

Znalecký posudek
o únosnosti stropních konstrukcí přádelny [redacted]
[redacted] + Způsob rekonstrukce
stropu s litinovými nosníky jejich zavěšením

22 stran + 25 stran

8. 3. 1980

Ing. CSc. Richard A. B a r e š
o/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československá akademie věd
Vyšehrská 49, 128 49 P r a h a 2

Z n a l e c k ý p o s u d e k

o únosnosti stropních konstrukcí přádelny [redacted]
[redacted]

č. j. 1202/80

Praha, 8.3.1980

Dne 10.2.1979 byl jsem požádán np. [redacted]
o posouzení znaleckého posudku o únosnosti stropních konstrukcí
[redacted], o charakteru vzniklých
poruch a případného návrhu koncepce řešení rekonstrukce tak, aby
mohl být zachován bezpečný provoz se samýblenou výškovou.
Podrobnější informace mně byly poskytnuty při návštěvě zástup-
ců np. Benar dne 9.7.1979.

Prohlídku konstrukcí a zaměření stávajícího stavu jsem pro-
vedl na místě dne 13.12.1979. Při té příležitosti jsem převzal
tyto podklady:

- stavební plány /príkreslí, I. patra, řezy/ vypracované podle
záměření stávajícího stavu v roce 1949
- stavební plán /řez/ vypracovaný pro adaptaci v r. 1950

- požární výhled v roce 1978 a udělení bezpečnosti pracovních strojů a vynechání oblasti nezáleňého stropu, bezpečnostní stroji.

koncem minulého století se obou konstrukce se slovese stroj-

hmotnost strojů je zde uvedena takto: strojů, bezpečnostních strojů

vykací stroj - 4000 kg

BP stroj - 4880 kg

rozvoľovací stroj - 13600 kg

NOVROS - 2000 kg

balíky vlny u rozvoľovacího stroji - 3000 kg/18 m²./

Budova prádelny je dvoupodlažní, neposklopená, s rovnou střechou, cihelným obvodovým zdíven, původně postavená někdy koncem minulého století. Stropní konstrukce je tvořena cihelnými klenbami do litinových nosníků, podlaha litinovými sloupy. Litinové nosníky jsou vzájemně staženy táhly, v příč-

konstrukce pod vykacími stroji

- příčiny poruch stropních konstrukcí ve střední části budovy a příp. návrh na rekonstrukci
- střešní konstrukci.

N á l o z

Budova prádelny je dvoupodlažní, neposklopená, s rovnou střechou, cihelným obvodovým zdíven, původně postavená někdy koncem minulého století. Stropní konstrukce je tvořena cihelnými klenbami do litinových nosníků, podlaha litinovými sloupy. Litinové nosníky jsou vzájemně staženy táhly, v příč-

ném směru je budova ztažena táhly oca po 6 m.

Při pozdější přestavbě /rekonstrukci/, jež byla provedena - soudě podle charakteru konstrukcí- přibližně koncem dvacátých let, byla polovina litinových sloupů v přízemí obetonována. V prvním patře tyto železobetonové sloupy pokračují a nesou železobetonovou konstrukci střechy /podélné průvlaky/. Na průvlacích je uložen lehký žebírkový strop z keramických tvárnic.

Na cihelných klenbách je škvárový násyp /příp. hubený škvárobeton/, na němž je uložena 8 cm silná vrstva podkladního betonu a původně saduritová, nyní parketová podlaha. Ve střední části, pod novými mykacími stroji, byl strop v nedávné minulosti rekonstruován tak, že namísto násypu a slabé vrstvy betonu byla vybudována železobetonová deska v tloušce 22 cm a navíc byly pod stroje /do desky/ osazeny čtyři válcové profily U 10 /napříč litinovým nosníkem. Tato deska nezasahuje nad žádný ze sloupů.

Střešní průvlaky jsou mezi čtvrtým a pátým sloupem dilatovány tak, že spojitý rámový průvlak o 4 polích je ukončen konsolou vyloženou na polovinu vzdálenosti sloupů. Styk obou konsol je na tapo, s vloženou lepenkovou vrstvou a tloušťce oca 1 cm. Buď již při stavbě, nebo později došlo k poklesu konců některých konsol. V jiné části došlo rovněž již buď při stavbě nebo později přetížením k pronešení střešního žebírkového stropu, takže na střeše jsou viditelné prolákliny v plochách oca 5 x 5 m.

Kromě těchto dvou závad /otevření dilatační spáry a nadměrný průhyb konsol a žebírkového stropu/ nebyly zjištěny žádné další poruchy.

Strop nad přízemím

Rozměry litinových nosníků, jak byly na místě znalcem zjištěny ze tří sond /v "čistírny"/, jsou zaneseny na obr. 1. Průměr litinových sloupů je 180 mm, tl. stěny 17-20 mm. Obetonované sloupy mají čtvercový průřez 30 x 30 cm, vyztužené 4 \varnothing 18 v rozích, těmínky \varnothing 8 a 30-35 cm /obr. 2/. Skladba stropu podle sond v původní části je na obr. 3, skladba stropu ve střední části pod vykacím stroji je na obr. 4.

Protože není znám výrobce litinových nosníků, nepodařilo se zjistit porovnáním se zjištěnými rozměry tabulkové statické hodnoty. Proto byly vypočítány přibližné hodnoty momentu setrvačnosti, plochy a průřezových modulů z idealizovaných průřezů změřených rozměrů.

Podpora:

$$\begin{aligned} \text{Plocha } F_v &= 17,4,0 + 28,3,4 + 9,5,3 = 68 + 95,2 + 28,5 = \\ &= 191,7 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Střed:

$$\begin{aligned} \text{Plocha } F_s &= 24,3,3 + 2,2,50 + 1,0,14 = 79,2 + 110 + \\ &+ 14 = 203,2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Stat. moment k těžišti spodní příruby

$$M'_s = 90,2,2,26,5 + 14,1,52 = 2919 + 728 = 3643 \text{ cm}^3$$

Těžišková osa

$$x' = 3643/203,2 = 17,93 \text{ cm}$$

$$\text{od spodního líc } x_s = 17,93 + 1,9 = 19,4 \text{ cm}$$

$$\text{od horního líc } x_h = 54 - 19,4 = 34,6 \text{ cm}$$

Moment setrvačnosti

$$I_x = 1/12 \cdot 3,3^3 \cdot 24 + 24,3,5 \cdot 17,9^2 +$$

$$\begin{aligned} &+ 50^3 \cdot 2,2 \cdot 1/12 + 50 \cdot 2,2 \cdot 8,9^2 + 1/12 \cdot 14 \cdot 1^3 + 14 \cdot 1 \cdot 34,1^2 = \\ &= 71,9 + 25\,376,4 + 22\,916,7 + 8713,1 + 1,2 + 16\,279,3 = \\ &= 73\,358,6 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Průřezový modul

$$W_s = 3781,4 \text{ cm}^3$$

$$W_h = 2120,2 \text{ cm}^3.$$

Dovolené namáhání litiny lze určit pouze podle odhadnutých pevností podle údajů literatury nebo zkoušek. Podle Technického průvodce, sv. 3 z roku 1924 je pevnost stavební litiny v tahu 1000 – 1600 kg/cm², v tlaku 5500–7000 kg/cm². Při zatěžovacích zkouškách litinových nosníků, provedených v ÚTAM /viz Zpráva čj. 1426/56/P z 1.8.56/ byly však zjištěny tyto mechanické vlastnosti:

pevnost v tahu 900 kg/cm²

pevnost v tlaku 1400 kg/cm²,

přičemž se lišily tyto hodnoty pro jednotlivé nosníky až o 50%.

Protože nejsou k dispozici hodnoty pro dané konstrukce, přidržíme se posledních hodnot.^{1/} Vzhledem k nim je zvolen sou-

činitel bezpečnosti v tahu $s = 2,5$, v tlaku 2,2, takže dovolená namáhání jsou:

v tahu - - 360 kg/cm²

v tlaku - - 636 kg/cm².

1/ K přesnějšímu stanovení skutečných hodnot pevností bylo by nezbytné provést příslušné zkoušky materiálu, z něhož jsou nosníky zhotoveny. Informativní určení pevnosti lze určit tvrdoměrnou zkouškou na místě, strukturální charakter litiny je možno posoudit na odříznutých vzorcích cca 10x30mm. Objektivní zhodnocení může dát pouze vyzkoušení alespoň tří nosníků zkouškou v ohybu do porušení. O provedení informativních zkoušek je možno požádat katedru materiálů Strojní fakulty ČVUT v Praze.

Vzhledem k tabulkovým hodnotám vychází takto součinitel bezpečnosti $s = 3,6$, což lze považovat s ohledem na malý podíl užitečného zatížení /jež je klidné/ na zatížení celkovém /méně než třetina/ za dostatečné.

Rozpětí středního pole $l_1 = 620 - 2.15 = 5,90$ m v případě nosníků na obetonovaných sloupech, $l_1 = 620 - 2.10 = 6,00$ m v případě nosníků na hlavicích litinových sloupů.

Rozpětí krajních polí $l_2 = 1,025.5,90 - 15 = 5,90$ m v případě nosníků na obetonovaných sloupech, $l_2 = 1,025.5,90 - 0,1 = 5,85$ m v případě nosníků na hlavicích litinových sloupů.

Částečné vetknutí vyplývající z nemožnosti volného otáčení na podporách v důsledku obezdění příp. obetonování bude vyjádřeno redukcí součinitelem $0,9$, ve středním i krajním poli.

