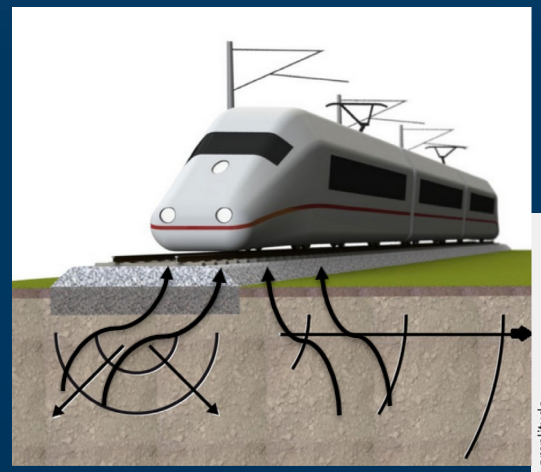
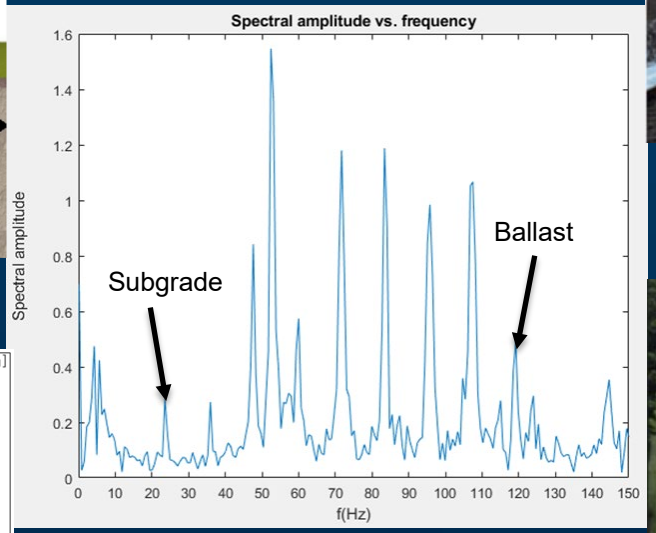
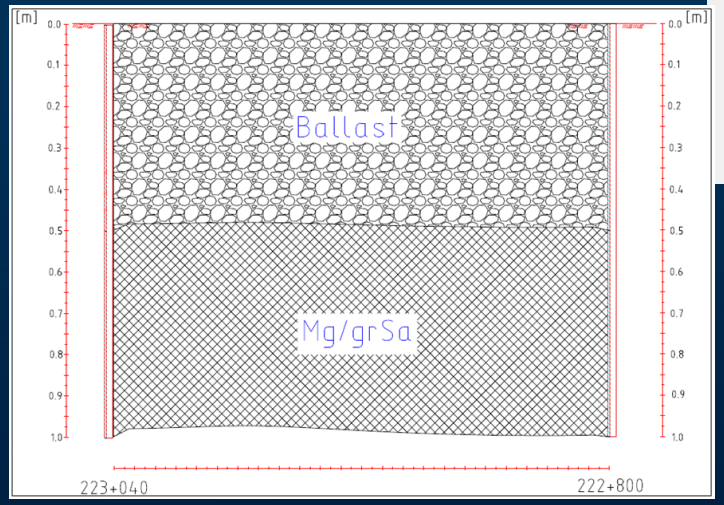
UTVÄRDERING AV MARKENS EGENSKAPER GENOM TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR











Jonas Majala
2021

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

AGENDA

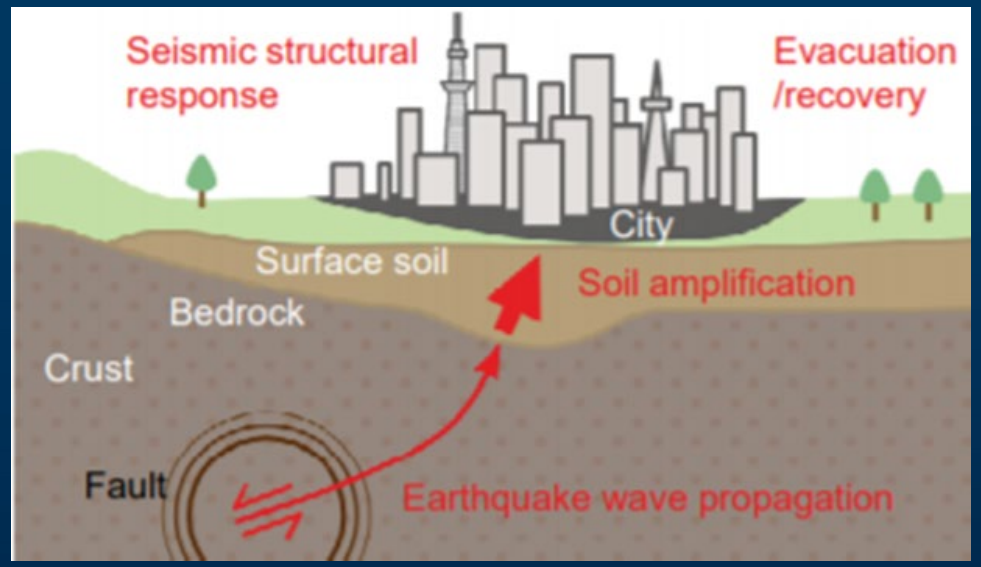
- INTRODUKTION & BAKGRUND
- PRÖVADE METODER FÖR TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR
- RESULTAT FRÅN FALLSTUDIE
- FORTSATT ARBETE



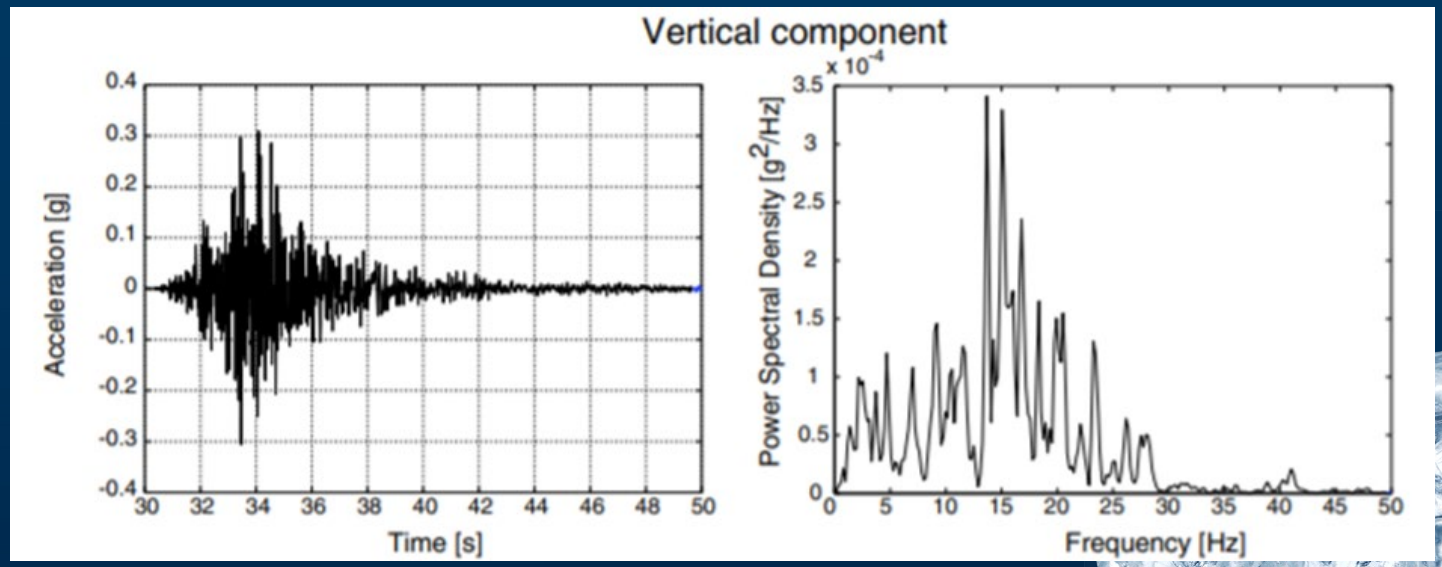
LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

INTRODUKTION & BAKGRUND

- VAD VET MAN INOM JORDBÄVNINGSINGENJÖRSVETENSKAPEN?



