



BME, Hidak és Szerkezetek Tanszéke

Szél okozta hatások vizsgálata végeselem-programmal hidak merevítőtartóin

Hunyadi Mátyás

Tartalomjegyzék

- Kapcsolódás
- Szél spektrális jellemzése
- Szél-hisztogram generálás
- VEM modellezés
- Eredmények
- Összehasonlítás

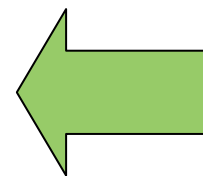
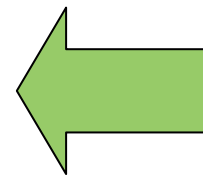


2010.07.20.



Szélhatások

- Kvázi-statikusan állapot
→ erőtenyező
- Dinamikai vizsgálat
→ átviteli függvény
- Aeroelasztikus hatások
(öngerjesztett erők)
→ derivatívumok



Nemlineáris
dinamika,
VEM



2010.07.20.



A szél struktúrája

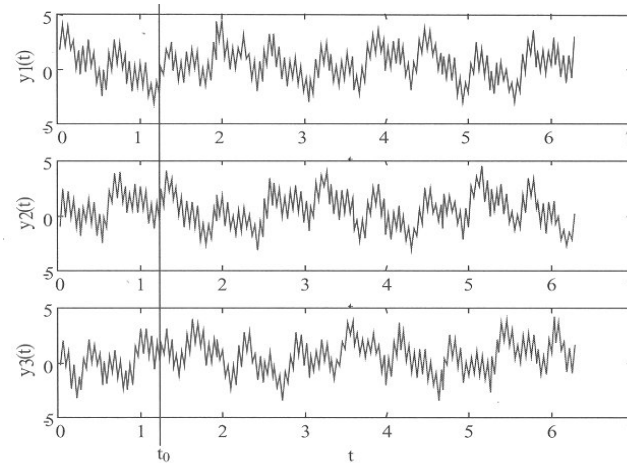
- Örvényes, turbulens struktúra

- $\bar{U} + u(t)$

- Lüktető rész: Gauss folyamat

- Torlónyomás
$$p = \frac{1}{2} \rho (\bar{U} + u(t))^2 \approx \frac{1}{2} \rho (\bar{U}^2 + 2\bar{U}u(t))$$

- Lineáris szélesebbég – torlónyomás kapcsolat



2010.07.20.

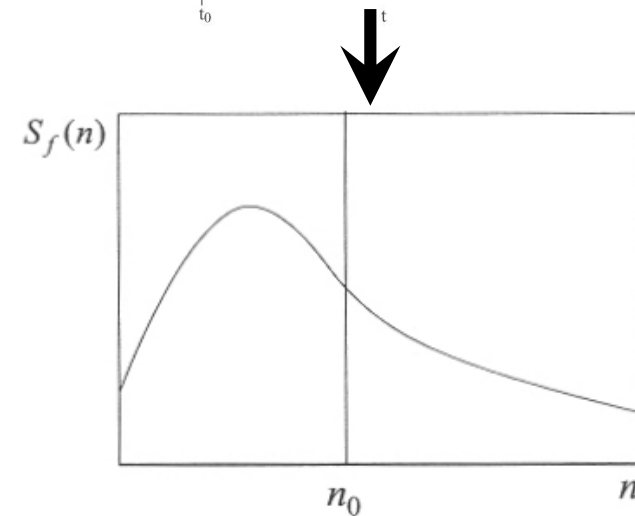
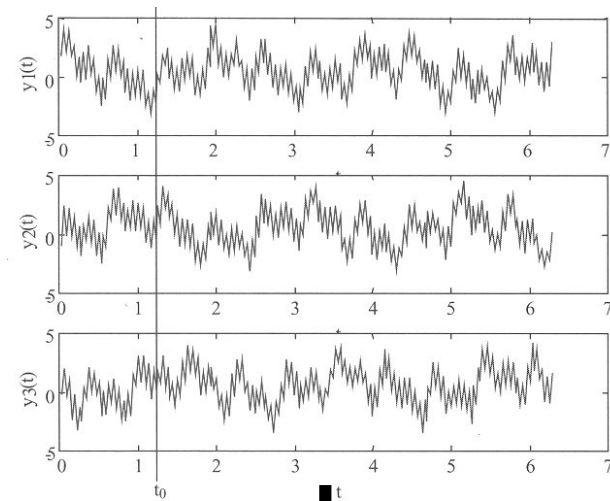


A szélöket

- Tehertörténet
- Frekvenciatérbeli analízis (Davenport 1967)
 - Szélörvények frekvenciája
 - Szerkezet sajátfrekvenciája
- Teljesítmény sűrűség függvény (TSF)

$$S_u(z, n) = \frac{6,8 f}{(1 + 10,2 f)^{5/3}}$$

$$f = \frac{n L(z)}{\bar{U}(z)}$$



2010.07.20.