Průměrná hmotnost doprácovacího stroje 4880 kg na ploše 1.14,7, průměrné zatížení 332 kg/m². Hmotnost hnacího agregátu doprácovacího stroje 800 kg, plocha 1.1,20, tj. zatížení 667 kg/m². Počet strojů 6, celkové zatížení 29280 kg na ploše cca 15x15m, tj. 130 kg/m².

Průměrná hmotnost rozvolňovacího stroje 2500kg, šechradla 1500kg, zásobník 1300kg, zatížení působí na ploše cca 6x13m. Průměrné zatížení v této části 117 kg/m².

Průměrná hmotnost vykašovacího stroje 4800 kg, na ploše 2,05. 4,30, tj. průměrné zatížení od jednoho stroje 446 kg/m². Průměrné zatížení od čtyř strojů na ploše 4,3.12m je 370 kg/m².

Průměrná hodnota posukovacího stroje 3240 kg, plocha 2,95.2,33m, průměrné zatížení 461kg/m².

Vzhledem k tomu, že zatížení strojním zařízením a též stálé zatížení jsou rozdělené na různých místech půdorysu různě, budou posuzovány jednotlivé části svléšř.

Strop nad přízemím

Zatížení od vlastní tíhy

a/ v části nezesílené

parkety 0,025 . 1000	0,025 t/m ²
asfalt 0,005 . 1200	0,006 "
podkladní beton 0,08 . 2 200	0,176 "
cihelná klenba s omítkou 0,16 . 1800	0,288 "
	<hr/>
	0,495 t/m ²
nadesívka 0,15 . 1800 . 1,0	270 kg/m ²
násyp $\frac{28 + 14}{2}$. 1400 . 2,0	588 "
$\frac{29 + 15}{2}$. 1400 . 1,0	294 "
vlastní tíha nosníku	~ 100 "
	<hr/>
	1252 kg/m ²

Stálé zatížení celkem 1252 + 0,495 . 3 = 2737 kg/m²

b/ v části zesílené železobetonovou deskou

parkety 0,025 . 1000	0,025 t/m ²
asfalt 0,005 . 1200	0,006 t/m ²
železobet. deska 0,22 . 2400	0,528 "
cihelná klenba s omítkou 0,16.1800	$\frac{0,288}{0,847}$ "

návesdívka 0,15 . 1800 . 1,0	270 kg/m ²
násyp $\frac{14}{2}$. 1400 . 2,0	196 "
$\frac{12}{2}$. 1400 . 1,0	105 "
vlastní tíha nosníku	~ 100 "
	<hr/>
	671 kg/m ²

Stálé zatížení celkem 671 + 847 . 3 = 3212 kg/m²

Strop nad prvním patrem

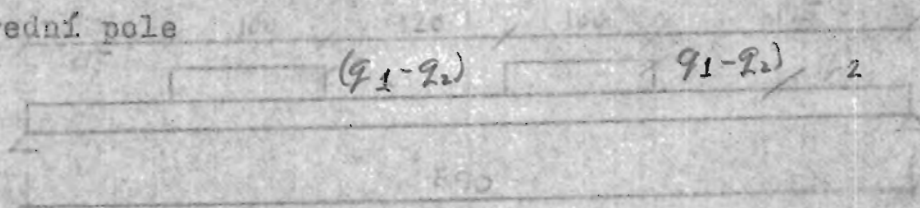
vlastní tíha stropu	
Konstrukce odhadem 0,20 . 1800	0,36 t/m ²
krytina 0,02 . 1600	0,032 "
	<hr/>
	0,392 t/m ²
Užitné zatížení - sníh	<hr/>
	0,075 "
	<hr/>
	0,467 t/m ²

P o s u d e k

Strop nad přízemím

Nosník 4 a 8 - jsou zatíženy pohonnými jednotkami dopřáda-
cích strojů BD - 200 o hmotnosti 960 kg a částí vlastního
stroje o hmotnosti 2880 kg.

Střední pole



Od strojů /zatížení se přendší ze 6 patek/

$$q_1 = \frac{480}{2} + 480 + 480 = 1200 \text{ kg/m}^2$$

Užitné zatížení kolem strojů uvažováno hodnotou 300 kg/m^2 ,

$$\text{tj. } q_2 = 900 \text{ kg/m}^2$$

$$q_1 - q_2 = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$A = \frac{1}{5,9} / 0,3 \cdot 4,45 + 0,3 \cdot 0,25/ + 0,9 \cdot \frac{2,90}{2} = 0,341 + 2,655 =$$
$$= 2,996 \text{ t}$$

$$\text{přech. průřez } 2,996 - 0,3 \cdot 1,0 - 0,9 x = 0$$

$$x = \frac{2,696}{0,9} = 2,99 \text{ m}$$

$$M_s = \frac{1}{9} 0,9 \cdot 5,90^2 + /0,341 \frac{5,90}{2} - 0,3 \cdot 1,5/ \frac{8}{9} = 3,48 +$$
$$+ 0,49 = 3,97 \text{ tm}$$

Krajní pole

(-2)

(-2)

$$A = \frac{1}{5,9} (0,3 \cdot 4,85 + 0,3 \cdot 2,65) + 0,9 \frac{5,9^2}{2} = 0,382 + 2,655 =$$
$$= 3,037 \text{ t}$$

$$3,037 - 0,3 \cdot 1,0 - 0,9 \cdot x - 0,3 (x - 2,75) = 0$$

$$x = \frac{3,252}{1,2} = 2,71 \text{ m} \approx 2,95 \text{ m}$$

$$M_B = \frac{1}{9} 0,9 \cdot 5,9^2 + (0,382 \cdot 2,95 - 0,3 \cdot 1,90 - 0,3 \cdot 0,2 \cdot 0,1) \frac{8}{9} =$$
$$= 3,48 + 0,49 = 3,97 \text{ tm}$$

Od vlastní tíhy je moment ve středním i krajním poli

$$M_B = \frac{1}{9} 2,737 \cdot 5,9^2 = 10,58 \text{ tm}$$

Celkový moment ve středním i krajním poli:

$$M_B = 10,58 + 3,97 = 14,57 \text{ tm}$$

Napětí v nosnicích 4 a 8

$$\sigma_s = \frac{1457000}{3781,4} = 385 \text{ kg/cm}^2 \quad 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_h = \frac{1457000}{2120,2} = 687 \text{ kg/cm}^2 \quad 636 \text{ "}$$

Nosníky nevyhoví.

Provedeme ještě posouzení pro užité zatížení mezi stroji
 200 kg/m^2

$$M_s = 3,48 \cdot \frac{0,6}{0,9} + 0,49 \cdot \frac{0,6}{0,3} = 2,32 + 0,98 = 3,30 \text{ tm}$$

Celkový moment $10,58 + 3,30 = 13,88 \text{ tm}$

$$\sigma_s = \frac{1388000}{3781,4} = 367 \text{ kg/cm}^2 \doteq 360 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_h = \frac{1388000}{2120,2} = 654 \text{ kg/cm}^2 \doteq 636 \text{ kg/cm}^2$$

Nosníky 5, 6, 7 jsou zatíženy o něco méně užitným zatížením od strojů (dvěma patkami, tj. $q_1 = 480 \text{ kg/m}^2$)

Redukovaný moment

$$M_s = 3,48 - 0,49 \cdot \frac{0,42}{0,3} = 3,48 - 0,68 = 2,80 \text{ tm}$$

Tyto nosníky vyhoví i pro užité zatížení mezi stroji 300 kg/m^2

Nosníky 1, 2, 3, 9

Předpokládáno pouze rovnoměrné zatížení v celé ploše. Dovolný moment

$$M = 3781,4 \cdot 360 = 13,613 \text{ tm},$$

dovolené zatížení

$$q' = \frac{13,613 \cdot 9}{5,9^2} = 3,52 \text{ t/m}^2, \text{ tj. po odečtení vlastní tíhy } 2,737 \text{ t/m}^2$$

$$p' = 0,783 \text{ t/m}^2, \text{ takže}$$

$$p = \frac{0,783}{3} = 261 \text{ kg/m}^2$$

Nosníky 11, 12, 13

Střední pole



$$g_1 = 2737 \text{ kg/m}^2$$

$$g_2 = 3212 \text{ kg/m}^2$$

$$p_1 = 600 \text{ kg/m}^2 \text{ (} 200 \text{ kg/m}^2 \text{)}$$

$$p_2 = \frac{4800}{4,5} = 1067 \text{ kg/m}^2$$

$$q_1 = 3337 \text{ kg/m}^2$$

$$q_2 = 4279 \text{ kg/m}^2 \quad q_2 - q_1 = 942 \text{ kg/m}^2$$

$$M_s = \frac{1}{9} \cdot 3,337 \cdot 5,9^2 + \frac{8}{9} \cdot \frac{0,942}{2} / 2,95^2 - 0,7^2 / =$$

$$= 12,907 + 3,437 = 16,344 \text{ tm}$$

$$\sigma_s = \frac{16344}{3781,4} = 432,2 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_h = \frac{16344}{2120,2} = 770,9 \text{ kg/cm}^2 > 636 \text{ kg/cm}^2$$

Nosníky nevyhoví ani pro užité zatížení v okolí strojů 200 kg/m².
Odpovídající součinitel bezpečnosti by se při provozování předpokládaných strojů v této oblasti snížil na

