

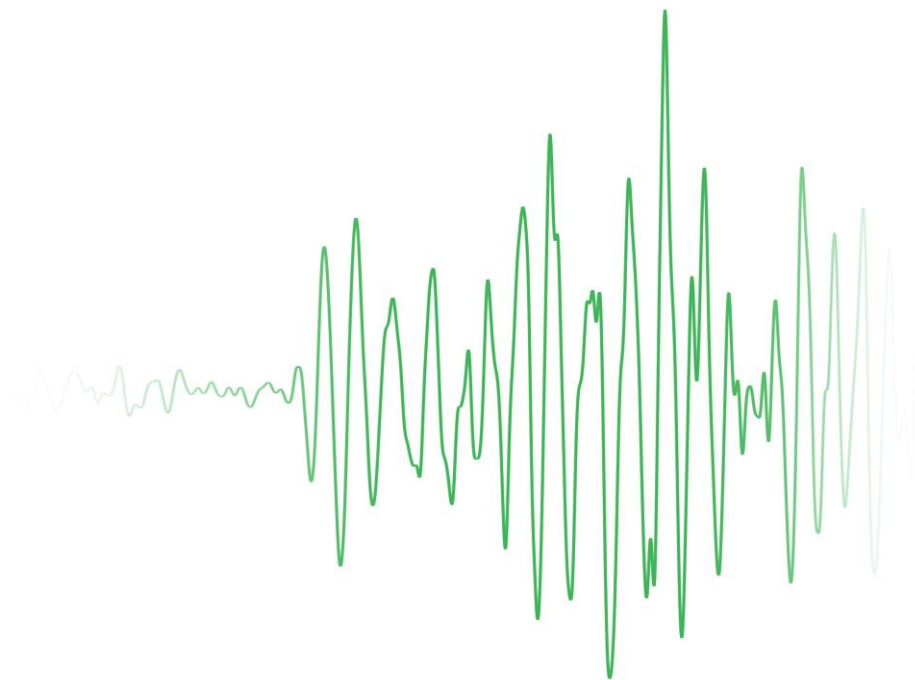


VÄSTRA
GÖTALANDSREGIONEN
MILJÖMEDICINSKT CENTRUM

Störning av vibrationer vid bygg- och anläggningsprojekt

Mikael Ögren, akustiker

Mathias Jern, vibrationskonsult



Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Samhällsmedicin och folkhälsa
Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC)
ADRESS Box 414, 405 30 Göteborg BESÖK Medicinargatan 16
TELEFON 072-203 30 13 E-POST mikael.ogren@amm.gu.se
HEMSIDA www.amm.se

Inledning

Denna rapport är slutrapport för forskningsprojektet ”Störning av vibrationer vid bygg- och anläggningsprojekt”. Projektet finansierades av Trafikverket, och har Trafikverkets diarienummer TRV 2019/88651. Projektet utfördes i samarbete mellan Samhällsmedicin och folkhälsa vid Sahlgrenska akademien som är en del av Göteborgs universitet, Västra Götalandsregionens miljömedicinska centrum och Nitro Consult AB. Projektledare var Mikael Ögren.

Samtliga exempel på signaler som redovisas i appendix B finns fritt tillgängliga för nedladdning via Svensk nationell datatjänst (SND, <https://snd.gu.se/sv>). Vid rapportens publicering återstår fortfarande en del administration, så projektet har ännu inte fått en egen permanent länk, kontakta författarna eller sök via SND:s hemsida för att få tillgång till data.

Mikael Ögren
Mathias Jern

Göteborg, 2021-03-29

Sammanfattning

Vibrationer i byggnader från bygg- och anläggningsverksamhet kan ibland förnimmas av de som bor och vistas i byggnaden. Känseltröskeln, dvs när vibrationen är så stark att den precis kan förnimmas, är relativt väl studerad och är väldigt olika beroende på kroppsställning och andra faktorer. Det finns också forskning kring när vibrationen upplevs som obehaglig eller störande vid en kontrollerad exponering i en laboratorieliknande situation. Betydligt mindre är känt kring störning av mer realistisk exponering i typiska byggnader, och vad antal händelser över olika tidsperioder betyder. Gemensamt för många studier är att andra faktorer än själva exponeringen, exempelvis oro, information mellan olika parter och upplevt inflytande, är mycket viktiga.

I slutet på rapporten redovisas data från 10 bygg- och anläggningsprojekt, inklusive detaljerade analyser av exempel på olika typer av sprängningar, pålning/spontning och packning. Typiskt är toppnivåerna och den dominerade frekvensen högre för sprängningar än för övriga signaler, men det totala energiinnehållet är ofta lågt för sprängningar eftersom de ofta ger kortvariga vibrationsförlopp. De vibrationssignaler som insamlats i projektet är fritt tillgängliga för framtida forskning.

Innehåll

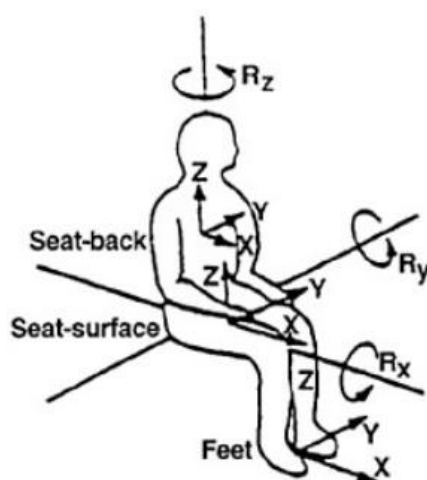
Inledning	2
Sammanfattning.....	3
Känsltröskel och störning.....	5
Känsltröskel.....	5
Upplevelse, obehag och störning.....	7
Störning, exponeringstid och antal händelser	9
Sömn	10
Analys av mätningar.....	11
Sprängning	12
Pålning och spontning.....	12
Packning och byggtrafik.....	13
Sammanfattande diskussion	14
Referenser.....	16
Appendix A – Inkluderade projekt	18
Projekt 1 – packning vid vägbygge.....	18
Projekt 2 – test av packning.....	20
Projekt 3 – rivning och spontning	21
Projekt 4 – tunnelsprängning.....	24
Projekt 5 – tunnelsprängning.....	27
Projekt 6 – packning och markarbeten.....	29
Projekt 7 – vibrospontning.....	32
Projekt 8 – pålning	34
Projekt 9 – sprängning i bergtäkt.....	36
Projekt 10 – entreprenadsprängning.....	37
Appendix B – Resultat för alla utvalda korttidsmätningar.....	40

Känsltröskel och störning

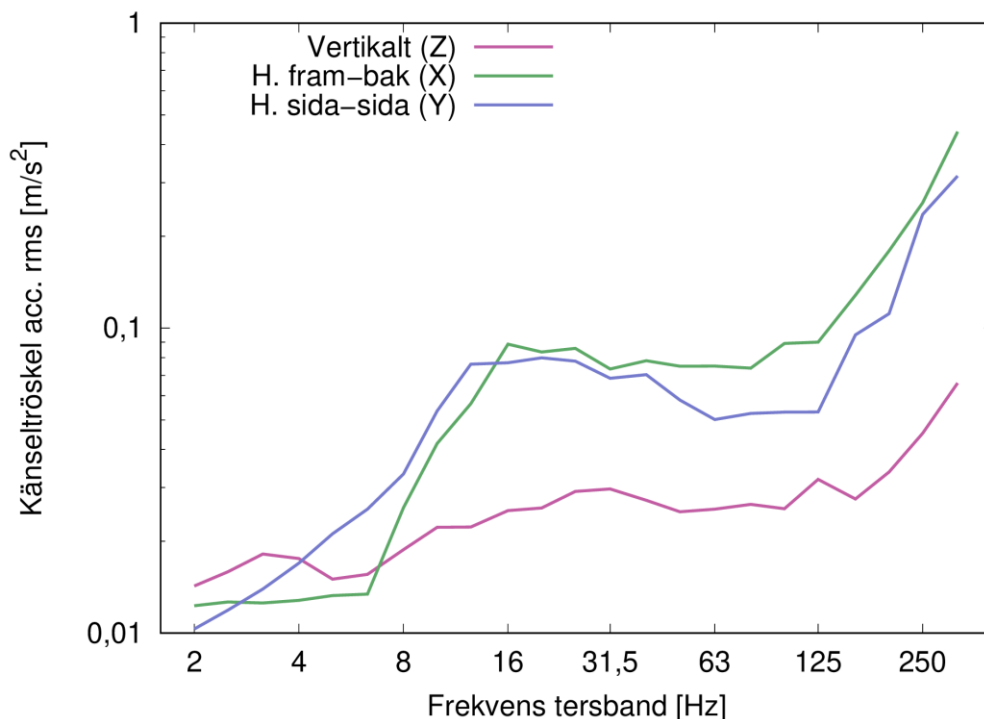
Känsltröskel

Vibrationer kan uppfattas av människan på flera olika sätt. För väldigt lågfrekventa vibrationer så kan balansorganet uppfatta vibrationen som en rörelse eller förflyttning av hela kroppen. Vibrationerna kan också påverka en kroppsdel så att den rör sig i förhållande till en annan, vilket kan detekteras av nervceller kring våra leder. Slutligen kan också vibrationerna leda till lokala deformationer av huden, som detekteras av olika nervceller i huden. Tillsammans med sekundära informationskällor som synintryck och ljud som genereras av vibrationerna, så bildar hjärnan en förmimelse av vibration. En mer fullständig sammanfattning av hur kroppen förmimer vibration ges bland annat i [1, 2].

Att kroppens förmåga att detektera vibrationer är beroende av olika kroppsliga system på ett komplicerat sätt gör att det är mycket svårt att designa ett experiment som ger ett enkelt och entydigt svar på hur svaga vibrationer man kan uppleva, den så kallade känsltröskeln för vibrationsförmimelse. Olika försök har använt olika metodik med olika typer av interaktion mellan en vibrerande yta och kroppen, olika varaktighet och olika vibrationssignaler. För helkroppsvibrationer är det vanligt med en vibrerande stol där försökspersoner kan vibreras i tre riktningar, vertikalt, horisontellt fram/bak och horisontellt lateralt (axel till axel), se figur 1. I det helt allmänna fallet kan man också rotera stolen kring tre axlar, men det är vanligast med ren translation utan roterande komponent när man undersökt känsltrösklar. I figur 2 visas medianvärdet av känsltröskeln för sittande försökspersoner från en relativt ny studie [3].



Figur 1. Definition av vibrationsriktningar för sittande person från [1], vertikalt (Z), lateralt (Y) och fram/bak (X).



Figur 2. Median av känsltröskel för sittande försökspersoner i tre riktningar från [3].

Känsltröskeln mätt i laborieförsök varierar beroende på många faktorer. För sittande och liggande personer spelar ytan som interagerar med kroppen stor roll, att sitta på en mjuk dyna ger andra trösklar än om man sitter på en stenhård bänk. På liknande sätt spelar vilka skor man har på sig stor roll vid stående exponering. Närvaro eller frånvaro av ryggstöd och armstöd har också stor betydelse, samt kroppsställning i stort.

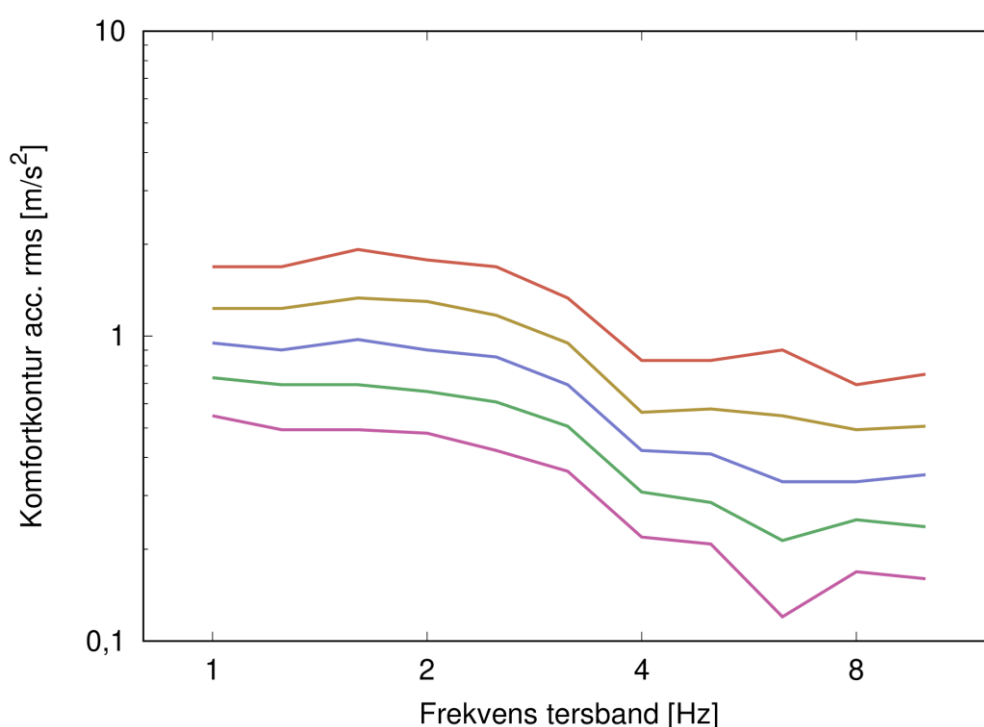
I standardserien ISO 2631 [4, 5] definieras olika vägningsfilter och analysmetoder, och utifrån en sammanvägd bild av forskningen på området så presenteras ett värde på känsltröskeln för sittande personer som en sinusformig acceleration med toppvärde $0,015 \text{ m/s}^2$ och med vägningsfunktionen W_k .

För det mer allmänna exponeringsfallet "att vistas i sin bostad" finns inga väl bestämda känsltrösklar eller gränser för störning baserade på laborieförsök. I vissa situationer kan väldigt små vibrationer leda till effekter som gör att man uppmärksammas på vibrationen, till exempel kan man med fingerspetsarna precis lätt beröra en yta som vibrerar och då vara mycket känsligare än om man skulle stå på ytan med fötterna. Indirekta effekter som exempelvis en svagt vajande lampa som ger upphov till skuggor som rör sig kan också uppstå vid väldigt låga amplituder. I andra situationer krävs en större amplitud på vibrationen innan den är märkbar. Ett sådant exempel är om man ligger på rygg på en mjuk säng och vibrationen är i vertikal riktning så att madrassen fungerar som en vibrationsdämpare (horisontella vibrationer dämpas oftast i mindre utsträckning).

För att utvärdera vibrationer i byggnader vid normal användning, dvs utan att känna till de exponerade personernas kroppsställning osv, så rekommenderas i ISO 2631 [5] att man använder acceleration med frekvensvägning W_m och en exponentiell tidsvägning på 1 sekund (SLOW). I den svenska standarden SS 460 48 61 [6] rekommenderas maximal hastighet med frekvensvägning W_m konverterad till hastighetsfilter och samma tidsvägning som ISO 2631, som vi i denna rapport betecknar $v_{W,RMS}$. En vibrationshastighet utvärderad enligt den svenska standarden kallas ofta "komfortvägning vibration" och har enheten mm/s.

Upplevelse, obehag och störning

När väl vibrationen är så pass stark att den har passerat känseltröskeln så kan man ställa sig frågan när två olika vibrationer ger samma upplevelseintensitet. Det mest undersökta fallet är två sinusformade vibrationer vid olika frekvenser. Om man upprepar detta försök många gånger så kan man generera kurvor som anger hur upplevelsen varierar med frekvens. I figur 3 redovisas en sådan skara med kurvor för sittande försökspersoner [7]. Kurvornas form påverkas också av hur starka vibrationer man använder och vilket ord man använder för att beskriva upplevelsen som försökspersonerna skall utvärdera, exempelvis kan man be dem bedöma ifall de två olika vibrationerna känns "lika starka", "lika obehagliga" eller "lika störande". Kurvorna har naturligtvis också olika form för vibration i olika riktningar.



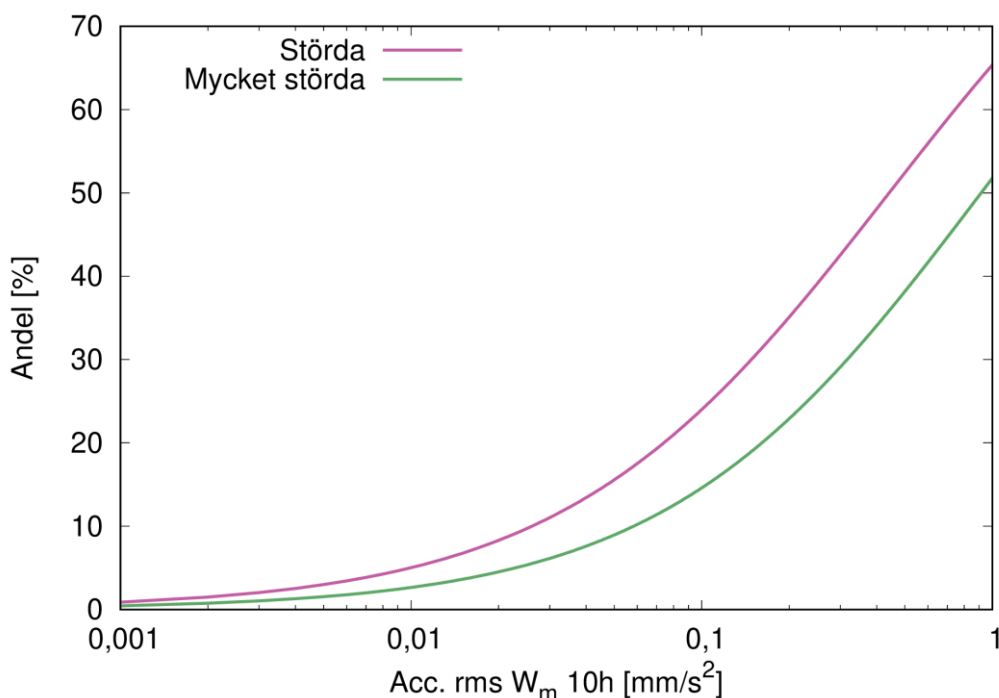
Figur 3. Exempel för kurvor för lika upplevelse av vibration (komfortkontur) för olika frekvenser för sittande försökspersoner. Färgen är endast för att skilja kurvorna åt visuellt.

Förutom att upplevelsen är olika för olika frekvenser så påverkar även andra faktorer, exempelvis sammansatta signaler [8] och ickelinjära effekter [9]. Det är svårt att sammanställa laboratorieforskningen på detta område eftersom små skillnader i exponering eller utvärdering kan göra resultaten svåra att jämföra, men en bra översikt publicerades 2015 [10].

Störning kan också utvärderas genom enkäter till boende vars bostäder utsätts för vibrationer. Ett förslag till standardiserad enkät har utvecklats [11]. Svårigheten i många av dessa studier är att bestämma exponeringen vid varje bostad. Ofta görs detta med förenklade metoder baserade på en mindre serie mätningar. Också själva exponeringsmättet skiljer mellan olika studier eftersom de är utförda i olika länder med olika utvärderingsmetoder och mått på vibrationsexponering. I en intressant studie från Storbritannien jämfördes mer än 60 olika vibrationsmått, både sådana baserade på toppvärden, baserade på totalt energiinnehåll och med olika viktningar [12]. Analysen visade att inget av dessa mått skiljde ut sig som bättre än övriga i termer av att kunna förutsäga störningsgraden hos de boende. Den enda tydliga effekten var att mått som använde en frekvensvägning var bättre än de ovägda, men vilken vägning som var bäst gick inte att se.

I undersökningen från Storbritannien jämfördes också vibrationsexponering från tågtrafik med vibrationer från byggarbete i anslutning till en järnväg. Då visade det sig att störningen var högre för byggarbetet än för tågtrafiken även om exponeringen var densamma. I båda fallen byggde exponeringsmättet på ett antal mätningar som sedan räknats om till de olika exponeringsmått utifrån de olika trafikförhållandena och antaganden om aktivitet på byggarbetsplatsen. I Figur 4 visas dos-responsfunktionen för störning som funktion av det vibrationsmått som användes i studien, a_{m10h} som är rms-värdet för acceleration med frekvensvägning W_m under 10 timmar dagtid (08-18). Detta mått kan inte på något enkelt sätt relateras till det mått som används för komfortstörande vibrationer i Sverige, men vi har beräknat båda måtten för mätningarna i Appendix A och B. Utifrån denna funktion kan man alltså i grova drag beräkna den sannolika andelen som störs (eller störs mycket) av en viss befolkning om man kan mäta eller beräkna vibrationsexponeringen.

Det är dock mycket stora osäkerheter när man använder denna funktion för att beräkna andelen störda. För det första är det endast en studie från en plats för en slags byggarbete, mer forskning behövs för att kunna ge en bild av hur detta varierar i olika sammanhang. Det är också välkänt att andra faktorer än vibrationsexponeringen är mycket viktiga för andelen störda. I många fall kan dessa övriga faktorer vara dominerande och själva exponeringen blir då endast en liten del av förklaringen till hur många som upplever sig störda av vibrationerna [13]. Viktiga faktorer är oro för skador på byggnaden, inställning till vibrationskällan, osäkerhet/oro för framtida exponering och kvalitet på information från myndigheter och andra parter till de exponerade. Också bostadsområdets typ (hyresrätter, villor eller bostadsrätter), de exponerades ålder och huruvida de spenderar en stor del av sin tid i hemmet har inverkan [13].



Figur 4. Sannolik andel störda eller mycket störda av byggverksamhet som funktion av acceleration (RMS) med vägning W_m under 10 timmar dagtid.

