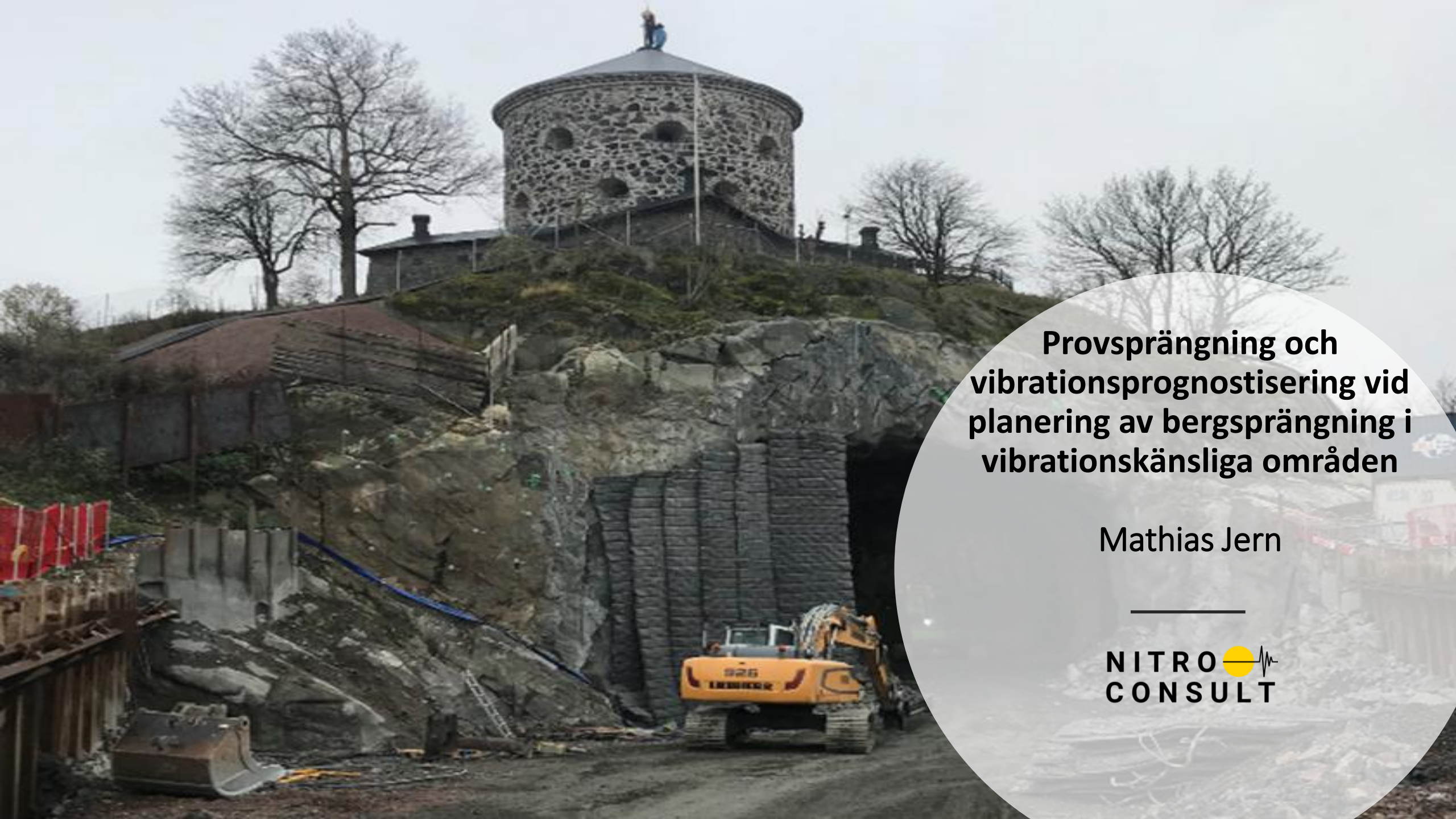




**Provsprängning och
vibrationsprognostisering vid
planering av bergsprängning i
vibrationskänsliga områden**

Mathias Jern

NITRO 
CONSULT

Varför mäter vi vibrationer?

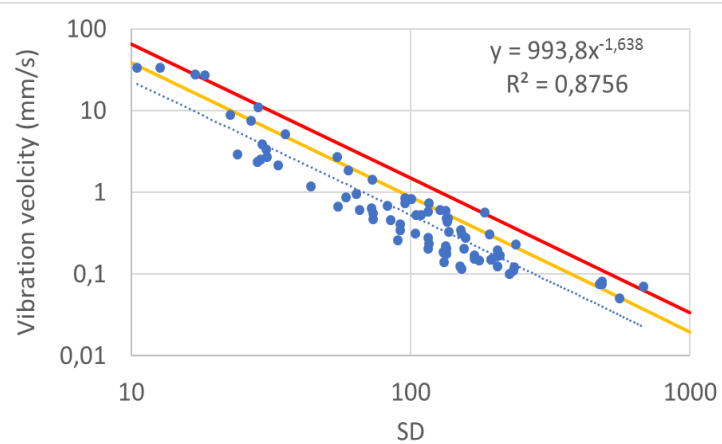
- För att undvika att saker går sönder?
- För att kontrollera att krav som finns i upphandlingen följs!

Vibrationsprognos

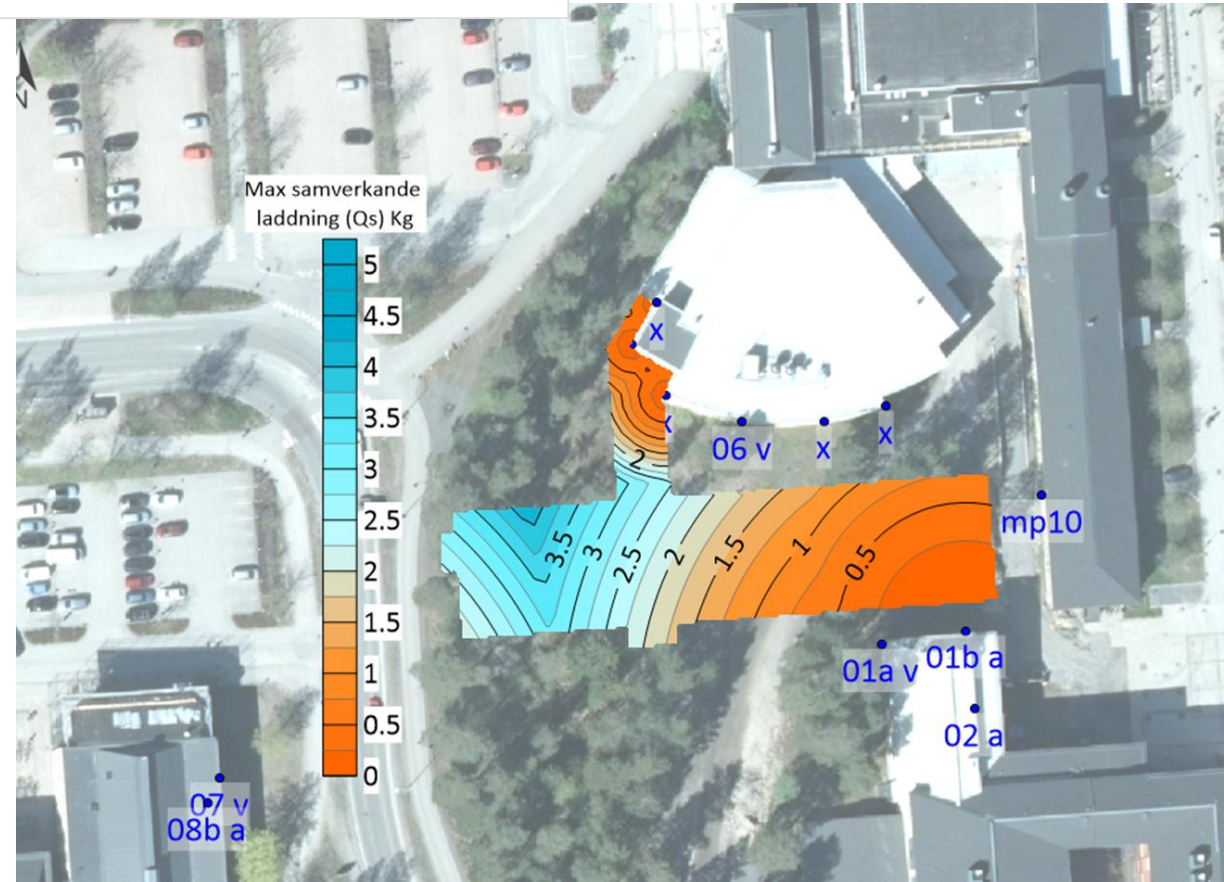
Vibrationsmätning



Analys



Laddkarta



Provsprängning



Varför - prognoser?

- För att kunna prognostisera hur stor betydelse vibrationsrestriktionerna har för bergschaktningsarbetet (och förhoppningsvis kunna värdera detta i tid och pengar)
- För **beställare** innebär det att man dels kan få hjälp i att bedöma vad bergschakten kostar, dels kan man inkludera det i förfrågningsunderlaget för att entreprenörerna ska räkna på samma förutsättningar.
- För **entreprenören** blir det enklare att planera och räkna på projektet.

Varför – provsprängning?

- För att göra en bra prognos. I vissa fall kan det räcka med att "gissa" vibrationsresponsen i kommande mätpunkter men oftast är provsprängning en förutsättning.
- Stor variation mellan olika mätpunkter kan förekomma, kan man provspränga med samma mätpunkter som kommer att användas i projektet blir resultatet betydligt bättre.

(har man samma mätpunkter vid provsprängning kan man även identifiera felaktiga mätpunkter och flytta dessa innan projektet startar)

Skaldistansekvationen

$$v_{\max} = A \cdot \left(\frac{r}{\sqrt{q}} \right)^{-B} \quad \left(\frac{r}{\sqrt{q}} \right) \text{ brukar kallas } SD(\text{skaldistans})$$

$v_{\max}$ = max svängningshastighet (mm/s)

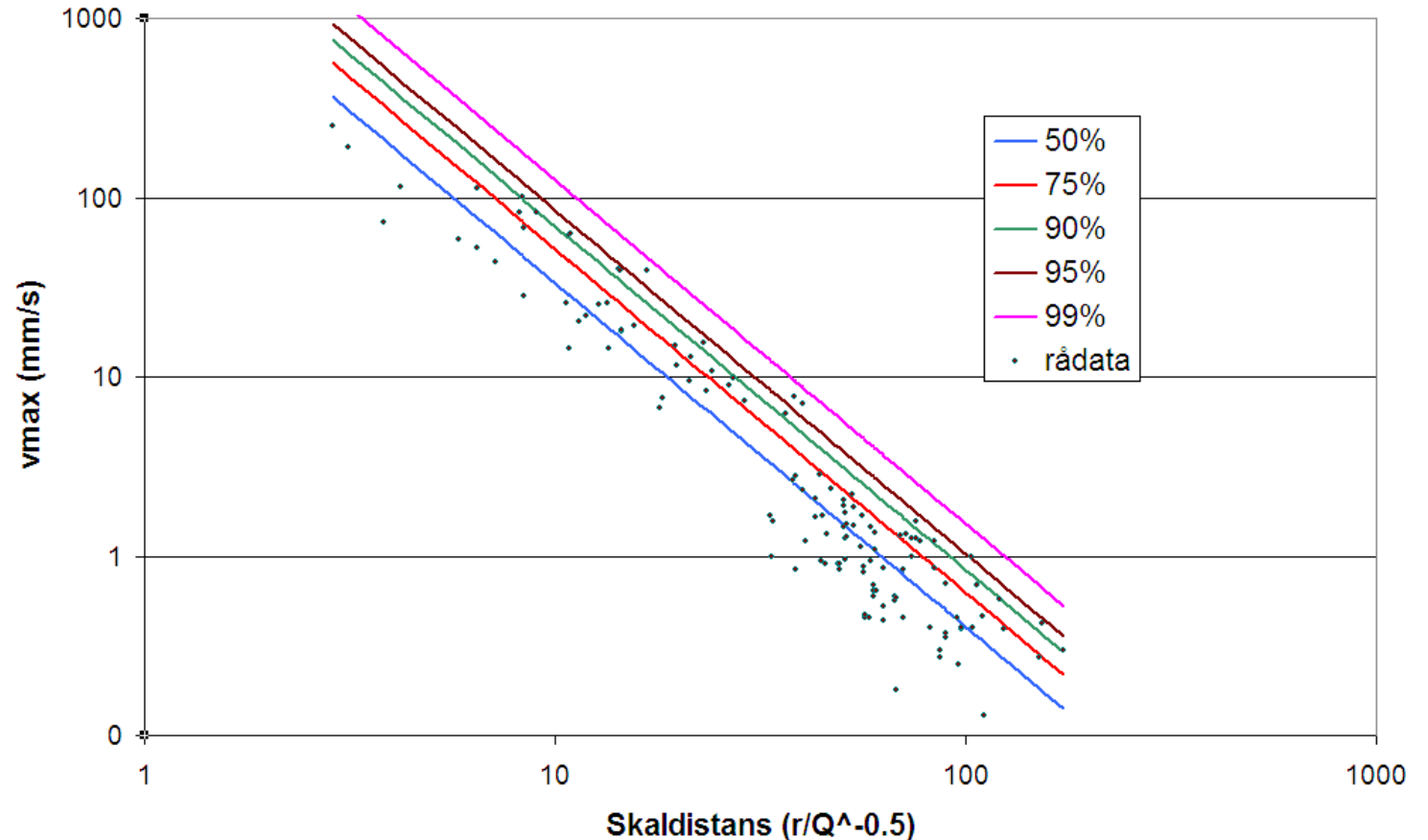
r = avstånd mellan samverkande laddning och mätpunkt (m)

q = samverkande laddning (kg)