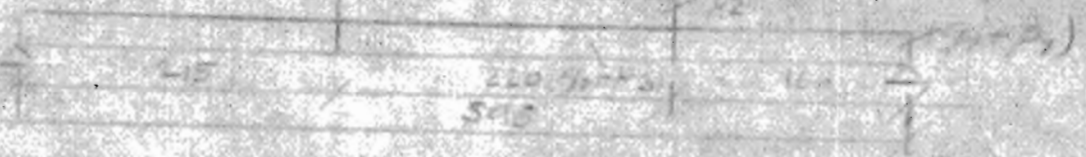
$$S_s \approx 2,08$$

$$S_h = 1,82$$

což představuje neúnosné riziko i pro dočasný provoz (do rekonstrukce)

Krajní pole s posukovacími stroji

Stroj NOVDOŠ - předpokládaná hmotnost 2000 kg;
o stroji LB se předpokládá stejná hmotnost, zatěžovací plocha
je však menší. Na jeden nosník působí 1/2 jeho tíhy



$$g_1 = 2737 \text{ kg/m'}$$

$$p_1 = 600 \text{ kg/m'}$$

$$p_2 = \frac{2000}{202,2} = 455 \text{ kg/m'}$$

$$p_3 = \frac{900}{2} = 450 \text{ kg/m'}$$

$$q_1 = g_1 + p_1 = 3337 \text{ kg/m'}$$

$$q_2 = g_1 + p_2 + p_3 = 3642 \text{ kg/m'}$$

$$\Delta q = 0,305 \text{ t/m}$$

$$M_s = \frac{1}{9} 3,337 \cdot 5,95^2 + \frac{8}{9} \frac{0,305}{2} / \left(\frac{5,95^2}{2} \right) - 2,15^2 / =$$
$$= 13,126 + 0,573 = 13,699 \text{ tm}$$

$$\sigma_s = \frac{1369900}{3781,4} = 362 \text{ kg/cm}^2 = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_h = \frac{1369900}{2120,2} = 646 \text{ kg/cm}^2 = 636 \text{ kg/cm}^2$$

Nosníky vyhoví za předpokladu, že před strojem na ploše 2,50 x 2,50
je užité zatížení 300 kg/m² (zatížení nádobami s materiálem),
v okolí stroje je užité zatížení 200 kg/m².

Krajní pole s rozvolňovacím strojem - nosník 12, 13



$$g = 2737 \text{ kg/m'}$$

$$p_1 = 600 \text{ kg/m'}$$

$$= (200 \text{ kg/m}^2)$$

$$p_2 = 650 \text{ kg/m'}$$

$$(p_1 + p_2 = 1250 \text{ kg/m'}$$

$$g + p_1 = 3337 \text{ kg/m'}$$

$$A = 3,337 \cdot 5,90 + \frac{1}{5,9} \cdot 0,65(3,7 + 1,5) = 9,85 + 0,56 = 10,41 \text{ t}$$

$$10,41 - 0,65 - 3,337 \cdot c = 0$$

$$c = \frac{9,76}{3,337} = 2,92 \text{ m}$$

$$M_c = \frac{g}{g} / 10,41 \cdot 2,92 - 3,337 \cdot \frac{2,92^2}{2} - 0,65 \cdot 0,52 =$$

$$= 30,40 - 14,23 - 0,34 = 14,07 \text{ tm}$$

Nosník 12 a 13 nevyhoví ani za předpokladu, že rovnoměrné zatížení kolem strojů je pouze 200 kg/m^2 . Nosník 11, který není zatížen stroji vyhoví pro rovnoměrné zatížení 261 kg/m^2 .

Nosník 10, 14

Střední pole jako nosník 11, 12, 13, pouze zatížení od stroje poloviční, tj. $p_2 = 534 \text{ kg/m'}$

$$q_1 = 3337 \text{ kg/m'}$$

$$q_2 = 3746 \text{ kg/m'}$$

$$q_2 - q_1 = 409 \text{ kg/m'}$$

$$M_s = \frac{1}{9} 3,337 \cdot 5,9^2 + \frac{8}{9} \frac{0,409}{2} / 2,95^2 - 0,7^2 / =$$
$$= 12,907 + 1,49 = 14,397 \text{ tm}$$

Nosník nevyhoví ani pro užité zátížení 200 kg/m^2 v okolí strojů.

Krajní pole s posukovacími stroji

Vyhoví (zátížení strojem stejné jako nosník 11) pro užité zátížení v okolí stroje 260 kg/m^2 .

Krajní pole s rozvolňovacími stroji

Vyhoví pro zátížení rovnoměrné 260 kg/m^2 .

Nosník 15, 16, 17

Vyhoví ve všech polích pro rovnoměrné užité zátížení 260 kg/m^2 .

Rekapitulace

V další tabulce jsou uvedena největší povolená užitná zatížení v okolí strojů, které mají být umístěny při výměně technologie v roce 1978 - 1980.

Nosník č.	Krajní pole (posukovací stroje)	Střední pole	Krajní pole (rozvolnovací stroje)
1	260	260	250
2	260	260	260
3	260	260	260
4	200	200	200
5	300	300	300
6	300	300	300
7	300	300	300
8	200	200	200
9	260	260	260
10	260	nevyhoví	260
11	před strojem na ploše 2,5x2,5 m 300kg/m ² , zbytek 200 kg/m ²	nevyhoví	260
12		nevyhoví	nevyhoví
13	před strojem na ploše 2,5x2,5 m 300kg/m ² , zbytek 200kg/m ²	nevyhoví	nevyhoví
14	260	260	260
15	260	260	260
16	260	260	260
17	260		

Sloupy

Sloup v nejvíce zatížené části pod nosníkem 11.

$$P = 3,337 \cdot \frac{6,2}{2} + 0,942 \cdot 2,25 + 0,55 \cdot 5,9 \cdot 3,337 + \\ + 0,55 \cdot 2,2 \cdot 0,305 = 10,34 + 2,13 + 9,83 + 0,34 = 22,87 \text{ t}$$

$$\text{ze střechy } 0,467 \cdot 5,0 \cdot 6,05 = 8,48 \text{ t}$$

$$\text{vl.tíha sloupu } 0,1 \cdot 9,0 = \underline{0,90 \text{ t}}$$
$$\underline{32,25 \text{ t}}$$

volná délka 420 cm, po odečtení hlavice a patky a vzhledem k částečnému votknutí je vzpěrná délka uvažována hodnotou

$$/420 - 30 / \frac{2}{5} = 260 \text{ cm}$$

Průměr sloupu 18,0 cm, tloušťka stěny 18 mm, plocha $F = 91,6 \text{ cm}^2$,

$$I = 3042 \text{ cm}^4, W = 338 \text{ cm}^3.$$

$$i = \frac{3042}{91,6} = 5,76 \text{ cm} \quad \lambda = 260 / 5,76 = 45,1$$

Součinitel vzpěrnosti $c = 2,3$.

Napětí sloupu

$$\sigma = \frac{2,3 \cdot 32250}{91,6} = 809 \text{ kg/cm}^2 > 636 \text{ kg/cm}^2$$

Sloup v běžně zatížené části pod nosníkem např. č. 3

$$P = 3520 \cdot \frac{6,2}{2} + \frac{5,9}{2} / + 8,48 + 0,9 = 21,29 + 8,48 + 0,9 = \\ = 30,67 \text{ t}$$

$$\sigma = \frac{30670 \cdot 2,3}{91,6} = 770 \text{ kg/cm}^2 > 636 \text{ kg/cm}^2$$

Z uvedených výsledků vyplývá nezbytnost rekonstrukce stropu nad přízemím takto:

a/ všechny litinové sloupy je třeba obetonovat s přidávanou výstuží 4 ϕ 20 v rozích a třaínky ϕ 8 po 20 cm, beton 170.

Únosnost: $F_D = 646 \text{ cm}^2$, $nF_a = 168 \text{ cm}^2$, $F = 834 \text{ cm}^2$

$$P = \frac{834 \cdot 170}{2,5 \cdot 2,5} = 24657 \text{ kg}$$

Únosnost litinového sloupu

$$P = \frac{91,6 \cdot 636}{2,5} = 25329 \text{ kg}$$

celkem 49986 kg > 32250 kg .

b/ litinové nosníky 10,11,12,13,14 se podohytí /případně nahradí / buď železobetonovou rámovou konstrukcí nebo ocelovými nosníky, uloženými na betonových sloupech. Pokud jsou již betonové sloupy provedeny, je třeba uložit tyto podchycoující nosníky na konzolové věnce, přibetonované ke stávajícím sloupům.

Jiným způsobem lze provést rekonstrukci pomocí věšadel, podepřených novými I nosníky, osazenými pod vrcholy kleneb.

Oba způsoby rekonstrukce jsou dále stručně popsány; před prováděním je však nezbytné shotovit řádný projekt včetně detailního výpočtu a prováděcích plánů.

a) 1/ Ocelové nosníky jsou navrženy tak, aby přenealy při namáhání 1800 kg/cm^2 veškeré zatížení při porušení litinového nosníku, tj. $w = \frac{1427000}{1800} = 809 \text{ cm}^3$, navržen I č. 32

$$I_x = 13981 \text{ cm}^4 \quad EI_x = 2,936 \cdot 10^{10} \text{ kg/cm}^2$$

Litínové nosníky mají tuhost

$$I_x = 73359 \text{ cm}^4 \quad EI_x = 1,4672 \cdot 10^{11} \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Poměr průhybů} \quad \frac{\text{ocel}}{\text{litina}} &= \frac{1,0556 \cdot 10^{11} \cdot 1,4672 \cdot 10^{11} \cdot 9}{2,936 \cdot 10^{10} \cdot 10 \cdot 1,0556 \cdot 10^{11}} = \\ &= 13,9/3,099 = 4,48 \end{aligned}$$

a v tomto poměru bude přejímat litínový a ocelový nosník užité zatížení, uložené po skončené rekonstrukci. Ocelový nosník přenesl tedy přibližně pětina uloženého užitého zatížení, stále zatížení nepřenáší vůbec, pokud by nedošlo k vědomému předepnutí. Ocelový nosník začne však působit ihned po případném porušení /zlomení/ litínového nosníku a převezme celé zatížení.