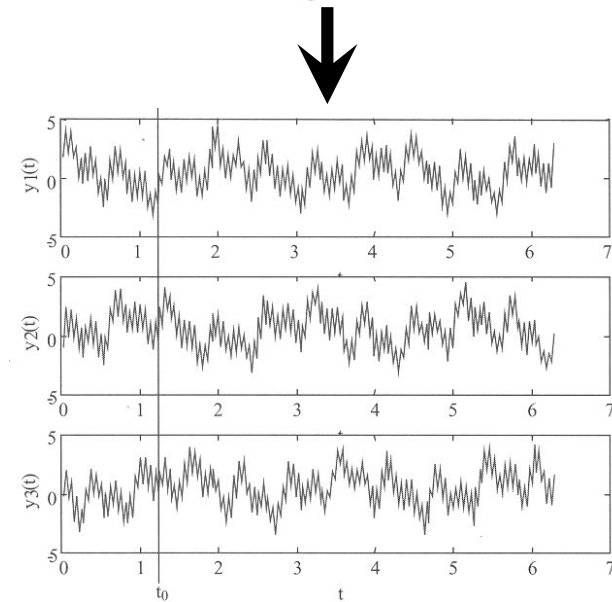
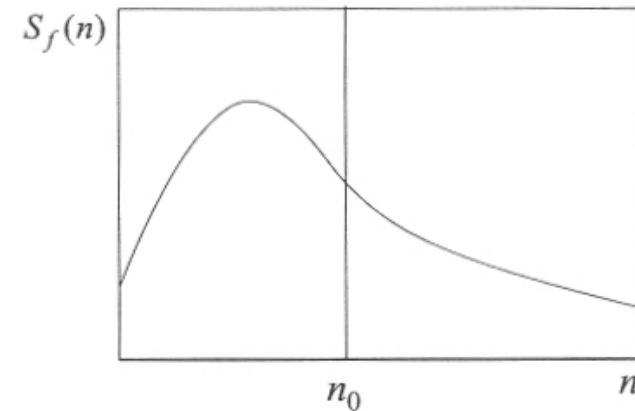


Szél generálása - tehertörténet

- TSF → tehertörténet generálása

$$u(t) = \sum_{k=1}^N \sqrt{2S_u(\omega_k)\Delta\omega} \cos(\omega_k t + \phi_k)$$

- Időlépcsős dinamikai vizsgálat
 - Generált tehertörténet
 - Nemlineáris dinamika
 - Többszöri futtatás az átlagoláshoz

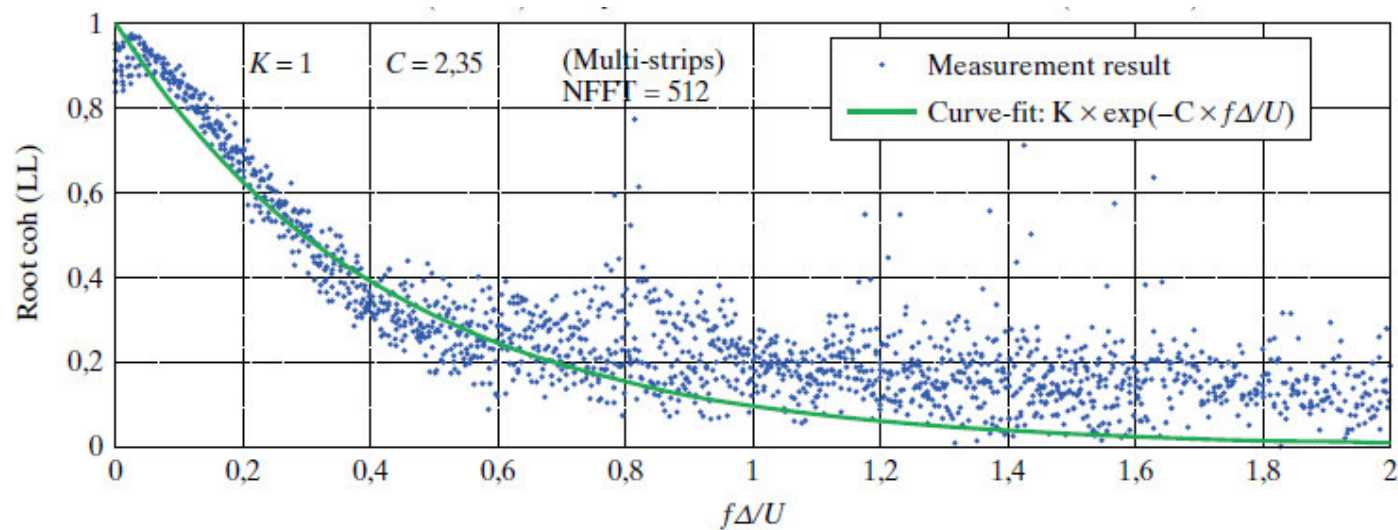


2010.07.20.



Koherencia

- Szerkezet térbeli kiterjedése → koherencia



- Kereszt teljesítmény sűrűség függvény



2010.07.20.

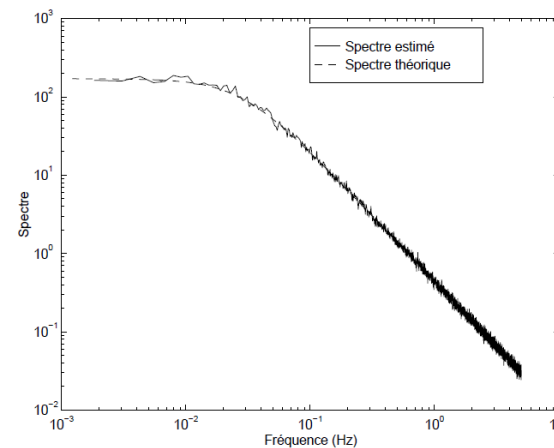
Széltörténet generálás szerkezetre

- VEM i . csomópontjára:

$$u_j(t) = \sum_{m=1}^j \sum_{k=1}^N |H_{jm}(\omega_k)| \sqrt{2\Delta\omega} \cos(\omega_k t + \Theta_{jm}(\omega_k) + \phi_{mk})$$

$$u_j(t) = \sum_{m=1}^j \sum_{k=1}^N |H_{jm}(\omega_k)| \sqrt{2\Delta\omega} e^{i(\Theta_{jm}(\omega_k) + \phi_{mk})} e^{i\omega_k t} \rightarrow \text{FFT alkalmazása}$$

- Tehertörténet TSF-e:



2010.07.20.



Kritériumok

- Levágási frekvencia $\omega_c = N \Delta\omega$

- Energia tartalom $\alpha \int_0^{\infty} S_u(\omega) d\omega = \int_0^{\omega_c} S_u(\omega) d\omega$

- Mintavételezés

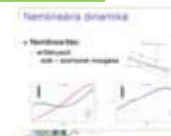
- tehertörténet miatt

- szerkezet miatt

$$\left. \begin{aligned} \Delta t &= \frac{T_0}{M} \\ \Delta t &\leq \frac{2\pi}{2\omega_c} \\ \Delta t &\leq \frac{T_{\min}}{10} \end{aligned} \right\} M \geq 2N$$

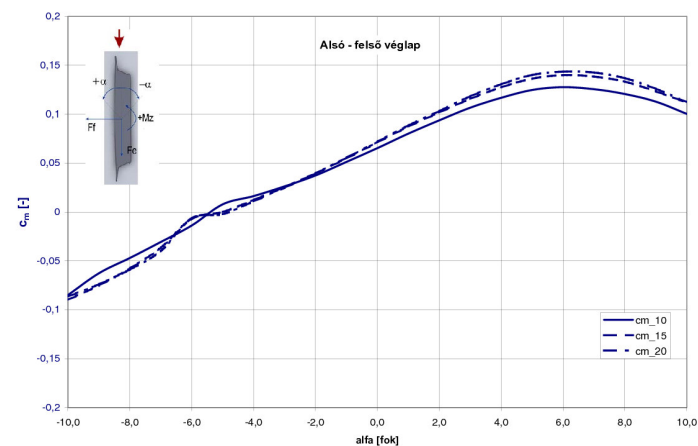
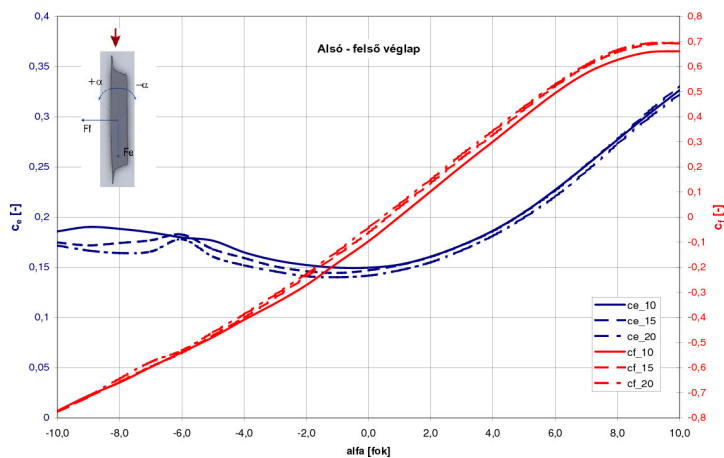
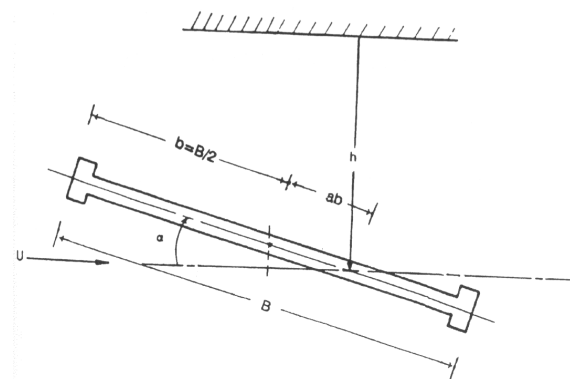


2010.07.20.



Nemlineáris dinamika

- Nemlinearitás:
 - erősítő:
szél – szerkezet mozgása



2010.07.20.