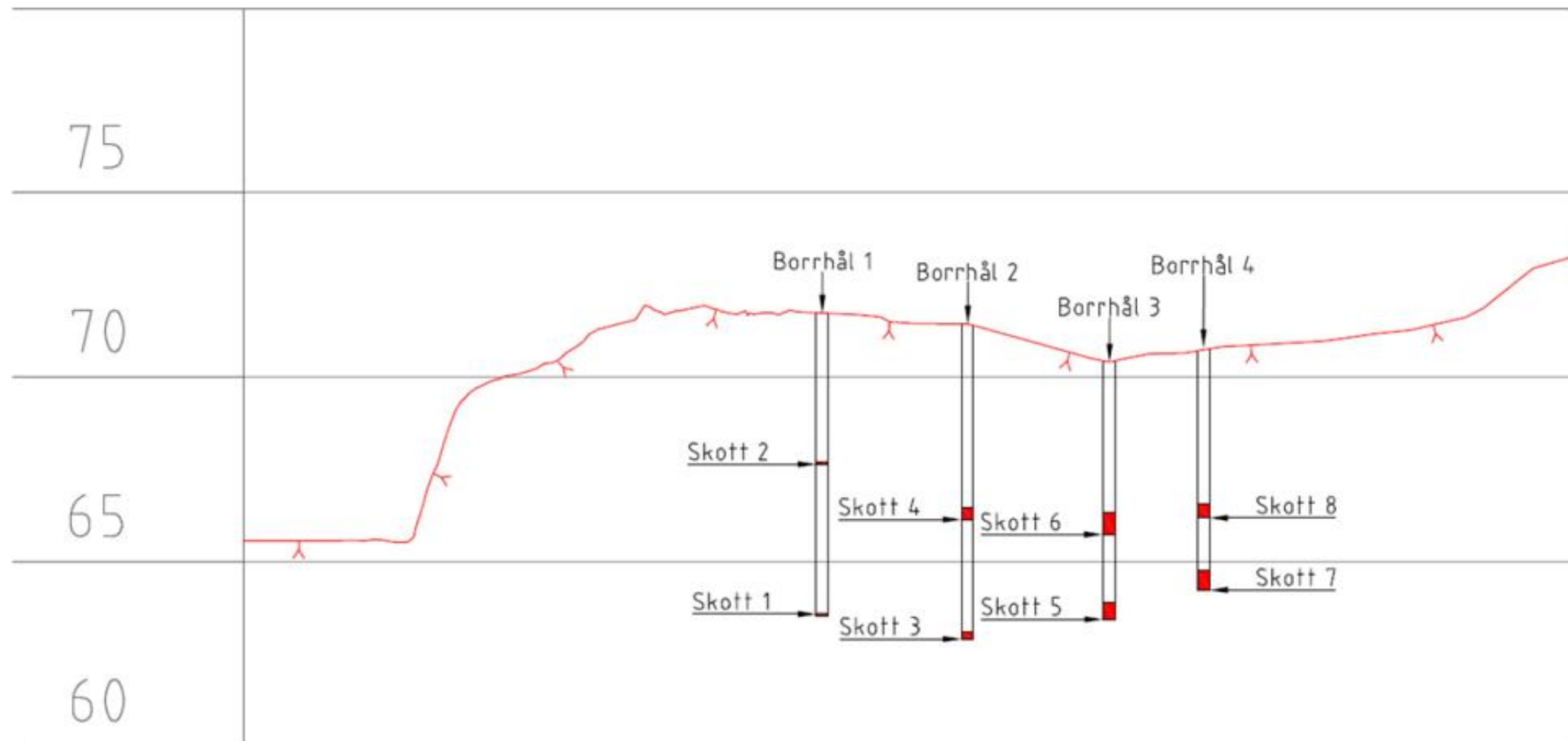
A = platsspecifik konstant

B = platsspecifik konstant

Notera att detta inte är en särskilt bra metod för att prognostisera exakt vibrationsnivå!



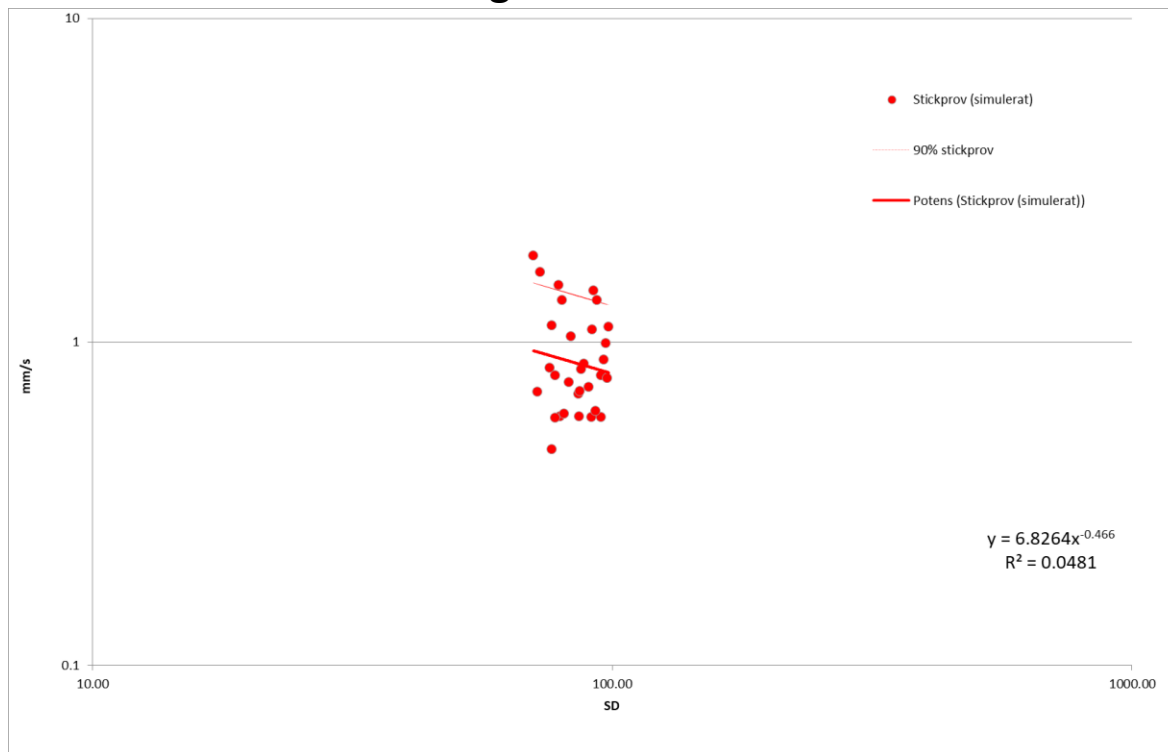
Hur? (viktigt att variera både laddning och avstånd – stor spridning i skaldistans)



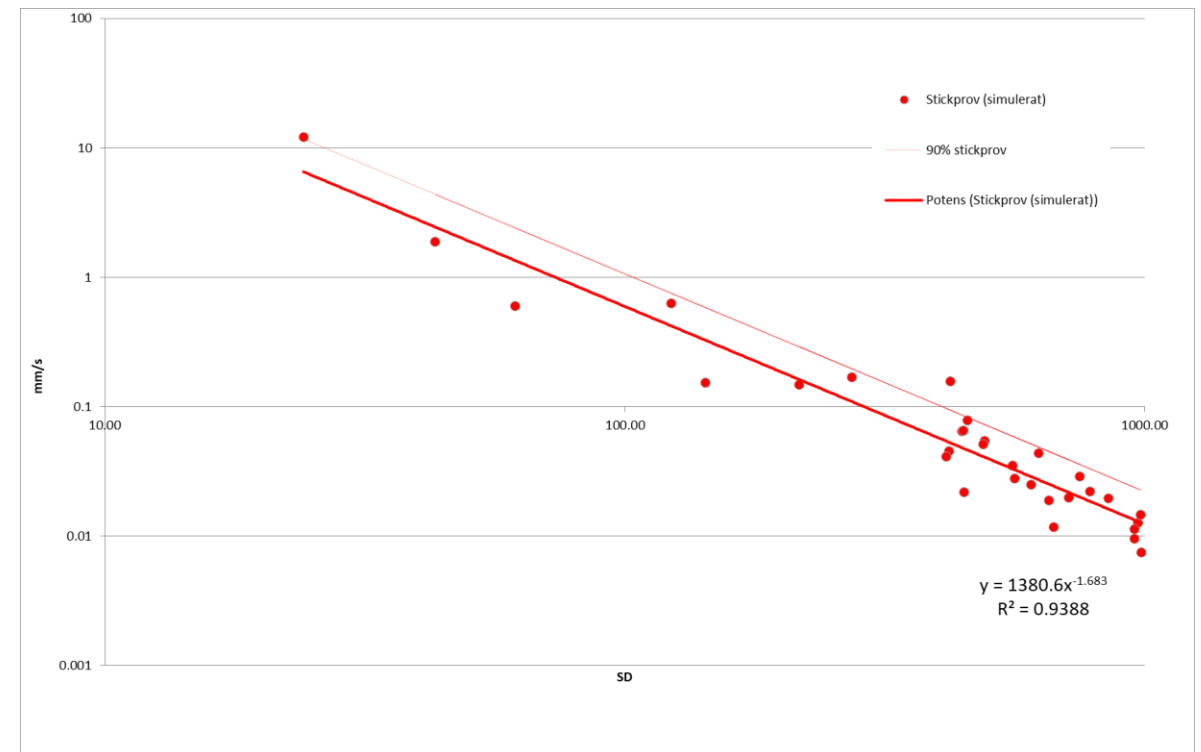
Figur 2.1 Profil över provskottens läge.

Hur? (viktigt att variera både laddning och avstånd – stor spridning i skaldistans)