Na betonová hlavička sloupu na již stávající betonové sloupy:

předpokládaná hodnota soudržnosti nosníku a starého betonu po předchozím nátěru epoxidovou pryskyřicí na očištěný starý beton /těsně před betonáží - viz Stavební ročenka 1980, SNTL, Praha, 1980/, činí minimálně 15 kg/cm^2 , dovolené namáhání 5 kg/cm^2 .

K přenesení síly $45,0 \text{ t}$ je zapotřebí plocha

$$F = 45000/5 = 9000 \text{ cm}^2.$$

Při průřezu starého sloupu $30 \cdot 30 \text{ cm}$ je nezbytná výška hlavičky

$$v = 9000/120 = 75 \text{ cm}.$$

Doporučuje se provést hlavici sloupu na výšce 120 cm, tloušťka stěn od 15 cm do 10 cm, výstuž těmínky ϕ 10 po 10 cm při vnějším povrchu + svislá konstrukční výstuž.

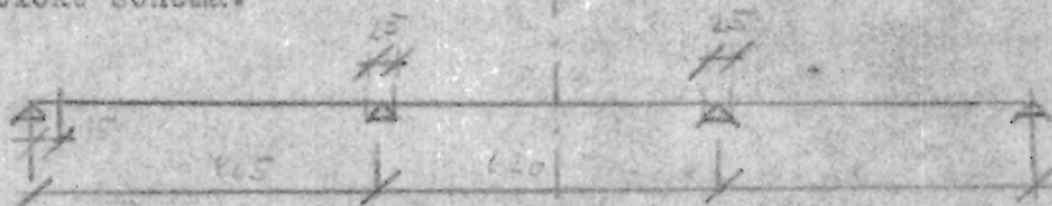
Pokud by se volily trámy železobetonové, jejich zachycení by se provedlo stejně: reske by se přenesly souřadností do stávajících betonových sloupů, případně do betonových sloupů nově vybudovaných.

ad 2/Alternativa zavěšením litinových nosníků je naznačena v příloze.

Střešní konstrukce

Žebírka jsou uložena na podélných pravoúhelníkových.

Statické schéma:



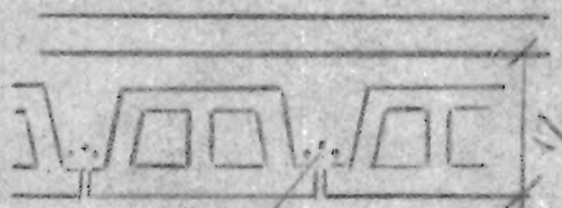
Zatížení: $0,467 \text{ t/m}^2$;

osová vzdálenost žebříků 30 cm, tj. $q = 140 \text{ kg/m}^2$;

moment v krajním poli

$$M = 1/10 \cdot 140 \cdot 6,05^2 = 512 \text{ kgm} .$$

Statická výška $h = 18 \text{ cm}$



3φ10 1000 2φ10 1000

$$F_n = 4,21 \text{ cm}^2, \quad H_n = 9,58 \text{ t}, \quad M_n = h^2 \cdot b/\alpha^2 = 121487 \text{ kgcm}$$

$$\varphi = 421/30 \cdot 14 = 1,0 \%, \quad r = 0,921 \cdot 14 = 12,89 \text{ cm}$$

$$M_n = 9,58 \cdot 0,1289 = 1,23 \text{ tm}$$

$$s = 1,23/0,512 = 2,4 > 1,9$$

Stropní konstrukce vyhoví.

Zjištěné pronešení stropů v některých oblastech lze přičíst patrně spíše ke vrub poklesu bednění při výrobě, než průhybům od zatížení. Přesto je třeba pamatovat na to, aby v zimním období byl ze střechy odstraňován sníh, napadne-li ve větším množství.

Podélné průvlaky nejsou posuzovány /nebyla zjišťována výstuž/ lze však důvodně předpokládat, že nedošlo k hrubým chybám v návrhu a že průvlaky vyhoví /doba používání, bez poruch/.

Uprostřed budovy je provedena dilatace tím způsobem, že průvlaky jsou přerušeny uprostřed rozpětí. Vystužení konzoly nad podporou má být stejné jako uprostřed pole prostého nosníku o rozpětí rovném dvojnásobku vyložení konzoly. Protože nebyly zjištěny žádné známky poruchy a od doby návrhu se nezměnil způsob využívání, není třeba mít obavy, že by konstrukce byla nevyhovující. Průhyb konzoly o vyložení 3 m je ovšem větší než průhyb spojitěho nosníku o rozpětí poli 6 m a navíc mohlo dojít k sesnutí bednění již při betonáři. Z tohoto důvodu, a dále s přirozené funkce dilatace je nezbytné očekávat, že dilatační spára bude trvale viditelná; její viditelnost není známkou poruchy konstrukce, ale naopak její správné funkce. Z toho důvodu nejsou v současné době zapotřebí v tomto směru žádné rekonstrukční zásahy.

Z á v ě r

Strop nad přízemím

V oblasti nosníků 1 - 9 a 15 - 17 lze povolit kromě zamýšleného strojního zařízení v celé zbývající ploše užité rovnoměrné zatížení 260 kg/m².

Oblast nosníků 10 - 14, kde v některých polích nevyhovují nosníky při zamýšleném strojním zařízení ani pro minimální rovnoměrné zatížení v jejich okolí, je nezbytné provést rekonstrukci /zesílení/ stávajících konstrukcí, nebo výměnu celé této části. Zesílení doporučuji provést ve všech třech traktech v rozsahu nosníků 10 - 14 včetně.

Zesílení sloupů obetonováním je třeba provést v celém půdorysu.

Strop nad prvním patrem

Strop vyhovuje, včetně podélných prvků u střední dilatace, i nadále bez úprav.



Richard A. Baroš

Richard A. Baroš

Znalecká doložka:

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím
místního soudu v Praze ze dne 11. 10. 1967 č. j. ZT 108/67 pro
základní obor stavebnictví, pro odvětví staveb obytných,
pro sídlových a zemědělských a stavebního materiálu.

Znalecký úkon je zapsán pod poř. čís. 10/10 znaleckého
deníku.

Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle připojených
líkvidací na základě dokladů čís. _____



Příloha

Způsob rekonstrukce stropu s litinovými nosníky jejich zavěšením

1. Předpoklady návrhu

V návrhu je dbáno těchto požadavků:

1. Zabezpečit stávající stropní konstrukci tak, aby nemohlo dojít ke zřícení pro současné zatížení.
2. Provést rekonstrukci stropu tak, aby v budoucnu bylo možno zatěžovat celé podlaží klidným zatížením 500 kg/m^2 , nebo tomu příslušně zmenšené zatížení při vyvozování chvění nebo otřesů.
3. Provedení rekonstrukce za plného provozu, bez rozebírání strojního parku, nejvýše s výlukou několika strojů na krátkou dobu.
4. Možnost provádět rekonstrukci po částech.
5. Provést rekonstrukci tak, aby nebylo nutno rozebírat provozní zařízení, zavěšené na stávajícím stropě (klimatizace, instalace, transmise).
6. Co nejmenší náklad.
7. Snadnou realizovatelnost za pomoci méně kvalifikovaných pracovníků, bez nákladných pomocných zařízení.
8. Možnost co největší část prvků prefabrikovat mimo vlastní objekt a v něm provést pouze rychlou montáž.

9. Konečně má být rekonstrukce řešena takovým způsobem, aby v budoucnu bylo možno použít nově osazených nebo zřízených prvků jako součástí nových stropních konstrukcí, s únosností podstatně vyšší (dvojnásobně i více) než mají konstrukce současné.

2. Popis návrhu

Aby bylo vyhověno všem těmto požadavkům, byla po provedení mnoha alternativ zvolena tato úprava:

Doprostřed rozpětí klenby mezi stávající litinové nosníky osadí se nosníky nové, ocelové tak, že mezi lícem klenby ve vrcholu a nosníkem zůstane minimální mezera (asi 1 cm). Nosníky se osadí na stranách u příčelních zdí do kapes, vysekaných ve zdivu (jediné sekání). Ve třetinách šířky budovy osadí se trámy na nové ocelové průvlaky, které budou uloženy na sloupech, zesílených obetonováním. Na ocelové nosníky předem (v dílně) přivaří se táhla opatřená na koncích závity o stoupání 1,5 mm, druhá část táhel, taktéž předem připravená a opatřená závitem stejnosměrným se stoupáním 1,0 mm přiloží se po osezení nosníků a dokončení všech ostatních prací. Táhla budou umístěna po délce nosníku ve vzdálenosti cca 1,10 m. Stažením táhel šroubovými maticemi současně ve všech polích za stálé kontroly napětí v táhlech vyvodí se potřebné síly do liti-

nových nosníků buď tak, aby litinové nosníky po rekonstrukci přenášely pouze část zatížení, nebo aby byly úplně odlehčeny.