Nemlineáris dinamika

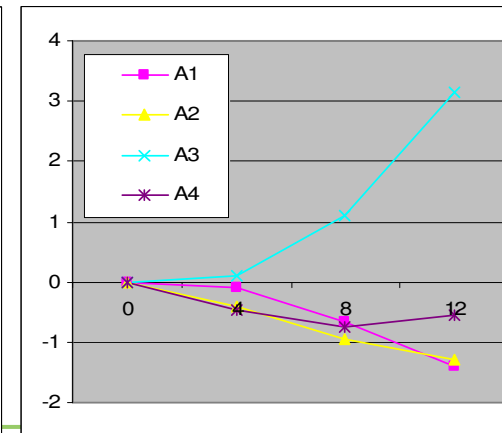
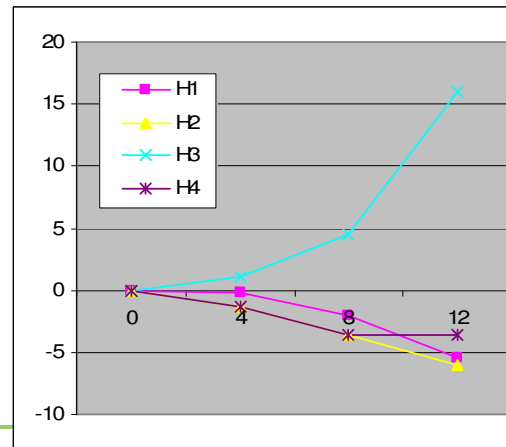
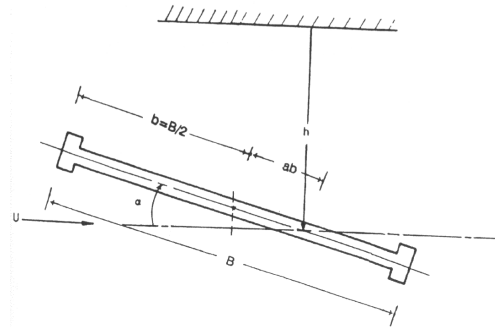
Belebegés

$$m\ddot{h} + c_h\dot{h} + k_h h = L_h$$

$$S\ddot{\alpha} + c_\alpha\dot{\alpha} + k_\alpha\alpha = M_\alpha$$

$$L_h = \frac{1}{2}\rho U^2 B \left(KH_1^*(K)\frac{\dot{h}}{U} + KH_2^*(K)\frac{B\dot{\alpha}}{U} + K^2 H_3^*(K)\alpha + K^2 H_4^*\frac{h}{B} \right)$$

$$M_\alpha = \frac{1}{2}\rho U^2 B^2 \left(KA_1^*(K)\frac{\dot{h}}{U} + KA_2^*(K)\frac{B\dot{\alpha}}{U} + K^2 A_3^*(K)\alpha + K^2 A_4^*\frac{h}{B} \right)$$

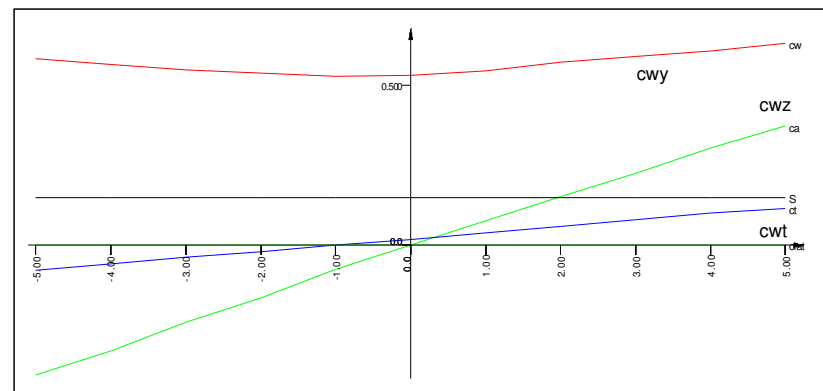
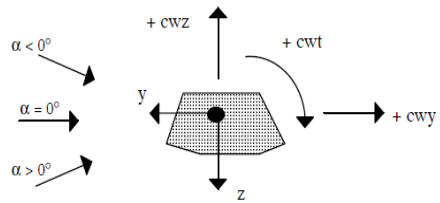
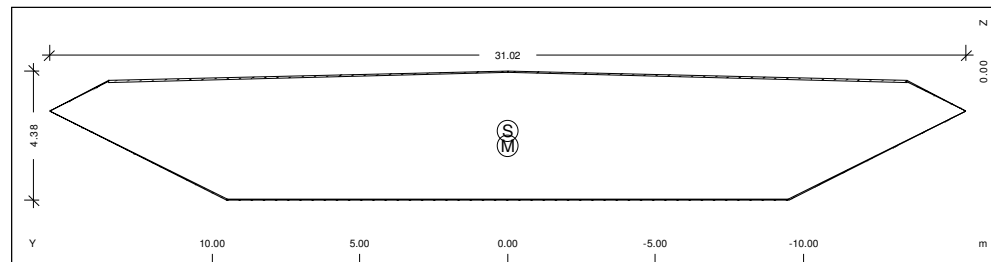


2010.07.20.