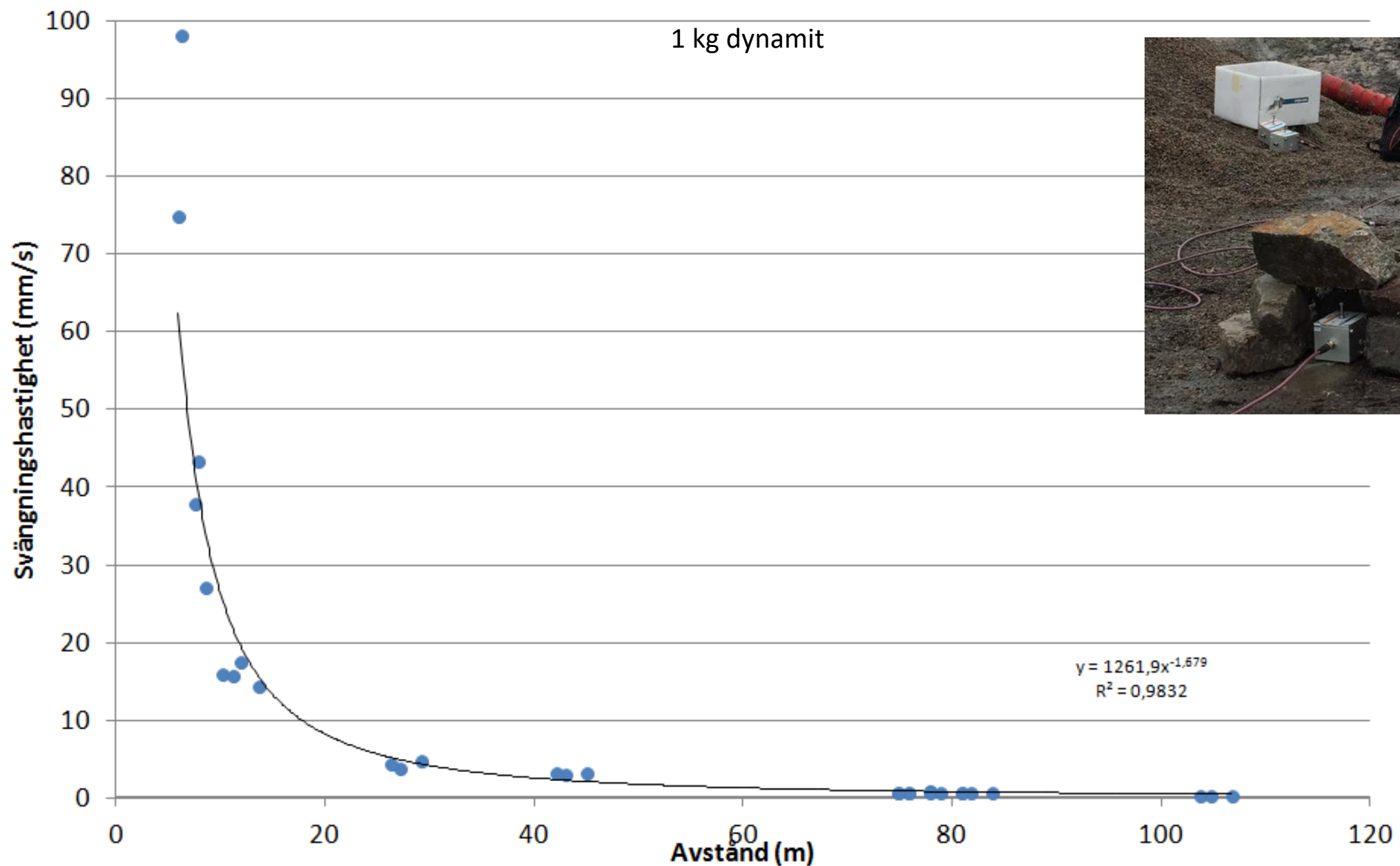
Dålig



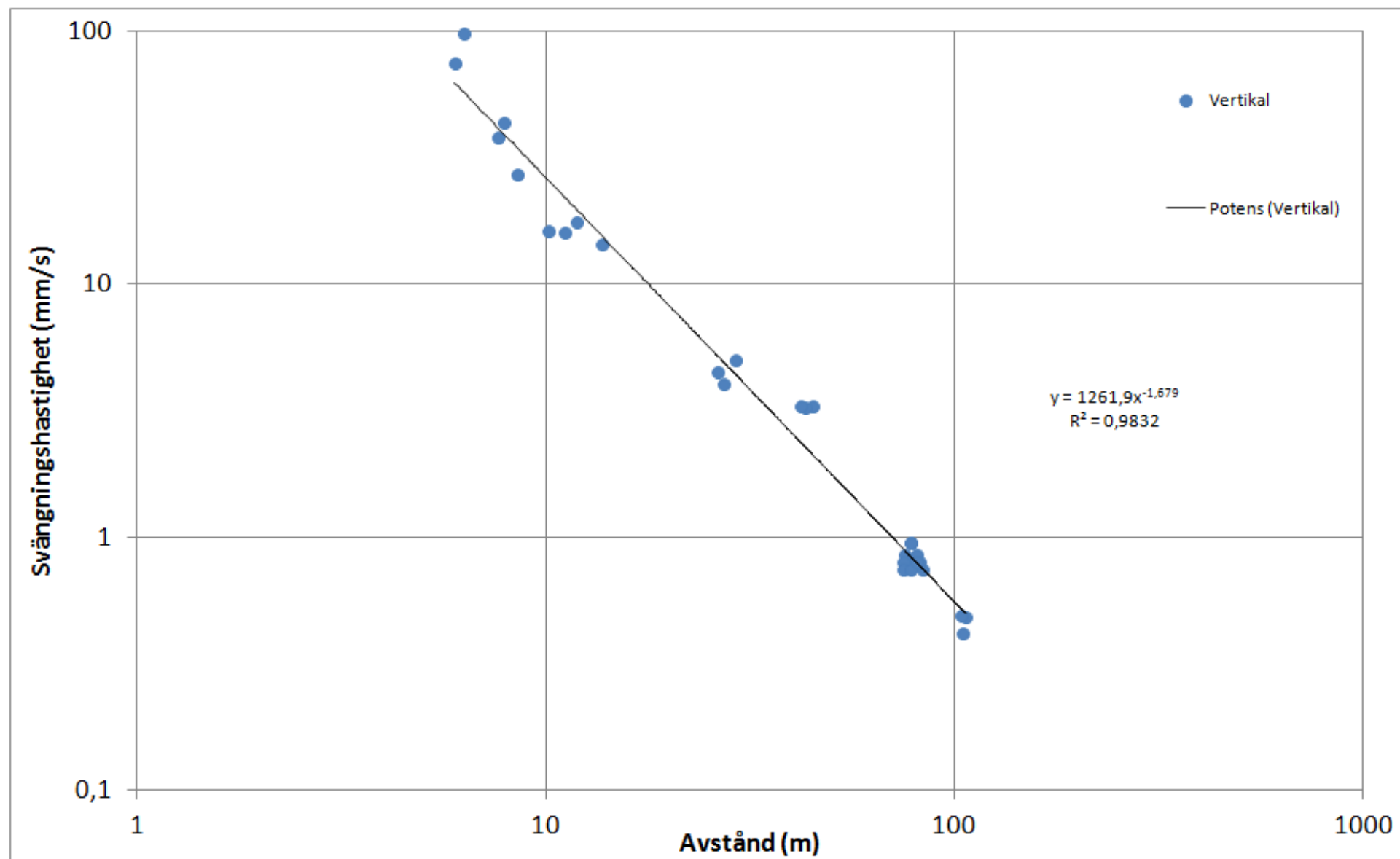
Bra



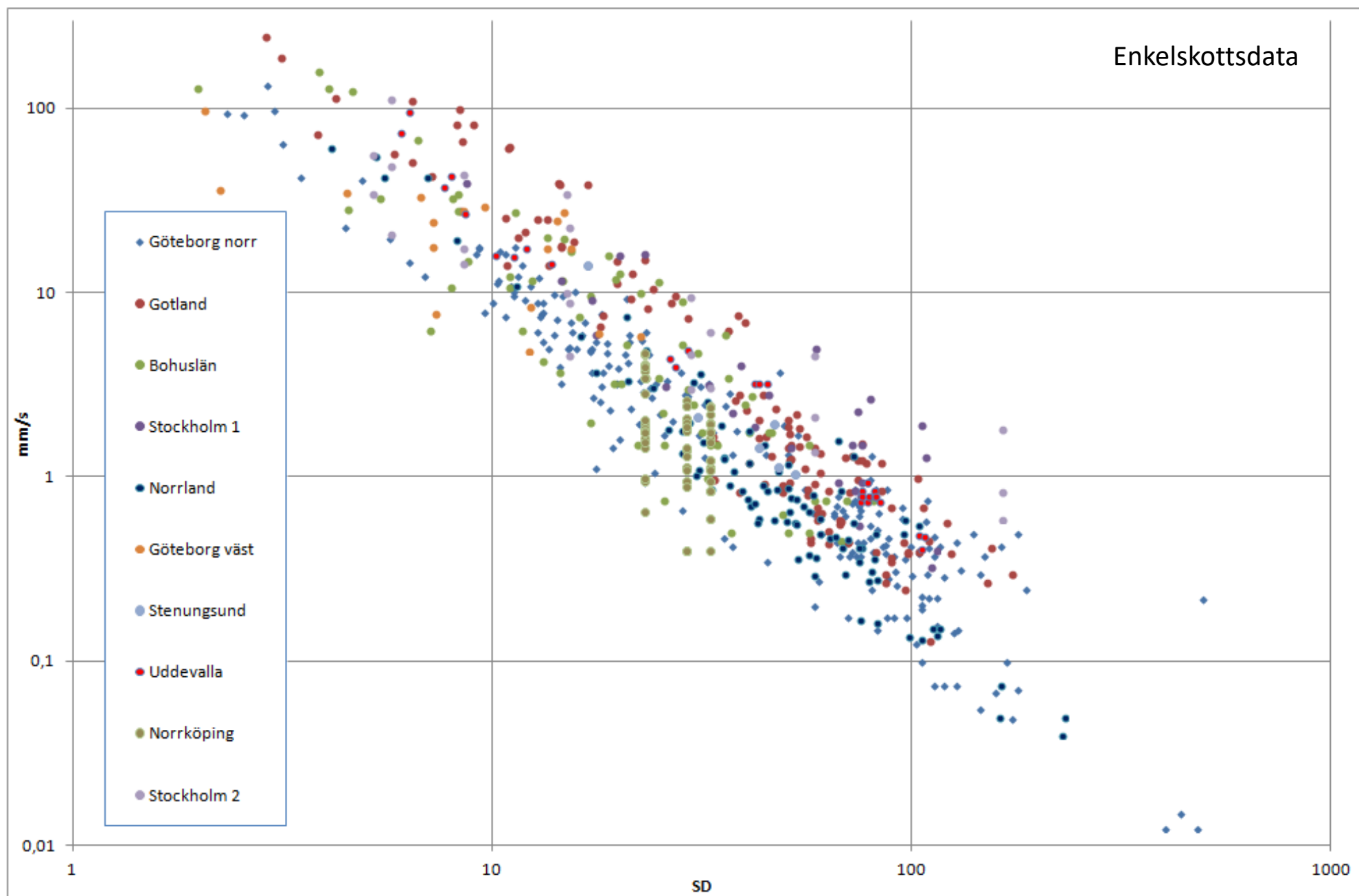
Lite om skaldistans ekvationen Exempel provsprängning