Schéma rekonstrukce je uvedeno na obr. 1

Podle možnosti provozu lze provést alternativní řešení bez použití středních průvlaků a sesilování litinových sloupů, avšak s provedením nových sloupů ocelových ve středu (na ose nových nosníků) mezi litinovými sloupy. Toto řešení má použití hlavně tam, kde v další etapě by byla provedena úplná rekonstrukce stropů vybetonováním spřažené desky nad zděnými klenbami, s použitím nyní osazených ocelových nosníků. Podotýkám, že provedení této rekonstrukce stropu bylo by podstatně zjednodušeno tím, že by se použilo klenby (i s vyrovnávacím betonem) jako formy pro novou desku. Pro zajištění spřažení vysekaly by se otvory nad nosníkem a přivařily kozlíky, poté by se zajistila klenba opřením do ocelových nosníků, vysekala střední část (vrchol) pro vytvoření náběhu nové desky a teprve po zatvrdnutí odstranily by se všechny zbyvajících části staré konstrukce, t.j. klenby, litinové nosníky i litinové sloupy. Při tom mohl by být provoz nepřerušen zprvu v podlaží pod rekonstruovaným stropem, po provedení úpravy povrchu opět nad rekonstruovaným stropem.

3. Výpočet nové konstrukce

3-1 Výpočet ocelových nosníků

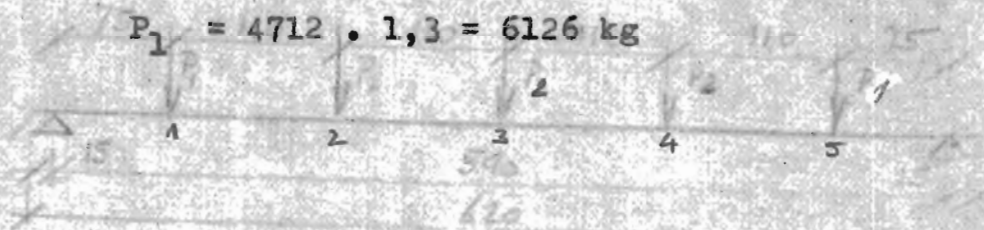
Ocelové nosníky budou uvedeny do činnosti šroubovými maticemi tak, že ocelové nosníky převezmou celé stálé zatížení

stropní konstrukcí. Jako zajištění pro případ, že by některý litinový nosník byl z jakékoliv příčiny úplně vyřazen z působení, budou však ocelové nosníky dimenzovány tak, aby ještě převzaly i zatížení nahodilé, to jest, aby ocelové nosníky byly schopny samy přenést celé zatížení a zabránily zřícení nebo jakémukoliv porušení stropní konstrukce.

Táhla budou umístěna po 1,1 m, takže odpovídající osmělá břemena zatěžující ocelový nosník, musí být za předpokl. rovn. zatížení užitého 500 kg/m^2

$$P_2 = 4712 \cdot 1,1 = 5183 \text{ kg}$$

$$P_1 = 4712 \cdot 1,3 = 6126 \text{ kg}$$



Ohybový moment pro prostý nosník pod břemenem P_3 :

$$A = \frac{1}{5,9} 6,13 (5,15 + 0,75 + 5,18 (4,05 + 2,95 + 1,85)) =$$
$$= \frac{37,39 + 45,84}{5,9} = 14,11 \text{ t}$$

$$M_{P_3} = 14,11 \cdot 2,95 - 6,13 \cdot 2,2 - 5,18 \cdot 1,1 =$$
$$= 41,62 - 13,49 - 5,70 = 22,43$$

Poněvadž toto namáhání je krajním případem při porušení všech litinových nosníků současně nebo alespoň několika vedle

sebe, můžeme pro toto zatížení zavést dovolené napětí oceli $k = 2000 \text{ kg/cm}^2$, tj. napětí o 300 kg/cm^2 nižší než minimální mez průtažnosti. Skutečné pracovní zatížení nosníků bude tvořit pouze část celkového zatížení rovná zatížení stálému. Zatížení ve velikosti zatížení nehodilého (500 kg/m^2) ponecháme k převzetí nosníkům litinovým.

Bude tedy část, připadající na ocelové nosníky

$$p = \frac{32,2}{47,2} = 68 \text{ \%}, \text{ část připadající na nosníky litinové}$$

32 %.

Plyne tedy nutný průřez ocelového nosníku buď :

$$W = \frac{2243}{2000} = 1121,5 \text{ cm}^3$$

nebo

$$W = \frac{224300 \cdot 0,68}{1400} = 1089 \text{ cm}^3.$$

Navržen průřez I č. 36 ($W_k = 1089$)

$$J_k = 19605 \text{ cm}^4$$

nebo 2 II č. 30, sešroubované ($W_k = 1162 \text{ cm}^3$)

Jeho váha $\rho = 81,4 \text{ kg/m}^3$

$$G = 81,4 \cdot 6,20 = 505 \text{ kg}$$

Výsledné průhyby v cm jsou :

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1,11	2,03	2,33	1,94	0,94 cm

3-2 Výpočet táhel

Táhla budeme opět dimenzovat podle sil působících v nich při porušení všech nebo několika sousedních litinových nosníků pro zvětšené dovolené namáhání 2000 kg/cm^2 .

Sklon táhel:

Vzepjetí klenby jest 33 cm. Bude-li ocelový nosník osazen 1 cm pod vrchol klenby a pod litinový nosník provedou se ocelové roznášecí botky (v místech křížení táhel) tloušťky 40 mm, bude při předpokládané tloušťce táhla 20 mm rozdíl výšek

$$4 + 33 - 1 + 1 + 1 = 38 \text{ cm}$$

Osová vzdálenost travers a litinových nosníků

$$e' = 150 \text{ cm}$$

šířka příruby I nosníku č. 36 $b' = 14,1 \text{ cm}$, šířka podložky (roznášecí botky) 25,0 cm.

Čistá vzdálenost tedy zůstává

$$\Delta e = 150 - 7,0 - 12,5 = 130,5 \text{ cm}$$



$$\text{tg } \alpha = \frac{38}{130,5} = 0,291$$

$$\alpha = 16^{\circ} 13'$$

$$\text{sin } \alpha = 0,27927$$

$$\text{cos } \alpha = 0,96022$$

Dle odst. 3-1 jsou svislé síly $P_1 = 6126 \text{ kg}$

$$P_2 = 5123 \text{ kg}$$

což dává osové síly v táhlech

$$S_1 = \frac{0,5 \cdot 6126}{0,27927} = 10,97 \text{ t}$$

$$S_2 = \frac{0,5 \cdot 5183}{0,27927} = 9,28 \text{ t}$$

Táhlo navrhne z betonářské kruhové oceli

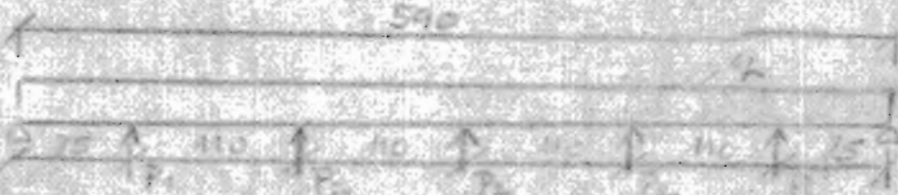
$$F = \frac{10,97}{2000} = 5,5 \text{ cm}^2 \quad d = 2,67 \text{ cm}$$

Z konstrukčních důvodů, zvláště s ohledem na prováděcí nepřesnost ve sklonu táhel a vzhledem k vrubovým účinkům závitů navrhne všechna táhla stejného profilu $\alpha = 28 \text{ mm}$.

Posouzení táhel pro pracovní ztížení bude provedeno později.

3-3 Posouzení litinových nosníků po rekonstrukci

Po provedené rekonstrukci, tj. zvláště uvedením táhel do činnosti, budou litinové nosníky nemáhány jednek ztížením stálým a nehodilým, působícím dolů, jednek soustavou břemen, působících nahoru.



Stálé a nehodilé ztížení $q = 4712 \text{ kg/m}$ vyvodí moment $18,23 \text{ tm}$

a napětí v horních vláknech nosníku

$$\sigma_1 = 859 \text{ kg/cm}^2, \text{ ve spodních vláknech } \sigma_2 = + 482 \text{ kg/cm}^2.$$

Moment od břemen P_1, F_2 v průřezu³⁾ pod břemenem

(dle odst. 3-1)

$$M_{P_3} = 0,68 \cdot 22,43 = 15,25 \text{ tm}$$

Napětí v tomto průřezu za předpokladu $W_1 = 2120 \text{ cm}^3$ a $W_2 = 3781 \text{ cm}^3$ jest:

$$\sigma_1 = \frac{1525000}{2120} = + 719 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1525000}{3781} = - 403 \text{ kg/cm}^2$$

Výsledné namáhání v horní přírubě

$$\sigma_1 = -859 + 719 = -140 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tlakem)}$$

$$\sigma_2 = 482 - 403 = + 79 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tahem)}$$

což zůstává v mezích uvažovaného dovoleného namáhání

$$K^- = -636 \text{ kg/cm}^2 \text{ resp. } K^+ = 360 \text{ kg/cm}^2.$$

Napnutím táhel na sílu, vypočtenou z požadavku, aby ocelové nosníky převzely 60 % zatížení, vylpne tedy toto zmenšení namáhání litinového nosníku:

$$\text{v tlaku o } (100\% - \frac{140}{8,59}) = 100 - 16,2 = 83,8 \%$$

$$\text{v tahu o } (100\% - \frac{79}{4,82}) = 100 - 16,3 = 83,7 \%$$

Deformace litinových nosníků netřeba vyčíslovat a možno je považovat v poměru k deformacím nosníku ocelového (4 x větší mom. setrvačnosti) za zanedbatelné.