Alkalmazás

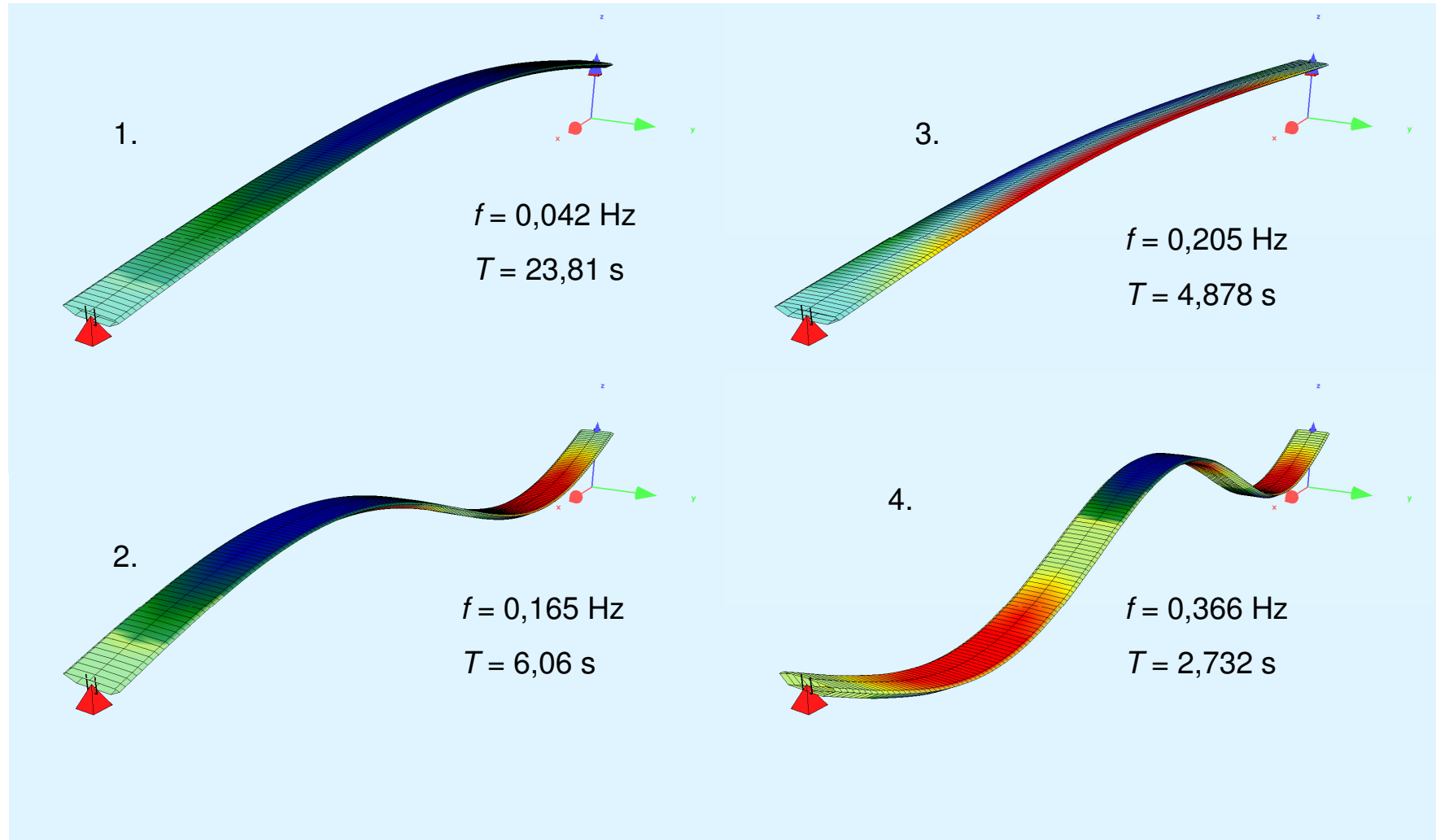
- kéttámaszú
- $L=600\text{m}$



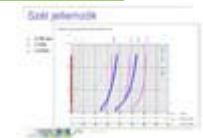
2010.07.20.



Sajátfrekvenciák

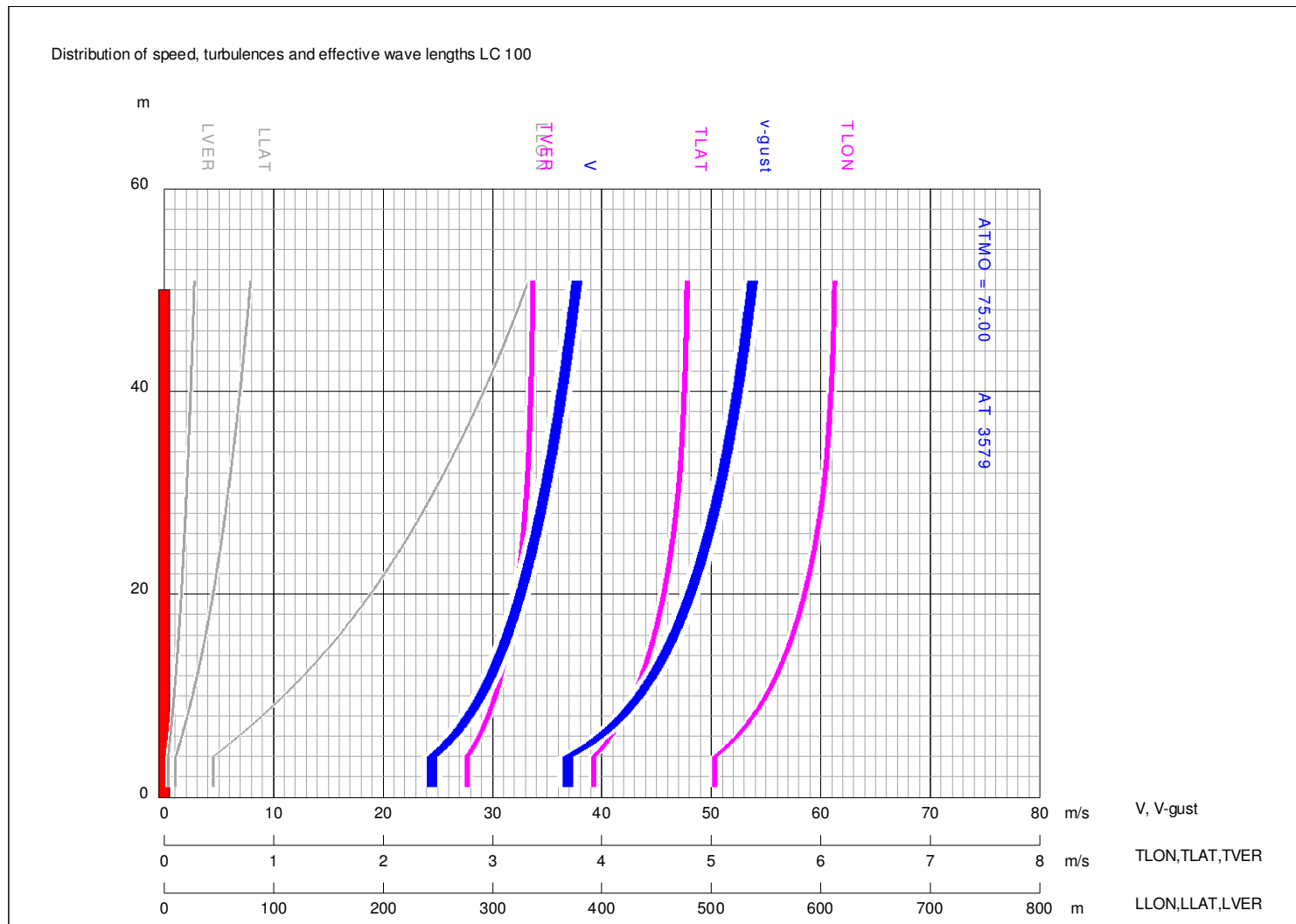


2010.07.20.



Szél jellemzők

- $U=35$ m/s
- $I=16\%$
- $L=320$ m

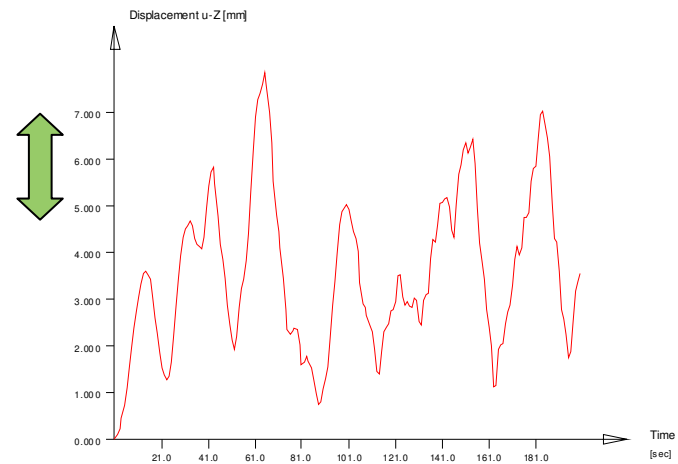
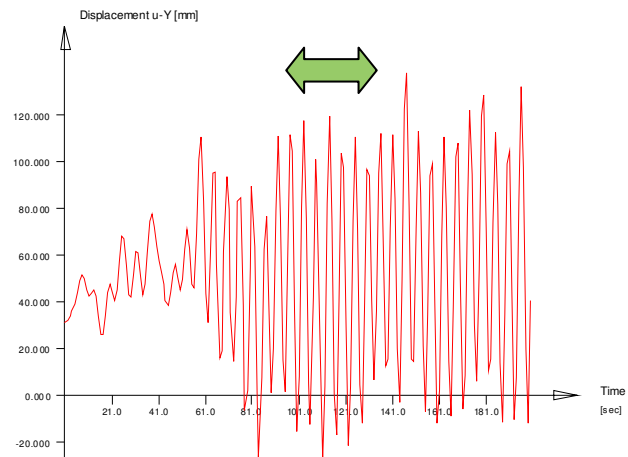
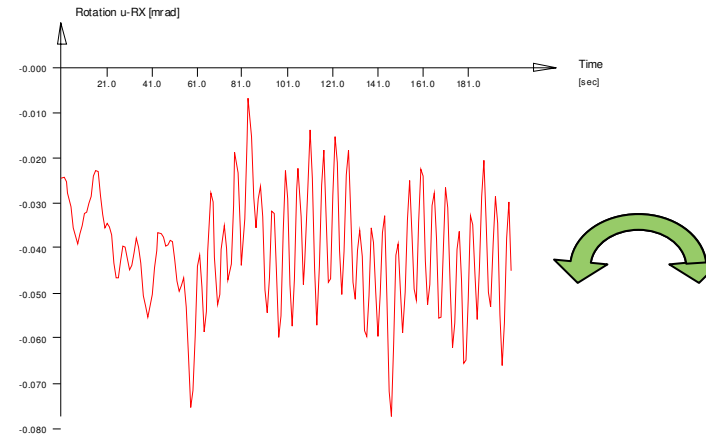


2010.07.20.