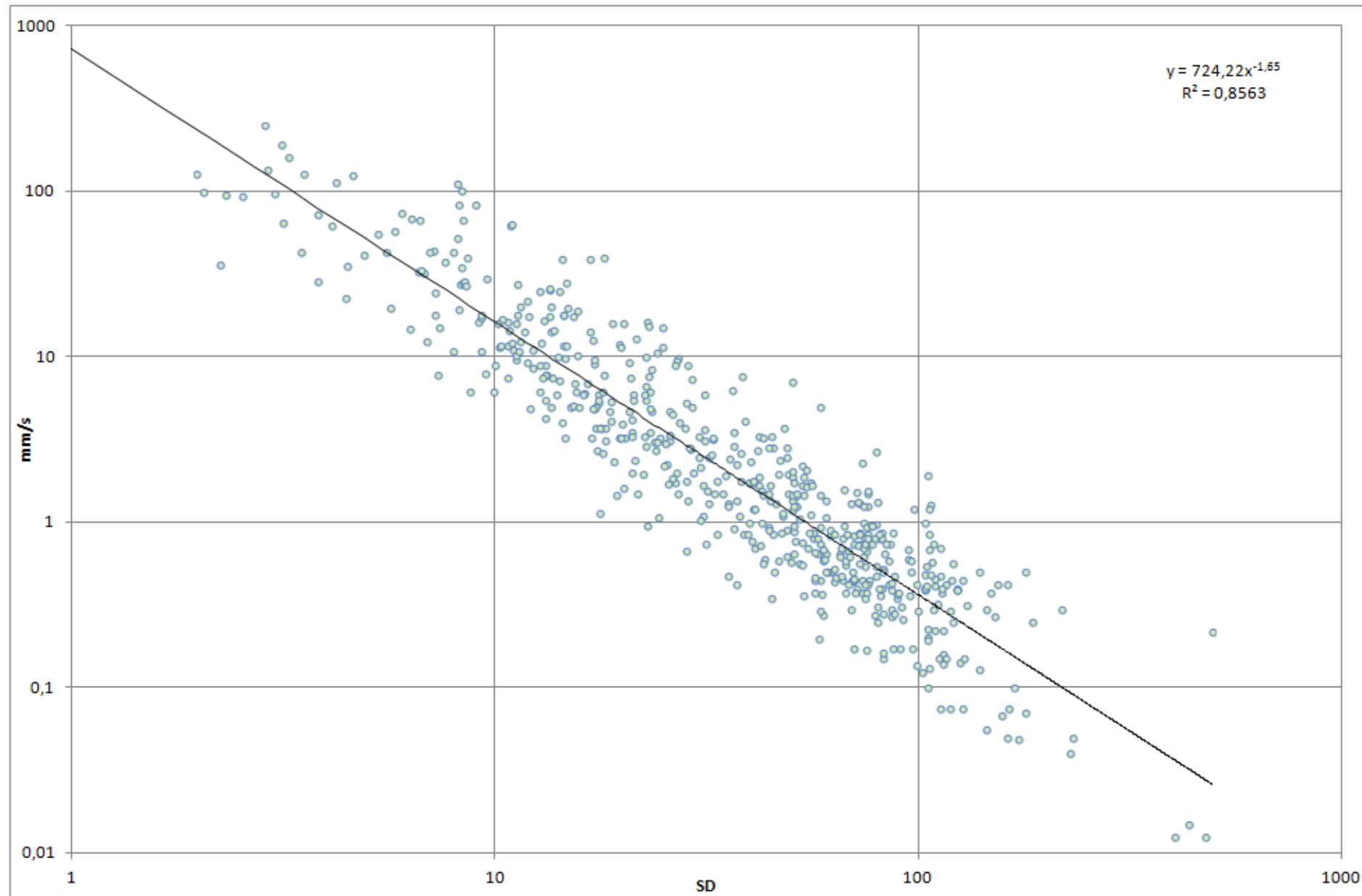
Exempel provsprängning



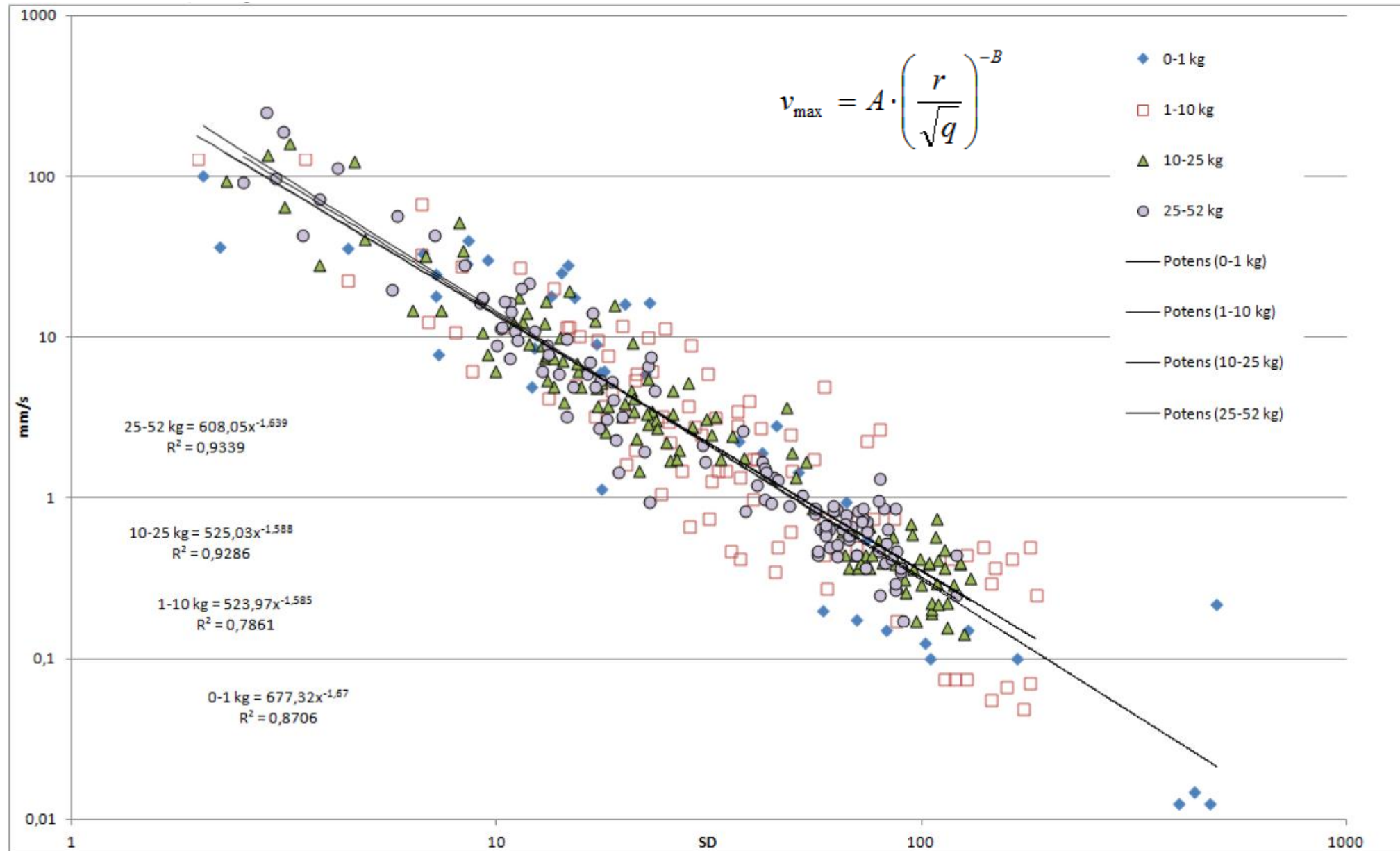
Exempel, många provsprängningar



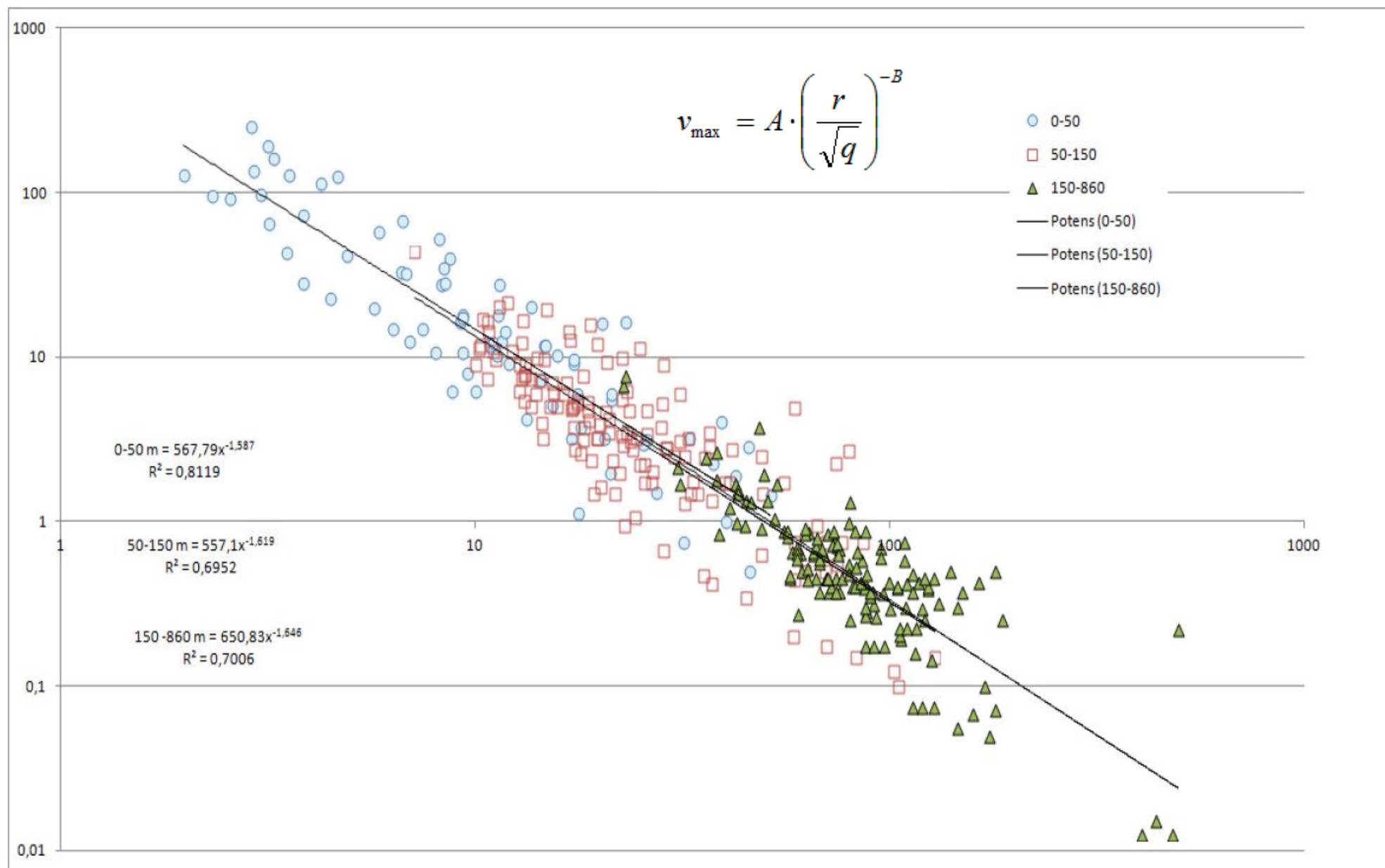
Exempel, många provsprängningar: enbart bergpunkter



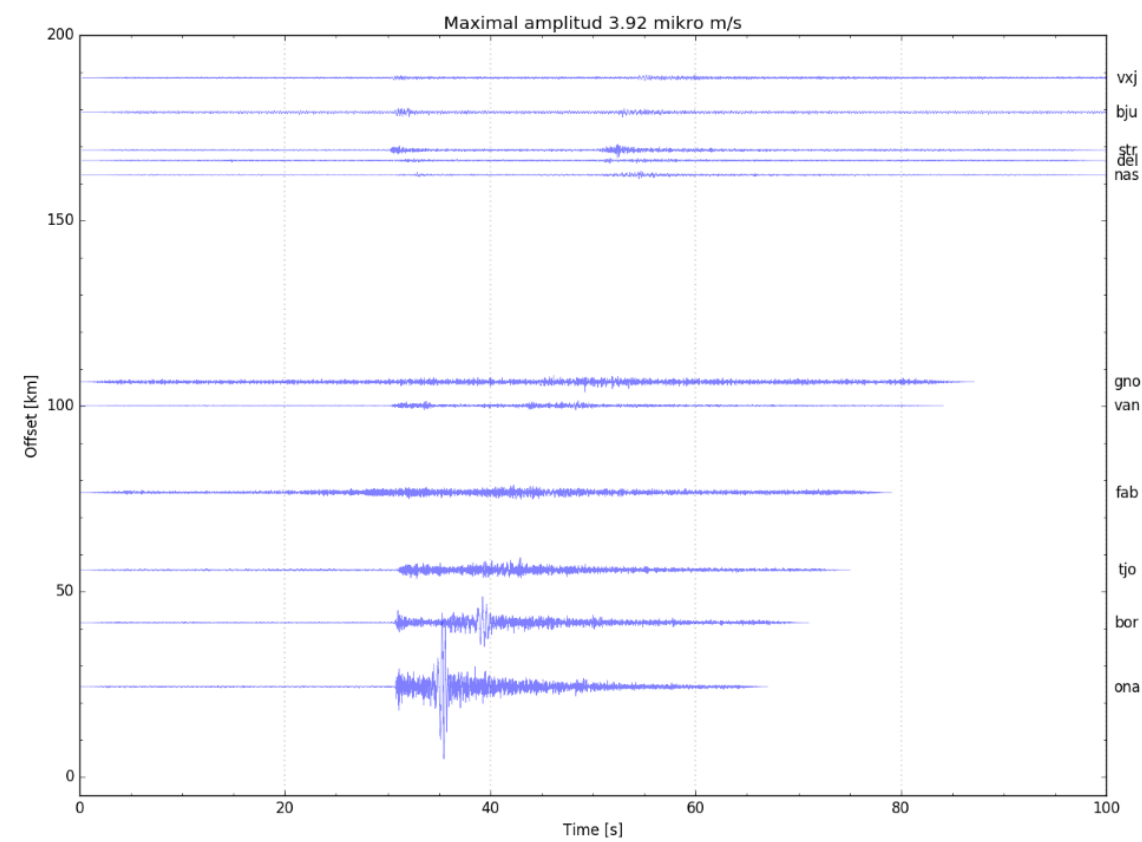
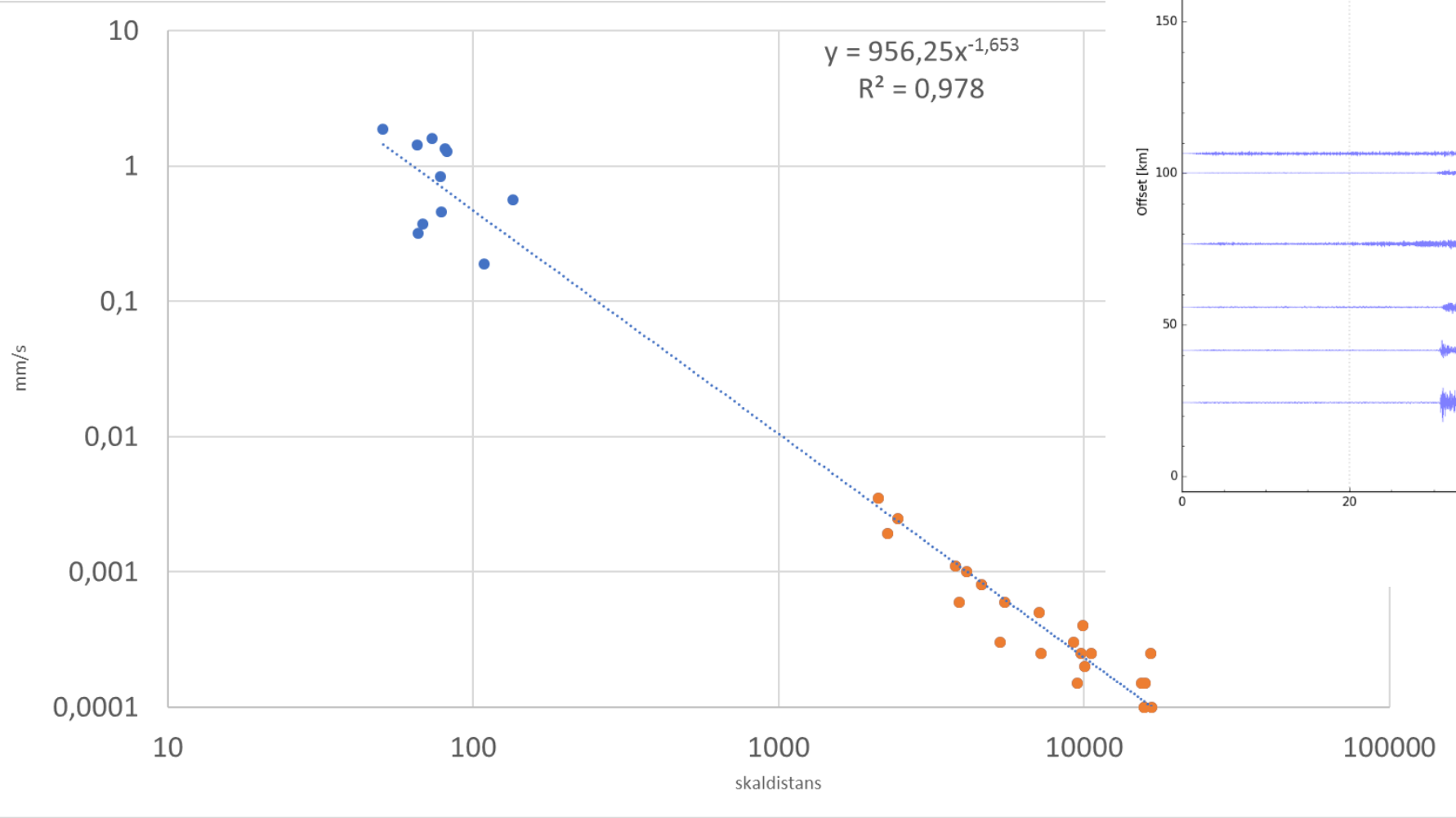
Betydelsen av samverkande laddning