Störning, exponeringstid och antal händelser

En mycket viktig faktor för upplevelsen av vibrationer är tiden man exponeras. För känseltröskeln är tiden viktig på så sätt att om exponeringen är mycket kort kanske man inte hinner förnimma den, men så fort det rör sig om några sekunder eller mer så har den liten betydelse. För störning är det dock en mycket viktig faktor. En kort tillfällig vibrationshändelse som endast återkommer en gång per år upplevs kanske inte som störande alls även om amplituden är betydande, medan en ganska svag vibration som återkommer ofta och pågår i långa perioder kan vara mycket störande.

Tyvärr är det mycket svårt att utforma studier av störning där man kan kvantifiera vad tiden har för betydelse. Oftast har man studerat situationer som inte är tillfälliga, som exempelvis vibrationer från tåg- eller vägtrafik, och har undvikit att ta med områden där exponeringen nyligen har ändrats eller där de boende förväntar sig en förändring. I litteratursökningen inför denna rapport hittades ingen artikel publicerad efter 2000 som analyserade störning av vibrationer vid olika långa exponeringstider.

Ifrån forskningen på störning av buller kan man se vissa samband, men även här är det svårt att se tydliga resultat och studierna är få. För bullriga händelser som exempelvis skjutverksamhet, så kan man se en viss tröskleffekt när händelserna sker mycket sällan då störningen är mycket låg, när de sedan når över en viss tröskel så ökar störningen snabbt. För en studie för skjutfält för tunga vapen är tröskeln för hög störning ungefär 300 skott per år, och under 50 skott per år är störningen mycket låg [14]. Skotten är då inte utspridda över hela året utan koncentrerade till ett antal skjutdagar. I en studie av maximal ljudnivå från flygtrafik vid uteplats kunde man se en approximativt linjärt ökande störning för klasserna 1-2, 3-5, 6-14 och 15-29 händelser per dag [15].

Sömn

Vibrationer kan också störa sömnen. I normalfallet pågår inte verksamhet på byggarbetsplatser nattetid, men det kan förekomma i särskilda fall, och det finns ju också människor som sover i sina bostäder på dagtid, exempelvis skiftarbetande och små barn. En del forskning finns på sömnstörning av vibrationer från väg- och tågtrafik [16, 17], men på samma sätt som för allmän störning så saknas studier för tillfälliga verksamheter.

Vid en relativt färsk studie kunde man se att gränsen för att kunna se några fysiologiskt mätbara effekter av vibrationer under sömnen ligger ungefär vid 0,3 – 0,4 mm/s [18] mätt som maximal vägd vibrationshastighet enligt [6].

Analys av mätningar

Under projektets gång har mätningar samlats in för en rad olika aktiviteter som genererar vibrationer i närliggande bostäder vid tio olika byggprojekt. Kriteriet har i första hand varit att vibrationssignalerna ska vara tydliga, dvs det ska gå att kontrollera vilken verksamhet som vibrationen kommer ifrån, vi har i huvudsak inkluderat verksamheter som pålning, spontning, packning och sprängning. Mätningarna har antingen genomförts på en byggnads grundmur, oftast endast vertikala vibrationer, eller tri-axiellt på en golvyta inomhus. Signalerna är kvalitetskontrollerade så att de kommer från den önskade aktiviteten och inte är en störning eller liknande. Alla mätningar skedde med spårbart kalibrerade hastighetsgivare.

Förutom de utvalda exemplen på olika vibrationsförlopp så redovisar vi också i de flesta fall mätningar under en längre tid. I dessa fall går det inte i efterhand helt att säkerställa att alla uppmätta händelser verkligen kommer ifrån den övervakade verksamheten, ibland kan störningar eller vibrationer från andra verksamheter ingå. Antalet registrerade händelser bygger i detta fall på de triggvilkor och inställningar som mätningarna har utförts med, vilka inte redovisas i detalj. Denna information är mer en översiktlig bild av ungefär hur lång tid ett projekt kan pågå och hur antalet vibrationsalstrande händelser kan variera. Notera också att det i detta fall är ovägd toppvärden som redovisas, förutom för projekt 1.

Alla analyser utgår från standardserien ISO 2631 [4, 5] och den svenska standarden SS 460 48 61 [6]. Alla frekvensvägningsfilter applicerades digitalt via bilinjär transform av de analoga filterfunktionerna enligt metoden beskriven i [19, 20]. Tidsvägning och spektralanalys gjordes med standardverktyg i det öppna och fritt tillgängliga beräkningsprogrammet GNU octave [21].

För att jämföra med exponerings-responskurvan framtagen i Storbritannien [12] omvandlades mätningarna också till acceleration under 10 timmar (08:00 – 18:00) och frekvensvägdes med filtret W_m [5]. Genom att anta hur lång tid totalt under de 10 timmarna som en vibrationskälla är aktiv har vi sedan beräknat den sannolika störningen i olika fall exempel. Vi gjorde detta för 1, 10 eller 100 upprepningar av signalen under en 10-timmars period, förutom för sprängningar där man aldrig kan uppnå så många händelser som etthundra per 10 timmar. Uppprepningar betyder alltså att en och samma signal antas återkomma många gånger, exempelvis en 10 sekunder lång exponering av pålning med totalt ca 10 slag, eller en 8 sekunders lång vibrationsserie från en tunnelsprängning, som sedan återkommer 1, 10 eller 100 gånger. Den sannolika störningen som beräknas på detta sätt blir mycket osäker (se föregående kapitel), men är i alla fall ett första försök att jämföra olika signalers störningspotential.

I appendix A redovisas grundläggande information om de 10 projekt som vi hämtat mätdatat ifrån. Om det finns redovisas långtidsmätningar i en punkt, och ibland ett exempel på en vågform som är typisk för vibrationerna som uppmätts i projektet. Dessutom redovisas frekvensinnehåll och sannolik störning beräknad enligt ovan.

I appendix B redovisas rådata för de insamlade vibrationssignalerna. Förutom vägd och ovägd maximal hastighet och dominerande frekvens redovisas också ett diagram över vägd hastighet (W_m) med exponentiell tidsvägning 1 sekund (SLOW). Alla signalers mättid är mellan 8 och 20 sekunder, beroende på hur mätningarna genomförts i respektive projekt. I texten kallas varje inspelat vibrationsförlopp för en "händelse", om ett vibrationsförlopp pågår längre än inspelningstiden kommer följaktligen samma vibrationsförlopp att ge upphov till mer än en händelse. För sprängning kommer i princip alltid en vibrationshändelse vara det samma som en sprängning, detsamma gäller vägtrafik. För övriga typer av vibrationer (pålning, spontning, packning) är det dock vanligt att en vibrationsskapande aktivitet ger upphov till flera vibrationshändelser.

Frekvensinnehållet illustreras också av ett spektrogram i Appendix B, som redovisar bidrag till total W_m -vägd hastighet i steg om 2 Hz och 0,25 s. Ju mörkare en ruta är desto mer bidrar det tids- och frekvenssteget till den totala vibrationshastigheten. Spektrogrammet är alltså relativt signalens styrka, och visar fördelning i tid och frekvens men inte total energi (en ruta kan vara mörk och bidra i stor utsträckning till signalen även om signalens amplitud är låg jämfört med andra signaler).

Sprängning

Vibrationer från sprängning uppstår när sprängmedlet detonerar i det borrhål det placerats i. Detonationen innebär att sprängmedlet via en kemisk process omvandlas från fast till gasfas. Detta sker vid hög hastighet (normalt kring 5000 m/s) vilket skapar ett gastryck på borrhållsväggen (flera GPa), vilket i sin tur skapar en tryckvåg vilket får sin fysiska realisation i form av fragmentering/sprickbildning samt vibrationer ut i omgivningen. Själva fragmenteringen av bergmassan begränsar sig till storleksordningen några fåtal dm till m i avstånd till borrhålet, men vibrationer som kan uppfattas sker på betydligt längre avstånd; 100-tals till 1000-tals meter beroende på typ av sprängning.

Här är det lämpligt att skilja på ovanjordsprängning och underjordssprängning. Vid tillfälliga verksamheter handlar det normalt om att förbereda mark för annan verksamhet, exempelvis byggnation av hus, medan underjordssprängning oftast sker för byggnation av tunnlar.

Ovanjordsprängningar pågår normalt under några hundratals millisekunder upp till någon sekund. Mindre sprängningsarbeten (i detta fall mindre laddningar/mindre bergvolymmer) kan ske oftare, upp till ca 10 gånger per dag medan större arbeten normalt innebär att tiden att förbereda varje sprängning är längre och att sprängningar sällan sker mer än någon gång per dag.

Vid tunnelsprängningar finns också begränsningar för hur ofta man kan spränga vilket innebär att man normalt spränger några gånger per vecka upp till maximalt ett par gånger per dag. Tiden för vibrationsförloppet är dock länge vid tunnelsprängning, 5 – 15 sekunder.

Pålning och spontning

Pålning sker normalt för att stabilisera mark inför byggnation uppe på marken. Pålning sker genom att man slår, vibrerar, pressar eller skruvar ner pålen i marken. Pålen i sin tur kan bestå av olika material (Betong, stål, trä) och kan tryckas ner till berg (spetspåle) eller fast jord (friktionspålar) eller stabilisera jorden via så kallade kohesionspålar. Mest vibrationer skapas när man slår ned pålarna medan skruvade och pressade pålar ger mycket små vibrationer. Vibrationerna som skapas är märkbara upp till ca 100 m avstånd. Om man vibrerar ner pålarna kommer vibrationssignaturen vara mycket lik vad som sker vid packning, och domineras av den huvudfrekvens som används när vibrationen generas (eller övertoner till denna huvudfrekvens).

Tidsperioden kan variera stort beroende på omfattningen av pålningen. Men dagar till veckor torde vara ett rimligt perspektiv i relation till ur länge vibrationer kan uppfattas från en och samma punkt. Pål-elementen kan ta upp till 10 minuter i anspråk att slå ner.

Spontning ger liknande vibrationer och använder samma metoder men syftet med arbetet är istället att driva ned spont i marken. På samma sätt genereras mycket lite vibrationer om man pressar ner sponten, och betydligt mer om man slår eller vibrerar ner den i marken.

Packning och byggtrafik

Packning sker för att kompaktera marken genom att en oscillerande vikt arbetar mot markytan, här finns olika tunga utrustningar vilket naturligtvis har betydelse för vibrationens storlek och utbredning. Eftersom det påverkade områdets storlek är förhållandevis begränsat så pågår störningen mot en viss plats sällan under mer än någon upp till några dagar. Vibrationer från packning kan normalt uppfattas på några 10 tals meters avstånd, mindre vid friktionsjordar.

Även för byggtrafik kan vibrationerna uppfattas någon till några tiotals meter från fordonen. Vibrationerna förekommer i princip uteslutande vid "mjuk" grundläggning (lera). Här har ojämnheter i vägbanan stor betydelse tillsammans med platser för inbromsning/acceleration. Eftersom byggtrafik pågår ofta på vissa sträckor (in och utfart) kan störning från byggtrafik i värsta fall pågå under hela den tid som projektet pågår.

Sammanfattande diskussion

Mätningarna i appendix A och B visar på stora skillnader i maxvärde, frekvenssammansättning, antal per dygn osv. Bilden är komplex på grund av den stora variationen i aktiviteter som pågår vid bygg- och anläggningsarbeten, och på grund av varierande markförhållanden, skillnader i maskinpark och i arbetsmetoder. Forskningsunderlaget för störning av vibrationer från mer tillfälliga aktiviteter är också mycket begränsat, och i underlaget som finns, samt även i underlagen för andra källor som tåg- och vägtrafik, så poängteras i samtliga studier den låga förklaringsgraden av själva vibrationsexponeringen och hur viktiga andra faktorer är, som exempelvis oro. Sannolikt är andra faktorer än exponeringen ännu viktigare vid tillfälliga aktiviteter, eftersom man då inte fått tid att vänja sig vid exponeringen och den inte heller är en del av den normala vardagen, utan en avvikande företeelse.

Frågan är också hur relevant det är att beskriva exponeringen utifrån komfortvibrationer inomhus (mätt på golvet vid den största spännvidden i tre riktningar enligt SS 460 48 61 Vibration och stöt – mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader [6]) för tillfälliga bygg- och anläggningsarbeten. Komfortvibrationer är i första hand avsedda för mätningar av längre exponeringar som trafik (tåg eller väg). I komfortstandarden anges: "Riktvärdena är inte avsedda att tillämpas på tillfälliga aktiviteter som bygg- och anläggningsarbeten, ej heller för bergtäkter och gruvdrift" [6].

Mätning enligt komfortstandarden sker inomhus, vilket är en störning för de som bor där både vad gäller mätutrustning som är i vägen men också att någon måste vara hemma vid montering, underhåll och demontering. Signalen är också mer kostsam att samla in och analysera eftersom de boende själva ger upphov till vibrationer när de rör sig i bostaden, vilket måste tas hänsyn till vid analysen.

I en studie från Sydkorea har man försökt att ta fram indikatorer på buller, vibration och damning från byggarbetsplatser, och se hur mycket man kan påverka exponeringen genom att följa utvecklingen i realtid och återkoppla till de företag som driver verksamheten [22]. Studien visar att i det undersökta fallet så var ett så enkelt mått som antal aktiva maskiner (grävmaskiner och borrarregat) det mått som bäst predikterade den uppmätta vibrationsexponeringen. Genom att införa begränsningar direkt under arbetet kunde man få ner bullernivån (62%) och damningen (80%) på ett bra sätt, men dessvärre påverkades den uppmätta vibrationsexponeringen väldigt lite (3%).

I studier av störning från vibrationer där man karakteriserar exponeringen med hjälp av en absolut maximal nivå så påverkas inte störningen av aktivitetsgraden, för byggaktivitet skulle det betyda exempelvis att om den pålas 1 minut eller 8 timmar påverkar inte exponeringen. I studier där man istället utvärderar effekten som exempelvis RMS-värdet under 10 timmar, så dominerar aktiviteten mätvärdet och följaktligen påverkan på störningen. I exemplet ovan skulle det betyda att aktiviteten under 8 timmar skulle ge ett beräknat exponeringsvärde 480 gånger högre än aktivitet under 1 minut. Trots de extrema skillnaderna i beräknad exponering kan man inte avgöra vilka av dessa båda mått som bäst förklarar störningen, i båda fallen är förklaringsgraden låg och andra faktorer dominerar [12].

Ett sätt att arbeta för att minska störningen från vibrationer alstrade vid byggarbeten vore att fokusera mer på de övriga faktorerna. Genom att återkoppla mätningar till de boende och låta dem få inflytande på olika sätt genom dialog, och på ett bra sätt informera om framtida planer och varna när exponeringen väntas bli hög, kan man förmodligen minska störningen mycket mer än om man bara arbetar med att införa ett riktvärde och sedan följa upp det genom mätningar. Man kan dock inte helt eliminera behovet av mätningar, mätresultaten har tvärt om en central roll i dialogen med de boende, framförallt för att minska oro.

Projektets slutsatser i punktform blir följande:

- Hur vibrationer från tillfälliga verksamheter som bygg- och anläggningsarbeten påverkar människor är komplext, det finns mycket begränsad forskning att tillgå i ämnet.
- De få studier som finns indikerar att det är svårt att förklara störningsupplevelsen endast utifrån olika mått på själva vibrationen, andra faktorer är minst lika viktiga.
- Insatser för god information och kommunikation/dialog är sannolikt de viktigaste åtgärderna som kan påverka hur omfattande störningen blir från en tillfällig verksamhet.

Referenser

- [1] Brammer, A., *Human Response to Shock and Vibration*, in *Harris' Shock and Vibration Handbook*. 2010, Mc Graw Hill.
- [2] Griffin, M.J., *Handbook of Human Vibration*. 1990: Elsevier Ltd.
- [3] Morioka, M. and M.J. Griffin, *Magnitude-dependence of equivalent comfort contours for fore-and-aft, lateral and vertical whole-body vibration*. *Journal of Sound and Vibration*, 2006. **298**(3): p. 755--772.
- [4] ISO, *ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration - part 1: General requirements*. 1997, International Organization for Standardization.
- [5] ISO, *ISO 2631-2:2003 Mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration - part 2: vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)*. 2003, International Organization for Standardization.
- [6] SIS, *SS 460 48 61 Vibration och stöt - Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader*. 1992.
- [7] Arnold, J.J. and M.J. Griffin, *Equivalent comfort contours for fore-and-aft, lateral, and vertical whole-body vibration in the frequency range 1.0 to 10 Hz*. *Ergonomics*, 2018. **61**(11): p. 1545-1559.
- [8] Ljunggren, F., et al., *Human vibration perception from single-and dual-frequency components*. *Journal of Sound and Vibration*, 2007. **300**(1-2): p. 13-24.
- [9] Matsumoto, Y. and M.J. Griffin, *Non-linear characteristics in the dynamic responses of seated subjects exposed to vertical whole-body vibration*. *J Biomech Eng*, 2002. **124**(5): p. 527-32.
- [10] Trolle, A., C. Marquis-Favre, and E. Parizet, *Perception and Annoyance Due to Vibrations in Dwellings Generated From Ground Transportation: A Review*. *Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control*, 2015. **34**(4): p. 413-457.
- [11] Whittle, N., et al., *Development of a social survey for the study of vibration annoyance in residential environments: Good practice guidance*. *Applied Acoustics*, 2015. **87**: p. 83-93.
- [12] Waddington, D.C., et al., *Human response to vibration in residential environments*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2014. **135**(1): p. 182-193.
- [13] Peris, E., et al., *Effect of situational, attitudinal and demographic factors on railway vibration annoyance in residential areas*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2014. **135**(1): p. 194-204.
- [14] Rylander, R., U. Åhrlin, and B. Lundquist, *Störning av buller från skjutfält för tunga vapen - samband mellan exponering och störning*. 1994, Institutionen för Miljömedicin: Göteborg.
- [15] Nilsson, M., et al., *Flygbuller på uteplats : besvärsupplevelser och hälsa i relation till maximalnivå och antal flygbullerhändelser : slutrapport från forskningsprogrammet MAXFLYG*. Rapport / Naturvårdsverket,. 2013, Stockholm: Naturvårdsverket. 98 s.
- [16] Persson Waye, K., et al., *Assessing the exposure-response relationship of sleep disturbance and vibration in field and laboratory settings*. *Environ Pollut*, 2019. **245**: p. 558-567.
- [17] Öhrström, E., et al., *Resultat och slutsatser från forskningsprogrammet TVANE : effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik : tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik : slutrapport*. Rapport. 2011, Göteborg: Enheten för arbets- och miljömedicin, Avdelningen för samhällsmedicin och folkhälsa, Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet. 109 s.
- [18] Smith, M.G., et al., *Physiological effects of railway vibration and noise on sleep*. *J Acoust Soc Am*, 2017. **141**(5): p. 3262.
- [19] Rimell, A.N. and N.J. Mansfield, *Design of digital filters for frequency weightings required for risk assessments of workers exposed to vibration*. *Industrial Health*, 2007. **45**(4): p. 512-519.
- [20] Rimell, A.N., N.J. Mansfield, and G.S. Paddan, *Design of digital filters for frequency weightings (A and C) required for risk assessments of workers exposed to noise*. *Industrial Health*, 2015. **53**(1): p. 21-27.

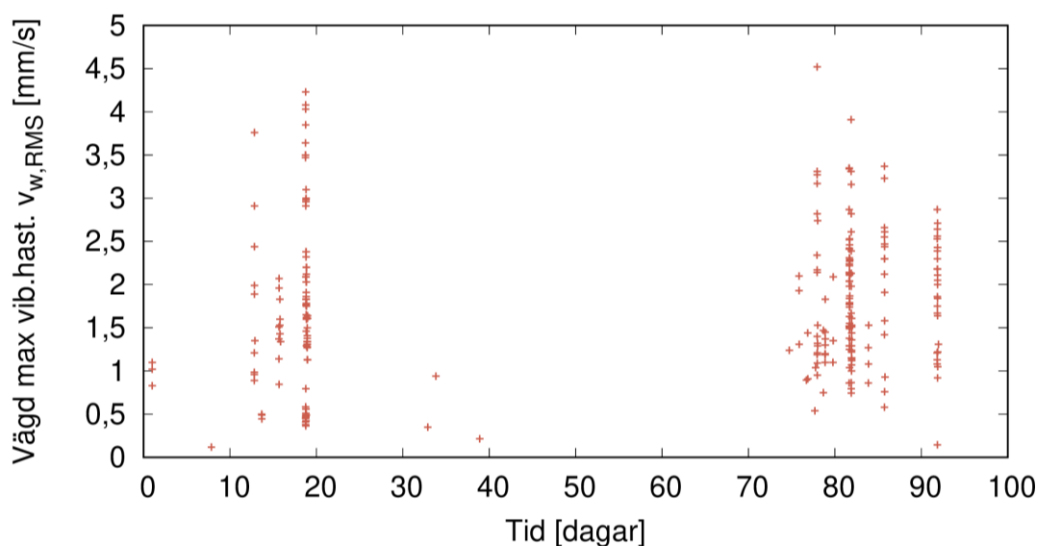
- [21] *GNU octave v. 5.2.0.* 2020, GNU.
- [22] Hong, J., et al., *An empirical analysis of environmental pollutants on building construction sites for determining the real-time monitoring indices.* 2020. **170**: p. 106636.
- [23] Jern, M. and O. Bergström, *Sprängningsinducerade vibrationer och luftstöt vågor kontra mänsklig upplevelse.* 2010, Roch Tech Centre.