3-4 Posouzení táhel pro pracovní zatížení

Změna sklonu středního táhla (3) vlivem deformace nosníku o cca 1,5 cm je:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{36,5}{130,5} = 0,279 \quad \alpha = 15,36'$$

$$\sin \alpha = 0,269$$

$$\cos \alpha = 0,963$$

Tento sklon reprodukuje osovou sílu v táhle

$$S_3 = \frac{0,5 \cdot 5183}{0,269} = 9,63 \text{ t, což je větší o } 5,9\% \text{ než síla vypočtená}$$

v odst. 3-2.

Předpokládáme-li přesnost celého postupu při upínání táhel 10%, je možno chybu způsobenou průhybem nosníků zanedbat.

Předpokládáme-li dále teoretický sklon táhel

$\alpha = 16^\circ 13'$ budou jejich napětí při pracovním zatížení nosníků (tj. 68% zatížení celkového)

$$\begin{array}{l} \text{krajní: } \sigma_1 = \frac{0,68 \cdot 10,27}{6,157} = 1212 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{střední: } \sigma_2 = \frac{0,68 \cdot 9,28}{6,157} = 1025 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array}} \right\} < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

Maximální sílu, kterou můžeme při napínání v táhle vyvinout, je:

$$S_{\text{max}} = 1400 \cdot 6,157 = 8,62 \text{ t}$$

Této síle odpovídá minimální dovolený sklon u táhel krajních

$$\sin \alpha_1 = \frac{6,126 \cdot 0,68 \cdot \frac{1}{2}}{8,62} = 0,241$$

$$\alpha_1 = 14^\circ 9'$$

$$\text{tg} \alpha_1 = 0,249$$

u táhel středních

$$\sin \alpha_{2,3} = \frac{5183 \cdot 0,68 \cdot \frac{1}{2}}{8,62} = 0,204$$

$$\alpha_{2,3} = 11^\circ 47'$$

$$\text{tg} \alpha_{2,3} = 0,205$$

Tomu odpovídající minimální rozdíl výšek při zachování vzdálenosti 130,5 cm mezi přírubami je u táhel krajních

$$v_1 = 0,249 \cdot 130,5 = 32,5 \text{ cm}$$

$$v_{2,3} = 0,205 \cdot 130,5 = 26,8 \text{ cm}$$

Při použití oceli pro táhla 10 372 zmenší se ještě uvedené hodnoty v poměru $\frac{1400}{1500} = 0,935$. Bude potom :

$$S_{\text{max}} = 9,23 \text{ t}$$

$$\sin \alpha_1 = 0,225$$

$$\alpha_1 = 13^\circ$$

$$\text{tg} \alpha_1 = 0,231$$

$$v_1 = 30,1 \text{ cm}$$

$$\sin \alpha_{2,3} = 0,190$$

$$\alpha_{2,3} = 11^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{2,3} = 0,194$$

$$r = 25,3 \text{ cm}$$

V následující tabulce jsou vypočteny potřebné napínací síly pro různé sklony táhel, potřebné k vyvození žádaných sil

\bar{P}_1, \bar{P}_2 a \bar{P}_3 .

Sklon táhla	Potřebná napínací síla v táhle krajním \bar{S}_1	Potřebná napínací síla v táhlech středních $\bar{S}_2 = \bar{S}_3$
20°	5369 kg	4562 kg
19°	5650 kg	4790 kg
18°	5943 kg	5044 kg
17°	6285 kg	5335 kg
16°	6663 kg	5664 kg
15°	7102 kg	6019 kg
14°	7615 kg	6463 kg
13°	8176 kg	6919 kg
12°	-	7489 kg
11°	-	8174 kg

Mezi těmito hodnotami lze interpolovat lineárně.

Protažení táhla při maximální dovolené síle

$$S_{\max} = 8,62 \text{ t}$$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{1400}{2100000} = 6,67 \cdot 10^{-4}$$

$$l = 136 \text{ cm}$$

$$\Delta l = 6,67 \cdot 10^{-4} \cdot 1,36 \cdot 10^2 = 9,08 \cdot 10^{-2} \text{ cm} = 0,908 \text{ mm}$$

3-5 Výpočet závitu a šroubové matice

Šroubové matice musí přenést při namáhání 2000 kg/cm^2 $10,97 \text{ t}$, což dává potřebnou plochu $5,48 \text{ cm}^2$; tloušťka stěny je

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} - \frac{\pi \cdot 3,2^2}{4} = \frac{\pi}{4} (d^2 - 3,2^2) = 5,48 \text{ cm}^2$$

$$d^2 = 6,98 + 10,24 = 17,22$$

$$s = \frac{4,15 - 3,2}{2} = \frac{0,95}{2} = 0,475 \text{ cm (mimo závitu)}$$

Závit navržen tak, aby otočením matice o 90° byla táhla k sobě přitažena silou 300 kg , tj. každé táhlo bude protaženo o

$$\Delta l = \frac{1,36 \cdot 10^2}{2} \cdot \frac{3,10^2}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 6,157} = 0,157 \times 10^{-2} \text{ cm.}$$

Závit navržen na obou koncích táhel stejnosměrný, se stoupáním na jednom konci $1,5 \text{ mm}$, na druhém $1,0 \text{ mm}$. Touto úpravou se dosáhne při výsledném stoupání $0,5 \text{ mm}$ pomalejšího vzrůstu napínací síly, která bude vyvozena otáčením matice a docílí se možnost kontrolovat vnášenou sílu počtem otáček.

Proveditelnost této úpravy byla vyzkoušena v ÚTAM na 10 t zkušebním universálním stroji.

Přesné hodnoty vzrůstu síly a počtem otáček matice budou v případě realizace stanoveny v ÚTAM zkouškami na táhlech skutečných rozměrů.

3-6 Největší dovolená bočná síla na ocelovém nosníku

Při nestejném napínání táhel v různých polích vzniká v ocelovém nosníku bočný ohyb vlivem vodorovné složky napínací síly. Aby nedošlo k trvalé deformaci nosníku, je nutno táhlo v jednotlivých polích napínat po určitých stupních.

Dovolená velikost šikmé síly při zanedbání kroucení plyne ze vztahu

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_x = 1089 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 114 \text{ cm}^3$$

Svislé složky:

$$\bar{P}_1 = 1,18 \bar{P}_2$$

Šikmé výsledné síly

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_3$$

$$[P] = \frac{\bar{P}}{\sin \alpha} = \frac{\bar{P}}{\cos \alpha}$$

Vodorovné složky:

$$\bar{P}_1 = 1,18 \bar{P}_2$$

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_3$$

nebo-li

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_3 = [P_2] \sin \alpha = [P] \sin \alpha = 0,279 [P]$$

$$\bar{P}_1 = 1,18 [P] \sin \alpha = 0,330 [P]$$

$$\bar{P}_2 = \bar{P}_3 = [P] \cos \alpha = 0,960 [P]$$

$$\bar{P}_1 = 1,18 [P] \cos \alpha = 1,13 [P]$$

$$M_x = P (0,25 \cdot 6,2 \cdot 0,279 + 0,279 \cdot 2,0 + 0,330 \cdot 0,9) = 1,267 P \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_y = P (0,25 \cdot 6,2 \cdot 0,960 + 0,960 \cdot 2,0 + 1,13 \cdot 0,9) = 4,49 P \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$1400 = (0,119 + 3,93) P$$

$$P = 348 \text{ kg}$$

což je přibližně 1/20 celkové napínací síly.

Napětí v litinových nosnících z bočných sil netřeba prokazovat, neboť jsou jednak podepřeny klenbami, jednak staženy táhly.

Při montáži je nutné nejdříve vnést do všech táhel postupně základní napětí max. 300 kg a potom postupovat při napínání táhel po stupních vyvozujících nárůst síly o 300 - 400 kg.

Základní napětí silou 300 kg i další napínání táhel bude kontrolováno měřením deformace na vhodné odměrné délce hodinkovými indikátory. Základní napětí je třeba kontrolovat na všech táhlech, další nárůst síly alespoň na jednom z pětice táhel v jednom poli.

4. Podporující konstrukce

4-1 Uložení nosníku u obvodového zdiva.

Uložení nosníku u obvodového zdiva závisí na uspořádání a únosnosti zdiva.

Protože litinové nosníky jsou umístěny v osách okenních otvorů, osadí se ocelové nosníky do předem vysekaných kapes ve zděných pilířích. Pod nosník osadí se roznášecí ocelová deska 30 x 25 cm.

Délka uložení 30 cm.

Napětí v úložné spáře: $\sigma = \frac{16492}{30 \cdot 25} = 21,9 \text{ kg/cm}^2$

4-2 Uložení nosníků u litinových sloupů

Nosníky se uloží na průvlaky, tvořené válc. I profilem, uloženým na konsoly sloupů. Jinak je možno ocelové nosníky uložit na vlastním ocelovém sloupu, vyvedeném ze zvláštního základu. Tato druhá alternativa byla by výhodnější při úplné rekonstrukci stropů (nahrazení kleneb spřaženou žel.bet. deskou - viz odst. 7).

Průvlek: Použijte $l = 2,70 \text{ m}$

$P = 2 \cdot 16,5 = 33 \text{ t}$ uprostřed rozpětí

$M = \frac{1}{4} 33 \cdot 2,70 = 22,2 \text{ tm}$

$W = \frac{2220000}{2000} = 1100 \text{ cm}^3$

nebo $W = \frac{0,68 \cdot 2220000}{1400} = 1080 \text{ cm}^3$

Navržen I č. 35 (1125 cm^3)

Reakce působící na konsoly $P = 16,5 \text{ t}$ resp. pro pracovní zatížení $11,2 \text{ t}$.