Betydelsen av avstånd

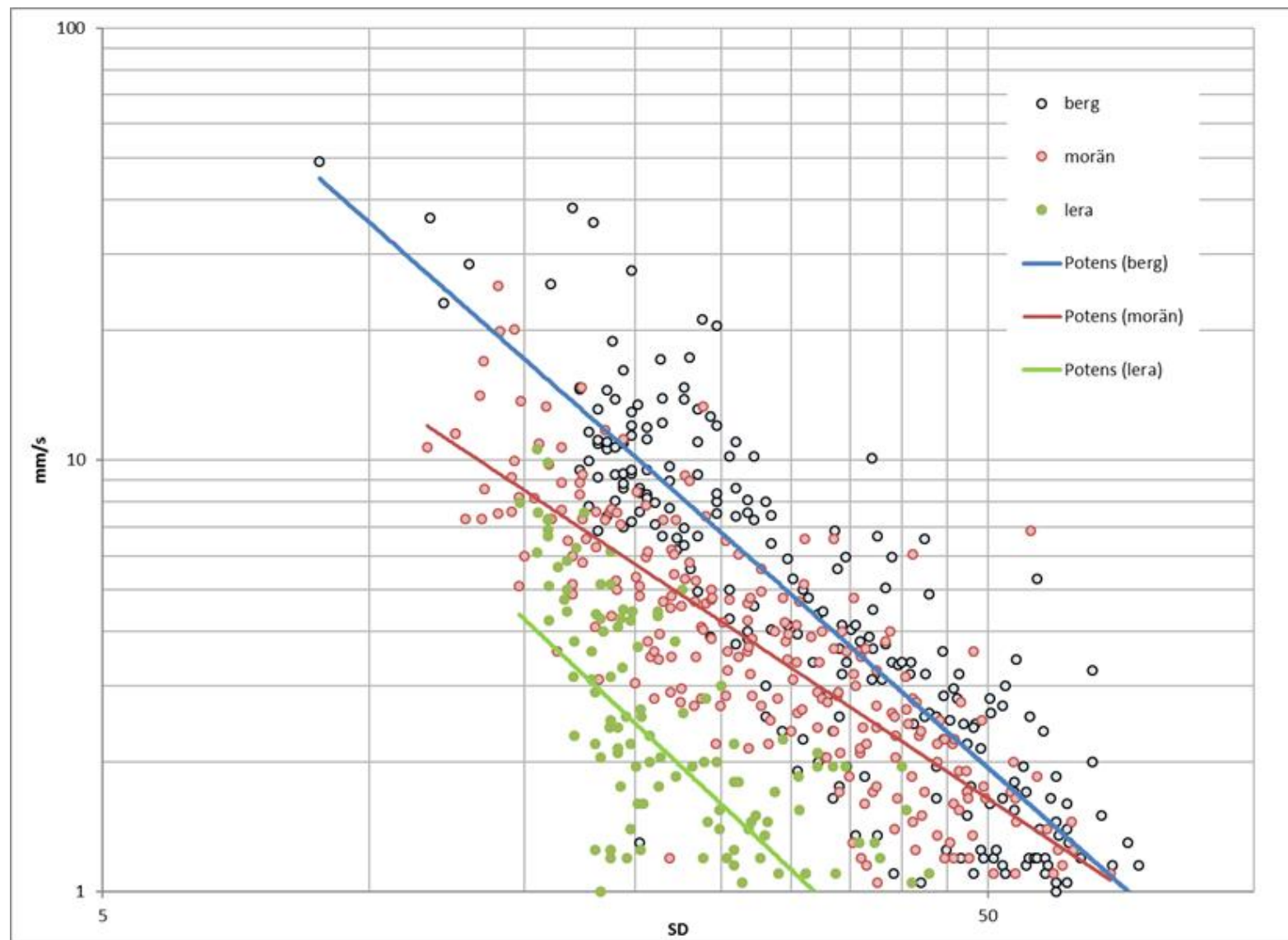


Kållerød



Betydelsen av undergrund

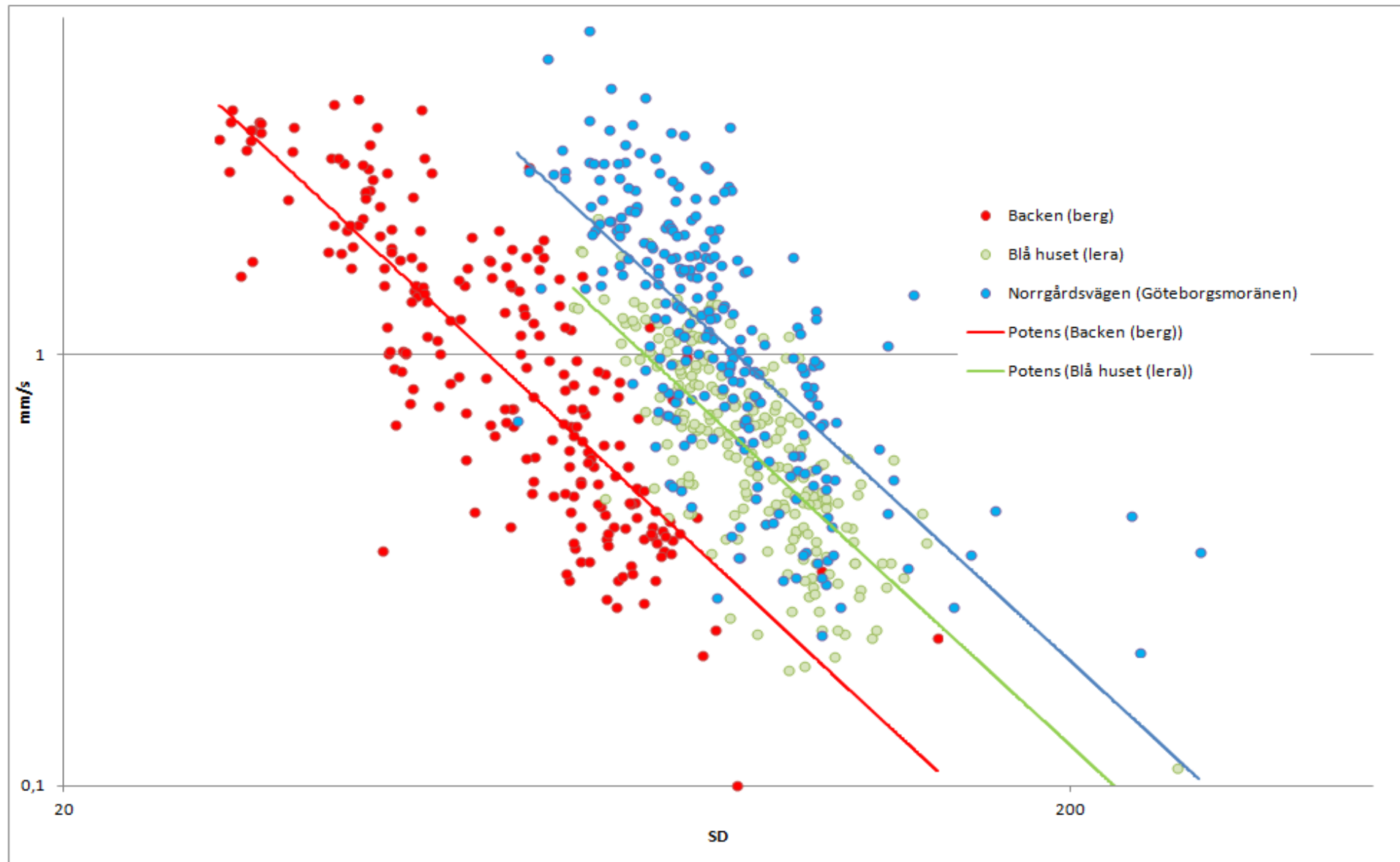
Citybanan (korta avstånd)



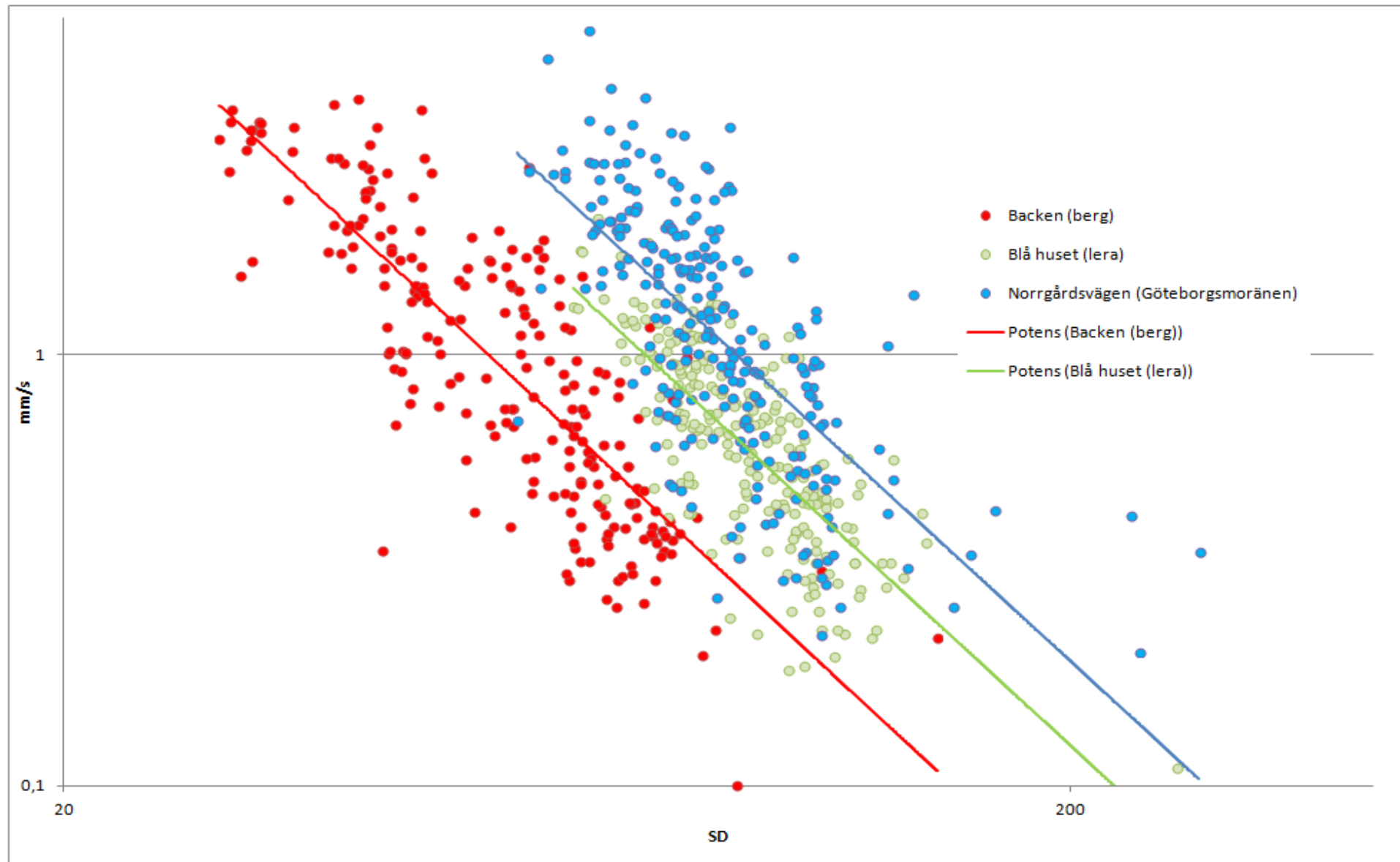
Presentationens namn

20-15 m avstånd tunnel

Betydelse av undergrund, långa avstånd

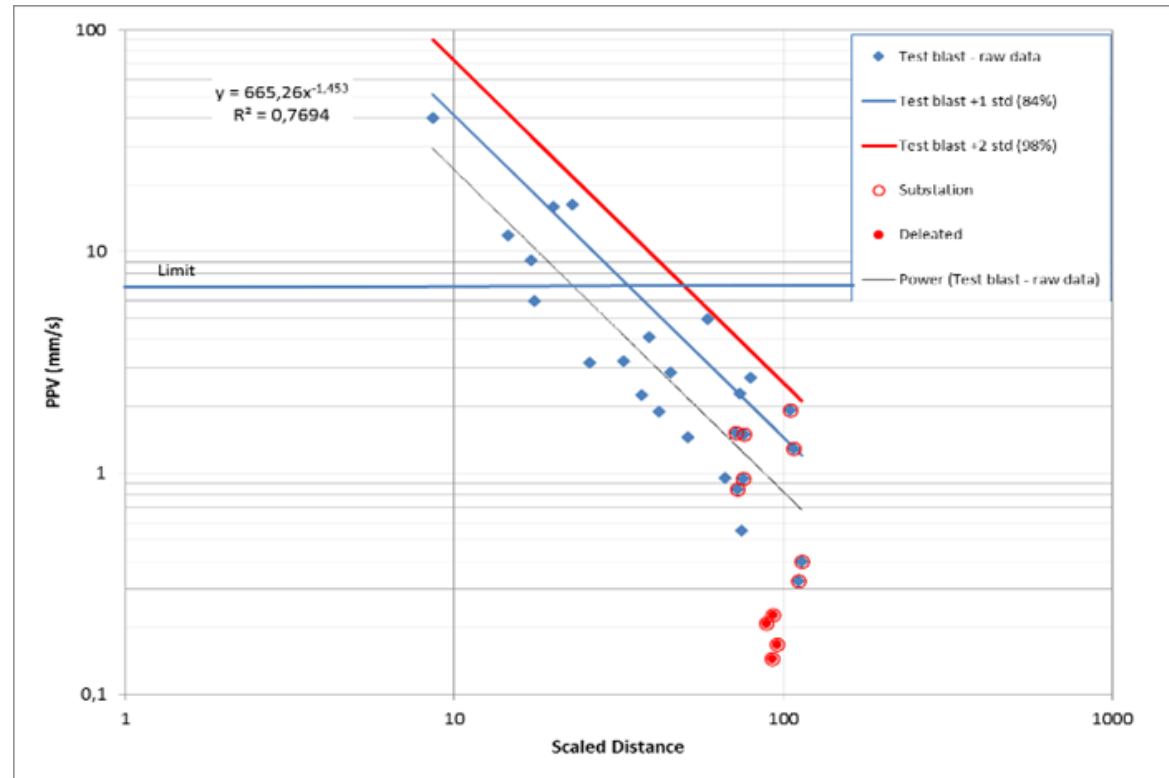
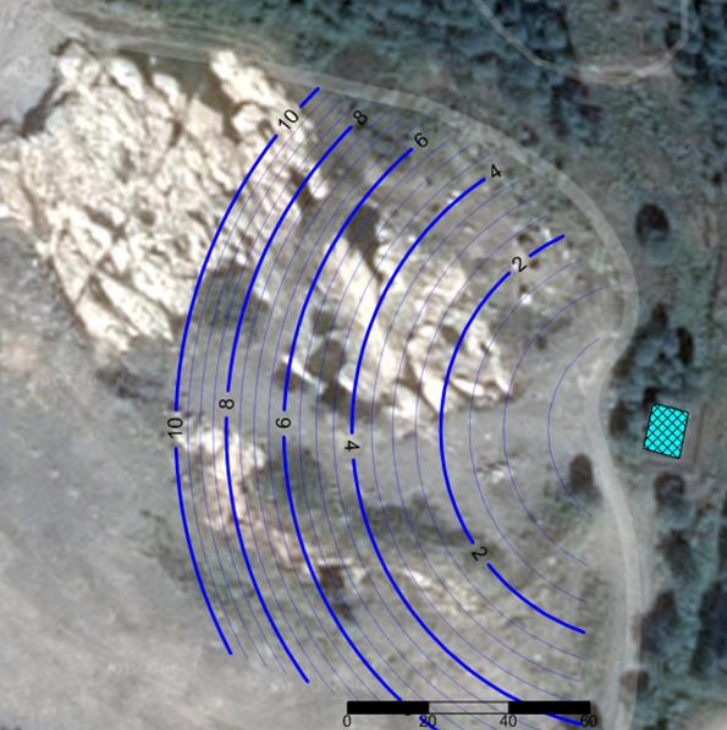


