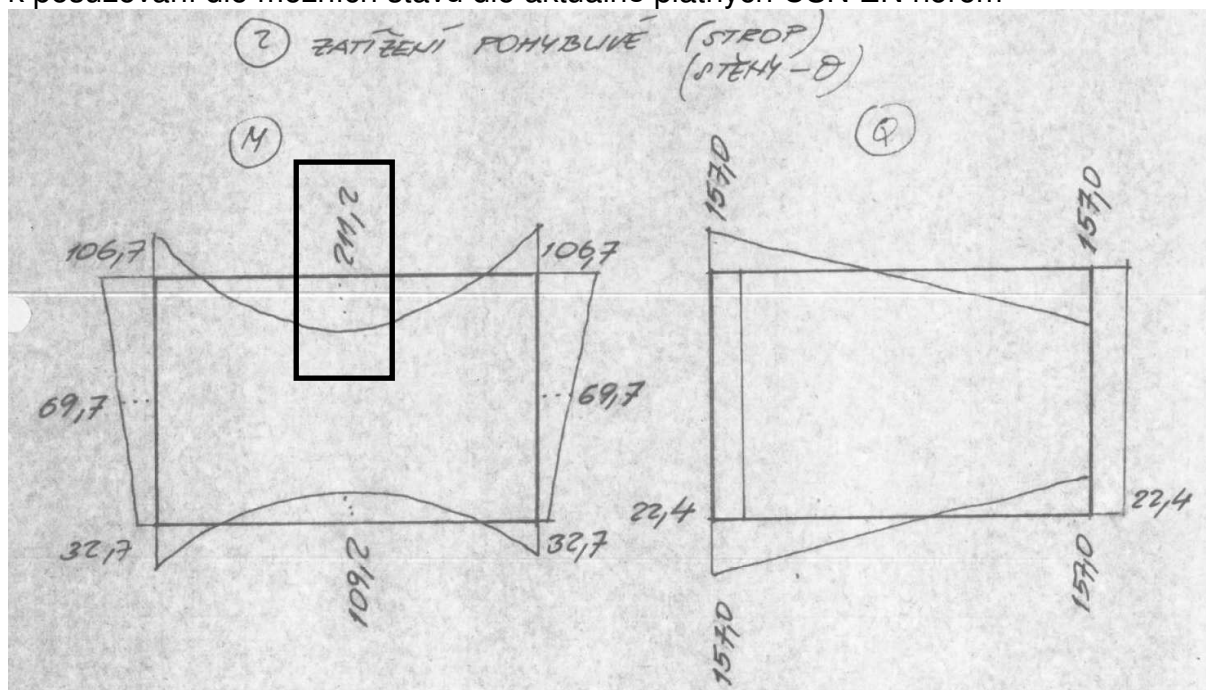








V tomto statickém posouzení řešíme posouzení spodní výztuže ve stropní desce → zajímá nás tedy hlavní tahová ohybová výztuž v desce → jako nejnepriznivější byla tím pádem vytipována kombinace 14 (2+8), která je ale přepočtena vzhledem k posuzování dle mezních stavů dle aktuálně platných ČSN EN norem



→ hodnota ve stropní desce v poli je tedy:

Charakteristická hodnota:

$$M_{Ek} = 98,7 \cdot 1,0 + 211,2 \cdot 1,0 = \text{cca } 310 \text{ kNm}$$

Návrhová hodnota:

$$M_{Ed} = 98,7 \cdot 1,35 + 211,2 \cdot 1,5 = \text{cca } 450 \text{ kNm}$$

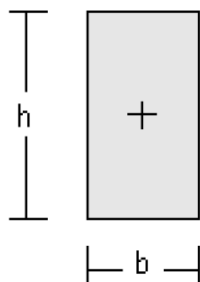
Moment v době zesílení (bez dopravy!) –  $M_{Ek0} = 98,7 \text{ kNm} \rightarrow \text{cca } 100 \text{ kNm}$

## E. POSOUZENÍ ZESÍLENÉ STROPNÍ KONSTRUKCE

### S&P FRP Lamella

#### Ohybové a smykové zesílení pomocí FRP materiálů

##### průřez



##### průřez

obdélník

$$b = 1000 \quad [\text{mm}]$$

$$h = 600 \quad [\text{mm}]$$

##### beton

Třída:

