



**Výpočtové modely železobetónových konštrukcií
zaťažených dynamickými účinkami
v projekčnej praxi**

ŽB konštrukcie a dynamické účinky

- Statika a dynamika

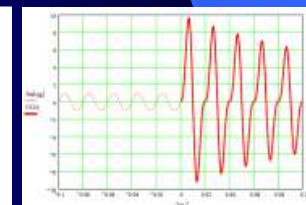
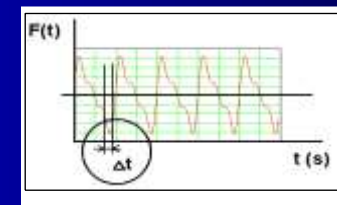
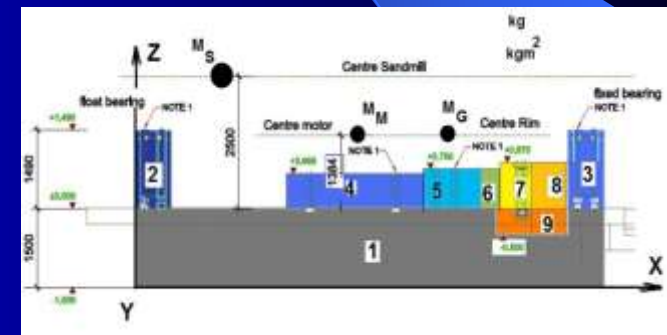
$$M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = F(t)$$

- Dynamické zaťaženie - vstupné údaje
Strojné zariadenia

rotačné stroje, mlyny, ventilátory, drviče,
turbogenerátory, čerpadlá...

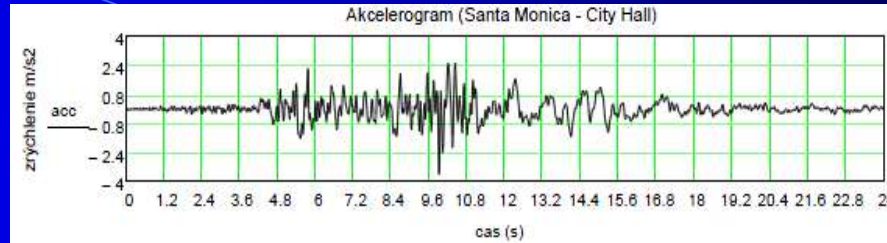
Vstupné parametre :

- Hmoty veľkosti
- Ťažiská hmôt
- Hmotné momenty zotrvačnosti
- Priebeh budiacich síl
- otáčky stroja, amplitúdy budiacich síl



- **Seizmicita**

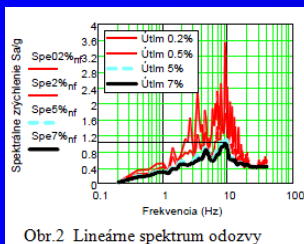
- Akcelerogramy



3000 časových krokov pre dĺžke kroku 0.02s celková dĺžka trvania akcelerogramu je 60s (zobrazených je 24s max. zrýchlenie 2.559 ms⁻², min -3.626 ms⁻²)

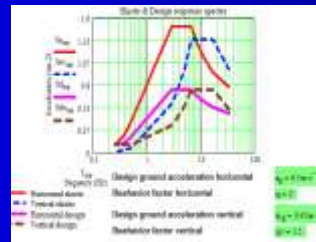
- Spektrá odozvy

- Lineárne elastické



Obr.2 Lineárne spektrum odozvy

- Normové elastické a návrhové (EC8)