Betydelse av undergrund, långa avstånd



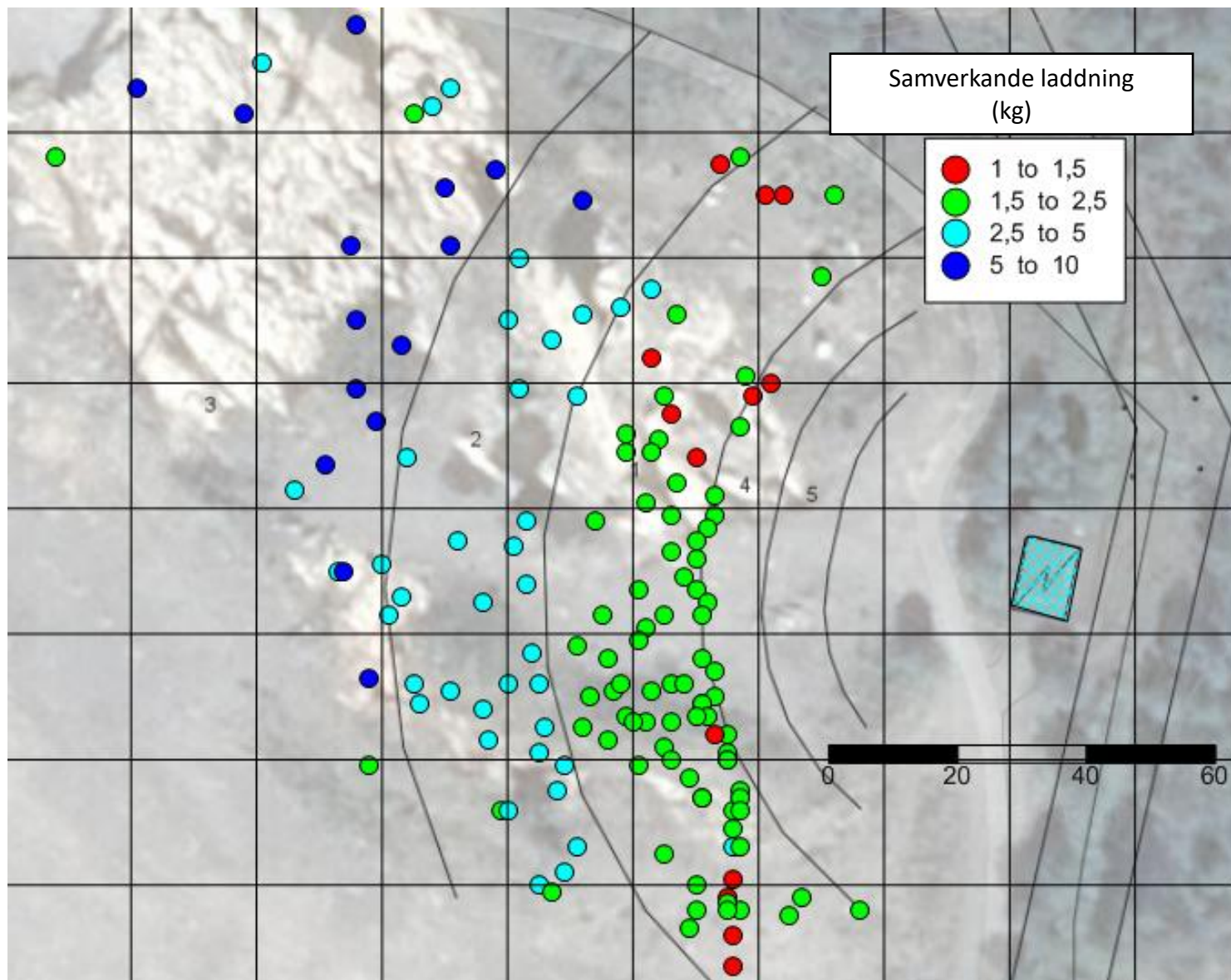
Några exempel

Järvastaden



Rekommendationer

Zon	Avstånd till ställverk (m)	Borring mönster, VxE (m)	Laddning, Qs (kg)
1	50-75	1,0 x 1,2	2
2	75-100	1,65 x 2,05	4, 5
3	> 100	1,65 x 2,05	6



166 salvor

Maximal pallhöjd zon 1: 6,5 m i 2 däck
Största salvan i zon 1: 98 hål (196 däck) och samverkande laddning 2 kg.

Zon	Avstånd till ställverk (m)	Borrning mönster, VxE (m)	Laddning, Qs (kg)
1	50-75	1,0 x 1,2	2
2	75-100	1,65 x 2,05	4, 5
3	> 100	1,65 x 2,05	6

166 salvor

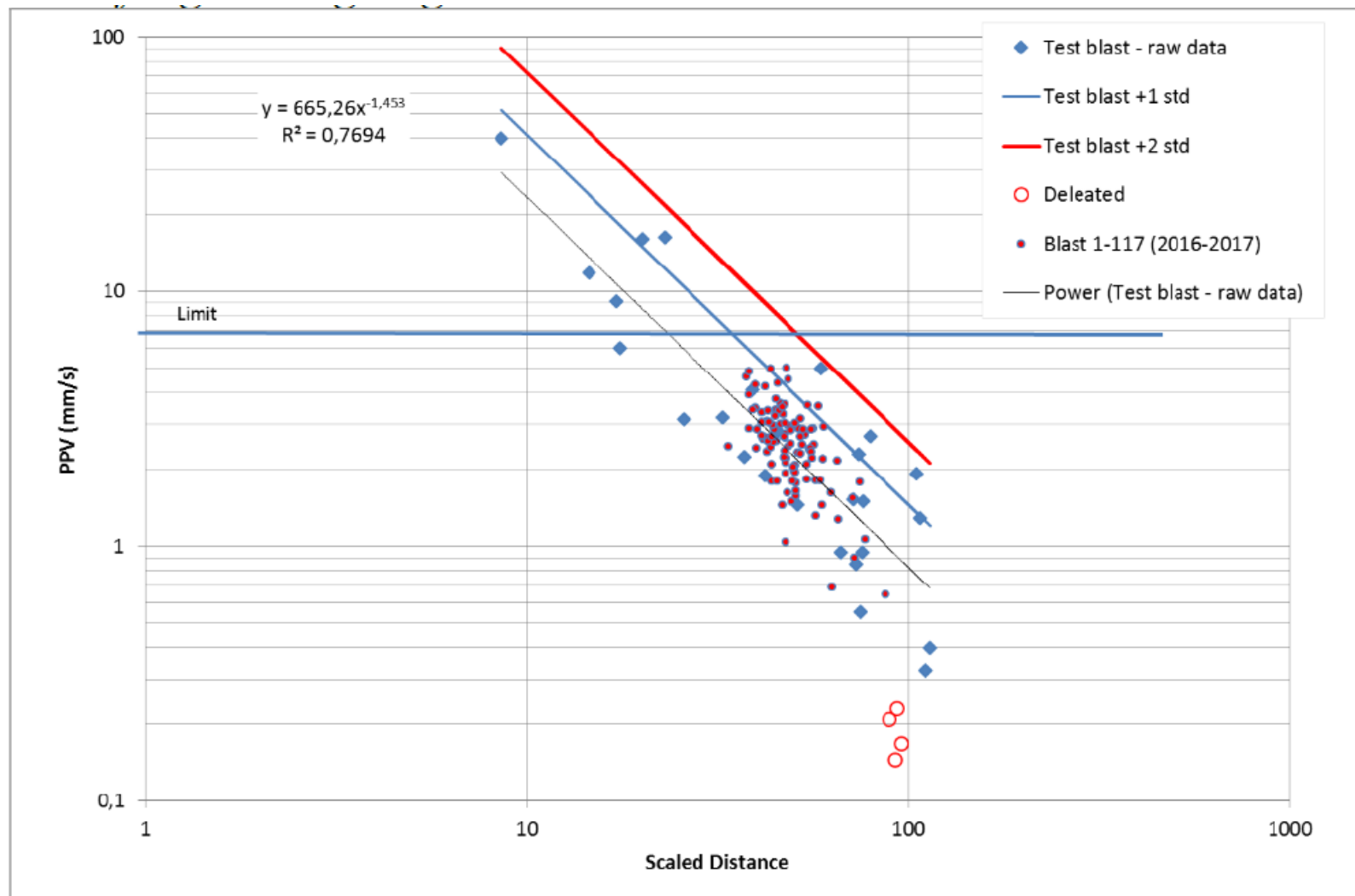
Acceleration (m/s^2)



Maximal pallhöjd zon 1: 6,5 m i 2 däck
Största salvan i zon 1: 98 hål (196 däck) och
samverkande laddning 2 kg.

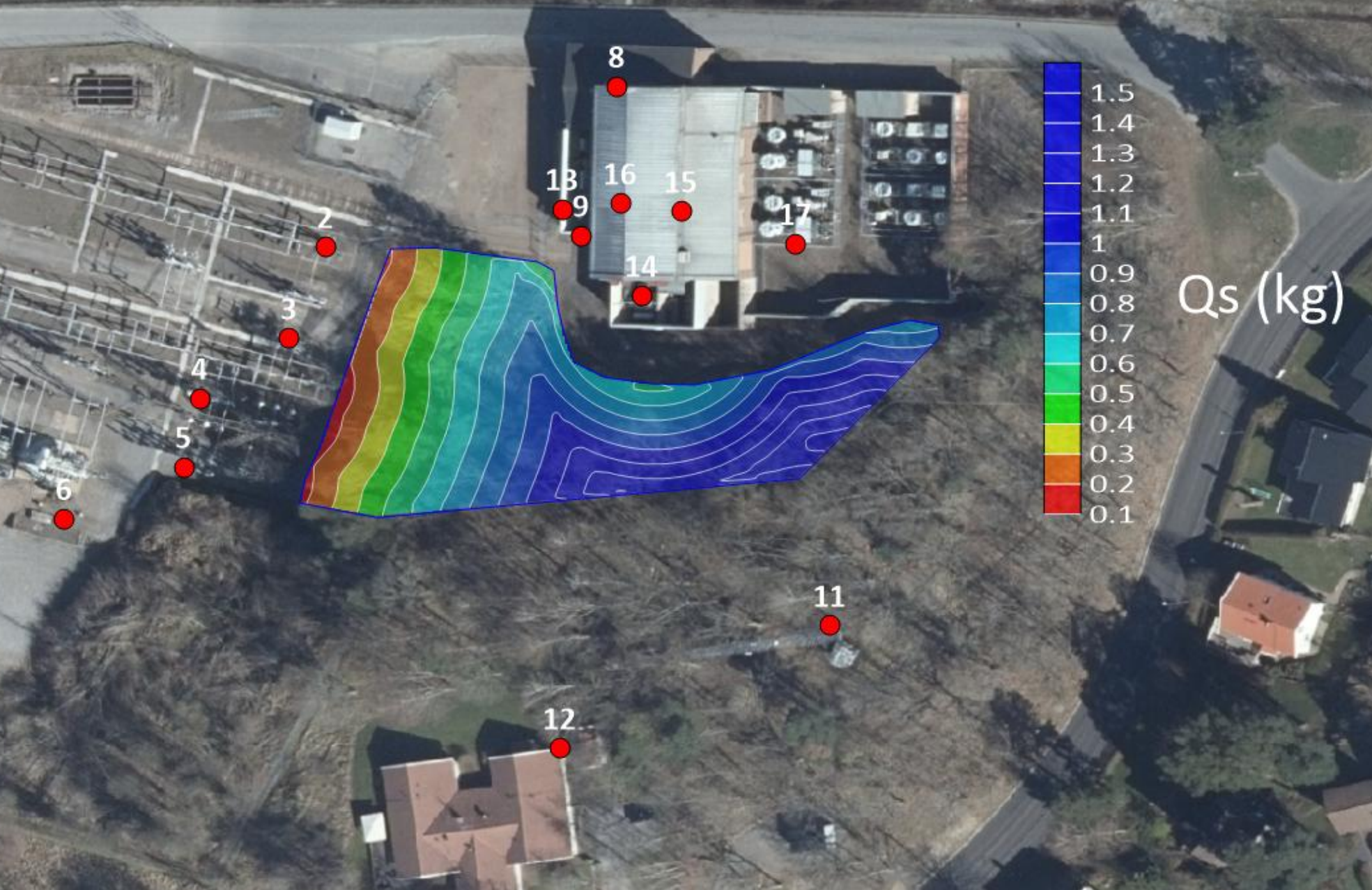
Ett överskridande

0 20 40 60



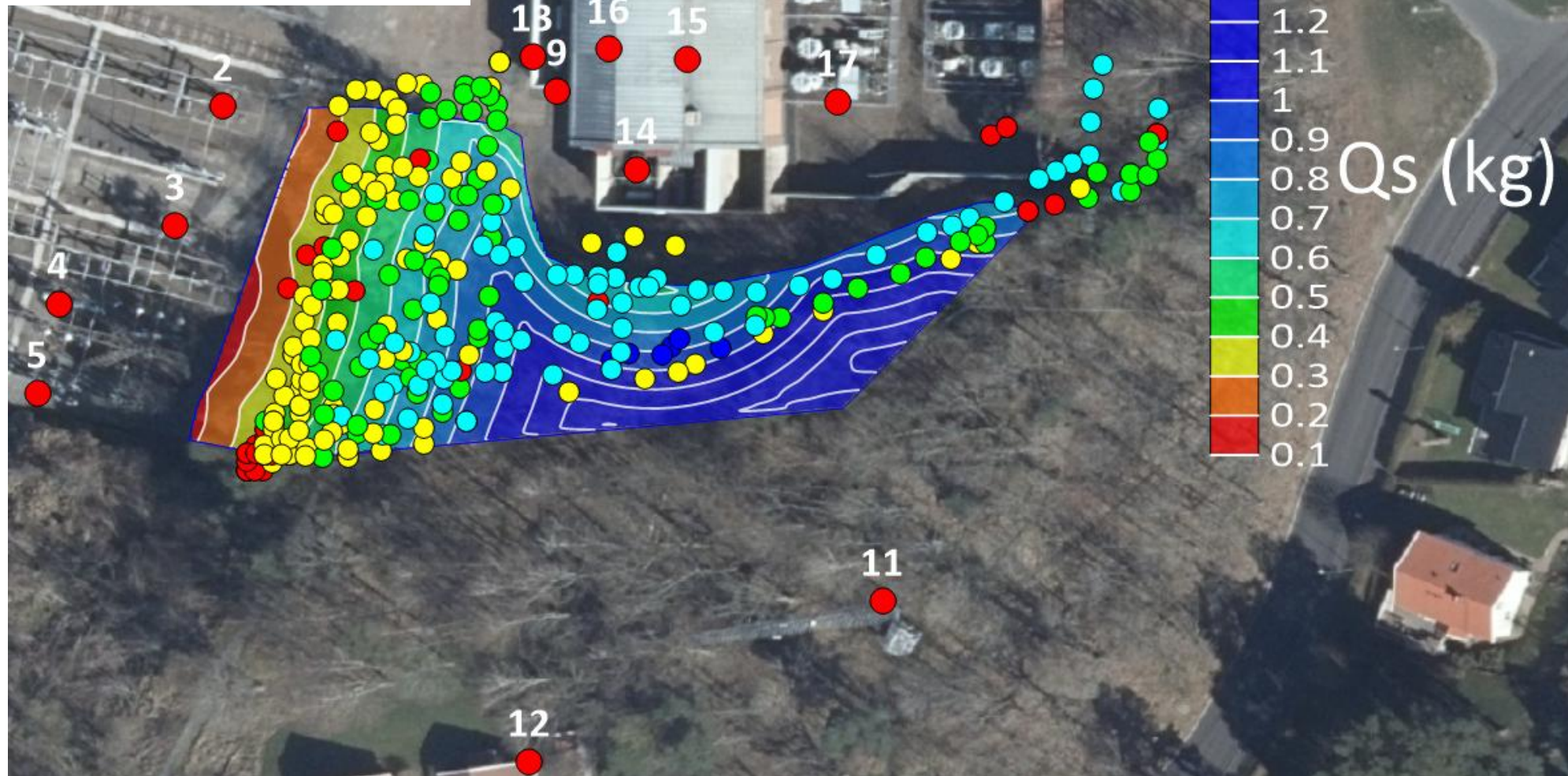
Figur 8.2. Regressionsanalysen från figur 4.2 här kompletterade med vibrationsnivåer från sprängsalvorna.