(Ichimura, 2015)

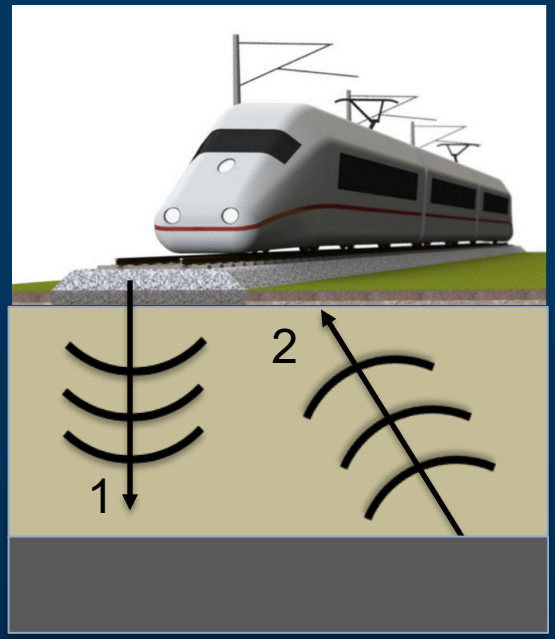


(Lombardi, 2014)

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

INTRODUKTION & BAKGRUND

- HUR GENOMFÖRS SPÅRLÄGESMÄTNINGAR?



(Innorail, 2018)

Mättåg för spårlägesmätning

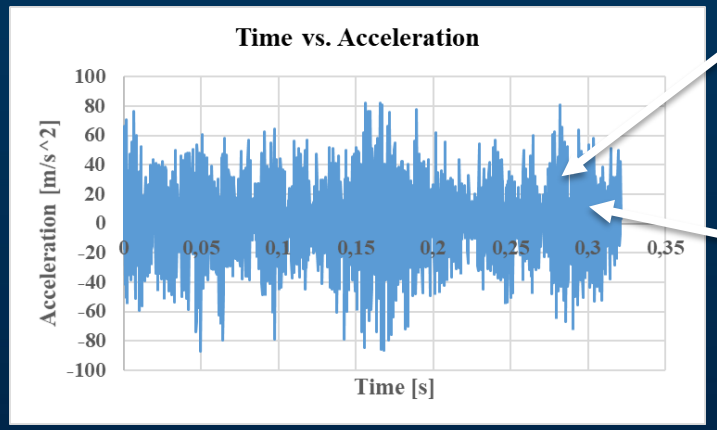


(Trafikverket, 2018)

Accelerometer



(Angehrn, 2015)





(Trafikverket, 2021)

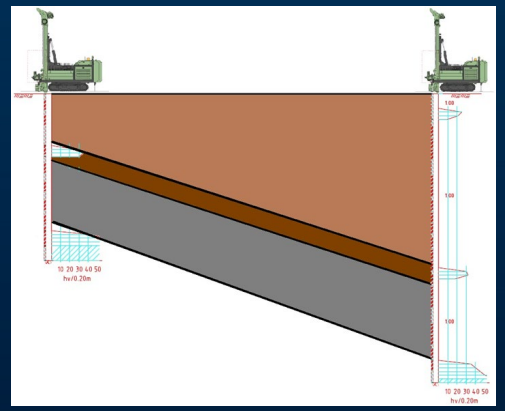
INTRODUKTION & BAKGRUND

- GEOTEKNISKA & GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGSMETODER

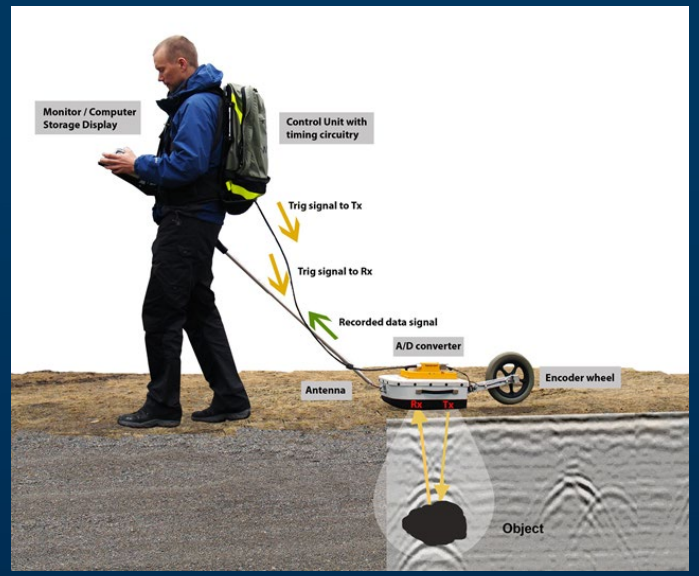
Geoteknisk fältundersökning



(gconsult.se)

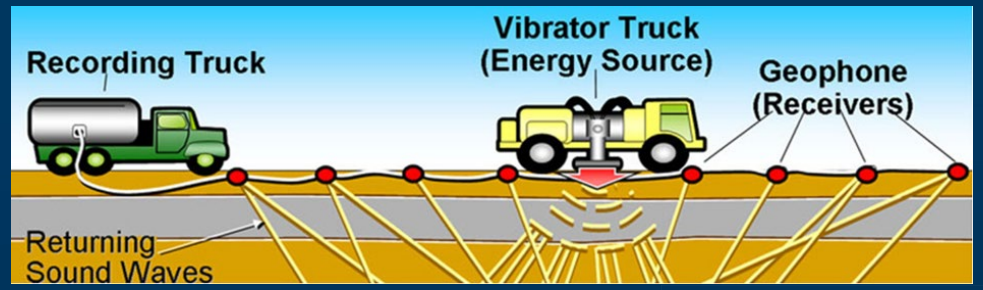


Georadarundersökning



(geo-analysis.com)

Seismisk refraktionsmätning



(geosearches.com)

Resistivitetsmätning



(geomative.com)

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

INTRODUKTION & BAKGRUND

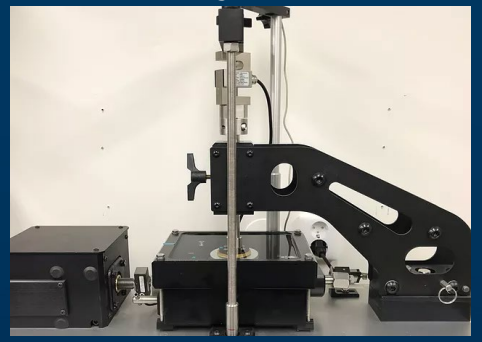
- GEOTEKNISKA & GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGSMETODER

Fallkonapparat



(geonor.com)

