



OSTLÄNKEN

DELPROJEKT NYKÖPING

Vibrationsmätningar vid tågpassage vid Nyköping resecentrum

Underlagsrapport vibrationsutredning

Innehåll

1	Bakgrund och syfte	3
2	Slutsats	3
3	Metod	4
3.1	Setup.....	4
3.1.1	Winges väg 17	4
3.1.2	Järnvägsgatan	8

Filnamn OLP3-01-007-34-0_0-XXX.docx

Projektnamn Skapat av (Leverantör)
Ostlänken Niels Frandsen
Ärendenummer Granskat av (Leverantör)
TRV 2014/19364 Liselotte Franzén
Godkänt av (Leverantör)
Karolina Sanell

Godkänt datum
2017-08-24
Sidor
2(29)

Rev Datum
Version
1.0



TRAFIKVERKET

4	Resultat.....	10
4.1.1	Winges väg 17	10
4.1.2	Järnväggsgatan	13



Ändringslogg

PDBi version	Revisionsdatum	Ändring	Namn

1 Bakgrund och syfte

COWI har i samråd med Trafikverket utfört mätningar av markvibrationer vid två mätplatser i Nyköping, Sverige. Syftet är att samla in underlag för nulägesbeskrivning avseende tåginducerade markvibrationer för planerad Nyköpings resecentrum inom uppdraget Ostlänken. Vibrationsnivåerna vid mätpunkterna har bevakats kontinuerligt under mätperioden. Vid överskridande av förinställda triggern har högupplösta tidsserier sparats. Enskilda tidsseriedata har även sparats manuellt trots att vibrationsnivån varit lägre än den förinställda triggern.

Denna rapport dokumenterar vibrationsnivåerna för de två mätplatserna genom presentation av representativa tidsserier och korresponderande toppvärdesnivåer för uppmätta vibrationer. Mätpunkterna är utrustad med en triaxiell geofon.

Vibrationsmätningarna i denna rapport är utförda mellan den 21 februari och 22 februari, 2017 för de två mätplatserna:

- 1 Mellan Wings väg 17 och motorvägen E4
- 2 Framför centralstationen i Nyköping, mellan Järnvägsgatan och Borgaregatan.

2 Slutsats

Genomförda mätningar visar på att de tåginducerade markvibrationerna ligger inom bakgrunds nivåerna från vägtrafiken i området.

För den första mätplatsen vid Wings Väg 17 gick det inte att identifiera enskilda tågpassager på grund av bakgrunds nivå från E4:an.

För den andra mätplatsen vid centralstationen var det möjligt att identifiera enskilda passager av godståg. Uppmätta vibrationsnivåer från godstågen var dock i nivå med motsvarande från den relativt omfattande busstrafiken på närliggande gator.



3 Metod

För att utreda nuvarande vibrationsnivåer för de två mätplatserna har nivåer mätts kontinuerligt. Start och stopp för mätningarna kan ses nedan i Tabell 1.

Tabell 1: Start och sluttid för mätningarn

	Starttid	Sluttid
Winges Väg 17	11:45, 21 februari 2017	08:15, 22 februari 2017
Järnvägsgatan	16:43, 21 februari 2017	09:15, 22 februari 2017

Triggernivåer uppskattades baserat på de bakgrunds nivåer som noterades vid mätplatserna. Vid trigging sparas 4 sekunder högupplöst tidsserie med 4000 Hz samplingsfrekvens. Inspelningstid för tidsserien begränsades till fyra sekunder för att hålla insamlade datamängder på rimliga nivåer.

Triggernivån vid Wings Vä 17 sattes till 300 $\mu\text{m/s}$ och hölls över hela mätperioden. Triggernivån vid centralstationen sattes initialt till 600 $\mu\text{m/s}$ men sänktes till 200 $\mu\text{m/s}$ vid midnatt då busstrafiken (extern störning) minskade.

Mätningarna genomfördes med utrustning från Sigicom, INFRA Master för datahantering och triaxiella geofoner av typ V12 för mätning.

3.1 Setup

De två mätsektionerna är placerade vid Wings Väg 17 och precis i anslutning till centralstationen vid Järnvägsgatan i Nyköping. Se Figur 1 och Figur 6 för översikt.

3.1.1 Wings väg 17

Mätsiten vid Wings Väg 17 är placerad mellan Wings Väg och E4:an. Tre mätpunkter placerades med ökat avstånd från järnvägsspåren. Se översikt i Figur 1.

Bilden visar att MP1 är den närmaste mätpunkten till spåren medan MP3 ligger längst bort från spåren. MP2 är placerad på ett avstånd motsvarande husets placering på Wings Väg 17.



Figur 1: Mätplats 1- Winges väg 17.

Mätpunkterna vid Winges väg 17 visas i Figur 2 i en linje tvärs järnvägsspåret som ses i bakgrunden på samma bild.



Figur 2: Mätplats 1

Sensorerna är monterade på jordspik enligt Figur 3; som har hamrats ned i mark med stöd av mellanlägg i trä för att inte skada jordspiken.



Figur 3: Jordspik- MP1

De tre mätpunkterna placerades med ökande avstånd från staketet vid järnvägen. Avståndet till staketet har använts som referens då det vid tidpunkten var oklart vilket spår tågen passerade på. På grund av markförhållanden varierade ankarnas nedsänkning i mark. Sammanställning av avstånd till staket och höjd över mark ges nedan i Tabell 2.

Tabell 2: Avstånd för mätpunkter 1-3 vid Winges väg 17.

	MP1	MP2	MP3
Avstånd till staket vid järnväg [m]	0.5	18.4	22.7
Avstånd till staket vid WV17 [m]	4.6	4.0	4.6
Höjd från markyta [m]	0.3	0.16	0.6

Den varierande höjden medför att också vridstyvheten i ankarna varierar. Det bedöms dock att eventuella tillkommande moder på grund av detta är lätta att identifiera. Den laterala styvheten i MP3 bedömdes till relativt låg vilket kan påverka resultatet.

Jordankarna hamrades vertikalt ner i mark, med vissa avvikelser på grund av markförhållandena. Se nedan i Figur 4.



Figur 4: Lutning, MP3.

Lutningen ska sammanvägas med roteringen jämfört spårens utsträckning. Se nedan i Figur 5, där den röda linjen syftar till en parallell linje med spåren.



Figur 5: Rotation av sensor, MP3.



Dessa avvikelser kan hanteras genom att behandla vektorsumman av hastigheterna i de tre riktningarna geofonen mäter.

Tabell 3 nedan redovisar riktningarna för respektive axel per mätpunkt relativt järnvägsspåren.

Tabell 3: Riktningar, mätplats 1.

Sensor, riktning	V	L	T
Jämfört järnvägsspår	Vertikalt	Transversal	Longitudinell

3.1.2 Järnvägsgatan

Mätplatsen är placerad på en gräsyta utanför centralstationen i Nyköping, i direkt anslutning till Järnvägsgatan. Se Figur 6 nedan. Endast tågpassager vid det södra spåret observerades då det norra spåret bedömdes vara för långt bort för relevanta resultat. På mätplatsen noterades att endast godståg passerade på det södra spåret.

Geofonerna monterades på samma sätt som vid mätplats 1 med ökande avstånd från järnvägsspåren. Figur 7 visar den ungefärliga linjen där staketet intill spåret är längst bort, tvärs över gatan. Nedanstående redovisade avstånd i Tabell 4 är uppmätta från gatulampan markerad med blått i Figur 6. Tabellen redovisar det longitudinella avståndet till LP1 och det motsvarande transversala avståndet till staketet vid järnvägen.

Tabell 4: Avstånd vid Järnvägsgatan.

	MP4	MP5	MP6
Avstånd till LP1 [m]	3.5	8.6	13.0
Avstånd till staket vid järnväg [m]	15	22.8	27.6
Höjd från markyta [m]	0.35	0.29	0.43



Figur 6: Mätplats 2 - Järnvägsgatan.



Figur 7: Mätpunkter på ungefärlig linje från spåret.



Vid mätplats 2 rådde ungefär samma markförhållanden som för mätplats 1, vilket medför att vissa avvikelser i både höjd och rotation finns mellan mätpunkterna relativt järnvägen. Se tabell 5 för en ungefärlig översättningstabell mellan geofonernas riktningar och riktningar relativt spåret.

Tabell 5: Riktningar, mätsite 2.

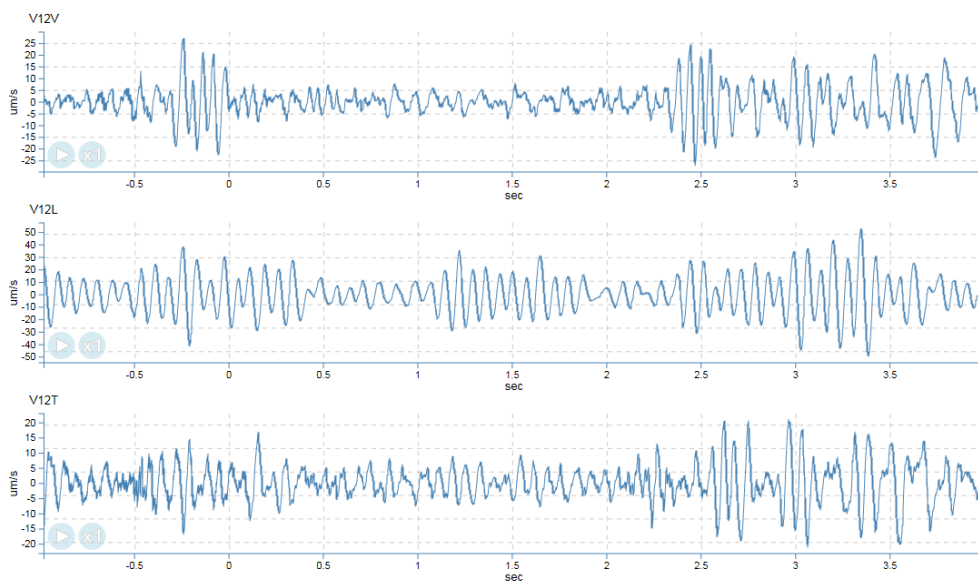
Sensor, riktning	V	L	T
Jämfört järnvägsspår	Vertikalt	Longitudinell	Transversal