Appendix A – Inkluderade projekt

Projekt 1 – packning vid vägbygge

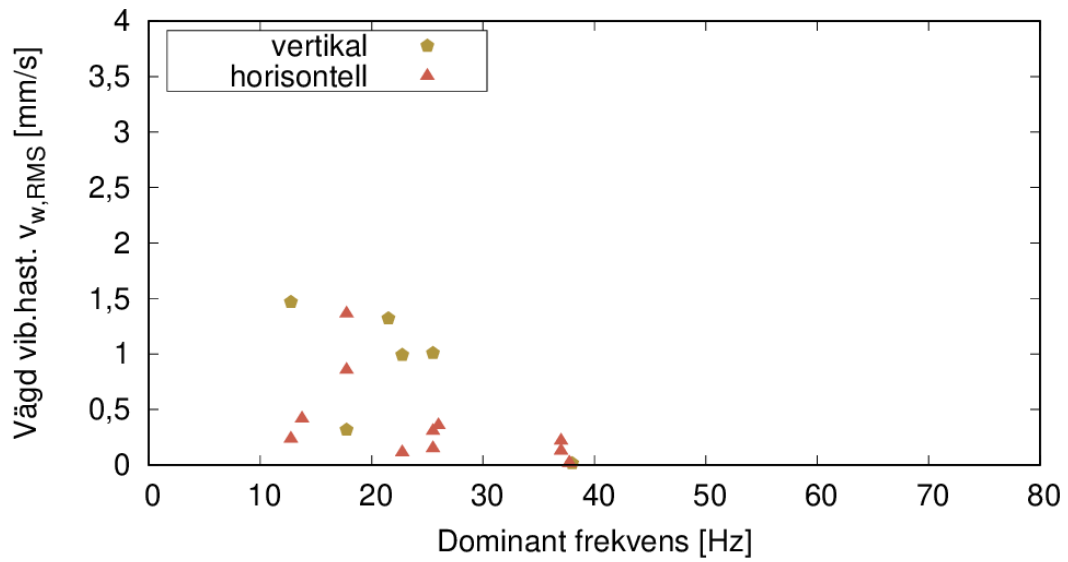
Vid detta vägbyggnadsprojekt mättes vibrationer vid framförallt packning. Projektet valdes framförallt därför att det fanns triaxiella mätdata mätt på bjälklag dvs mätt enligt komfortstandard (SS 460 4861), i övrigt var detta ett "normalt" vägprojekt. Undergrunden var sand. Vibrationer mättes både i grund (på betongplatta) samt på övre bjälklag i trähus. Mätare var monterade tre månader på bjälklag och en månad på bottenplatta. Medan mätaren på bottenplattan enbart triggade vid ett tillfälle triggade mätaren på bjälklag sammanlagt vid 225 tillfällen under perioden.

Händelser uppmättes vid sammanlagt 19 dagar (av 91 dagars mätning), 54 % av triggingarna skedde under 2 dagar, det är inte möjligt att i efterhand kontrollera om varje triggtillfälle berodde på vägarbetet.

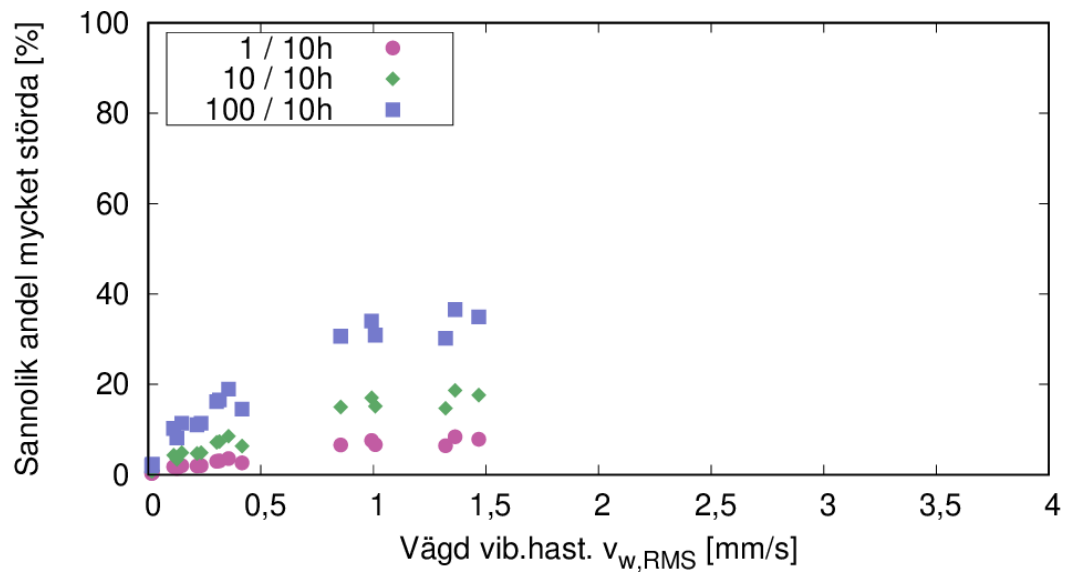


Figur A1-1. Maximal vägd vibrationshastighet $v_{w,RMS}$ vid 91 dagars mätning.

Under perioden valdes 6 händelser mätt triaxiellt ut för mer detaljerad analys. I figur A1-2 redovisas data per axel som maximal vägd hastighet med tidsvägning SLOW (1 sekund) och dominant frekvens i Hz. Frekvensområdet omfattar 10 – 40 Hz, och spridningen i maximal vibrationshastighet är stor. I figur A1-3 visas en uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering under 10 h där en av de uppmätta vibrationshändelserna inträffar 1, 10 eller 100 gånger. Fallet 100 gånger under en dag är en ganska extrem exponering, exempelvis inträffar en händelse som ger en maximal hastighet på 1,0 mm/s eller mer 28 gånger på 91 dagar, dvs ungefär 0,3 gånger per dag.



Figur A1-2. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 6 triaxiella mätningar i projekt 1.

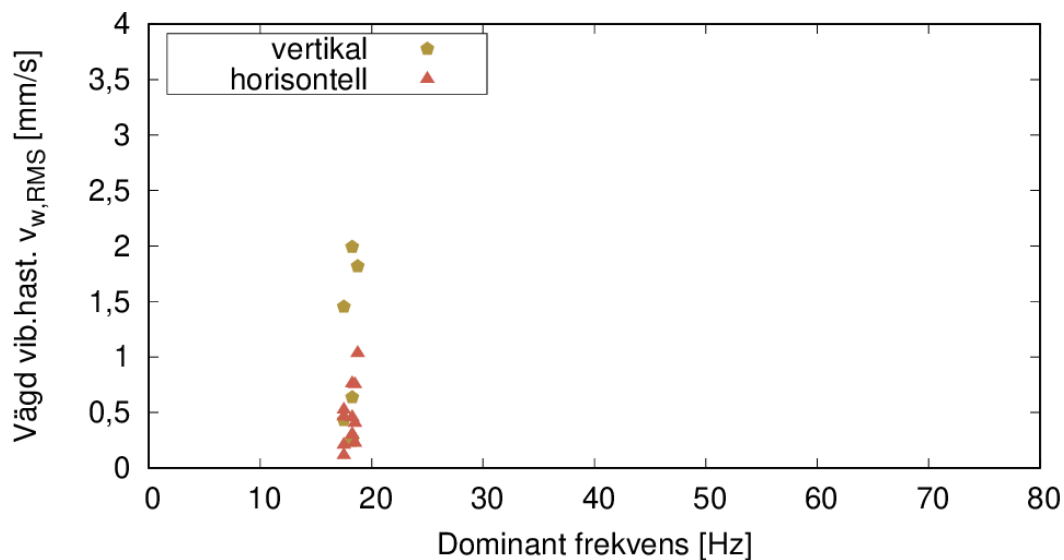


Figur A1-3. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 likadana händelser under en period av 10 timmar.

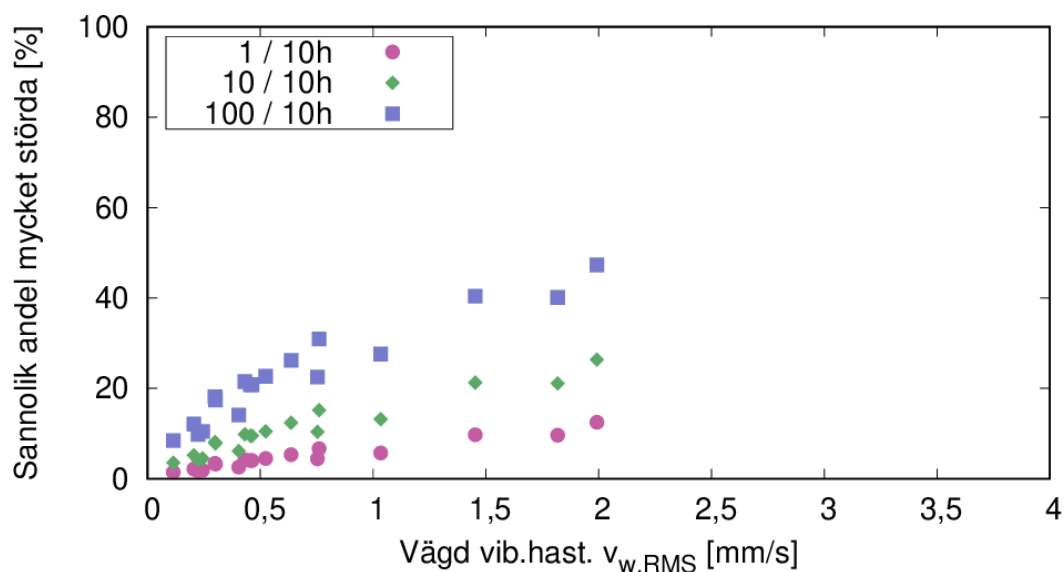
Projekt 2 – test av packning

Projektet valdes framförallt därför att det fanns triaxiella mätata mätt på övervåning. Mätningen gjordes ej efter komfortstandard men ger ändå resultat utifrån mätning inuti byggnad. Här gjordes en test under en dag då en vält kördes utanför byggnaden för att undersöka hur stora vibrationerna som mest skulle bli vid packning. Omfattningen av vibrationer är följaktligen inte representativt för ett normalt byggprojekt. Under själva byggprojektet var sedan vibrationerna betydligt lägre.

I figur A2-1 syns tydligt att exponeringen domineras vid en frekvens nära den som maskinen genererar vid packning, ca 18 Hz.



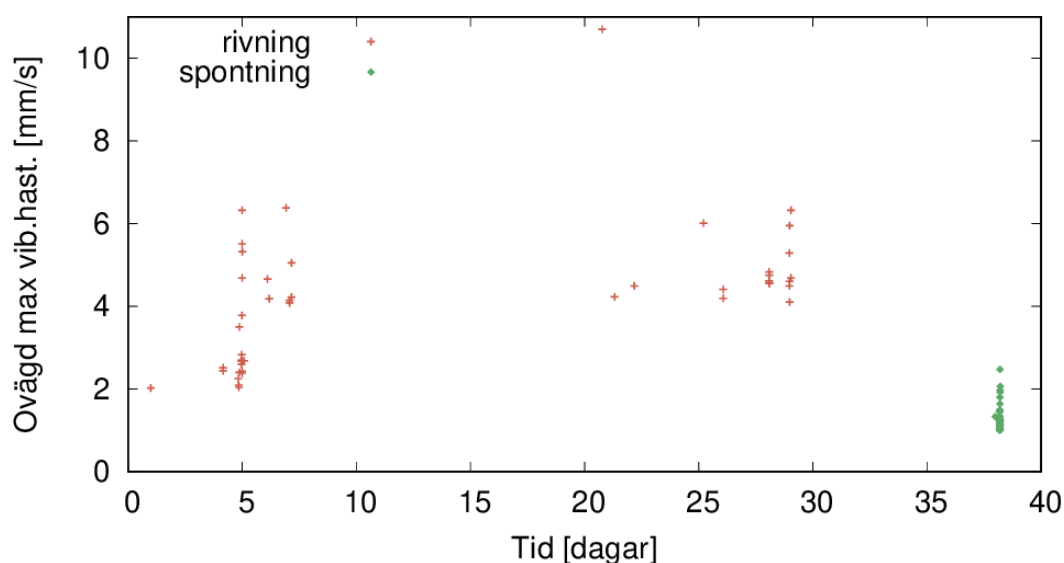
Figur A2-1. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 5 triaxiella mätningar i projekt 2.



Figur A2-2. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 likadana händelser under en period av 10 timmar.

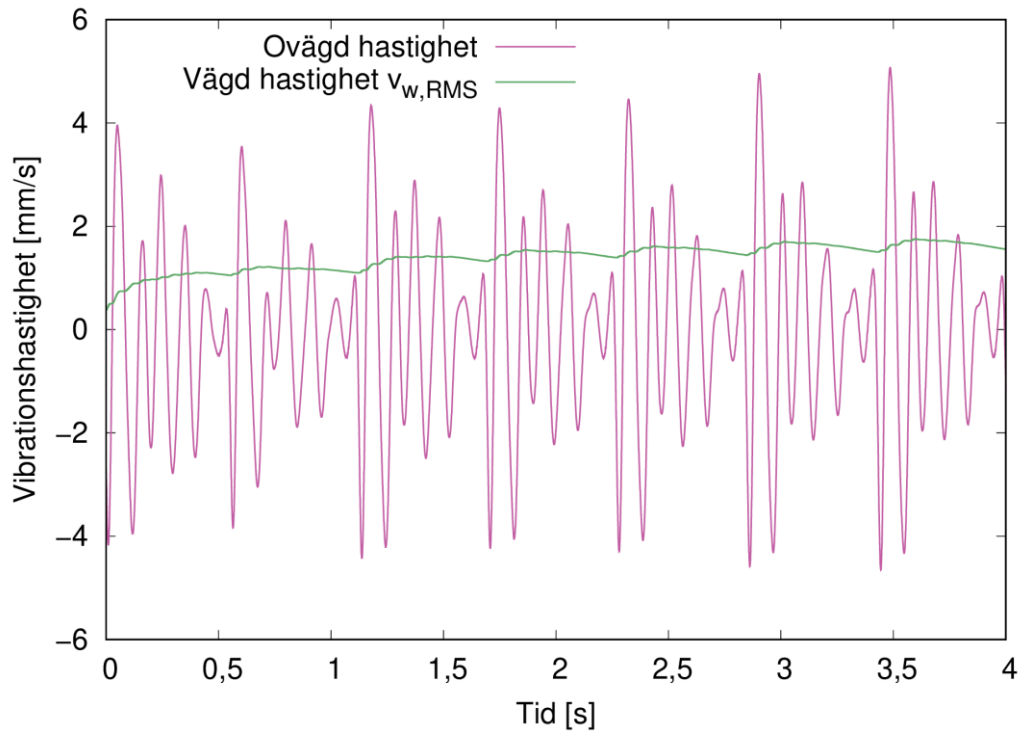
Projekt 3 – rivning och spontning

Rivnings och byggprojekt där mätningar skedde i två omgångar, först i rivningsfasen och senare i en spontningsfas. Mätningen genomfördes enbart med vertikala givare men mätning utfördes både på husgrund och på golv på sjätte våning i byggnaden vilket ger möjlighet att se hur vibrationens karakteristik förändras. Rivningsarbetet gav högst vibrationer och pågick flera veckor. Spontningsarbetet gav mätbara vibrationer under 3 dygn, 1 mm/s (pålningsstandard) överskreds endast vid en dag av dessa. I figur A3-1 redovisas ovägd maximal vibrationshastighet för alla händelser som triggade mätaren. Spontningen skedde egentligen ca 10 månader efter rivningsarbetet men är flyttat i tid för att göra diagrammet lättare att läsa av.

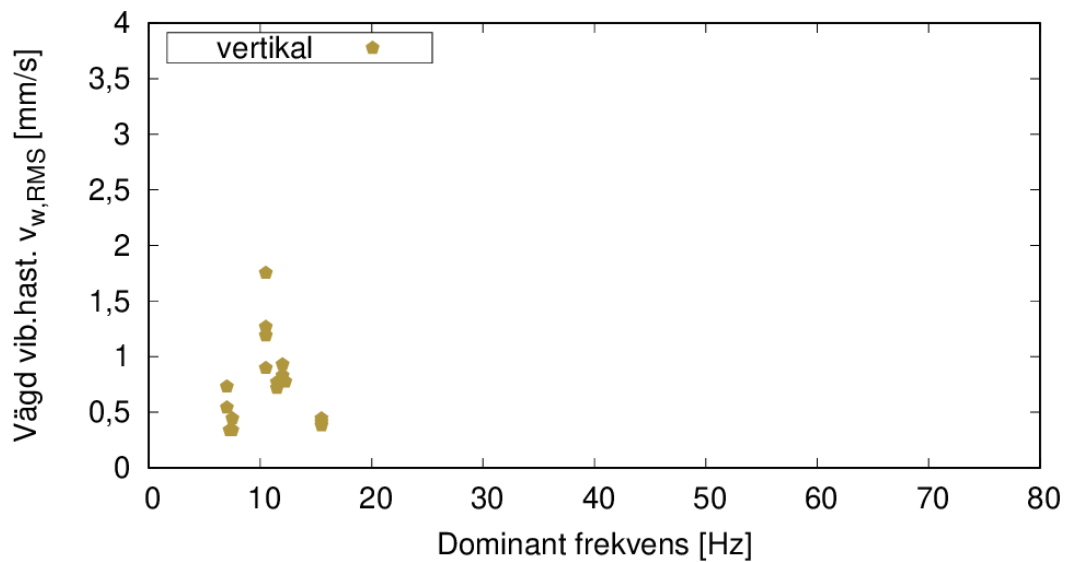


Figur A3-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 86 vertikala mätningar i projekt 3.

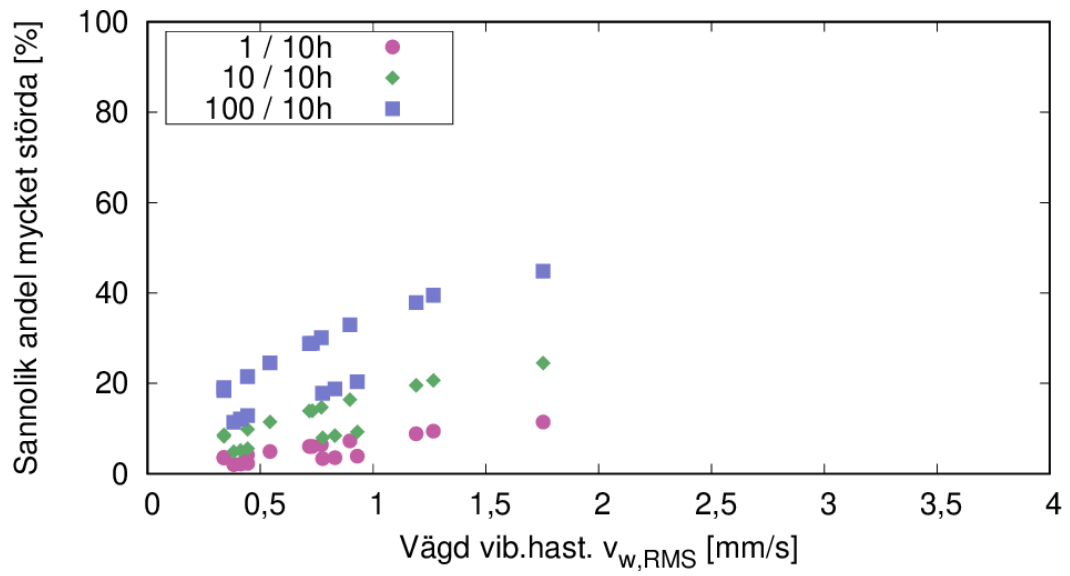
Ett exempel på kurvförlopp vid spontning visas i figur A3-2. I detta fall slogs spontanen ned med ungefär 100 slag per minut. Svängningarna motsvarar resonanser i marken och byggnaden som exciteras av energin i slagen. I figur A3-3 visas frekvensinnehållet i 17 av mätningarna från spontningsdelen, dels från markplan och dels från sjätte våningen i byggnaden. De mest dominanta frekvenskomponenterna ligger mellan 5 och 15 Hz. I figur A3-4 visas en uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering under 10 h där en av de uppmätta vibrationshändelserna inträffar 1, 10 eller 100 gånger. Vissa av händelserna består av endast ett slag, varför de innehåller mindre energi och ger då mindre störning enligt den förenklade dos responsfunktionen [12]. Mer data om de 17 händelserna finns i Appendix B.



Figur A3-2. Vägd ($v_{w,RMS}$) och ovägd vibrationshastighet för ett exempel från nedslagning av spont.



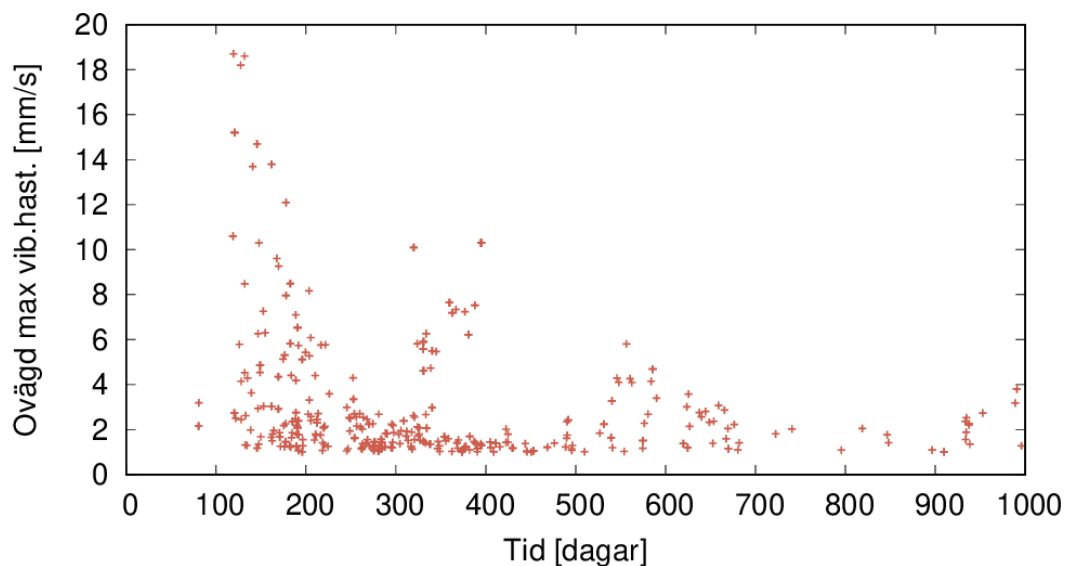
Figur A3-3. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 17 vertikala mätningar vid spontlagning i projekt 2.