Direkt skjuvapparat



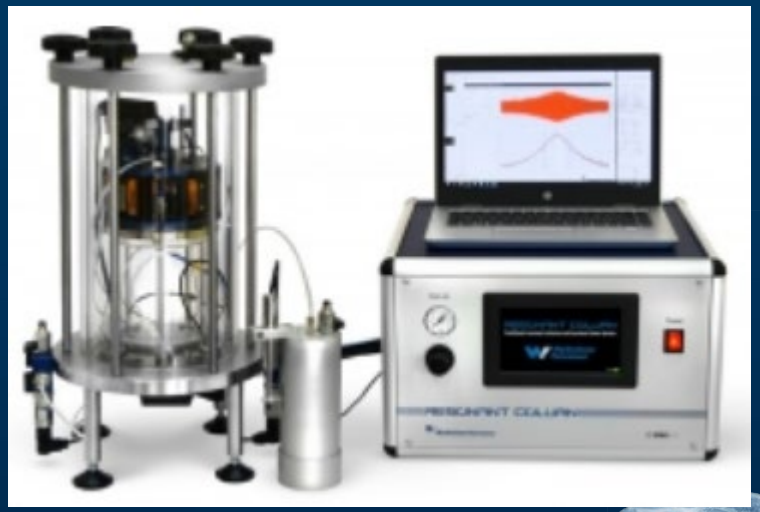
(labmind.se)

Dynamisk triaxilapparat



(wille-geotechnik.com)

Resonant column apparat

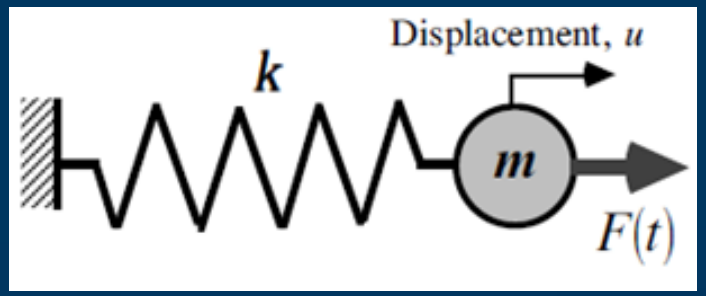


(controls-group.com)

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

INTRODUKTION & BAKGRUND

- GRUNDLÄGGANDE TEORI FÖR GEODYNAMIK



(Towhata, 2008)

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

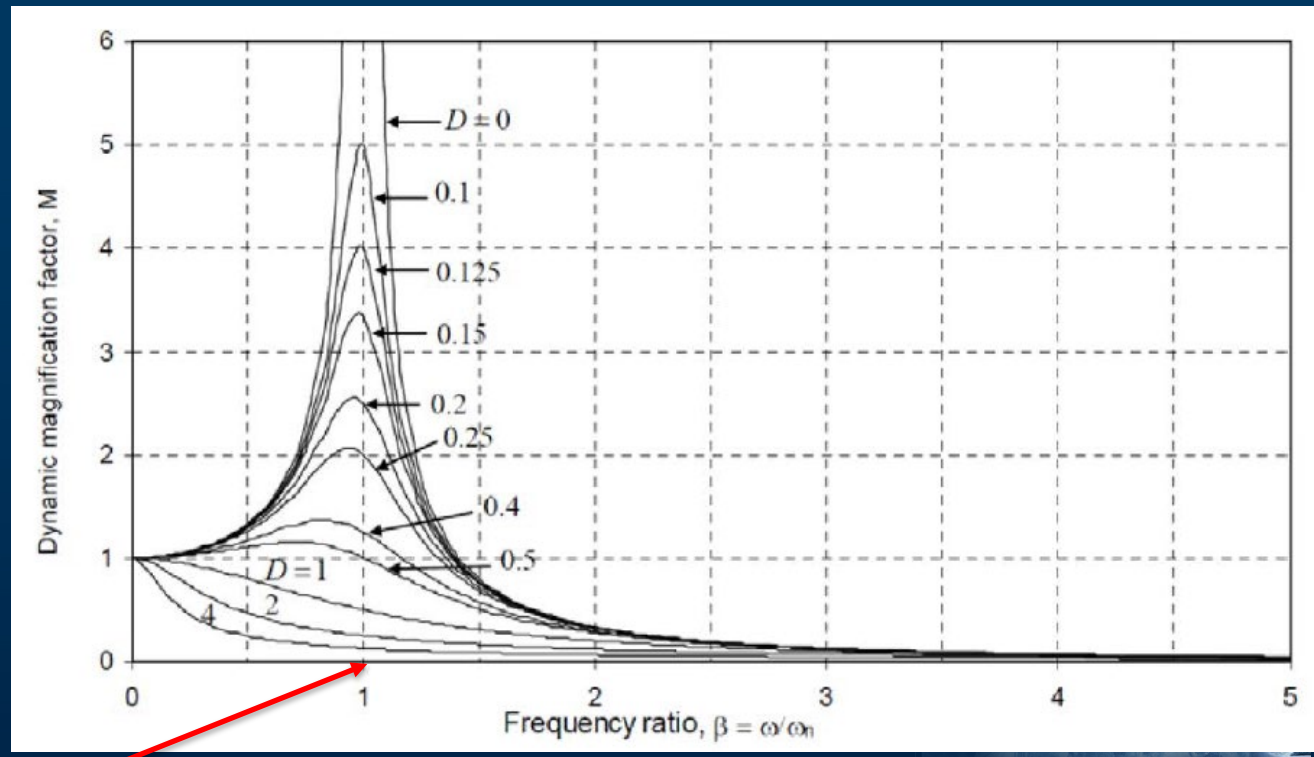
$$f = \frac{\omega_n}{2\pi}$$

$$f = \frac{v_s}{4H} = \frac{\sqrt{G/\rho}}{4H}$$

f = Natural frequency [Hz]
V_s = Shear wave velocity [m/s]
H = Layer thickness [m]
G = Shear modulus [kN/m^2]
ρ = Density [kg/m^3]