Alingsås omformarstation



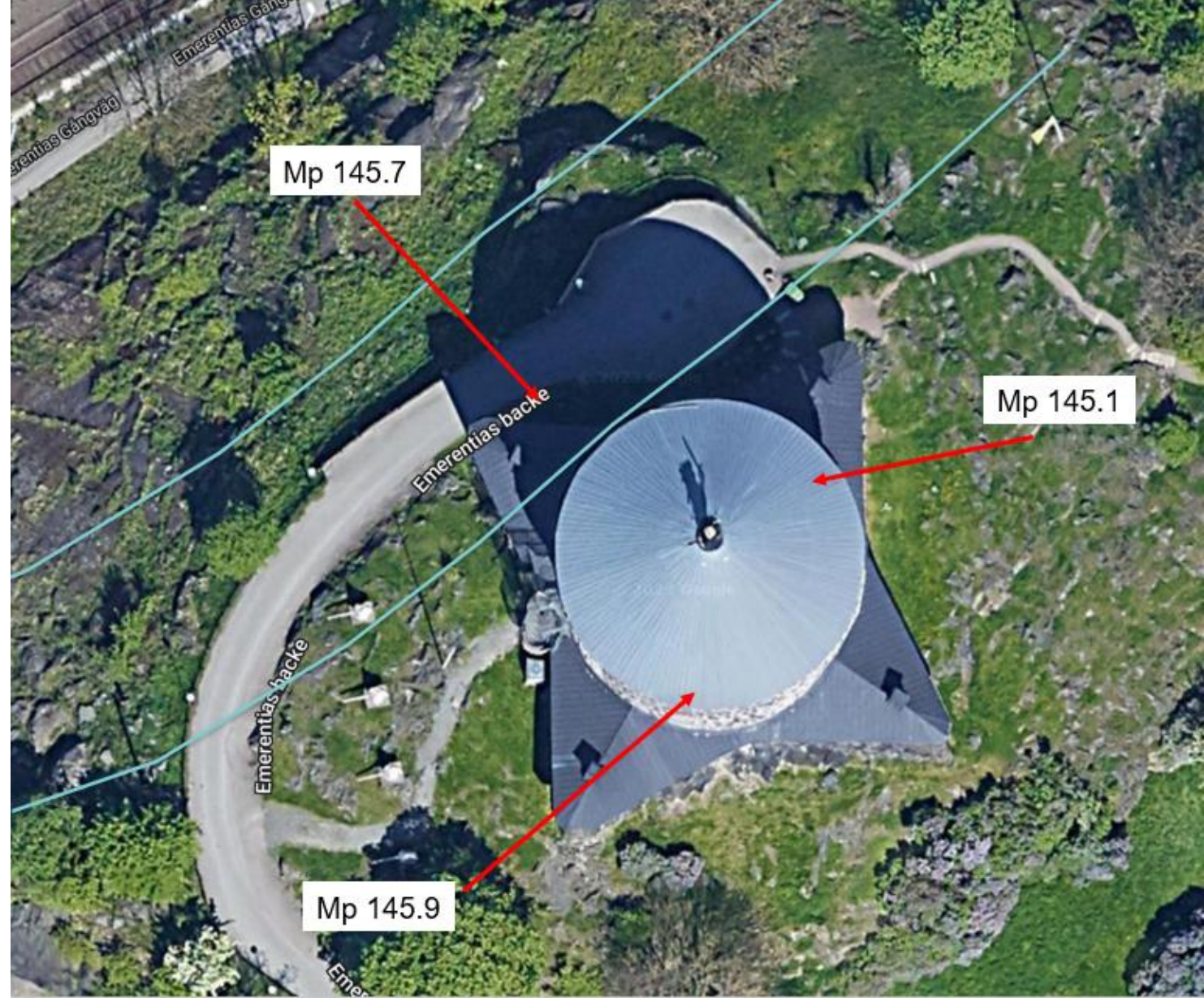
Använt Qs (kg)

>=Minimum	<Maximum	%	Count	Symbol...
0.1	0.2	12.3	37	●
0.2	0.4	36.9	111	●
0.4	0.6	23.9	72	●
0.6	0.8	24.9	75	●
0.8	1.1	2.0	6	●