Figur A3-4. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 likadana händelser under en period av 10 timmar.

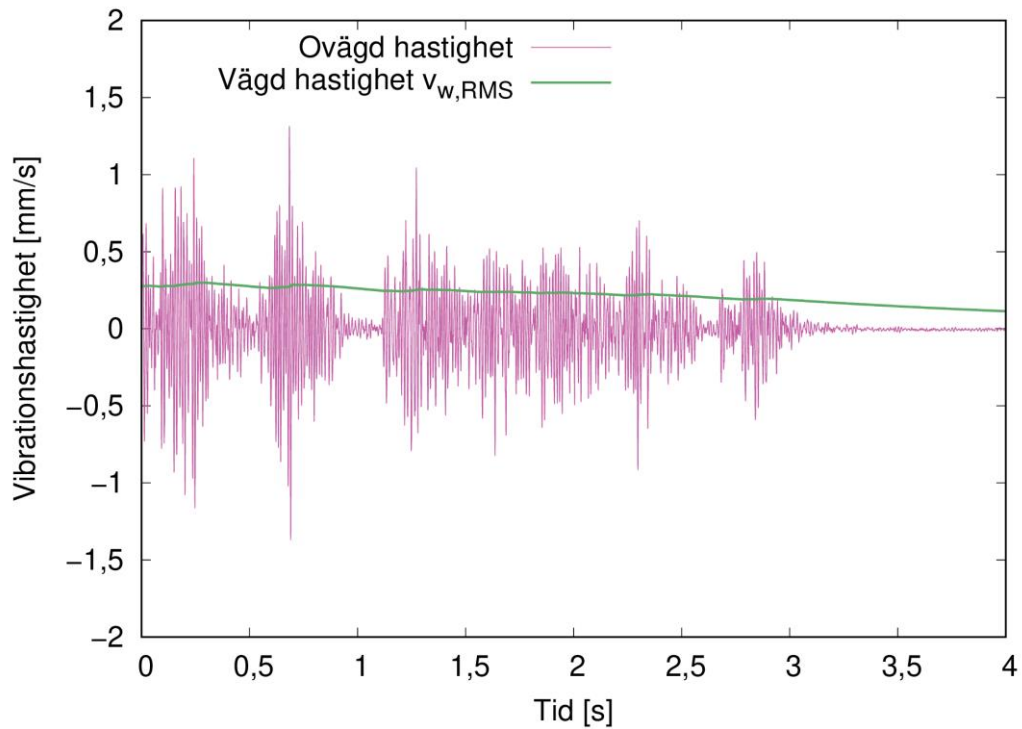
Projekt 4 – tunnelsprängning

Tunnelsprängning, mätarna satt upp i nästan tre år, orsaken till den långa tiden var att flera tunnlar byggdes i närheten, där de högsta värdena kommer från ett tunnelrör nästan rakt under mätpunkten, antalet triggade salvor var i detta fall 439 under denna period. I figur A4-1 redovisas en vertikal långtidsmätning av maximal ovägd vibrationshastighet under projektet.

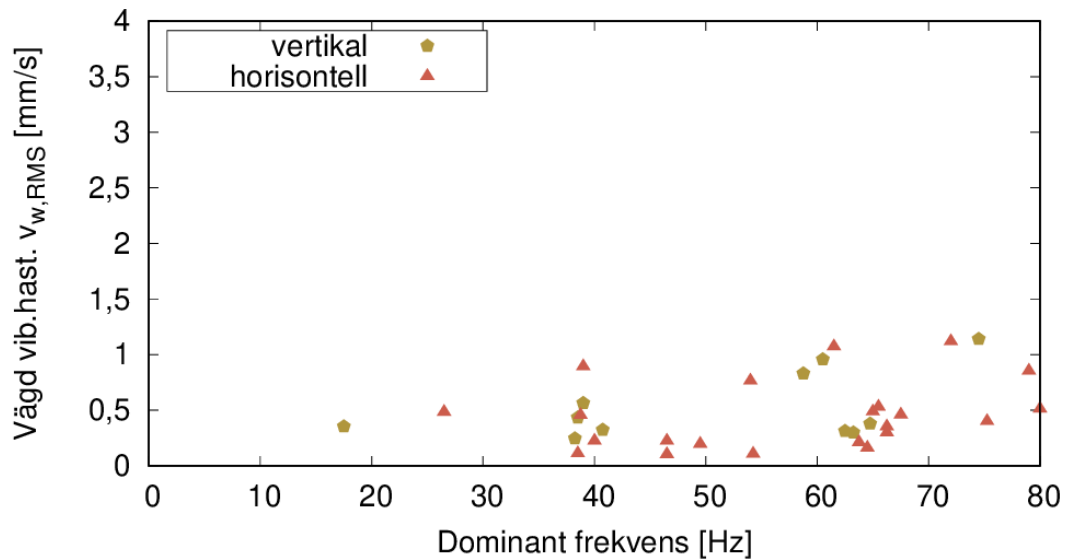


Figur A4-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 439 vertikala mätningar vid tunnelsprängning i projekt 4.

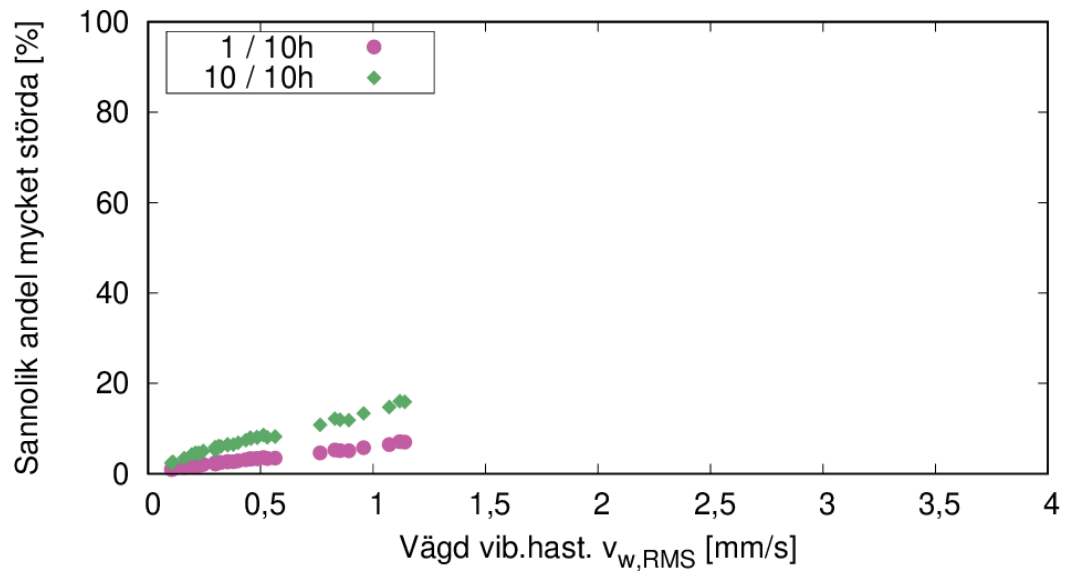
Två mätpunkter från tunnelsprängningspunkterna valdes ut då båda var placerade inne i byggnad (triaxiell mätning), den ena mätpunkten användes till komfortmätning (SS 4604861). I figur A4-2 visas tidsförloppen som vägd och ovägd vibrationshastighet för en sprängning, notera att salvan ger upphov till vibration under ca 3 sekunder i detta fall. Totalt redovisas 11 triaxiella mätningar från dessa båda mätpunkter i A4-3 och A4-4. Den dominanta frekvensen är hög för sprängningarna, de flesta mätningarna finns i intervallet 35 – 80 Hz. Sprängningarna kan normalt inte genomföras mer än en eller ett par gånger per dygn, varför vi endast visar estimerad störning för 1 och 10 händelser i figur A4-4.



Figur A4-2. Vägd ($v_{w,RMS}$) och ovägd vibrationshastighet för ett exempel på tunnelsprängning.



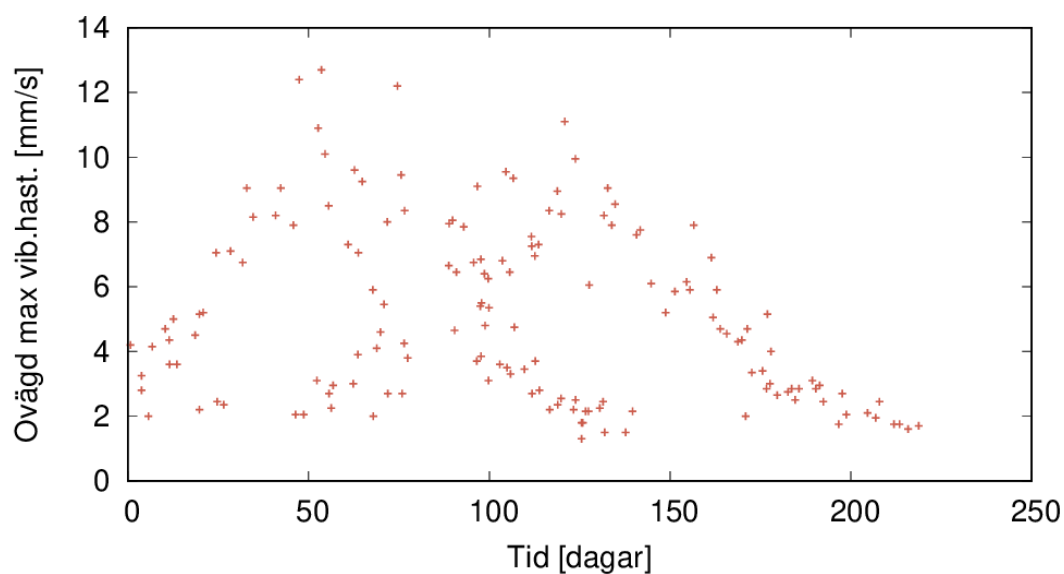
Figur A4-3. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 11 triaxiella mätningar vid tunnelsprängning i projekt 4.



Figur A4-4. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1 eller 10 upprepningar av sprängningarna under en period av 10 timmar.

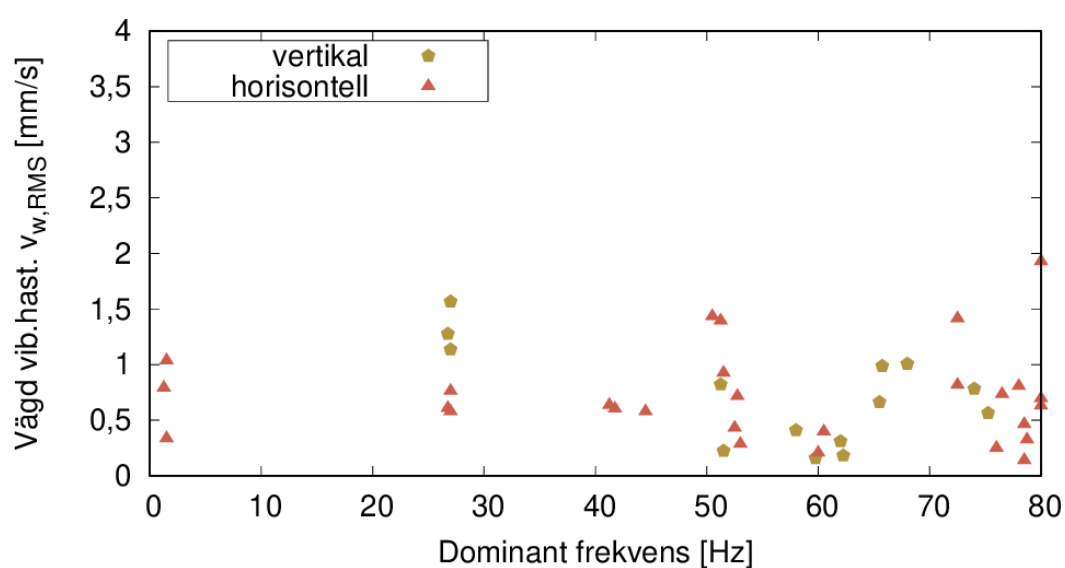
Projekt 5 – tunnelsprängning

Mätaren satt upp i ca 250 dagar, figur A5-1 nedan visar tydligt att två tunnelrör passerade mätaren ca 70 dagar efter varandra. Tiden för vibrationer från sprängning för ett tunnelrör är då i detta fall ca 5-6 månader.

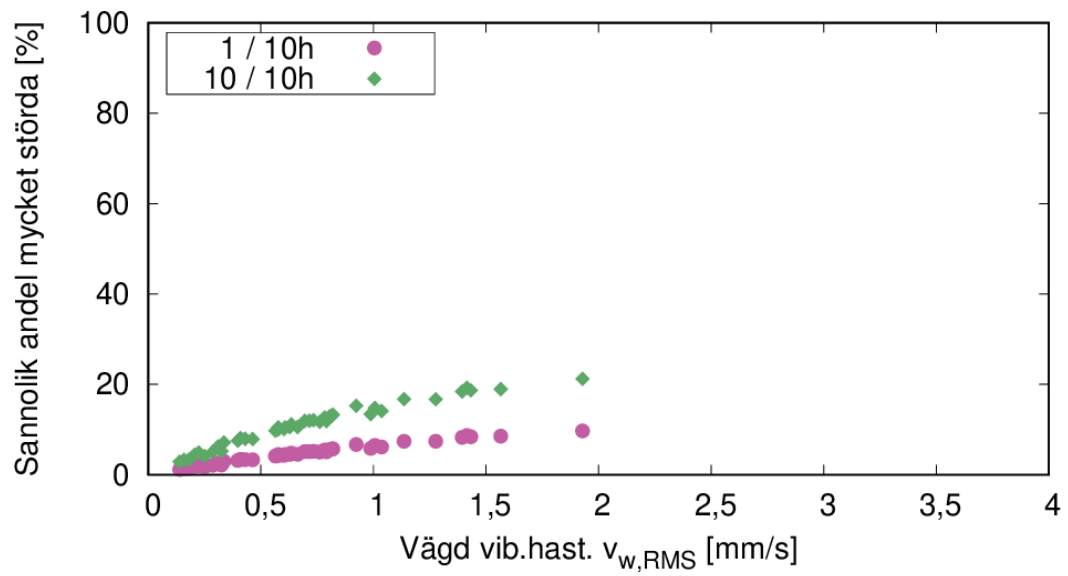


Figur A5-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 155 vertikala mätningar vid tunnelsprängning i projekt 5.

Totalt 14 händelser från två mätpunkter valdes ut då båda var placerade inne i en byggnad (triaxiell mätning). Frekvensomfång och potentiell störning liknar mätningarna redovisade ovan i projekt 4 och finns i figur A5-2 och A5-3 nedan.



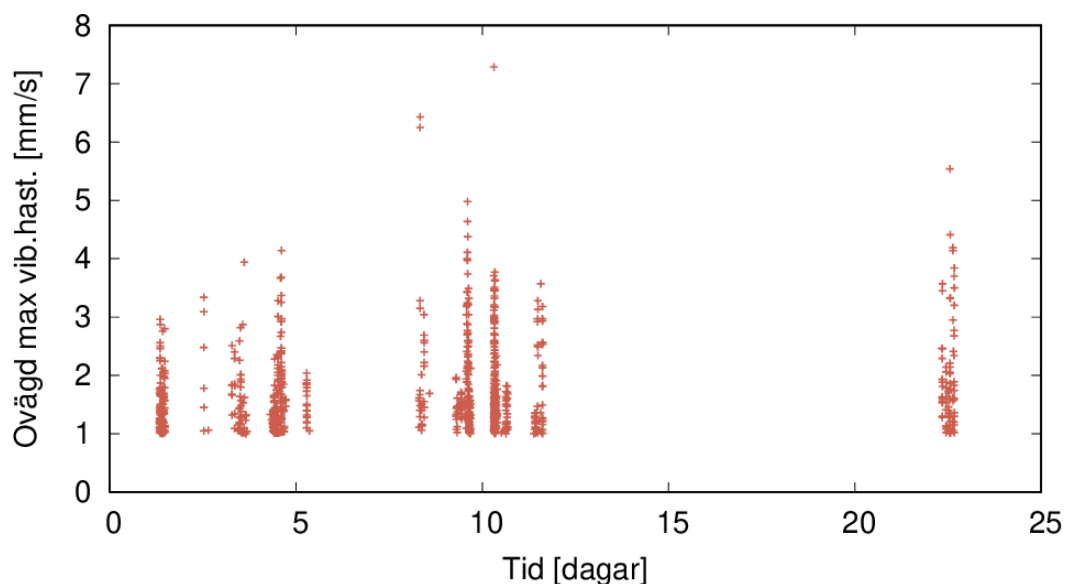
Figur A5-2. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 14 triaxiella mätningar vid tunnelsprängning i projekt 5.



Figur A5-3. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1 eller 10 upprepningar av sprängningarna under en period av 10 timmar.

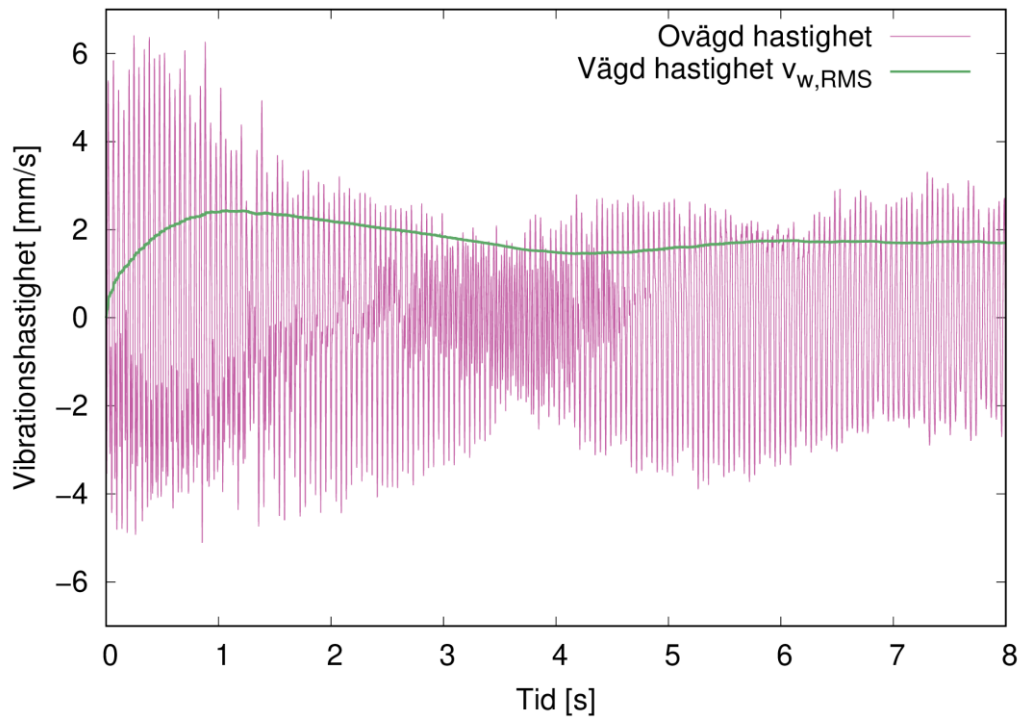
Projekt 6 – packning och markarbeten

I detta projekt mättes enbart vertikalt i husgrund (enligt SS 02 52 11), mätpunkten valdes ut pga höga nivåer och tydliga vibrationsförlopp, maximal ovägd vibrationshastighet redovisas i figur A6-1. Mätning pågick under 25 dagar, av dessa pågick vibrationsalstrande verksamhet nära fastigheten i 10 dagar, packning verkar vara den främsta orsaken 5 av dagarna men inte alla händelser kommer från packning någon dag. Sammanlagt registrerades 909 vibrationshändelser, varav som mest 214 under samma dag.

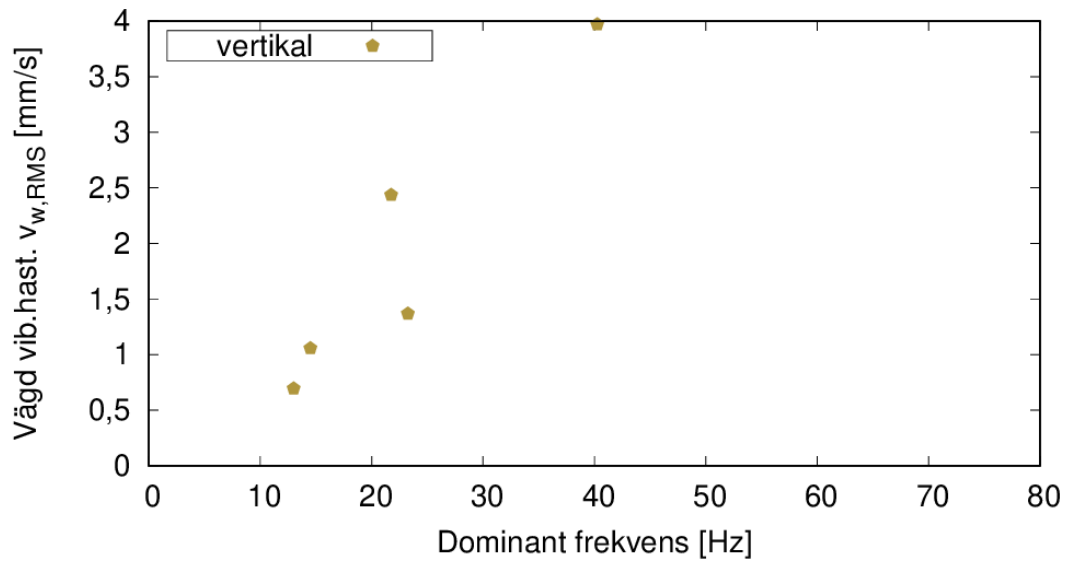


Figur A6-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 909 vertikala mätningar vid packning och markarbeten i projekt 6.