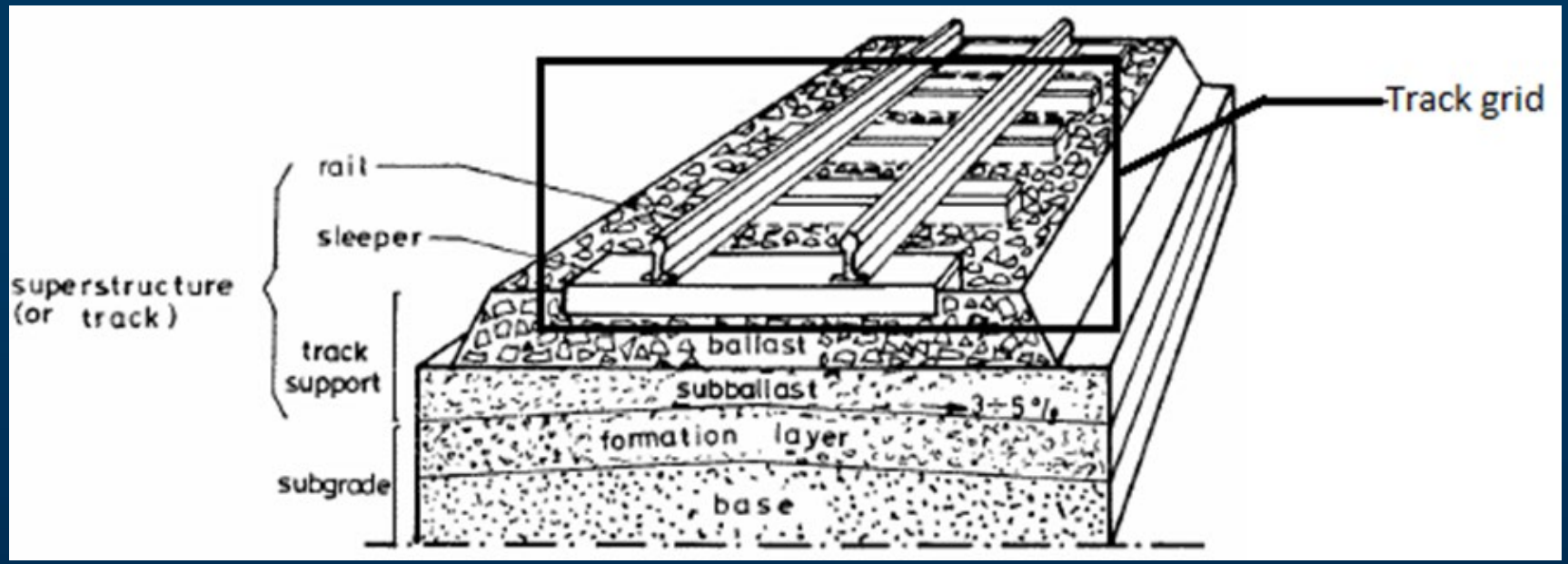
$$\beta = \frac{\omega}{\omega_n}$$



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

INTRODUKTION & BAKGRUND

- JÄRNVÄGSBANKENS BESTÅNDSDELAR OCH DERAS EGENFREKVENSER

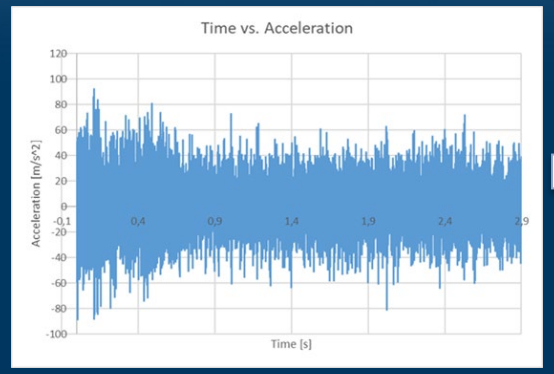


(Profillidis, 2007)

VÄRDEN PÅ BESTÅNDSDELARNAS EGENFREKVENSER	
SLIPER	4-5 Hz
SLIPER+RÄLSYSTEM	60-90 Hz
UNDERBALLAST+BALLAST+SLIPER+RÄLSYSTEM	44-49Hz

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

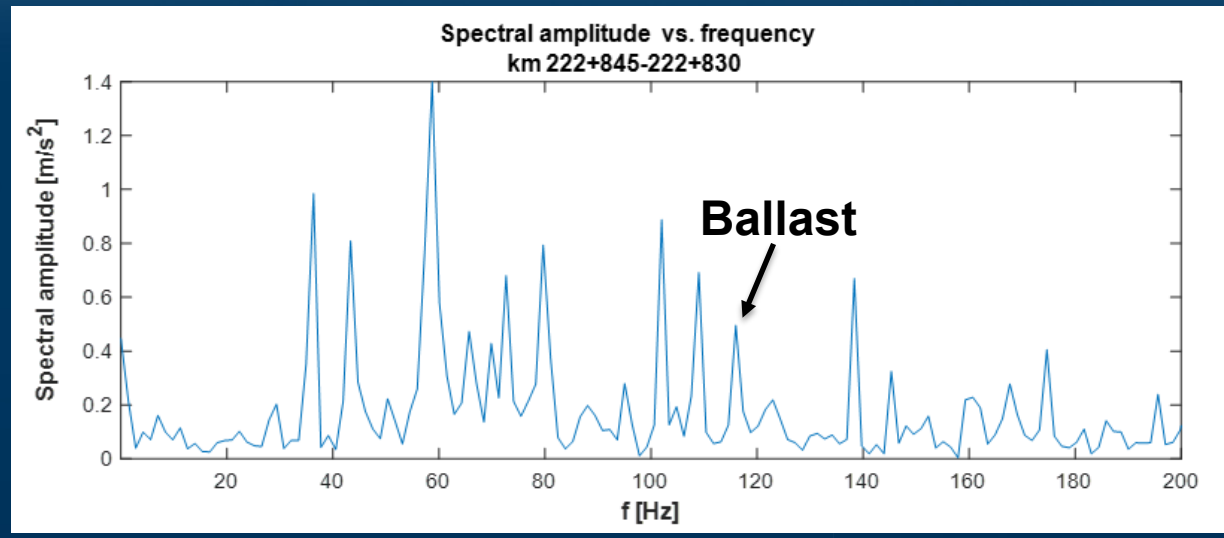
PRÖVADE METODER FÖR TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR

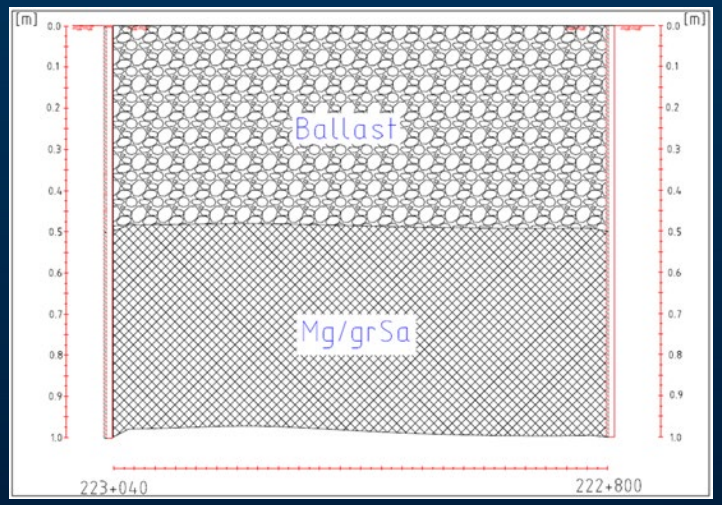


VIBRATIONSDATA UPPMÄTT I ACCELERATIONER [m/s^2]

FAST FOURIER TRANSFORMATION (FFT)