4 Resultat

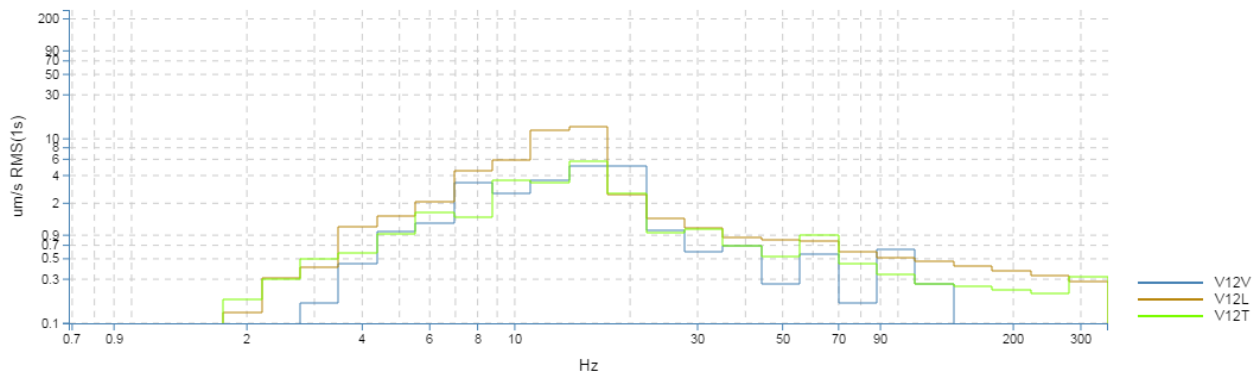
Resultat nedan utgör tidsserier på 4 sekunder, både för loggade triggingar och bakgrunds nivåer för en total bedömning av uppmätta vibrationsnivåer.

4.1.1 Wings väg 17

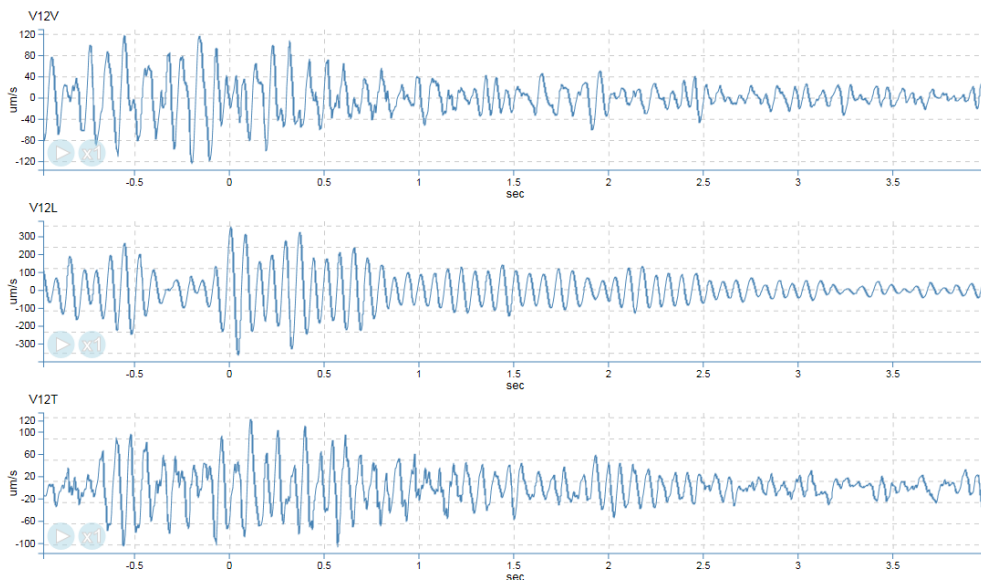
Generellt noterades på plats att vibrationsnivåerna från passerande tåg var relativt låg, då de flesta tåg passerade på spåret längst bort från mätpunkten. Den största andelen utgjordes av passagerartåg med låga hastigheter i samband med stopp vid centralstationen. Inga tågpassager registrerades på plats på grund av få tåg och den inställda triggernivån. Ett antal bakgrundsmätningar gjordes. Två bakgrundsmätningar med och utan vägtrafik E4 redovisas nedan i Figur 8 and Figur 10 för MP1. I Figur 9 och Figur 11 finns tillhörande spektra.



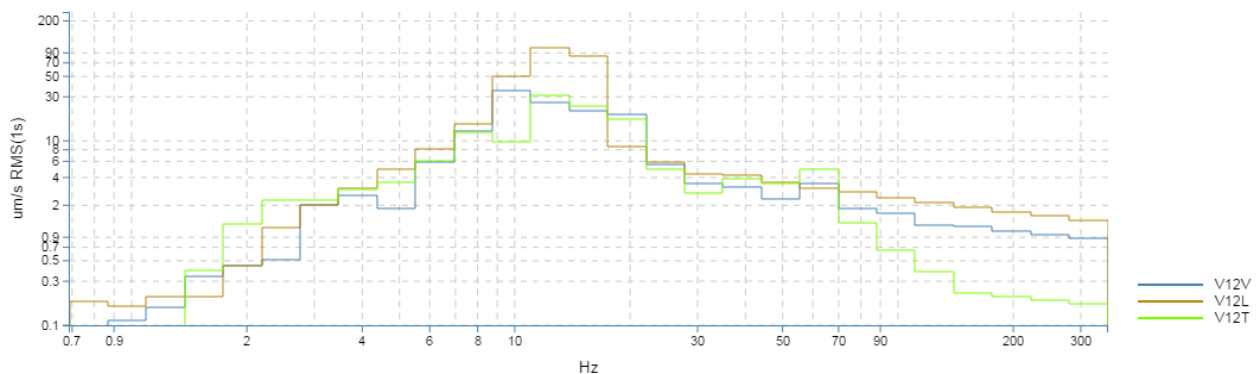
Figur 8: Bakgrunds nivåer utan trafik på E4 vid 12:29, 21 februari 2017 MP1.



Figur 9: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrundsnivåer utan trafik på E4 vid 12:29, 21 februari 2017 MP1.



Figur 10: Bakgrundsnivåer med trafik på E4 vid 12:53, 21 februari MP1.



Figur 11: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrundsnivåer med trafik på E4 vid 12:53, 21 februari MP1.

Tidsserie från MP2 för samma tillfälle finns med tillhörande spektra i Bilaga A, se figur Figur 24-Figur 27. Toppvärdesnivåer för de två bakgrundsmätningarna ges nedan i tabell 6.



Tabell 6: Bakgrunds nivåer, toppvärdesnivåer för MP1.

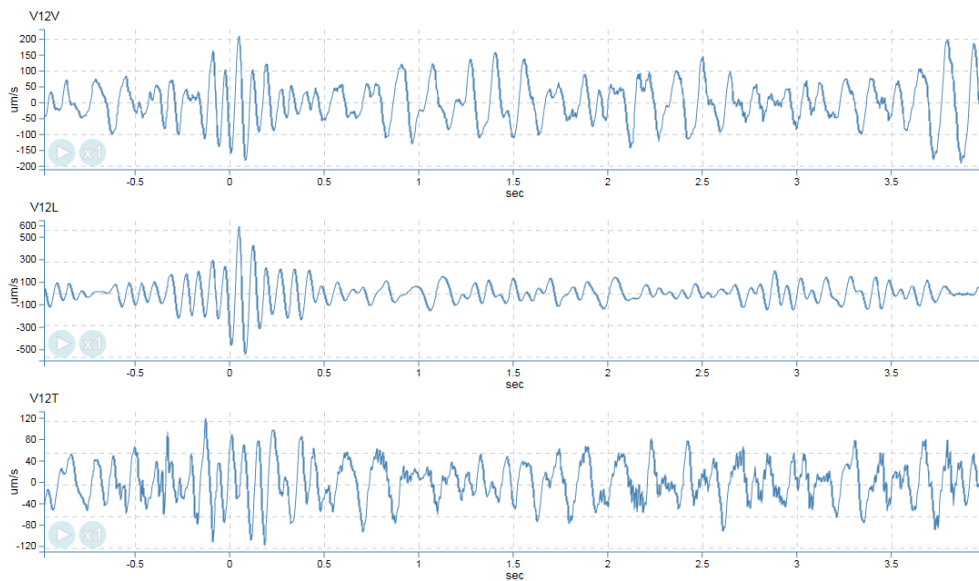
Tidpunkt	12:29	12:53
Tidsserie	Figur 8	Figur 10
Toppvärdesnivå [$\mu\text{m/s}$]	27-V 53-L 21-T	124-V 364-L 123-T
Maximal RMS nivå enligt SS 460 48 61 [$\mu\text{m/s}$]	8-V 18-L 8-T	44-V 127-L 42-T

De två tidsserierna i Figur 8 och Figur 10 redovisar nivån för hela mätperioden. Under denna tid registrerades 4 toppvärdesnivåer över bakgrunds nivån. Se nedan i tabell 7 för tidpunkter.

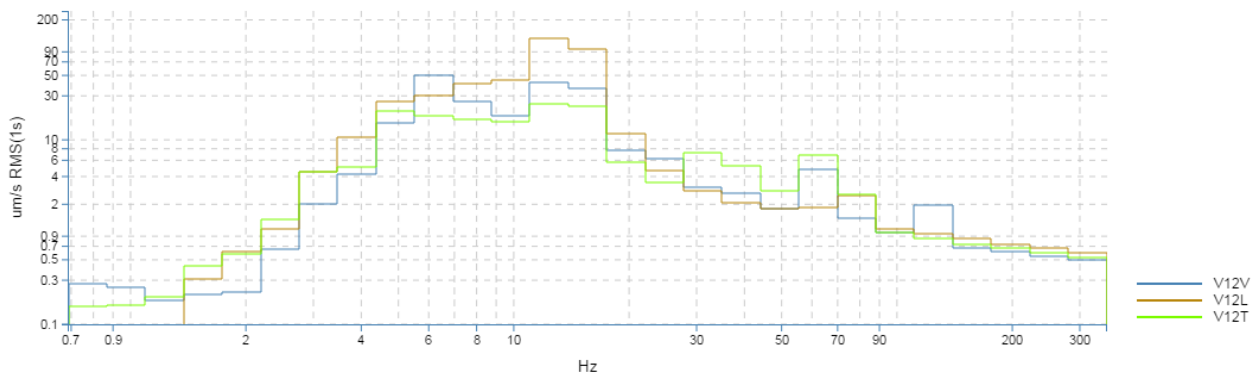
Tabell 7: Triggingar och korresponderande tidsserier för MP1.

Tidpunkt	16:15	17:25	17:27	05:43
Tidsserie	Figur 28	Figur 12	Figur 30	Figur 32
Toppvärdesnivå [$\mu\text{m/s}$]	196-V 404-L 162-T	211-V 590-L 120-T	206-V 441-L 117-T	364-V 395-L 201-T
Maximal RMS nivå enligt SS 460 48 61 [$\mu\text{m/s}$]	64-V 190-L 63-T	66-V 149-L 39-T	62-V 150-L 38-T	100-V 125-L 60-T

Tidsserien för tidpunkten 17:25 ges nedan i Figur 12 med tillhörande spektrum i Figur 13. Övriga tidsserier enligt ovanstående tabell ges i Bilaga A, Figur 28, Figur 30 och Figur 32.



Figur 12: Triggning vid MP1, 17:25 21 februari.



Figur 13: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för triggning vid MP1, 17:25 21 februari.

Tidsserien i Figur 12 redovisar ett liknade beteende för vibrationer som visat för bakgrunds nivåer i Figur 10, med vägtrafik. Toppvärdesnivåer ger ett högsta värde om 590 um/s i L-riktning, motsvarande ungefär samma storlek som för uppmätta bakgrunds nivåer. Antagande att tåg passerade mät punkten under mät perioden ger resultaten att uppmätta vibrationer från tågtrafiken är inom bakgrunds nivåerna för samtliga mät punkter MP1-3 ovan.

4.1.2 Järnvägsgatan

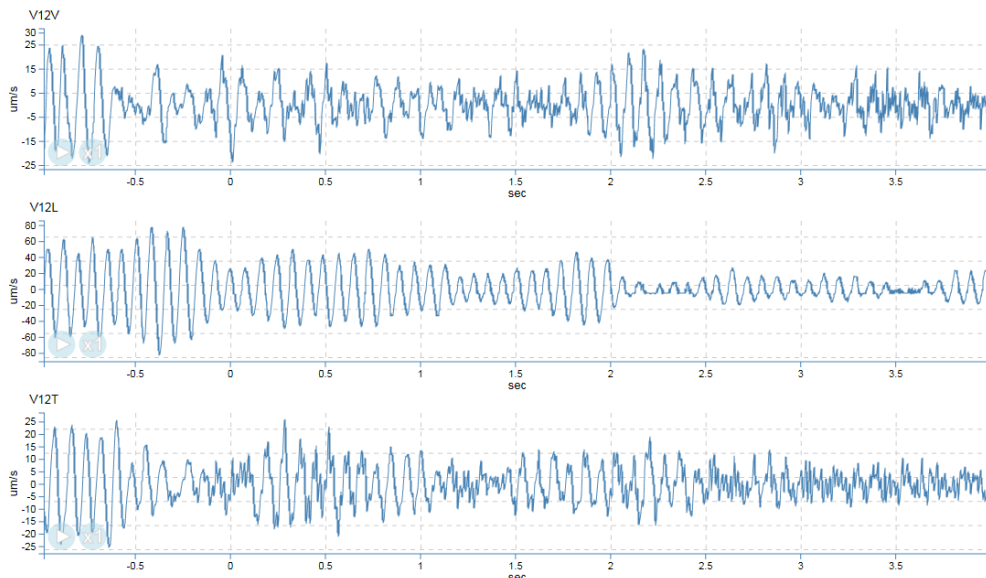
Generellt passerade godstågen långsamt. Vid centralstationen finns en busshållplats med relativt intensiv trafik. På plats påpekade en närboende att denne upplevde att vibrationerna från tung trafik var mer störande än tågtrafiken.

Figur 14 och Figur 16 visar tidsserier för de två bakgrunds mätningarna beskrivna i tabell 8. Figur 15 och Figur 17 visar tillhörande spektra.

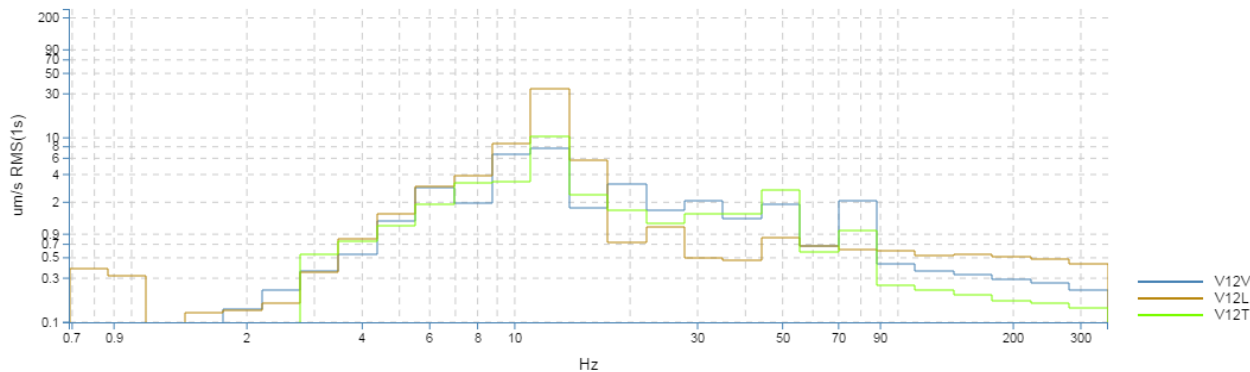


Tabell 8: Bakgrundsmätningar, MP4.

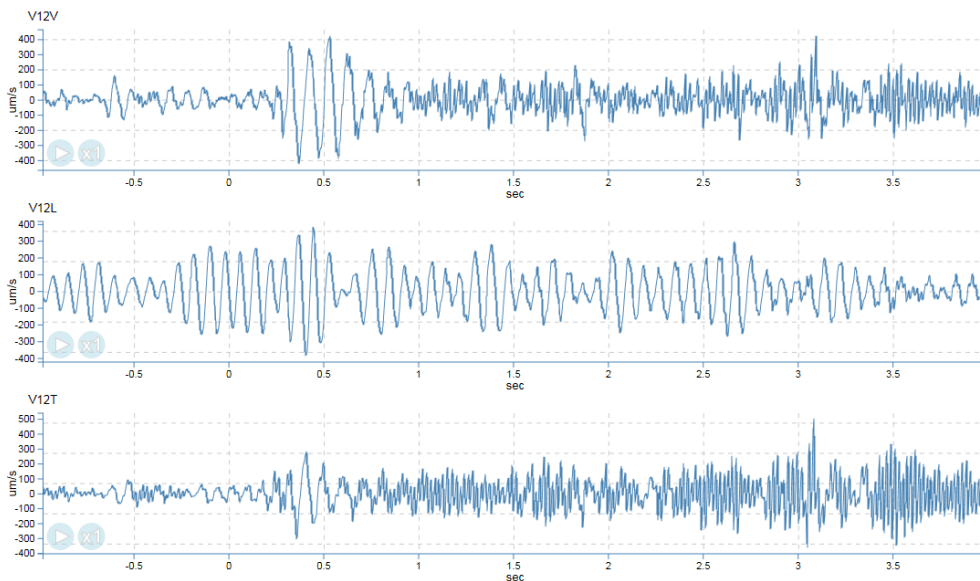
Tidpunkt	16:46	16:55
Tidsserie	Figur 14	Figur 16
Toppvärdesnivåer [$\mu\text{m/s}$]	29-V 82-L 26-T	423-V 383-L 498-T
Maximal RMS nivå enligt SS 460 48 61 [$\mu\text{m/s}$]	8-V 30-L 8-T	128-V 136-L 126-T



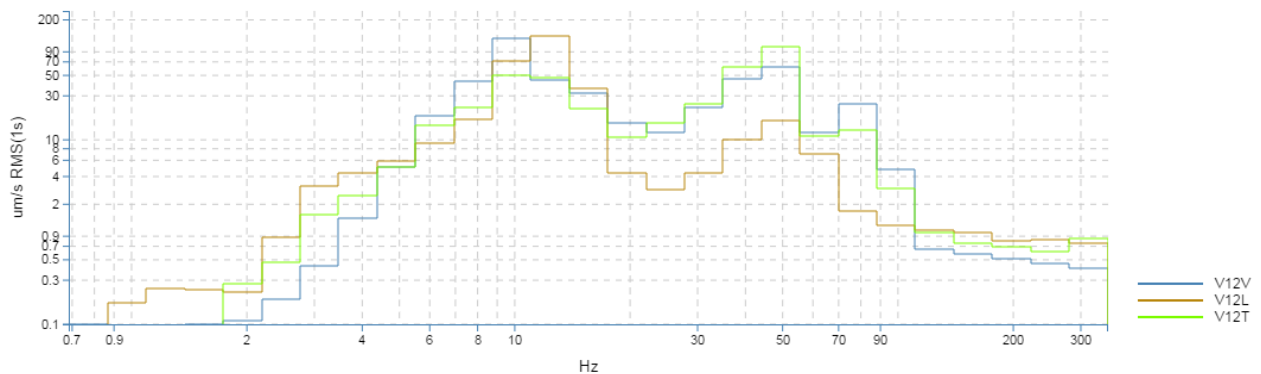
Figur 14: Bakgrundsnivåer utan vägtrafik vid MP4, 16:46 21 februari.



Figur 15: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrundsnivåer utan vägtrafik vid MP4, 16:46 21 februari.



Figur 16: Bakgrunds nivåer med vägtrafik (buss) vid MP4, 16:55 21 februari.



Figur 17: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrunds nivåer med vägtrafik (buss) vid MP4, 16:55 21 februari.

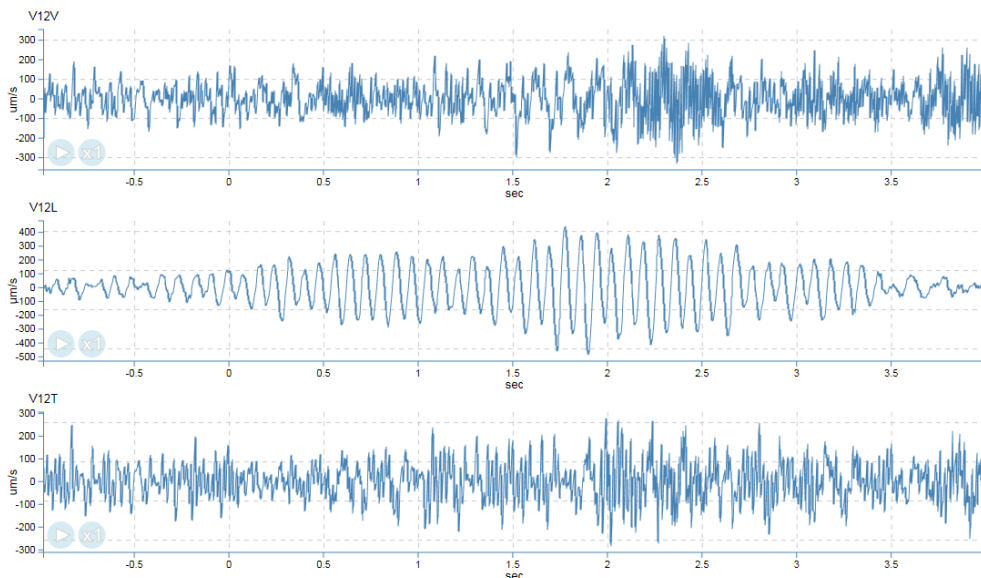
Bakgrunds nivåer för MP5 och MP6 kan ses i Bilaga B. Något avtagande nivåer noteras mellan mätpunkterna men tidsseriens beteende är ungefär samma. Från bakgrundsmätningarna är enskilda busspassager tydliga i mätdata. Den laterala hastigheten som är ungefär longitudinell med järnvägsspåren har en tydlig frekvenskomponent som är proportionell till den totala styrkan på insignalen. Detta bedöms vara kopplat till den naturliga frekvensen för jordspiken.

En tågpassage observerades på plats och tre manuella mätningar triggades av systemet. Se tidsserier för dessa perioder i Figur 18, Figur 20 och Figur 22 med tillhörande spektra i Figur 19, Figur 21 och Figur 23. Toppvårdesnivåer ges i tabell 9 nedan för samma serier. Notera att tidpunkter är angivna med noggrannhet i sekunder. Tidsserier för MP5 and MP6 korresponderande till 16:15:08 ges i Bilaga B.

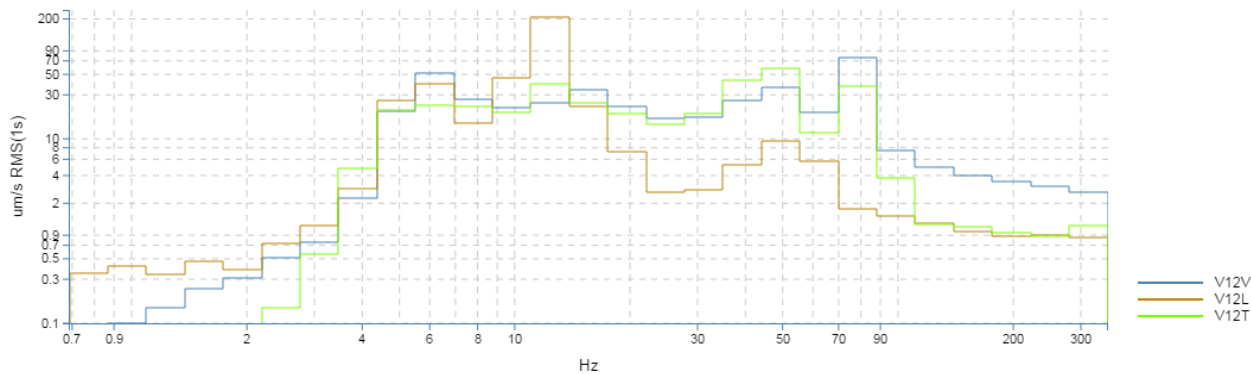


Tabell 9: Train passage at MP4.

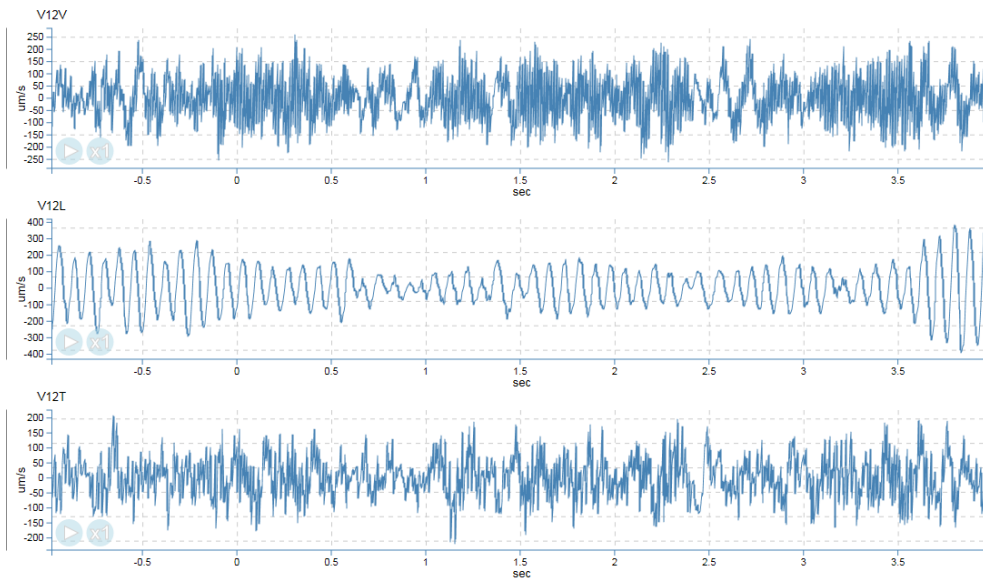
Tidpunkt	16:15:08	16:15:18	16:15:30
Tidsserie	Figur 18	Figur 20	Figur 22
Toppvärdesnivå [µm/s]	330-V 485-L 283-T	262-V 393-L 219-T	134-V 147-L 145-T
Maximal RMS nivå enligt SS 460 48 61 [µm/s]	93-V 194-L 90-T	77-V 142-L 64-T	36-V 65-L 40-T



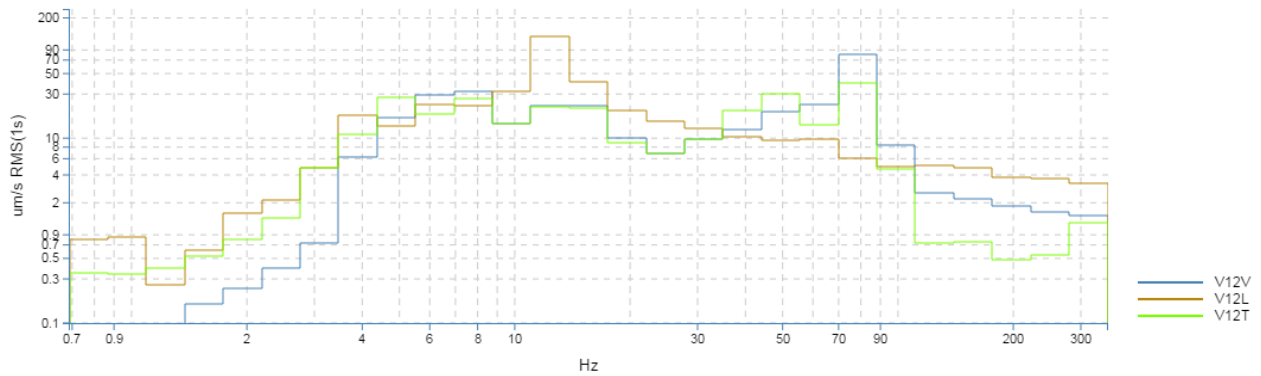
Figur 18: Tågpassage 1 vid MP4, 16:15.



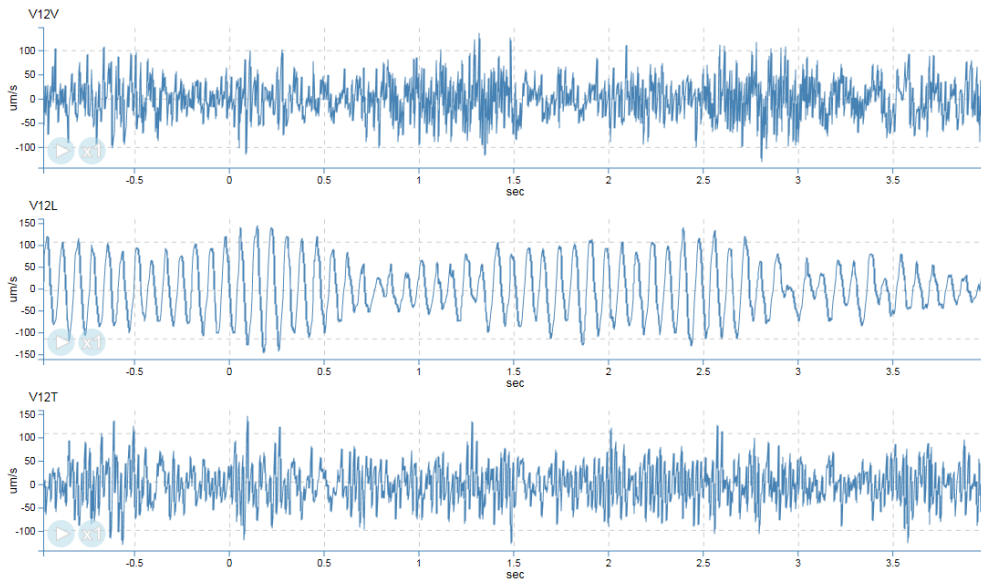
Figur 19: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för tågpassage 1 vid MP4, 16:15.



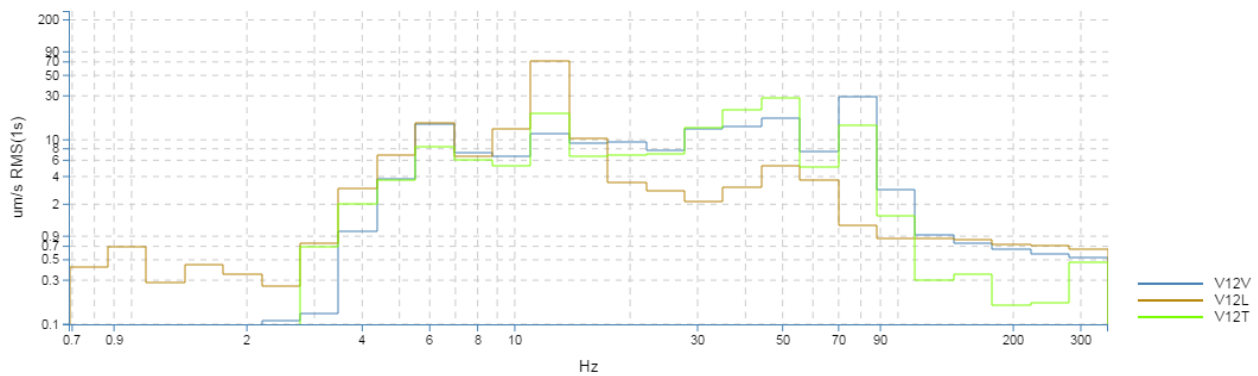
Figur 20: Tågpassage 2 vid MP4, 16:15.



Figur 21: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för tågpassage 2 vid MP4, 16:15.



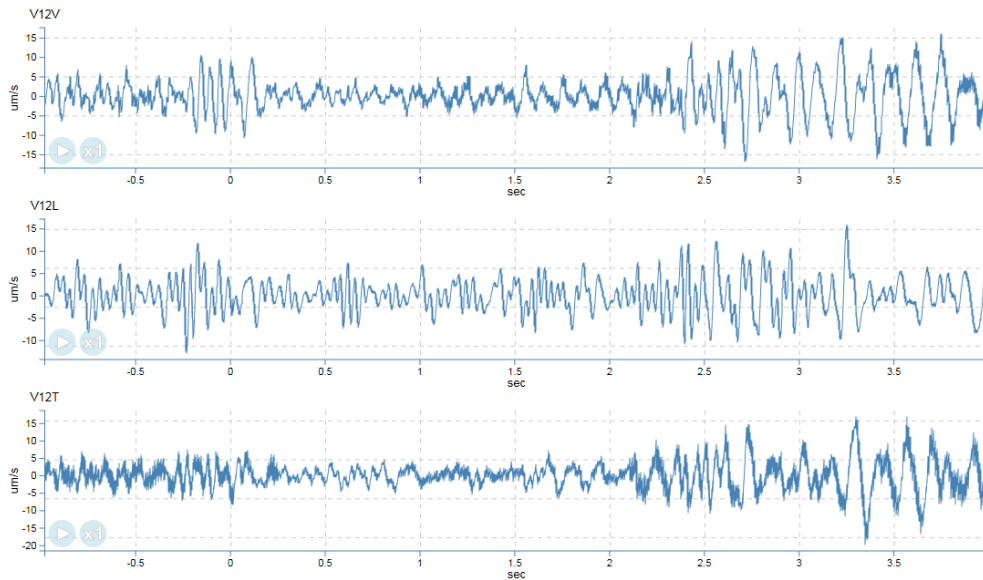
Figur 22: Tågpassage 3 at MP4, 16:15.



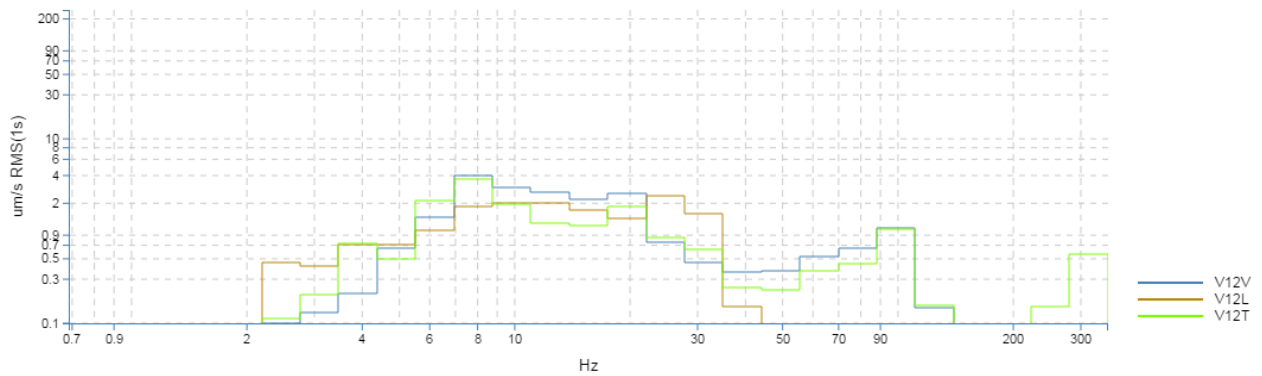
Figur 23: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för tågpassage 3 at MP4, 16:15.

Jämförande tåg- och busspassager är det tydligt att busspassager dominerar uppmätta toppvärdesnivåer. Tågpassagerna varar dock över längre tid och har annat frekvensinnehåll. Tågpassagerna bedöms dock innehållas i uppmätta bakgrunds nivåer.

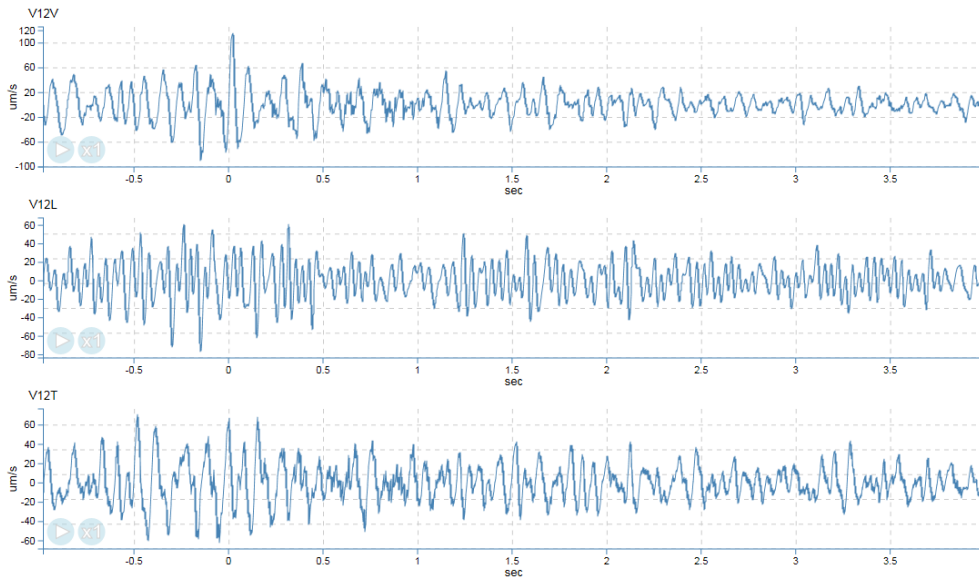
Bilaga A Wingses Väg 17



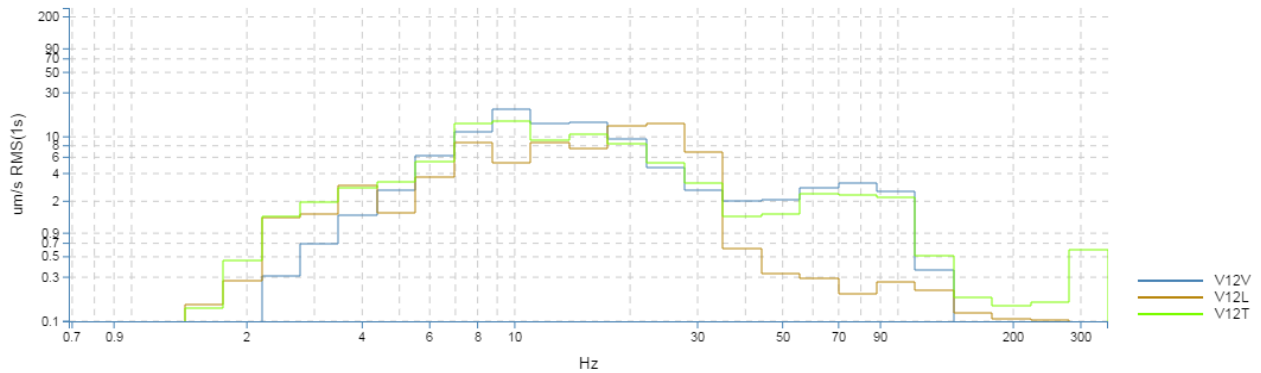
Figur 24: Bakgrunds nivåer utan trafik, MP2.



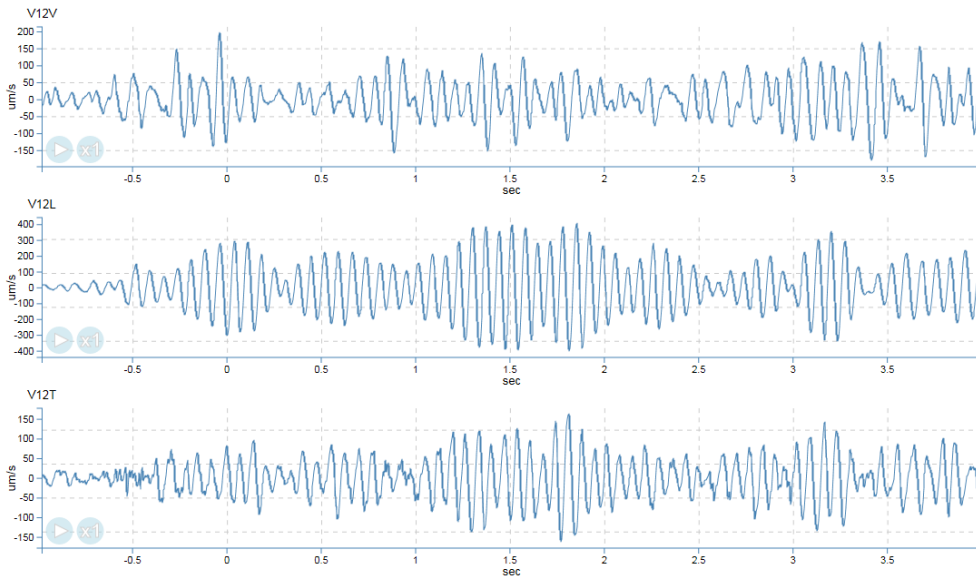
Figur 25: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrunds nivåer utan trafik, MP2.



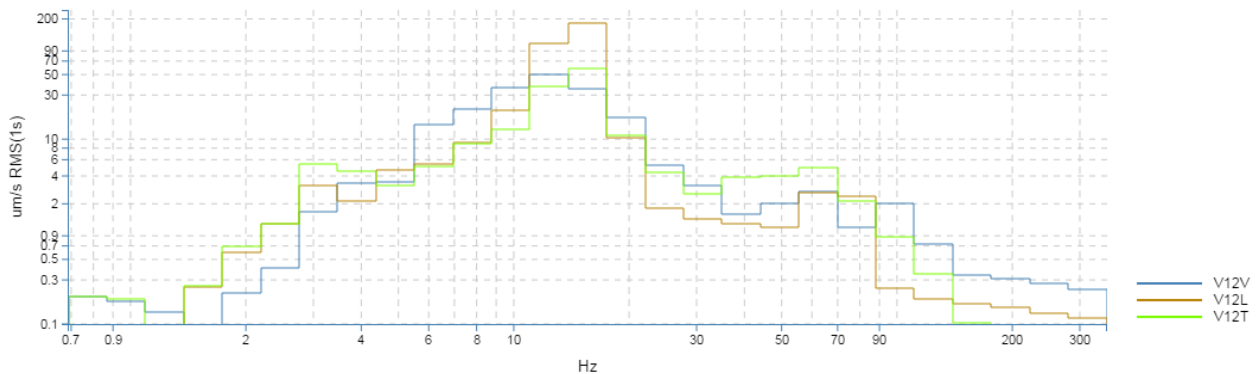
Figur 26: Bakgrunds nivåer med trafik, MP2.



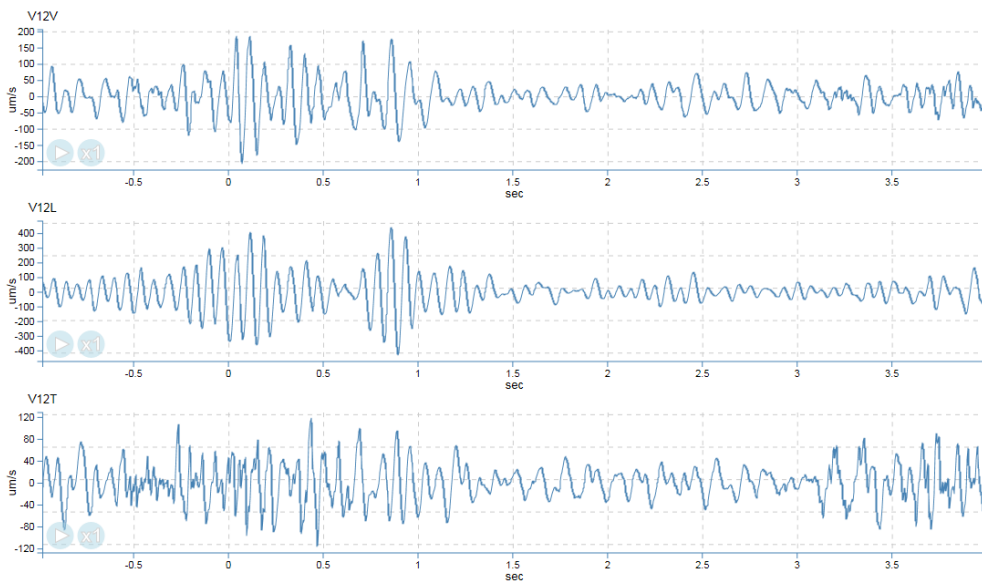
Figur 27: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrunds nivåer med trafik, MP2.



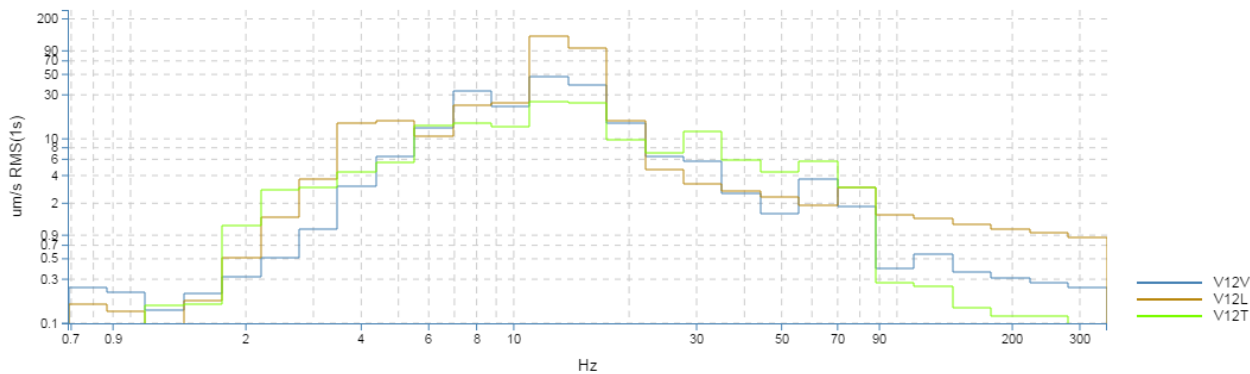
Figur 28: Trigging vid MP1, 16:15.



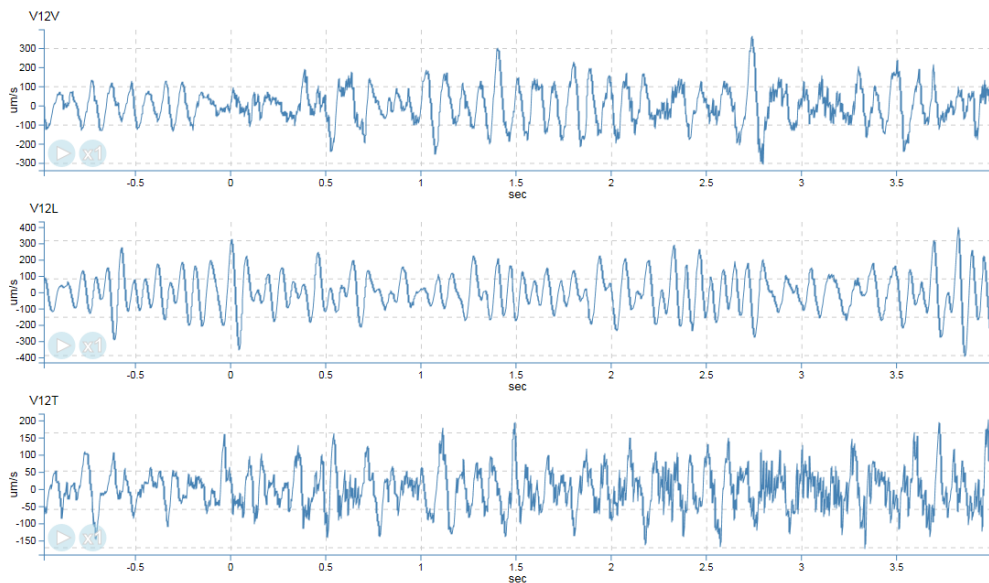
Figur 29: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för trigging vid MP1, 16:15.



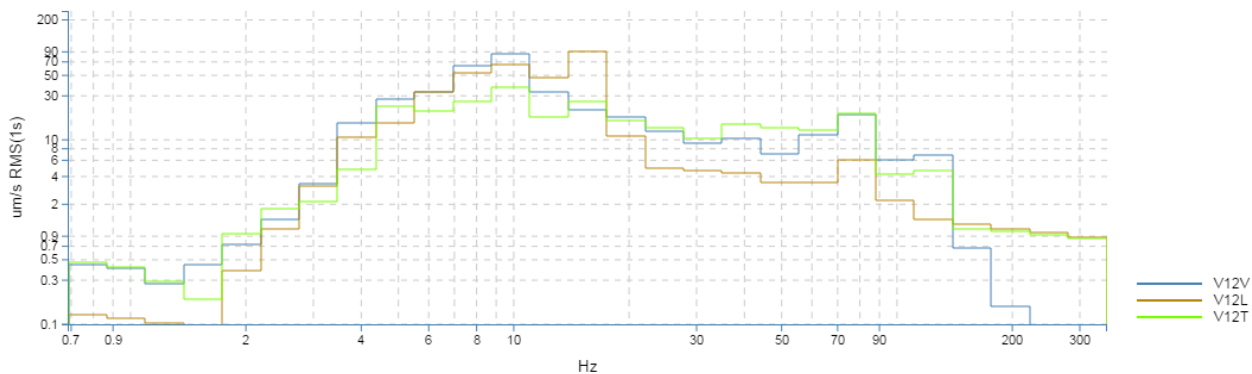
Figur 30: Triggning vid MP1, 17:27.



Figur 31: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för triggning vid MP1, 17:27.

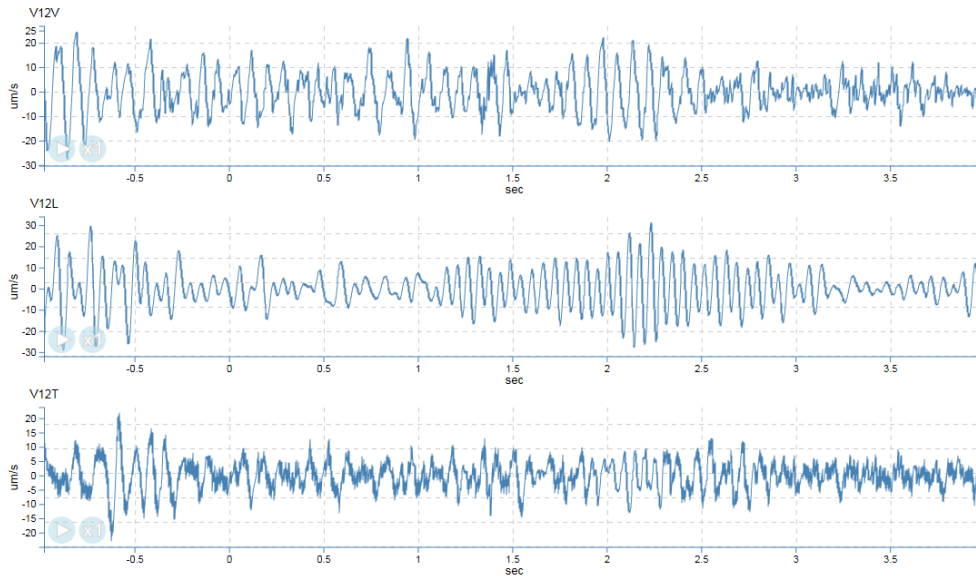


Figur 32: Trigging vid MP1, 05:43.