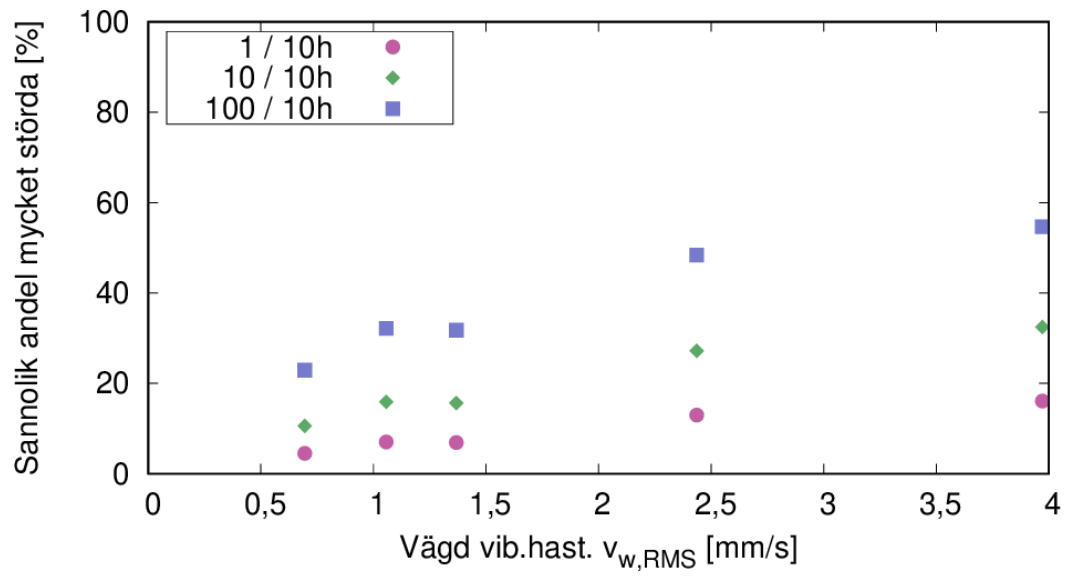
Totalt fem av mätningarna valdes ut för noggrann analys. I figur A6-2 visas kurvförloppet på ett exempel vid packning. Den dominerande frekvensen varierade mellan 10 – 40 Hz (figur A6-3), och händelserna innehåll förhållandevis mycket energi varför de gav ganska hög skattad störning, se figur A6-4.



Figur A6-2. Vägd ($v_{w,RMS}$) och ovägd vibrationshastighet för ett exempel på packning.



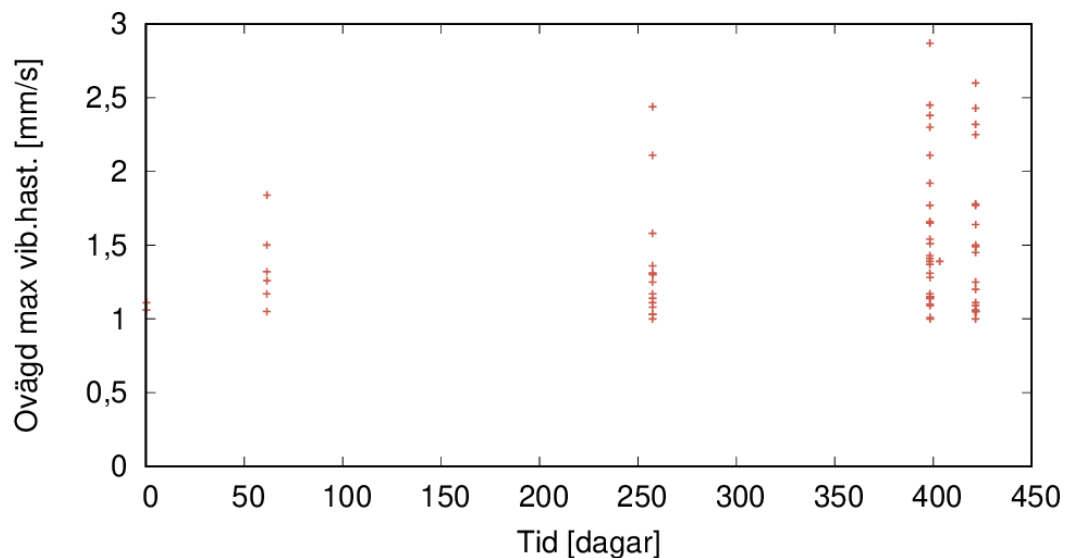
Figur A6-3. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 5 vertikala mätningar vid packning i projekt 6.



Figur A6-4. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 upprepningar av en av de uppmätta händelserna under en period av 10 timmar.

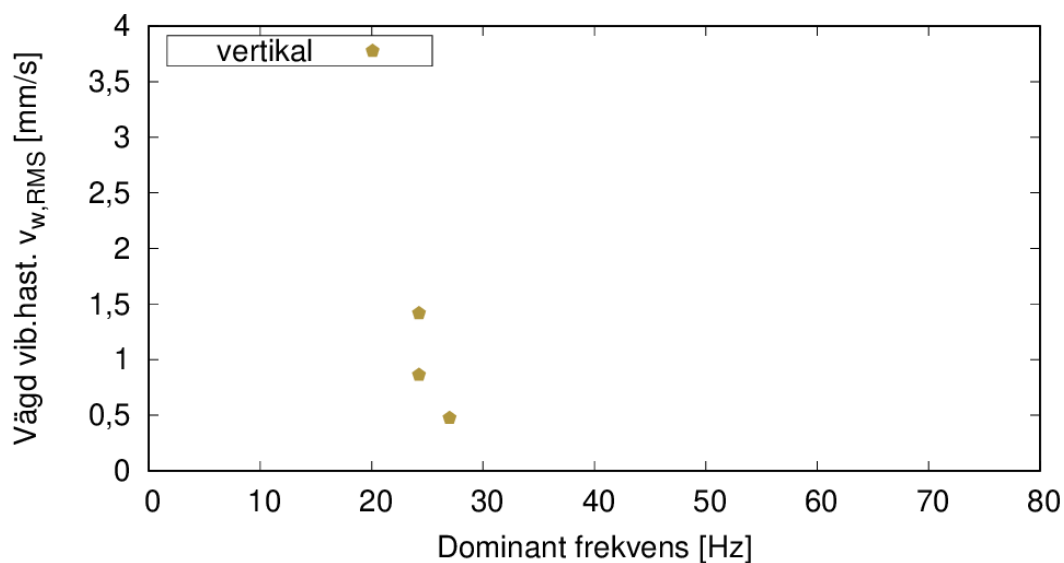
Projekt 7 – vibrospontning

Mätare är uppsatt under 27 månader, under ca 5 dagar pågår vibrospontning tillräckligt nära för att mätaren skall triggas. Totalt registrerades 69 händelser, varav som mest 26 händelser under samma dag (inom 3 timmar), se figur A7-1. Här mättes enbart vertikalt i husgrund (enligt SS 02 52 11), mätpunkten valdes ut pga tydliga vibrationsförlopp.

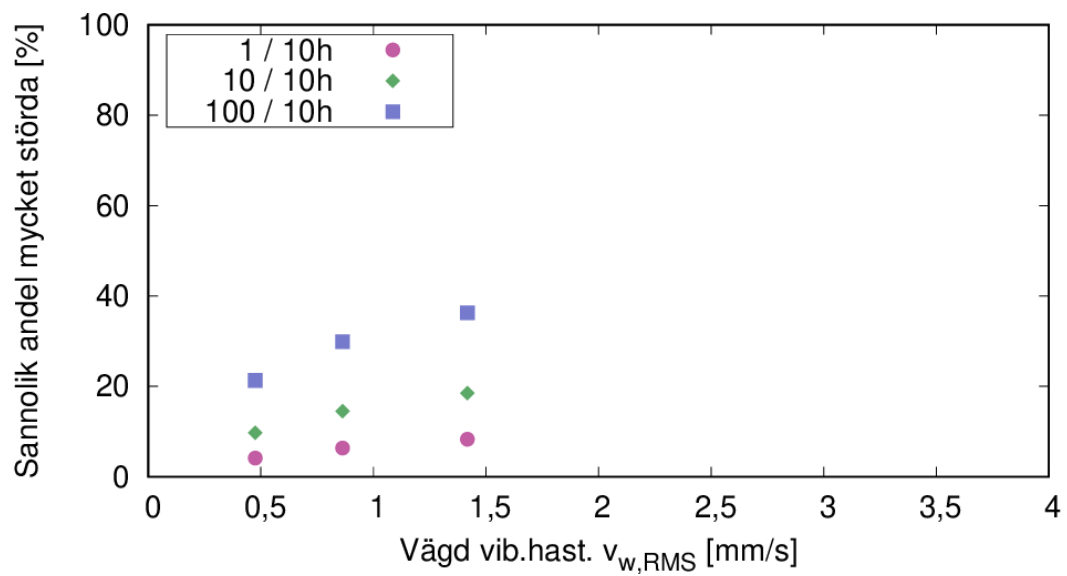


Figur A7-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 69 vertikala mätningar vid vibrospontning i projekt 7.

Tre mätningar valdes ut för detaljerad analys. Frekvensen som dominerar vibrationer ligger kring 25 Hz, se figur A7-2. Estimerad andel mycket störda enligt [12] redovisas i figur A7-3.



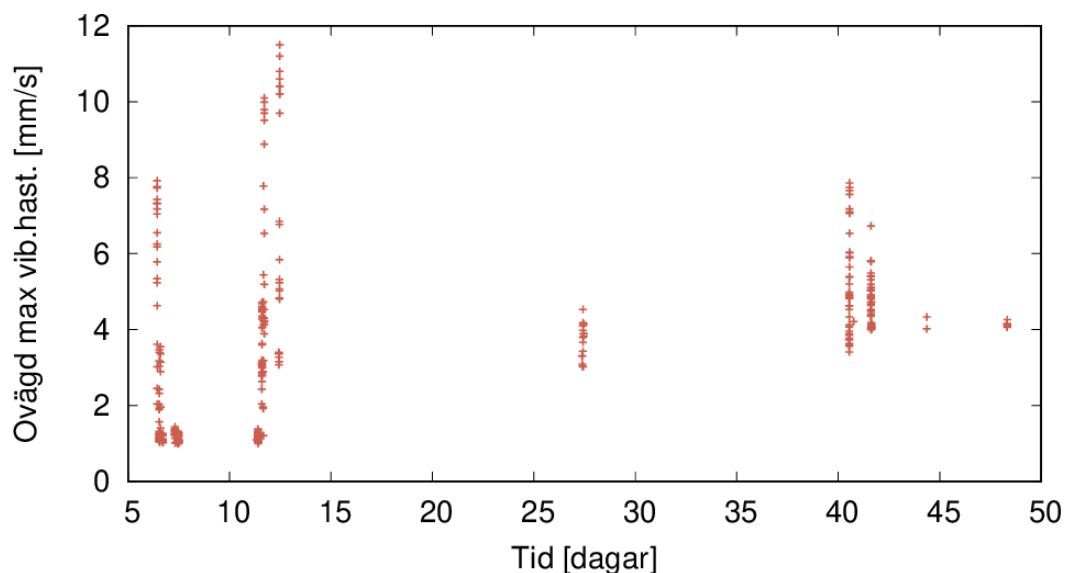
Figur A7-2. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 3 vertikala mätningar vid vibrospontning i projekt 7.



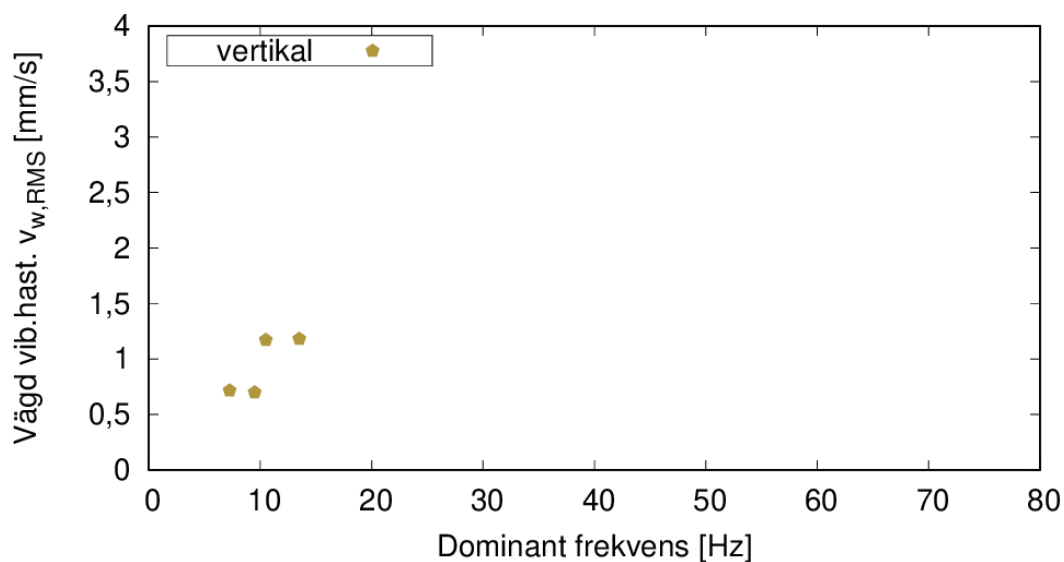
Figur A7-3. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 upprepningar av en av de uppmätta händelserna under en period av 10 timmar.

Projekt 8 – pålning

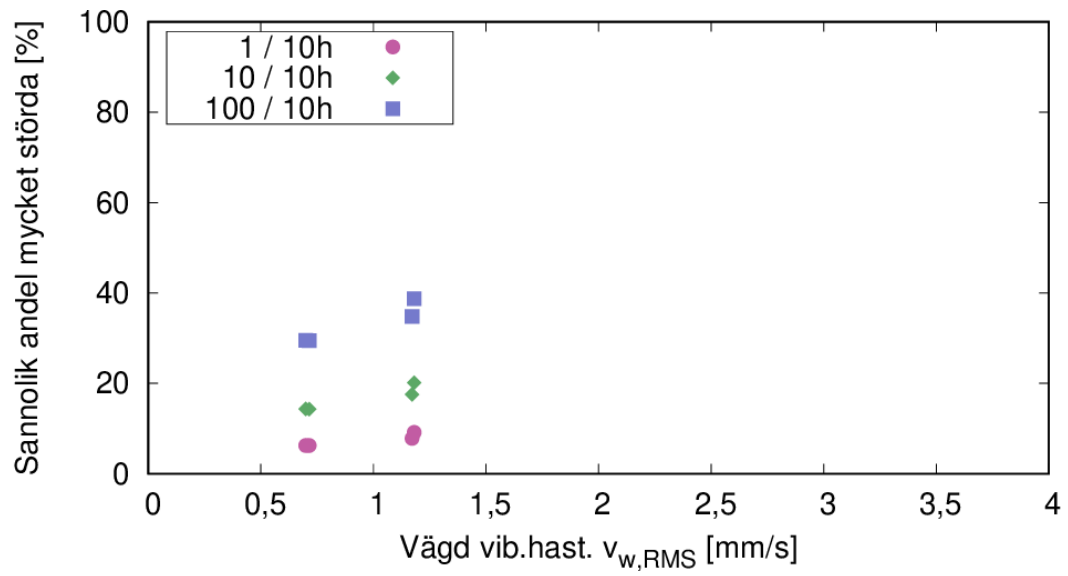
Pålslagning inför nybyggnation. Mätaren satt uppe ca 100 dagar, över denna tid triggas värden under sammanlagt ca 8 dagar. Totalt registrerades 386 vibrationshändelser varav som mest 117 händelser under samma dag, se figur A8-1. Här mättes enbart vertikalt i husgrund (enligt SS 02 52 11), mätpunkten valdes ut pga höga nivåer och tydliga vibrationsförlopp. Fyra mätningar valdes ut för detaljerad analys, se figur A8-2 och A8-3.



Figur A8-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 386 vertikala mätningar vid pålning i projekt 8.



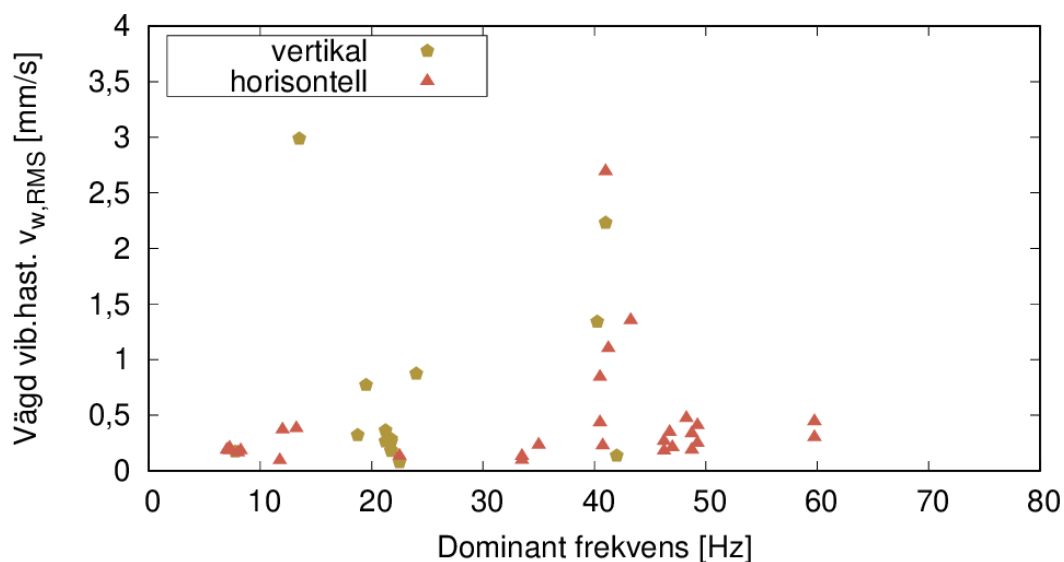
Figur A8-2. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 4 vertikala mätningar vid pålning i projekt 8.



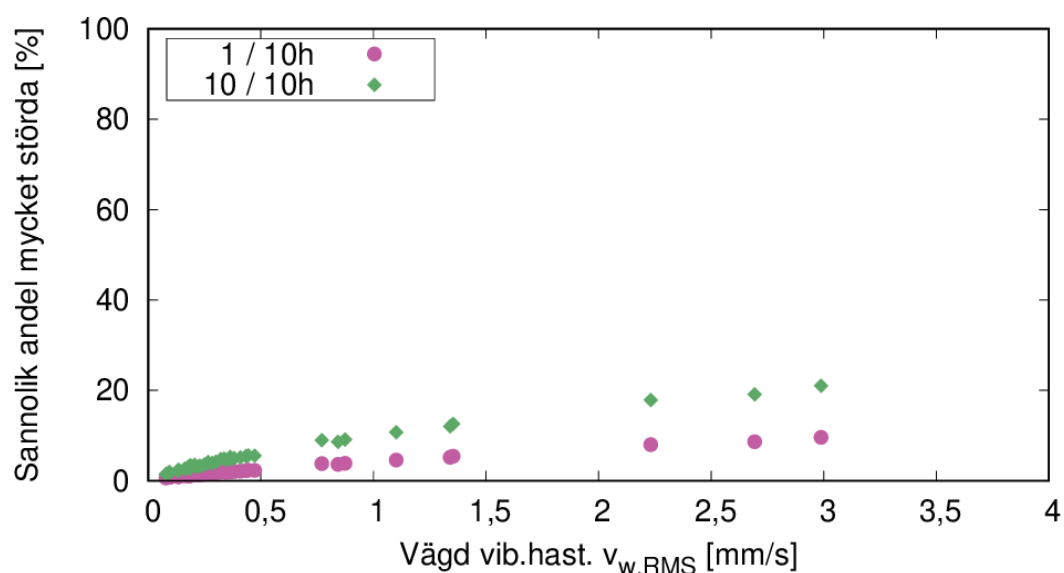
Figur A8-3. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1, 10 eller 100 upprepningar av en av de uppmätta händelserna under en period av 10 timmar.

Projekt 9 – sprängning i bergtäkt

Bergtäkter räknas inte som tillfälliga verksamheter och ligger därför något utanför det denna rapport handlar om, trots detta kan det vara relevant att studera dessa vibrationer då de ofta är längre och har en mer harmonisk svängningsrörelse än entreprenadsalvor. De vibrationsdata som ingår här har tidigare ingått i [23]. För dessa sprängningar redovisas ingen långtidsmätning. Totalt 15 triaxiella mätningar analyserades, den dominanta frekvensen varierade mellan 10 och 60 Hz, se figur A9-1.