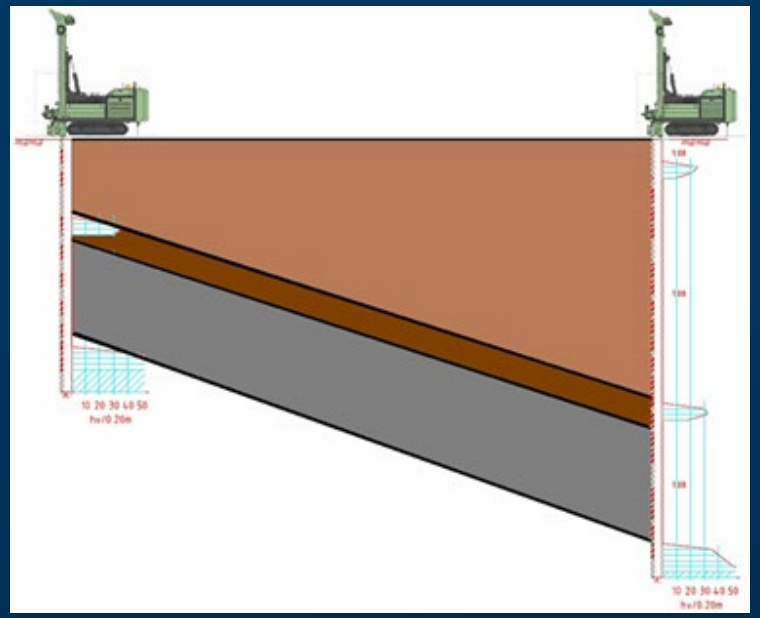


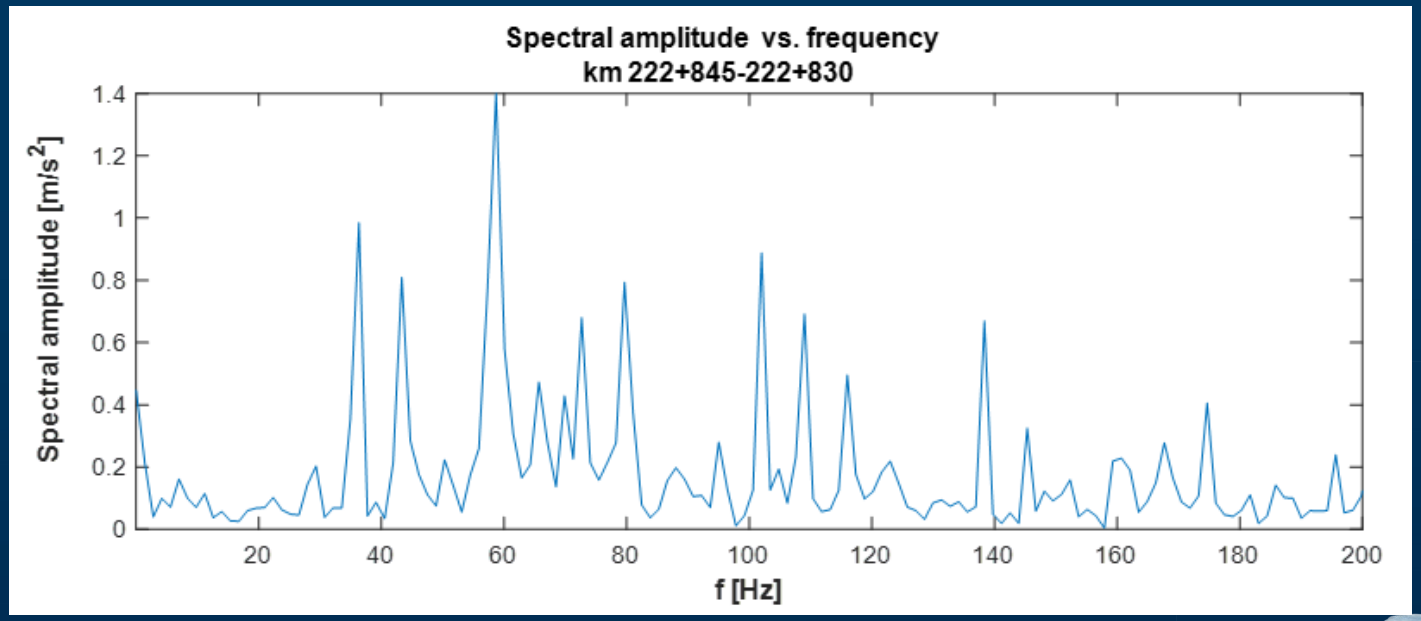


$$f = \frac{v_s}{4H} = \frac{\sqrt{G/\rho}}{4H}$$

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

PRÖVADE METODER FÖR TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR

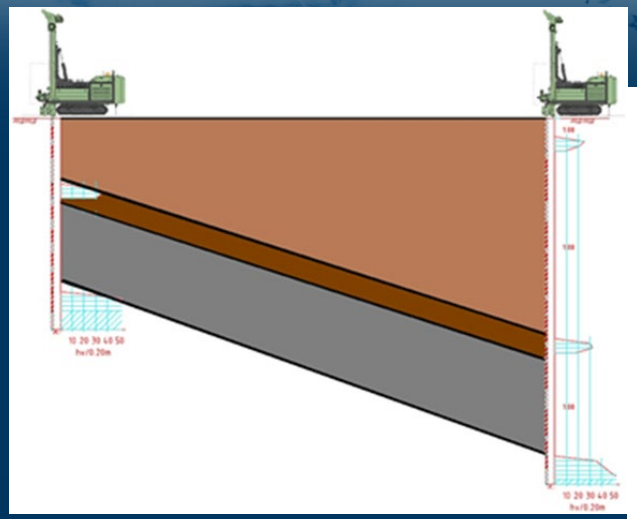


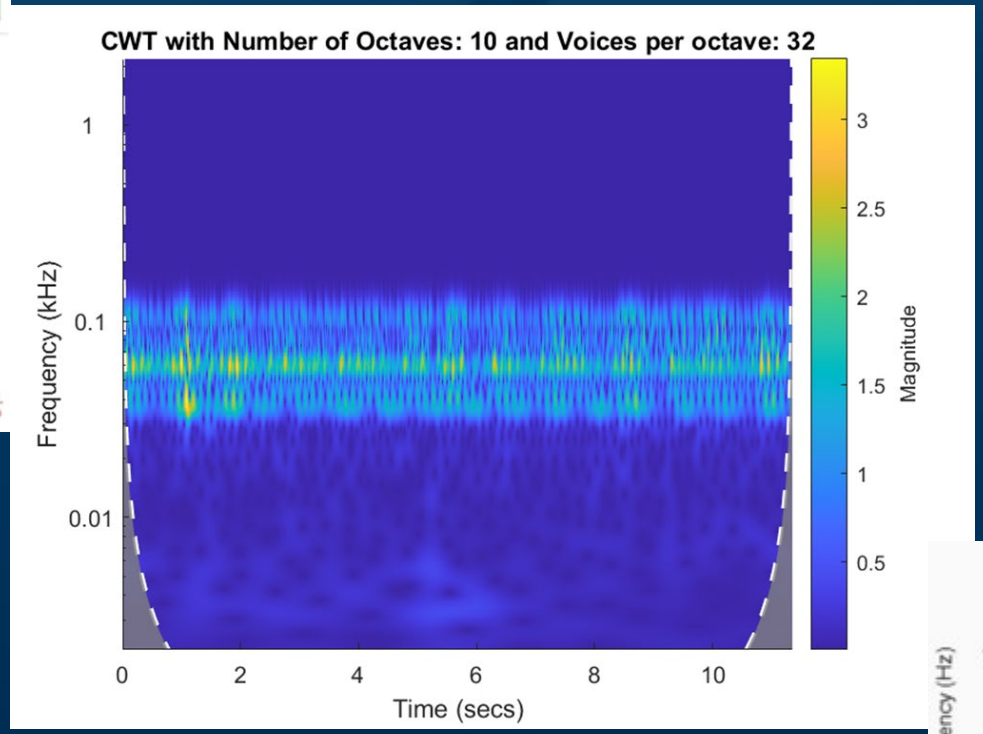


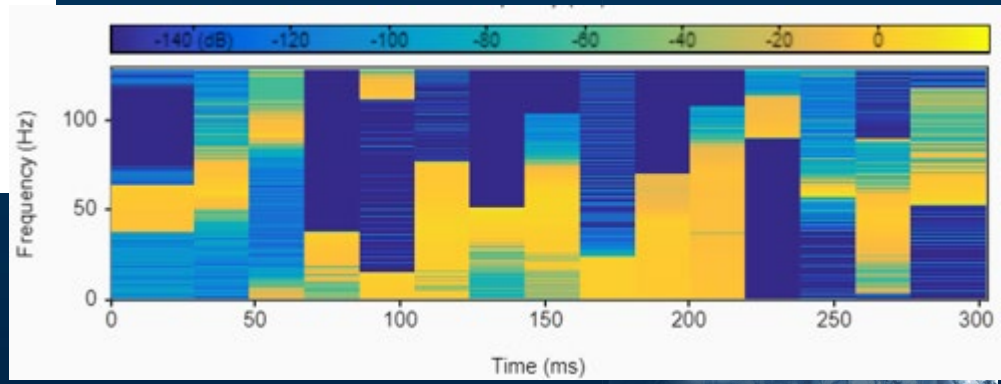
- BESTÄMNING AV JORDLAGERPROFIL MED HJÄLP AV FREKVENSSPEKTRUM

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

