

25. lektion

Torsdag, den 20.11.2007, kl. 12:30 – 16:15

Introduktion til eksamensopgave E4

kl. 12:30 – 12:55.

Hold 1: Auditorium 1. Hold 2: A314.

Mål og indhold:

I dagens løb arbejder vi med den sidste eksamensopgave som vil indgå i det mundtlige eksamen i januar 2008. Denne gang handler det om svingninger som et bygningsværk udsættes for som følge af en engangs eller en periodisk kraftpåvirkning. Det kan her dreje sig om et højhus der svajer i vinden eller under et jordskred. Det kan også dreje sig om en bro (gangbro) som belastes udefra (af blæsten) eller af normal trafik fra kørende eller gående.

I første approksimation reagerer en bygning på en impuls som en fjeder. Den svinger (periodisk) med en karakteristisk frekvens. Hvis den kraft som påvirker bygningen selv er periodisk med samme (eller dobbelte eller lignende) frekvens, så risikerer man resonansfænomener: Svingningen bliver forstærket, og i værste fald er bygningens stabilitet i fare. Det skete for eksempel kort tid efter at The Millenium Bridge over Themsen i London blev indviet. Broen kom i "selvsving" og flere passerende fik det dårligt (the "Wobbly Bridge"). Man måtte lukke broen og erstatte de flydende dæmpere (som moderne broer som oftest er udstyret med) med nye efter bedre beregninger og til 5 millioner £. Også for mindre broer eller gulvkonstruktioner

gælder det om at indbygge dæmpende foranstaltninger som reagerer således at folks normale gangfrekvens ikke forplanter sig i konstruktionen (tune fluid/mass dampers).

I opgaven belyses den matematiske baggrund (i form af løsninger til differentialligninger) for svingninger og for resonans. Løsningerne til den inhomogene differentialligning har en helt anden opførsel end løsningerne til den tilsvarende homogene ligning i det lange løb!

Litteratur:

- Artikler**
- S. Zivanovic, A. Pavic, P. Reynolds, *Vibration serviceability of footbridges under human-induced excitation: a literature review*, Journal of Sound and Vibration **279**(2005), 1 – 74.
 - Th.M. Murray, *Floor Vibrations: Tips for Designers of Office Buildings*, Structure (2000), 26 – 30.

Wikipedia

- Millenium Bridge
- Resonans

You tube Tacoma Bridge

Java applet Forced Oscillations (Resonance)

Arbejde med eksamensopgaverne i grupperne:

kl. 13:00 – 15:40 i grupperummene.

Spørg lærer eller hjælpelærer til råds. Tag

noter som grundlag for en disposition til eksamen. $4 C = \frac{1}{10}$.

Facit til udvalgte dele:

1, $b = 6$ Fundamentalløsninger:
 $e^{-3t} \cos 4t, e^{-3t} \sin 4t$.

1, $b = 0$ Fundamentalløsninger:
 $\cos 5t, \sin 5t$.

2 partikulær løsning $\frac{1}{9} \cos 4t$.

3 $\frac{1}{9}(\cos 4t - \cos 5t) + \frac{1}{5} \sin 5t$.

Afrunding. Spørgsmål. Vink.

kl. 15:45 – 16:15.

Hold 1: Auditorium 1. Hold 2: A314.

Opfølgning:

Kurset Matematisk regne-og fremlæggelsesteknik 1 (MR1).

2.1-4.1.2008.

God Jul!

Og de bedste ønsker for 2008!

Nikolaj Hess-Nielsen

Martin Raussen