5. Úprava litinových sloupů

K podepření průvlaků je zapotřebí vyvinout v horní části sloupů konsoly a mimo to v některých případech je zapotřebí zvět-

šit moment setrvačnosti litinového sloupu a snížit tak součinitel vzpěrnosti.

K horní části sloupu připevní se konstrukční prvek, sestávající ze čtyř párů svislých páskových želez spojených srouby s ocelovými obručemi, které budou těsně obepínat litinový políř. Horní konce páskových žebër budou spojeny deskou, tvořící podporující plošinu pro uložení průvlaků. Celý tento prvek i sloup budou posléze obetonovány až k podlaže, přičemž tloušťka betonového pláště se může směrem dolů zmenšovat. V horní části vyvine se hlavice, úplně překrývající ocelovou konstrukci a tvořící vlastní dosedací plochu průvlaku. Mimoto umožní vytvoření hlavice snadnou betonáž bet. pláště do ocelového bednění.

6. Alternativní řešení

6-1 Nebudeme-li uvažovat krajní teoretický předpoklad náhlého porušení všech litinových nosníků, můžeme provést takové zajištění stropů, při kterém snížíme pouze napětí litinových nosníků na dovolenou mez plynoucí z výše citovaných zatěžovacích zkoušek.

Je nutné poznamenat, že i dle takového návrhu při případném zlomení jednoho nosníku nenastane zřícení a vlivem příčného roznášení v nové soustavě nosníků a táhel dojde k útlumu přitížení v několika polích.

Budeme-li i nadále předpokládat nevhodilé zatížení 500 kg/m^2 , ačkoli i tato hodnota je většinou provedoven více než dostatečná

i při uvážení dynamických účinků, nepřestupujících obvykle hodnotu, směrodatnou pro chvění.

$$\text{Dle 1 - 2 } g = 4712 \text{ kg/m'}$$

$$W_1 = 2120 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 3781 \text{ cm}^3$$

Z toho plyne pro dovolené namáhání

$$k^+ = 360 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{a } k^- = 636 \text{ kg/cm}^2$$

maximální ohybové momenty, které může nosník bezpečně přenést.

$$M^+ = 3781 \cdot 360 = 13,6 \text{ tm}$$

$$\text{nebo } M^- = 2120 \cdot 636 = 13,5 \text{ tm}$$

Tomu odpovídá zatížení

$$g' = \frac{13,5 \cdot 9}{5} = 3500 \text{ kg/m'}$$

K přenesení tedy zbývá 1212 kg/m'

Při stejném umístění táhel, jako dle odst. 3-1 budou odpovídající osemělá břemena

$$P_1 = 1212 \cdot 1,3 = 1580 \text{ kg}$$

$$P_2 = 1212 \cdot 1,1 = 1330 \text{ kg}$$

6-2 Návrh ocelového nosníku

Ohybový moment pro prostý nosník pod břemenem P_3 (dle 3-1)

$$M = \frac{1212}{4712} \cdot 22,43 = 5,79 \text{ tm}$$

Nutný profil ocelového nosníku pak bude

$$z \cdot W = \frac{579000}{1400} = 415 \text{ cm}^3 \text{ navržen}$$

I č. 26

Jeho váha 264 kg.

Maximální průhyb:

$$\begin{aligned} \sum y &= \frac{15700}{6417} \cdot \frac{1212}{4712} \cdot 13,30 \cdot 10^{-2} \\ &= 8,3 \cdot 10^{-1} \text{ cm} \end{aligned}$$

6-3 Návrh táhel

Opět předpokládáme teor. sklon $\alpha = 16^\circ 13'$

Osově síly v táhlech pro síly dané v 6-1 jsou :

$$S_1 = \frac{0,5 \cdot 1580}{0,27927} = 2830 \text{ kg}$$

$$S_2 = \frac{0,5 \cdot 1330}{0,27927} = 2380 \text{ kg}$$

Táhle z oceli 10 ³⁷² 927 budou mít průřez $\phi 16$ plynoucí z

$$T = \frac{2830}{1500} = 1,88 \text{ cm}^2$$

6-4 Posouzení ocelového nosníku a táhel při zlomení jednoho liti- nového nosníku

Při zlomení jednoho nosníku zvětší se zatížení, které musí přenést ocelové nosiče o 3500 kg/m'. Můžeme předpokládat, že sou-

sední nosiče zlomenému nosníku litinovému převezmou po 30% přitížení, další pak po 15% a 5%, jak bylo zjištěno na obdobných věšadlových vaznicových konstrukcích.

Bude tedy přitížení nejvíce namáhaného nosiče $g' = 0,30 \cdot 3500 = 1050 \text{ kg/m}$ a tomu odpovídající ohybový moment přibližně

$$M = \frac{1}{8} 1,050 \cdot 5,92 = 4,06 \text{ tm}$$

a přírůstek napětí

$$\sigma = \frac{406000}{442} = 920 \text{ kg/cm}^2$$

Napětí od zatížení stálého

$$\sigma = \frac{579000}{442} = 1300 \text{ kg/cm}^2$$

což dává celkem 2220 kg/cm^2 , tedy opět méně, než minimální mez průtažnosti.

Tahová síla v táhlech zvětší se přibližně o přírůstek

$$N = \frac{3500 \cdot 1,1 \cdot 1,05}{0,27927} = 6,28 \text{ t}$$

což dává přírůst napětí $\sigma = \frac{6280}{2,01} = 3130 \text{ kg/cm}^2$ a v součtu

s napětím stálým $\sigma = \frac{2380}{2,01} = 1180 \text{ kg/cm}^2$ vychází

$\sigma = 4310 \text{ kg/cm}^2$, což je více než pevnost použitého materiálu.

Z toho důvodu je namístě zvětšit průřez táhel z $\phi 16$ na $\phi 20$, čímž se udrží max. namáhání slabě nad mezí průtažnosti.

6-5 Návrh průvleku

Pro pracovní zatížení jest reakce nosiče

$$A = 14,11 \cdot \frac{1212}{4712} = 3,63 \text{ t, čili } P = 2A = 7,26 \text{ t a ohyb. momen}$$

$$M = \frac{1}{4} 7,26 \cdot 2,70 = 4,90 \text{ tm}$$

Profil vychází z $W = \frac{490000}{1400} = 350 \text{ cm}^3$ a je navržen

I. č. 24 .

Pro případ porušení jednoho litinového nosníku bude přitížení průvleku o 3,42 t, čili

$$M = \frac{1}{4} 3,42 \cdot 2,70 = 2,30 \text{ tm}$$

a celkové namáhání nosiče $= \frac{710000}{354} = 2000 \text{ kg/cm}^2$, což opět zůstává hluboko pod mezí pružnosti oceli.

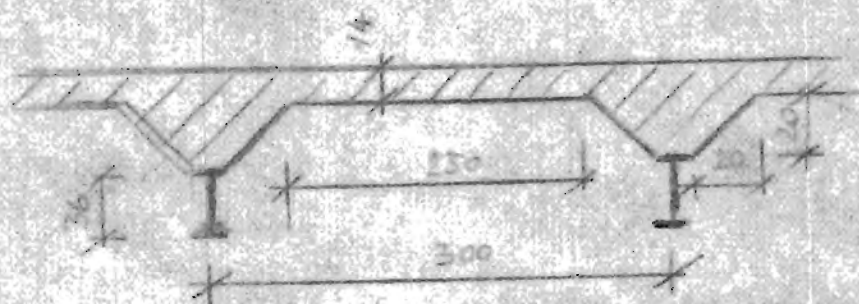
7. Úplná rekonstrukce stropních konstrukcí

V další etapě je možno výhodně rekonstruovat stropy s použitím prvků osezených v první etapě rekonstrukce. Spřažením nové žel. bet. desky s ocelovými nosíky již osezenými lze vytvořit nový, na celé nynější konstrukci stropu nezávislý a mnohem únosnější strop.

Ani zde není třeba přerušovat provoz pod rekonstruovaným stropem a pouze v části v rekonstruovaném podlaží.

Předbežný návrh spřaženého stropu:

Předběžný návrh spřaženého stropu:



Dle Faltuse největší se přibližně pro dané rozměry modul odporu z $W = 1089 \text{ cm}^3$ na 2000 cm^3 .

Budeme-li přibližně předpokládat stejnou vlastní váhu stropu, bude

$$M_g = \frac{1}{9} \cdot 3,212 \cdot 5,90^2 = 12,500 \text{ tm}$$

Moment únosnosti v mezích dovoleného namáhání

$$M = 2000 \cdot 1400 = 2800 \text{ 000} = 28 \text{ tm}$$

Na nahodilé zatížení zůstává $28 - 12,5 = 15,5 \text{ tm}$
což dává

$$p = \frac{15,5 \cdot 9}{5,9^2} = 4,02 \text{ t/m} \text{ což odpovídá plošnému nahodilému za-}$$

tažení

$$p' = \frac{4,02}{3,0} = \underline{\underline{1340 \text{ kg/m}^2}} \text{ !}$$

8. Souhrn

Předložený návrh řeší problém zajištění a rekonstruování stropních konstrukcí tvořených litinovými nosníky a klenbami.

Navrhovaným řešením dosáhne se odlehčení litinových nosníků jednoduchou úpravou bez přerušení provozu.