PRÖVADE METODER FÖR TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR



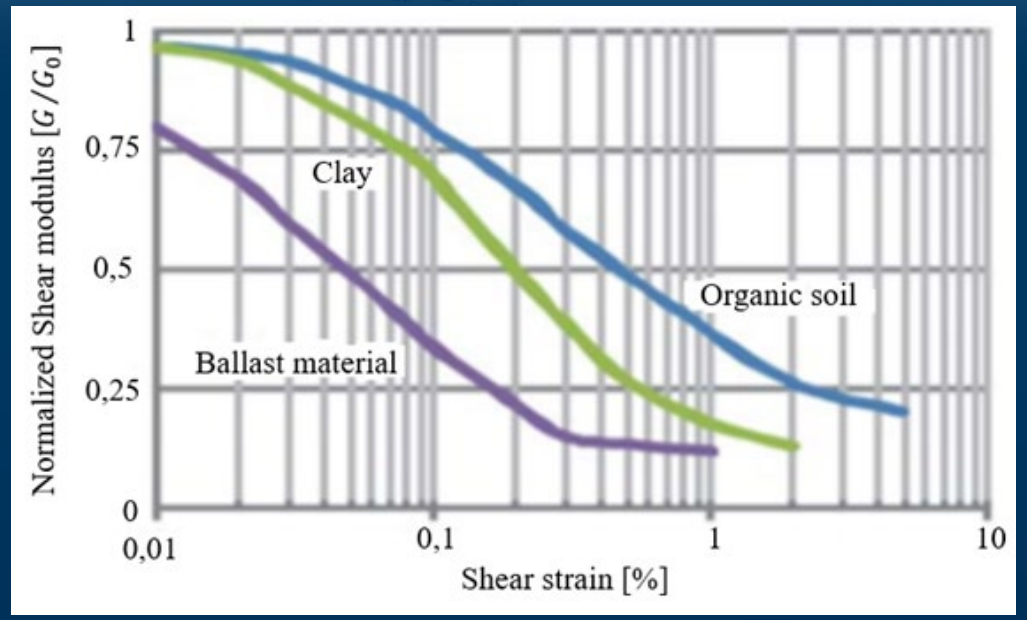


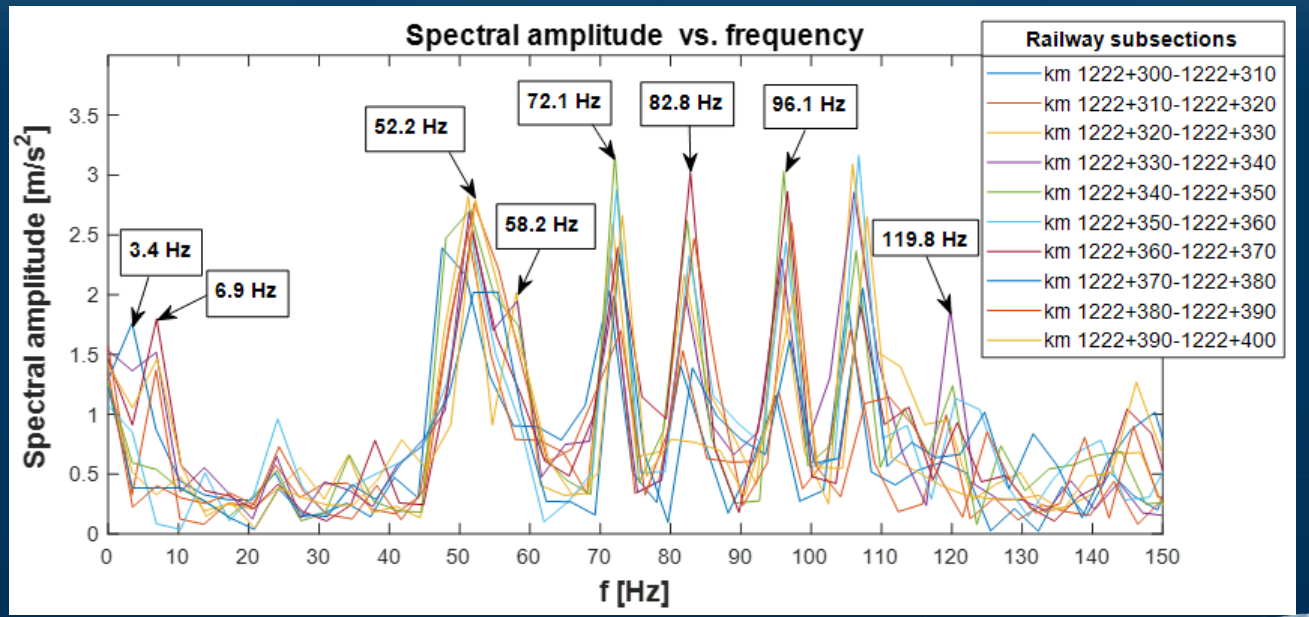


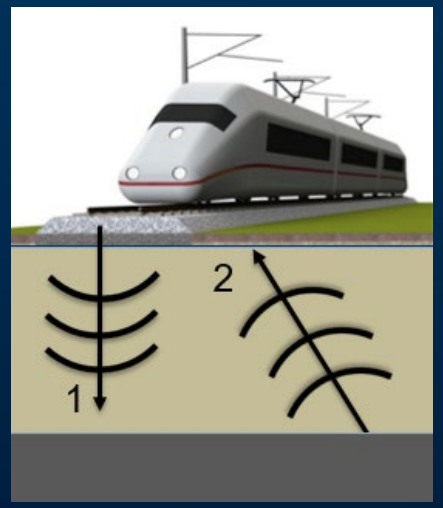
- BESTÄMNING AV JORDLAGERPROFIL MED HJÄLP AV WAVELET TRANSFORMATION

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

PRÖVADE METODER FÖR TOLKNING AV SPÅRLÄGESMÄTNINGAR







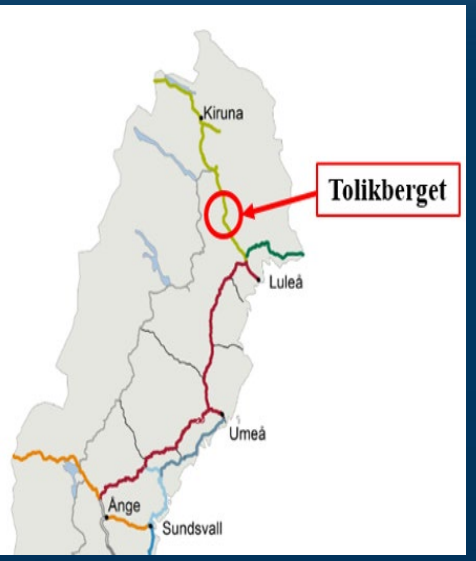
$$f = \frac{v_s}{4H} = \frac{\sqrt{G/\rho}}{4H}$$