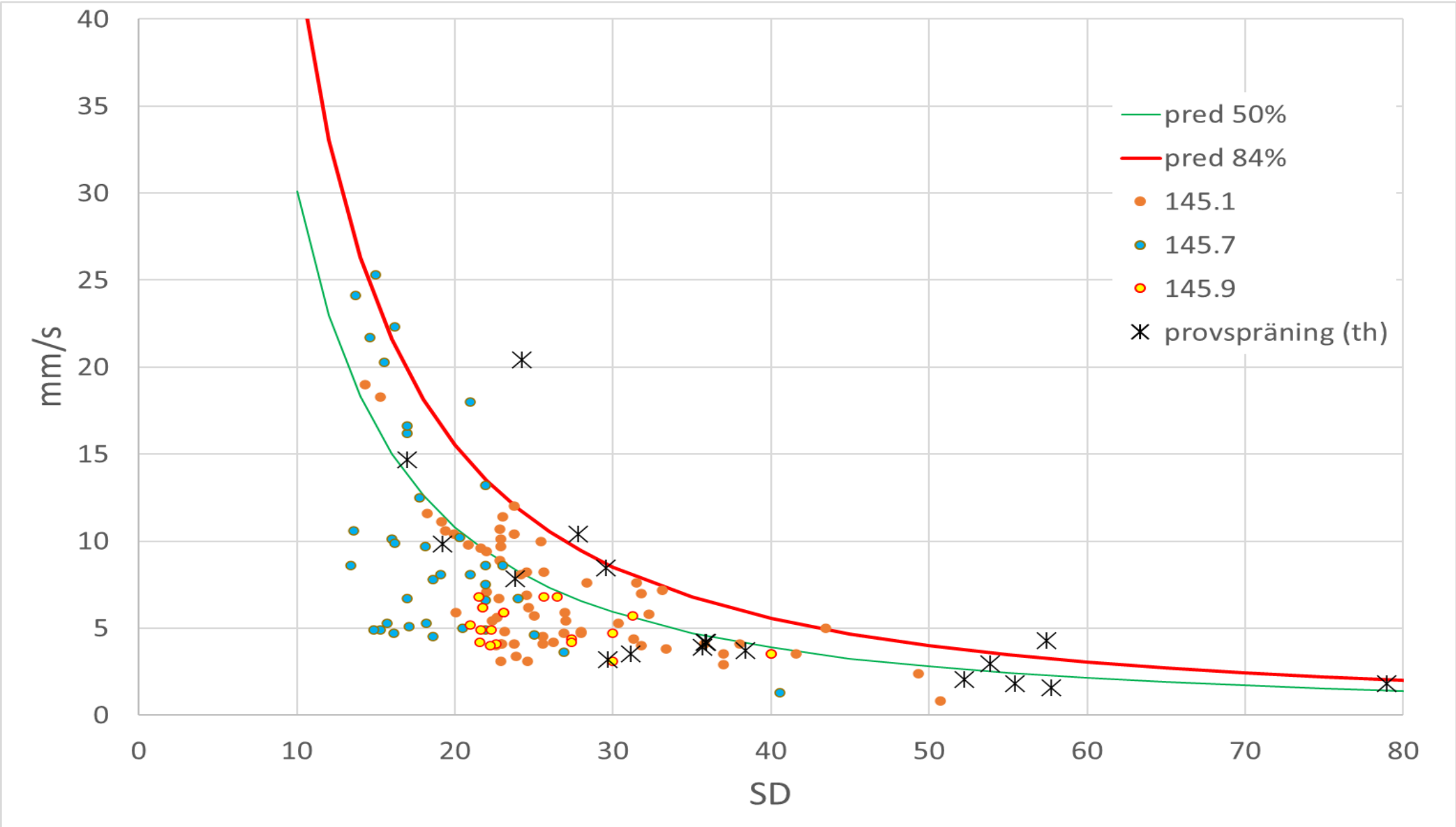


Totalt 301 salvor
2 överskridanden

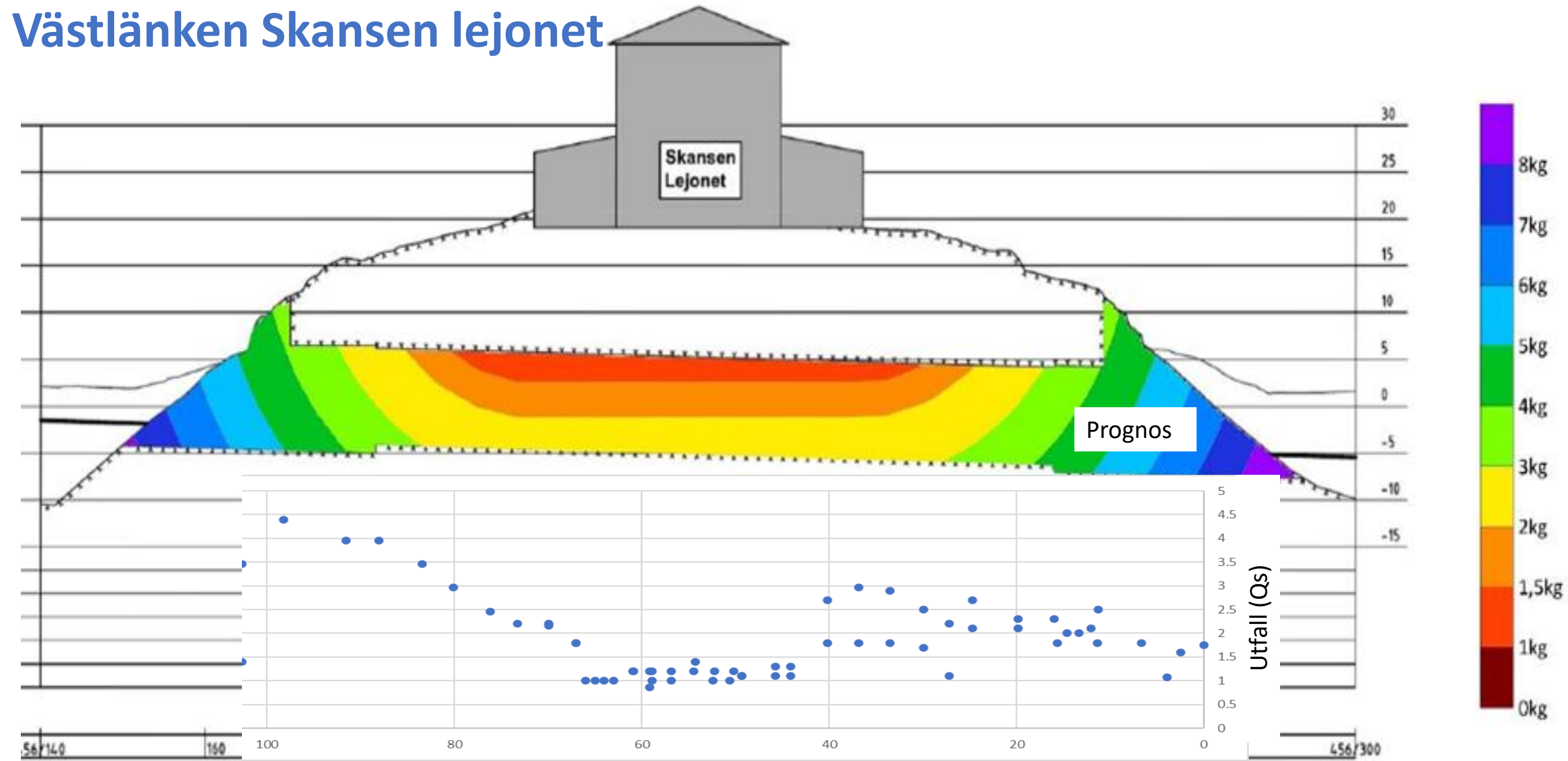
Västlänken Skansen lejonet



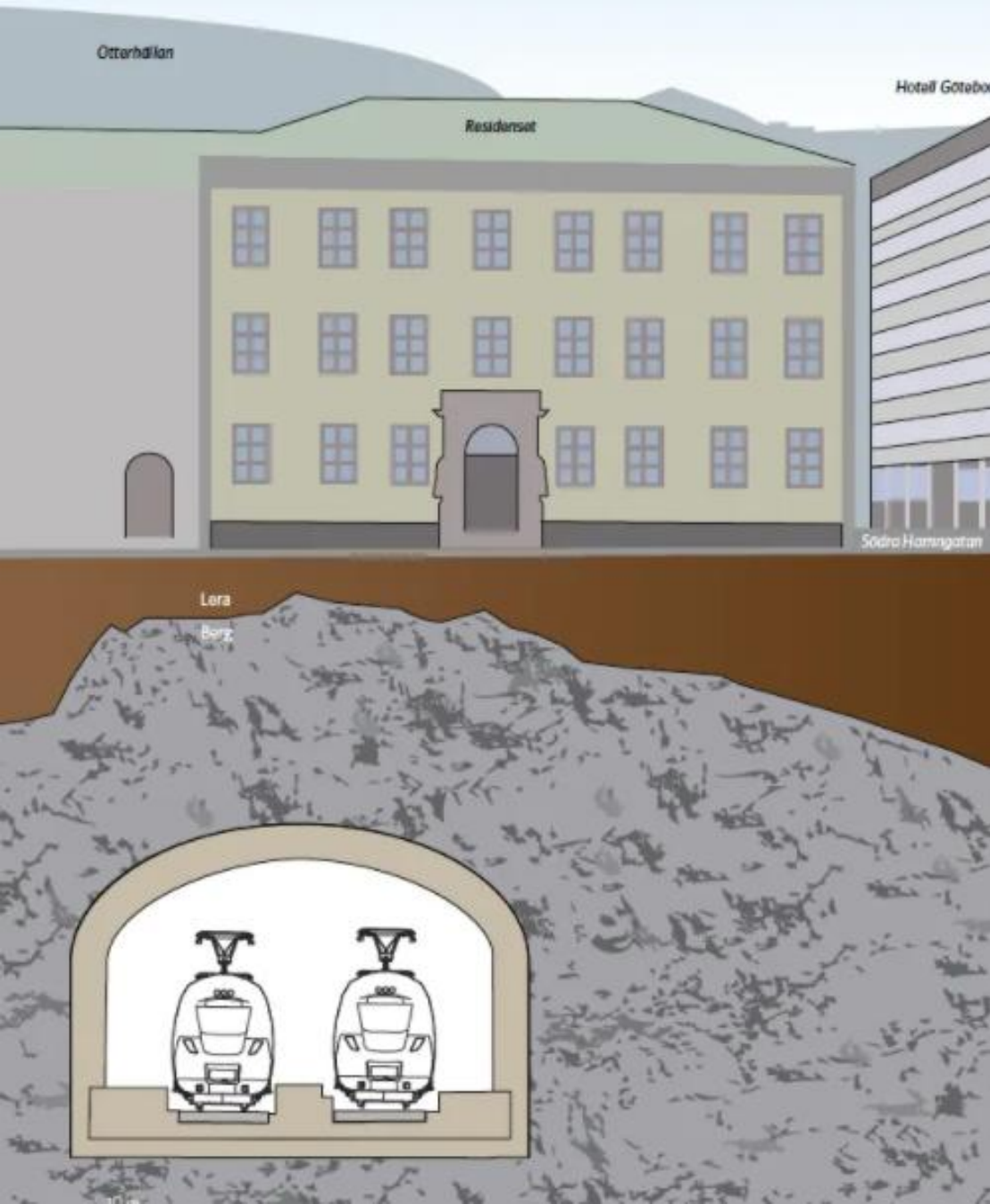
Västlänken Skansen lejonet

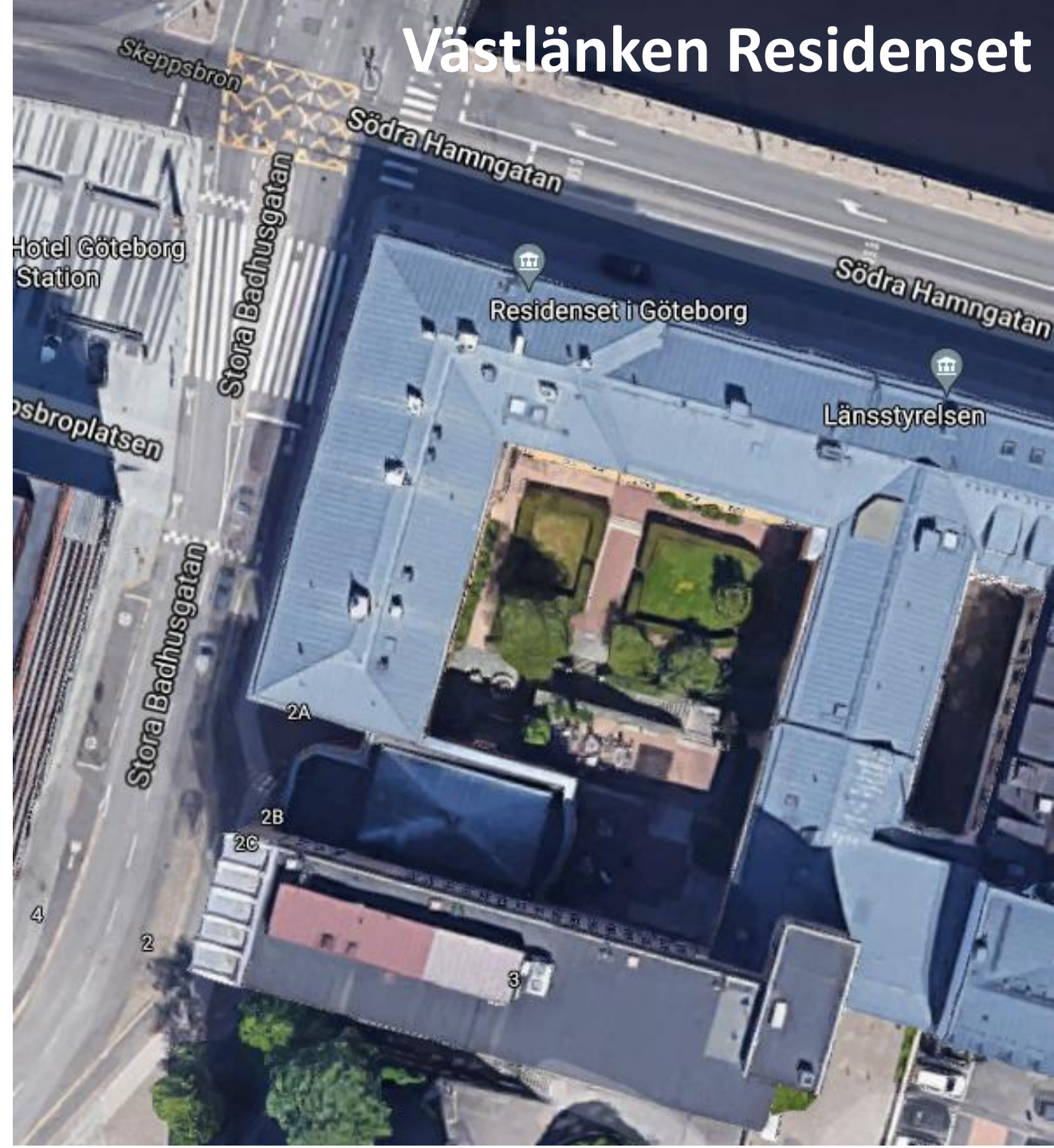
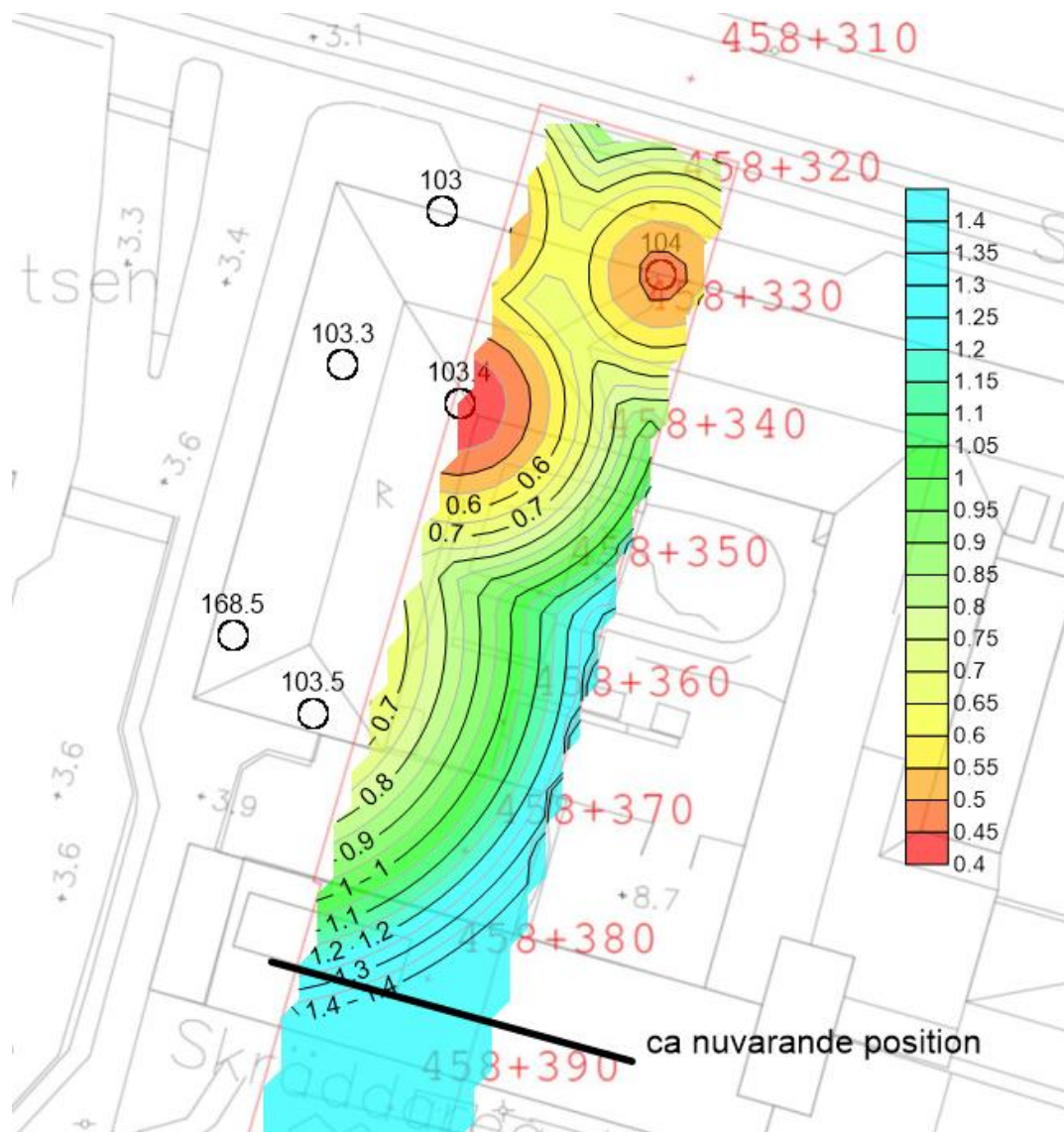


Västlänken Skansen lejonet



Västlänken Residenset

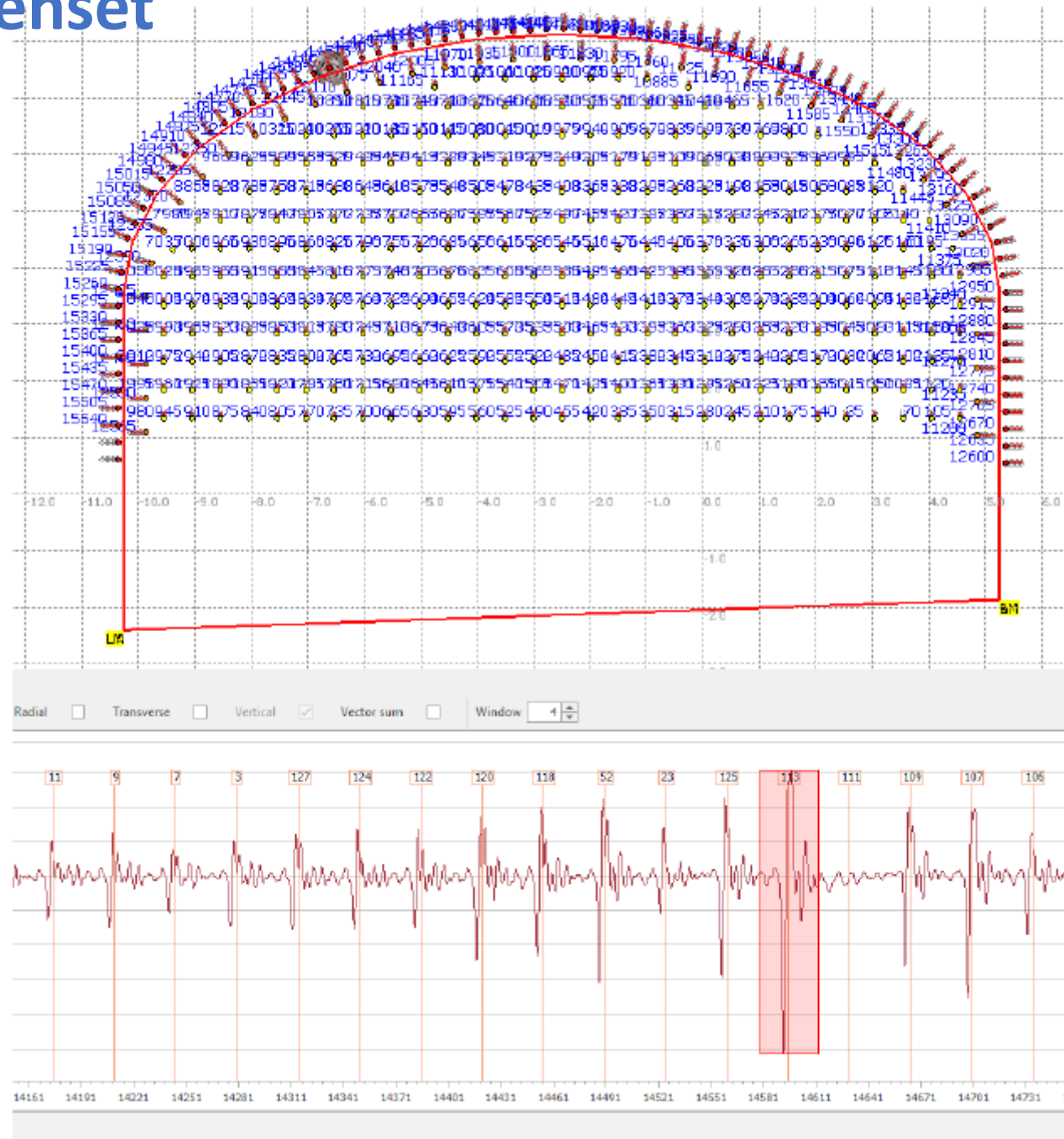




Västlänken Residenset



Västlänken Residenset



Slutkommentarer

- Vibrationsprognostisering fungerar!
- Stor fördel om man göra provsprängning
- Ännu större fördel om man kan mäta i samma mätpunkter
- Viktigt att ha kontroll på konsekvensen av ett överskridande

NITRO 
CONSULT