Eredmények

- $T=200$ s
- $\Delta T=1$ s

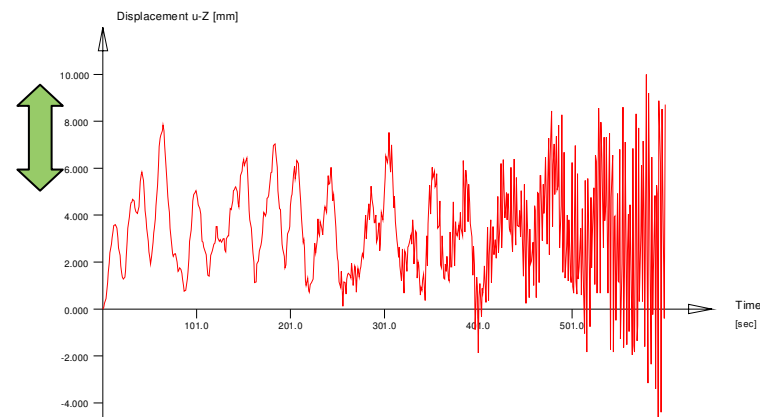
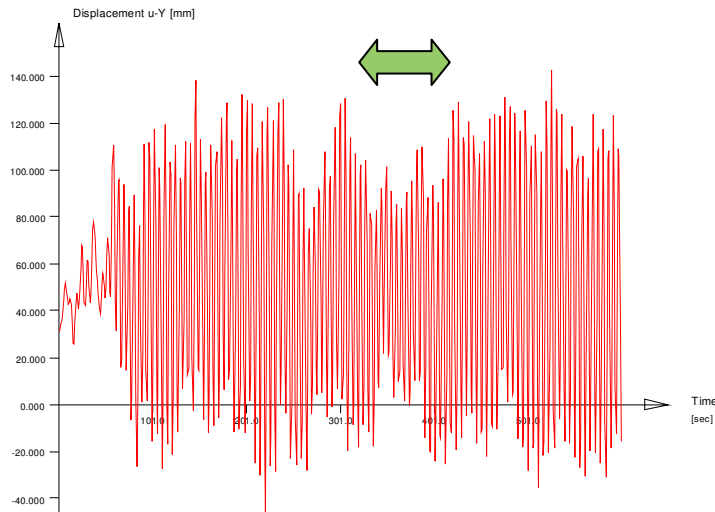
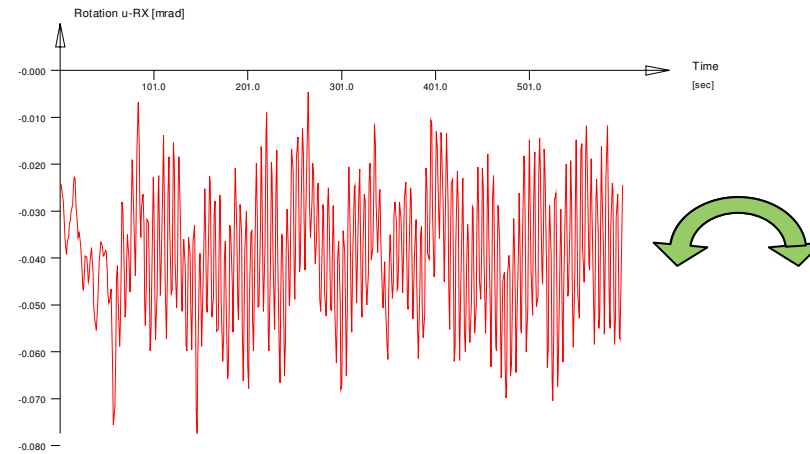


2010.07.20.

