1 Geovidenskab

Undersøgelse af jordskælvs påvirkning af højhuse. Opgave 2.1 anvender et færdigt program til at undersøge resonansfrekvenserne i et højhus, der påvirkes af et jordskælv.

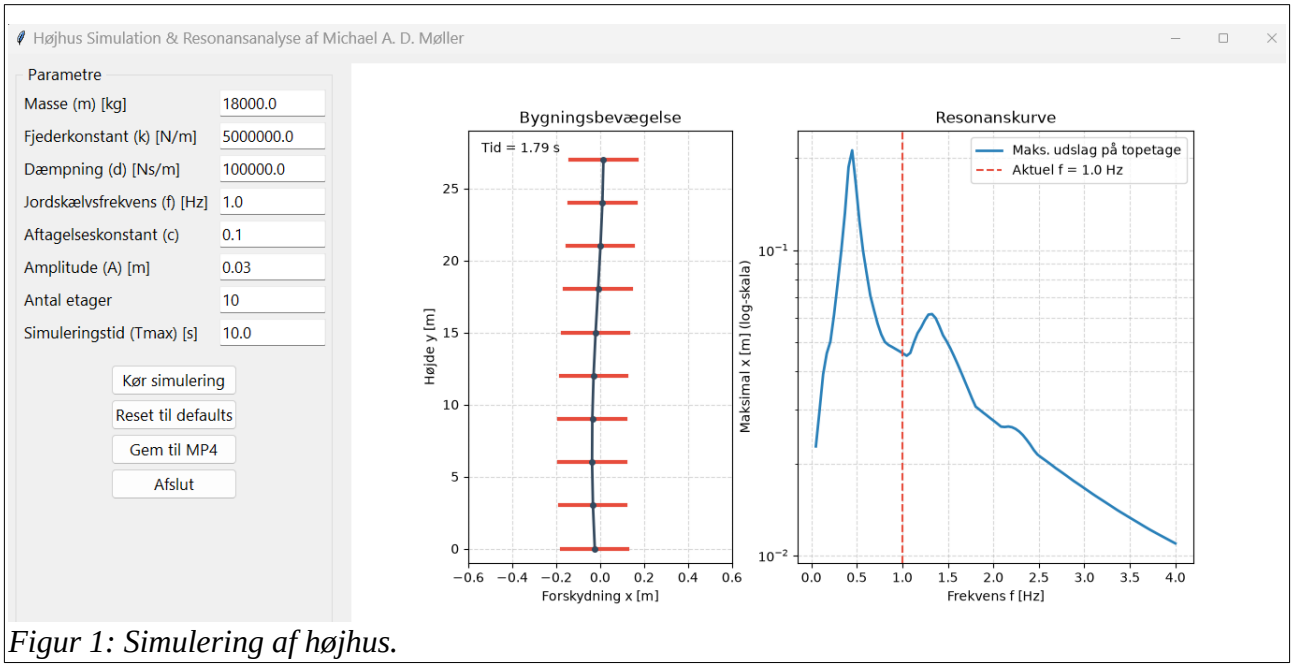
2 Programmet Højhus.py

Programmet antager, at en bygningsetage er lavet af en serie vandrette dæk, med massen, *m*, separeret med 3 meters mellemrum. Første dæk ligger på jordoverfladen. Den bærende konstruktion opfører sig sig et fjederblad (Hookes lov), der kun kan svinge fra side til side. Fjederkonstanten beskriver hvor stiv bygningen er. Der er indsæt en hastighedsafhængig dæmpning *d* som dæmper svingningerne.

Jordskælvet er modelleret som en eksponentielt dæmpet sinusfunktion med amplitude *A*, frekvens *f* og dæmpningsfaktor *c*.

Brugerfladen ser ud som vist i figur 1. Til venstre er der indsat nogle standardværdier, i midten kan man se bevægelsen af en etageblok og til højre kan man se en graf over øverste etages udsving som funktion af jordskælvsfrekvensen. Som man ser på grafen er der flere resonanssvingninger for bygningen, som opfører sig som et halvåbent resonansrør. Det kan brugeren tjekke ved at aflæse resonansfrekvenserne og så anvende formlen $f_n = (2 \cdot n - 1) \cdot f_1$.

Når man gemmer som MP4-fil skal man vente et stykke tid før filmen er lavet.
NB: *ffmpeg* skal være installeret på computeren. (https://ffmpeg.org/download.html)



Figur 1: Simulering af højhus.

2.1 Bygningskollaps

Benyt programmet *Højhus.py* eller *Højhus.exe* til at svare på nedenstående spørgsmål.

a) Vælg standardindstillingerne. Kør simuleringen og betragt bevægelsen af huset. Aflæs på grafen det maksimale udsving på øverste etage ved jordskælvsfrekvensen 1,0 Hz.
b) Aflæs den stærkeste resonansfrekvens og indtast den som startparameter. Kør simuleringen igen og betragt bevægelsen. Aflæs største udsving for øverste etage.

Et betonhus får kritiske skader (nærkollaps), hvis det maksimale vandrette udsving er på ca. 3 % af bygningens højde. Hvis udsvinget bliver ca. 5 % af bygningens højde kollapser bygningen.

c) Hvor stor skal jordskælvets amplitude være, hvis bygningen skal hhv. få kritiske skader og kollaps ved 1. resonansfrekvens?
d) Hvad gælder hvis bygningen er på 20 plan?

En rigtig jordskælvsbølge kan ikke beskrives ved en enkelt dæmpet sinusfunktion. Der skal mange flere til at lave en fornuftig beskrivelse. Dette skal man tage højde for, hvis man vil jordskælvssikre en rigtig bygning.

Hvis man vil analysere jordskælvsbølger, kan man ved hjælp af fourier-analyse skille frekvenserne ad i et seismogram. Det kunne muligvis blive et interessant SRP-projekt i matematik A og Geovidenskab A.