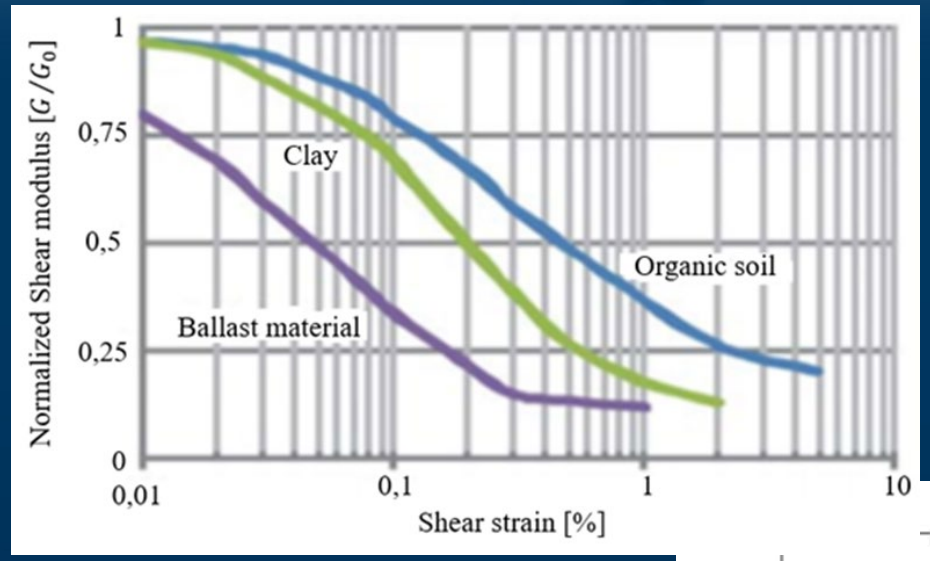
- BEDÖMNING AV SKJUVMODULENS FÖRÄNDRING HOS BALLASTLAGRET

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

RESULTAT FRÅN FALLSTUDIE

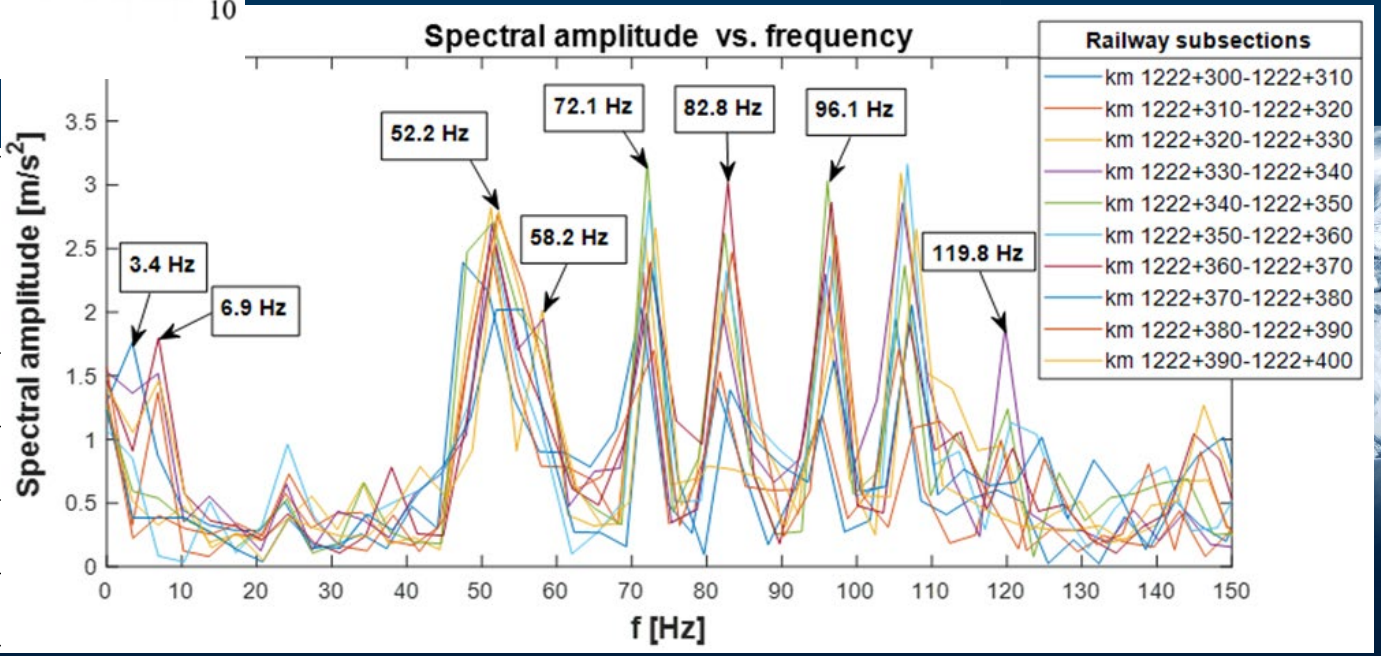
- BEDÖMNING AV SKJUVMODULENS FÖRÄNDRING HOS BALLASTLAGRET





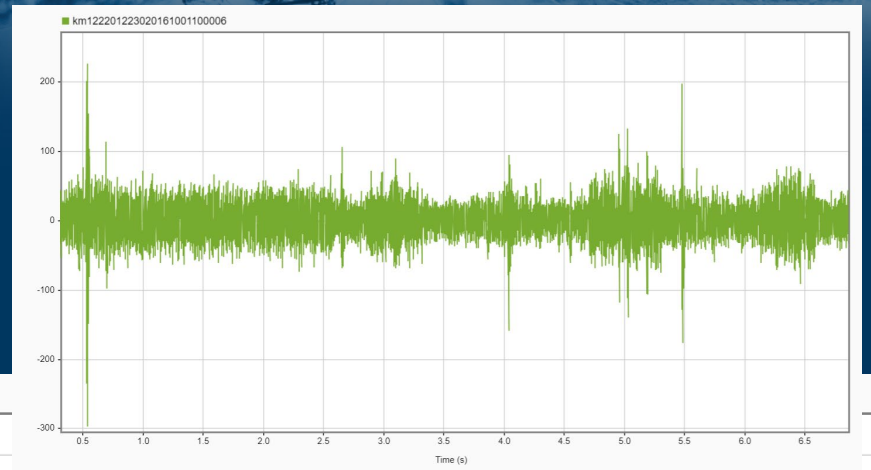
$$f = \frac{v_s}{4H} = \frac{\sqrt{G/\rho}}{4H}$$

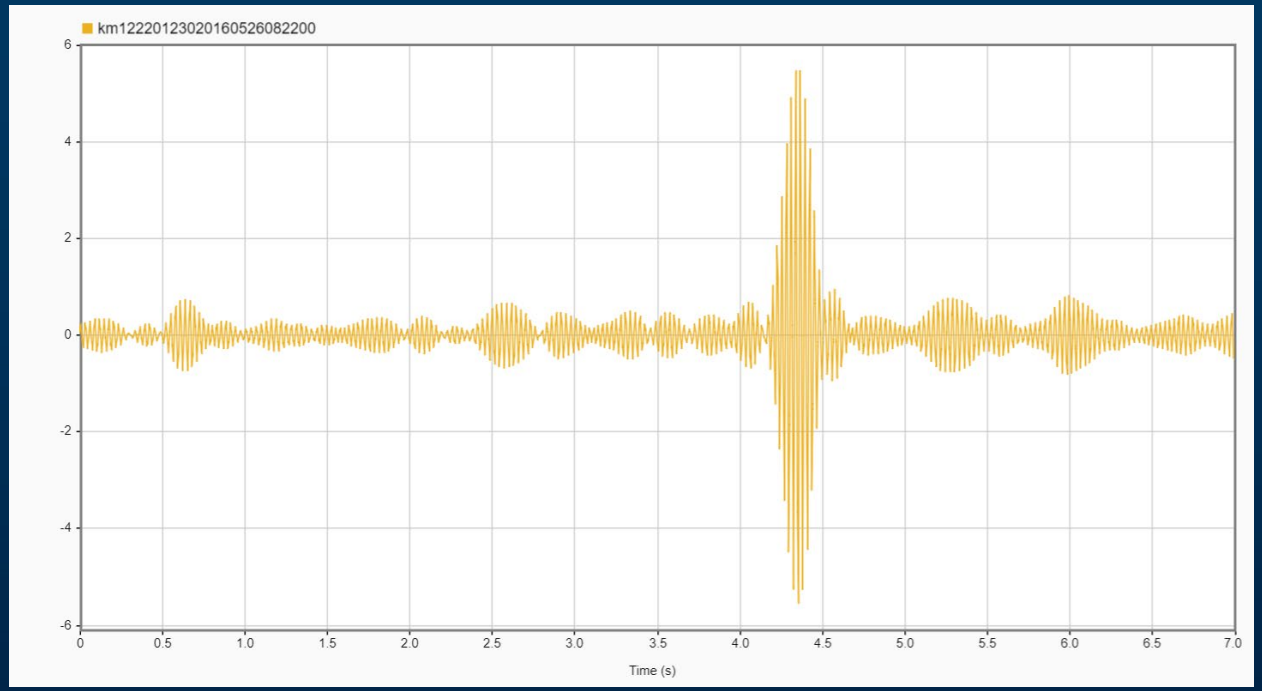
Jordmaterial	Skjuvtöjning [%]	Skjuvmodul $[kN/m^2]$	Förväntade egenfrekvenser [Hz]	Resonans frekvenser från mätdata [Hz]
Ballast	0.0001	61480	119	119.8
	0.03	36890	92	96.1
	0.065	27670	80	82.8
	0.1	18440	65	72.1