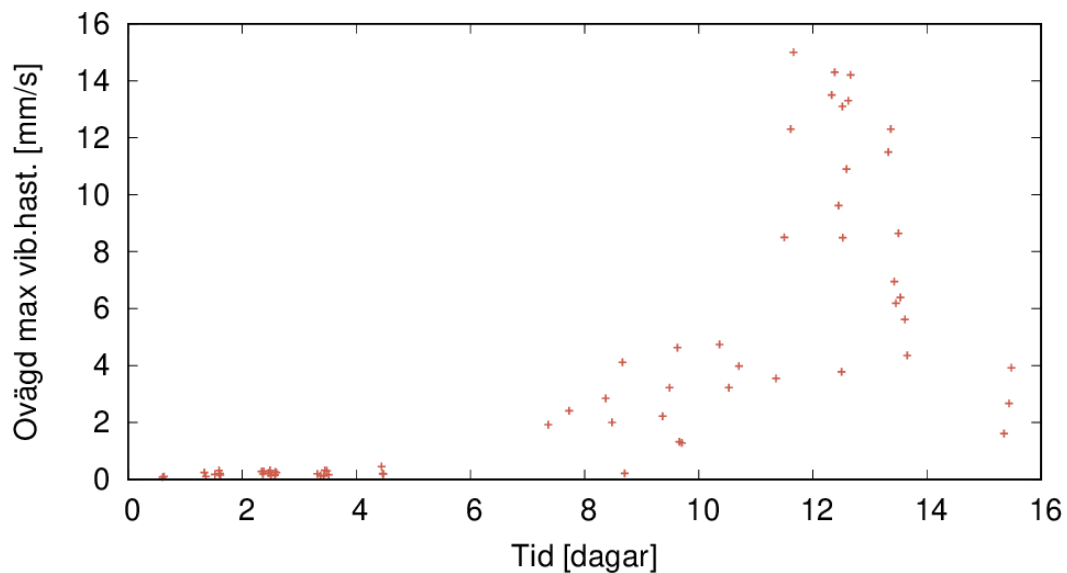
Figur A9-1. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 15 triaxiella mätningar vid sprängning i bergtäkt (projekt 8).



Figur A9-2. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1 eller 10 upprepningar av en av de uppmätta händelserna under en period av 10 timmar.

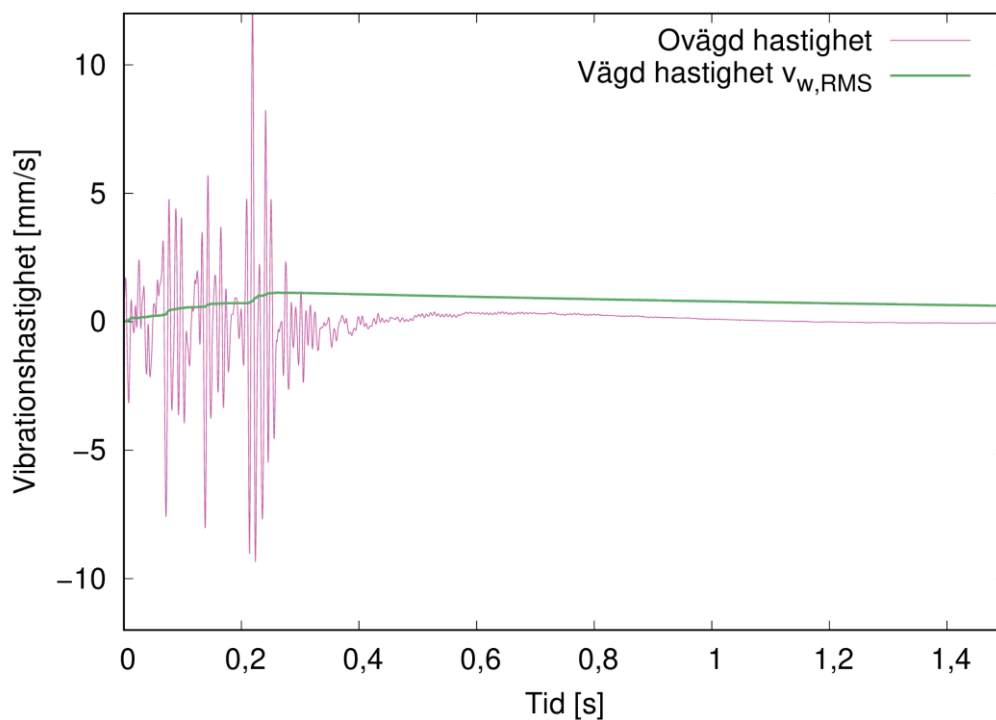
Projekt 10 – entreprenadsprängning

Entreprenadsprängning, projektet valdes ut därför att det var väldokumenterat samt att det fanns flera mätpunkter placerade inuti byggnader, mätningarna var även triaxiella. Pga hårda vibrationsrestriktioner användes små laddningar vilket resulterade i förhållandevis många sprängningar. Sammanlagt genomfördes 70 sprängningar under en period av 16 dagar, den ovägd maximala vibrationshastigheten i en av mätpunkterna redovisas i figur A10-1.

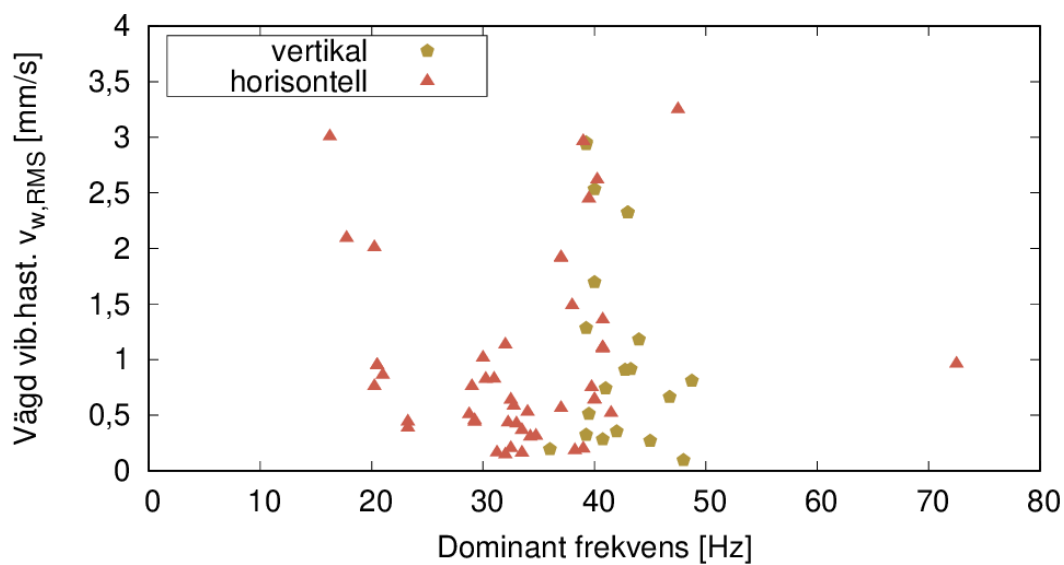


Figur A10-1. Maximal ovägd vibrationshastighet för 70 vertikala mätningar vid entreprenadsprängning i projekt 10.

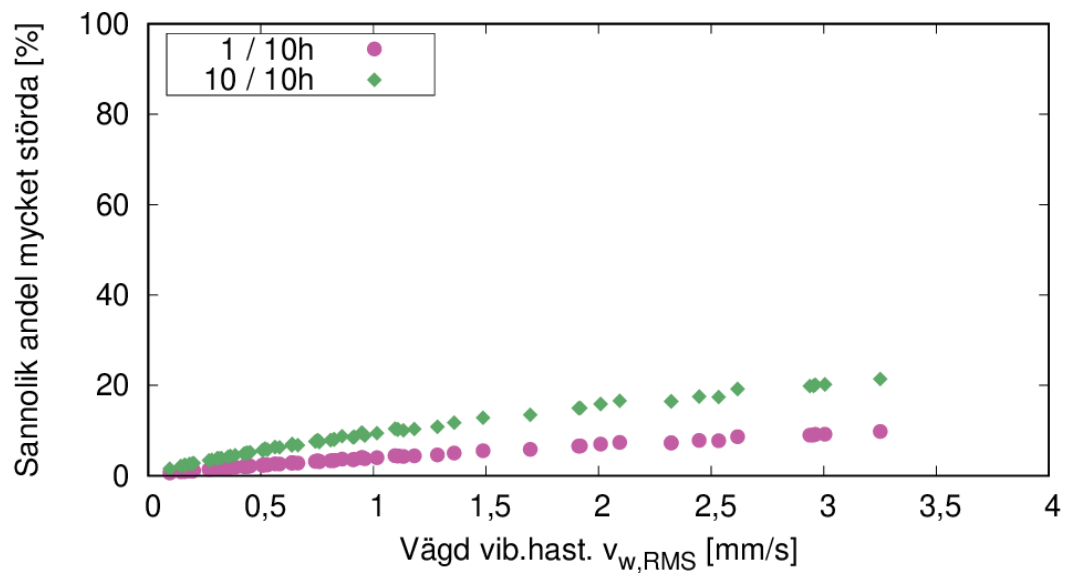
Ett exempel på kurvförloppet under en entreprenadsprängning visas i figur A10-2. Notera att vibrationsförloppets längd bara är ca 300 ms, att jämföra med täktsprängningar som normalt pågår över sekunden och tunnelsprängningar som pågår 5-10 sekunder. Fördelning av dominant frekvens och uppskattad andel mycket störda enligt [12] redovisas i figur A10-3 och A10-4.



Figur A10-2. Vägd ($v_{w,RMS}$) och ovägd vibrationshastighet för ett exempel på entreprenadsprängning.

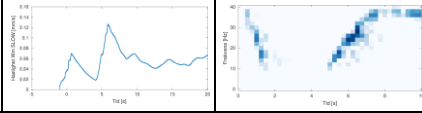
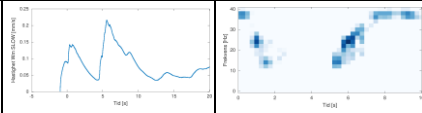
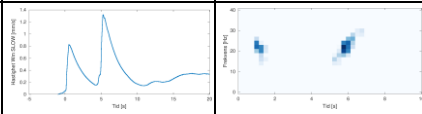
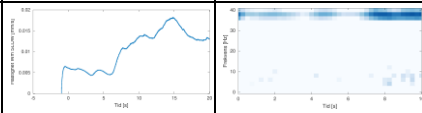
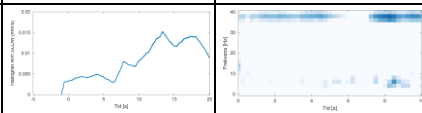
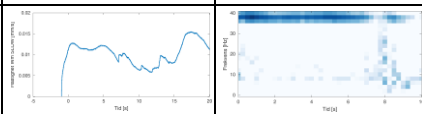
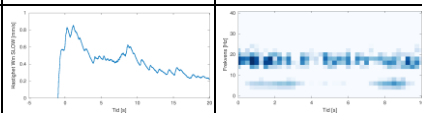
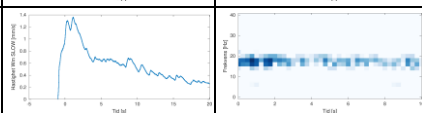
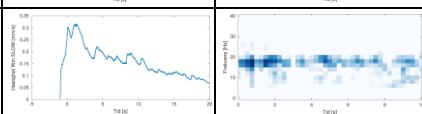
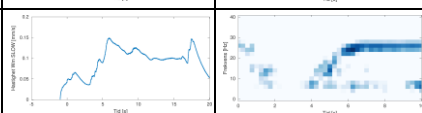
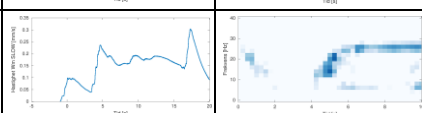
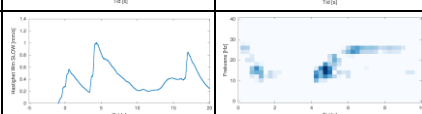
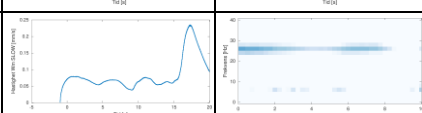
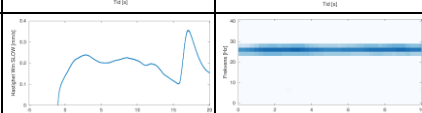


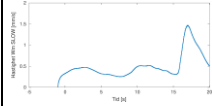
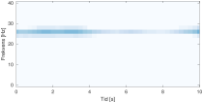
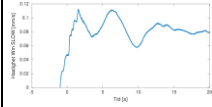
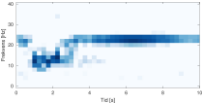
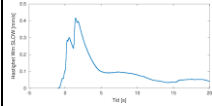
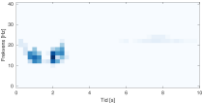
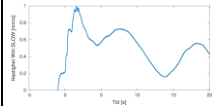
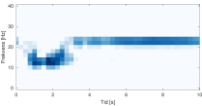
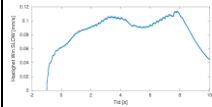
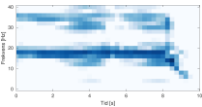
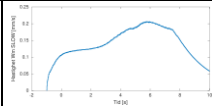
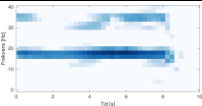
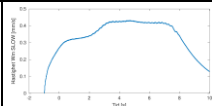
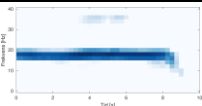
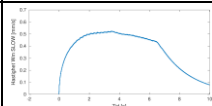
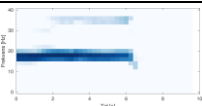
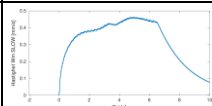
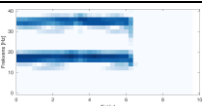
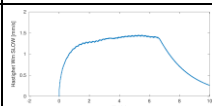
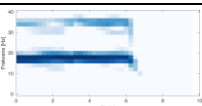
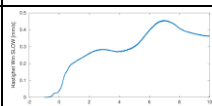
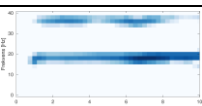
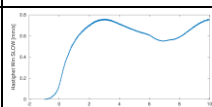
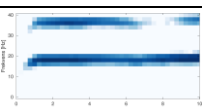
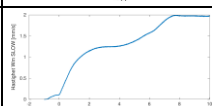
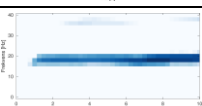
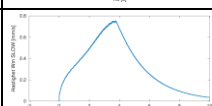
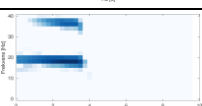
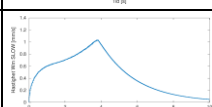
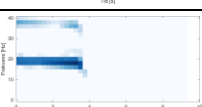
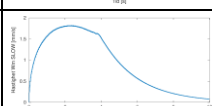
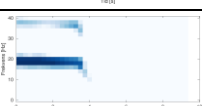
Figur A10-3. Maximal vägd vibrationshastighet och dominant frekvens för 24 triaxiella mätningar vid entreprenadsprängning (projekt 10).

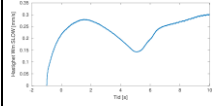
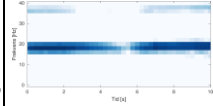
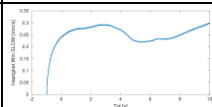
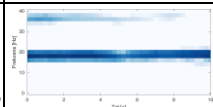
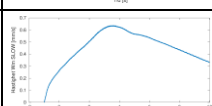
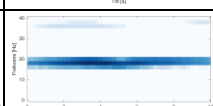
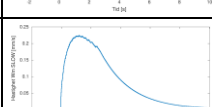

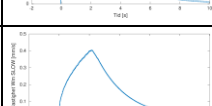
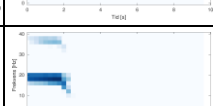
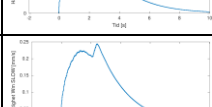

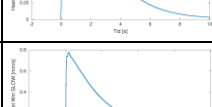
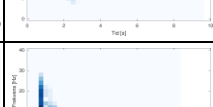
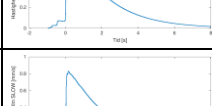
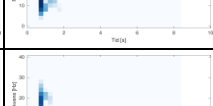
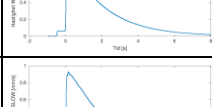
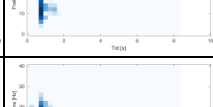
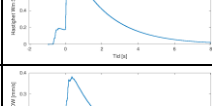
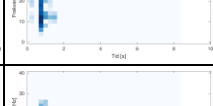
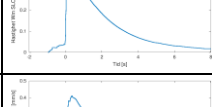
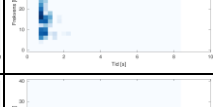
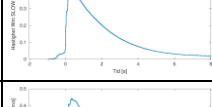

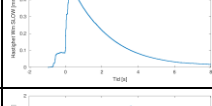
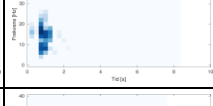
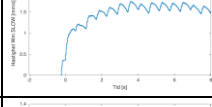
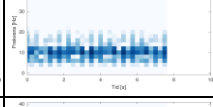
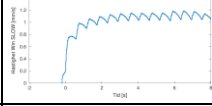
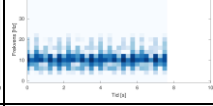
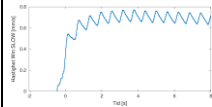
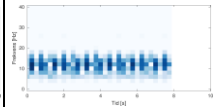


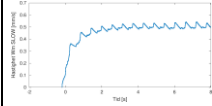
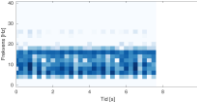
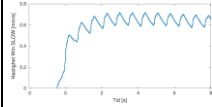
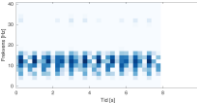
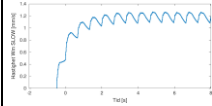
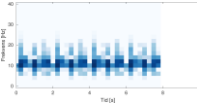
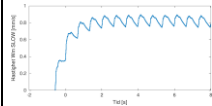
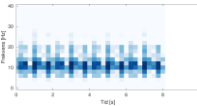
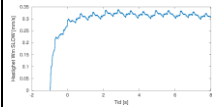
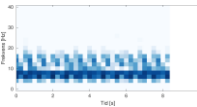
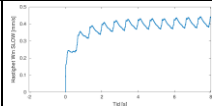
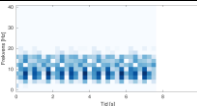
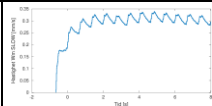
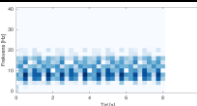
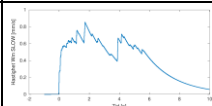
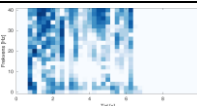
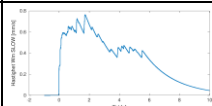
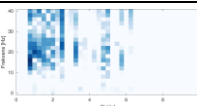
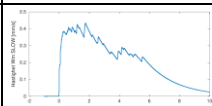
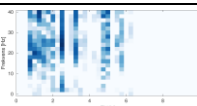
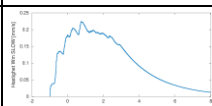
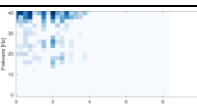
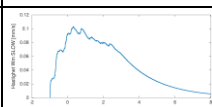
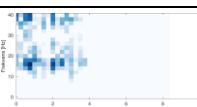
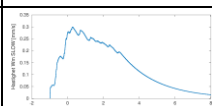
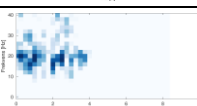
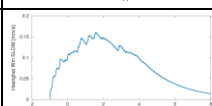
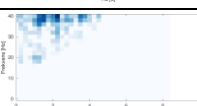
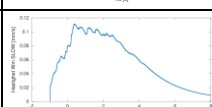
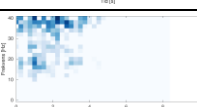
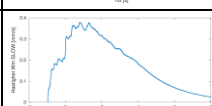
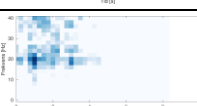
Figur A10-4. Uppskattad andel mycket störda för en tänkt exponering av 1 eller 10 upprepningar av en av de uppmätta händelserna under en period av 10 timmar.