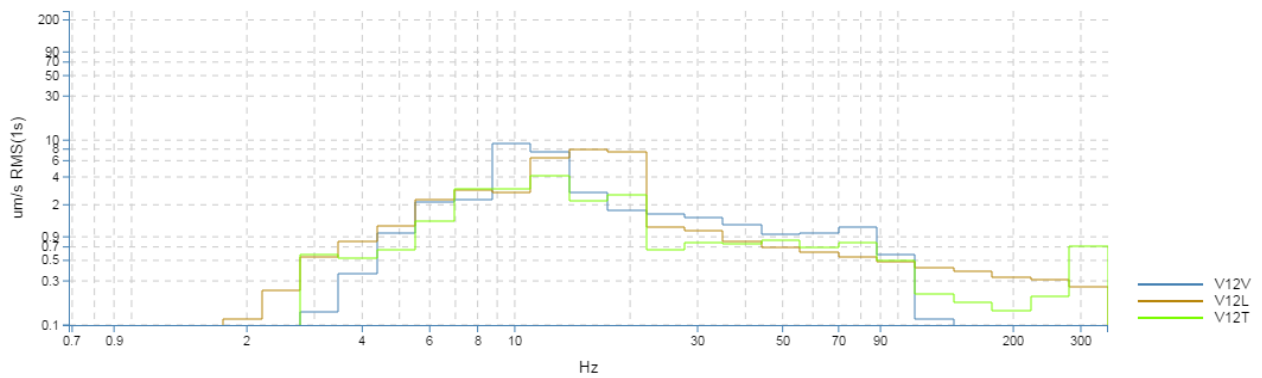


Figur 33: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för trigging vid MP1, 05:43.

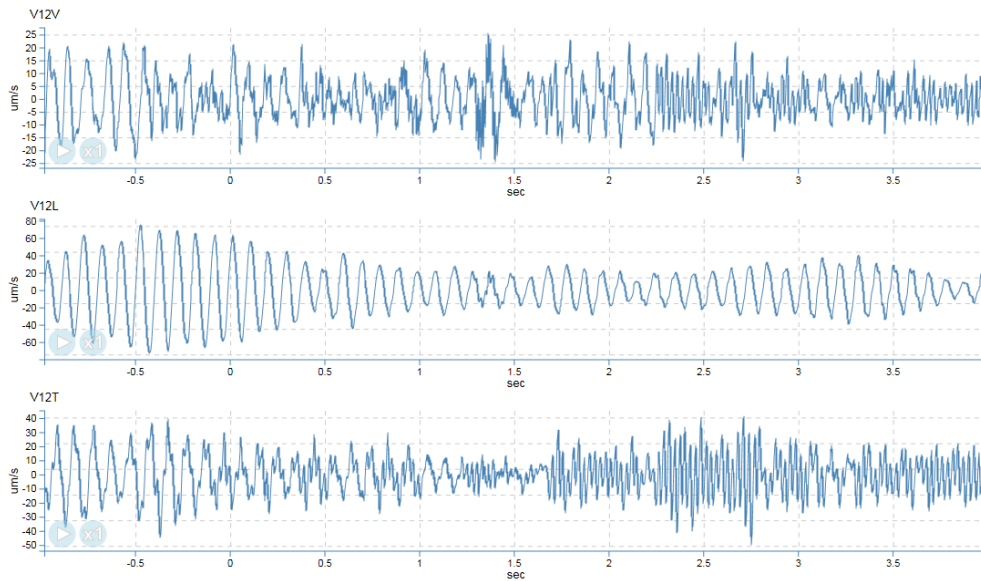
Bilaga B Järnvägsgatan



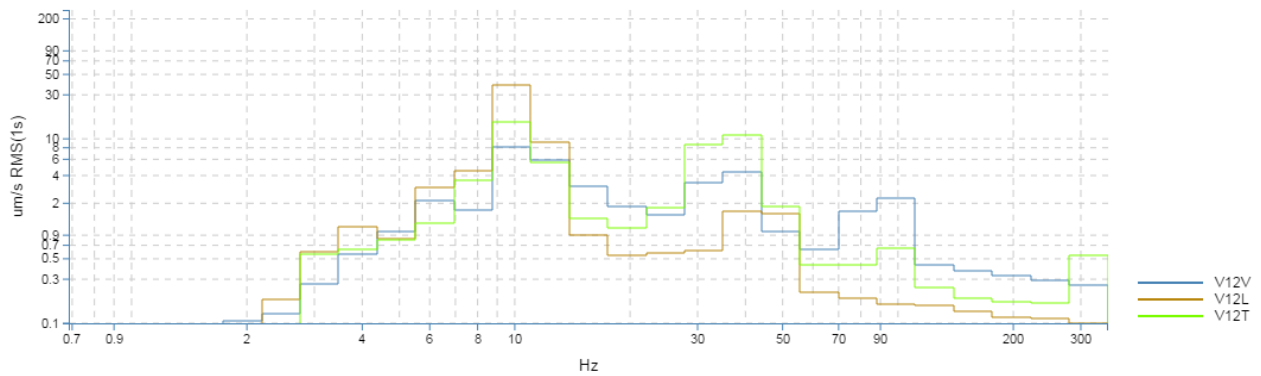
Figur 34: Bakgrundsnivåer utan trafik vid MP5, 16:46.



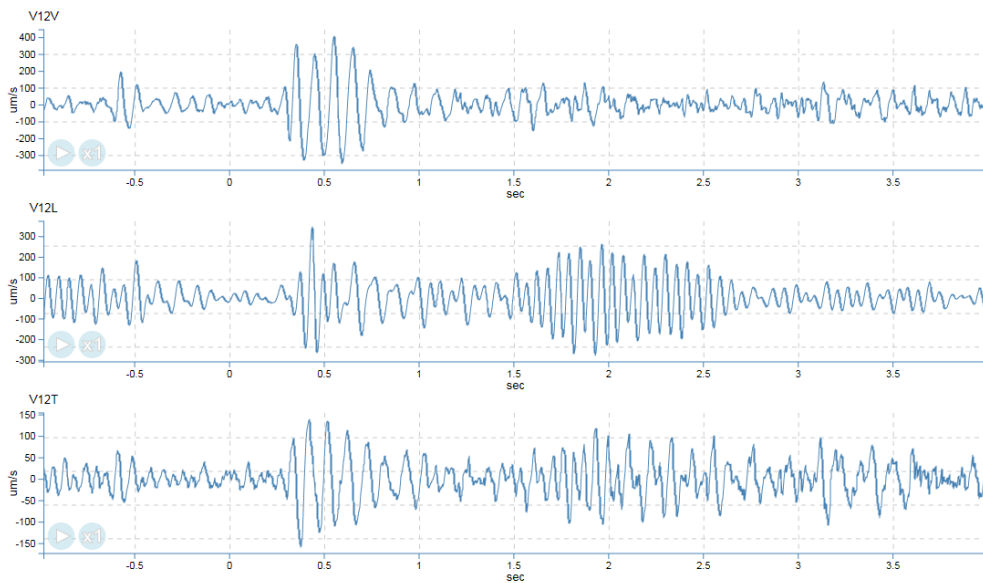
Figur 35: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrundsnivåer utan trafik vid MP5, 16:46.



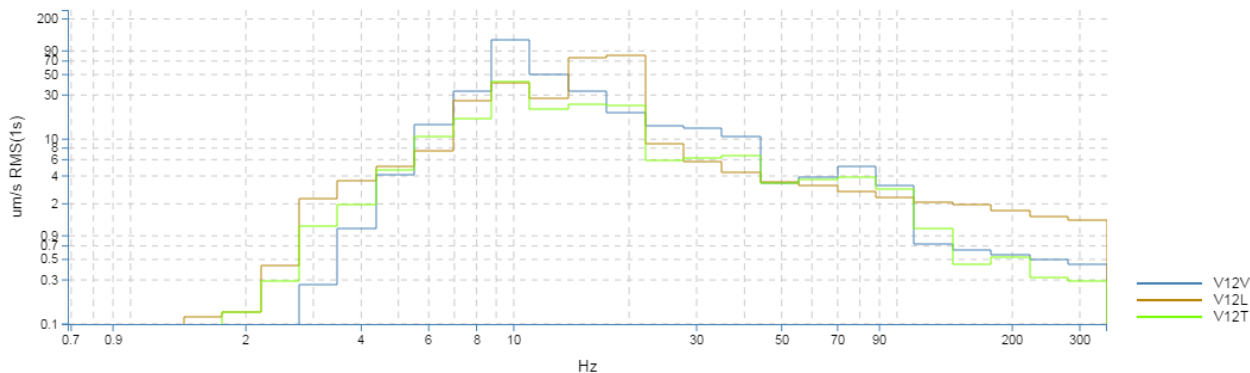
Figur 36: Bakgrunds nivåer utan trafik vid MP6, 16:46.



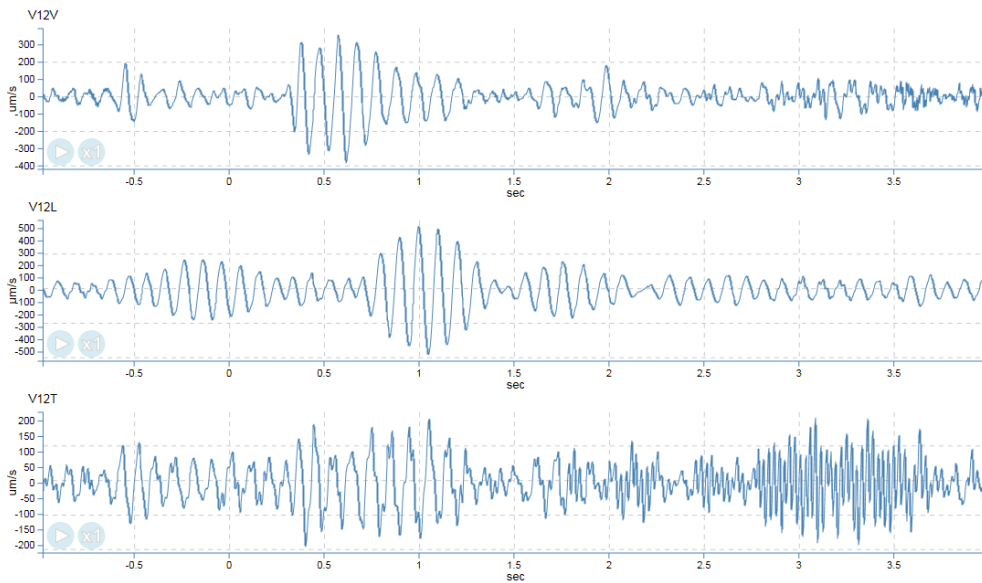
Figur 37: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrunds nivåer utan trafik vid MP6, 16:46.



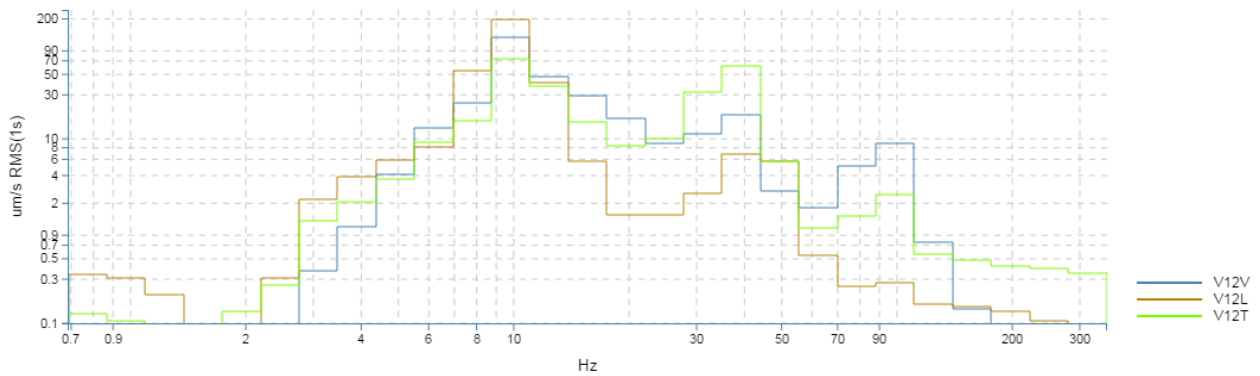
Figur 38: Bakgrunds nivåer med trafik (buss) vid MP5, 16:55.



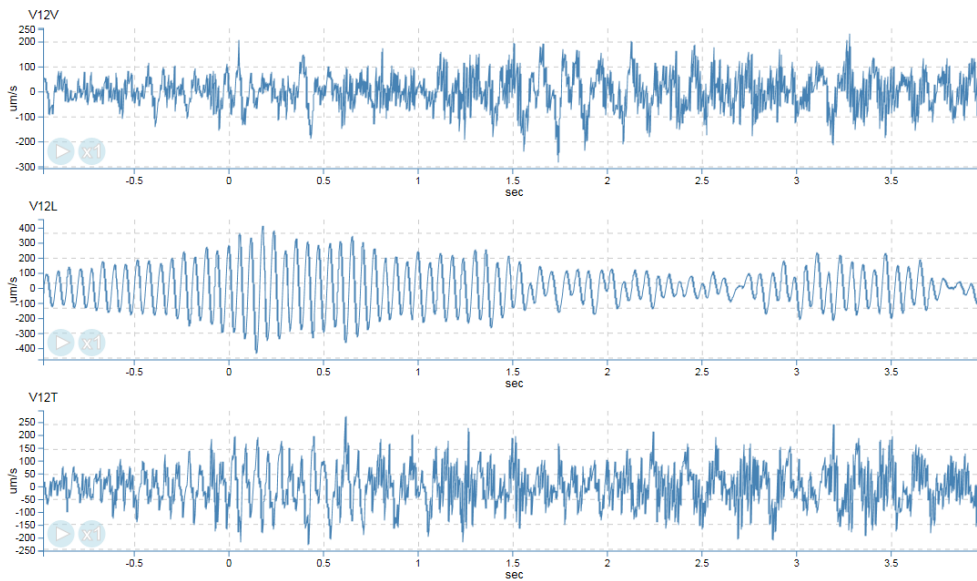
Figur 39: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrunds nivåer med trafik (buss) vid MP5, 16:55.



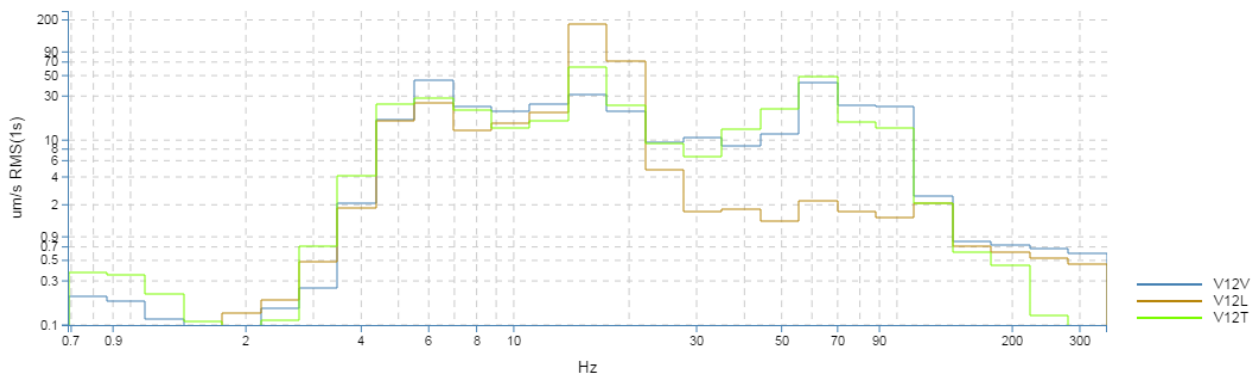
Figur 40: Bakgrundsnivåer med trafik (buss) vid MP6, 16:55.



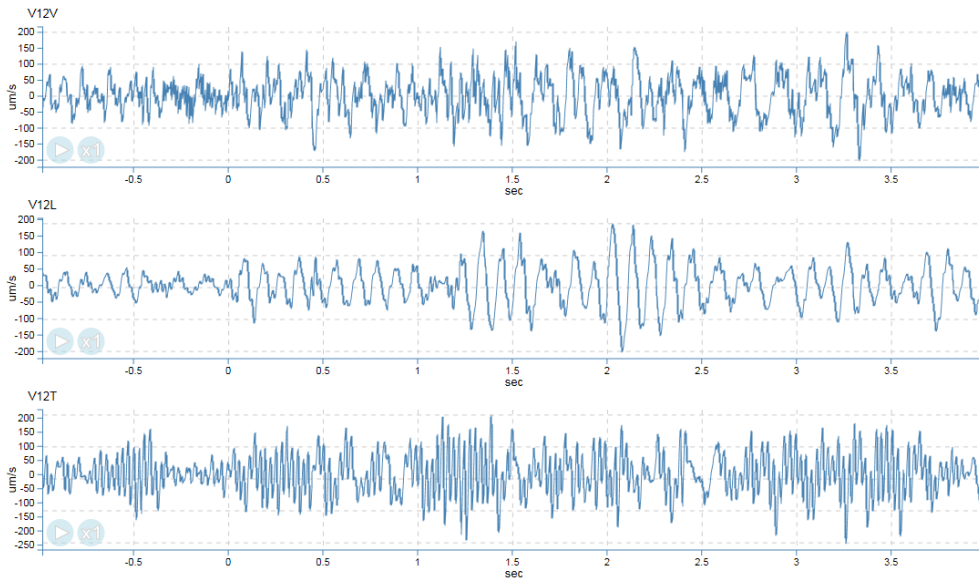
Figur 41: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för bakgrundsnivåer med trafik (buss) vid MP6, 16:55.



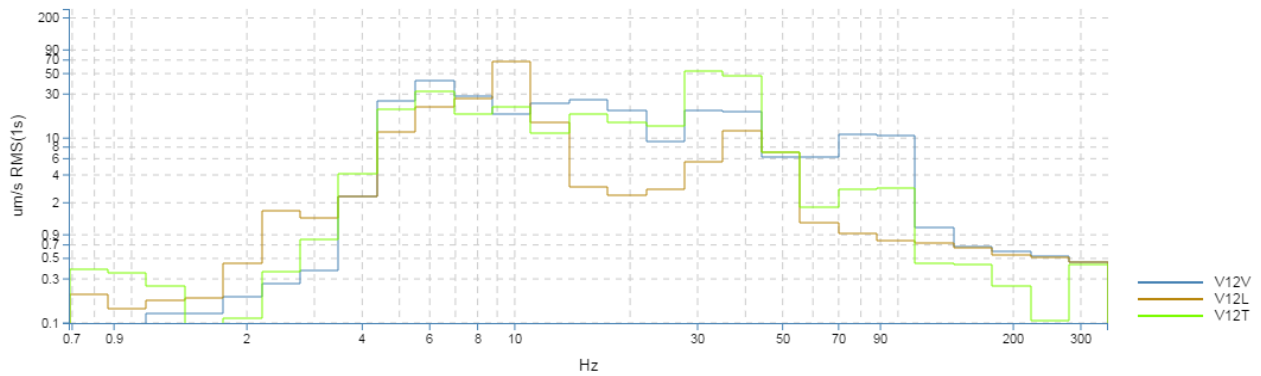
Figur 42: Tågpassage 1 vid MP5, 16:15.



Figur 43: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för tågpassage 1 vid MP5, 16:15.



Figur 44: Tågpassage 1 vid MP6, 16:15.



Figur 45: Spektrum (1/3 oktav RMS 1s) för tågpassage 1 vid MP6, 16:15.