- **Vietor** Test vo vetrovom tunely

- **Doprava**

- **Výbuch**



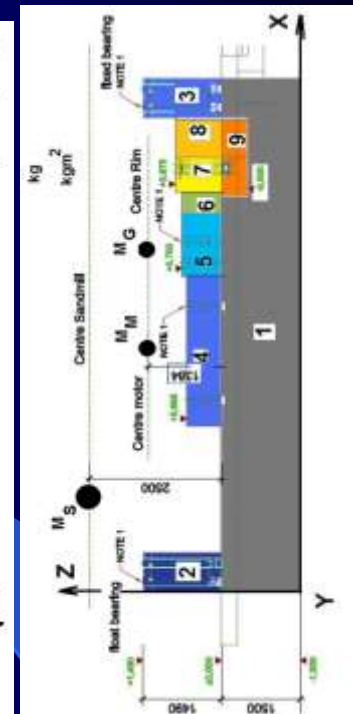
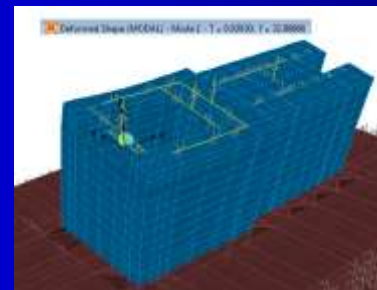
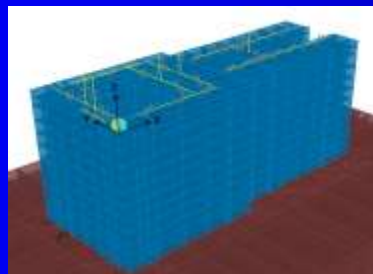
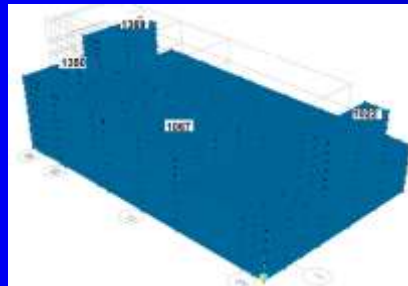
$$1.05V_{ref}^{1h} = V_{ref}^{10min} = 0.84V_{ref}^{1min} = 0.67V_{ref}^{3sec}$$

EC1 10min , ASCE 93 1min , ASCE 7 -95 3 sekundy

- ŽB základy pod strojné zariadenia

Blokové základy

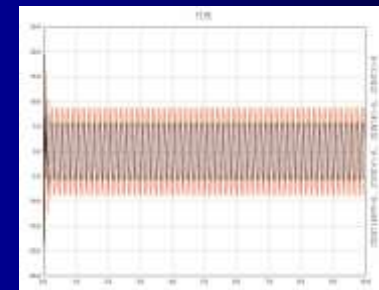
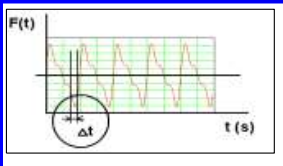
- Jedno hmotové sústavy
- Interakcia s podložím
- MKP modely s 3D prvkov