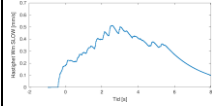
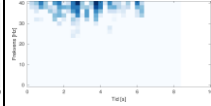
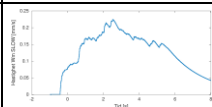
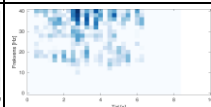
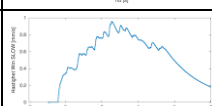
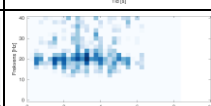
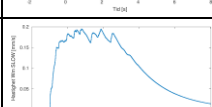

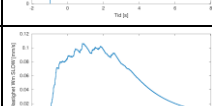
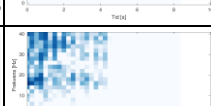
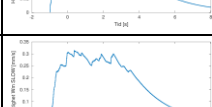
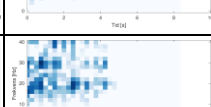
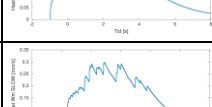
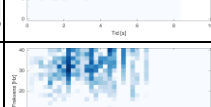
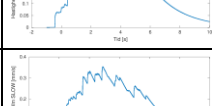
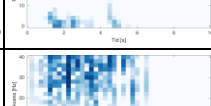
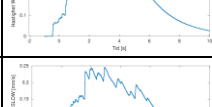
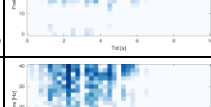
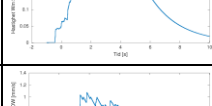
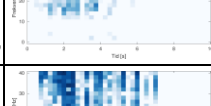
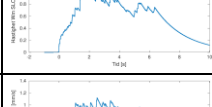
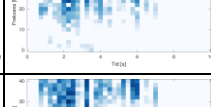
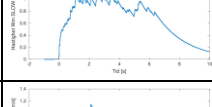
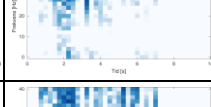
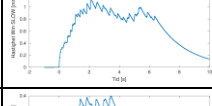
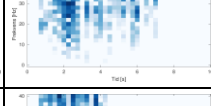
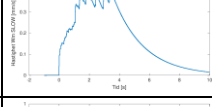
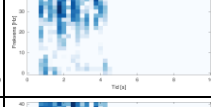
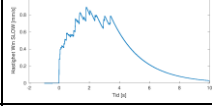
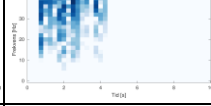
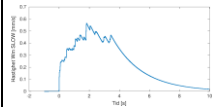
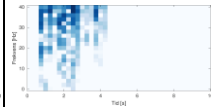
Appendix B – Resultat för alla utvalda korttidsmätningar

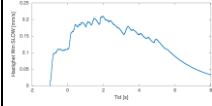
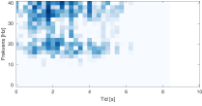
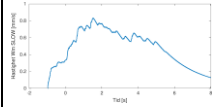
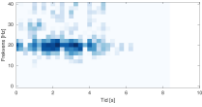
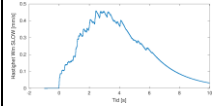
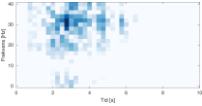
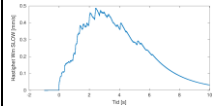
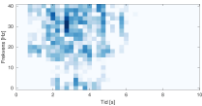
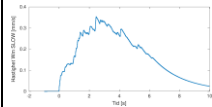
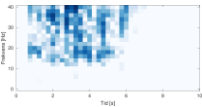
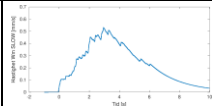
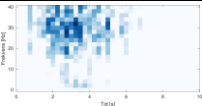
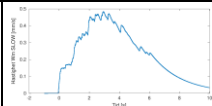
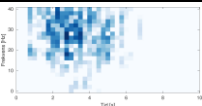
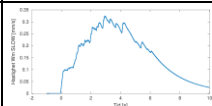
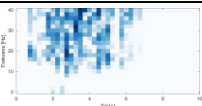
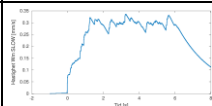
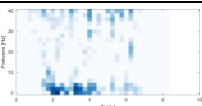
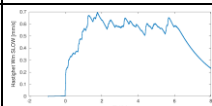
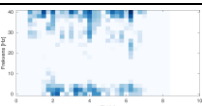
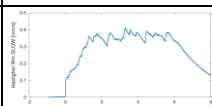
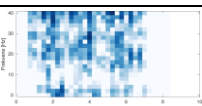
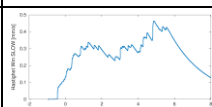
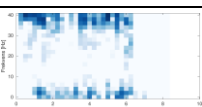
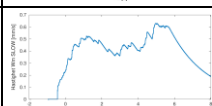
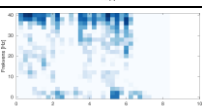
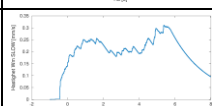

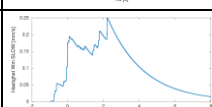
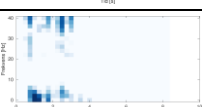
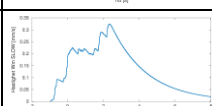
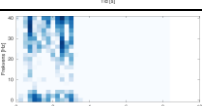
ID	Proj.	Riktn.	Vibrationshastighet			Frekv.	Acc.		
			max mm/s	max SLOW mm/s	Wm SLOW mm/s				
035	1	H	0,37	0,13	0,13	37,0	0,0044		
042	1	H	0,54	0,22	0,22	37,0	0,0067		
046	1	V	4,23	1,37	1,32	21,5	0,0320		
013	1	H	0,04	0,02	0,02	37,8	0,0008		
014	1	H	0,04	0,02	0,02	37,8	0,0007		
015	1	V	0,05	0,02	0,02	38,0	0,0008		
034	1	H	2,39	0,92	0,85	17,8	0,0329		
043	1	H	3,36	1,44	1,36	17,8	0,0458		
048	1	V	0,86	0,34	0,32	17,8	0,0121		
038	1	H	0,44	0,16	0,15	25,5	0,0070		
039	1	H	0,93	0,33	0,30	25,5	0,0117		
045	1	V	3,24	1,08	1,01	25,5	0,0334		
036	1	H	0,50	0,26	0,24	12,8	0,0070		
041	1	H	0,82	0,39	0,36	26,0	0,0148		

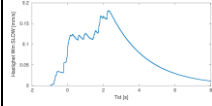
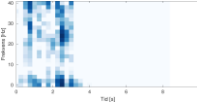
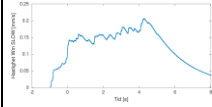
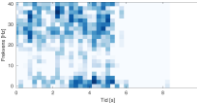
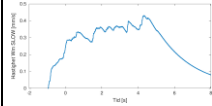
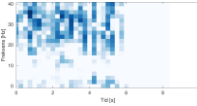
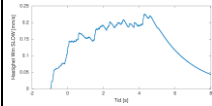
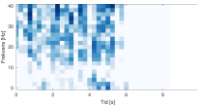
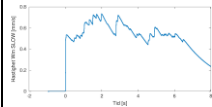
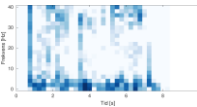
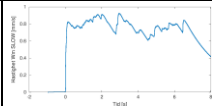
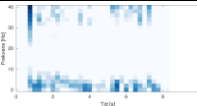
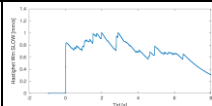
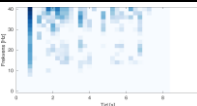
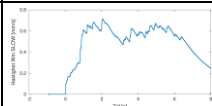
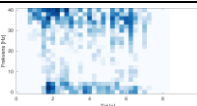
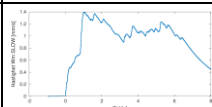
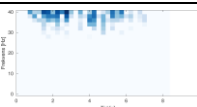
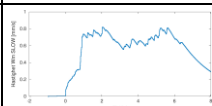
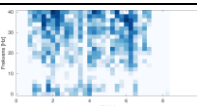
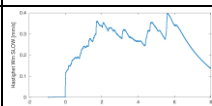
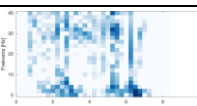
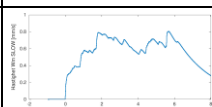
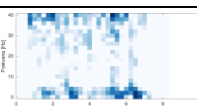
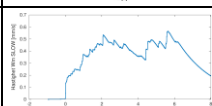
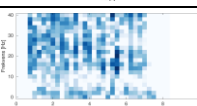
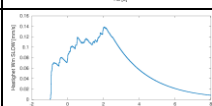

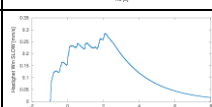
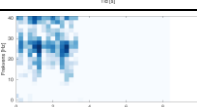
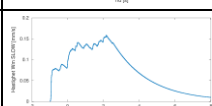
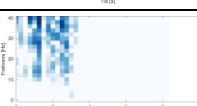
044	1	V	3,37	1,60	1,47	12,8	0,0419		
047	1	H	0,27	0,12	0,11	22,8	0,0060		
037	1	H	1,26	0,46	0,42	13,8	0,0099		
040	1	V	2,34	1,08	0,99	22,8	0,0399		
031	2	H	0,27	0,12	0,11	17,5	0,0046		
027	2	H	0,57	0,22	0,21	17,5	0,0076		
033	2	V	0,90	0,45	0,43	17,5	0,0181		
021	2	H	1,03	0,55	0,52	17,5	0,0197		
019	2	H	1,03	0,49	0,46	17,5	0,0172		
023	2	V	2,46	1,52	1,45	17,5	0,0562		
028	2	H	0,81	0,48	0,46	18,2	0,0172		
030	2	H	1,77	0,79	0,76	18,2	0,0335		
032	2	V	3,08	2,09	1,99	18,2	0,0799		
026	2	H	1,55	0,79	0,75	18,5	0,0194		
029	2	H	2,11	1,10	1,03	18,8	0,0273		
025	2	V	2,77	1,90	1,82	18,8	0,0554		

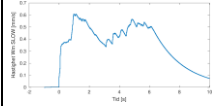
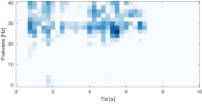
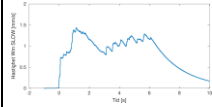
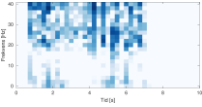
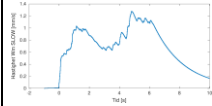
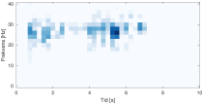
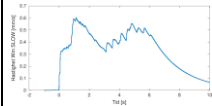
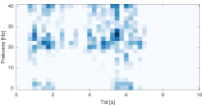
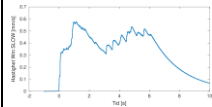
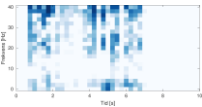
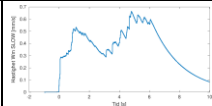
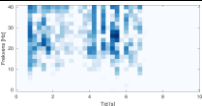
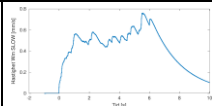
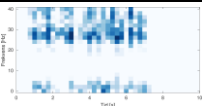
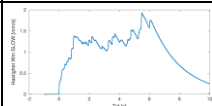
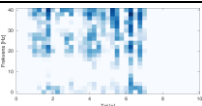
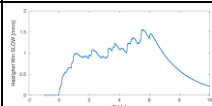
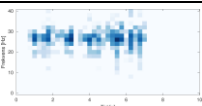
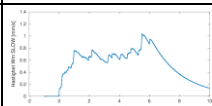
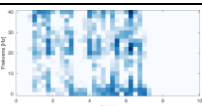
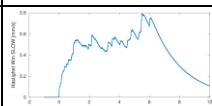
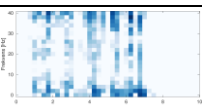
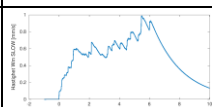
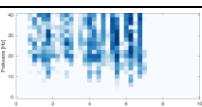
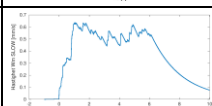
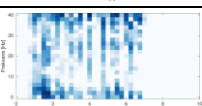
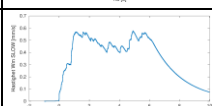
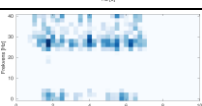
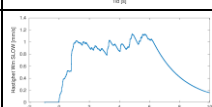
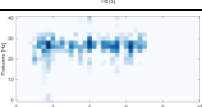
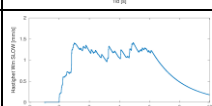
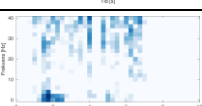
020	2	H	0,51	0,32	0,30	18,2	0,0130		
016	2	H	0,64	0,31	0,30	18,2	0,0139		
024	2	V	0,99	0,67	0,64	18,2	0,0250		
018	2	H	0,44	0,24	0,22	18,5	0,0057		
017	2	H	1,06	0,42	0,40	18,5	0,0095		
022	2	V	0,65	0,26	0,24	18,2	0,0062		
061	3	V	5,82	0,88	0,78	12,2	0,0135		
057	3	V	5,80	0,93	0,83	12,0	0,0146		
064	3	V	6,24	1,04	0,93	12,0	0,0166		
049	3	V	2,01	0,44	0,38	15,5	0,0070		
051	3	V	1,85	0,46	0,41	15,5	0,0076		
055	3	V	2,08	0,50	0,44	15,5	0,0083		
058	3	V	5,07	2,04	1,75	10,5	0,0705		
065	3	V	3,50	1,37	1,19	10,5	0,0492		
062	3	V	2,33	0,87	0,77	11,5	0,0319		
056	3	V	2,78	0,90	0,73	7,0	0,0295		

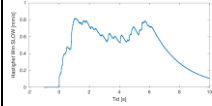
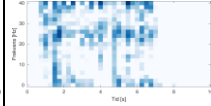
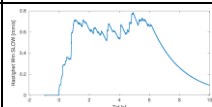
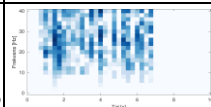
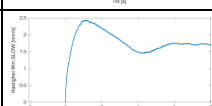
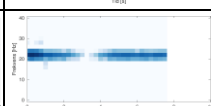
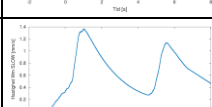
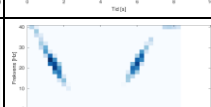
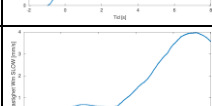
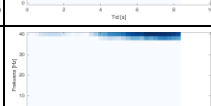
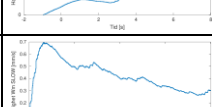

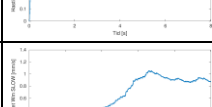
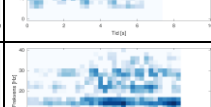
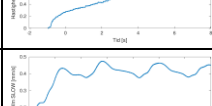

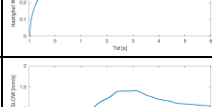
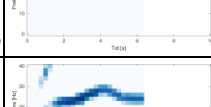
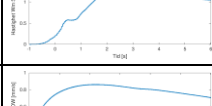

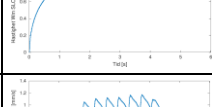
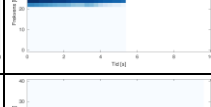
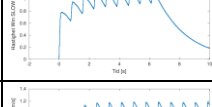
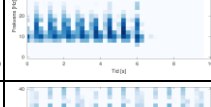
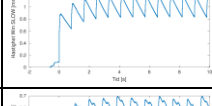
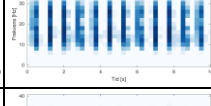
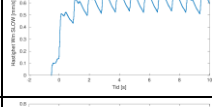
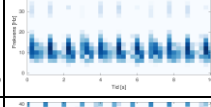
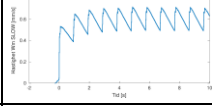
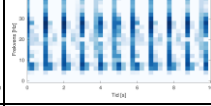
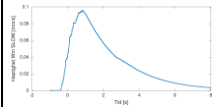
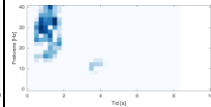
052	3	V	1,49	0,64	0,54	7,0	0,0224		
059	3	V	2,00	0,81	0,72	11,5	0,0294		
063	3	V	3,70	1,44	1,27	10,5	0,0536		
060	3	V	2,83	1,02	0,90	10,5	0,0376		
054	3	V	0,98	0,42	0,34	7,2	0,0150		
053	3	V	1,90	0,55	0,44	7,5	0,0181		
050	3	V	1,14	0,41	0,34	7,5	0,0142		
130	4	H	10,94	1,70	0,85	79,0	0,0237		
126	4	H	12,39	1,72	0,76	54,0	0,0206		
139	4	V	6,11	0,85	0,43	38,5	0,0123		
111	4	H	0,95	0,27	0,22	46,5	0,0059		
120	4	H	0,53	0,13	0,10	46,5	0,0027		
119	4	V	1,32	0,35	0,30	63,2	0,0076		
117	4	H	0,80	0,19	0,16	64,5	0,0045		
113	4	H	0,54	0,15	0,11	38,5	0,0031		
112	4	V	1,81	0,47	0,38	64,8	0,0101		

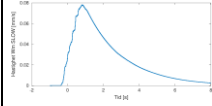
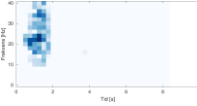
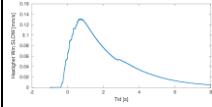
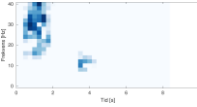
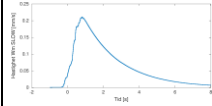
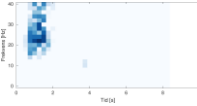
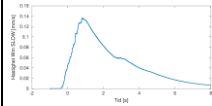
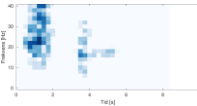
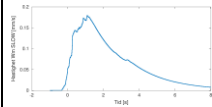
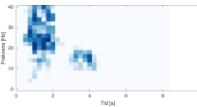
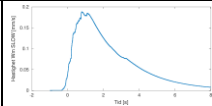
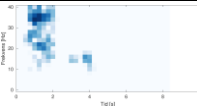
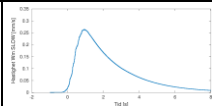
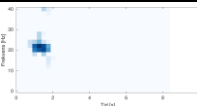
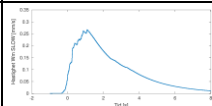
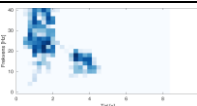
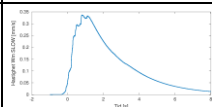
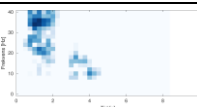
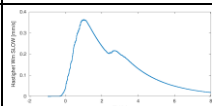
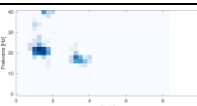
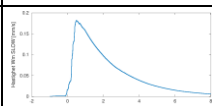
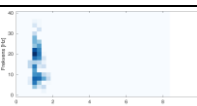
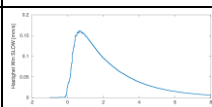
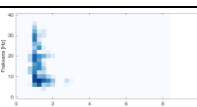
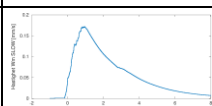
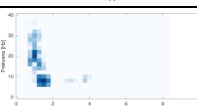
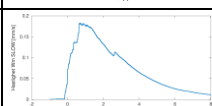
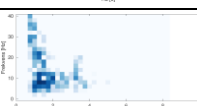
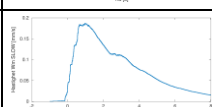
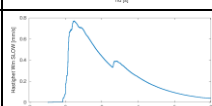
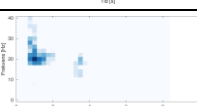
122	4	H	2,25	0,61	0,51	80,0	0,0149		
123	4	H	1,02	0,28	0,22	40,0	0,0065		
118	4	V	4,66	1,16	0,96	60,5	0,0277		
115	4	H	0,83	0,23	0,19	49,5	0,0059		
114	4	H	0,51	0,14	0,11	54,2	0,0030		
121	4	V	1,80	0,37	0,31	62,5	0,0094		
141	4	H	3,79	0,70	0,30	66,2	0,0090		
140	4	H	7,07	0,84	0,35	66,2	0,0103		
128	4	V	3,42	0,50	0,25	38,2	0,0073		
134	4	H	13,83	1,54	1,07	61,5	0,0321		
131	4	H	12,16	1,98	1,12	72,0	0,0364		
135	4	V	13,66	1,94	1,14	74,5	0,0359		
143	4	H	7,19	0,87	0,40	75,2	0,0110		
136	4	H	14,29	1,77	0,89	39,0	0,0234		
129	4	V	7,99	0,86	0,56	39,0	0,0141		
116	4	H	1,94	0,54	0,45	38,8	0,0135		

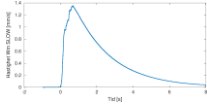
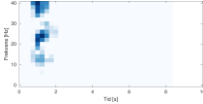
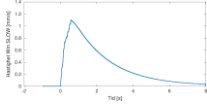
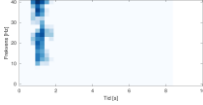
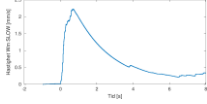
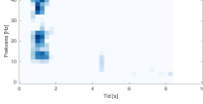
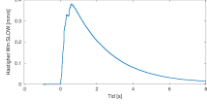
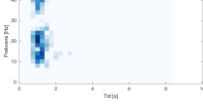
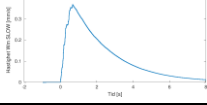
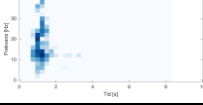
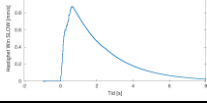
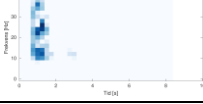
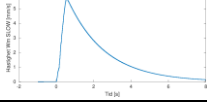
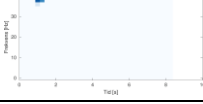
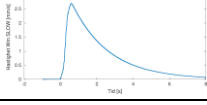
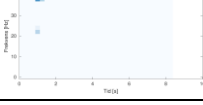
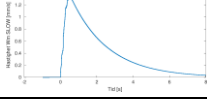
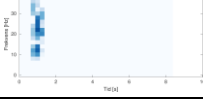
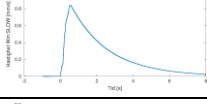

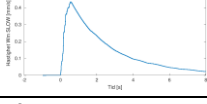
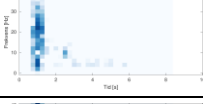
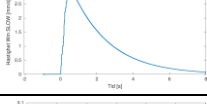

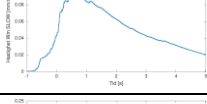
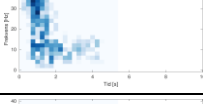
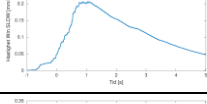
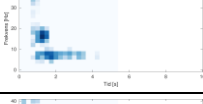
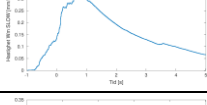
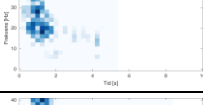
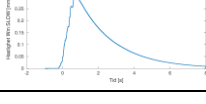
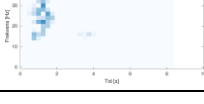
125	4	H	1,31	0,27	0,21	63,8	0,0066		
124	4	V	3,54	1,02	0,83	58,8	0,0244		
142	4	H	5,27	0,93	0,46	67,5	0,0130		
132	4	H	5,79	1,07	0,49	65,0	0,0136		
137	4	V	3,70	0,71	0,35	17,5	0,0098		
133	4	H	5,34	1,10	0,53	65,5	0,0137		
127	4	H	7,33	1,22	0,48	26,5	0,0137		
138	4	V	4,45	0,74	0,32	40,8	0,0093		
145	5	H	2,93	0,78	0,34	1,5	0,0116		
160	5	H	6,17	1,10	0,69	80,0	0,0236		
144	5	V	2,66	0,58	0,41	58,0	0,0139		
151	5	H	4,24	0,71	0,46	78,5	0,0133		
158	5	H	5,32	0,90	0,63	80,0	0,0199		
156	5	V	2,42	0,45	0,31	62,0	0,0098		
149	5	H	2,42	0,42	0,25	76,0	0,0056		
155	5	H	2,00	0,47	0,32	78,8	0,0077		

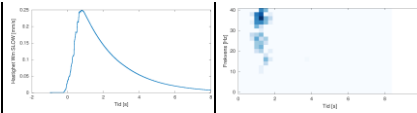
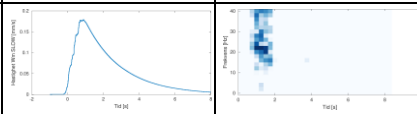
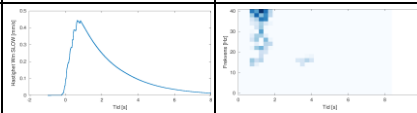
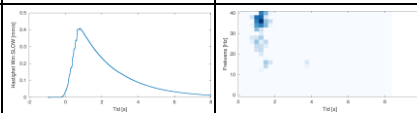
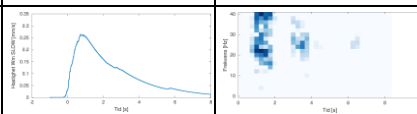
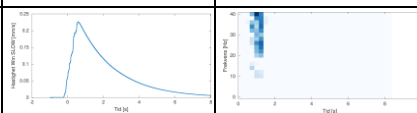
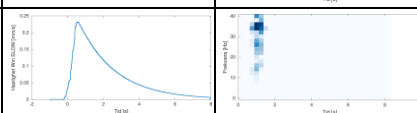
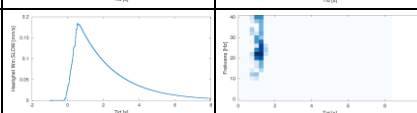
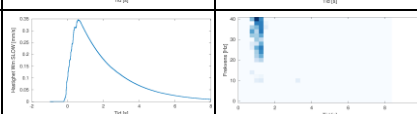
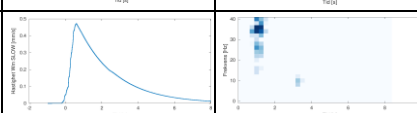
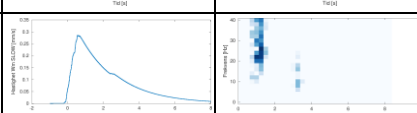
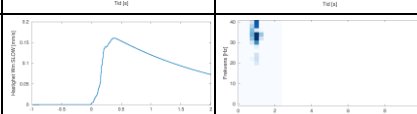
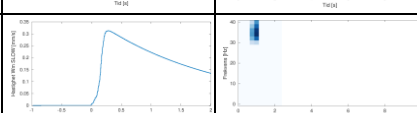
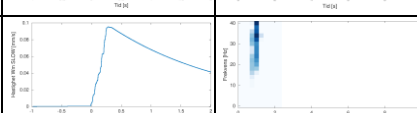
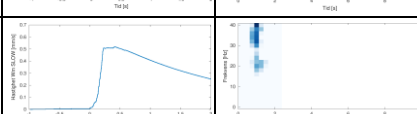
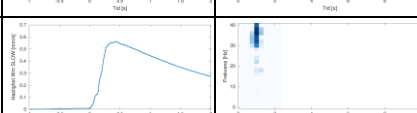
164	5	V	1,53	0,27	0,18	62,2	0,0043		
167	5	H	1,51	0,33	0,21	60,0	0,0062		
157	5	H	3,03	0,62	0,43	52,5	0,0135		
159	5	V	1,32	0,33	0,22	51,5	0,0071		
154	5	H	10,64	1,33	0,73	76,5	0,0241		
166	5	H	8,46	1,47	0,92	51,5	0,0337		
162	5	V	12,66	1,37	1,01	68,0	0,0323		
153	5	H	6,07	1,06	0,72	52,8	0,0237		
146	5	H	9,57	1,59	1,39	51,2	0,0449		
150	5	V	6,13	1,04	0,82	51,2	0,0275		
148	5	H	3,80	0,60	0,40	60,5	0,0124		
163	5	H	7,33	1,19	0,81	78,0	0,0267		
152	5	V	5,17	0,82	0,56	75,2	0,0178		
161	5	H	1,03	0,21	0,14	78,5	0,0035		
165	5	H	1,58	0,40	0,29	53,0	0,0074		
147	5	V	1,07	0,22	0,16	59,8	0,0042		

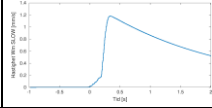
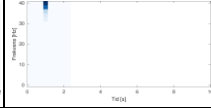
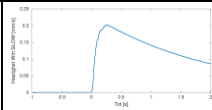
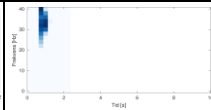
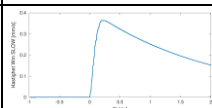
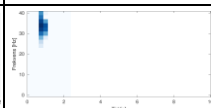
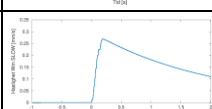
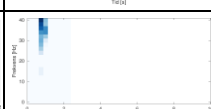
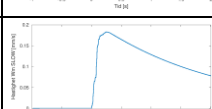

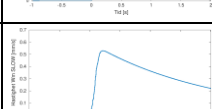
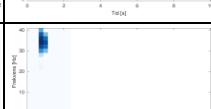
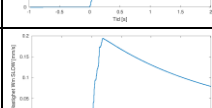
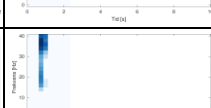
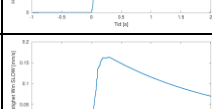
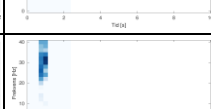
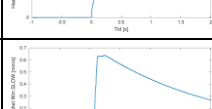
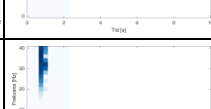
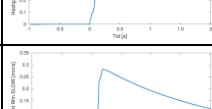
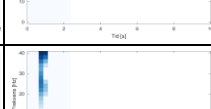
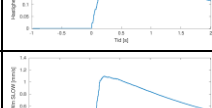
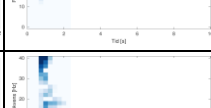
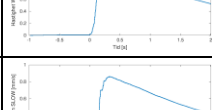
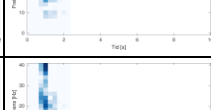
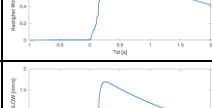
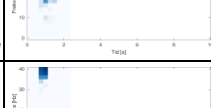
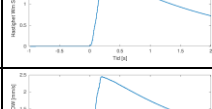
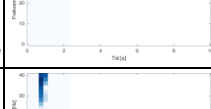
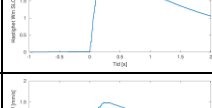
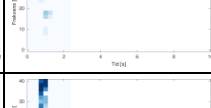
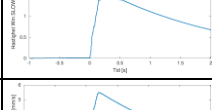
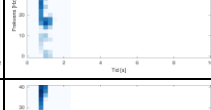
170	5	H	4,98	1,17	0,61	26,8	0,0197		
174	5	H	10,66	2,15	1,43	50,5	0,0457		
183	5	V	6,09	1,64	1,28	26,8	0,0386		
179	5	H	9,08	2,01	0,60	41,8	0,0188		
182	5	H	7,45	1,12	0,58	44,5	0,0184		
168	5	V	7,07	1,22	0,66	65,5	0,0199		
177	5	H	9,22	1,33	0,76	27,0	0,0231		
169	5	H	18,06	2,75	1,93	80,0	0,0560		
184	5	V	11,74	2,03	1,57	27,0	0,0468		
181	5	H	15,63	2,23	1,04	1,5	0,0301		
171	5	H	8,83	1,60	0,79	1,2	0,0234		
176	5	V	11,23	1,69	0,99	65,8	0,0280		
175	5	H	9,92	1,26	0,64	41,2	0,0216		
185	5	H	7,48	1,18	0,58	27,0	0,0197		
172	5	V	11,39	1,47	1,14	27,0	0,0387		
180	5	H	13,85	2,08	1,42	72,5	0,0480		

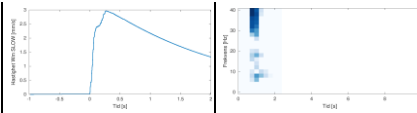
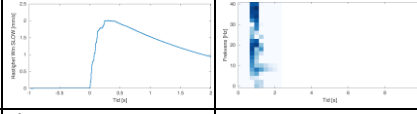
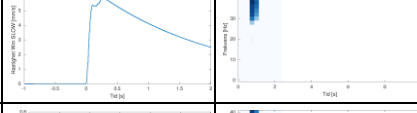
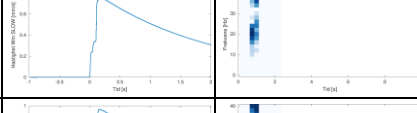
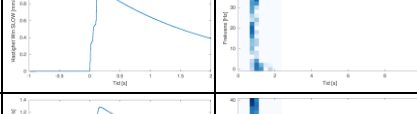
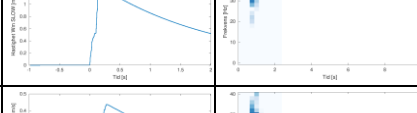
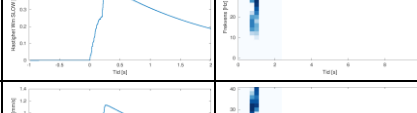
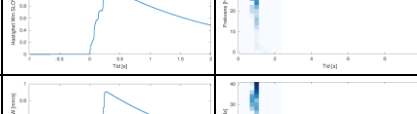
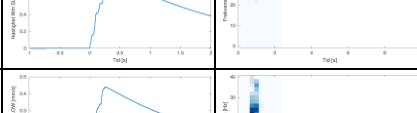
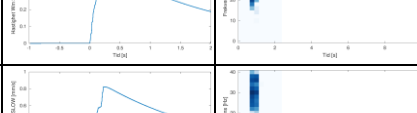
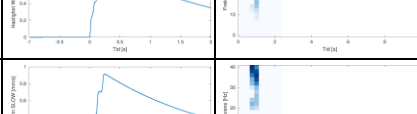
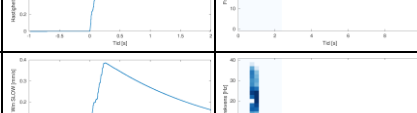
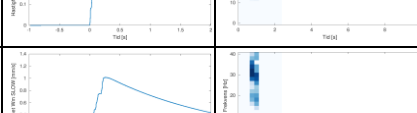
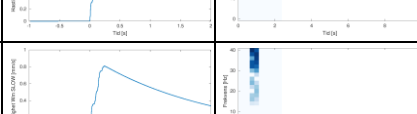
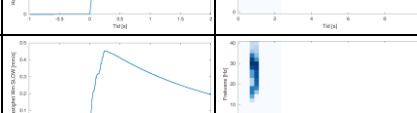

173	5	H	11,16	1,68	0,82	72,5	0,0272		
178	5	V	11,05	1,37	0,78	74,0	0,0257		
002	6	V	6,41	2,52	2,44	21,8	0,0844		
001	6	V	3,64	1,42	1,37	23,2	0,0351		
003	6	V	6,14	4,07	3,97	40,2	0,1156		
007	6	V	3,35	0,73	0,70	13,0	0,0200		
008	6	V	3,23	1,12	1,06	14,5	0,0359		
004	7	V	1,00	0,49	0,48	27,0	0,0178		
005	7	V	2,60	1,46	1,42	24,2	0,0452		
006	7	V	1,50	0,89	0,86	24,2	0,0314		
012	8	V	4,80	1,29	1,17	10,5	0,0416		
009	8	V	5,90	1,30	1,18	13,5	0,0516		
011	8	V	2,69	0,79	0,70	9,5	0,0308		
010	8	V	3,61	0,77	0,72	7,2	0,0307		
075	9	H	0,29	0,10	0,10	33,5	0,0020		
085	9	H	0,60	0,14	0,13	22,5	0,0025		

086	9	V	0,36	0,08	0,08	22,5	0,0015		
096	9	H	0,51	0,14	0,13	33,5	0,0027		
093	9	H	1,01	0,22	0,21	47,0	0,0040		
090	9	V	0,55	0,15	0,14	42,0	0,0028		
079	9	H	0,72	0,19	0,18	46,2	0,0038		
077	9	H	0,83	0,20	0,19	48,8	0,0040		
083	9	V	0,85	0,28	0,26	21,2	0,0051		
089	9	H	1,16	0,29	0,27	46,2	0,0056		
097	9	H	1,42	0,35	0,34	48,8	0,0070		
091	9	V	1,38	0,39	0,36	21,2	0,0077		
071	9	H	0,77	0,20	0,18	8,2	0,0033		
069	9	H	0,77	0,19	0,16	8,0	0,0032		
068	9	V	0,51	0,20	0,17	7,8	0,0035		
073	9	H	0,74	0,21	0,18	7,2	0,0041		
070	9	H	0,74	0,22	0,19	7,0	0,0043		
072	9	V	2,70	0,80	0,77	19,5	0,0159		

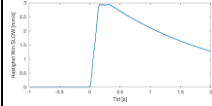
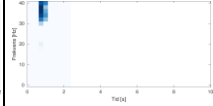
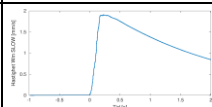
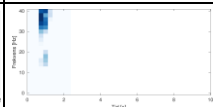
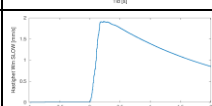

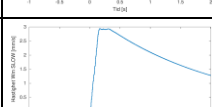

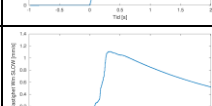
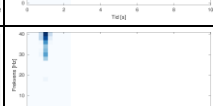
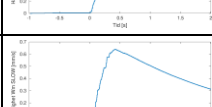
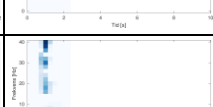
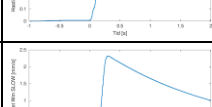
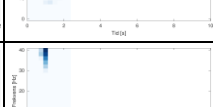
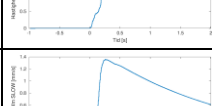
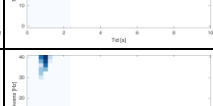
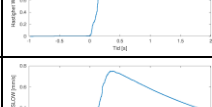
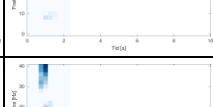
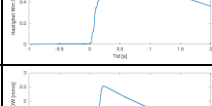
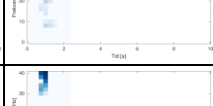
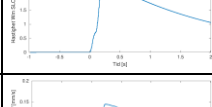
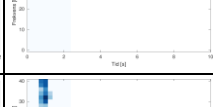
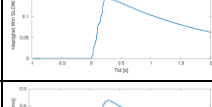

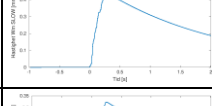
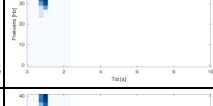
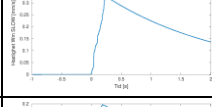
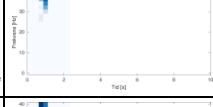
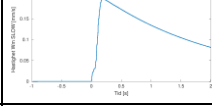
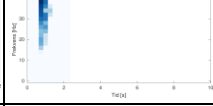
107	9	H	5,08	1,40	1,35	43,2	0,0254		
099	9	H	4,72	1,15	1,10	41,2	0,0203		
106	9	V	9,53	2,32	2,23	41,0	0,0428		
104	9	H	1,80	0,41	0,38	13,2	0,0072		
101	9	H	1,21	0,42	0,37	12,0	0,0069		
100	9	V	3,65	0,93	0,87	24,0	0,0162		
108	9	H	16,98	5,83	5,69	40,2	0,0982		
102	9	H	10,77	2,80	2,69	41,0	0,0476		
105	9	V	5,71	1,40	1,34	40,2	0,0239		
110	9	H	3,13	0,87	0,84	40,5	0,0150		
109	9	H	1,89	0,49	0,43	40,5	0,0081		
103	9	V	13,28	3,17	2,99	13,5	0,0551		
067	9	H	0,29	0,10	0,09	11,8	0,0021		
074	9	H	0,79	0,24	0,21	7,2	0,0046		
066	9	V	1,00	0,33	0,32	18,8	0,0068		
080	9	H	1,29	0,32	0,30	59,8	0,0057		

084	9	H	1,21	0,26	0,25	49,2	0,0047	
076	9	V	0,80	0,19	0,18	21,8	0,0034	
088	9	H	1,88	0,47	0,44	59,8	0,0084	
087	9	H	1,89	0,43	0,41	49,2	0,0075	
095	9	V	1,04	0,29	0,26	21,8	0,0054	
081	9	H	1,04	0,24	0,23	40,8	0,0041	
078	9	H	0,85	0,24	0,23	35,0	0,0041	
082	9	V	0,78	0,20	0,18	21,8	0,0033	
094	9	H	1,35	0,37	0,35	46,8	0,0064	
098	9	H	1,98	0,49	0,47	48,2	0,0084	
092	9	V	1,35	0,31	0,28	21,8	0,0053	
199	10	H	1,00	0,17	0,16	33,5	0,0027	
218	10	H	1,71	0,33	0,31	34,8	0,0052	
204	10	V	0,59	0,10	0,10	48,0	0,0016	
234	10	H	3,33	0,54	0,52	41,5	0,0093	
235	10	H	2,77	0,58	0,56	37,0	0,0099	

233	10	V	5,78	1,21	1,18	44,0	0,0194		
205	10	H	1,36	0,22	0,20	32,5	0,0034		
200	10	H	1,97	0,38	0,36	33,5	0,0061		
203	10	V	1,87	0,29	0,27	45,0	0,0044		
197	10	H	1,39	0,21	0,18	38,2	0,0031		
189	10	H	3,14	0,56	0,53	34,0	0,0087		
191	10	V	1,45	0,21	0,19	36,0	0,0032		
202	10	H	1,59	0,21	0,16	31,2	0,0028		
196	10	H	4,48	0,67	0,64	32,5	0,0106		
212	10	V	1,98	0,31	0,28	40,8	0,0046		
255	10	H	6,69	1,15	1,10	40,8	0,0196		
257	10	H	4,92	0,94	0,86	21,0	0,0153		
227	10	V	7,62	1,75	1,70	40,0	0,0281		
248	10	H	13,83	2,68	2,45	39,5	0,0415		
229	10	H	7,46	1,74	1,49	38,0	0,0262		
245	10	V	23,69	5,64	5,48	38,8	0,0900		

228	10	H	22,60	3,33	2,96	39,0	0,0515	
226	10	H	11,90	2,46	2,01	20,2	0,0359	
253	10	V	31,66	6,09	5,88	38,5	0,0998	
208	10	H	8,32	1,00	0,76	20,2	0,0123	
188	10	H	10,33	1,27	0,96	72,5	0,0156	
198	10	V	8,75	1,37	1,28	39,2	0,0206	
193	10	H	4,56	0,56	0,44	29,2	0,0072	
211	10	H	12,32	1,50	1,13	32,0	0,0185	
190	10	V	6,23	1,01	0,91	42,8	0,0147	
186	10	H	4,08	0,54	0,44	23,2	0,0073	
213	10	H	7,00	1,05	0,82	30,2	0,0137	
219	10	V	6,28	1,00	0,91	43,2	0,0150	
222	10	H	2,28	0,43	0,39	23,2	0,0064	
187	10	H	6,86	1,22	1,02	30,0	0,0170	
207	10	V	5,16	0,88	0,81	48,8	0,0133	
194	10	H	2,70	0,48	0,45	29,2	0,0076	

209	10	H	5,79	0,92	0,83	31,0	0,0138		
215	10	V	4,18	0,71	0,66	46,8	0,0108		
214	10	H	3,58	0,56	0,51	28,8	0,0085		
206	10	H	4,21	0,88	0,76	29,0	0,0129		
217	10	V	5,46	0,79	0,74	41,0	0,0126		
192	10	H	2,40	0,37	0,31	34,2	0,0052		
210	10	H	3,61	0,67	0,58	32,8	0,0098		
223	10	V	4,30	0,55	0,51	39,5	0,0086		
246	10	H	14,84	3,29	3,01	16,2	0,0517		
256	10	H	19,09	3,45	3,25	47,5	0,0567		
239	10	V	34,39	6,34	6,14	38,8	0,1018		
231	10	H	11,74	2,28	2,09	17,8	0,0383		
238	10	H	19,42	2,75	2,62	40,2	0,0477		
230	10	V	27,21	5,49	5,33	41,5	0,0916		
247	10	H	6,58	1,04	0,95	20,5	0,0171		
252	10	H	7,50	1,02	0,95	20,5	0,0172		

232	10	V	14,89	3,03	2,95	39,2	0,0506		
240	10	H	11,11	2,00	1,91	37,0	0,0328		
244	10	H	11,09	2,00	1,92	37,0	0,0329		
254	10	V	14,86	3,01	2,94	39,2	0,0503		
237	10	H	4,98	1,16	1,11	40,8	0,0191		
251	10	H	2,64	0,69	0,64	40,0	0,0113		
249	10	V	13,16	2,39	2,32	43,0	0,0378		
250	10	H	7,21	1,42	1,36	40,8	0,0231		
236	10	H	3,66	0,83	0,75	39,8	0,0133		
241	10	V	13,30	2,60	2,53	40,0	0,0411		
216	10	H	1,20	0,17	0,14	32,0	0,0024		
220	10	H	2,48	0,49	0,43	32,2	0,0073		
201	10	V	1,65	0,36	0,32	39,2	0,0053		
221	10	H	1,85	0,26	0,20	39,0	0,0032		
224	10	H	2,87	0,52	0,42	33,0	0,0070		
195	10	V	3,94	0,39	0,35	42,0	0,0057	