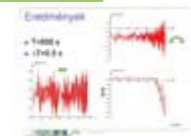


Eredmények

- $T=600$ s
- $\Delta T=1$ s

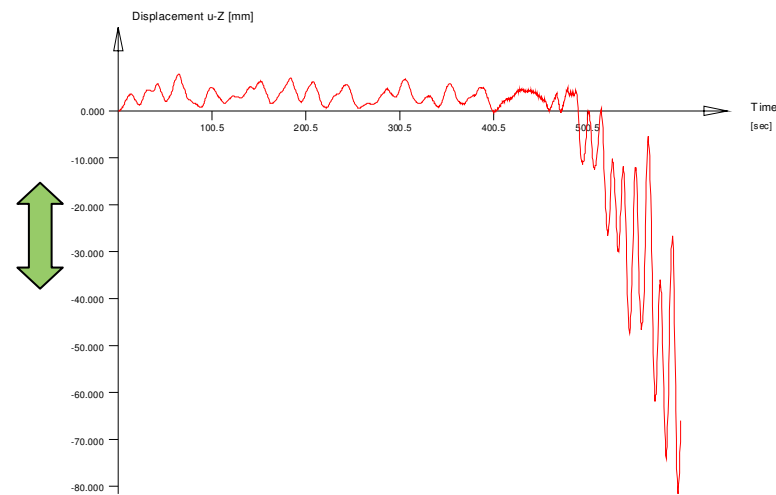
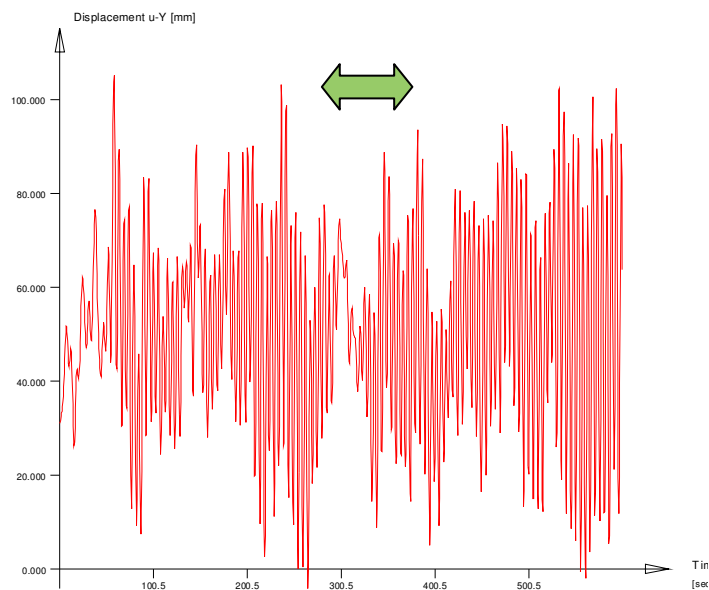
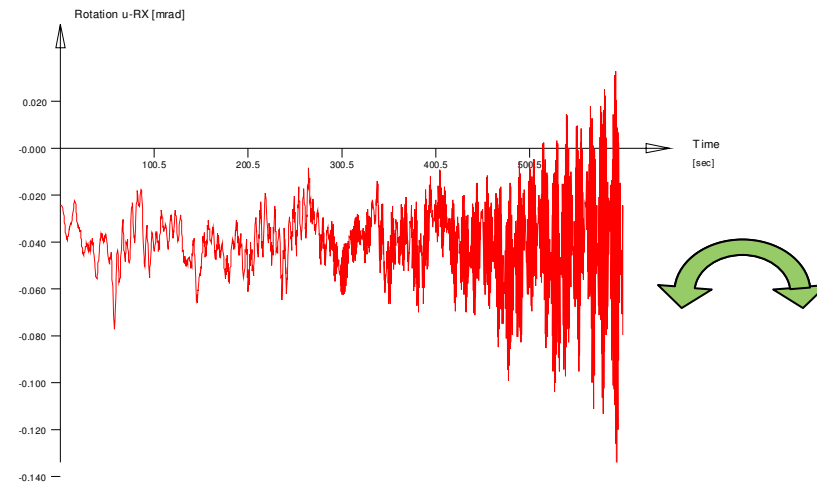


2010.07.20.



Eredmények

- $T=600$ s
- $\Delta T=0,5$ s



+video

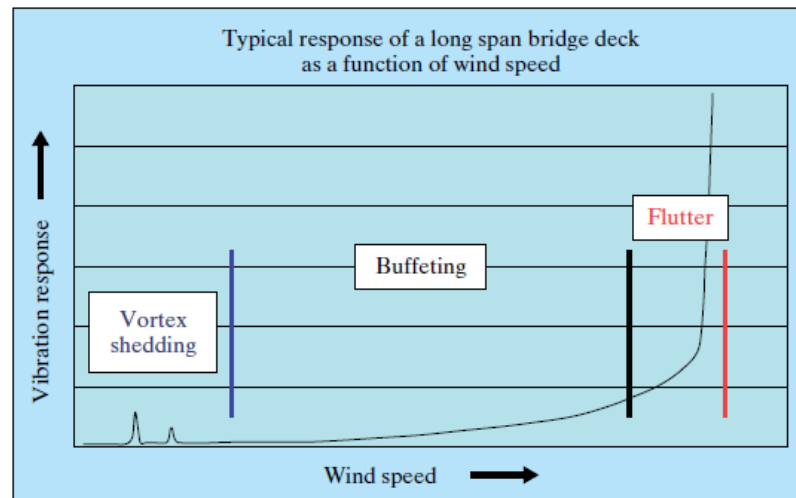


2010.07.20.



Szélesség függvényében

■ Szélesség változtatása



2010.07.20.

Időtérbeli dinamika

■ Előnyök

- Nemlineáris szél-szerkezet kapcsolat(ok) követése
- Egyidejű igénybevételek

■ Hátrányok, nehézségek

- Sok időigényes futtatás
- Belebégés meghatározása



2010.07.20.

Célok

- Tehertörténet „hatékonyabb” előállítás (POD)
- Belebegés követése
- A nagy elmozdulások eredetének meghatározása



Köszönöm a figyelmet!



2010.07.20.