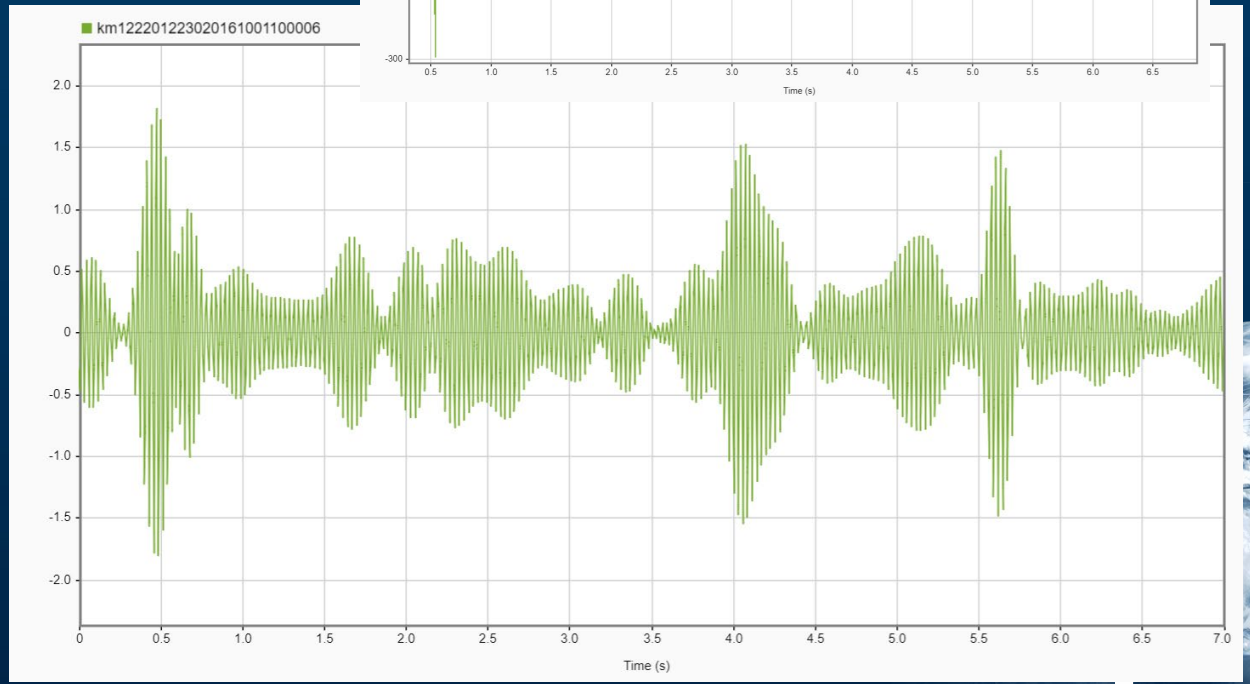


FORTSATT ARBETE

- FOKUS PÅ TIDSDOMÄNEN OCH FILTRERING AV DEM MÄTSERIERNA
- FÖRSÖKA IDENTIFIERA OMRÅDEN MED STÖRRE PÅVERKAN AV RESONANSVIBRATIONER FÖR OLIKA JORDLAGER
- JÄMFÖRA FILTERADE MÄTSERIER FRÅN OLIKA MÄTTIDPUNKER FÖR ATT SE IFALL FÖRÄNDRINGAR UPPKOMMIT I OLIKA JORDLAGER MED TIDEN



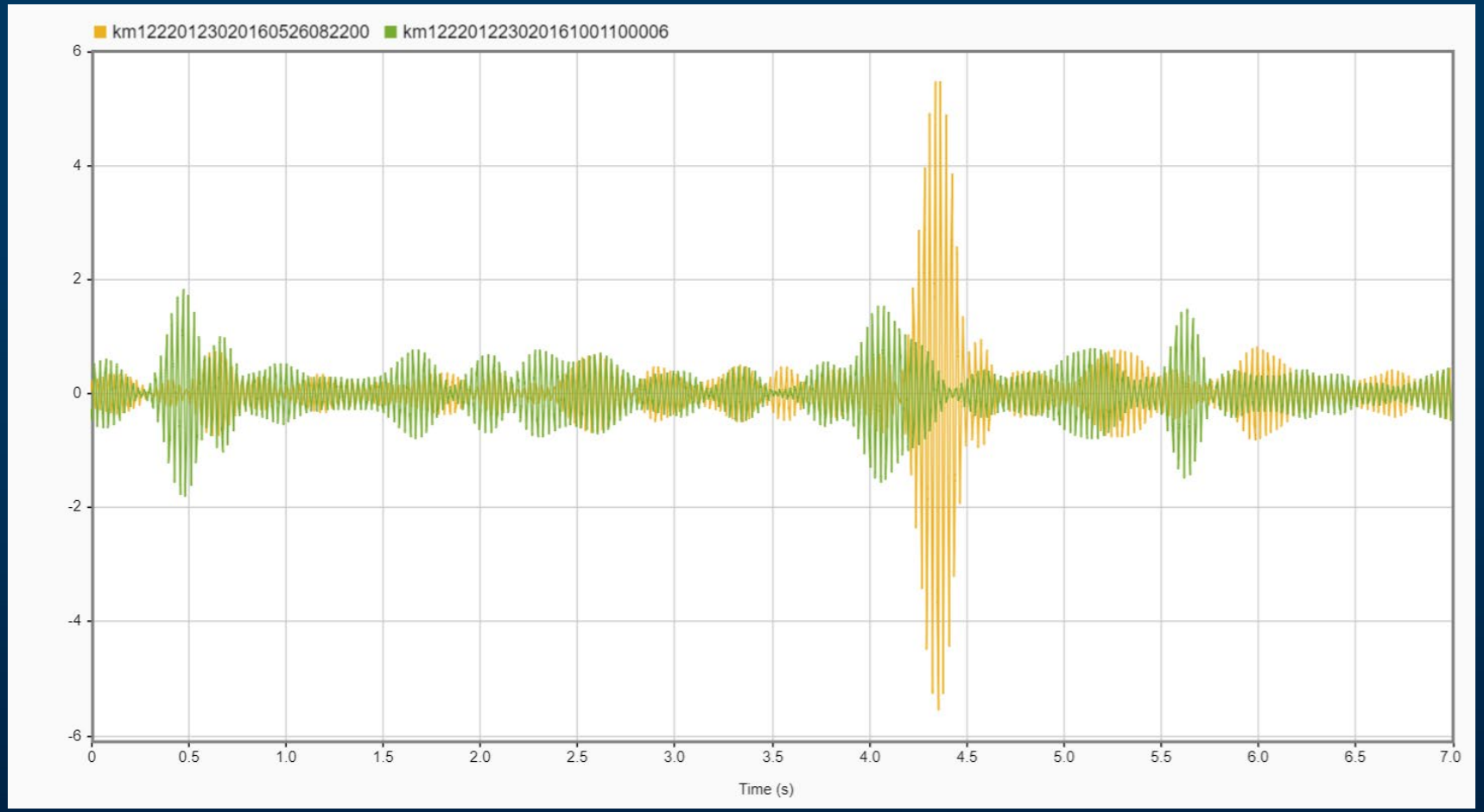




LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

FORTSATT ARBETE

- JÄMFÖRELSE MELLAN TVÅ FILTRERADE MÄTSERIER FRÅN TVÅ OLIKA MÄTTIDPUNKTER



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

TACK FÖR UPPMÄRKSAMHETEN



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET