SIR-C Swedish Intermodal Transport Research Centre

UTVÄRDERING AV INTERMODALA TRANSPORTKEDJOR

– *Mätningar av accelerationer vid hantering och transport av lastbärare*

2009-06-18









MariTerm

Förord

MariTerm AB har tillsammans med Akustik och Vibrations Gruppen på KTH genomfört mätningar av accelerationer som uppträder på golvet i lastbärare då dessa hanteras och transporteras i intermodala transporter. Mätningarna utfördes under perioden september – december 2007 med stort och tacksamt mottaget stöd av följande organisationer:

- CargoNet AB
- Helsingborgs Hamn AB
- Trelleborgs Hamn AB
- Börje Jönssons Åkeri AB

Denna rapport levererades 2009-06-18 och har redigerats i samband med sammanställningen av huvudprojektets slutrapportering i april 2010.

Sven Sökjer-Petersen

MariTerm AB
P.O. Box 74
SE-263 21 Höganäs
SWEDEN

Tel: +46 (0)42 33 31 00
Fax: +46 (0)42 33 31 02

www.mariterm.se / info@mariterm.se

Sammanfattning

Inom projektet har värden samlats in på de påkänningar, i form av stötar och vibrationer, som gods upplever vid intermodala transporter. Mätningar har utförts både vid hantering av lastbärarna i terminaler och hamnar samt vid själva transporten på järnväg och landsväg. Dessa värden har dels använts för att jämföra transportmiljön mellan olika transportkedjor, dels för att genom skakbordstester kunna bestämma vilka nivåer på accelerationer som medför risk för godsskador, till följd av att godset skakar sönder eller kommer i rörelse.

Generellt sett kan man från resultaten av dessa mätningar sluta sig till att hantering av lastbärarna med diverse hanteringsutrustning ger de största amplituderna på accelerationer, tex vid nedslag mot mark och järnvägsvagnar, men att transporter och interna förflyttningar ger upphov till större impulser då markanta påkänningar tillåts verka under längre tid vid tex rangeringar, kurvtagningar och tvära inbromsningar. Dock visar analysen av mätningarna att påkänningarna vid normal hantering inte är kritiska, men att det finns en teknisk utvecklingspotential i vagnar och hanteringsteknik.

Följande slutsatser har kunnat dras gällande påkänningar vid **hantering** av lastbärare på terminaler:

- Hanteringen av containers och växelflak ger upphov till större impulser än motsvarande hantering av trailers oavsett hanteringsutrustning.
- Hantering med portalkran och hamnkran är i jämförelse med hantering med reach stacker och containertruck mycket skonsammare mot godset och lastbäraren.

Mätningarna vid **interna förflyttningar** av lastbärare inom terminal och hamnområden visar tydligt inverkan av hjulupphängningen hos de fordon varmed förflyttningen sker. Framför allt för stötar med korta varaktigheter syns tydliga skillnader i amplituder hos de uppmätta accelerationerna. Vidare noterades att de kraftigaste stötarna noterades vid transporter in och ut ur fartyg.

Vid **landsvägs** och **järnvägstransporter** uppträder generellt stötar med lägre amplitud men längre varaktighet än vid hanteringar och interna förflyttningar inom terminalområden, men inga större skillnader i impulsmönster i horisontalplanet har noterats mellan de två tranportslagen. Nämnas bör dock att inga rangeringar av kombivagnarna tycks ha registrerats under mätningarna.

Den företeelse som ger upphov till godsvandring, vibrationer i vertikalled, är naturligtvis väldig beroende av underlag, hjultyp, hjulupphängning och hastigheten varmed fordonet framförs. Vid transport på järnväg har de typiska vibrationerna i vertikalled cirka dubbelt så stor amplitud men lägre frekvens än motsvarande vibrationer vid landsvägstransport.

De data som samlats in har kommit till användning vid framtagning av internationella standarder för beskrivning av transportmiljöer och testprocedurer för stötkänsligt gods. Det är sällsynt med publikt tillgänglig data av den här typen för vilken alla omständigheter kring insamlandet finns väl dokumenterade.

Innehåll

1 Bakgrund 7

2 Syfte 7

3 Utförande 8

3.1 Metod 8
3.1.1 Reliabilitet 9
3.1.2 Validitet 9

3.2 Mätningar vid transporter 9
3.2.1 Landsvägstransporter 9
3.2.2 Kombitransporter på järnväg 9

3.3 Mätningar vid hantering 11

3.4 Mättillfällen 12

3.5 Insamlad data 12

3.6 Mätutrustning 13
3.6.1 Bärbar dator 13
3.6.2 Datainsamlingskort 13
3.6.3 Givare för accelerationer 13
3.6.4 Strömförsörjare till givarna 14
3.6.5 Lågpassfilter 14
3.6.6 Batteri 14
3.6.7 GPS mottagare 14

4 Sammanfattning av resultat 15

4.1 Hantering 15

4.2 Interna förflyttningar 18

4.3 Transport 21

5 Mätningar utförda i Helsingborgs Hamn 23

5.1 Mätserier 23

5.2 Placering av mätutrustning 24

5.3 Förflyttning med skrinda 25
5.3.1 Protokoll 26
5.3.2 Mätdata 26

5.4 Hantering med Hamnkran 35
5.4.1 Protokoll 35
5.4.2 Mätdata 35

5.5 Hantering med reach stacker 41
5.5.1 Protokoll 42
5.5.2 Mätdata 42

5.6 Förflyttning med mover 49
5.6.1 Protokoll 50
5.6.2 Mätdata 50

6 Mätningar utförda på Malmö kombiterminal 56

6.1 Mätserier 56

6.2 Hantering av trailer 57
6.2.1 Placering av mätutrustning 58
6.2.2 Protokoll för Hantering med reach stacker 60
6.2.3 Mätdata vid Hantering med reach stacker 60

6.2.4 Protokoll för hantering med portalkran ... 68
6.2.5 Mätdata från hantering med portalkran ... 68

6.3 Hantering av container ... 76
6.3.1 Placering av mätutrustning ... 78
6.3.2 Protokoll för hantering med reach stacker ... 79
6.3.3 Mätdata från hantering med reach stacker ... 80
6.3.4 Protokoll för hantering med portalkran ... 86
6.3.5 Mätdata från hantering med portalkran ... 87

6.4 Hantering av växelflak ... 93
6.4.1 Placering av mätutrustning ... 95
6.4.2 Protokoll för hantering med reach stacker ... 96
6.4.3 Mätdata från hantering med reach stacker ... 97
6.4.4 Protokoll för hantering med portalkran ... 103
6.4.5 Mätdata från hantering med portalkran ... 104

7 Mätningar utförda i Trelleborgs Hamn ... 110

7.1 Mätserier ... 110

7.2 Placering av mätutrustning ... 110

7.3 Förflyttning med rolltrailer, chassi och trailerchassi ... 112
7.3.1 Protokoll ... 113
7.3.2 Mätdata ... 114

7.4 Hantering med reach stacker ... 127
7.4.1 Protokoll ... 127
7.4.2 Mätdata ... 128

8 Landsvägstransport kring Helsingborg ... 133

8.1 Placering av mätutrustning ... 133
8.1.1 Placering i trailer med 25 ton last ... 133
8.1.2 Placering i trailer med 12 ton last ... 135

8.2 Körning i slinga med olika vägtyper ... 137
8.2.1 Protokoll för transport av trailer med 25 ton last ... 138
8.2.2 Mätdata från transport av trailer med 25 ton last ... 139
8.2.3 Protokoll för transport av trailer med 12 ton last ... 154
8.2.4 Mätdata från transport av trailer med 12 ton last ... 155

8.3 Manöverprov med trailer med 12 ton last ... 169
8.3.1 Protokoll för manöverprov ... 170
8.3.2 Mätdata från manöverprov ... 171

9 Kombitransporter, Malmö – Stockholm ... 175

9.1 Kombitransport, Malmö – Stockholm, 2007-12-03/04 ... 176
9.1.1 Utrustningens placering ... 176
9.1.2 Mätresultat ... 177

9.2 Kombitransport, Stockholm – Malmö, 2007-12-05/06 ... 188
9.2.1 Utrustningens placering ... 188
9.2.2 Mätresultat ... 189

9.3 Kombitransport, Malmö – Stockholm 2007-12-10/11 ... 196
9.3.1 Utrustningens placering ... 196
9.3.2 Mätresultat ... 197

9.4 Kombitransport, Stockholm – Malmö, 2007-12-11/12 ... 225
9.4.1 Utrustningens placering ... 225
9.4.2 Mätresultat ... 226

A Appendix 1. Uppdelning av transportkedjor för mätning av accelerationer ... 241

A.1 Urval av transporter ... 242

A.2 Uppdelning av transportkedjor i moment ... 243

1 Bakgrund

MariTerm AB har tillsammans med Akustik och Vibrations Gruppen på KTH genomfört mätningar av accelerationer som uppträder på golvet i lastbärare då dessa hanteras och transporteras i intermodala transporter.

Mätningar utfördes som en del av projektet ”Utvärdering av intermodala transporter” inom ramen för det virtuella Forsknings, Utvecklings och Demonstrationscentret SIR-C. Syftet med projektet är att identifiera svaga länkar inom intermodala transporter, vilka kan hindra överförandet av gods från landsväg till järnväg.

Som en del av projektet analyseras transportmiljön för gods vid intermodala transporter.

Denna rapport, som i första hand beskriver utförandet vid insamlingen av accelerationsdatan och de övergripande skillnaderna som kan iakttas mellan olika transsportslag och hanteringsmetoder, ingår som en del i det material som är avsett att publiceras inom projektet.

I ett andra steg kommer de uppmätta accelerationerna som beskrivs i denna rapport att ligga till grund för skakprov med olika typer av gods i laboratoriemiljö. Dessa tester beskrivs i en självstående rapport. Vidare har de uppmätta accelerationerna ägnats en djupare analys av Akustik och Vibrationsgruppen på KTH och även denna analys presenteras i en separat rapport.

Mätningarna utfördes under perioden september – december 2007 på följande platser:

- Helsingborgs Hamn, 2007-09-27 (Hantering)
- Malmö kombiterminal, 2007-10-22 (Hantering)
- Trelleborgs Hamn, 2007-10-31 (Hantering)
- Landsvägskörning kring Helsingborg, 2007-11-05
- Kombitransport på järnväg mellan Malmö och Stockholm, 2007-12-03 till 2007-12-12

2 Syfte

Syftet med de i denna rapport beskrivna mätningarna har varit att samla in värden på de accelerationer, i form av stötar och vibrationer, som gods upplever vid intermodala transporter, dels vid hantering av lastbärarna i terminaler och hamnar, dels vid själva transporten på järnväg och landsväg.

Insamlad data skall sedan användas för att återskapa vibrationsmiljön i lastenheter vid skakbordstester med olika typer av gods och på så sätt identifiera olika accelerationsnivåer som kan medföra godsskador samt i vilka situationer sådana accelerationer kan förväntas förekomma.

3 Utförande

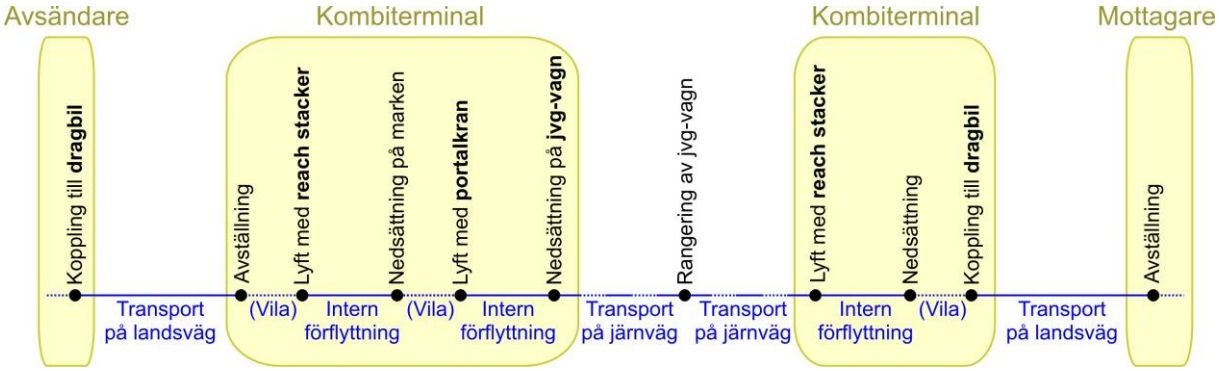
Som ett första steg för att klargöra vilka situationer som mätningar skulle ske för, identifierades för projektet intressanta transportkedjor, vilka finns återgivna i Appendix A.

Dessa transportkedjor delades sedan in i delmoment vilka i sin tur grupperades till mätserier under följande kategorier och underkategorier:

- Transport
  - *Järnvägstransport*
  - *Landsvägstransport*
  - *Sjötransport*
- Hantering på terminaler

Mätningar under sjötransport har dock uteslutits ur studien.

Nedbrytningen av transportkedjor i olika delmoment illustreras av exemplet nedan för en kombitransport av en trailer.



Exempel på tranportkedja nedbruten i delmoment. Momenten inom de gula fälten faller under kategorin Hantering.

3.1 Metod

Målet med mätningarna var att kartlägga den vibrationsmiljö som gods upplever under transporter för att möjliggöra en jämförelse mellan olika transportslag samt olika utrustningar som används vid hantering på terminaler.

Vibrationerna mättes dels vid verkliga kombitransporter, dels vid lastbilstransporter som företogs i en slinga vald för att täcka in olika vägtyper och situationer och dels vid hantering av olika lastbärare i kombiterminaler och i hamnar som schemalagdes för att täcka in så många moment som möjligt.

Vibrationerna uppmättes av accelerometrar placerade direkt på lastbärarnas golv. Samtidigt registrerades lastbärarens position med GPS och protokoll fördes över händelseförloppen med noteringar kring klockslag, lastbärartyp, lasten i lastbärararna, hanteringsnivåer, väderförhållanden samt andra faktorer. En utförlig beskrivning av den mätutrustning som användes återfinns i kapitel 3.6.

3.1.1 Reliabilitet

Det bedöms att den utrustning som användes gav tillfredställande noggrannhet och tillförlitlighet. Dock bör nämnas att då mätningarna utfördes med lastade enheter var det ej möjligt att placera sensorerna identiskt i samtliga lastbärare. Med hänsyn till materialen i lastbärarnas flak fick också olika metoder tillämpas för att fästa sensorerna.

3.1.2 Validitet

Mätdata registrerades kontinuerligt med hög samplingsfrekvens under hela mätserierna, vilket innebär att accelerationer inte bara mättes vid enstaka händelser eller korta perioder när lastbäraren var i rörelse utan även mellan händelserna då lastbäraren var i vila.

De flesta delmomenten som bedömdes som intressanta för projektet ingick i studien. Dock har inte alla hanteringar utförts med samtliga önskade hanteringsnivåer. För landsvägstransporter uppmättes vibrationsnivåer som kan anses representativa för de flesta vanliga vägtyper. Mätningarna för kombitrafiken har endast utförts på en relation, Helsingborg – Stockholm. Möjligen kan bankvalitet, lok- och vagnstyper och liknande faktorer som återfinns för andra relationer resultera i annorlunda vibrationsmiljöer.

3.2 Mätningar vid transporter

Mätningar under *transport* har skett för följande konfigurationer:

- Transport av trailer på landsväg
- Transport av trailer på järnväg
- Transport av växelflak på järnväg

3.2.1 Landsvägstransporter

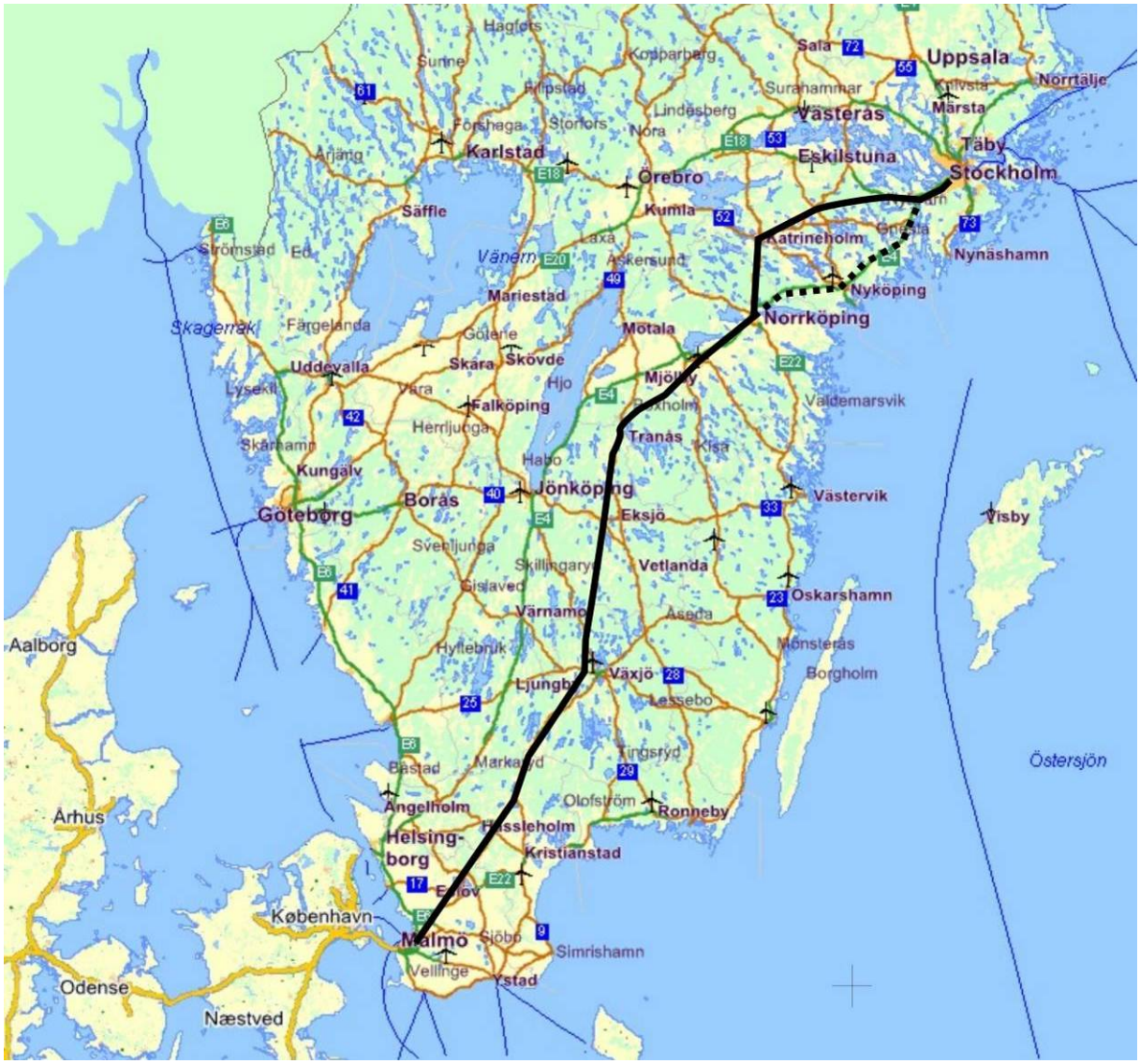
Landsvägstransporten skedde i en slinga runt Helsingborg som innefattade olika vägtyper och trafiksituationer, så som motorväg, landsväg, tätort, industriområde, spårövergångar, trafikhinder, vägarbeten samt rondeller och snäva påfarter.

Då både containers och växelflak vid landsvägstransport företrädelsevis transporteras stumt låsta till ett luftfjädrat chassi med hjälp av containerlås, kan de uppmätta accelerationerna för mätning av trailertransport på landsvägen i viss mån antas vara representativa för samtliga typer av lastbärare.

3.2.2 Kombitransporter på järnväg

Mätningarna på järnväg utfördes på sträckan mellan Malmö och Stockholm med utrustningen monterad i både trailers och växelflak. Mätningar skedde vid två tillfällen i vardera transportriktningen.

Lastbärarens position och hastighet registrerades under mätningarna med hjälp av en GPS-mottagare. I stort sätt användes samma vägval vid samtliga transporter, med undantag för sträckan mellan Norrköping och Södertälje, där en sydligare rutt användes vid transporterna till Stockholm. Rutterna som användes har ritats in kartan nedan.



Plot av GPS-spåret för kombitransporter mellan Malmö och Stockholm. Den streckade linjen visar rutten mellan Norrköping och Södertälje vid norrgående transporter.

Vid första mättillfället monterades mätutrustningen i trailern då denna redan stod på järnvägsvagnen och mätningarna startade precis före tågets avgång. Vid övriga tillfällen skedde monteringen då lastbäraren fortfarande stod uppställd på marken inom terminalområdena, varför också viss hantering av lastbäraren dokumenterades.

3.3 Mätningar vid hantering

Under kategorin *Hantering på terminaler* faller, förutom lyft och nedsättning i samband med växling mellan olika tranportslag, också korta interna förflyttningar inom terminalen.

Lyft av lastbärare till och från dragfordon, järnvägsvagnar och marken samt förflyttningar skedde med följande typer av hanteringsutrustning:

- Reach stacker (Contchamp)
- Containertruck
- Hamnkran
- Portalkran

Interna förflyttningar inom terminal- och hamnområden skedde, förutom med ovan mämnda utrustning, även med hjälp av följande utrustning:

- Skrinda
- Mover
- Rolltrailer
- Chassi (utan fjädring)
- Trailerchassi (med luftfjädring)

Mätningar utfördes med utrustningen monterad i följande typer av lastbärare:

- Trailer
- Växelflak
- Container

Vid hantering eftersträvades att utföra de ingående momenten med tre olika nivåer av försiktighet:

- Lätt hantering
- Normal hantering
- Hård hantering

Normal hantering motsvarar i det här sammanhanget ungefär den nivå man kan förvänta sig att lastbärarna hanteras med vid 80% av tillfällena och de övrig nivåerna svarar mot vardera 10% av tillfällena.

Vid lätt hantering utfördes de olika momenten med stor varsamhet och fordonen framfördes med lägre hastighet än normalt. Hård hantering innebär inte nödvändigtvis att de olika maskinerna framfördes i högre hastigheter än normalt eftersom de oftast har en begränsad maxhastighet. Däremot utfördes flera rörelser och moment samtidigt, som till exempel framkörning, nedsänkning och sidoförskjutning.

3.4 Mättillfällen

Inom studien har data samlats in vid följande mättillfällen:

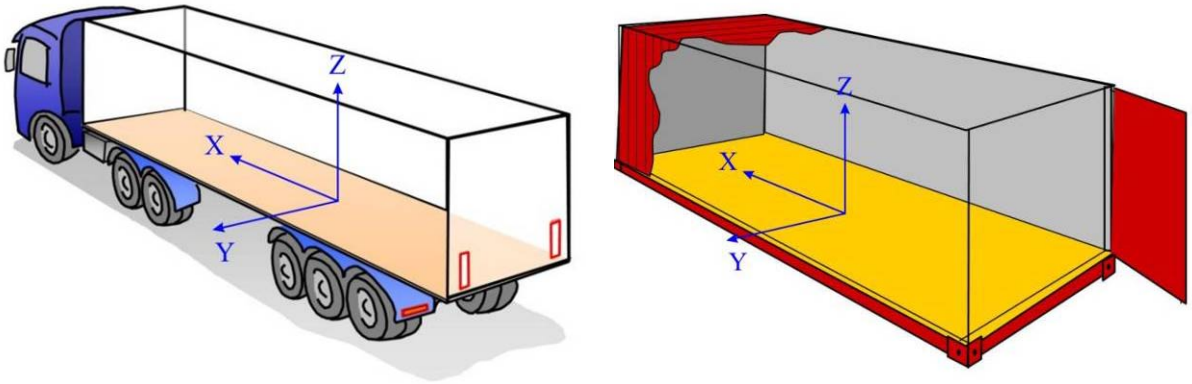
- Helsingborgs Hamn, Hantering, 2007-09-27
- Malmö Kombiterminal, hantering, 2007-10-22
- Trelleborgs Hamn, Hantering, 2007-10-31
- Helsingborg, Landsvägstransporter, 2007-11-05
- Malmö - Stockholm, Kombi på järnväg, 2007-12-03/04
- Stockholm - Malmö, Kombi på järnväg, 2007-12-05/06
- Malmö - Stockholm, Kombi på järnväg, 2007-12-10/11
- Stockholm - Malmö, Kombi på järnväg, 2007-12-11/12

I kapitlen 5-9 i denna rapport presenteras vilka moment som utfördes, en sammanställning av resultatet samt hur mätutrustningen var placerad vid respektive mättillfälle. Mätresultaten redovisas i form av protokoll över aktiviteter och händelser, körsträcka och transportväg vid transporter, grafer med registrerade accelerationer, tabell med högsta uppmätta accelerationsvärden samt exempel på typiska vibrationer.

3.5 Insamlad data

Vid mätningarna placerades accelerometrar på golvet i företrädelsevis lastade enheter. Mätning skedde kontinuerligt under hela mätserierna vid både transport och hantering i två punkter i tre riktningar. Den mätutrustning som användes finns beskriven i kapitel 3.5.

Axlarna längs vilka accelerationer mättes är definierade följande vis:



X *LÄNGDLED* *Positiv riktning framåt i färdriktning*

Y *SIDLED* *Positiv riktning till vänster*

Z *VERTIKALT* *Positiv riktning uppåt*

Värdena på accelerationer som presenteras i denna rapport är tagna i relation till det jämviktstillstånd som råder vid vila, dvs. den statiska jordaccelerationen är borttagen från Z-axeln.

Vidare registrerades lastbärarens position ungefär en gång per sekund med hjälp av GPS. Så långt det var möjligt dokumenterads dessutom hanteringar av enheterna på video för att kunna

användas vid senare skede av projektet då frekvensen av olika typer av hantering och hanteringsnivåer skall kartläggas.

3.6 Mätutrustning

Mätutrustningen som användes var placerad inuti en, för detta ändamål, specialbyggd trälåda med givare samt strömförsörjarna placerade på lastbärarens golv utanför lådan.

De huvudsakliga komponenterna i den mätutrustning som använts är beskrivna nedan.

3.6.1 Bärbar dator

Modell: Acer 5200A
Lagringskapacitet: 14 Gb



3.6.2 Datainsamlingskort

1 st datainsamlingskort, modell DataAquisition DT9816, med följande karakteristik användes:

- USB anslutning
- 6 Analoga kanaler
- 12 bitars sampling
- Simultan sampling av analoga kanaler
- Mätområde: +/- 5 volt



Mätdata samlades in och sparades via ett specialskrivet program i MATLAB. Samplingsfrekvensen sattes till 1,5 kHz.

3.6.3 Givare för accelerationer

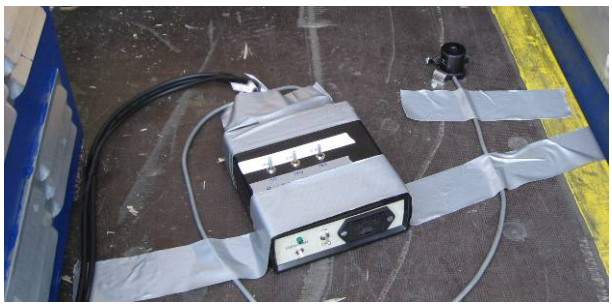
Antal: 2 st
Typ: Hamlin, 3-axliga
Range: ca ±100 m/s^2
Känslighet: ca 25 mV / m/s^2

Givarna limmades, skruvades och/eller tejpades fast till lastbärarens golv. Position för givare och övrig utrustning återfinns under resultaten för varje enskild lastbärare nedan.



3.6.4 Strömförsörjare till givarna

Givarna mattades med spänning via varsin enhet med 9 volts batteri.



3.6.5 Lågpassfilter

- 4 kanaler med brytfrekvens 370 Hz. Användes för:
  - *Samtliga axlar Givare 1*
  - *X-axel Givare 2*

- 2 kanaler med 500 Hz brytfrekvens. Användes för:
  - *Y och Z axel för Givare 2*

3.6.6 Batteri

Spänning: 12 Volt
Kapacitet: 17 Ah

Batteriet användes för att förse dator och lågpassfilter med ström.



3.6.7 GPS mottagare

En GPS mottagare placerad på lastbärarens tak och kopplad till datorn registrerade positionen med en eller några sekunders intervall.

Under mätning i Helsingborgs hamn fungerade dock inte GPS mottagaren och därmed uteblev positionsdata från detta tillfälle.

4 Sammanfattning av resultat

Generellt sett kan man anta att gods skadas under transport till följd av accelerationer på följande sätt:

- Genom att det skakas sönder, främst på grund av accelerationer i vertikal led.
- Då det vid rörelse kommer i kontakt med annat gods eller lastbärarens strukturella element eller helt enkelt faller ned från ett övre lager.

Godsrörelser sker typiskt antingen som större förflyttningar till följd av stötar horisontalplanet eller på grund av godsvandring vilken uppträder då lastplanet vibrerar.

Nedan presenteras resultatet från mätningarna i stora drag, med fokus på att identifiera signifikanta stötar som kan ge upphov till större godsrörelser samt att ge en kortfattad beskrivning av karakteristiken av de vibrationer som kan förväntas uppkomma vid transporter och interna förflyttningar.

Ett rimligt antagande är att det krävs en viss impuls, dvs amplituden på en stöt i kombination med dess varaktighet, för att förflytta gods nämnvärda distanser. Dock torde det finnas ett visst tröskelvärde för amplituden för att övervinna friktion och surrningskrafter från eventuell lastsäkring för att överhuvudtaget få till stånd en förflyttning. Det är förhoppningen att de inom projektet planerade skakbordstesterna skall ge svar på var gränsvärdena för impulser och tröskelvärden ligger för olika typer av gods och underlag.

Mer detaljerade beskrivningar av resultaten från de enskilda mätserierna finns återgivna i kapitel 5 till 9. En mer utförlig matematisk analys av vibrationerna har skett av Akustik och Vibrationsgruppen på KTH och denna analys presenteras, som tidigare nämnts, i en separat rapport.

Generellt sett kan man från resultaten av dessa mätningar sluta sig till att hantering av lastbärarna med diverse hanteringsutrustning ger de störst amplituderna på accelerationer, tex vid nedslag mot mark och järnvägsvagnar, men att transporter och interna förflyttningar ger upphov till större impulser då markanta påkänningar tillåts verka under längre tid vid tex rangeringar, kurvtagningar och tvära inbromsningar.

4.1 Hantering

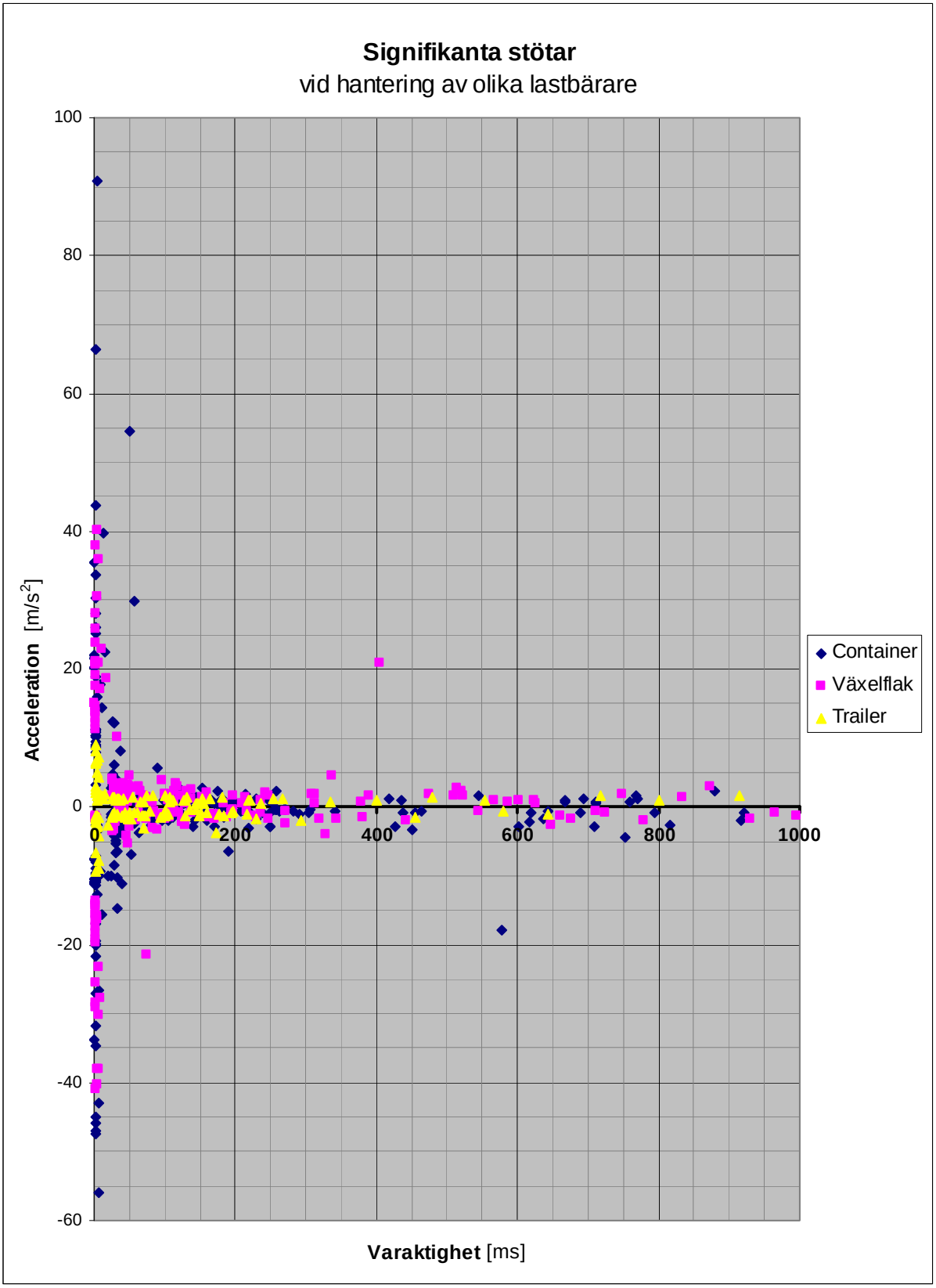
Följande slutsatser har kunnat dras gällande påkänningar vid hantering av lastbärare på terminaler:

- Hanteringen av containers och växelflak ger upphov till större impulser än motsvarande hantering av trailers oavsett hanteringsutrustning. En avgörande skillnad är att trailerns hjul och fjädring bidrar till att lindra påkänningarna vid nedsättningar. En annan skillnad är att växelflak och containers skall passas in i containerfästen då de placeras på transportfordon.

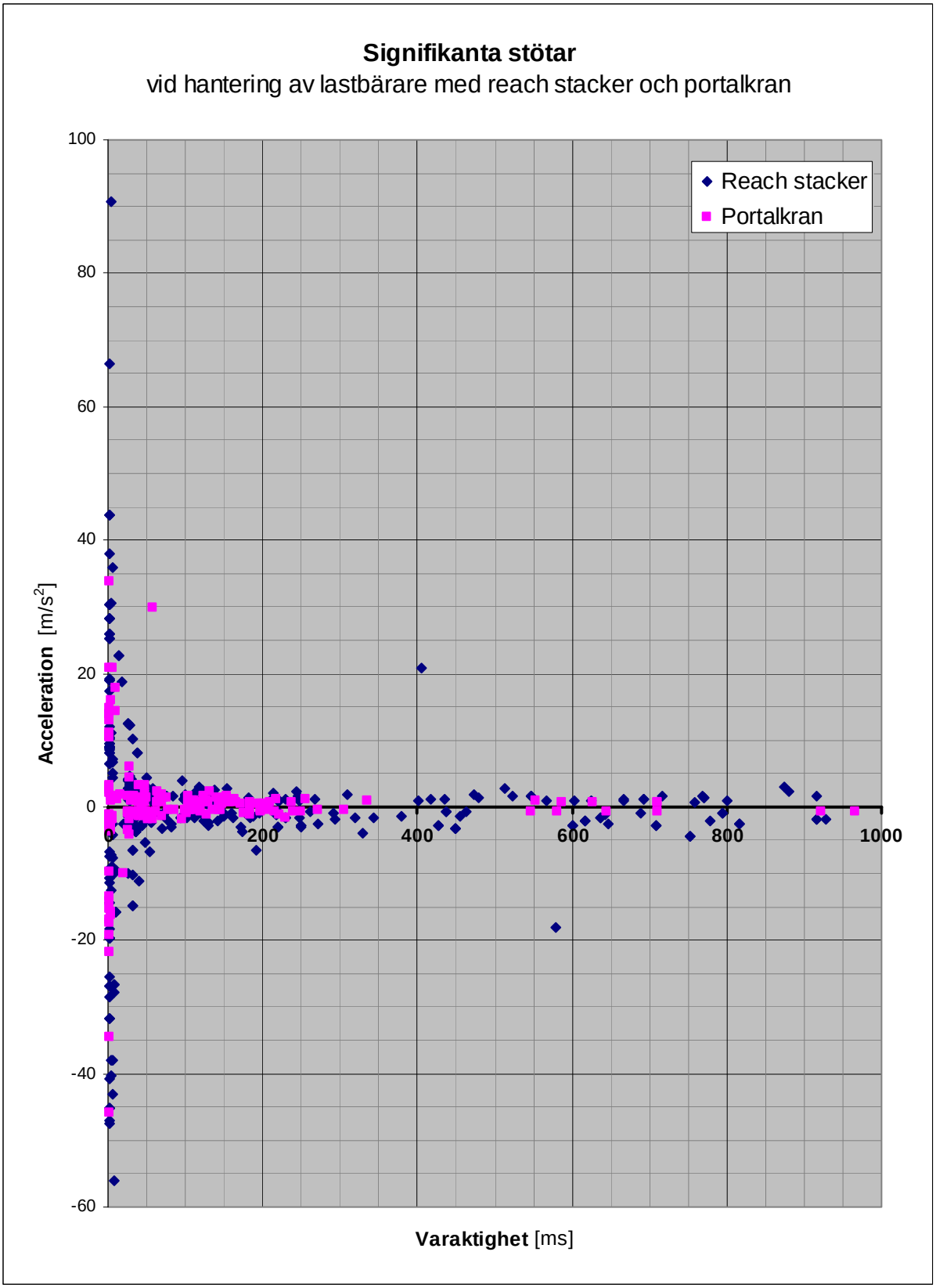
- Hantering med portalkran och hamnkran är i jämförelse med hantering med reach stacker och containertruck mycket skonsammare mot godset och lastbäraren.

- För enheter med låg fyllnadsgrad eller ingen last alls, noterades större impulser vid hantering än för enheter med hög viktmässig fyllnadsgrad.

Diagrammen nedan illustrerar de ovan angivna slutsatserna.



Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i x- och y-led vid hantering av olika lastbärare. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i x- och y-led vid hantering av olika lastbärare med reach stacker respektive portalkran. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

4.2 Interna förflyttningar

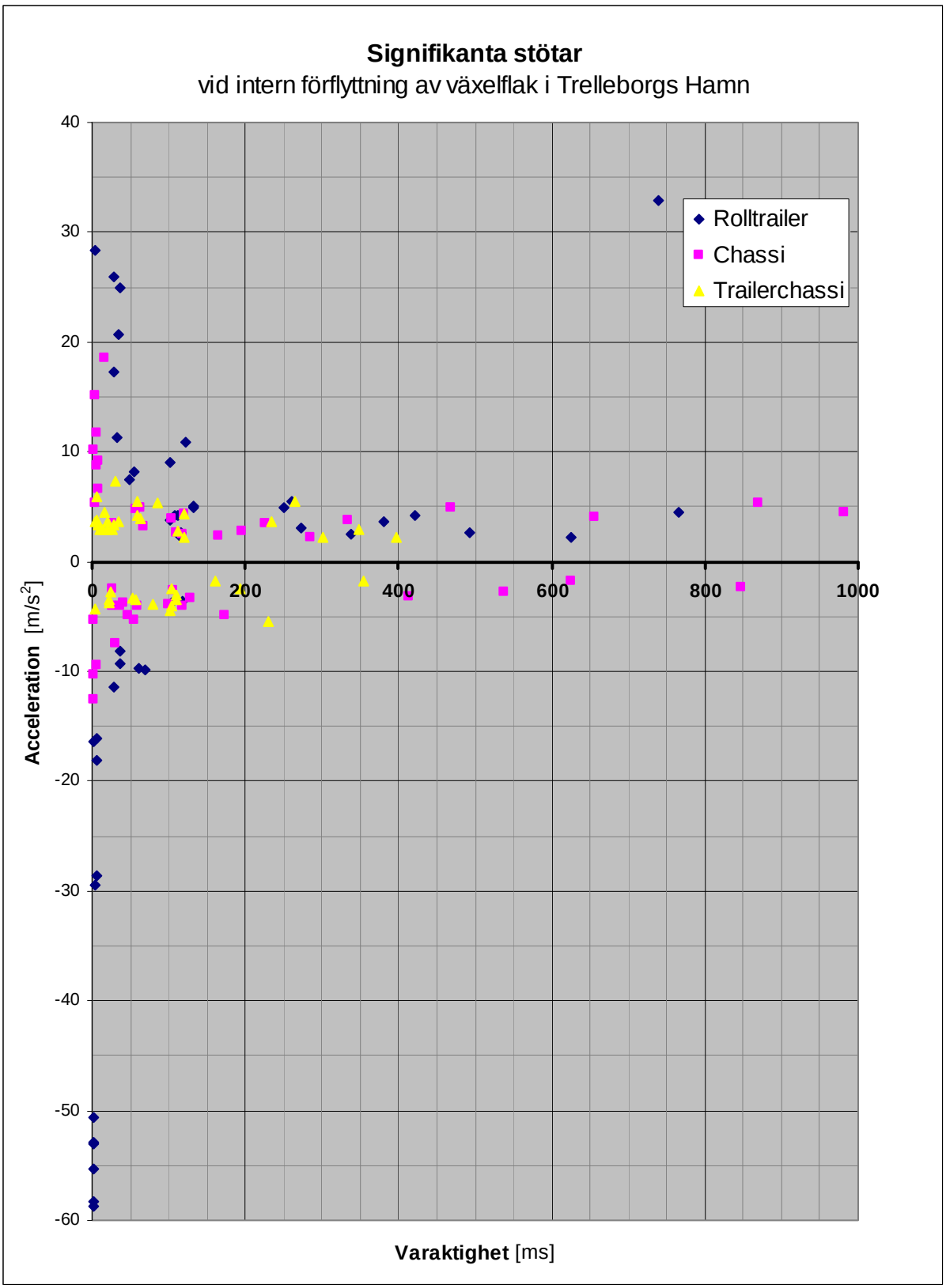
Mätningarna vid interna förflyttningar av lastbärare inom terminal och hamnområden visar tydligt inverkan av hjulupphängningen hos de fordon varmed förflyttningen sker. I Trelleborg utfördes förflyttningar med följande typer av fordon:

- **Rolltrailer** – *ofjädrad hjulupphängning, hårdgummihjul*
- **Chassi** – *ofjädrad hjulupphängning, luftgummihjul*
- **Trailerchassi** – *fjädrad hjulupphängning, luftgummihjul*

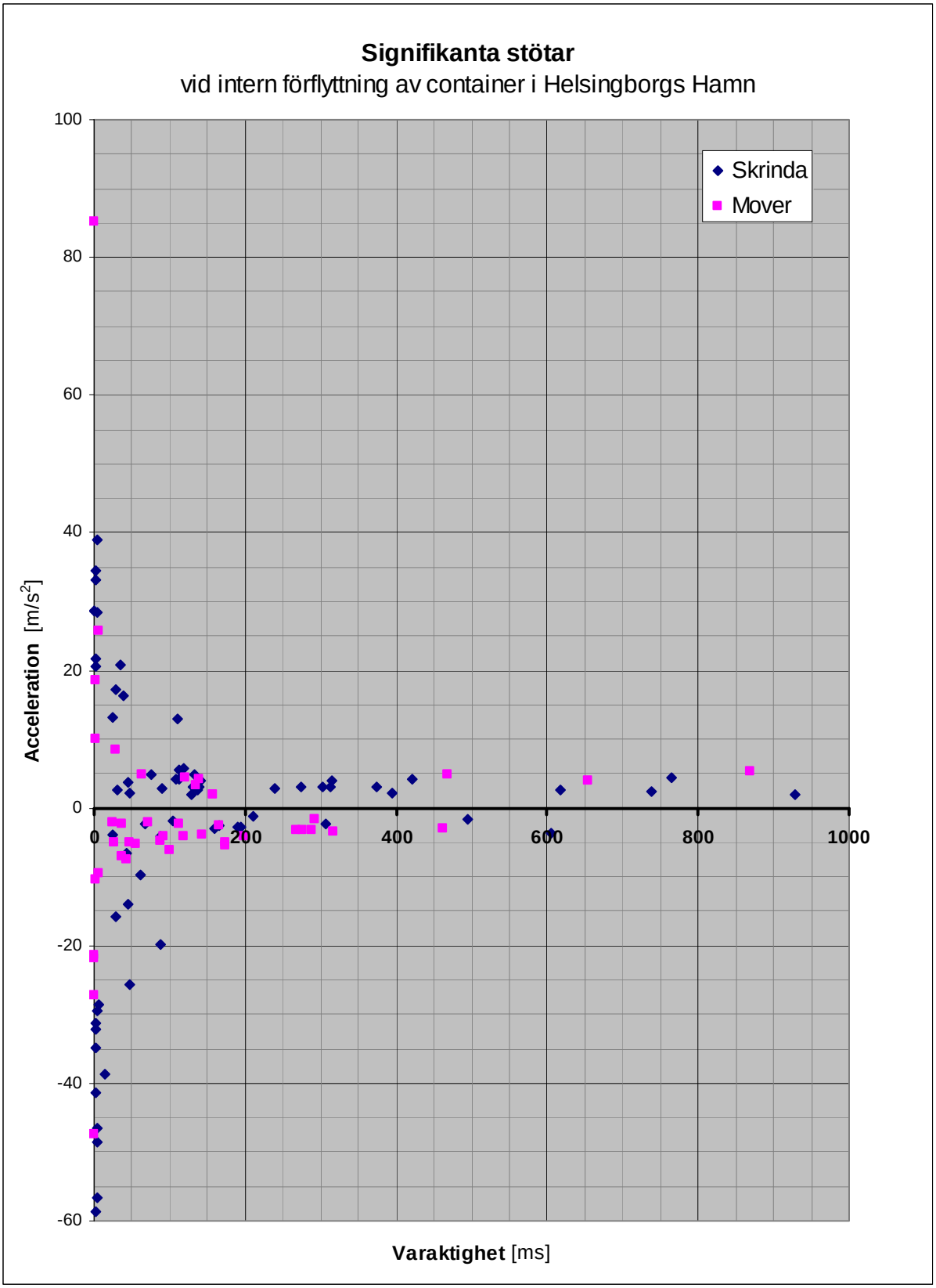
Framför allt för stötar med korta varaktigheter syns tydliga skillnader i amplituder hos de uppmätta accelerationerna. För enheter med stummare hjulupphängning registrerades större impulser. Detta stöds även av mätresultaten från de övriga mättillfällena.

Skillnaderna i de uppmätta impulsernas storlek för olika typer av fordon framgår av diagrammen nedan.

Vidare noterades att de kraftigaste stötarna noterades vid transporter in och ut ur fartyg. Fartygs stålramper är ofta försedda med tvärgående klackar som skall ge fäste åt transportfordonens hjul.



Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i x- och y-led vid förflyttning av ett växelflak i Trelleborgs Hamn med hjälp av olika fordon. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

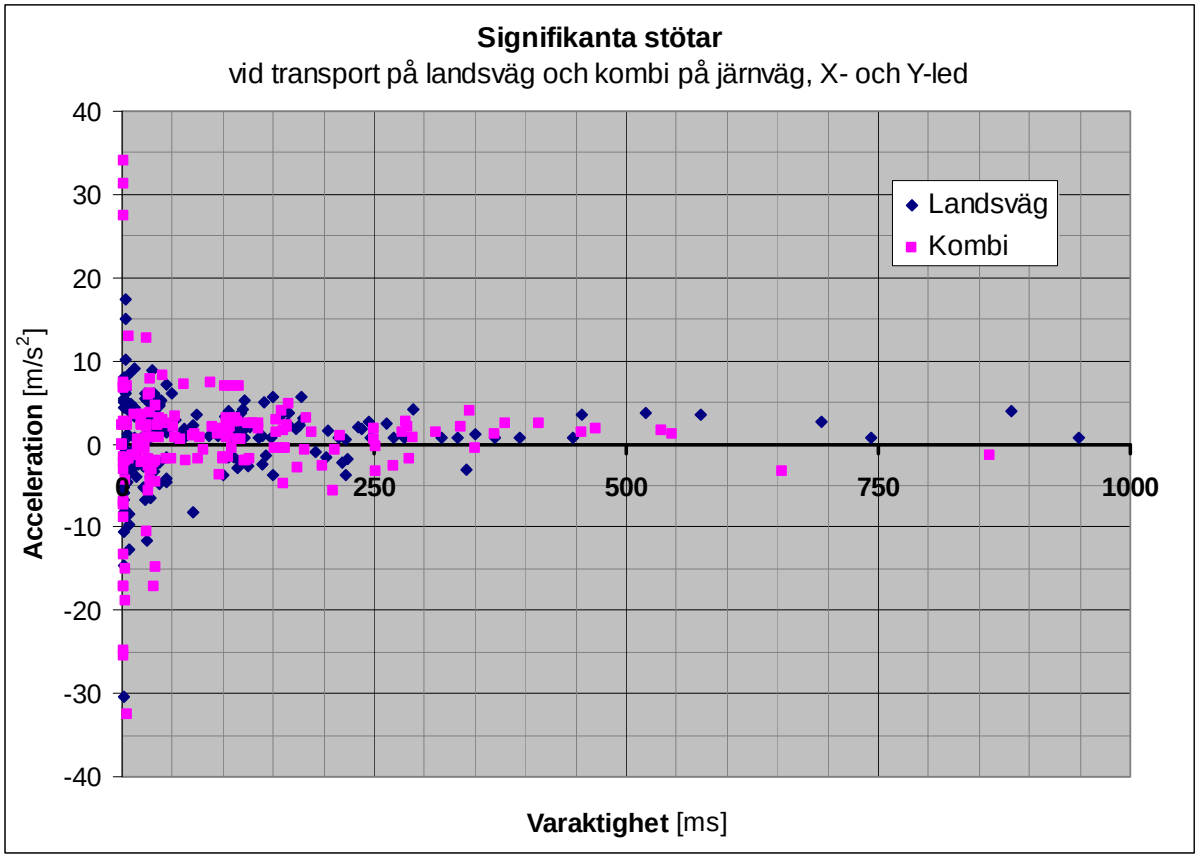


Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i x- och y-led vid förflyttning av en tom container i Helsingborgs Hamn med hjälp av olika fordon. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

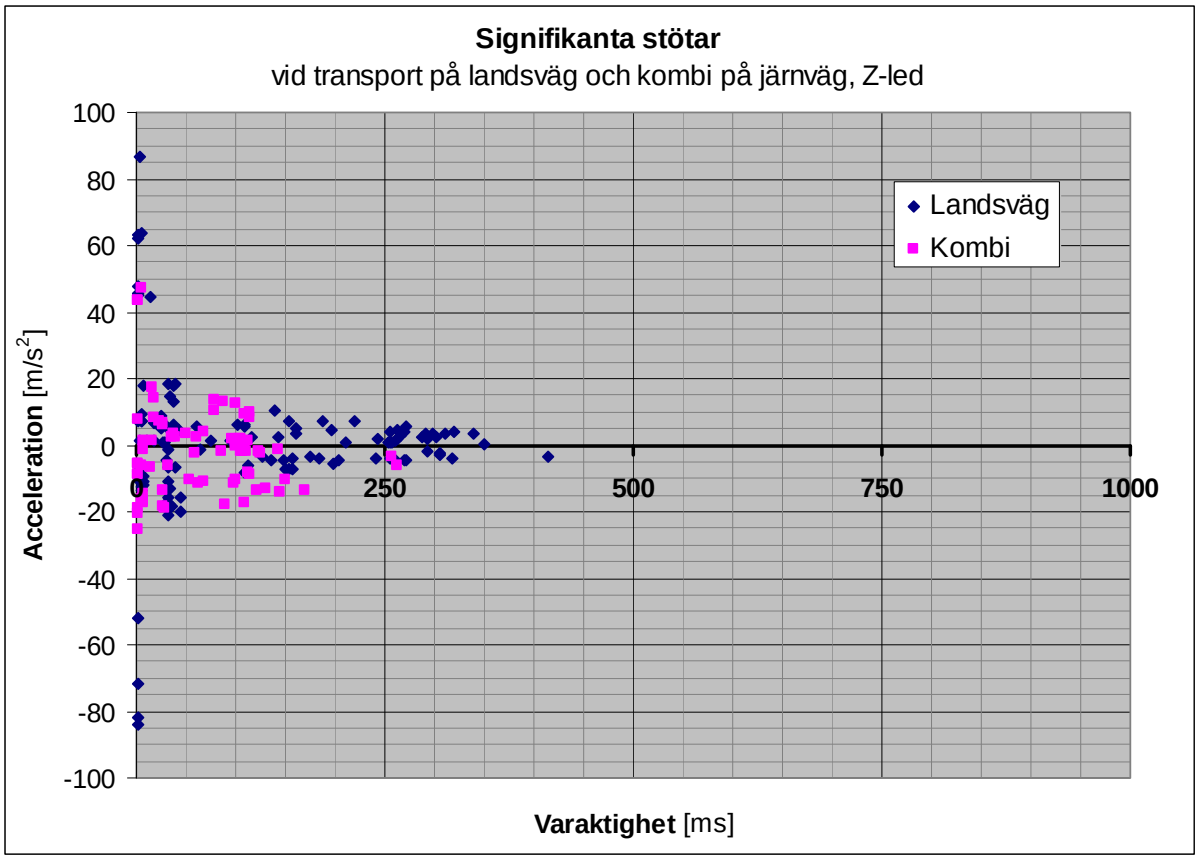
4.3 Transport

Vid landsvägs och järnvägstransporter uppträder generellt stötar med lägre amplitud men längre varaktighet än vid hanteringar och interna förflyttningar inom terminalområden. Kraftiga inbromsningar, kurvtagningar och rangering är fenomen som bidrar till signifikanta impulser.

Uppmätta impulser för de olika transporterna visas i diagrammen nedan. Inga större skillnader i impulsmönster har noterats mellan landsvägs och järnvägstransporter i horisontalplanet (x- och y-led). I vertikal led (z-led) har de mest signifikanta stötarna större amplitud men kortare varaktighet vid järnvägstransport än vid landsvägstransport. Nämnas bör dock att inga rangeringar av kombivagnarna tycks ha registrerats under mätningarna.



Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i x- och y-led vid forsling av lastbärare på landsväg respektive järnväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet visar signifikanta stötar som uppträtt i z-led vid forsling av lastbärare på landsväg respektive järnväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

Den företeelse som ger upphov till godsvandring, vibrationer i vertikal led, är naturligtvis väldig beroende av underlag, hjultyp, hjulupphängning och hastigheten varmed fordonet framförs. Vid transport på järnväg har de typiska vibrationerna i vertikalled cirka dubbelt så stor amplitud men lägre frekvens än motsvarande vibrationer vid landsvägstransport.

5 Mätningar utförda i Helsingborgs Hamn

Mätningar utfördes i Helsingborgs Hamn den 27:e september 2007 med mätutrustningen monterad i en tom 40 fots container. Containern hanterades och förflyttades med hjälp av olika typer av hanteringsutrustning.

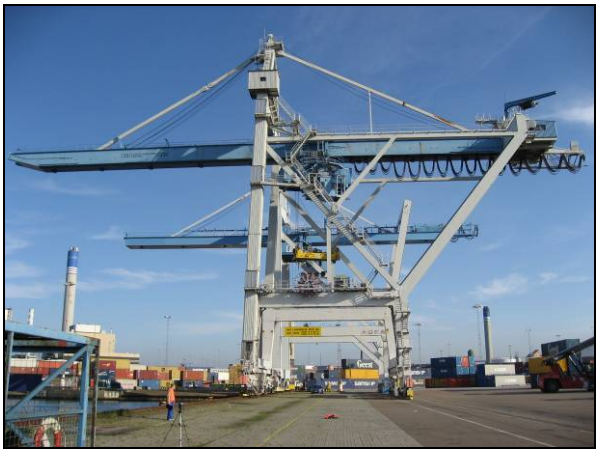
5.1 Mätserier

Följande mätserier utfördes vid mätningarna i Helsingborgs Hamn:

1. Förflyttning med skrinda (samt viss hantering med containertruck)
2. Hantering med hamnkran
3. Hantering med reach stacker
4. Förflyttning med mover



Containertruck och skrinda dragen av tuggmaster.



Hamnkran



Reach stacker (Contchamp)



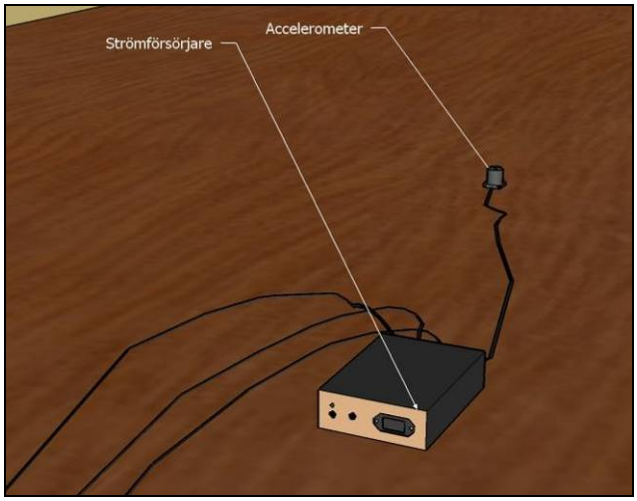
Mover

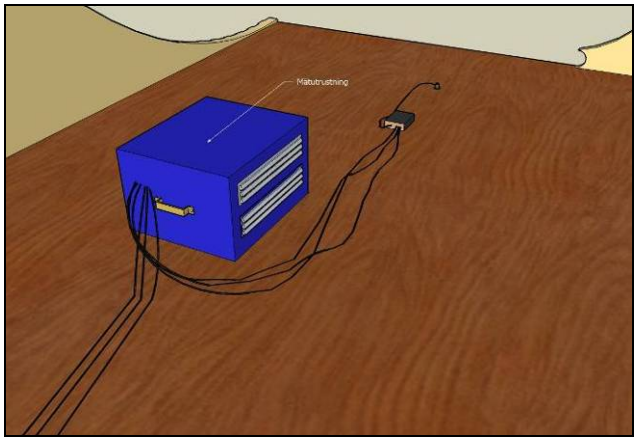
5.2 Placering av mätutrustning

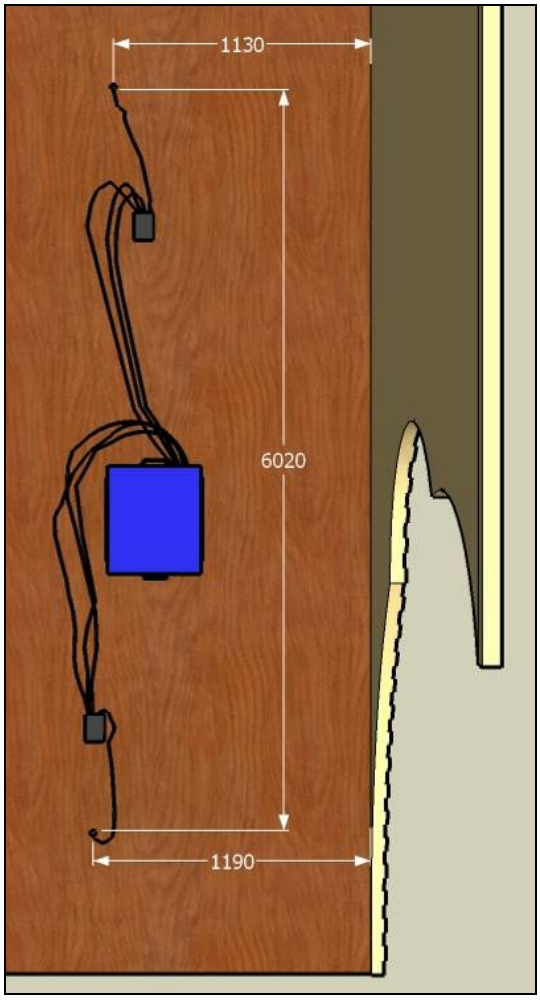
Samtliga mätserier utfördes med mätutrustningen monterad på golvet i en tom 40 fots container. Mätutrustningen som användes är beskriven i kapitel 3.5. Placeringen av utrustningen inuti lastbäraren framgår av skisserna nedan och fotot till höger.



Under mätningarna i Helsingborgs hamn fungerade dock inte GPS mottagaren korrekt och något GPS-spår kan därför tyvärr inte presenteras för dessa mätserier.







Placering av utrustning i container. Måtten anger givarnas placering.

5.3 Förflyttning med skrinda

Containern förflyttades med hjälp av en skrinda dragen av en tugmaster i en slinga inom hamnområdet med tre olika nivåer av försiktighet, svarande mot lätt, normal och hård hantering.

Den modell av skrinda som används i Helsingborgs Hamn har luftgummihjul men saknar fjädrande hjulupphängning. Vid tranport står containern helt löst på flaket i skrindan men den har eventuellt kontakt med någon av dess sidokanter.

Innan de tre förflyttningarna påbörjades, placerades containern i skrindan med hjälp av en containertruck. Även vid detta moment registrerades mätdata som presenteras i detta kapitel.



Lastning med containertruck



Skrinda och tugmaster



Luftgummihjul



Stum hjulupphängning



Placering på flaket. Containern var ej låst på skrindan.



Containern placerades nära den lutande sidolämmen på höger sida.

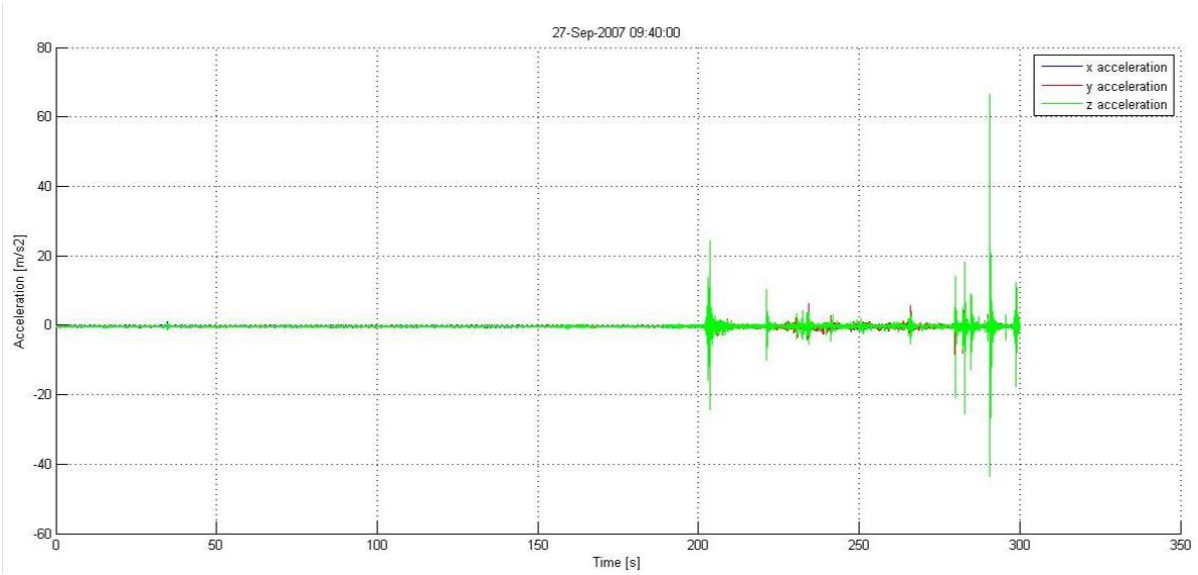
5.3.1 Protokoll

I protokollet nedan anges vilka moment som utfördes under denna mätserie samt start- och sluttid för de olika aktiviteterna. De tre transporterna med skrindan utfördes i samma slinga runt hamnområdet fast med olika nivå av försiktighet.

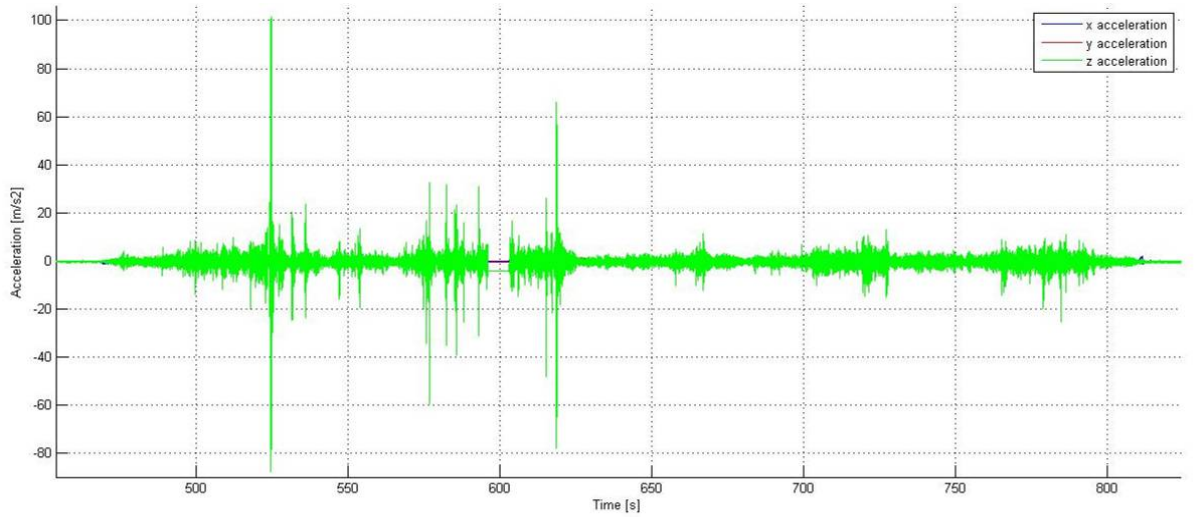
Utrustning	**Moment**	**Underlag**	**Hantering**	**Klockslag**	**Ack. Tid** [Sek]
Start				**09:40:00**	**0**
Containertruck	Koppling av ok		Normal	09:40:35	35
	Lyft	marken		09:43:25	207
	Nedsättning	skrinda		09:43:22	291
Skrinda	Förflyttning (start)		Lätt	09:47:48	468
	Förflyttning (slut)			09:53:29	809
	Förflyttning (start)		Normal	09:54:45	885
	Förflyttning (slut)			09:59:06	1146
	Förflyttning (start)		Hård	09:59:42	1182
	Förflyttning (slut)			10:04:06	1446

5.3.2 Mätdata

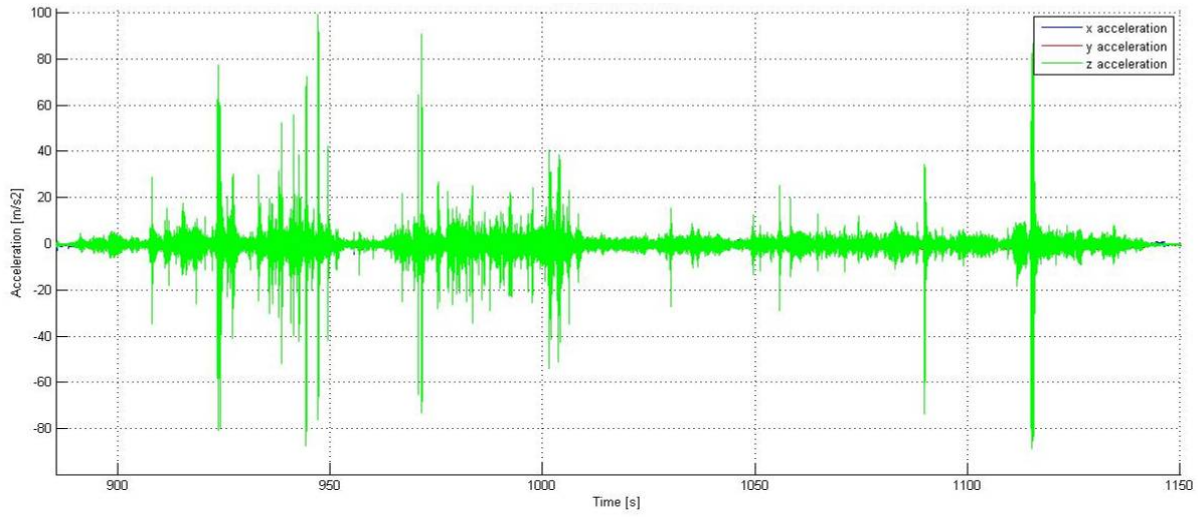
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 plottade för de olika momenten. Tidsangivelsen i sekunder i graferna överensstämmer med den ackumulerade tiden från mätningens start i protokollet ovan.



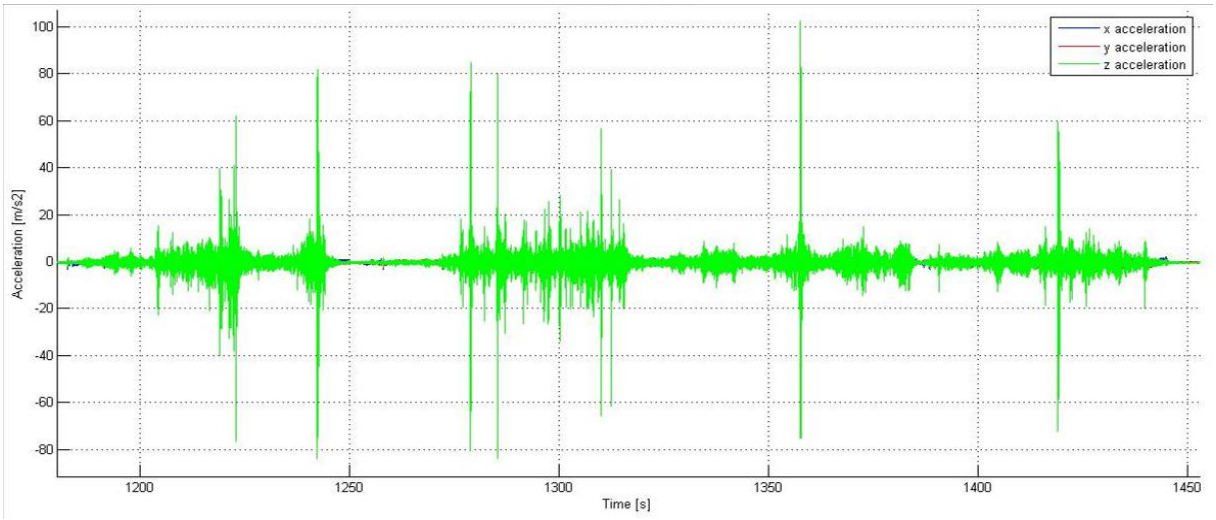
*Accelerationer uppmätta med Givare 1 vid hantering med **Containertruck**.*



*Accelerationer uppmätta med Givare 1 vid **lätt förflyttning med skrinda**.*



*Accelerationer uppmätta med Givare 1 vid **normal förflyttning med skrinda**.*



Accelerationer uppmätta med Givare 1 vid ***hård förflyttning med skrinda****.*

5.3.2.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Vissa av stötarna har visserligen stora amplituder men de har också mycket korta varaktigheter.

Stötar vid lätt hantering

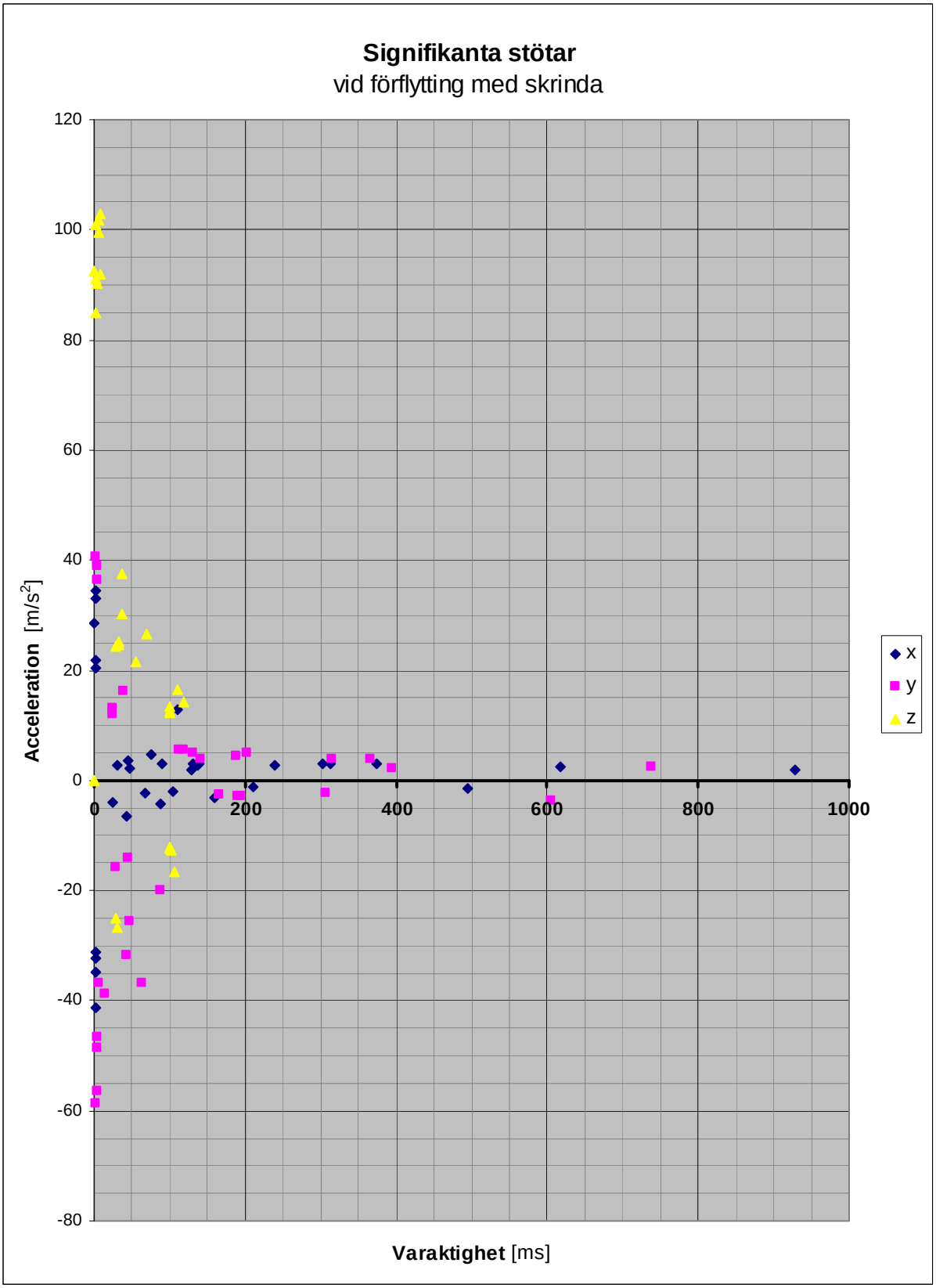
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	28.6	14.3	1	-58.6	-24.2	3	101.8	61.8	6
	21.7	8.3	2	-56.6	-28.6	4	100.9	43.8	2
	20.5	7.5	2	-48.5	-20.7	4	92.5	46.2	1
25-100 ms	2.7	1.1	31	16.3	8.5	38	25.2	11.6	32
	2.2	0.8	47	-15.7	-2.2	28	24.7	11.0	33
	-2.2	-0.9	68	-14.0	-1.2	44	21.6	8.2	56
100 -250 ms	2.0	1.0	128	-2.8	-0.7	189	-16.6	-7.6	106
	-1.9	-0.9	104	-2.7	-1.1	193	12.3	6.9	101
	-1.2	-0.5	211	-2.6	-1.5	165	-12.2	-6.3	100
>250 ms	2.0	0.6	929	-2.4	-1.1	308	-4.2	-2.3	7131
	-1.6	-0.7	494	2.3	1.2	738			
	1.3	0.6	1153	2.2	0.8	395			

Stötar vid normal hantering

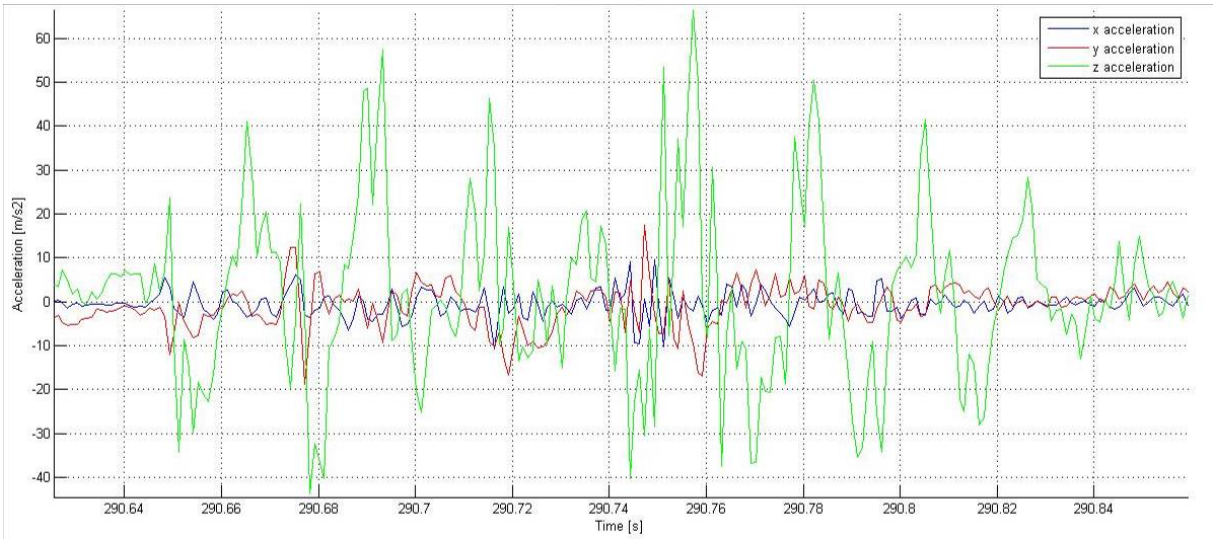
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-34.8	-21.4	2	-46.6	-26.0	4	99.6	34.6	6
	34.4	11.5	2	38.9	19.6	4	92.1	43.9	8
	-31.2	-11.0	3	-38.7	-13.1	14	91.0	41.2	2
25-100 ms	4.8	2.5	75	-25.7	-2.6	47	-26.8	-6.6	31
	-4.1	-1.4	88	-19.9	-1.3	87	-25.0	-7.1	28
	2.9	1.4	89	13.1	5.3	25	24.4	7.1	29
100 -250 ms	12.9	1.0	110	5.7	1.9	119	16.6	6.6	111
	3.1	1.2	139	5.5	1.6	112	13.3	4.8	101
	3.0	1.1	131	3.8	1.7	141	-12.5	-6.5	101
>250 ms	3.1	0.9	314	-8.9	-1.2	1696			
	3.1	1.2	374	3.8	1.7	316			
	-2.6	-1.0	1144	-3.6	-1.2	605			