$$K_{zemb} = 4720.07 \frac{MN}{m}$$

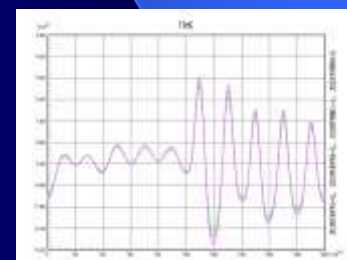
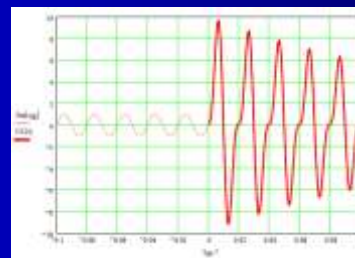
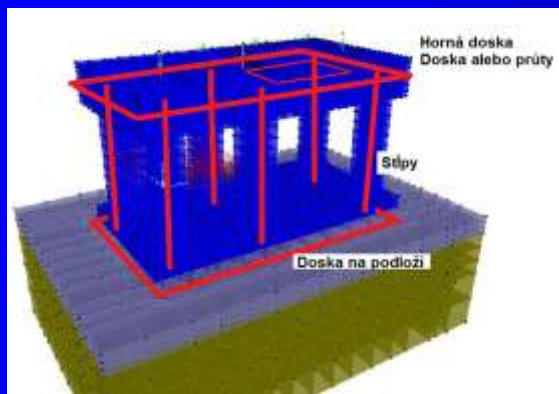
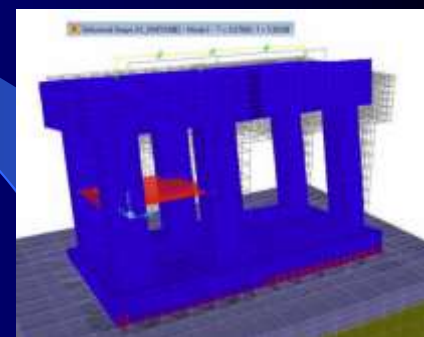
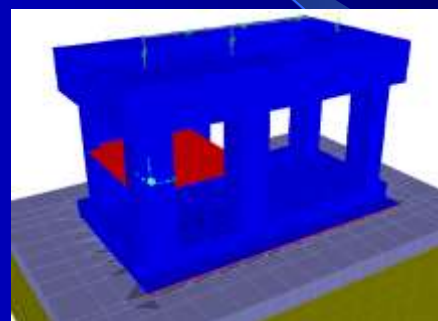
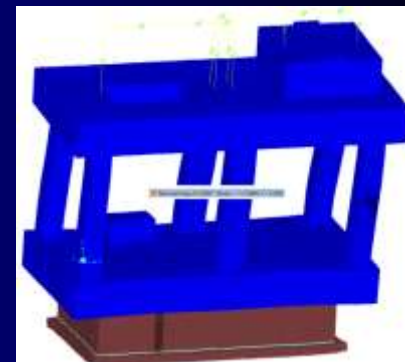
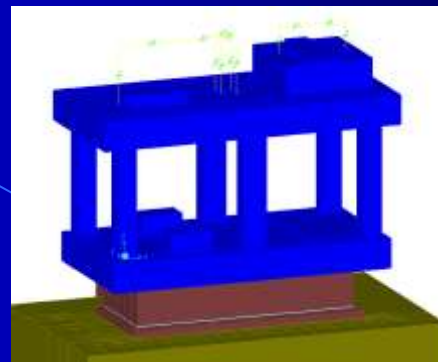
$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{zemb}}{mF_{Mst}}} \quad f_z = 18.697 \text{ Hz}$$

$$\beta_z = \frac{C_{zemb}}{2\sqrt{K_{zemb} mF_{Mst}}} \quad \beta_z = 0.868$$



● Rámové základy

- Masívne konštrukcie
- Model 3D prvkami
- Redukcia na 2D a 1D prvky
- Ovplyvnenie tuhostí zmenou dĺžky prútov – stĺpov
- Budenie
- Riešenie dlhodobých deformácií dotvarovania a zmrašťovania



Výpočtové modely ŽB konštrukcií zat'ažených dynamickým zat'ažením

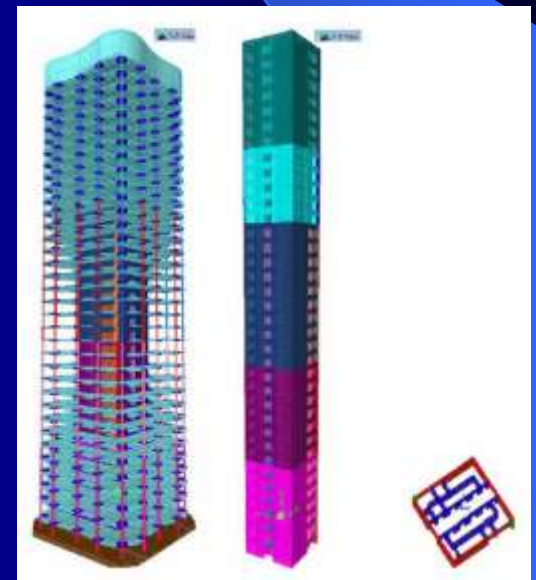
- Výpočtový model ako pri statickom zat'ažení + hmoty
 - Výpočtový model musí vystihovať nosné prvky podieľajúce sa na zabezpečení tuhosti (modelovanie podružných prvkov, napr. schodov, nespolupôsobiacich murív... , je nevhodné)
 - Riešenie odozvy na vynútené kmitanie rozvojom do vlastných tvarov kmitania je lineárne.
 - Tuhosti podložia sú závislé na rýchlosti šírenia šmykových vln V_s , poissonovom čísle ν (EC8 (3.1) hmotnosti zeminy a sú rozdielne od statickej tuhosti.
 - Vylúčenie lokálnych tvarov kmitania je vhodné riešiť vhodným rozdelením hmoty do uzlov, vhodným delením na konečné prvky a diafragmami.
 - Redukcia ohyb. tuhosti ŽB podľa EC8 čl.4.3.1 (7) = 0.5 tuhosti bez trhlín

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

$$G_s := \gamma_{\text{soil}} \cdot V_s^2$$
$$E_{\text{soil}} := 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G_s$$

Prútové a dosko - stenové konštrukcie

- Modelovanie hlavnej nosnej konštrukcie
 - Modelovanie interakcie s podložím
 - Globálny výpočet a výpočet časti konštrukcie – základov stropov vplyv celkového pretvorenia na pretvorenie stropov
 - Návrhové spektrum odozvy
 - Súčiniteľ správania q (duktility)
 - Redukcia ohyb. tuhosti ŽB podľa EC8 čl.4.3.1 (7) = 0.5 tuhosti bez trhlin
 - Priestorový výpočtový model 3D verus 2D
 - Súčet efektívnych modálnych hmotnosti > 90%
 - Dostatočný počet vlastných tvarov

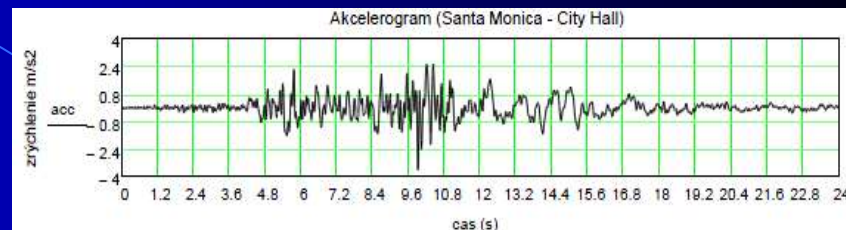


Odozva na budenie zrýchleniami – akcelerogramami

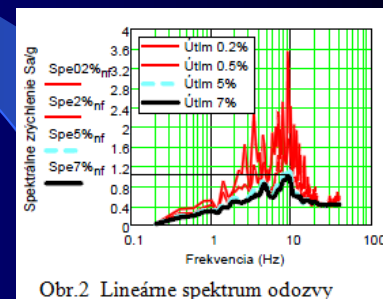
Podlažné spektrá odozvy

Akcelerogramy umelé prirodzené

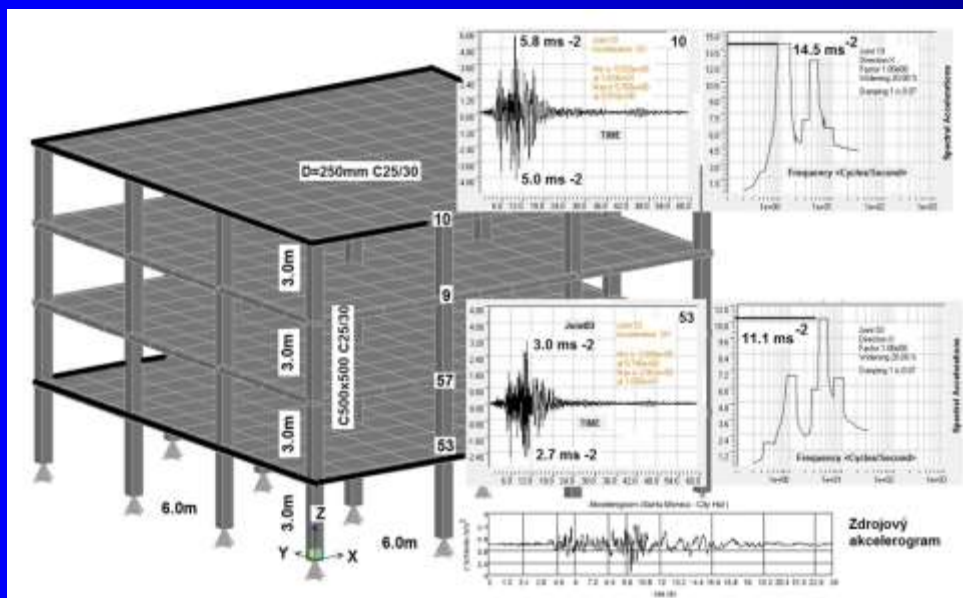
- Podlažné spektrá odozvy
- Zjednodušenie modelu
- Presnejší model konštrukcie
- Výpočtový model musí rešpektovať „tuhosti nad úrovňou podlažia“



3000 časových krokov 0.02sec celkové trvanie 60s

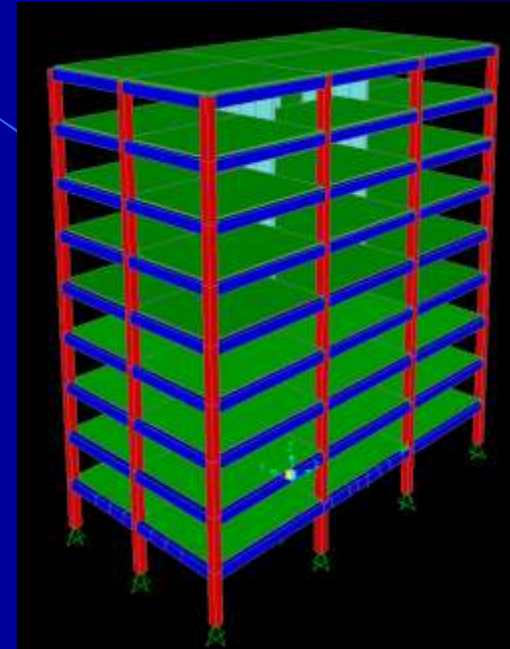
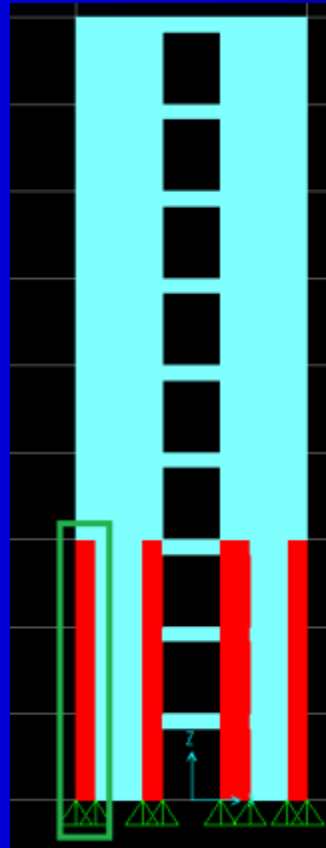
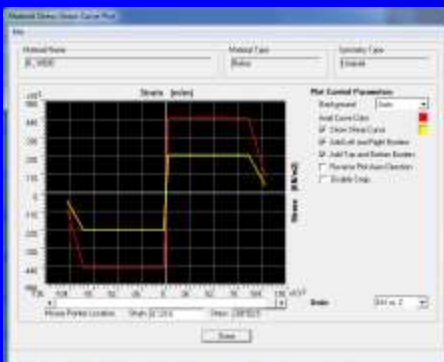
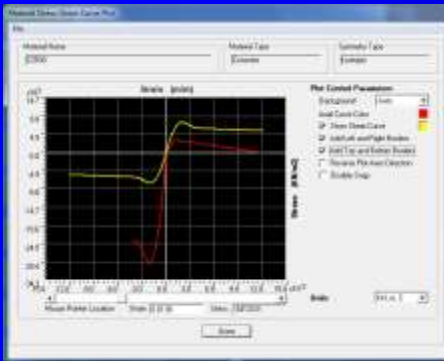


Obr.2 Lineárne spektrum odozvy



Nelineárny výpočtový model THA

- Viacvrstvé škrupinové prvky
- Fyzikálna nelinearita
- THA



Odborný inžiniersky posudok na zadnej strane poštovej obálky
je niekedy viac,
ako 10 000 strán počítačového výstupu

(neznámy autor)

Ďakujem za pozornosť