Přípustné zatížení rekonstruovaného stropu je 500 kg/cm^2 , systém rekonstrukce však umožňuje vhodnou změnu navržených profilů požadované nahodilé zatížení v širokých mezích měnit.

Mimoto navržená úprava zajišťuje, že při porušení litinových nosníků z jakýchkoli důvodů v kterémkoliv místě nedojde ke zřícení a ohrožení strojního parku a bezpečnosti pracujících.

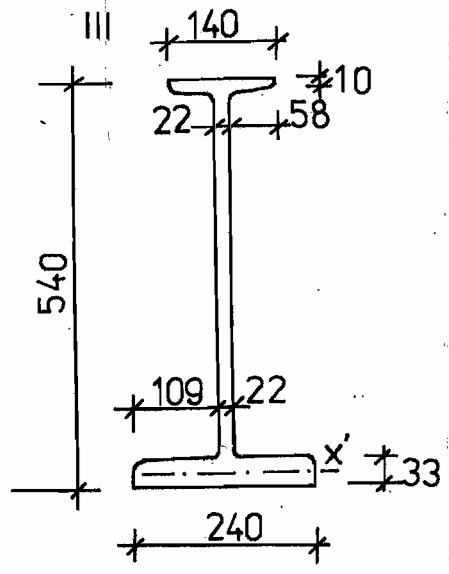
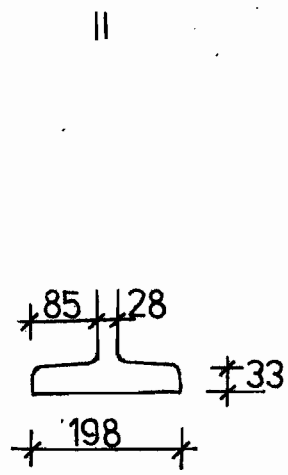
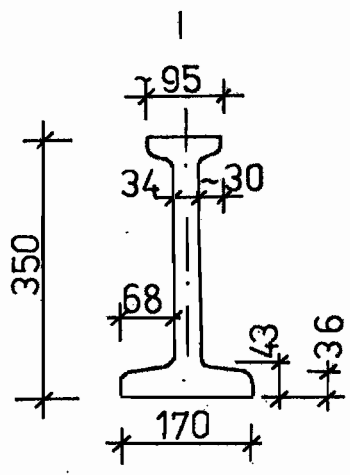
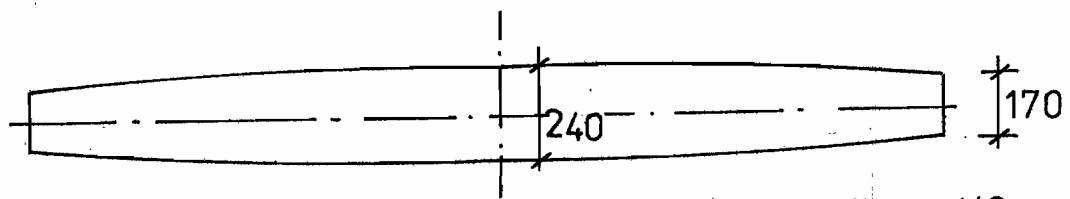
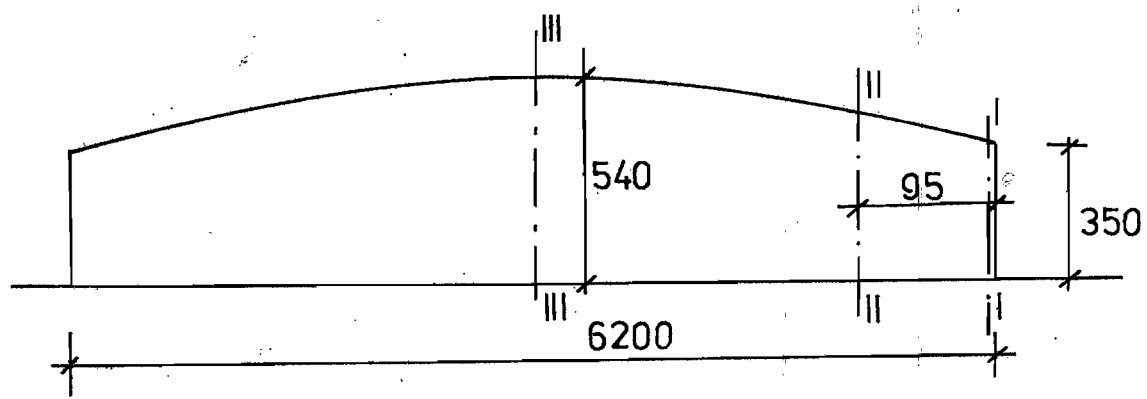
Alternativní řešení stejného systému využívá na možné maximum litinových nosníků při pracovním zatížení a přebírá pouze zbyvající část zatížení, při čemž zajišťuje, že při porušení jednoho litinového nosníku v určitém úseku stropní konstrukce (daným přibližně vzdáleností 5 nosičů) nedojde ke zřícení.

Konečně navržená úprava umožňuje úplnou rekonstrukci (výměnu) stropních konstrukcí s minimálním omezením provozu, kdykoliv v pozdější době, s únosností nového stropu až 1300 kg/m^2 .

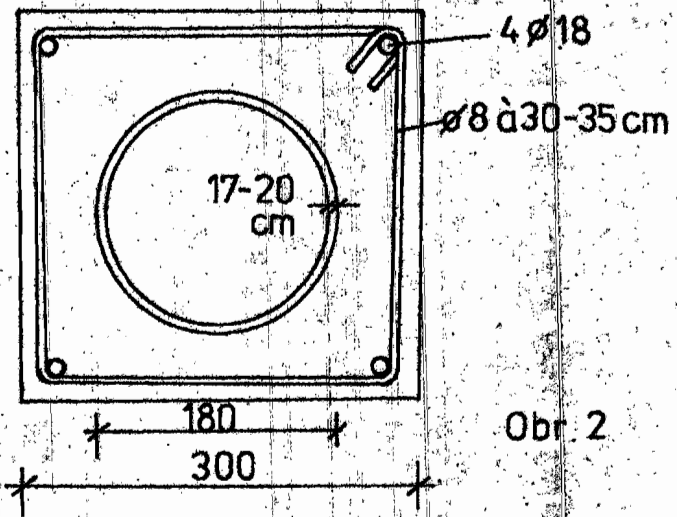
Navrhované řešení prodlužuje životnost rekonstruovaných stropních konstrukcí z hlediska statického prakticky neomezeně, alternativní řešení cca 20 - 25 let a konečně poslední návrh úplné rekonstrukce umožňuje provoz a trvání obvyklém pro novostavbu.

Navrhované řešení lze však připustit z požárního hlediska (odkrytí litinové a ocelové konstrukce) pouze jako provisorium k zabezpečení současného provozu a je třeba výhledově počítat s úplnou rekonstrukcí.

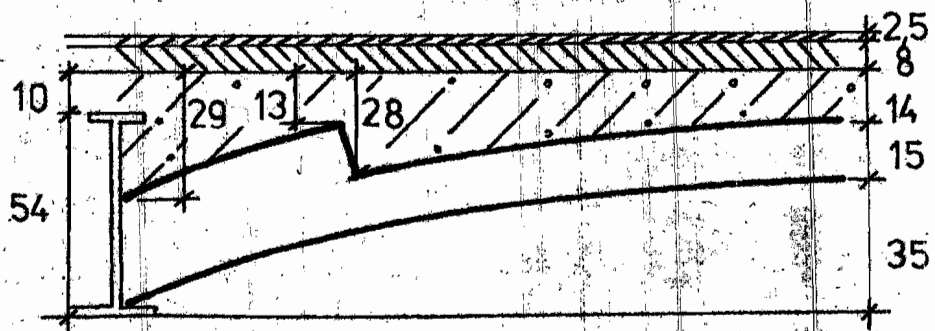
Investiční náklad lze odhadnout takto: alternativa první cca 60 Kčs/m², druhá alternativa cca 40 Kčs/m² obestavěné podlažní plochy při užitném zatížení 500 kg/m², úplná rekonstrukce cca 110 Kčs/m² obestavěné podlažní plochy při užitném zatížení asi 1300 kg/m².



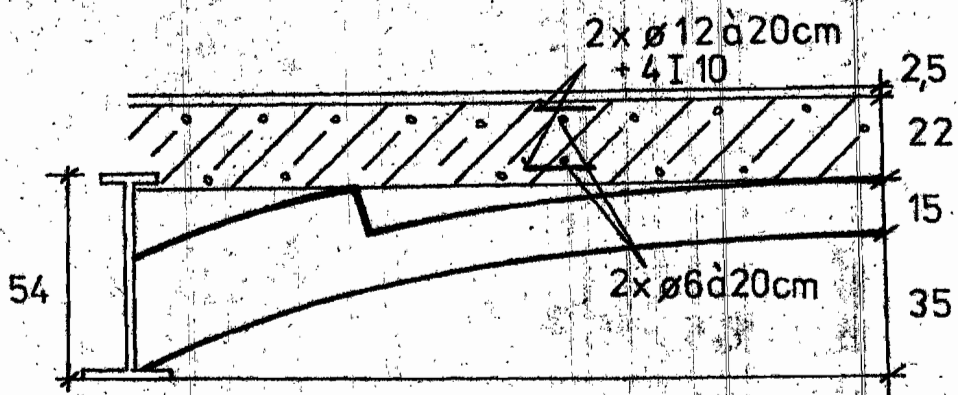
Obr.1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4