C 16/20

$$f_{ck} = 16 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\varepsilon_{cu} = 3,5 \quad [\text{‰}]$$

$$\varepsilon_{c2} = 2 \quad [\text{‰}]$$

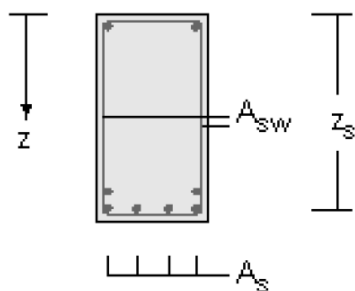
$$\alpha_{cc} = 1 \quad [-]$$

$$E_{cm} = 28608 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{ctm} = 1,9 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad [-]$$

$$\gamma_c = 1,5 \quad [-]$$



##### ocel

$$\gamma_s = 1,15 \quad [-]$$

##### ohybová výztuž

hlavní výztuž

č.	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$z_s$ [mm]	Značka výztuže	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$d_s$ [mm]
1	1809	550	V 375	375	200000	25
2	339	550	V 375	375	200000	12



**zatížení****nezesílený stav**

	mezipodporový moment	tlaková síla
v čase zesilování	$M = 100$ [kNm]	$N_{Ek0} = 0$ [kN]
předpětí (staticky stanoveno)	$M_{p0} = 0$ [kNm]	$N_p = 0$ [kN]
tahová zóna za ohybu již s trhlinami		

**zesílený stav**

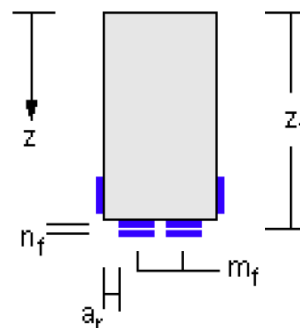
	moment v poli	tlaková síla
mezní stav únosnosti	$M_{Ed} = 450$ [kNm]	$N_{Ed} = 0$ [kN]
dílič součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,m} = 1,45$ [ - ]	$\gamma_{N,m} = 0$ [ - ]
provozní stav	$M_{Ek} = 310$ [kNm]	$N_{Ek} = 0$ [kN]

**ohybové zesílení****FRP systém**

**S&P CFK 150/2000**  
**S&P Resin 220**

externě přilepeno

$E_{fk}$	$= 170000$	[N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{fk}$	$= 2800$	[N/mm <sup>2</sup> ]
$\varepsilon_{fu}$	$= 16$	[‰]
$\gamma_f$	$= 1,2$	[ - ]
$\varepsilon_{f,limit}$	$= 7,5$	[‰]

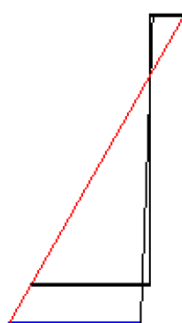
**FRP průřez**

č.	průřez [mm/mm]	$n_f$ [ks]	$m_f$ [ks]	$s_f$ [mm]	$A_f$ [mm <sup>2</sup> ]	$z_f$ [mm]
1	100 / 1.4	1	3	440	420	600

**počáteční přetvoření**

$$\begin{aligned}\varepsilon_c &= -0,173 \quad [\text{‰}] \\ x &= 149 \quad [\text{mm}]\end{aligned}$$

$$\varepsilon_s = 0,466 \quad [\text{‰}]$$

**přetvoření - limitní únosnost** ( $A_{f,pož}$ )

$$\begin{aligned}\varepsilon_c &= -2,044 \quad [\text{‰}] \\ x &= 122 \quad [\text{mm}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_s &= 7,185 \quad [\text{‰}] \\ \varepsilon_f &= 7,5 \quad [\text{‰}]\end{aligned}$$

**přetvoření / napětí - provozní stav** ( $A_{f,pův}$ )

$$\begin{aligned}\varepsilon_c &= -0,53 \quad [\text{‰}] \\ x &= 160 \quad [\text{mm}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_s &= 1,287 \quad [\text{‰}] \\ \varepsilon_f &= 0,929 \quad [\text{‰}]\end{aligned}$$

$$\varepsilon_{sy} = 1,875 \quad [\text{‰}]$$

**napětí**

beton	$\sigma_{c,max} = -7,35 \quad [\text{N/mm}^2]$
betonářská výztuž	$\sigma_{s,max} = 257,43 \quad [\text{N/mm}^2]$
FRP materiál	$\sigma_{f,max} = 157,86 \quad [\text{N/mm}^2]$

# only american code #

$\sigma_{c,limit} = -9,6 \quad [\text{N/mm}^2]$
$\sigma_{s,limit} = 300 \quad [\text{N/mm}^2]$

