

Znalecký posudek

**O předběžném návrhu rezonančních stendů nově
budované [REDAKCE]**

**[REDAKCE], o jejich dynamickém a statickém namáhání a
o jejich technologickém a konstrukčním uspořádání
100 stran**

21 .8. 1975

Ing. CSc. Richard B a r e š

o/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky

Československé akademie věd

Vyšehradská 49, 128 49 P r a h a 2

S n e l o c k ý p o s u d e k

o předběžném návrhu rezonančních studijních stendů
nově budované [redacted]

[redacted], o jejich dynamickém a statickém
naandění a o jejich konstrukčním a technologickém
uspořádání.

Čj.2 15/104/75

Praha, 21. srpna 1975

Dne 20.2.1975 osobně nastoupil [redacted] a. Ing.

Erínou a a. Ing. Pořtem a 4.3.1975 dopisem a. p. [redacted]

[redacted] písemně jsem byl požádán o prove-
dení analýzy posudku předběžného návrhu statického a
dynamického studijního stendu nově budované [redacted]

[redacted]
posouzení jejich statického a dynamického naandění a po-
dání návrhů pro konstrukční uspořádání částí včetně
isolátorů chvění, výstuže, kotvení a technologického po-
tupu přípravy a výroby stendů.

S ohledem na velkou důležitost připravované stavby zejména s hlediska československých exportních zájmů a technickou jedinečností stavby v souvislosti soublastí jsou s převzetím tohoto posudku, což jsou po předložení prostudování posudku oznámil 19. 3. 1973 o.p.Škoda spolu s uvedením podmínek převzetí /kopie tohoto dopisu je v příloze předloženého posudku/.

Dne 22. 3. 1973 byl dopisem o.p.Škoda zn. 6V23/66/169/73/KM potvrzen souhlas s výší podmínkami převzetí analýzy posudku.

Během tohoto období došlo k několika setkáním pracovníků o.p.Škoda /Ing. Růžka, Ing. Marek, Ing. Růžka, Ing. Sigmund, Ing. Kubař, Ing. Proštorov, ČSC/ se analýzou, na nichž byly ujasňovány technické požadavky, kladené na budoucí návrhy stěny a další podmínky. Tato setkání se uskutečnila postupně dne 14.3.1973, 2.4.1973, 14.5.1973 a posléze 23.7.1973, na přítomnosti převedených konzultantů analýzy doc.ing.Š. Vrzánek, ČSC. /všechna jednání/ a Ing. M. Petříka, ČSC. /jednání 23. 7. 1973/.

Na jednání dne 23. 7. 1973 vyslechl analýza s ohledem na plánovací potřeby o.p.Škoda v souvislosti se zmýšlenou investicí souhlas s uzavřením prací na posudku rezonančních stěn s tím, že posudek bude rozšířen na dvě soustředné řady: řadu tykajících se rezonančních

stenci bude předána proti původní dohodě podstatně dříve, v průběhu měsíce srpna, list týkající se statického stavu v původně dohodnutém termínu na předpokladu, že budou všes k dispozici potřebné podmínky.

Kromě podmínek, které byly předány 12. 3. 1973, jak jsou citovány v níže zmíněném dopise v příloze tohoto posudku, byly postupně dodány tyto další podmínky:

- Pasování základových poměrů stavby 1500 m² np. Škoda - Píseň - Kolovos od KPO - Stavoprojekt Píseň, cat. list. 4123/3067 z března 1973

- výtvarn. np. Škoda Se 3642 S - Resonanční režim ocelové konstrukce z 11. 3. 1973

- výtvarn. np. Škoda Se 33123 - upínací dvojitá lišta z 23. 3. 1948.

V dopise np. Škoda z 22. 3. 1973 jsou dále uvedeny tyto upřesňující skutečnosti:

- konstrukce budovy kružebny bude namísto železobetonového montovaného skeletu ocelová

- nelze počítat s použitím předpjatého betonu

- nedoporučuje se počítat s použitím betonu o vyšší pevnosti než 330 kp/cm².

Ve svyolu něho dopisu z 19. 3. 1973 /viz příloha/ přisval jsem ke spolupráci na uměleckém posudku pro obor dynamiky doc.ing. E. Fimera, CSc. /ÚZAM-ÚSAV/, pro

dotočné shrádkací list.

Betonové bloky jsou uloženy na pružinových izolátorech chráněných stavebních izolací nap. typ SE 9.1 /PS 02 8861- Stavební izolace Praha/ větší odlišně na 34 /2 + 12 + 2 + 5/ izolátorech, menší na 16 /6.4/ izolátorech. V podélném směru jsou izolátory přichyceny k ocelovému rámu, příčnými vybranými v betonovém bloku je 18 cm, v příčném směru jsou izolátory přichyceny k železným oceli, její je sapašně minimálně 35 cm do průběhu vybraného bloku. Navíc v tomto případě jsou nad stavební šrouby další vybraní /uzavř./ v betonovém bloku. Toto řešení je dále vyvoláno malým prostorem mezi oběma základy /60 cm/.

Výpočet izolátoru nap. Stavební izolace je proveden za předpokladu budíci síly 30 Mp a frekvenci v první harmonické 3 Hz /480 ot/min/.

Další podklady udávaly odlišné hodnoty maximálních dynamických účinků na rezonanční stadi: tak např. na str. 9 "Návrh perspektivního řešení ..." nap. škoda jsou uvedeny jako maximální dynamické účinky 4 síly ± 15 Mp, působících v rozích stadi, příčnými skupovými frekvencemi se pohybují mezi 10 a 200 Hz. Schéma "Maximálního natížení rezonančního roštu" udává současně 4 síly ± 15 Mp v rozích a 2 síly opačného znaménka 9 Mp uprostřed delších okrajů.

Edinyí opatřením nebylo zajištěno, aby nedošlo /např. během "najíždění" skoušky/ k resonanci, jež se pohybuje v oblasti 2 Hz.

Veškeré síly, vznikající zatříváním skoušených konstrukcí, měly být přeneseny celou konstrukcí; beton sloužil v podstatě pouze jako výplň, vyplňující hmotnost základu.

P o s u d e k

1. K o n c e p c e

Oba rezonanční stavy jsou navrženy železobetonové, s rozdílnou ocelovým svařovaným rámem po obvodu u spodního okraje k uchycení izolátorů ohvěti, snižující přenos síly do betonu a uchycení tlumičů vibrací. Výstuž je ve všech stavech svařovaná. Použitý beton 4000 kp/cm^2 , v tomto bodě nemohl být splátn požadavek objednatel, aby beton nebyl vyšší značky než 330/. Použitá stavební výstuž žebířková 10 435 příp. 10 425, /s menší průřezovostí min. 4200 kp/cm^2 /; převodní součinitel β v tahu podle tab. I.1 ČSN 732001 je 2,30; po snížení v důsledku oplínání svařovaných stýček podle čl. 24 ČSN 73 6206 součinitel 0,8 a po dalším snížení součinitel tlavy 0,90 podle čl. 25 a tab. 9 ČSN 73 6206 pro charakteristiku cyklu 0,5 /s ohle-

obor stavebních a měřičích zařízení Ing. M. Petřík, ČSČ.
/55-IVUZ/ . Jmenovitý souhlas přivádím těchto konseult -
tantů obsahuje již citovaný dopis sp. Škoda z 22. 5. 1973.

N á l o ž

Pro resonanční zkoušky jsou navrženy dva nezávislé
stěny, první s rozměry 8 . 4 m , druhý s rozměry 4 . 4 m ;
výška obou je předpokládána 1,80 m. Stavební tělesa budou
podopřena a upínána do pěti průběžných upínacích listů,
každý se dvěma upínacími dráhami, upínacími šrouby \varnothing 40 mm.
Upínací listy jsou z litiny, poměrně složitého průřezu,
podle návrhu sp. Škoda z 29. 5. 1968 /výkres 80 33123/.
Upínací listy jsou kotveny do betonového základu dvojitě-
ocel kotvených šroubů \varnothing 40 mm ve vzdálenosti 90 cm.
Příčná vzdálenost kotvených šroubů, stejně jako os upí-
nacích dráh šláf 90 cm. Složitě profilování upínacích
listů na jedné straně cílem obsahuje možnost jejich
dobrého podbetonování, což je jedinou úpravou trvale
oprávně funkce stěny, na druhé straně - při dobrém pod-
betonování - účinně zvyšuje účinnost spojení s betonovým
základem, což je vítané zejména vzhledem k přenosu vodor-
ových sil.

Upínací listy se vyrábějí v délce 9 000 mm vzhledem
k tomu délce stěny 8,0 a 4,0 m je třeba provést do-

Čen na stále tlakové namáhání betonu předepnutými
šrouby/ je hodnota převodního součinitele $C =$
 $= 2,3 \cdot 0,8 \cdot 0,98 = 1,80$, takže odpovídající sni-
žování nesprávnosti je $2\ 100 \cdot 1,80 = 3\ 800\ \text{kp/cm}^2$.

Obvodový ocelový rám, stejně jako způsob uchycení
ní izolátorů se provede jednotně po celém obvodu,
s takého svařovaného profilu \perp .

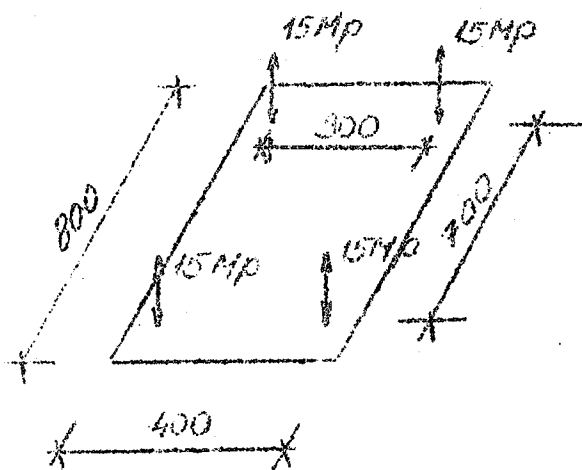
Mosera mezi oběma stěny se rozšíří tím, že se
stěny posunou každý o 12 cm od sebe. Tím získáme ni-
žší světelnou vzdálenost mezi přírabi \perp profilů
50 cm, což je dostatečné k manipulaci s izolátory.
Chodba na příčných stěnách se šíří tím o 25 cm
/s \perp profilu/ a získáme šířku 71 cm, zatímco podé-
lné chodby zůstávají podle původního projektu zacho-
vány v šířce 73 cm /opět ve výši \perp profilu/.

Přenos sil se zkušebních prvků do stěn se po-
nechá prostřednictvím zkušebních listů, které však
budou připevněny předepnutými šrouby k betonovému záklá-
du, aby se zamezilo spojení betonu s kotvenými šrouby
vládí se do trubek z pryže, PVC, PE, polypropylenu a
pod. Pro tyto trubky je třeba v listech vynechat dráž-
ku o výšce 150 mm a šířce podle tloušťky použité trub-
ky. Tato drážka lze provést buď změnou formy nebo do-
datelným opracováním.

*1) Naměřená je o stejnou hodnotu, jako odpovídala
dříve odliš ^{např.} ROXER /10512/, kde $C = 1,65$ a
 $R = 2\ 300\ \text{kp/cm}^2$, takže lze přine použít uvedených
tabulek pro výstup 10512.

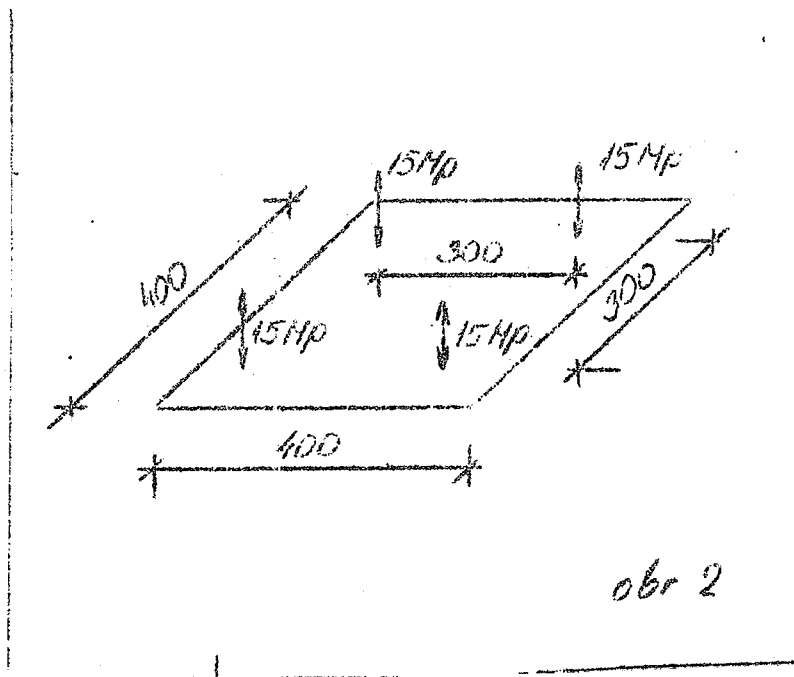
Betonáž bude provedena ve dvou fázích: v první fázi se vybetonuje celý základ až do úrovně 25 cm pod spodní plochou upínacích listů. Po osazení a přesazení výškových i anžrových uclaceni upínacích listů provede se betonáž zbyvajících částí. Beton se bude ukládat nezerami mezi listy a účinně zpracovávat tak dlouho, až bude vystupovat všemi ovdlnými otvory v listech. Před betonáží této druhé části se provede úprava povrchu betonu první části ke zvýšení soudržnosti. Přesávka v betonáží obou částí nesmí přesáhnout 48 hod.

Pro výpočet většího stěna se uvažuje s tímto schématem nelineárního dynamického ovlivnění, při frekvenci působících sil v rozmezí 8 až 200 Hz:



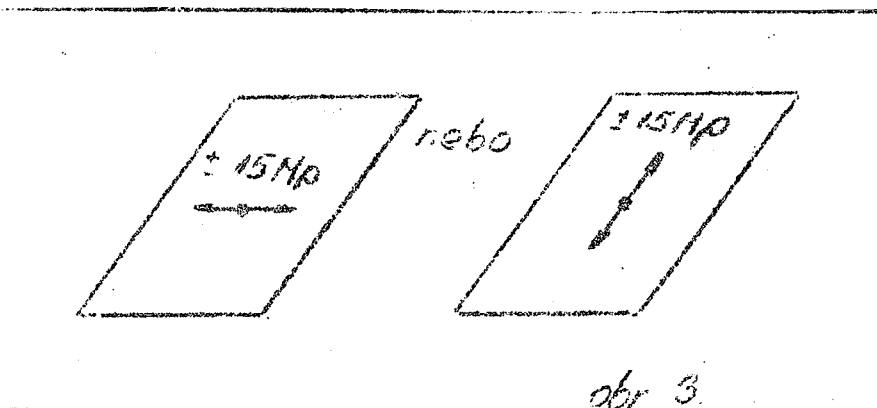
obr 1.

Pro výpočet menšího stěna se uvažuje se schématem podle dalšího obrázku 2, přičemž frekvence působících sil je opět v rozmezí 8 až 200 Hz.



obr 2

Vodorovné síly nebyly udány žádným podkladem, avšak s vodorovným dynamickým zatížením obou rezonančních otáčů je třeba rovněž počítat. Podle zkušeností s podobnými zařízeními a dalších úvah bylo zvoleno toto vodorovné zatížení (obr.3):



obr 3

Návrh odpružení otáčů pružinovými izolátory SZ 9.1 vypracovaný n.p. Stavební izolace, Kolín byl akceptován, protože spolehlivě splňuje požadavek nízkého ložního nákladu /menší než 2 Hz/. Je pravdou, že i jiný způsob odpružení by byl možný; např. otočení otáčů

šroubech sástanou v předpokládaných rozích.

FBI posouzení statického i dynamického chování rezonančních stěnů přiblíží se nejen k hlediskům teoretickým a výpočetním, ale i k hlediskům konstruktivním, technologickým a ekonomickým a také k hlediskům reálné dostupnosti materiálů a prací v tuzemsku.

2. Dynamické posouzení

2.1. Velký rezonanční stěna (8 x 4 m)

Ve shodě s předchozím se předpokládá

- plošné rozměry vzorku max. 3 x 7 m

- maximální dynamické účinky

- svisle 4 síly ± 15 kN v rozích podle schématu na obr. 1

- vodorovně 1 síla ± 15 kN uprostřed podle schématu na obr. 3

při frekvenci $\Omega = 200$ Hz.

- vlastní frekvence rezonančního stěna menší než 2 Hz

2.1.1. Vlastní váha

Železobeton:

$$(8 \cdot 4 \cdot 1,3 + 2 \cdot 0,13 \cdot 8 \cdot 0,42 + 2 \cdot 0,20 \cdot 0,42 \cdot 2,64) \cdot 25 = 157 \text{ kN}$$

Upevňovací 115ty

$$(5 \cdot 0,6 \cdot 0,21 \cdot 8) (7,8 - 2,5) = \dots \dots \dots 26,8 \text{ kN}$$

Odhadnutá váha izolátorů SZ 9,1 120 kN

Polovičnatá váha všech izolátorů

$$0,5 \cdot 0,12 \cdot 34 = \dots \dots \dots 2,04 \text{ kN}$$

Upevnění izolátorů k žel. bet. bloku

1 profil 0,0140 · 24 · 7,8 2,62 kP
celkem 170,46 kP

2.1.2. Pórové konstanty izolátoru chráni SZ 9.1

Pórová konstanta jedné pružiny

$$c_p^v = \frac{G_p \cdot l^3}{3D^3 \cdot n} = \frac{7,8 \cdot 10^5 \cdot 2,62^3}{3 \cdot 19,5^3 \cdot 12} = 100 \text{ kP/cm} = 10 \text{ kP/m}$$

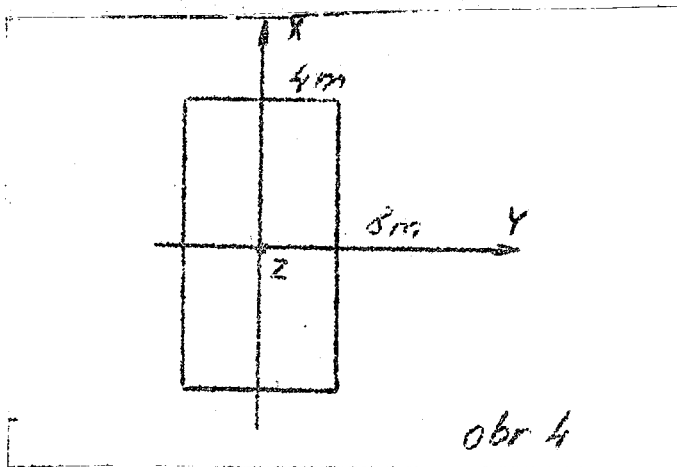
2.1.3. Pórové konstanty celého upevnění

a) Svislý směr

$$c_2^{vv} = n \cdot n_1 \cdot c_p^v = 34 \cdot 4 \cdot 10 = 1360 \text{ kP/m}$$

n_1 = počet pružin v izolátoru

n = počet izolátorů



b) dva vodorovné směry

$$c_p^h = 0,1 \cdot c_p^v$$

$$c_2^{hh} = n \cdot n_1 \cdot 0,1 \cdot c_p^v = 34 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 10 = 136 \text{ kP/m}$$

c) Otačení v rovině XI

$$\begin{aligned} \xi_{z_1} &= \sum_1^m a_1 \frac{G^V}{P} z_1^2 = a_1 \frac{G^V}{P} \sum_1^m z_1^2 = \\ &= 4,10 \cdot (10,3,82^2 + 0,3,6^2 + 4,2,95^2 + 4,2,29^2 + 4,1,64^2 + \\ &+ 4,0,98^2 + 4,0,35^2) = 1,078 \cdot 10^4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

jestliže $z_0 = 3\ 820 \text{ mm}$, $z_1 = 3\ 600$, $z_2 = 2\ 946$,
 $z_3 = 2\ 291$, $z_4 = 1\ 637$, $z_5 = 982$, $z_6 = 328 \text{ mm}$

d) Otačení v rovině XI

$$\begin{aligned} \xi_{z_2} &= a_1 \cdot \frac{G^V}{P} \sum_1^m x_1^2 = 4,10(2,12,2,05^2 + 4,1,4^2 + \\ &+ 4,0,7^2) = 44,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

hde bylo použito $x_0 = 2\ 050 \text{ mm}$, $x_1 = 1\ 400$, $x_2 = 700$,
 $x_3 = 0$.

e) Otačení okolo osy Z

$$\begin{aligned} \xi_{z_3} &= a_1 \cdot 0,1 \cdot \frac{G^V}{P} \sum_1^m x_1^2 = a_1 \cdot 0,1 \cdot \frac{G^V}{P} \sum_1^m (x_1^2 + z_1^2) = \\ &= 0,4 \cdot 10/4(3,6^2 + 2,05^2) + 4(2,95^2 + 2,05^2) + 4(2,29^2 + 2,05^2) + \\ &+ 4(1,64^2 + 2,05^2) + 4(0,98^2 + 2,05^2) + 4(0,35^2 + 2,05^2) + \\ &+ 4(3,82^2 + 1,4^2) + 4(3,82^2 + 0,7^2) + 2,3,82^2 / = 15,2 \cdot 10^2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2.1.4. Přibližné hodnoty vlastních frekvencí

Ve vlněném směru

$$\omega_{0Z}^{vv} = \sqrt{\frac{G^V}{a}} = \sqrt{\frac{1450}{17,05}} = 9,94 \text{ s}^{-1}$$

tedy

$$T_{0Z}^{vv} = 1,42 \text{ s}$$

Ve vodorovném směru

$$\omega_{02}^{\text{ss}} = \sqrt{\frac{125}{17,05}} = 2,54 \text{ sec}^{-1}$$

tedy

$$f_{02}^{\text{ss}} = 0,45 \text{ Hz}.$$

otáčení okolo osy Z (viz obr. 4)

hmotný moment setrvačnosti

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 8 \cdot 8^3 = 170 \text{ m}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 8 \cdot 4^3 = 42,7 \text{ m}^4$$

$$I_p = 212,7 \text{ m}^4$$

$$\mu = \frac{170,46}{32,10} = 0,532 \text{ / } \frac{\text{kgm}^2}{\text{m}^2} \text{ /}$$

$$I_{\mu} = 212,7 \cdot 0,532 = 112 \text{ /kgm}^2 \text{ /}$$

$$\omega_{023}^{\text{ss}} = \sqrt{\frac{1520}{112}} = 3,68 \text{ s}^{-1}, \text{ tedy vlastní frekvence}$$

otáčení okolo osy Z

$$f_{023}^{\text{ss}} = 0,586 \text{ Hz}.$$

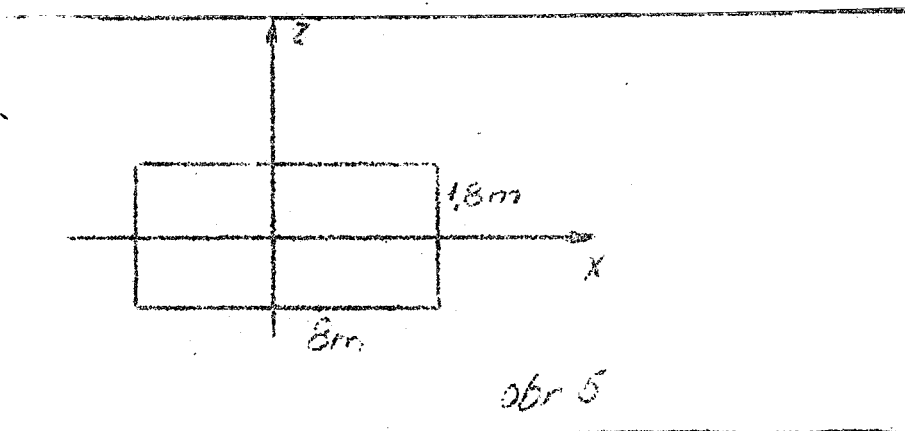
V rovině ZX

hmotný moment setrvačnosti

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot 8 \cdot 1,8^3 = 3,87 \text{ m}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 1,8 \cdot 8^3 = 76,8 \text{ m}^4$$

$$I_p = 80,67 \text{ m}^4$$



$$\mu = \frac{170,45}{8 \cdot 1,8 \cdot 10} = 1,18 \text{ / } \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}^2} \text{ /}$$

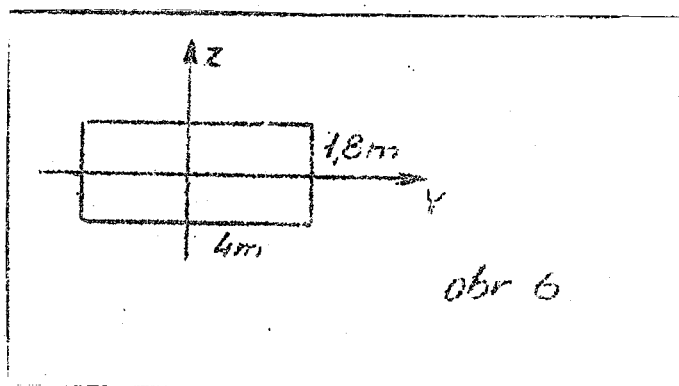
$$I_{\mu} = 80,57 \cdot 1,18 = 95 \text{ mm}^2$$

$$\omega_{021}^{55} = \sqrt{\frac{1,026 \cdot 10^4}{95}} = 10,65 \text{ s}^{-1}, \text{ tedy vlastní frekvence}$$

otáčení v rovině ZX

$$T_{021}^{55} = 1,7 \text{ Hz.}$$

V rovině XY



Momenty momentů setrvačnosti

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,8^3 = 1,93 \text{ m}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 1,8 \cdot 4^3 = 9,60 \text{ m}^4$$

$$I_y = 11,53 \text{ m}^4$$

$$\mu = \frac{173,55}{4 \cdot 1,6 \cdot 10} = 2,56 \text{ / } \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

$$I_{\mu} = 2,56 \cdot 11,55 = 27,5 \text{ kgm}^2$$

$$\omega_{02}^{2,2} = \sqrt{\frac{4000}{27,5}} = 1,275 \text{ s}^{-1}, \text{ tedy vlastní frekvence}$$

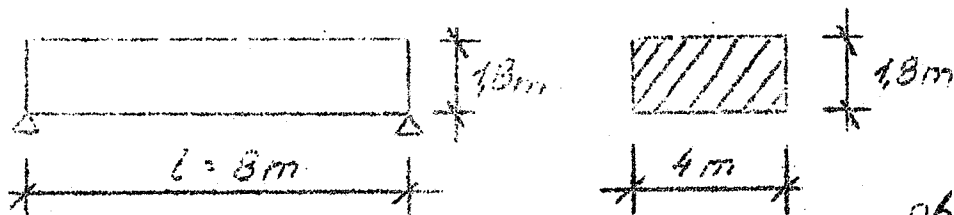
ce otáčení v rovině XI

$$f_{02}^{2,2} = 0,303 \text{ Hz}$$

2.1.5. Přibližná vlastní chybová frekvence základi

2.1.5.1.

Řešení uvažující základ jako prostý nosník



$$I = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,8^3 = 1,94 \text{ m}^4$$

$$E = 240 \text{ GPa} \text{ (betonobeton 400 za chybu)} = 2,4 \cdot 10^9 \text{ /kg/m}^2$$

$$\mu = \frac{17,036}{8} = 2,16 \text{ / } \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

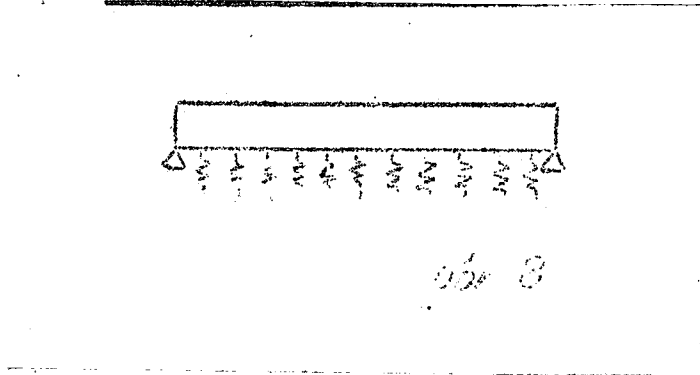
Vlastní chybová frekvence je v tomto případě

$$f_1 = \frac{\pi}{2 l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}} = \frac{1,14}{2,64} \sqrt{\frac{2,4 \cdot 10^9 \cdot 1,94}{2,16}}$$

$$= 40,4 \text{ Hz}$$

2.1.5.2.

Rešení uvažující náklad jako prostý nosník pružně pod-
opřený



Kvadrát kruhové frekvence pravoúhelníkového tvaru plyne z diferenciální rovnice příčného kmitání netlumeného

$$EI \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} + kv = -\mu \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$$

kde k je zatížení jednotkové délky nosníku, které vyvolá jednotkové stlačení podkladu. První vlastní tvar kmitání je dán rovnicí

$$v = v_0 (A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t)$$

Navede-li se

$$v_1 = v_{01} \cdot \sin \frac{\pi x}{l}, \text{ pak}$$

$$\omega(n)^2 = \frac{1}{\mu} \left(\frac{\pi^4}{l^4} EI + k \right),$$

kde konstanta k má rozměr $\frac{kg}{m^2}$.

Pórová konstanta celého nákladu pro směr vzhůru

$$c_2^{vv} = 1560 \text{ kg/m}^2; \text{ z toho plyne}$$

$$k = \frac{1.560 \cdot 10^6}{8} = 0,197 \cdot 10^6 / \frac{kg}{m^2}$$

pak

$$\omega_{(1)} = \sqrt{\frac{1}{2100} \left(\frac{28 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10^9 \cdot 1,94}{4 \cdot 100} + 0,187 \cdot 10^6 \right)} =$$
$$= 4,84 \cdot 10^4 \cdot \frac{2100}{2100} = 5,2 \cdot 10^4$$

Z toho vlastní obyčejná frekvence je $2,281^2 \text{ s}^{-1}$, a tedy

$$f_1 = 35,6 \text{ Hz}$$

Je vidět, že vliv uložení na pružném podloží při současném uložení na krajních podporách je zanedbatelný. Skutečné okrajové podmínky jsou však poněkud odlišné, protože podpory prostého nosníku nejsou dokonale tuhé. Proto je ještě vypočtena základní frekvence nosníku konečné délky zcela volného.

2.1.5.3

Řešení uvažující základ jakovvolný nosník

$$\omega_{(1)} = \frac{22}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{\mu}} = \frac{22}{64} \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 1,94}{2,13}} =$$
$$= 528 \text{ s}^{-1}$$

Z toho vlastní obyčejná frekvence

$f_1 = 34 \text{ Hz}$, tedy je zhruba dvojnásobná proti předcházejícím případům.

Pro další použití bude předpokládáno, že ve skutečnosti bude mít stěna nejnižší vlastní obyčejnou frekvenci v oboru 35 až 64 Hz.

3.1.6. Amplitudy přemístění vynuceného kmitání

Zatížení podle schématu na obr.1, tj. čtyři svisté síly $F = 15 \text{ N}$ v rozích obdélníku 300.700 cm . Předpokládáme tlumení $\nu = 0,2$.

3.1.6.1.

Budící síly ve fázi

Amplituda vynuceného kmitání

$$z_2 = \frac{F}{m} \frac{\nu \omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\nu^2 \omega^2 \omega_0^2}}$$

bez statické výchylky

$$z_2 = \frac{F}{m \omega_0^2} = \frac{60}{17,046 \cdot 80} = 0,045 \text{ m}$$

a vlastní frekvence

$$\omega_0 = 1,43 \cdot 6,28 = 8,94 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_0^2 = 80 \text{ s}^{-2}$$

Ze vzorce je dynamický součinitel výchylky

$$\beta = \frac{\nu}{\nu} = \frac{3,14}{0,2} = 15,7$$

Pro budící frekvenci $f = 8 \text{ Hz}$, tj. $\omega = 5,03 \text{ s}^{-1}$

$\beta = 5,9 \text{ s}^{-1}$ je dynamický součinitel

$$\beta = \frac{1}{(1 - 5,7^2)^2 + (5,17)^2 \cdot 5,7^2} = 0,0318$$

Pro buďící frekvenci $f = 10 \text{ Hz}$, tj. $f = 7,04 f_0$,
je dynamický součinitel

$$\beta = \frac{1}{(1-7,04^2)^2 + \left(\frac{0,2}{3,14}\right)^2 \cdot 7,04^2} = 0,0206$$

a pro buďící frekvenci $f = 200 \text{ Hz}$, tj. $f = 141 f_0$,
je dynamický součinitel

$$\beta = \frac{1}{(1-141^2)^2 + \left(\frac{0,2}{3,14}\right)^2 \cdot 141^2} = 0,505 \cdot 10^{-4}$$

Z uvedené je zřejmé, že pokud by nás bylo učiněno další opatření k účinnému útlumu rezonance (kdy dynamický součinitel vřehyly dosáhne téměř hodnoty 16) bylo by třeba výslednou sílovou amplitudu zmenšit na

$$a = \frac{2}{15,7 \cdot 4,0} = 0,029$$

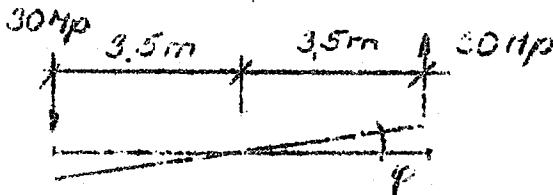
přvodní hodnoty (za předpokladu, že maximální vertikální přípustná vřehylna základu je 2 cm), tj. na hodnotu 1,74 kg, aby nedošlo k narušení odpružené hmoty na podkladní desku. Stav rezonance je pokládán za stav přechodný, nicméně nelze vyloučit jeho vznik; utlumením dynamických vřehylek bude nutno se podrobněji zabývat.

Dynamické svislé přemístění dosáhne hodnoty:

$$\begin{aligned} \text{při } f = 8 \text{ Hz} \quad y_z &= 44 \cdot 0,0318 = 1,4 \text{ mm} = 1400 \mu\text{m} \\ f = 10 \text{ Hz} \quad y_z &= 44 \cdot 0,0196 = 0,861 \text{ mm} = 861 \mu\text{m} \\ f = 200 \text{ Hz} \quad y_z &= 44 \cdot 0,24 \cdot 10^{-4} = 10,5 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = \\ &= 1,05 \mu\text{m} \end{aligned}$$

2.1.6.2.

Budící síly v protifázi v podélném směru



Obr 3

Amplituda vynuceného kmitání

$$y = \tilde{\varphi} \frac{\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_0^2}}$$

kde $\tilde{\varphi} = \frac{M}{I \mu \cdot \omega_0^2} = \frac{210}{95 \cdot 10,5^2} = 2,02 \cdot 10^{-2}$

Svislé přemístění nejvzdálenějších bodů základu od osy otáčení je

$$\tilde{y} = 2,02 \cdot 10^{-2} \cdot 3,5 = 7,06 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 7,06 \text{ cm}$$

Za rezonance je dynamický součinitel $f = 15,7$.

Pro buďící frekvenci $f = 8$ Hz je dynamický součinitel

$$D_8 = \frac{1}{(1-0,7^2)} = 0,474 \cdot 10^{-1}$$

Pro buďící frekvenci $f = 10$ Hz je dynamický součinitel

$$D_{10} = \frac{1}{\sqrt{(1-5,08^2)^2 + \left(\frac{0,2}{3,14}\right)^2 \cdot 5,08^2}} = 0,0298$$

a pro buďící frekvenci $f = 200$ Hz je dynamický součinitel

$$D_{200} = \frac{1}{\sqrt{(1-117,5^2)^2 + \left(\frac{0,2}{3,14}\right)^2 \cdot 117,5^2}} = 0,722 \cdot 10^{-4}$$

Bez tlumení bylo by nutno za rezonance zmenšit sílové amplitudy na hodnotu

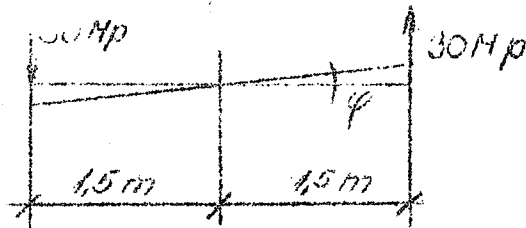
$$a = \frac{2}{7,06 \cdot 15,7} = 0,018 \text{ s. j. na hodnotu } 0,27 \text{ kP.}$$

aby nedocházelo k narušení kraje odpruženého základu na pokladní desku. V oboru 8 až 200 Hz je možné psát buďících sil s amplitudou 15 kP, aniž dojde k překročení dovolených hodnot svislých přesídlení. Přesídlení dosáhnou hodnot:

při $f = 8$ Hz	$s_2 = 7,06 \cdot 0,0445 = 3,14$ mm
$f = 10$ Hz	$s_2 = 7,06 \cdot 0,0298 = 1,96$ mm
$f = 200$ Hz	$s_2 = 4,8 \cdot 10^{-3}$ mm.

2.1.6.3.

Budící síly v protifázi v příčném směru



obr. 10.

Amplituda vynuceného kmitání

$$\varphi = \tilde{\varphi} \frac{\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\omega_0^2}}$$

kde statická výchylka

$$\tilde{\varphi} = \frac{90}{27,3 \cdot 1,275^2} \approx 2,06$$

Svislé přemístění nejvzdálenějších bodů základu od osy otáčení je

$$\tilde{y} = 2,06 \cdot 1,5 = 3,09 \text{ m.}$$

Pro budící frekvenci $f = 8 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{(1 - 39,7^2)^2 + (\frac{0,2}{3,14})^2 \cdot 39,7^2}} = 0,65 \cdot 10^{-3}$$

Pro budící frekvenci $f = 10 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$D_{10} = \frac{1}{\sqrt{(1-49,6^2)^2 + \left(\frac{0,2}{3,14}\right)^2 \cdot 49,6^2}} = 0,407 \cdot 10^{-3}$$

Pro budící frekvenci $f = 200 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

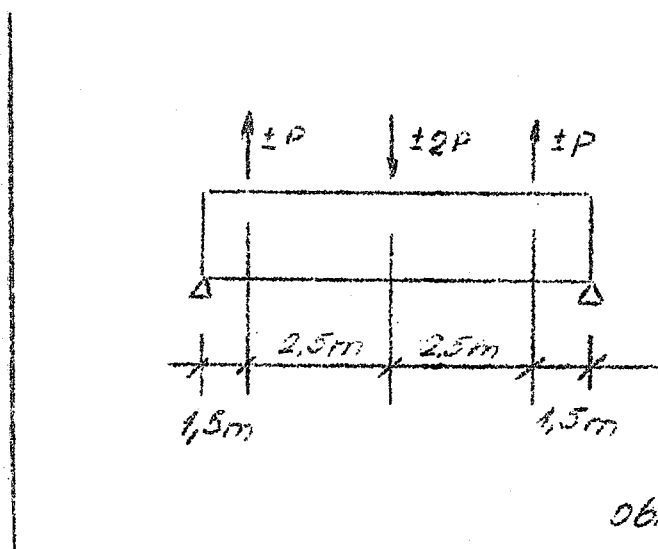
$$D_{200} = \frac{1}{985 \cdot 10^3} = 0,101 \cdot 10^{-5}$$

Přemístění dosáhnou hodnot :

při	$f = 8 \text{ Hz}$	$J_z = 2,06 \cdot 2 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} = 2,6 \text{ mm}$
	$f = 10 \text{ Hz}$	$J_z = 2,06 \cdot 2 \cdot 0,407 \cdot 10^{-3} = 1,68 \text{ mm}$
	$f = 200 \text{ Hz}$	$J_z = 2,06 \cdot 2 \cdot 0,101 \cdot 10^{-5} = 0,4 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$

2.1.6.4.

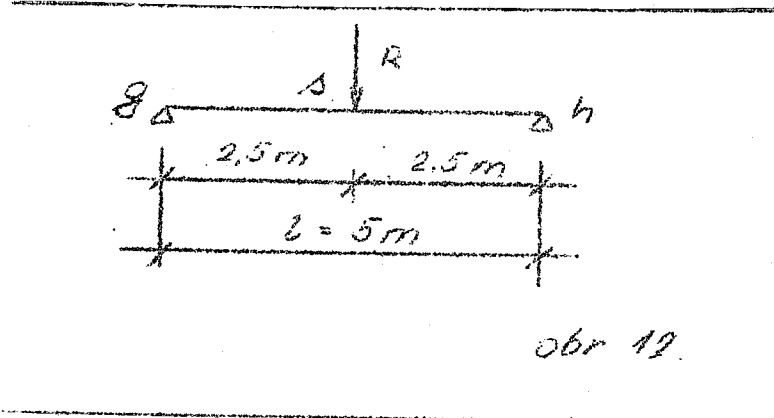
Budící síly v případě zkoušení ohýbaného prvku



Stanovme maximální průhyb v_g při frekvenci budící síly $f = 50 \text{ Hz}$. Vliv deformace nosníku mezi podporou a

krajní silou se přitom zanedbá.

Dynamické schéma



Pescouvající síla v průřezu nekonečně blízko vlevo od síly R je

$$Y_{s,s} = \frac{R}{2} = \frac{EI}{l^3 g_s} F_{11}(\lambda_{g,s}) \cdot v_s$$

Průhyb v polovině rozpětí

$$v_s = \frac{R l^3 g_s}{2 EI F_{11}(\lambda_{g,s})} = \frac{R}{16 EI F_{11}(\frac{\lambda}{2})}$$

K vyjádření bylo použito Kolouškových funkcí s argumentem λ .

$$\lambda = l \sqrt[4]{\frac{m \omega^2}{EI}} = 5 \sqrt[4]{\frac{2,160 \cdot 10^3 \cdot (6,28 \cdot 50)^2}{2,4 \cdot 10^9 \cdot 1,94}} = 2,36$$

Poměr

$$\frac{v_s}{R} = \frac{1,25 \cdot 2,054}{1,6 \cdot 2,4 \cdot 1,94 \cdot 10^8} = 0,345 \cdot 10^{-8} / \frac{\text{m}}{\text{kp}}$$

Pro $R = 30 \text{ Mp}$ je průhyb

$$v_s = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,345 \cdot 10^{-8} \cdot 10^3 = 0,1035 \text{ mm}$$

2.1.7. Sílové amplitudy přenesené do podlahy

2.1.7.1.

Budící síly ve síti

Čtyři svítlé síly ± 15 Mp v rozích obdélníka 300.700 cm
(obr.1)

Za rezonance, tj. při $f = 1,4$ Hz je dynamický součinitel $\delta = 15,7$. Amplituda harmonické síly přenesené pítím do podlahy je

$A = 60 \cdot 15,7 = 942$ Mp , tj. na jeden izolátor

$$A_{12} = \frac{942}{34} = 27,7 \text{ Mp} .$$

Opět je vidět, že vynucené amplitudy svítlého přemítání přesahují při rezonanci značně dovolené hodnoty a nezbyvá než opakovat, že bez zvláštních opatření nastane tento stav během provozu nastat.

Při budící frekvenci $f = 10$ Hz je dynamický součinitel $\delta = 0,0205$ a amplituda přenesené síly přemítané do podlahy je

$A = 60 \cdot 0,0205 = 1,236$ Mp , tj. na jeden izolátor

$$A_{12} = 1,236 / 34 = 0,0364 \text{ Mp} .$$

Při budící frekvenci $f = 200$ Hz je

$$A_{12} = 60 \cdot 0,503 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{34} = 0,892 \cdot 10^{-4} \text{ Mp} .$$

Při budící frekvenci $f = 8$ Hz je konečně

$$A_{12} = 60 \cdot 0,0313 \cdot \frac{1}{34} = 0,055 \text{ Mp} .$$

2.1.7.2.

Budící síly v protišlápní

Dvojice sil 50 kN na rozsovi 7 m

Na rozsovnice, tj. při $f = 4,7$ Hz je dynamický součinitel

$$\delta = 15,7$$

Amplituda harmonické síly přenesené do podlahy je

$A = 7,06 \cdot 15,7 \cdot 5 \cdot 13,60 = 7\,590$ kN, tj. na jeden izolátor krajní řady

$$A_{12} = 1\,510 \text{ kN}.$$

Při budící frekvenci $f = 10$ Hz je $\delta = 0,0298$ a amplituda přenesené síly je

$A = 7,06 \cdot 0,0298 \cdot 5 \cdot 13,60 = 14,50$ kN, tj. na jeden izolátor krajní řady

$$A_{12} = \frac{14,50}{5} = 2,860 \text{ kN}.$$

Při budící frekvenci $f = 200$ Hz je $\delta = 0,722 \cdot 10^{-3}$ a na jeden izolátor krajní řady připadá amplituda přenesené síly

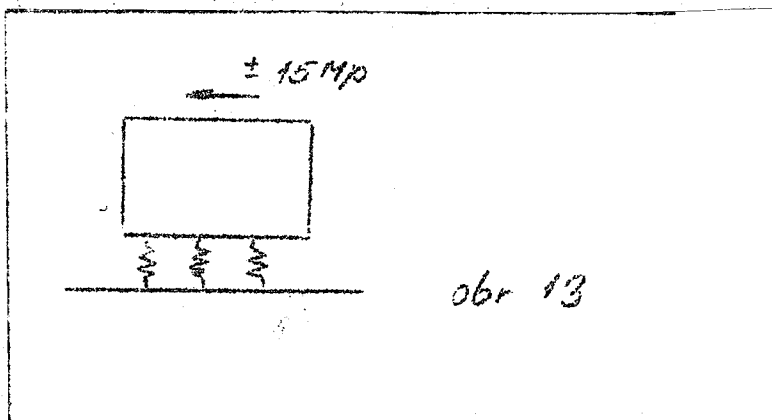
$$A_{12} = 2,860 \cdot \frac{0,722}{0,298 \cdot 10^3} = 0,692 \text{ kN}.$$

Při budící frekvenci $f = 8$ Hz je konečně

$$A_{12} = 2,860 \cdot \frac{0,474 \cdot 10^{-1}}{0,298 \cdot 10^{-1}} = 4,56 \text{ kN}.$$

2.1.7.3.

Vodorovné budící síly



Od jedné vodorovné budící síly s amplitudou 15 Mp o frekvenci 8 Hz je amplituda přemístění, předpokládá-li se přibližně

$$y = \frac{\tilde{y}}{y} \cdot \frac{\omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega^2} \cdot \int = \frac{y_{\text{H}}}{y} = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$
$$= \frac{1}{1 - 17,8^2} = 0,316 \cdot 10^{-2}$$

Amplituda vodorovné síly přenášené na jeden izolátor je

$$A_{\text{iz hor}} = \frac{15 \ 000 \cdot 0,00316}{34} = 0,00139 \text{ Mp} = 1,39 \text{ kp}$$

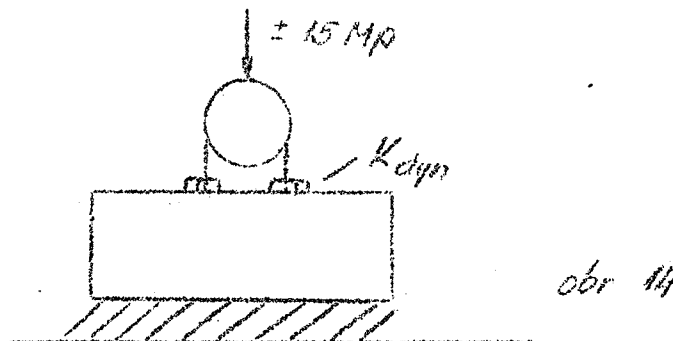
2.1.8. Síly v upínacích šroubech

2.1.8.1.

Svislé upnutí do upínacích lišt

Protože jde o rezonanční zkoušky je možné pokládat za jisté, že silová amplituda působící na zkušební těleso nebude větší než 15 Mp, pokud nemá dojít k jeho porušení.

Předpokládáme např. těleso podle obr. 14, upnuté ve čtyřech bodech, v každém čtyřmi šrouby.



Tlumení tělesa se předpokládá $\nu = 0,3$ a z toho dynamický součinitel za rezonance

$$\beta = \frac{3,14}{0,3} = 10,5 \text{ .}$$

V každém upínacím šroubu je potom dynamická kotvení síla

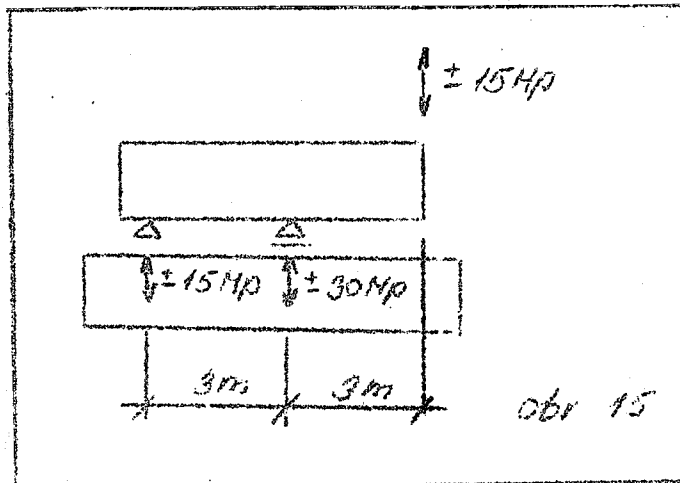
$$F_{dyn}/1 \text{ šroub} = \frac{15 \cdot 10,5}{4,4} = 9,9 \text{ Mp .}$$

Uvažuje se jako další příklad rezonanční zkouška křesle stěnového nosníku podle obr.15.

Logaritmický dekrement útlumu je uvažován hodnotou $\nu = 0,2$, z toho dynamický součinitel za rezonance je

$$\beta = \frac{3,14}{0,2} = 15,7 \text{ .}$$

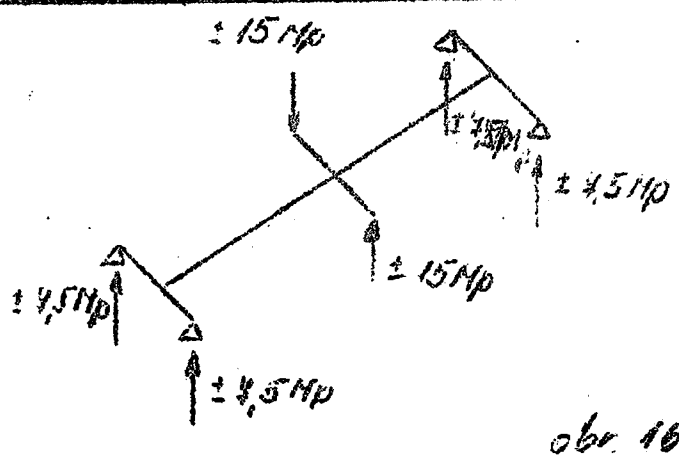
Kotvení v podporách se předpokládá vždy čtyřmi šrouby, takže za rezonance působí v každém šroubu dynamická



sila

$$K_{dyn}/1 \text{ šroub} = \frac{30 \cdot 15,7}{4} = 116 \text{ Mp.}$$

Jižna příkladem rezonanční srovnávkou je torzní namáhání uševníka podle obr.16 ; rezona kolná k ose nosníku jsou 0,75 m dlouhá (podle předpokládané vzdálenosti upínacích lišt).



Jestliže každá podpora bude upnuta dvěma šrouby do upínací lišty, pak na jeden šroub při $d = 15,7$ je dynamická kotvená síla

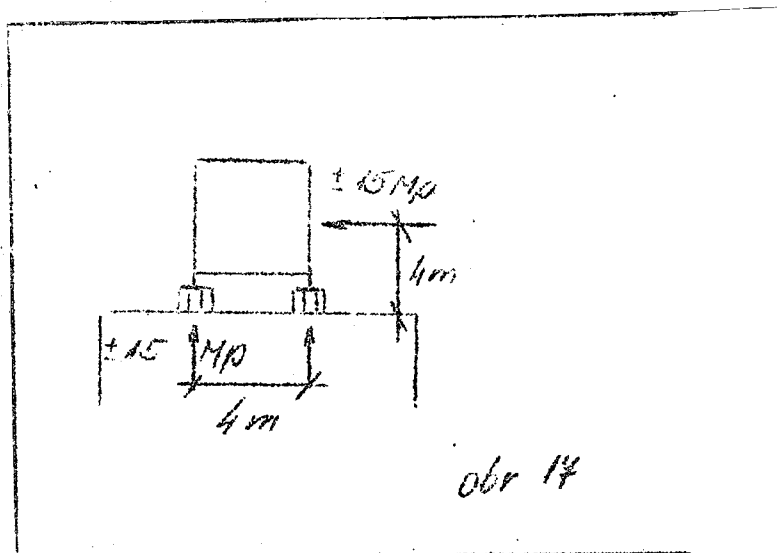
$$K_{dyn}/1 \text{ šroub} = \frac{2,5 \cdot 15,7}{2} = 59 \text{ Mp} \cdot$$

2.1.8.2.

Vodorovné kotvení (do upínacích lišt)

I když při většině rezonančních zkoušek mohou být zkoušené konstrukce umístěny tak, že dynamické reakce jsou svislé, nebo téměř svislé, je nutno připustit i takové případy, kdy dynamické reakce jsou vodorovné.

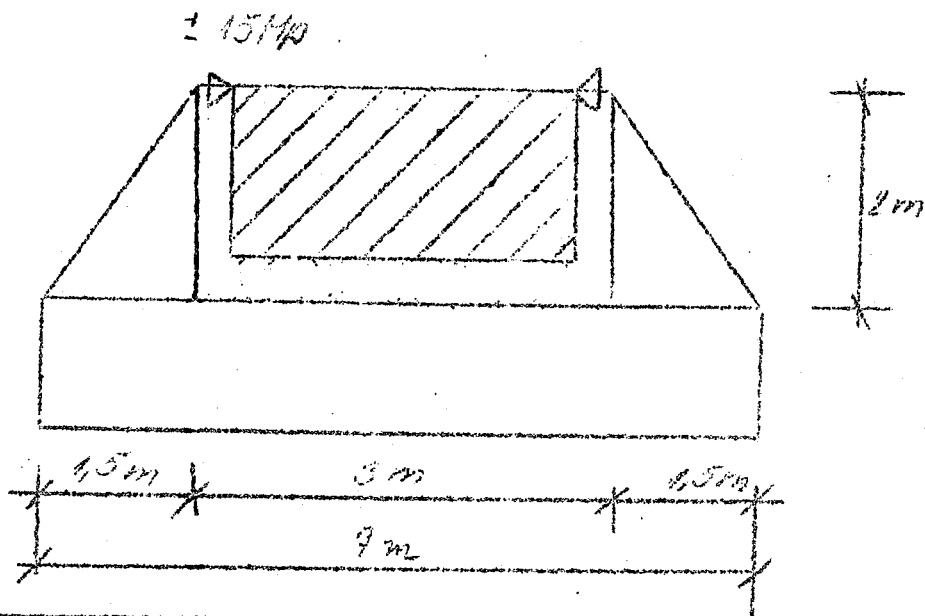
Jako příklad uvažujeme těleso podle obr.17, kotvené ve čtyřech podperách vždy čtyřmi šrouby.



Logaritmičkový dekrement útlumu se předpokládá $\delta = 0,3$ *
Za rezonance působí v každém šroubu svisle i vodorovně dynamická síla

$$K_{dyn}/1 \text{ šroub} = \frac{15 \cdot 10,5}{4,4} \approx 9,9 \text{ Mp} \cdot$$

Předpokládá se dále excentrické dynamické zatěžování tělesa podle obr.18.



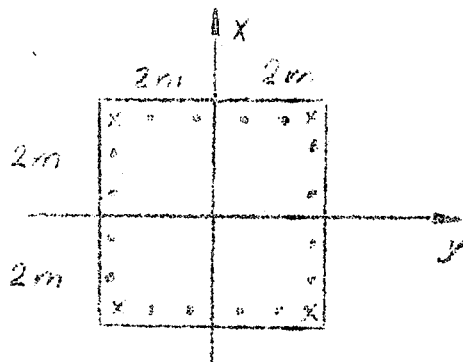
Opěrné konstrukce výšky 2 m a šířky 1,5 m jsou každá ve čtyřech bodech upnuta k lištám dvěma šrouby. Pak při rezonanci, za předpokladu útlumu $\nu = 0,3$ je svislá dynamická síla na jeden upínací šroub

$$K_{\text{dyn}}/1 \text{ šroub} = \frac{15 \cdot 10,5 \cdot 2}{4 \cdot 2 \cdot 1,5} = 26 \text{ Mp}$$

a vodorovná síla na jeden kotevní šroub

$$K_{\text{dyn}}/1 \text{ šroub} = \frac{15 \cdot 10,5}{4 \cdot 2} = 19,75 \text{ Mp}$$

$$\overset{\zeta\zeta}{\omega}_{Z_2} = n_1 \cdot c_p^v \sum_1^n \cdot r_1^2 = 1\,275 \text{ Mpm}$$



d) Otáčení okolo osy Z

$$\begin{aligned} \overset{\zeta\zeta}{\omega}_{Z_3} &= n_1 \cdot 0,1 \cdot c_p^v \sum_1^n r_1^2 = \\ &= 4 \cdot 0,1 \cdot 10 / 8 \cdot 1,6^2 + 2 + 8 \cdot (1,6^2 + 0,5^2) / = \\ &= 255 \text{ Mpm} . \end{aligned}$$

2.2.4. Přibližné hodnoty vlastních frekvencí

Ve svislém směru

$$\omega_{0Z}^{vv} = \sqrt{\frac{c_z^{vv}}{m}} = \sqrt{\frac{640}{8,801}} = 8,52 \text{ s}^{-1},$$

tedy vlastní frekvence ve svislém směru

$$f_{0Z}^{vv} = 1,360 \text{ Hz} .$$

Ve vodorovném směru

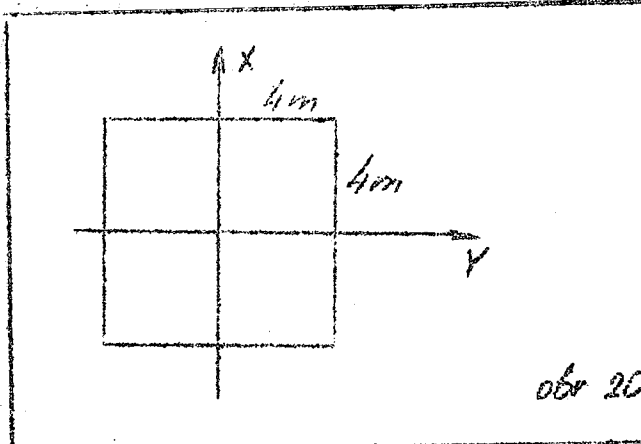
$$\omega_{0Z}^{mm} = \sqrt{\frac{64}{8,801}} = 2,70 \text{ s}^{-1},$$

tedy vlastní frekvence ve vodorovném směru

$$f_{OZ}^{\text{HU}} = 0,43 \text{ Hz}$$

Otáčení okolo osy Z

Hmotný moment setrvačnosti stendu



$$I_y = I_x = \frac{1}{12} \cdot 4^4 = 21,30 \text{ m}^4$$

$$I_p \approx 42,60 \text{ m}^4$$

$$\mu = \frac{88,01}{16,10} = 0,55 \text{ / } \frac{\text{Mpa}^2}{\text{m}^3}$$

$$I_{\mu} = 42,60 \cdot 0,55 = 23,40 \text{ Mpms}^2$$

$$\omega_{OZ}^{\{\}} = \sqrt{\frac{255}{0,55}} = 21,50 \text{ s}^{-1}$$

takže vlastní frekvence otáčení okolo osy Z

$$f_{OZ}^{\{\}} = 3,43 \text{ Hz}$$

Otáčení v rovině ZX nebo ZY

Hmotný moment setrvačnosti

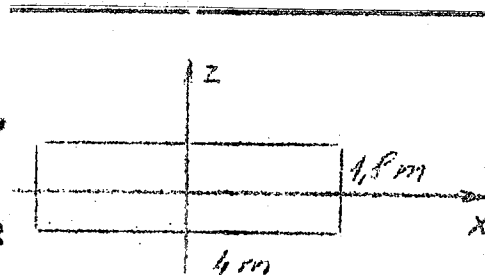
$$I_x = \frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,8^3 = 1,93 \text{ m}^4$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot 1,8 \cdot 4^3 = 1,2 \text{ m}^4$$

$$I_p \approx 3,13 \text{ m}^4$$

$$\mu = \frac{88,01}{4 \cdot 1,8 \cdot 10} = 1,225 \text{ / } \frac{\text{Nps}^2}{\text{m}^2}$$

$$I_\mu = 3,13 \cdot 1,225 = 3,83 \text{ Npms}^2$$



obr 21

$$\omega_{02,12}^{\xi\xi} = \sqrt{\frac{1275}{3,83}} = 18,3 \text{ s}^{-1}$$

takže vlastní frekvence otáčení v rovině ZX nebo ZY

$$f_{02,12}^{\xi\xi} = 2,94 \text{ Hz}$$

2.2.5. Ohybová frekvence prvního tvaru

2.2.5.1.

Řešení uvažující základ jako prostý nosník

$$I = \frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,8^3 = 1,94 \text{ m}^4$$

Vlastní ohybová frekvence je v tomto případě

$$f_1 = 40,4 \cdot \frac{64}{16} = 165 \text{ Hz}$$

Řešení uvažující základ jako prostý nosník pružně podepřený s ohledem na zanedbatelný význam pružného podepření (viz kap. 2.1.5.2.) není opakováno.

2.2.5.2.

Řešení uvažující základ jako volný nosník

Ohybová frekvence volného nosníku

$$f_1 = 84 \cdot \frac{64}{16} = 336 \text{ Hz}$$

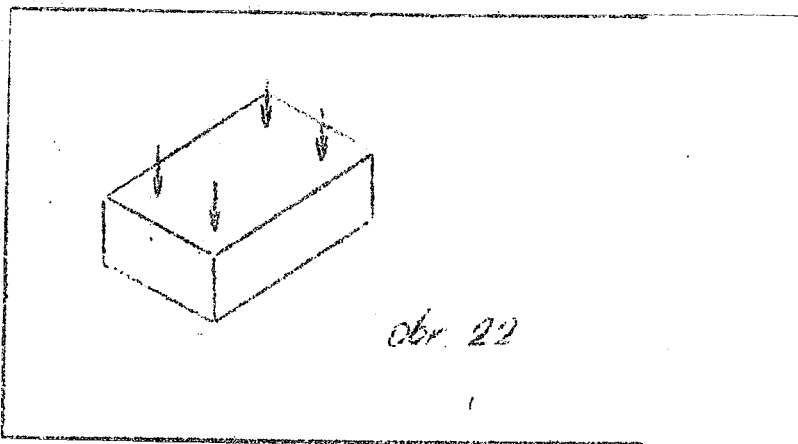
Skutečná konstrukce bude mít nejnižší vlastní
obybevou frekvenci v oboru 165 až 336 Hz.

2.2.6. Amplitudy přemístění vynuceného kmitání

Uvažují se opět čtyři harmonicky proměnné síly
s amplitudou 15 Mp v rozích obdélníku 3 x 3 m podle
schematu na obr.3. Předpokládá se tlumení $\nu = 0,2$.

2.2.6.1.

Budící síly ve fázi



Z amplitudy vynuceného kmitání plyne, když

$$\nu_{\frac{z}{2}} = \frac{F}{m \omega_0^2} = \frac{60}{8,801 \cdot 72,5} = 0,094 \text{ m}$$

pro $f = 8 \text{ Hz}$ dynamický součinitel

$$d_8 = \frac{1}{1 - 5,88^2} = 0,298 \cdot 10^{-1}$$

pro $f = 200 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$d_{200} = \frac{1}{1 - 21\,600} = 0,466 \cdot 10^{-4}$$

Svislé přemístění dosáhne hodnoty:

při budící frekvenci $f = 8 \text{ Hz}$

$$y_z = 94 \cdot 0,0298 = 2,80 \text{ mm}$$

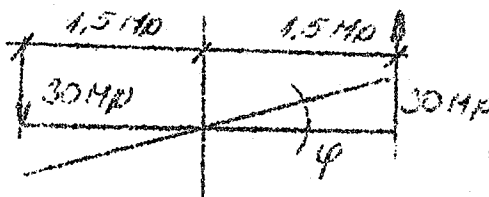
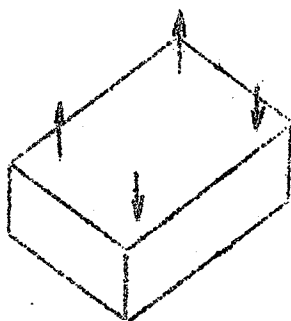
$f = 200 \text{ Hz}$

$$y_z = 94 \cdot 0,066 \cdot 10^{-4} = 4,6 \text{ } \mu\text{m}$$

Za rezonance by svislé přemístění dosáhlo hodnoty

$$y_z = 0,094 \cdot 15,7 = 1,475 \text{ m}$$

2.2.6.2. Budící síly v protifázi



obr 13.

Statické přetvoření

$$\tilde{\varphi} = \frac{90}{3,55 \cdot 360} = 0,0703$$

Svislé přemístění nejvzdálenějších bodů základu od osy otáčení je

$$y_y = 0,0703 \cdot 2 = 0,1405 \text{ m}$$

Za rezonance je dynamický součinitel $\delta = 15,7$

při budící frekvenci $f = 8 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$\delta = \frac{1}{1 - 2,74^2} = 0,15$$

Svislé přemístění nejvzdálenějšího bodu základu od osy otáčení je

$$z_g = 140,5 \cdot 0,15 = 21,1 \text{ mm} .$$

Při buzení frekvencí $f = 200 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$d_{200} = \frac{1}{1-68^2} = 0,216 \cdot 10^{-3} .$$

Svislé přemístění nejvzdálenějšího bodu základu od osy otáčení je

$$z_g = 140,5 \cdot 0,216 \cdot 10^{-3} = 0,0305 \text{ mm} .$$

Výpočet dynamické svislé výchylky nejvzdálenějších bodů ukazuje, že při nižších frekvencích by došlo k narušení odpružené hmoty ze základ. Bez další úpravy (např. využitím umělého tlumení) není možné na tomto standu použít čtyři síly 15 kN v protifázi.

2.2.7. Sílové amplitudy přenesené do podlahy

2.2.7.1.

Buzení síly ve fázi

Čtyři svislé síly $F = 15 \text{ kN}$ v rozích čtverce $3 \times 3 \text{ m}$.

Při buzení frekvencí $f = 6 \text{ Hz}$ je dynamický součinitel

$$d = 0,298 \cdot 10^{-1} .$$

Amplituda harmonické síly přenesené do podlahy je

$$A = 60 \cdot 0,298 \approx 1,79 \text{ kN} , \text{ tj. na jeden izolátor}$$

$$A_{12} = \frac{1,79}{15} = 0,119 \text{ kN} .$$

FFI budící frekvenci $f = 200$ Hz je

$$A_{12} = 60 \cdot 0,466 \cdot 10^{-4} \cdot 1/16 = 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ kg}.$$

2.2.7.2.

Budící síly v protifázi

Dvojice sil 30 kg na rameni 3 m

FFI budící frekvenci $f = 8$ Hz je

$$A_{12} = \frac{0,1905 \cdot 0,15 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10}{16} = 10,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}.$$

FFI budící frekvenci $f = 200$ Hz je amplituda zjevně podstatně menší.

3. Tlumení rezonančních staveň

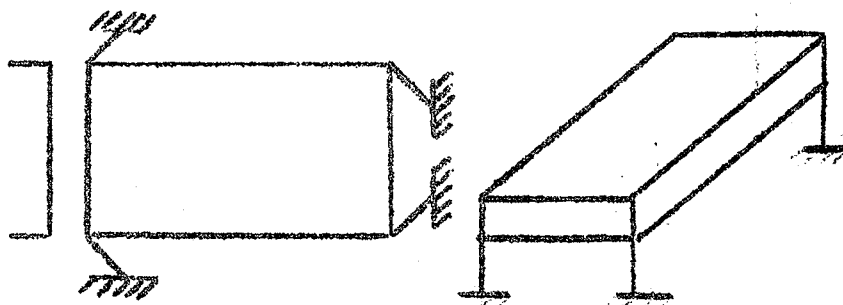
Resonanční stavě (malý i velký) je systém, o němž lze předpokládat, že má šest stupňů volnosti a jin odpovídajících šest vlastních frekvencí; také by bylo možné předpokládat, že kmitá ve složených prostorových tvarech, které explicitují dva nebo více stupňů volnosti současně. Ve výpočtu vlastních frekvencí obou stavě a ve výpočtu vynucených amplitud byl uvažován jednodušší případ, tj. první. Se srovnání vlastních frekvencí podle výpočtu tohoto posudku s vlastních frekvencí podle výpočtu ISO 11 Kalin je zřejmá velmi dobrá shoda. Přesnější výpočet, zejména velikosti vynucených amplitud, by byl na místě, kdyby byl znám útlum kmitání stavě a přesná poloha budící síly vůči jeho těžišti.

Z výpočtu vynucených amplitud podle tohoto posudku je zřejmé, že při rezonanci budící síly, s kterými mají vlastním limitům stěna dochází k jeho velkému rozkmitání a že drážkové amplitudy přemístění by poškodily izolatory, vlastní základ a jiné přívody spojující odpruženou část s neodpruženou.

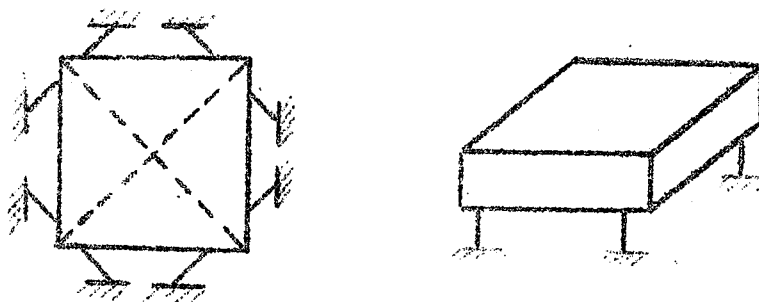
Je pravda, že v sadě objednatel není výslovně uveden požadavek zabývat se rezonancí a že je možná škodlivý vynucený amplitudám se vhodnými provozními opatřeními vyhnouti např. při přejíždění oblasti rezonance změnit sílovou amplitudu na minimum.

Protože ale snížení sílové amplitudy nebude, jak plyne z podkladů, automatické, výhradně závislé na lidském úsudku, doporučuje se nebezpečný stav vyloučit tlumením. Tlumení lze zavést např. kapalinovými relativními tlumiči, působícími mezi odpruženou a neodpruženou částí. Při použití takových tlumičů doporučuje se tlumení všech nežádoucích pohybů reprezentovaných šesti stupni volnosti systému: čtyřmi tlumiči v rovině stěny, jejichž osy jsou svislé a čtyřmi tlumiči (u malého stěny čtyřmi dvojitými tlumiči), jejichž osy jsou vodorovné a kolmé k diagonálám půdorysu stěny, jak je naznačeno na obr. 24. Čtyři vodorovné dvojice (nebo čtyři vodorovné tlumiče) tlumí vodorovné pohyby a otáčivý pohyb okolo svislé osy.

Použití kapalinových tlumičů k tlumení vysokých štihlých konstrukcí je ověřeno na mnoha místech v ČSSR. Protože v takových případech šlo



obr 24a



obr 24b

e menší brzdící síly než v případě rezonančního stendru, byly použity tlumiče původně určené pro motorová vozidla (Autobrzdy n.p. Jablonec n.N.). Největší z těchto vyráběných tlumičů má profil 50 mm a tlumicí síla $+ 2\ 050\ \text{kp}\ \text{m}^{-1}\text{s}$ a $- 410\ \text{kp}\ \text{m}^{-1}\text{s}$; pro naše použití jsou tedy hodnoty tlumících sil malé, navíc je velmi malá i účinnost při stlačení. Jistě by se dalo použít serie dvojité takových tlumičů a úpravou zavěšení dosáhnout výsledné symetrické tlumící síly; tím by se však znesnadnil přístup do obvodové šachtičky okolo stendru a v případě výměny izolátorů by je

bylo třeba demontovat.

Automobilové tlumiče mají ještě další nevýhodnou funkci jen tehdy, když jejich osa není odkloněna od svislice o více než 30° .

Z uvedených důvodů navrhuji vyrobit speciální tlumiče takových parametrů, aby jejich počet byl minimální.

3.1. Výpočet tlumičů

Umístění kapalinových tlumičů je zřejmé z obr. 24. V přední křesle jsou čtyři dvojice tlumičů, resp. čtyři tlumiče; osa těchto tlumičů je kolmá k diagonále předního stendu. V pohledu ze strany je zřejmé umístění čtyř tlumičů v rozích stendu se svislými osami. Součinitel tlumení tlumiče je stanoven s výrazem

$$L = 2 \pi f_0 \cdot \delta$$

kde π je křesle stendu, f_0 vlastní frekvence a δ logaritmičeský dekrement tlumu.

3.1.1. Velký stend

Sázka svislý

Součinitel tlumení

$$L = 2 \cdot 17,05 \cdot 1,42 \cdot 6,20 = 306 = 306 \text{ 000 } \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$$

Stav na rezonanci, jsou-li budící síly ve fázi dynamický součinitel

$$\beta = \frac{\tilde{r}}{r} = \frac{3,14}{6,28} = 0,5$$

Amplituda svlačého přemístění je

$$y_2 = 44 \cdot 0,5 = 22 \text{ mm}$$

Budící síla při dané rychlosti je

$$B = 306\,000 \cdot 0,192 = 59 \text{ kg} \cdot 10^3 / \text{celý náklad}$$

tj.

$$B_{1v} \approx 15 \text{ kg na jeden svlačý tlumič}$$

Směr vodorovný

Součinitel tlumení

$$L = 2 \cdot 17,05 \cdot 0,45 \cdot 3,14 = 48\,300 \text{ } \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

Stav na rezonanci, je-li budící síla jedna vodorovná síla s amplitudou 15 kg:

$$c_2^{\text{dyn}} = 126 \text{ kg/m} \quad \text{tedy} \quad \frac{1}{c_2^{\text{dyn}}} = 0,007935 \text{ m/kg}$$

Statičné přemístění

$$\tilde{y} = 15 \cdot 0,007935 = 0,119 \text{ m}$$

Dynamický součinitel

$$\beta = \frac{3,14}{3,14} = 1$$

Dynamické přemístění

$$\tilde{y}_2 = \tilde{y} = 1,19 \text{ m}$$

Budící síla při dané rychlosti je

$$B = 48\,300 \cdot 0,0368 = 1\,777 \text{ kg/celý náklad}$$

$$(v = v_0 \cdot \quad = 1,1 \cdot 2,8 = 3,08 \text{ cm/s} = 0,0308 \text{ m/s}).$$

Takže pro jeden vodorovný tlumič

$$E_{1H} = 528 \text{ kJ}$$

(předpokládá se, že osa tlumiče svírá úhel 45° se směrem stěny, který se blíží úhlu, při němž osa tlumiče je kolmá k diagonále přelomu).

3.1.2. Malý stěna:

Směr svíralý

Součinitel tlumení

$$L = 2 \cdot 8,801 \cdot 1,4 \cdot 6,28 = 154,5 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} \\ = 154\,500 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

Stav za rezonance

$$\text{Budící síly ve fázi: } \delta = \frac{\omega}{\omega_0} = 0,5$$

Amplituda přemístění je

$$y_2 = 0,094 \cdot 0,5 = 0,047 \text{ m}$$

$$\dot{y} = 4,7 \cdot 3,08 = 14,476 \text{ cm s}^{-1} = 0,14476 \text{ m s}^{-1}$$

Budící síla při dané rychlosti je

$$B = 154\,500 \cdot 0,14476 = 22\,360 \text{ kJ/ celý sáklad,}$$

tj. za jeden svíralý tlumič

$$B_{1V} = 16,15 \text{ kJ}.$$

Směr vodorovný

Součinitel tlumení

$$L = 2 \cdot 8,801 \cdot 0,44 \cdot 6,28 = 49\,400 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

Stav na rezonanci

Jedna vodorovná budící síla 15 Np

$$c_{\frac{1}{2}}^{\text{dyn}} = 64 \text{ Np/s} \quad \text{a také} \quad \frac{1}{c_{\frac{1}{2}}^{\text{dyn}}} = \frac{1}{64} = 0,0156 \text{ s/Np}$$

Statický průhyb

$$\tilde{y} = 15 \cdot 0,0156 = 0,234 \text{ m}$$

Dynamický součinitel

$$d = 0,5$$

Dynamický průhyb

$$y_{\text{dyn}} = \tilde{y} \cdot 0,5 = 11,5 \text{ cm}$$

$$\overset{\circ}{v} = 11,5 \cdot 7,85 = 90,4 \text{ cm/s} = 0,904 \text{ m/s}$$

Budící síla při dané rychlosti

$$B = 49\,400 \cdot 0,904 = 44\,600 \text{ Np/ celý váleček}$$

tj. pro jeden vodorovný tlumič

$$B_{\text{1H}} = 7,93 \text{ Np}$$

přepokládá se opět, že osa tlumiče svírá úhel 45° se stranami stěny.

3.2. Navrh hlavních součástí kapalinových tlumičů

Budící síla tlumiče s kapalinovým odpružením, vytvořeným průtokem kapaliny otvorem v píste je možná počítat s výrazem

$$B = F \cdot \Delta p, \text{ kde } \Delta p = \frac{12 \cdot \eta \cdot l}{c^2}$$

kde η je dynamická viskozita kapaliny,

l délka průtoku

- \bar{v} je relativní střední rychlost kapaliny
- d průměr průtokového otvoru
- F plocha pístu .

Součinitel tlumění stanovíme z poměru

$$L = \frac{R}{\gamma} = 8 \gamma \mu l \left(\frac{v}{\nu}\right)^2 .$$

Tato rovnice platí pouze v oboru laminárního proudění, tedy pro

$$Re < 2300 = \frac{v d}{\nu} .$$

kde ν je kinematická viskozita tekutiny $[m^2 s^{-1}]$.

Kino tento obor rovnice platí jen přibližně.

Pro oba rezonanční standy bude použito převodového oleje, jehož kinematická viskozita je 250 SAS při 50°C, tj. $\nu_{50} = 5,32 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$; dynamická viskozita ze vztahu

$$\mu = \rho \cdot \nu , \text{ kde } \rho \text{ hustota oleje}$$

$$\mu = 5,32 \cdot 900 \cdot 10^{-4} = 0,0320 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} .$$

3.2.1. Velký stand - směr svislý

Světlý průměr válce

$$D = 0,4 \text{ m} , \text{ jeho plocha } F = \frac{\pi d^2}{4} = 0,125 \text{ m}^2 .$$

relativní rychlost (za předpokladu, že $\bar{v} \gg V$, kde

V je rychlost pístu ve válci). je

$$\bar{v} = \frac{F}{f} \cdot V , \text{ kde } f \text{ je plocha průtokového otvoru,}$$

tedy

$$\bar{v} = \frac{0,125}{0,735} \cdot 10^4 \cdot V = 0,159 \cdot 10^4 \text{ m/s} .$$

Tloušťka piesta a tedy i délka průtoku $l = 4$ cm .

Brušící síla tlumiče

$$B = \frac{8 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,04 \cdot 0,173 \cdot 10^4 \cdot 0,132 \cdot 0,25}{10^{-4}} = 15,8 \text{ kp} .$$

3.2.2. Velký stend - směr vodorovný

Světelný průměr válce $B = 0,12$ m, jeho plocha

$$F = \frac{3 \cdot 14 \cdot 0,0144}{4} = 0,0113 \text{ m}^2 .$$

Otvor v piestu $d = 0,4$ cm , $f = 0,126$ cm² .

Tloušťka piesta a tedy i délka průtoku $l = 3$ cm.

Relativní rychlost, se předpokládá, že $\dot{v} \gg v$ je

$$\dot{v} = \frac{F}{f} \cdot v = \frac{0,0113}{0,126} \cdot 10^4 \cdot v = 9 \cdot 10^2 \cdot v .$$

Brušící síla tlumiče

$$B = \frac{8 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot 9 \cdot 10^2 \cdot 1,08 \cdot 10^{-2} \cdot 1,44 \cdot 10^{-2}}{1,6 \cdot 10^{-2}} = 604 \text{ kp} .$$

3.2.3. Malý stend - směr svislý

Návrh svislého tlumiče je shodný se svislým tlumičem velkého stendu, pouze průtoková délka l je 45 mm, takže

$$B = 17,7 \text{ kp} .$$

3.2.4. Malý stěná - měř vodorovný

Světelný průměr válce $D = 0,18 \text{ m}$, jeho plocha
 $F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0,0257 \text{ m}^2$.

Ø otvor v pístu $d = 0,6 \text{ cm}$, jeho plocha $f = 0,284 \text{ cm}^2$.
Tloušťka pístu a tla i délka průtoku $l = 20 \text{ mm}$.

Relativní rychlost kapaliny

$$v = \frac{0,0257}{0,284} \cdot 10^4 \cdot V = 0,904 \cdot 10^3 \cdot V$$

Budící síla tlumiče

$$B = \frac{80 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 0,904 \cdot 0,284 \cdot 0,0425}{3,6 \cdot 10^{-4}} = 11,9 \text{ Mp}$$

Protože vypočtená rychlost V je značně velká, lze doporučit posouzet větší dimenzi budící síly.

4. Souhrn výsledků dynamického výpočtu a výpočtu tlumičů

V dalších tabulkách jsou uvedeny přehledně pro velký i malý stěná a jejich tlumiče hlavní výsledky dynamického výpočtu. Jsou uvedeny amplitudy přemístění i silové amplitudy, vlastní frekvence a budící síly tlumiče při rezonanci budících sil s vlastní frekvencí stěny.

Velký stěp

Vlastní frekvence Hz	$f_{01}^{1)}$ 02	$f_{01}^{2)}$ 02	$f_{01}^{3)}$ 02	$f_{01}^{4)}$ 02	$f_{01}^{5)}$ 1	$f_{01}^{6)}$ 1	$f_{01}^{7)}$ 02	$f_{01}^{8)}$ 1
	1,42	0,45	1,7	0,203	40,4	31,6	0,528	84
Vynucené amplitudy svislého přemístění. při $f=30$ Hz při $f=200$ Hz při rezonanci	4 svislé síly à 15 kp ve fázi			2 a 2 síly à 15 kp v protifázi (kratší rameno)		2 a 2 síly à 15 kp v protifázi (delší rameno)		
	1400 μ m 1,05 μ m (706,5 mm ⁺)			2600 μ m 4 μ m (3234,2 mm ⁺)		3140 μ m 4,8 μ m (1108,42 mm ⁺)		
Vynucené amplitudy svislých sil v podloží (na jeden izolátor)								
při $f = 6$ Hz při $f = 200$ Hz při rezonanci	0,056 kp 0,892 $\cdot 10^{-4}$ kp 27,7 kp			- - -		4,56 kp 0,692 kp 1 510 kp		
Vynucené amplitudy vodorovných sil od vodorovného zatížení jednou silou 15 kp při $f=30$ Hz - 1,39 kp/ 1 izolátor								

Plumě	Počet	Brzdící síla 1 tlumiče	
svislý	4 ø 0,4 m	15 kp	
vodorovný	4 ø 0,12 m	0,528 kp	
3/3 3/3	Vynucené amplitudy přemístění při rezonanci	Svislé 22 mm	Vodorovné 11 mm

* Tyto hodnoty mohou se ve skutečnosti vyvíjet

Malý stoná

Vlastní frekvence Hz	f_{01} 1)	f_{02} 2)	f_{03} 3)	f_{04} 4)	f_{01} 5)	f_{02} 6)
	1,76	0,43	3,43	2,34	163	336
Vynucené amplitudy svíslého přemístění při $f = 8$ Hz při $f = 200$ Hz při rezonanci	4 svíslé síly à 15 Mp ve fázi 2 800 μ m 4,5 μ m (1475 mm^2)		2 a 2 síly à 15 Mp v proti- fázi 21 100 μ m 30 μ m (2205,85 $^+$)			
Vynucené amplitudy svíslých sil v pod- ošl (na 1 izolátor)	0,112 Mp 1,75 $\cdot 10^{-4}$ Mp		0,105 Mp -			
Tlumič	Počet		Brzdící síla 1 tlumiče			
svíslý	4 / 0,4 m		16,15 Mp			
vedrový	3 / 0,18 m		7,93 Mp			
Vynucené ampli- tudy vynucené při rezonanci	Svíslé 47 mm^{++}		Vedrové 115 mm^{++}			

*) Tyto hodnoty mohou se ve skutečnosti vyakýtnout

***) Hodnoty odpovídají zatížení shodnému a valběho stondu; z nich je zřejmé, že malý stoná musí být zatěžován menšími silovými amplitudami

Formářky k předcházejícím tabulkám

Velký stůl :

V tabulce jsou uvedeny vlastní frekvence v tomto pořadí:

1. Svislé kmitání
2. Vodorovné kmitání
3. Otáčení okolo svislé osy Z
4. Otáčení okolo vodorovné osy X (v rovině ZX)
5. Ohybové kmitání (prostý nosník)
6. Ohybové kmitání (prostý nosník na pružném podkladě)
7. Otáčení okolo vodorovné osy X (v rovině XY)
8. Ohybové kmitání (volný nosník)

Malý stůl:

V tabulce jsou uvedeny vlastní frekvence v tomto pořadí:

1. Svislé kmitání
2. Vodorovné kmitání
3. Otáčení okolo svislé osy Z
4. Otáčení okolo vodorovné osy
5. Ohybové kmitání (prostý nosník)
6. Ohybové kmitání (volný nosník)

Obě ohybová kmitání budou silně tlumena a nejsou proto zvláště pozorována.

5. Úpínací šrouby zkoušených konstrukcí

Předpokládají se šrouby z oceli 12040 (StB 15, Škoda AU 90).

Pevnost v tahu 53 kp/mm²

Max. průtažnosti (v tahu) ... 13 kp/mm²

Dovolená namáhání:

tah

statické 18,5 kp/mm²

níživé zat. .. 15 kp/mm²

střídavé zat. * 10 kp/mm²

ohyb

statické zat. 14,5 kp/mm²

níživé zat. 11,5 kp/mm²

střídavé zat. 7,8 kp/mm²

Na jeden šroub může být přendána síla:

→ z namáhání v tahu šroubu:

Statické namáhání 12,57 · 1 850 = 23 230 kp

Níživé namáhání 12,57 · 1 500 = 18 850 kp

Střídavé namáhání 12,57 · 1 000 = 12 570 kp

→ z namáhání vs. ohybu v kotevní liště:

Plave šroubu:

Statické namáhání 1/2 · 4,0 · 3,14 · 3,0 · 1 450 = 27 350 kp

Níživé namáhání 1/2 · 37,7 · 7 · 1150 = 21 600 kp

Střídavé namáhání 1/2 · 37,7 · 7 · 750 = 14 700 kp

**Lišta (předpokládá se litina jakostní, 422424,
pevnost v tahu 24 kp/mm²)**

Statické namáhání	$2(4,0+5,0) \cdot 6,0 \cdot 600$	= 72 000 kp
Níživé namáhání	120.420	= 50 400 kp
Střídavé namáhání	120.300	= 36 000 kp

Šrouby upínacího zařízení lze tedy namáhat

při statickém namáhání silou 23 Mp

při níživém namáhání silou 19 Mp

při střídavém namáhání silou 13 Mp

6. Přenos vodorovných sil

Vodorovné síly budou přeneseny převážně (a od počátku) třením mezi listou a betonovým základem. Pouze v šlátech listy, kde působí současně svislé zatížení tahové, dojde k redukci, nebo úplné eliminaci předpjetí, vneseného kotvnicí šrouby a tím i třením (upínací listy jsou důležitá). Po vzniku vodorovných posuvů dojde ke zvýšenému namáhání betonu, vyplňujícího listy a tím k přenosu vodorovných sil přímo betonem základa.

Hodnota předpjetí kotvnicí šroubů je zvolena tak, aby třením byla přenesena vodorovná síla 80 Mp na délku listy 4,67 m nebo vodorovná síla 40 Mp na délku listy 3,09 m (zatláčovací případy z kapitoly 2.1.3.2). U stěny 4 x 4 m se nedoporučuje upínat větší síly na okraj upínacích listů, tj. ve větší vzdálenosti než 300 mm od osy kotvnicí šroubů,

takže největší požádaná vzdálenost upínacích šroubů může bezpečně dosáhnout 3 300 mm. Délka listů na obou stěněch se provede podle obr.25, a většího stěna se styky listů vystřídají.

Součinitel tření litiny na betonu se předpokládá hodnotou 0,50 analogií k součiniteli tření, udávaná pro ocel na ocel (0,45) v ČSN 73 1101 z roku 1969, čl. 31, tab.7.

Styčná plocha listů s betonem, s vyřinkou betonu vyplňující dutiny

$$\begin{aligned} 22,0 \cdot 465 & \dots\dots\dots = 10\ 270\ \text{cm}^2 \\ 12 \cdot 14,0^2 \cdot 3,14/4 & \dots\dots = 1\ 839\ \text{cm}^2 \\ & \dots\dots\dots = 12\ 109\ \text{cm}^2 \end{aligned}$$

takže srovnávací napětí na styku litinové listy (bez betonu ve výplních) a betonového základu je

$$\tau = \frac{10\ 270}{12\ 109} = 0,85\ \text{kp/cm}^2$$

Při zvoleném součiniteli tření je tedy potřebná svislá namáhání

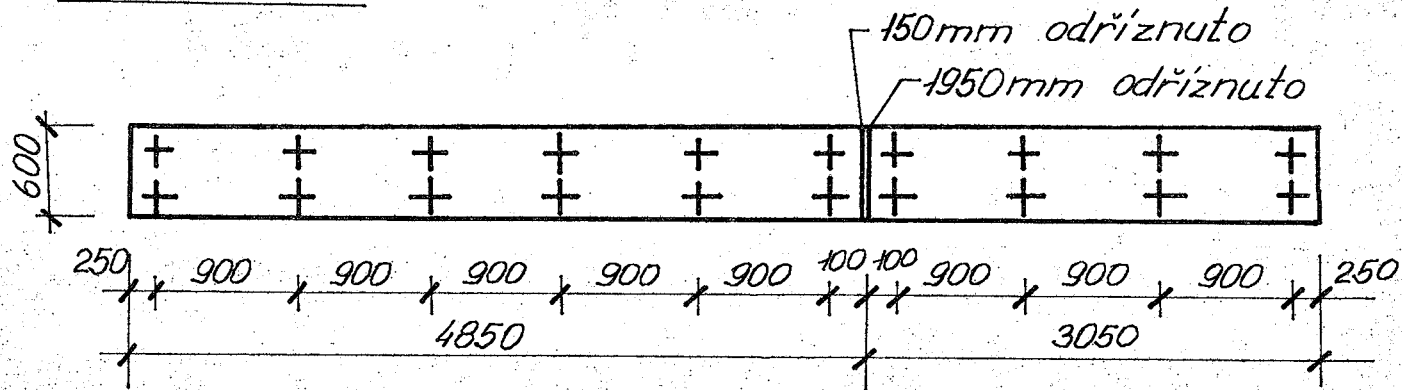
$$\sigma = 2 \cdot 0,85 = 1,70\ \text{kp/cm}^2$$

což vytvoří tah ve šroubech (předpokládá-li se pro tento účel, že listy je tah v ohybu)

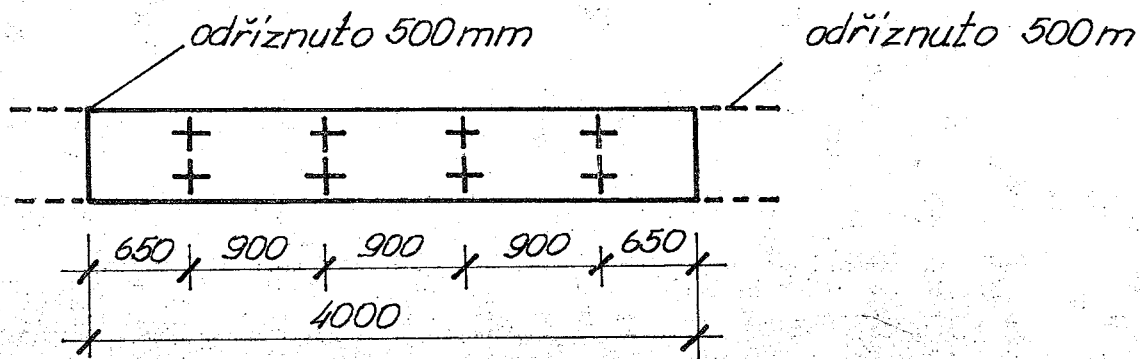
$$P = \frac{1,70 \cdot 12\ 109}{12} = 17\ 130\ \text{kp}$$

Jestliže ve směru dříve uvedeného dojde důsledkem tahů v kotvících šroubech zkušebních konstrukcí k redukci nebo likvidaci předpětí na styku

Stend 8 x 4 m



Stend 4 x 4 m



obr. 25

lišty s betonem, budou muset být vodorovná síla přenesena betonem vyplňujícími dutiny lišt (případně výtuků v těchto dutinách), jež jsou opatřeny předřezání a dle kružových osazením kolem sádkových kotveních šroubů.

Styčná plocha vyplněná betonem

$$18,485 = 10,0 \cdot 14 \cdot 12 = 16\ 920 \text{ cm}^2 .$$

Smyková plocha před osazením kolem kotveních šroubů (úhel 30°)

$$14,0 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 12 = 1\ 344 \text{ cm}^2$$

$$\text{celkem} = 18\ 260 \text{ cm}^2 .$$

Předpokládá se beton 400, jež má dovolené namáhání ve smyku (ČSN 73 2001) při střídavém namáhání

$$k = 0,5 \cdot \frac{27}{2,1} = 6,43 \text{ kp/cm}^2 .$$

Betonová vyplň s osazením tedy přenesou v rámci dovoleného namáhání celkovou vodorovnou sílu

$$18\ 260 \cdot 6,43 = 117\ 500 \text{ kp} = 117,5 \text{ Mp} .$$

cel je značně víc než počítaných 50 Mp. Rozdělení napětí s ohledem na jistou pružnost lišt a jejich výtuk nebude zcela rovnoměrné, po délce lišty jde však bezpečně zanedbatelná nerovnoměrnost. V případě nárazu jsou lišty proti případnému posunutí nebo posunu v horizontální rovině bezpečně zajištěny betonem mezi nimi. Okraj základu bude příslušně vystužen. Na okraji je 50 cm betonu, který sám přenesou na délku 4,85 m síla

$$S = 490 \cdot 20 \cdot 6,45 = 63\ 200 \text{ kp} = 63,2 \text{ Mp} < 80 \text{ Mp}$$

Do výplně list se vloží pomocný výstuž, zajišťující i v případě poruchy betonu nebo výrobního defektu (během betonáže) přenos vodorovných sil a to i přes pracovní spáru, kterou bude nezbytně vytvořit k osazení list a jejích přesné výškové a souborové fixace. Pro přenes 80 Mp na 5,73 = 165 cm je zapotřebí v jednom otvoru o délce 73 cm plocha výstuže

$$F = \frac{80\ 000 \cdot 2,2}{3,2 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 1,65} = 12,3 \text{ cm}^2$$

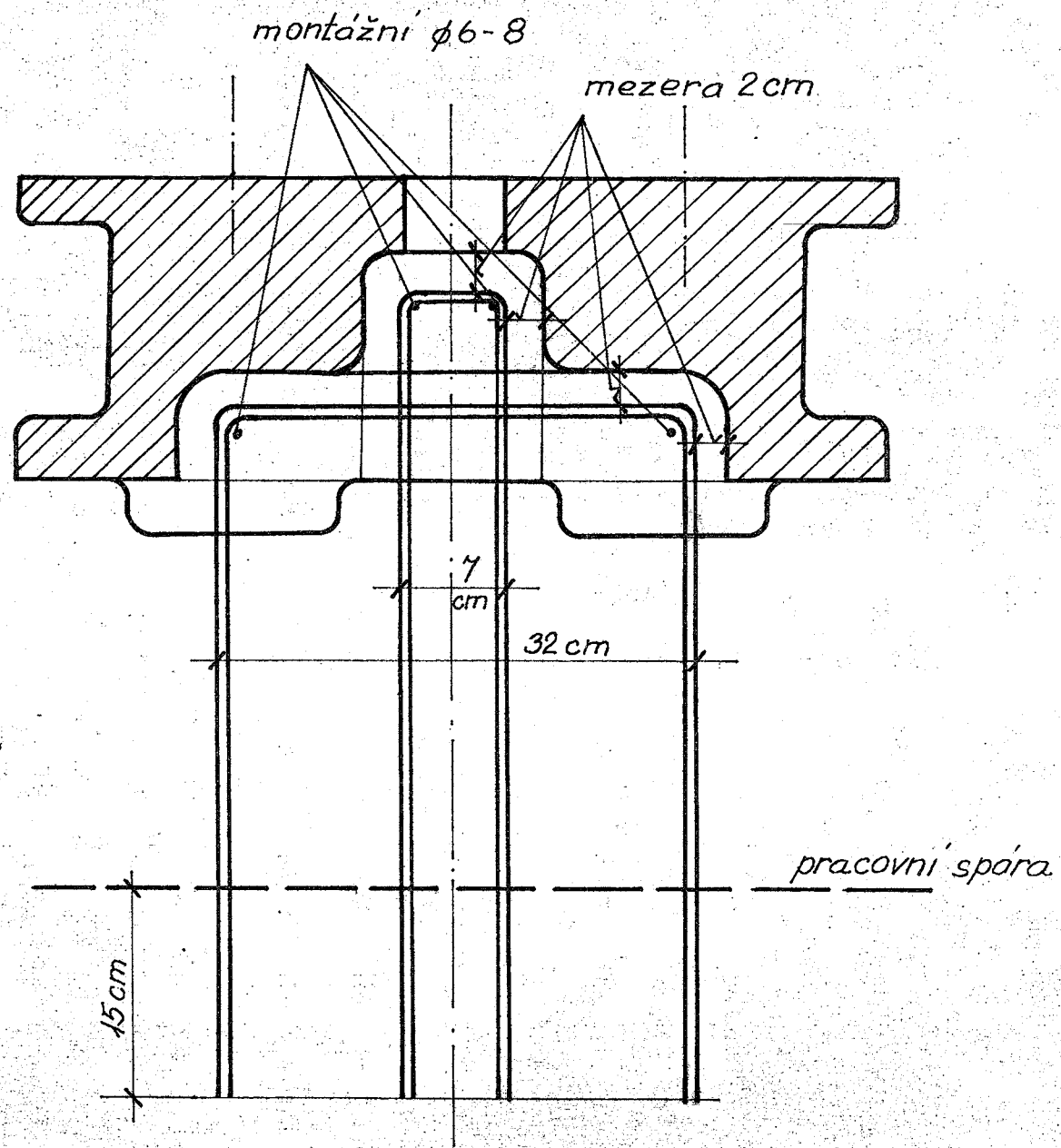
Provedou se čtyřstranné tržniny \emptyset V 10, 5 ks na délku jednoho otvoru (obr.26).

Kvůli budou okraje vystuženy chumcem ovislou výstuží \emptyset V 14 /m² a staženy dvěma opanami \emptyset V 10/m². Tato výstuž by sama přenesla jak při chybění, tak smykem namáhání výstupku před osazením krajní listy, tj. 80 Mp; viz obr.27.

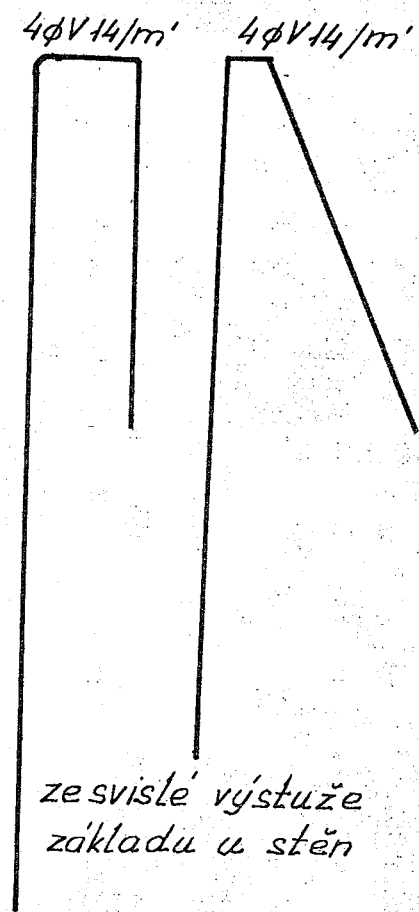
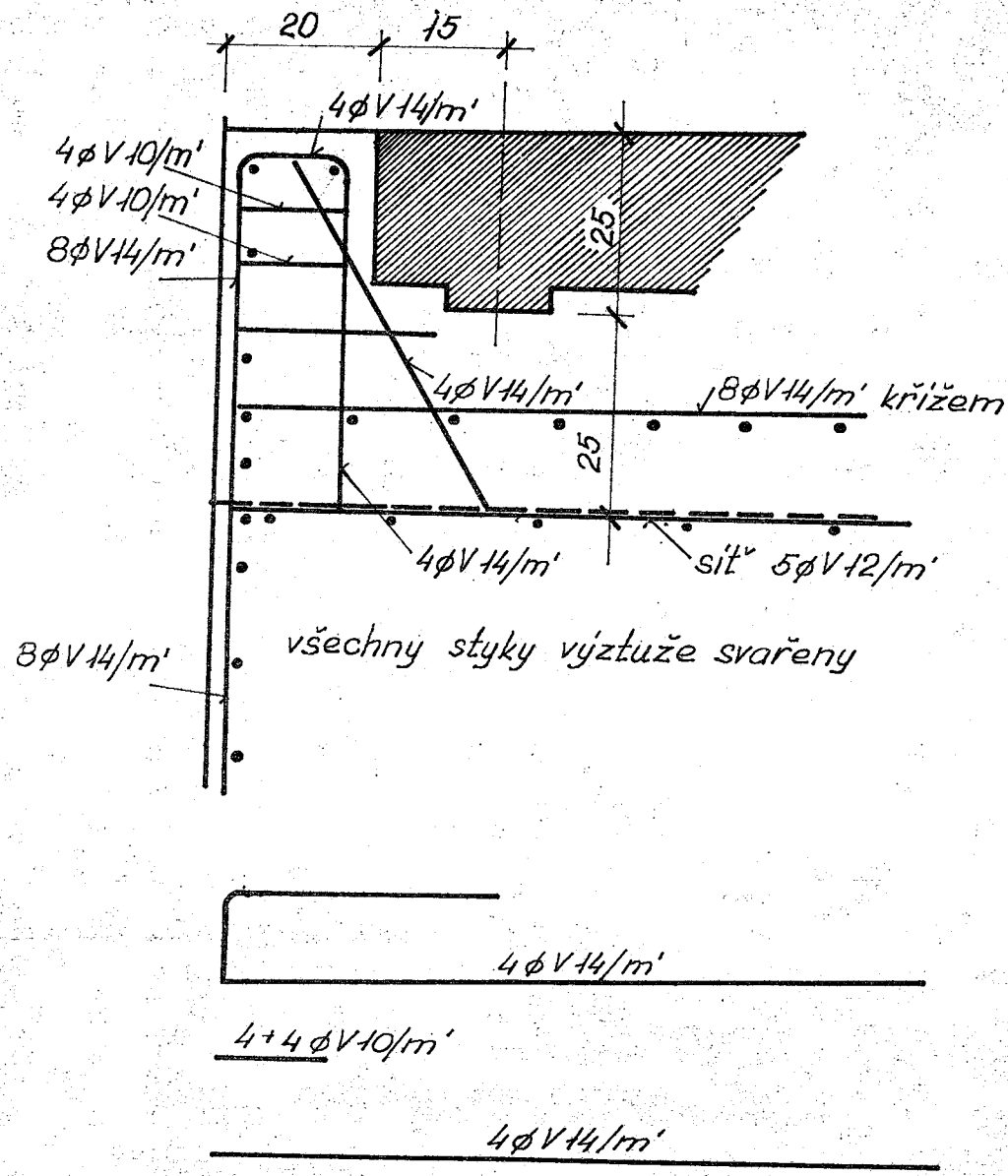
7. Montáž, fixace list a pracovní postup betonáže

Železobetonový základ se betenuje do předem připravené železobetonové vany po osazení obvodového rámu z válcovaných profilů, izolací chvíní, betonářské výstuže a kotvících žrůbů.

Na spodní plochu betonového podkladu se uloží buď dvakrát 100 nebo dvakrát 500 mm nebo podobné izolační pásy s vyatřicími styky nebo dvakrát

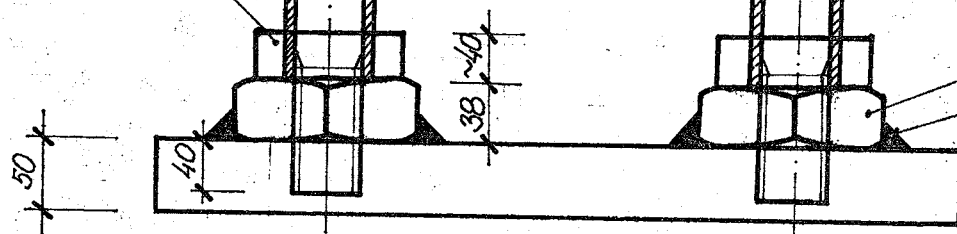


obr. 26



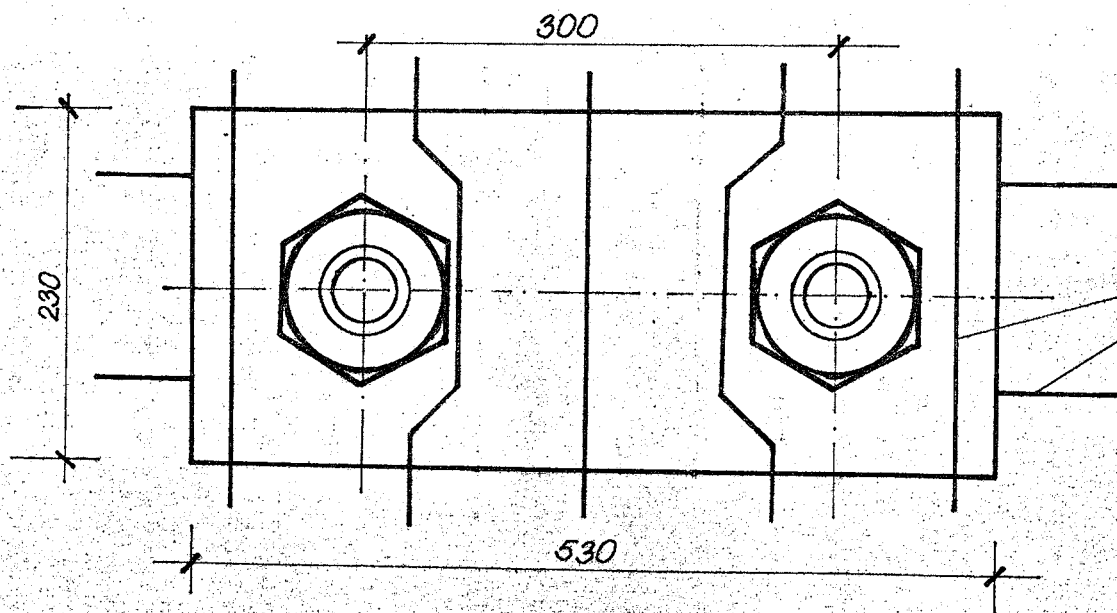
obr. 27

nákrůžek ($\phi 48 + t.l.$
obalu šroubu), přiborán
k matce, styk
utěsněn lokem



$\phi 48$
ochraný obal PVC, PE, PP
pryž, tl. 2-3mm
vnitřní $\phi \sim 49\text{mm}$

matice
 $\Delta 20$



sítě $8 \phi V 14/m'$
přivařená k desce

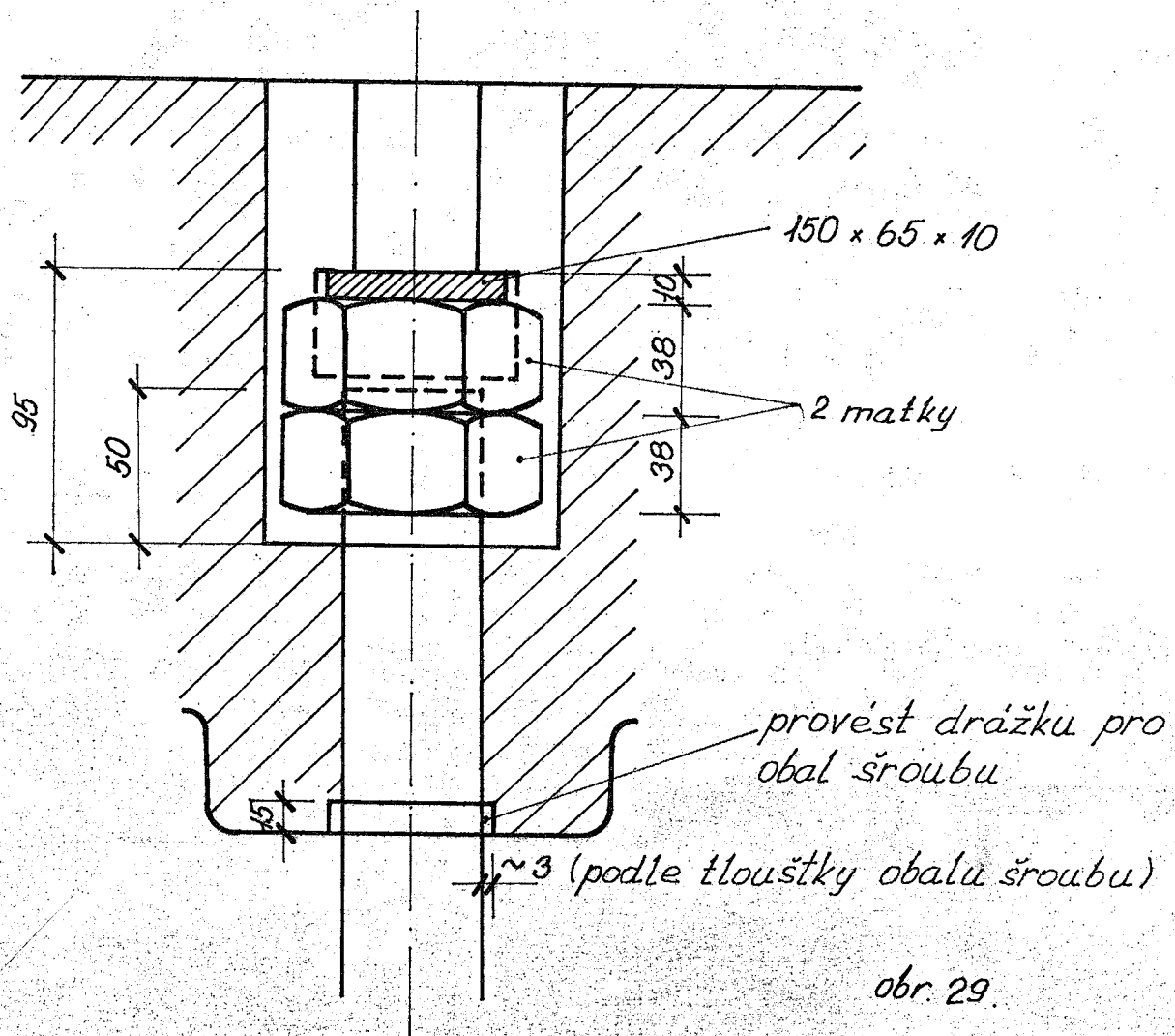
obr. 28

Ocelové desky se sádrově fixují přibodováním k betonářské výstuži základu (ke spodní síti z § V 14).

Na šrouby se v celé délce převlečen ochranné obaly z umělé hmoty nebo pryže (FVC, PE, polypropylen, kaučuk), aby se zabránilo kontaktu šroubů s betonem. Délka šroubů musí být přesná: $58 + 55 + 1800 + 210 + 10 + 4 = 1\ 639$ mm. Průměr otvoru ochranného obalu musí být těsný, avšak takový, aby se šroub v něm mohl snadno otáčet. Ochranné obaly následně natkou se zajistí ocelovými nákrutky. Ochranné obaly na horním konci zapadnou do připravované vyběrače (kruhové drážky) v osazení upínacích listů pro kotvení šrouby.

Betonáž se provádí postupně po celé ploše základu, směrem nahoru až (přinejhorším) směrem, s důkladnou vibrací, po vrstvách nepřevyšujících cca 40 cm.

Betonáž se ukončí 25 cm pod spodní hranou listů. Po té, po ^{ti}dvaceti čtyřech hodinách od skončení betonáže, se na šrouby, které byly nahoru během betonáže stačeny provizorní distanční svorky přivařenou provizorně k výstužné koteře základu, osadí kotvicí listy tak, že do výřezu upínací drážky se vloží nad šroubovémi otvory páskové šablony 150 x 65 x 10 mm, na šrouby se nasadí matka a kontramatka s jemným nastavením šroubu ve spodním závitu (v závitu v rovněžcích deskách) se např. s pomocí nivelačního stroje listy uadí a výškově vyrovnají (obr. 20). Sádrové vyrovnání šroubů v této fázi je již neúčelné a je



ke proto třeba zajistit již před betonáží pomocí provizorních přípejek mezi provizorní distanční deskou a vřetouzí základu. Distanční desky je ovšem možné popřípadě osadit i ve druhém směru, tj. ve směru upínacích listů. Lze však očekávat, že tříbové přivaření příčných distančních destiček k vřetouzí bude plně postačující s ohledem na dobrou stabilitu dvojice šroubů s rozváděcí deskou a díky značné tuhosti výstužné kostry. Provizorní vřetouzí je třeba proto zasychtit pouze prafné deformace šroubů vlivem tlaku šarvátvé betonové směsi.

Po výškovém vyrovnání všech listů provede se betonáž zbytku základu (ne ponděží než 48 hod. po dehetování první části) stejnym betonem, ovšem s maximálním množstvím 15 mm a větším podílem písku, se směsí suvinlé až střední. Vibrace se bude provádět mezi listy tak dlouho, až oválnými otvory uprostřed listů směrem vystupovat cementová malta (nikoliv pouze cementová směs). Před podlínkou (bezprostředně) betonáže druhé vrstvy se povrch betonu řádně očistí (vyčistí), navlhčí (řádným překropaním) a opětji natěrem cementového prášku směsného se směsací polymerní disperzí PVAc - butylmetakrylát ve složení:

ceмент(ан.350-400)	360 v.d.
дисперсия Disapoi M 1 ... (60% воды, 60% сухины)	63 v.d.
дисперсия Сувилар B nebo Сувилар B (50% воды, 50 % сухины)	37 v.d.

veďa (pro konsistenci
vhodnou pro pářkování) 500-560 v.d.

Výrobci použitých hmot jsou:

Dicopal M 1 - Východočeské chemické závody, závod
Synthesia, Kolín

Duvilax B - Duslo, Šala

Slovilax B - Chemické závody W. Ficcka, Nováky,
distributor Slovilaxu B je Chem Bratislava, Bottova 3.

8. Účinky smrštění

Průběh

Průběh je pro betoně předepsaná směs navrhla
až někde a předpokládá se ihned po zatnutí účinně
vlhčení (kropení), budou smrštění celého bloku vyve-
sovat jako nestátně nastavená napětí po výšce. U spodního
okraje, kde je prakticky zabráněno smršťovacímu po-
hybu, vzniknou tahová napětí, která se budou směrem
nahoru vytráčet, případně přejdou až k napětím tlá-
kovým. O smrštění lze ve snahu obecných zkušeností
i československých příspěvků předpokládat, že vyvolá
stejný účinek jako ochlazení o 15°C, tedy o

- v podélném směru

$$\Delta l = 15 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 800 = 0,144 \text{ cm}$$

- v příčném směru

$$\Delta l = 15 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 400 = 0,072 \text{ cm}$$

Toto přetvoření by vyvolala napětí (u spodního
povrchu) při modulu pružnosti $E = 240\,000 \text{ kp/cm}^2$

$$\sigma = \frac{0,144}{800} \cdot 240\,000 = 43,2 \text{ kp/cm}^2$$

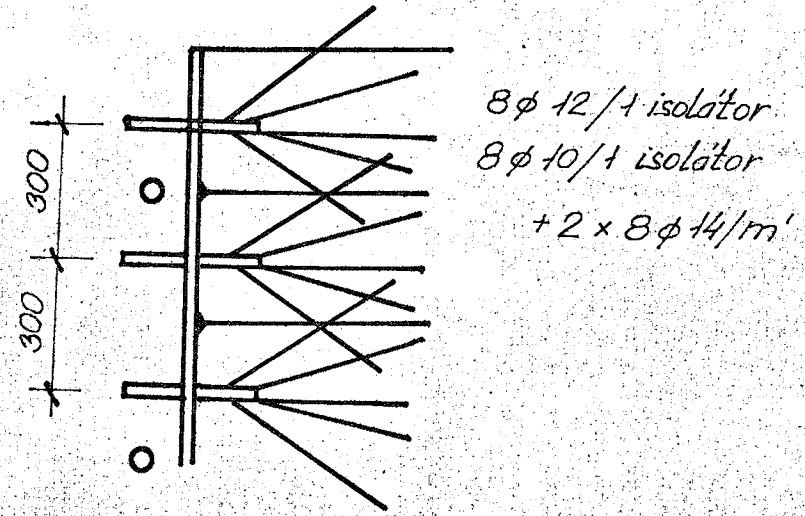
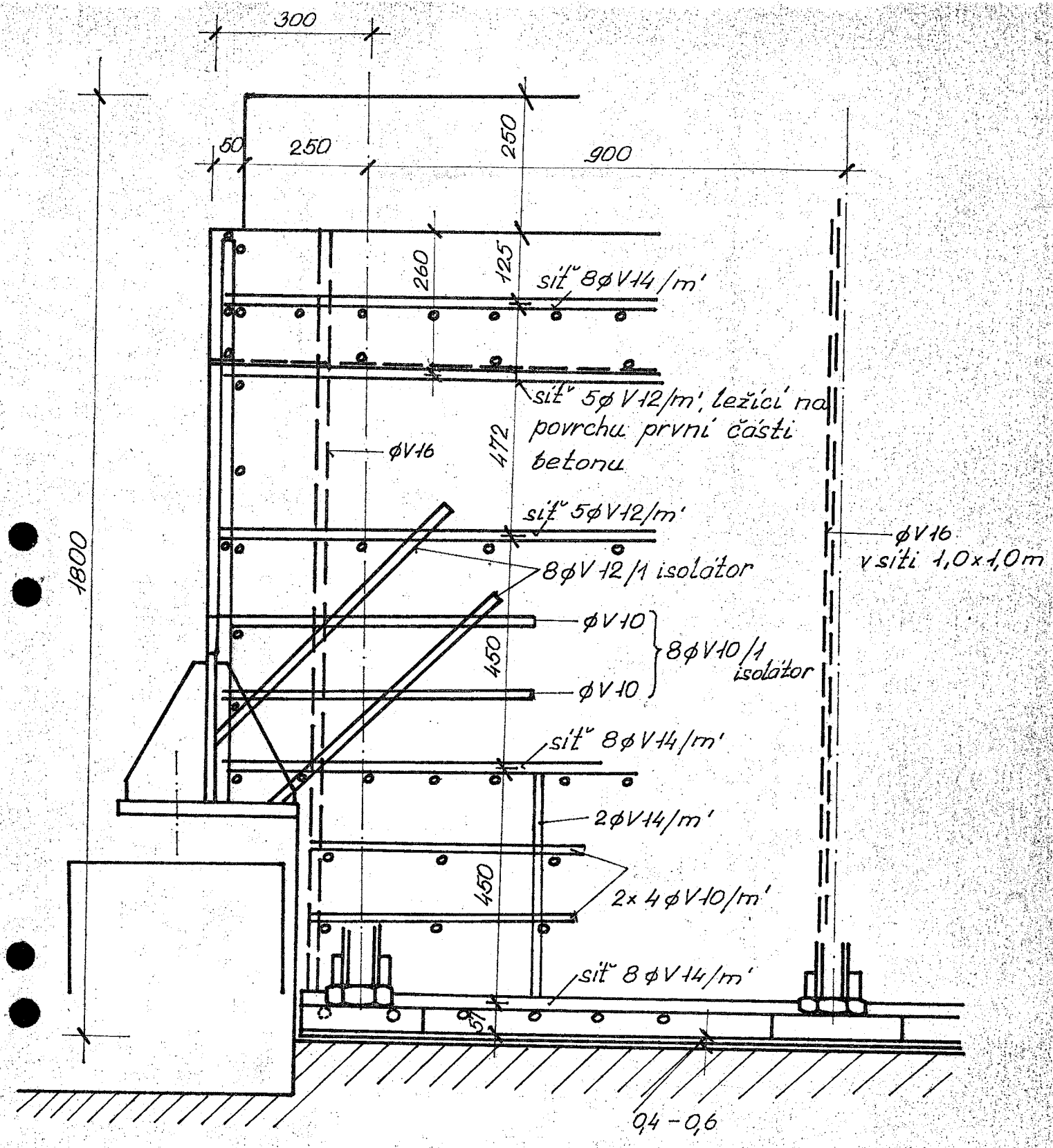
což je více než dovolené namáhání použitého betonu v tahu. Spodní okraj betonového schodiště je třeba proto s ohledem na umístění vystužit křížem (sítí) $5 \text{ } \varnothing \text{ } V \text{ } 14/m^2$,

jež přenesou sílu

$P = 47,5 \text{ kN/m}^2$, což spolu s pevností betonu a účinnou tření na styku s podkladem zajistí, že vznik vlnových trhlinok bude minimální. Tato síť se umístí osově (pruty rovnoběžné s upínacími listy) 57 mm nad spodním lícem betonu, tj. výstuž bude ležet na rovnoběžných deskách sroubů, k nimž bude přibíječována.

Další dvě sítě horizontální výstuže s $5 \text{ } \varnothing \text{ } V \text{ } 12/m^2$ se umístí vždy po cca 45 cm výšky. Pod horní plochou bude umístěna výstuž stejná jako při spodním okraji, tj. $5 \text{ } \varnothing \text{ } V \text{ } 14/m^2$ křížem, 12,5 cm pod spodním povrchem upínacích listů (uprostřed části o tloušťce 35 cm, betonovaná ve druhé fázi po osazení upínacích listů).

K zachycení vodorovné výstuže budou v rozích metrové sítě osazena svazová železa $5 \text{ } \varnothing \text{ } V \text{ } 16$ a s vodorovnou výstuží svařena; tím se vytvoří tuhá výstužná kostra.



obr. 30

9. K o t e v n í š r o u b y

Kotovní šrouby ϕ 48 mm, jak již uvedeno, jsou z oceli 12062; číselnost šroubu na osi přátelnosti je 60 000 kp.

Šrouby budou předepnuty silou $P = 13,0$ kp / $\approx 13330 \cdot 1,15$ /, takže na další přenos sil s upínacími listy obydí pro míjivé namáhání

$$R = \frac{60\,000 - 13\,000}{1,6 \cdot 1,26} = 22\,700 \text{ kp.}$$

Na předpokladu, že na listu působí 4 síly vzdálené 15 cm od sebe /v jedné drážce listy / podle obr. 31 /, je reakce /předpokládá se listy přibližně zcela tuhá/ na dva kotovní šrouby

$$2 R = 5,364 P ;$$

v případě, že síly vzdálené 15 cm působí v obou drážkách současně /podle obr. 32/ je

$$2 R = 3,736 P ;$$

na předpokladu, že na listu působí pouze dvě síly /obr. 33 /, vzdálené 15 cm, bude reakce na dva kotovní šrouby

$$2 R = 1,876 P .$$

S číselností k o t e v n í h o šroubu plyne pro tato zatěžovací schémata, že v prvním případě největší celková síla při míjivém zatížení pro jeden u p í n a c í

Šroub je

$$P = \frac{42,4}{3,564} = 11,8 \text{ MP}$$

ve druhém případě

$$P = \frac{42,4}{3,756} = 11,2 \text{ MP}$$

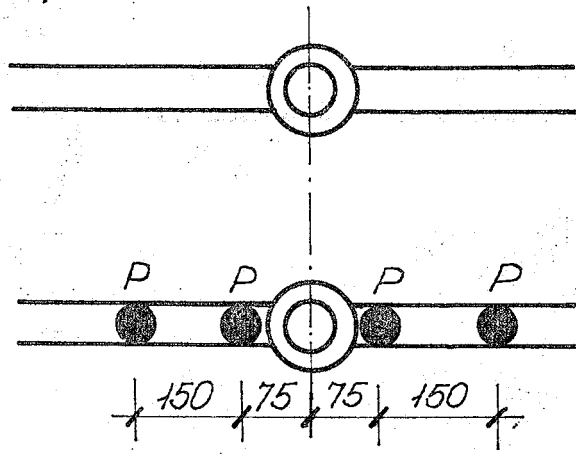
ve třetím případě

$$P = \frac{42,4}{1,878} = 22,5 \text{ MP}$$

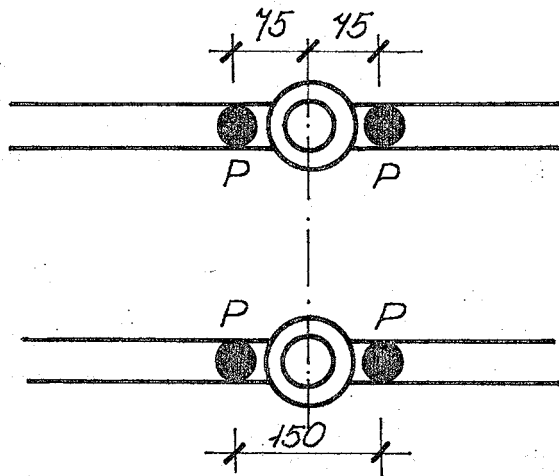
Ve spojení s účinností upínacího zařízení lze ~~šroub~~ ^{maximální} povolit, že maximální povijivá síla na jeden upínací šroub je 13 MP, pásovi-li současně 4 břemena vzdálená 19 cm vzdálená v jedné drážce, nebo 12 MP, pásovi-li 4 břemena /vzdálená 19 cm/ v třech blízkosti kotveního šroubu, po dvou v obou drážkách, nebo 19 MP, pásovi-li pouze dvě břemena vzdálená 19 cm na jednom listu. S malou přeměnou lze tedy povolit podle účinnosti zakončení níže zatížení upínacích šroubů při uspořádání podle obr. 31 a 32 13 MP, při uspořádání podle obr. 33 19 MP. Totéž ^{platí} pro střídavé zatížení upínacích šroubů, kdy maximální hodnota povolené síly na jeden upínací šroub je podle jeho vlastní účinnosti 13 MP.

Při předchozím stanovení účinnosti upínacího zařízení nepřehlídlo se ovšem ke značné obyčejné tuhosti listů v podkladě sádku, která vřezává přispívá

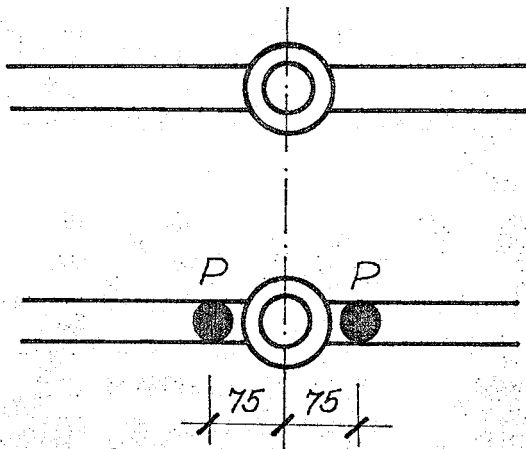
Handwritten notes and signatures:
B. ...
13 MP
...



obr. 31



obr. 32



obr. 33

k resnosení zatížení na další podpory, jakmile se uvidí popuštění přímo zatížená podpory průlnou deformací kotvařích šroubů. Přestože však zde vypočtené hodnoty jsou v podstatě ve shodě s hodnotami dovoleného namáhání upínacích šroubů podle kapitoly 5, není třeba výpočet vlivu popuštění podpor provádět.

V dynamické části výpočtu uvedené příklady, zejména příklad druhý a třetí, mají jsou vyvozovány náhradně statické /při zatížení níživém / síly

$P = 116$ resp. 59 kN podle v daném uspořádání realizovat. Mělo by nutno zatížení rozdělit na dvěma větší počet upínacích šroubů, rozdělených na větší délce listů /nebo na více listů/ tak, aby síla v jednom kotvařím šroubu nepřesáhla /při jeho níživém zatížení/ 23 kN.

Krátkeodobě, tj. pouze na několik krátkých cyklů, např. při najíždění skoušky, lze připustit zvýšení namáhání upínacích i kotvařích šroubů /s ohledem na jistotu, avšak jen obtížně definovatelnou spoluprací ostatních kotvařích šroubů v listě při její deformaci až těsně pod mez pružnosti, což znamená

$$P = \frac{42 \cdot 600}{1,15} = 40 \text{ kN na jeden kotvařím šroub}$$

$$a \quad P = \frac{41,5}{1,15} = 36 \text{ kN na jeden upínací šroub}$$

Přechodem předpětí kroubí vznikají příčné tahy při otáčení povrchů nákladu, další oslabení kotveních kroubí vyvolávají příčné tahy pouze u spodního povrchu.

Jestliže se předpokládá pro výpočet příčných tahů maximální kotvená síla, je přibližně

- u horního povrchu

$$S = 15 \cdot 0,6 = 9,0 \text{ kN}$$

- u spodního povrchu

$$S = 15 + 40 \cdot 0,6 = 27 \text{ kN}.$$

V příčném směru /vzhledem k ose listů / bude tahová síla sdvojnásobena vzhledem k malé vzdálenosti kroubí /200 mm/. Maximálních účinných dosahuje napětí síly ve vzdálenosti 30 - 40 cm od styčné plochy, kde jsou síly gradienty. Proto navrhneme síť $3 \text{ } \beta \text{ } V 14/n^2$ /o tloušťce 21,3 mm/ navržená a chlazená na napětí od smrtelového proudu se ve vřstí 45 cm nad proudu, spodní síť $1 \text{ } \beta \text{ } V 14/n^2$, síť rovněž o $3 \text{ } \beta \text{ } V 14/n^2$ /o tloušťce 47,5 mm/³⁰ - viz d. 3c.

Jestliže se vezmou příspěvky obou sítí k přenosu příčných tahů jinou hodnotou, potom je stupeň bezpečnosti

$$s = \frac{21,09}{26} = 1,23$$

což je dostatečné, neboť jde o ztlumení extrémní

dosahevané pouze vyjímčně a krátkodobě.

V podkladu obru bude situace o něco příznivější, na vnější straně okrajové antiskovací lišty /a okrajové spodní rozváděcí desky/, není kotvená šrouby, však se budou účinky různých příčných tahů sčítat. Protože se proto a také z konstrukčních důvodů stejná výška jako v příkladu obru 8 g V 14/a², takže vytvořená síť je zcela stejná jako u spodního okraje.

V horního okraje, kde jsou síly šrouba třetinové /a větší rozváděcí plocha/, přeneso již navržená síť o 8 g V 14 se stejnou bezpečností jako dále celý příčný tah 33,0Mp. Protože však tato síť je pouze 12,9 cm pod spodním povrchem lišty a 27 cm pod jejím povrchem je 1 pracovní spára, a další výtlačná síť je teprve více než 30 cm pod touto pracovní spárou, ocedí se další síť o 8 g V 12 těsně nad povrchem pracovní spáry; bude-li výtlač této sítě částečně odkryta po skončení betonáže první části, propadne to účinně k oslabení dokonalého spojení s druhou částí a přenosu horizontální smykových a tahových sil, - viz dr. 20.3

10. Uložení základu na izolá- torech obvodů

10.1 Stavění

Při rovnoměrném rozložení zatížení připadne na
jeden izolátor svíslá síla

statická 5,3 kN

dynamická ± 4,6 kN

celkem 9,9 kN nebo 0,7 kN

Vodorovná síla od dynamických účinků je na jeden
izolátor 31 kN, což lze při návrhu uchycení zanedbat.

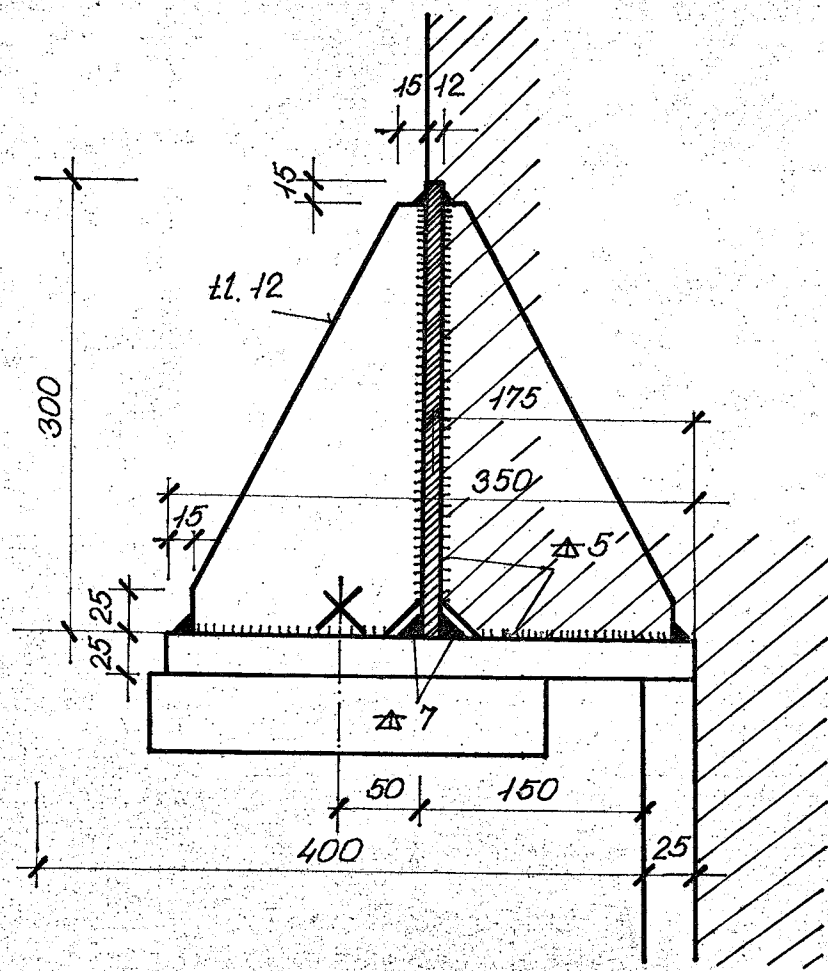
V projektu stavebních izolací se předpokládá,
že izolátory/budky přichyceny k základu různými způsoby
na kratší a delší straně. Z hlediska vnitřní napjatosti
na okraji základu, z hlediska možnosti vystužení
a také z hlediska na montáži navržených tlumičů je třeba
použít po celém obvodu stejné uspořádání, v pod-
statě takové, jako je docela navrženo na delších stran-
ách. Tím se posílá /cca o 100 mm/ větší příčné chodby.
Z toho důvodu se doporučuje rozšířit celou vanu pro ob-
rovnání stěny o cca 40 mm zejména proto, aby ve
střední části mezi stěny se nacházel vlnitý 60 mm
/1 kámen to není z hlediska montáže izolátorů nezbytné
nutné/.

Podání by celou vanu nebylo možno realizovat, potom se stěny posunou o cca 12 cm k vnějším okrajům, vnější okraje budou mít světlou 71 cm, vnitřní okraje mezi stěny 50 cm v nejnižším místě.

Okraje obou stěn se olomají svařovaným \perp -
filen, tvořícím obříškový rám, na jehož vnější pří-
rubu jsou přichyceny izolátory resp. tlumiče chvění.
Každý \perp - profil, který chrání vylézaný roh zá-
kladového bloku, bude vystaven svislým vystužením po
obou stranách, v okolí uložení izolátorů, k zajistě-
ní jeho maximální tuhosti. Jeho zakončení do betona-
vého bloku se provede jednak speciálními kotvami
kolmo přivařenými k vřetům, jednak přivařením k ve-
dovodům i svislým vřetům bloku.

Obříškový rám \perp - profily bude svařovaný, symetrický,
spodní pásnice široká 130 mm, tlustá 20 mm
stěna vysoká 300 mm, tloušťka 12 mm.
Vřetům se provedou vřety ve vzdálenosti 150 mm od osy
upevňovacího šroubu izolátorů, na obou stranách/obr. 14/.

Na šířce 60 cm je předlomená svislá ořez 7,2 kg.
Únosnost rohu na uchytnutí je /N. Boreš - Výpočet desek
a stěn podle normy rovnováhy, SNL 1967/ přibližně,
neuvádí-li se o povrchu betonu v tahu a na předpokla-
da, že koeficient v lícové ploše je 0,15 σ_z = 0,15.300 =



obr. 34

= 28 kg/cm² a čísel tlaci v ložné ploše je 37° a že k součiniteli bezpečnosti přibližně v čísel 60° od vodorovně /tj. přibližně po hraně výstupu/ a že součinitel bezpečnosti prochází vodorovně

$$8 \text{ g v } 14/\text{m}^2 + 4 \text{ g v } 10 \text{ a}$$

likno

$$8 \text{ g v } 12 \text{ (obr. 30)}$$

$$G_n = 60 \cdot 350 \left\{ 0,15 / \cotg (60-37) + \text{tg } 60 / + \right.$$

$$\left. \frac{57 \cdot 000 + 54 \cdot 400 / 1,52}{18,1 \cdot 60 \cdot 350} \cotg (60-37) \right\} =$$

$$= 21 \cdot 000 \cdot 0,15 / 2,356 + 1,732 / + 4600 \cdot 2,356 =$$

$$= 12 \cdot 800 + 10 \cdot 800 = 23 \cdot 600 \text{ kg.}$$

tj.

při součiniteli bezpečnosti (vzhledem k poměrnému namáhání) 2,2

$$F_{\text{max}} = 10,7 \text{ kg } (> 9,9 \text{ kg}).$$

Protože u obvodového rámu se soustřeďuje podpora smekový stěže a jde o nejvíce exponovanou část základu, je třeba věnovat zpracování betonu v těchto partiích zvýšenou pozornost.

10. 2 Stěna 4 x 4 m

Provede se přesně stejně, jako stěna volný.

11. Uchycení tlumiče

Síla, kterou přendá tlumiče, je ve vertikálním směru málo odlišná pro malý /13,9 kN/ a velký /16,19 kN/ stěny, proto budou úpravy usmrtvení jednotné. Předpokládá se, že svislé tlumiče jsou na rozcích stěn, zachyceny k obvodovému rámu těsně s okem. Průměr speciálních tlumičů se předpokládá 400 mm. Pro přenos síly mezi rámem a tlumičem je svisle upraven obvodový rám a provedeno vystužení rohů *podle dr. 35.*

Vodorovná tlumiče působí u malého stěny v každém rohu silou $2 \times 7,99 \text{ kN}$, u velkého stěny $1 \times 0,92 \text{ kN}$.

Excentricita kotveního závěsu svislého tlumiče vniká do hraně betonového rámu šířkou 48 mm, odpovídající moment $0,942 \cdot 16,19 = 0,70 \text{ kNm}$. Ať síla na rámech působí dolu nebo nahoru, převedeme při navrženém uspořádání tento moment snadno kolem stěny obvodového rámu.

Vodorovná tlumiče, jež budou připojeny k oknu /s valčáka stědu/ a ke druhé oknu /s valčáka stědu/ přivařených na šikmá rohová vřetelka obvodového zdmu, vyvedí sílu jedné šikmé zdmu tahem, v druhé tlakem v hodnotě $15,86 \cdot 1,4 = 22,2 \text{ kN}$, což vyvedí ve vřetelce /předpokládá-li se šikmá sílna pouze 20 cm/ napětí

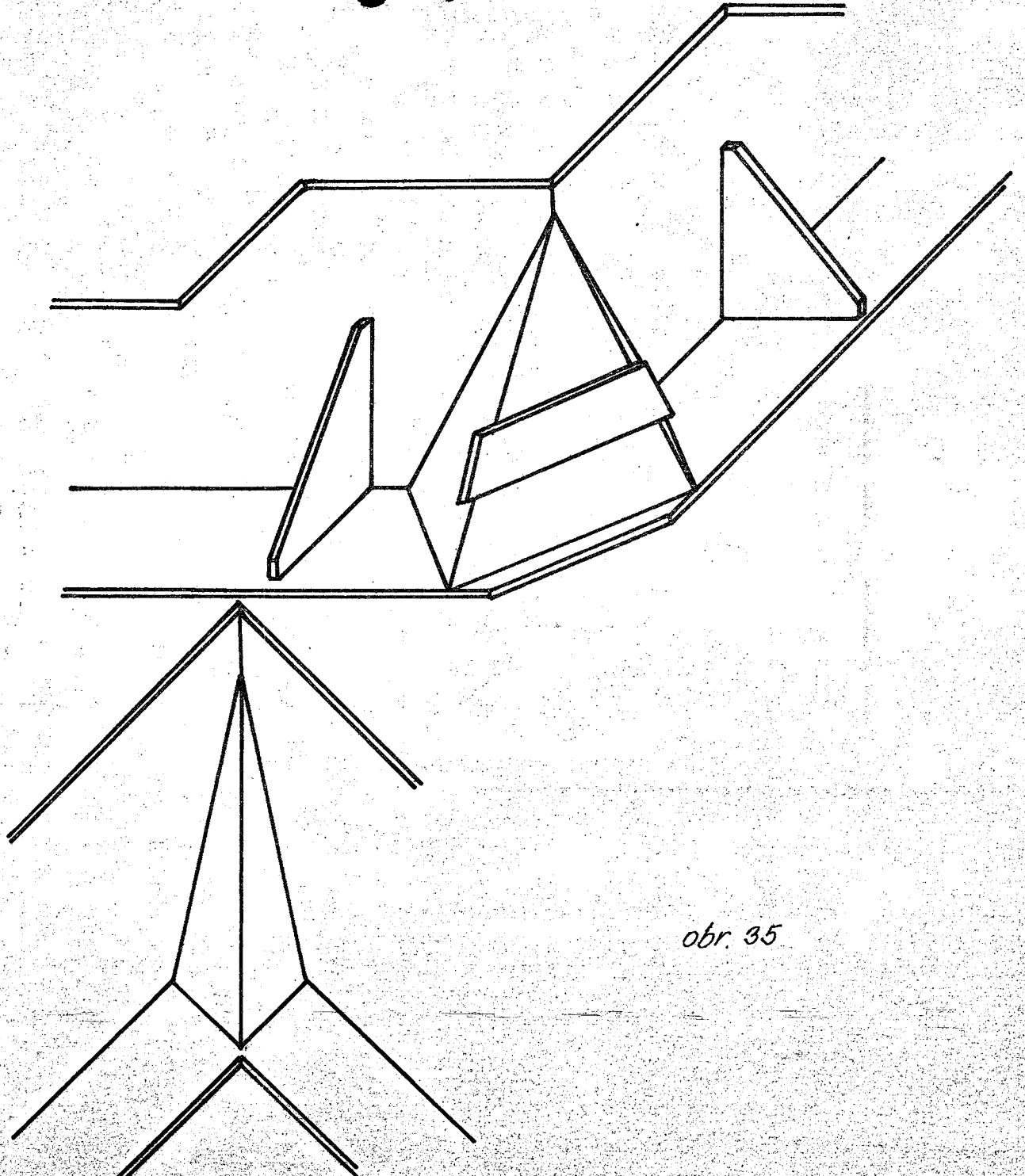
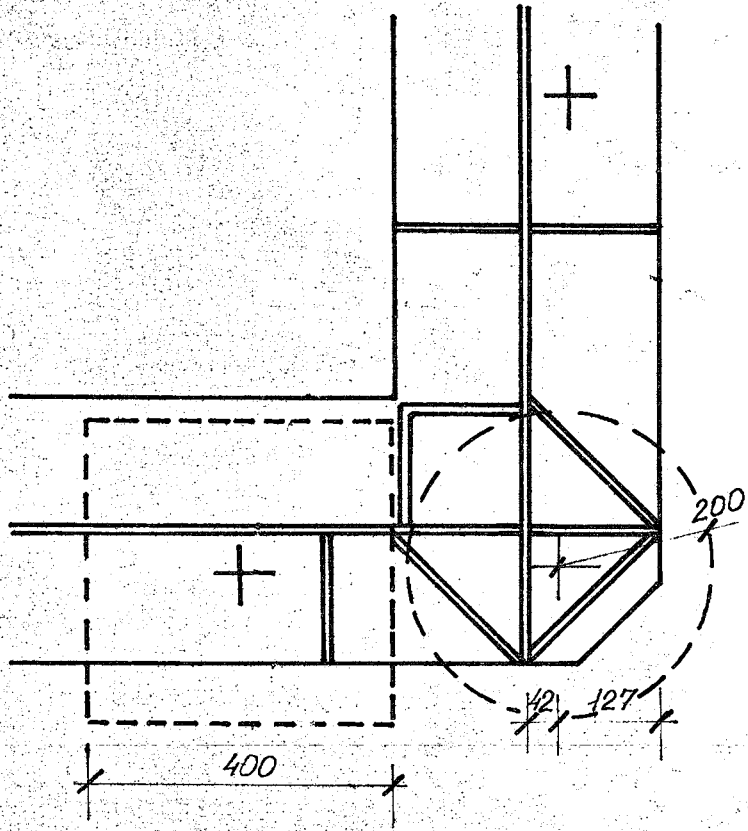
$$\sigma = \frac{22\ 200}{1,4 \cdot 30} = 792 \text{ kN/cm}^2,$$

v \perp profilu bude

$$\sigma = \frac{22\ 200 \cdot 21}{255} = 179,0 \text{ kN/cm}^2,$$

což je zanedbatelné i vzhledem ke angrova deformaci na styku s betonem.

V rohu se vyřídí stěna o 200 mm v šikmé části poslední vřetelkou, z vnitřní strany se roh vystuží špalíkem šelafim 160 x 160 x 19 mm. Z vnější strany se přivaří nejčistě vřetelka /v pokračování stěny v obou směrech/, a pak se přivaří boční vřetelká plochy β a nakonec se přivaří přední stěna vřetelky α a oky pro tlumiče /jejich šikma je nejmenší 200 mm /. Zachycení vertikálního tlumiče se provede přivařením příslušného tělesa ke spodní přírubě \perp profilu, v šikmé části vřetelkou α a β , což ve vzdálenosti 42 mm od líce betonu /tj. 127 mm od kraje příruby \perp profilu/ - viz obr. 33.



obr. 35

Kotvení výstuží do betonu v rohu namásto 4 g V 12 provede se 4 g V 16 , přivařenými k dráčku dráčkou v rohu, délka kotev 80 cm.

Prvé krajní izolátory v podkladu anžru se posu-
nou o 30 mm ke střední stěně a stejně i příslušné vý-
stupy \perp profilu.

Mezi stěny provede se uchycení vnitřního tlum-
iče celého stěny na velký stěnu. Tento tlumič se
sahotví k zimu velkého stěny v místě styku stojiny
 \perp profilu s příslušnou výstupou. V tomto místě se
též provede přídavné sahotvení vnitřní výstupy do be-
tonu přivařenými 4 g V 16 /obr. 36/.

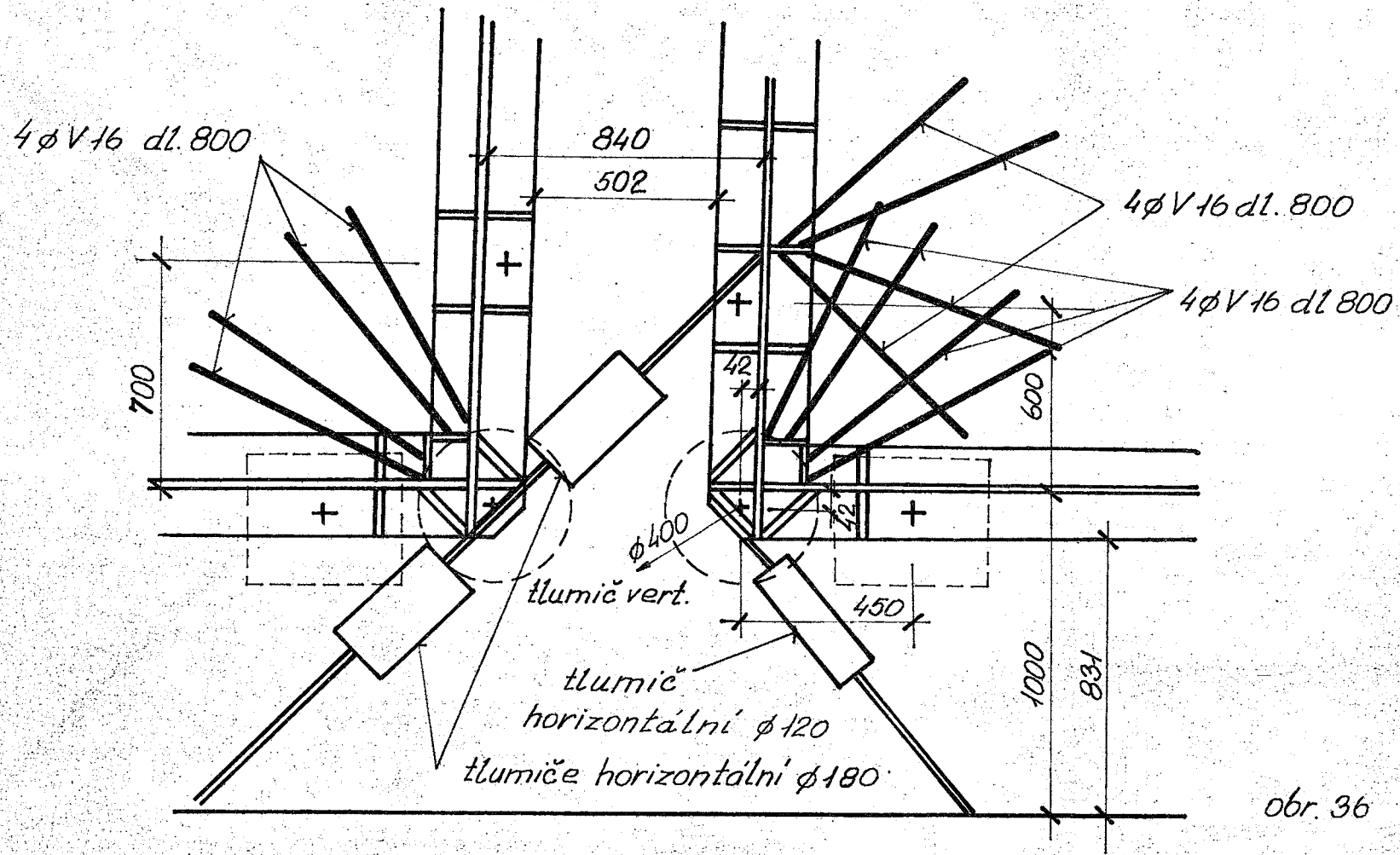
12. Kotvení izolátorů

Provede se jednoduché/ montážní/sahotvení, kotve-
ní šrouby M 24 /hmotnost pro dva šrouby 6770 kg/, kot-
vení profily 70 x 25 mm, resp. sahotvení pomocí osaze-
ných šrouby podle údaje výrobce izolátorů.

13. Kotvení tlumičů

13.1 Svislé tlumiče

Sahotvení pomocí čtyř šroubů M 30 /hmotnost 21,76 kg/,
do 2 [8, kotvení otvory 120 x 120 x 250 mm.

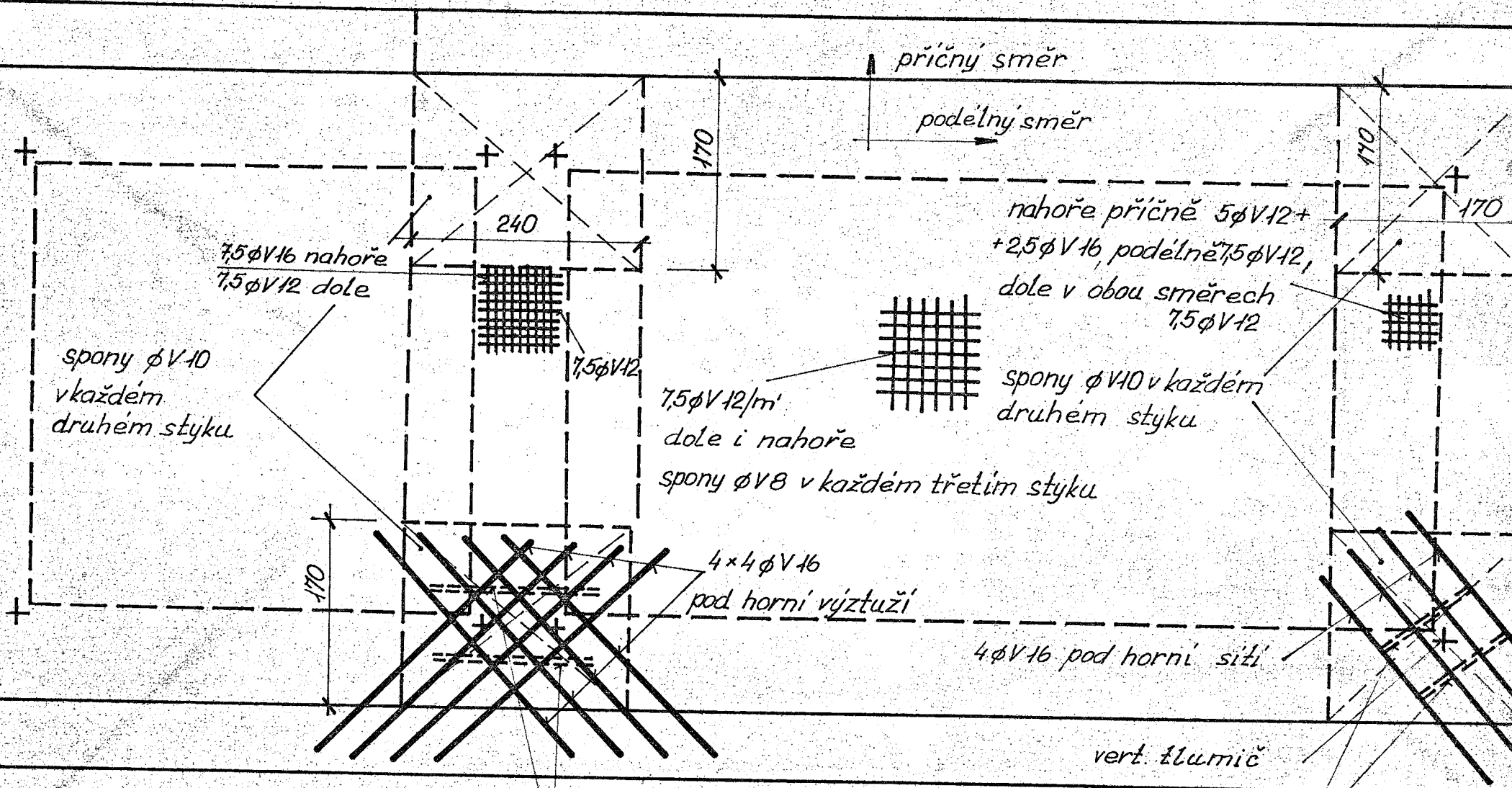


obr. 36

Namísto sestřelovací tloušťky vany /obvyklá délka zakotvení je 900 mm/ lze vanu v rozích vystavit tak, aby kotvení síla byla přenesena základovou deskou do obvodových stěn.

Kotvení síla 16,19 kN působí na ploše přibližně 50 x 50 cm, zakotvení do hloubky 50 cm pod povrch základové desky /předpokládána tloušťka desky i stěny je 60 cm/. Předpokládá se dále, že podkladní deska tlustší je dokonale podlita cementovou maltou a plocha desky na základovou desku vany a stejně tak jsou dokonale nality i kotvení otvory.

Přibližně lze uvažovat obyčejné cementy v desce 2 x 2 m po obvodu většinově, zatížená uprostřed čtvercova rovnoměrně zatížením podle R. Havel Tabulky pro výpočet desek a stěn, SNEL, 1963; obyčejné cementy v desce o rozpětí 2 x 2 m, tedy pro $a/b = 1$, $\alpha_1/a = \alpha_2/b = 90/200 = 0,45$, interpolací z tab. 1,90: moment v poli $M_{ms} = M_{ys} = 0,124 \cdot 16,19 = 2,0$ kNm moment v podpore $M_{ms} = M_{ys} = 0,098 \cdot 16,19 = 1,58$ kNm přídatná výstuň v poli cca 3,3 cm² křivky, v podpore 2,8 cm². Konce desky je třeba též zakotvit do stěny. Navíc se přidají diagonální /přes roh/ 4 g v 16 pod podkladní deskou tlustší /obr. 37/. Součet předpokládaní ohybové plocha 4 g /50 g 1,4 /a/90 + 2,29/ = 20 000 cm². Namáhání ve svytku



příčný směr

podélný směr

7,5φV16 nahore
7,5φV12 dole

spony φV10
v každém
druhém styku

nahore příčně 5φV12+
+2,5φV16, podélně 7,5φV12,
dole v obou směrech
7,5φV12

spony φV10 v každém
druhém styku

7,5φV12/m'
dole i nahore

spony φV8 v každém třetím styku

4x4φV16
pod horní výztuží

4φV16 pod horní síť

vert. žlumič

kotevní profily [8
(pro žlumič), 490 mm
pod povrchem (osově)

$$\tau = \frac{14\ 150}{28\ 000} = 0,6 \text{ kp/cm}^2 .$$

Kotevní profily [8 se osadí diagonálně.

Doprřed mezi základy, kde vzdálenost hranu betonu je 340 cm /po odsunutí obou záklád o 12 cm do stran/, budou působit síly 15,0 a 16,15 ve vzdálenosti /osová/ 75,6 cm. Kotevní železa 2 [8 budou pryte společná pro oba tlumiče. Budou opět svou spodní hranou 34,0 cm pod povrchem betonu vany. Za předpokladu rozpětí 2 m a současného působení obou kotevních sil při úplné vetknutí do písku bude chybový moment nad kotevními železy

$$M \approx \frac{1}{8} \cdot 31,2 \cdot 2,0 = 7,9 \text{ kpm} .$$

Tomu odpovídající příčvná výstuž je cca 13,8 cm²/m' v rozmezí 100 cm na každou stranu od osy nesoucí mezi základy. Je třeba opět zajistit dokonalé svazání výstuže stěn a dna. Navíc se přidají opět diagonálně pod vrchní síť 4 + 4 8 v 16.

$$\text{Zbytek odporující plocha } 2 \cdot \frac{125}{100} + 2 \cdot \frac{25}{100} \cdot \frac{1,4}{100} + 2 \cdot \frac{50}{100} + 2 \cdot \frac{25}{100} \cdot \frac{1,4}{100} = 24\ 500 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{21\ 200}{24\ 500} = 1,30 \text{ kp/cm}^2 .$$

Předpokládá se dokonalé podlání podkladních částek tlumičů i zalití kotevních otvorů a účinné dotlačení kotevních šroubů.

Podkladní /základová/ deska /svo vazy/ měla by být dimenzována na maximální tlisky $3,3 + 4,36 = 10 \text{ MPa}$ na 1 izolátor u velkého stěnu a $3,6 + 0,1 = 3,7 \text{ MPa}$ na 1 izolátor u malého stěnu.

Použije-li se jako výchozích hodnot modul pružnosti základové půdy $E_0 = 5 \text{ MPa/m}^2$.

Poissonova konstanta základové půdy $\mu_0 = 0,3$

modul pružnosti betonu desky $E_b = 2 \text{ MPa/m}^2$

Poissonova konstanta betonu desky $\mu_b = 0,166$

tloušťka betonové desky $0,60 \text{ m}$,

obráží se přibližným výpočtem /viz např. R. Baroš

Tabulky pro výpočet desek a stěn, SNTL, 1963 nebo

Žemčička, Šinčova - Praktické metody rozčítání

fundamentových balok i плит на упругом основании,

Гостroiizdat, 1962/ maximální ohybové momenty uprostřed

tlisky desky v místě osy izolátoru kratší strany velké-

ho stěnu

$$\begin{aligned} M &= /0,400 \cdot \frac{P_1 \cdot a}{b} + 0,200 \cdot \frac{P_2 \cdot a}{b} / \cdot \sqrt[3]{\frac{E_b \cdot I / (1 - \mu_b^2) /}{E_0 \cdot b^2 / (1 - \mu_0^2) /}} \\ &= /0,400 \cdot \frac{10 \cdot 3}{6} + 0,200 \cdot \frac{3,7 \cdot 4}{6} / \sqrt[3]{\frac{2,4 \cdot 10^6 \cdot 1,922 \cdot 10^{-2} \cdot 0,91}{9 \cdot 10^7 \cdot 1,0}} \\ &= / 4,00 + 0,76 / \cdot 2,02 = 9,7 \text{ MPa} \cdot \end{aligned}$$

Tomu odpovídá plocha výstuže při převodním součiniteli

$\alpha = 2,3$ $F = 7,6 \text{ cm}^2$, což pokrývá $7,9 \text{ g V 12/m}^2$.

Provede se proto u horního i spodního povrchu dna jámky ústřední síť $7,5 \text{ g V } 12/\text{m}^2$, svázaná navzájem v každém třetím styku /t.j. cca po 40 cm/ sponami $\text{g V } 8$. V oblasti pod tlumiči a izolátory mezi oběma stěny bude však v šířce 200 cm / s osou ve středu nosory mezi izolátory/ s ohledem na dříve předepsanou výšku u horního povrchu namísto $7,5 \text{ g V } 12$ provedena osí- lená výstuž při horním povrchu v příčném směru na $7,5 \text{ g V } 16$. V krajních zónách osíli se výstuž u horního povrchu v příčném směru na $9 \text{ gV}12 + 2,5 \text{ g V } 16/\text{m}^2$. V oblasti umělejší svídelých tlumičů na ploše cca 170×170 cm v zónách vany a na ploše 240×170 cm uprostřed mezi stěny provede se spojení sponami $\text{g V } 10$ vizuálně druhém křížení /obr. 37/.

13. 2 Vodorovná tlumiče

Stěny jámky se vystuží podle statického namáhání tlakem vody. V zónách s mezi oběma stěny je neopětřebí zachytit vodorovné síly od tlumičů.

V případě velkého stěna bude v zónách osazeny čtyři vodorovné tlumiče, jejichž ukotvení nadílní potíli /kotvení osázení se přivazí k výstuži u horního povrchu stěny a osíli se /zauští/ přední /vnitřní/ ohybové i smykové výstuž.

V případě malého stěna bude v zónách osazeno 8 vodorovných tlumičů, s nimiž 6 je třeba zachytit do stěny. Síla v každém dosahuje hodnoty $7,95 \text{ kN}$ a

Je třeba zhotovení tlumičů do stěn svléstí posoudit a opatřit stěnu přídatnou výstuží. Protože síly působí cca 60 cm nade dnem jámy, nebude zachycení těchto sil stejně účinné potíli; v případě potřeby je možno u zadní /vnější / stěny osadit oslovou desku o kotvení a fixování /okem/ a spojit ji přívalením s betonářskou výstuží stěny.

Koali stěny provede se, jak již bylo dříve popsané, zachycení tlumičů směřujících dovnitř od malého k velkému stěnu na jejich obvodové zdi.

14. S h r a n t í a z á v ě r

V předloženém posudku byla posouzena koncepce návrhu rezonančních stěnů vypracovaná v op. Škoda Plzeň.

Byla konstatováno, že

- velikosti obou stěnů $6 \times 4 \times 1,8$ a $4 \times 4 \times 1,8$ vyhovují pro dané namáhání
- upínací skoušených konstrukcí na dvojitých upínacích lištách tvaru podle výkresu So 51125 o.p.Škoda vyhovuje
- zakotvení upínacích lišt prostřednictvím oslové svařované konstrukce je nevhodné

- osazení obou stěn na izolátorech chvátí izolace 9.1 /velký stěna na 34, malý na 16 izolátorech/ vyhovuje v oblasti frekvencí 5 až 200 Hz
- osazení obou stěn pouze na izolátorech chvátí podle předchozího bodu je nedostatečné k utlumení vychylok při rezonanci stěn s tudížní silou

Na základě statického a dynamického výpočtu upínacích, držákových, kotvacích a podpůrných konstrukcí a prvků a na základě řady dalších rozborů a studií byla zvolena tato koncepce rezonančních stěn:

- upínací šrouby \varnothing 40 mm s ocelí 12040 s maximální únosností při středním namáhání 15,0 MPa
- upínací lišty podle původního vzoru o.p.Škoda 20 51123 s nepatrnou změnou /drážka pro obalovou trubku kotvacích šroubů/
- kotvací šrouby \varnothing 40 s ocelí 12061 s maximální únosností při nízkém namáhání 21,0 MPa /zvoně předpětí/
- kotvací šrouby, které budou předepnuty silou 15,0 MPa budou celé kryty trubkami s pryží nebo plastické hmoty

- vodorovné síly budou přeneseny do základu třením mezi upínacími listy a betonem ; účinnost přenosu bude zajištěna předpětím kotveních šroubů
- na spodním povrchu betonového základu budou kotvené šrouby našroubovány do rozvaděčích desek, spojených svařáním se spodní výztužnou sítí
- základ bude železobetonový, veškeré napětí v něm vznikající budou předloženy betonem a betonářskou výztuží
- základ bude uložen na stejném počtu a stejném druhu izolátorů jako v původním návrhu
- základ bude spočívat na izolátorech prostřednictvím do betonu namontované svařované obvodové žlázy průřezu \perp ; uložení bude po celém obvodu obou základů stejné
- vzdálenost obou základů se vrátí z 60 cm na 84 cm
- betonář základu se provede ve dvou slizích :
v první až do dřevně 22 cm pod upínací listy,
ve druhé, po uložení, sítě a vertikální fixaci upínacích listů, sítěk
- před betonářskou další vrstvy opatří se povrch starého betonu paškováním anorganickým disperzním polymerem PVAc - butylmethakrylát

- seřadí rezonanční síkly a buňkové zařízení utla-
ní se soustavou vertikálních a horizontálních tla-
cích osazených v rozích obou síkly

- betonářské vřetel v ocelném síklu se svařuje.

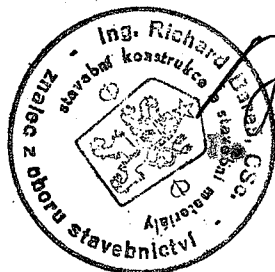
Vzhledem ke způsobu namáhání je třeba zajistit,
aby beton byl připraven z dobrých surovin, jeho kvali-
ta byla stejnorodá a přetvořena aby byl dokonale
spracován a ošetřen. Nedoporučuje se použít be-
tonu dopravovaného demobilizací se vzdálenou kontrolní-
cí betonáři, a vylučuje se použití betonu tekuto-
ho, dopravovaného např. pneumaticky. Každé střešové
háčce nebo jiné nedokonalosti výroby /např. při při-
líš velké oceli dutiny pod vřetel/ ovlivní si-
letnost celého síklu nebo jeho funkci významně
omezí.

Nově se zjišťuje pozornost je třeba včasně be-
tonáři druhé /horní/ části síkly /pod kotvační
lištami po jejich osazení/; beton se bude do prostro-
ru pod lištami dopravovat vřetel měření m e s i
l i s t a m i a bude se zpracovávat tak dlouho,
až bude vystupovat všemi oválnými otvory v lištách.
Teprve v tomto případě lze očekávat dokonale pocho-
tenování a vyplnění všech prostorů a dutin pod lišťa-
mi, na nichž významně závisí správná funkce upínacích

a podporujících listů stěn - a do určité míry
i šepů celá stěna.

betonové žebra by neměla být přeloženy přímo,
než se s ním po dokončení betonáže ukládá
/stěna/. Do té doby je třeba ovšem zcela vylou-
čit na horní ploše stěny jakýkoli provoz. Uvolně-
ní izolace se provádí až po předpětí betonových
žebříků. Tlumění se navrhuje do funkce ochrany.

Vzhledem k možnostem určitých odchylek od
předpokladů výpočtů a druh /množ. kvalita použitých
materiálů, stejnorodost provedení, skutečná přesná
konstanty izolace, zvětšení tlumivostních
instalace apod./ doporučuji se během vyukládání
sledovat stav celého stěny, zejména jeho dynamické
charakteristiky.



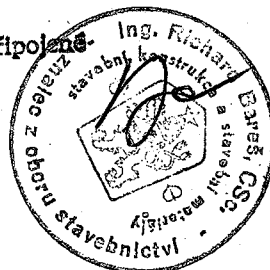
S A Z O U

Znalecká doložka:

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

Znalecký úkon je zapsán pod poř. čís. 15/75 znaleckého
deníku.

Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle přílohy.
likvidace na základě dokladů čís. _____



Obsah posudku

	Str.
1. Koncepty	6
2. Dynamické posouzení	11
2.1. Velký rezonanční stand	11
2.1.1. Vlastní váha	11
2.1.2. Pórové konstanty izolátoru chvění SS 9.1	12
2.1.3. Pórové konstanty celého uložení	12
2.1.4. Přibližné hodnoty vlastních frek- vencí	13
2.1.5. Přibližné vlastní obyčejné frekvence základů	16
2.1.6. Amplitudy přemístění vynuceného kvi- vání	19
2.1.7. Sílové amplitudy přenesené do pod- loží	25
2.1.8. Síly v upínacích šroubech	28
2.2. Malý rezonanční stand	25
2.2.1. Vlastní váha	25
2.2.2. Pórové konstanty izolátoru	25
2.2.3. Pórové konstanty celého uložení	25
2.2.4. Přibližné hodnoty vlastních frek- vencí	26
2.2.5. Obyčejné frekvence prvních tvarů ...	26
2.2.6. Amplitudy přemístění vynuceného kvi- vání	27
2.2.7. Sílové amplitudy přenesené do pod- loží	29
3. Tlumení rezonančních stání	43
3.1. Výpočet tlumičů	43
3.1.1. Velký stand	43
3.1.2. Malý stand	43

3.2.	Mírňá hlavních rozměrů kapalinových tlumičů	46
3.2.1.	Velký stand - směr svislý	47
3.2.2.	Velký stand - směr vodorovný ..	48
3.2.3.	Malý stand - směr svislý	48
3.2.4.	Malý stand - směr vodorovný	49
4.	Seznam výsledků dynamického výpočtu	49
5.	Uprázení šrouby skrušených konstrukcí	50
6.	Stavba vodorovných sil	50
7.	Kontakty, řízení listů a pracovní postupy při betonáři	58
8.	Účinky umístění	65
9.	Kotvení šrouby	69
10.	Uložení nákladu na izolátorech chvění	75
10.1.	Stand 8 x 4 m	75
10.2.	Stand 4 x 4 m	79
11.	Uchycení tlumičů	79
12.	Kotvení izolátorů	82
13.	Kotvení tlumičů	82
13.1.	Svislé tlumiče	82
13.2.	Vodorovné tlumiče	88
14.	Shrnutí a závěr	89

Příloha 1.

O P I S

Ing. GSo. Richard B a r o š
o/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd
128 49 P r a h a 2, Vyšehradská 49

Š K O D A n.p.e
investiční odbor

P l o e ě

Praha, 16.3.1979
Čj. 7 9/184/79

Veše zn.: 10/P1/21-11/37/79 ze dne 4.3.1979

Vše: [REDACTED]

Dne 12. 3. 1979 obdržel jsem Vaši žádost o vypracování znaleckého posudku o statickém a dynamickém namáhání silového a rezonančních stonů na základě těchto předaných podkladů:
- správa Štátního výzkumného ústavu n.p. Škoda "Návrh porovnávatelného řešení konstrukčních stonů pro [REDACTED]

- správa Štátního výzkumného ústavu materiálu "Podklady pro vypracování návrhu výstavby únavové laboratoře", č. 3998 autor Ing. J. Habětinka z 6.7. 1974
- schéma namáhání silové plošiny a maximální hodnoty vyvozených konstrukčních sil
- projekt Stavebních izolací n.p. Kolín "Průběh uložení rezonančních stonů" sek. č. 748-8944 vypracovaný s. Kumpem z května 1974
- prospekt střediska pro automatické výrobních zařízení IŠOVA "Elektrohydraulické zařízení pro únavové zkoušky"
- výkres n.p. Škoda "Silový rošt - ocelová konstrukce", č. Šs 2640 S vypracovaný s. Vaňkem a výkres "Resonanční rošt - ocelová konstrukce", č. Šs 2641 S, podpis nečitelný.

Při osobních návštěvách sdotupů c.p. Škoda s.ing. Křiby,

a. Ing. Forta a dalších v ÚVAV-ÚSAV dne 27. 8. a 14. 9. 1975
bylo požadováno, aby posudek byl vypracován do konce dubna to-
hoto roku.

Při požadování posouzení statického a dynamického chová-
ní sábových plošin nelze nepřihlídnout k řadě úkolů vý-
chozích, konstrukčních a technologických, aby sábových plošin
byly navrženy ekonomicky a přitom umožňovaly maximální variabi-
litu sábových uspořádání při maximálních úkonech a rychlé
přestavitelnosti, nebo se vybrat podrobně a zasloučené úvaze
o volbě koncepce celého sábového systému. Vyznačuje se pře-
devším snížit dotah i špatné sábovnosti s obševací sábovými
plošinami postavenými dříve v zahraničí a vybrat optimální ře-
šení s ohledem na požadovaný účel. Zařízení tak nákladné
/a navíc v ČSSR unikátní/ si takovou pozornost nepochybně za-
slouží.

Na nejvhodnější cestu v tomto smyslu považují zakoupení
podkladů pro výrobu optických konstrukcí a ke ověření návrhů
v některé z díle uvedených renomovaných firem v zahraničí, na
základě vyřádané nabídky těchto firem.

Doporučují firmy:

H.A.H. /Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg/, Werk - Nürnberg, BRD
Leisenhausenwerk, 4 Hilsfelder 27, Schlüterstrasse 19,
Postfach 27027, BRD

Analer - Schaffhausen, Švýcarsko.

Obávám se od možnosti návrhu a konstruování těchto prvků náš-
ní silami nepovažují za důležitá: bylo by nutno vynaložit neúměrně
úse a úsilí pro vytvoření prvků jiné již vyvinutých a dobře od-
zkoušených.

Především navržený systém /podle dotčených podkladů/ opti-
ckých konstrukcí a zejména katetového zařízení a fixačního oce-
vového roštu má řadu nevýhod /konstrukčních, výrobních i provozních/
a posouzení statických konstrukcí /zejména plošin/ poskytl výsledky,
protože požadované působení konstrukce jako celku nelze vůbec nebo
jen s neúspěšnou snahou zjistit.

Návrh koncepce řešení opěr a kotvení podle zmíněných
vymáhaných podkladů si ovšem vyžadí jistý čas a teprve potom
může následovat posouzení stavebních konstrukcí. Navíc v sou-
časné době jsem víceméně již dříve přijatými školy a s touto
důvodů nelze odpovědně v žádném termínu návrhů převést.

Ze předpokladu, že níže uvedená prostřednictvím pří-
slušné podklady od některé z výše uvedených firem /konstruk-
cí kotvení a opěr a z toho vzniklé a vedoucí zatížení na
jednu kotvenou otvor/, mohu převést následně posudek na těchto
dalších podmínkách:

- a/ posudek bude obsahovat stanovení statického a dynamického
namáhání skutečných plošin a jejich opěrných částí, posou-
zení technologických a konstrukčních principů provádění a opě-
rů vystužení všech částí skutečných plošin /bez konstrukčních
výkresů/;
- b/ pro řešení problému přisvě ve smyslu § 18, odst. 2 zák.
36/1967 Sb. konsultanta pro obor dynamiky Doc. Ing. K. Pírova, ČSC
/ŠRAN-6327/, příp. další konsultanty;
- c/ pokud budou potřebné podklady dodány do konce 3. čtvrtletí
t.r., dokončím posudek do 31. 12. 1973;
- d/ do jednoho měsíce po níže níže uvedených úkonech
 1. upřesnění a sjednocení podkladů pro požadované síly a je-
jich umístění na plošině
 2. předpokládaný systém konstrukce budovy skutečný /posouze-
nám, že s ohledem na dynamické namáhání je nejvíce vhod-
ná konvenční konstrukce montovaná z železobetonových
prefabrikátů; v případě jejího použití je nezbytné speciálně
řešit její statické chování i uspořádání styků; nejlépe se
osvědčil v těchto případech železobetonový monolitický
skelet/
 3. jakou maximální pevnost betonu může předpokládaný dodavatel
stavby zajistit pro skutečné plošiny /obvyklý požadavek

bývá s ohledem na vysoké celkové namáhání plošiny i vysoké koncentrace napětí 600 kg/cm²/.

4. jaké je složení nákladové plošiny, její tloušťka a tloušťka spodní vody

5. případně kdo předpokládaný dodavatel nákladní plošiny je zařazen pro výrobu předpjatého betonu

poskytnu pro účely předběžného návrhu /úvodního projektu/ potřebné podklady.

Žádám o sdělení, zda budete mít zájem o vypracování posudku na těchto podmínkách a v případě vyjádření vašeho souhlasu s případným uvedením konsultanta /jmenovitě/.

Očekávám vaši odpověď a těším se na další spolupráci.


M. B a r e š

Příloha 2

Selkové množství stavební výtvarů ve stěně 4 x 8 m

ze 8 Ø V 14/n ³ siř	8.8.1,208.3	- 232
	4.8.1,208.3	- 116
ze 5 Ø V 12/n ³ siř	8.9.1,151.2	- 91
	4.5.1,151.2	- 41
svislé V Ø 16	1,6 .21.2,011	- 63
svislé 8 Ø V 14/n ³	24.1,8.8.1,208	- 415
Ø V 16	0,8.20.2,011	- 32
Ø V 12	0,6.67.4.1,151	- 182
vedrové Ø V 10	0,6.34.8.0,785	- 128
vlninky Ø V 8	0,4.4.8.5.0,508	- 32
vedrové Ø V 10	0,6.8. 24.0,785	- 90
		<u>1 452 kg</u>
	10% proutěží	<u>166</u>
		<u>1 597 kg</u>

(stěna 8 x 4 m)

Objem betonu stěny 8 x 4 m

$$1,7 \cdot 8 \cdot 4 = 54,5 \text{ m}^3$$

$$\frac{1\ 597}{54,5} = 29,3 \text{ kg/m}^3 \text{ betonu}$$