Stötar vid hård hantering

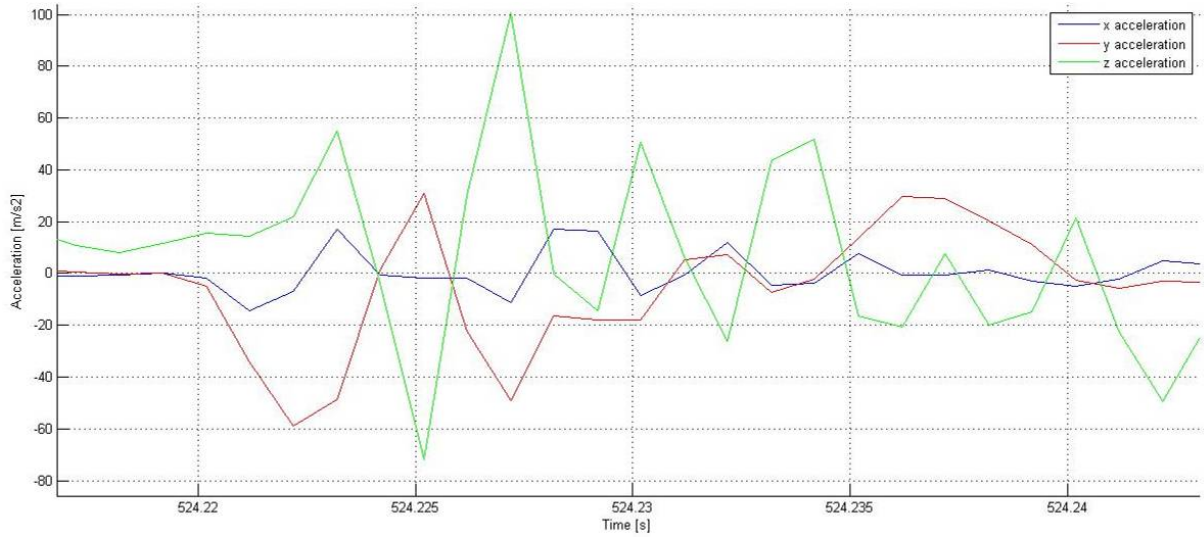
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-41.4	-12.5	3	40.6	18.0	3	102.8	49.3	8
	33.2	15.6	2	-36.9	-11.7	6	90.4	36.1	5
	-32.2	-13.7	3	36.5	18.8	4	84.9	30.0	2
25-100 ms	-6.6	-0.5	43	-36.7	-2.8	64	37.4	9.5	37
	-3.9	-0.9	25	-31.8	-4.9	43	30.2	10.7	37
	3.7	1.2	45	11.9	3.1	25	26.7	7.2	70
100 -250 ms	-3.0	-1.2	159	5.1	2.7	130	14.2	7.1	119
	2.7	1.3	239	5.0	2.0	203	-12.7	-6.2	103
	2.7	1.1	136	4.5	1.7	188	12.7	5.9	101
>250 ms	3.1	1.3	304	-4.5	-1.4	4335			
	-2.9	-0.8	1439	3.8	1.3	366			
	2.6	1.5	617	-3.7	-1.3	1790			



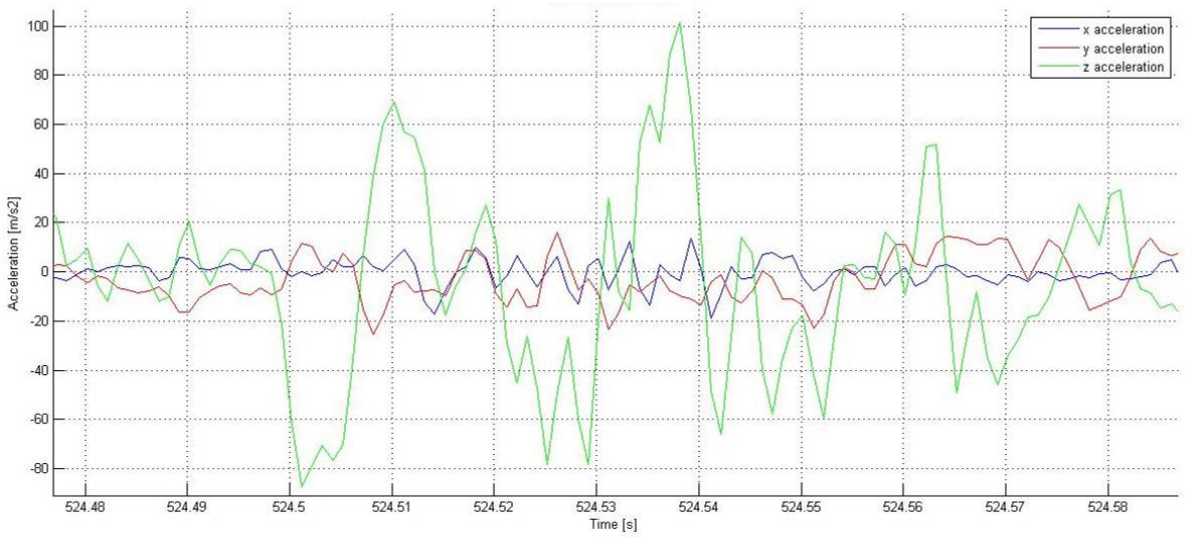
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning med skrinda. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



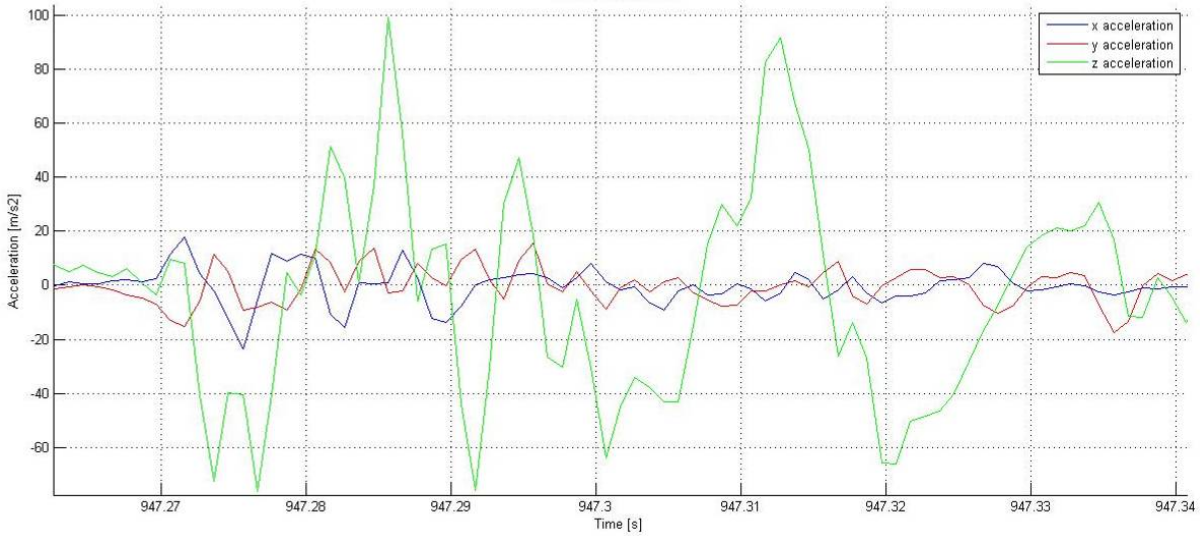
*Detalj av utslag vid **nedsättning i skrinda med containertryck**. Upprepade stötar i framförallt Z-led (vertikal led) registrerades, vardera med en varaktighet på ca 5 till 10 millisekunder. Maximalt utslag ca 65 m/s^2.*



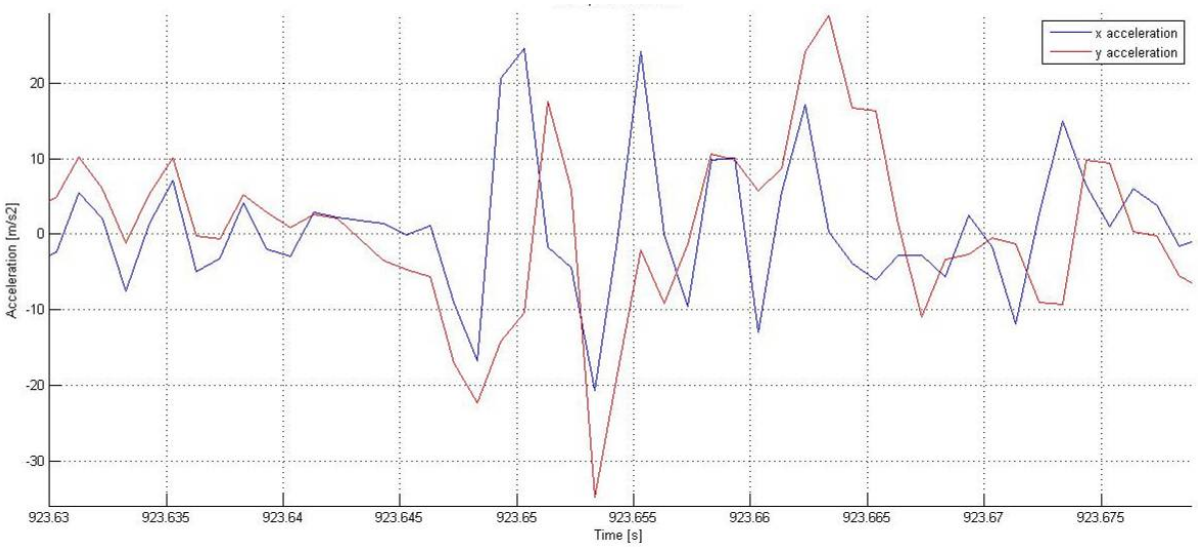
*Detalj av utslag vid **lätt förflyttning med skrinda**. Upprepade stötar upp till 100 m/s^2 med en varaktighet på ca 2 till 3 ms registrerades i Z-led, samtidigt som utslag på 30 till 60 m/s^2 med en varaktighet på ca 5 ms noterades i Y-led.*



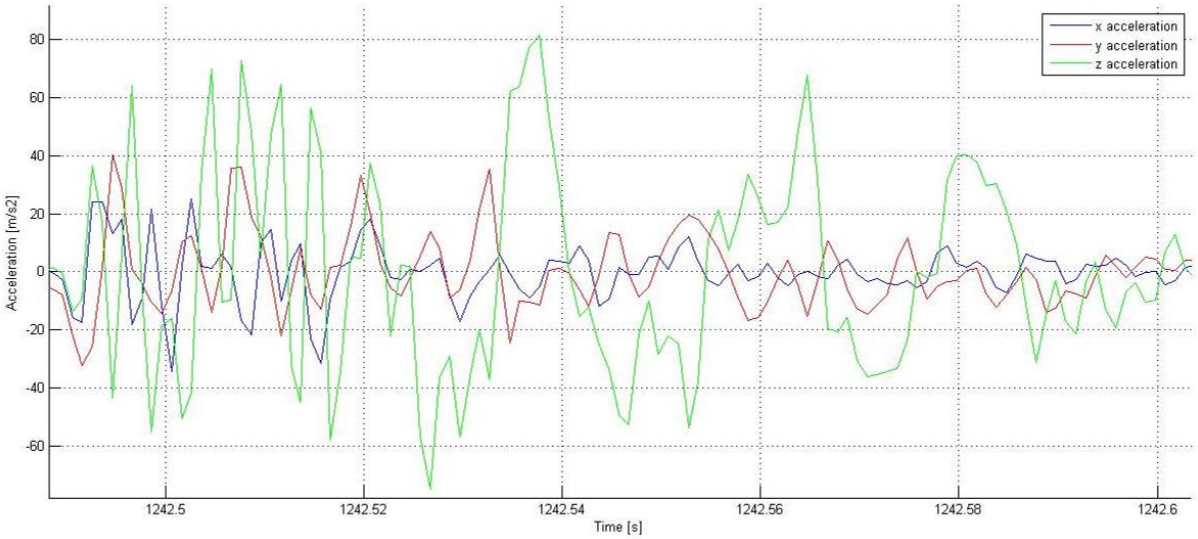
*Detalj av utslag vid **lätt förflyttning med skrinda**. Upprepade stötar i framförallt Z-led (vertikal led) registrerades, vardera med en varaktighet på ca 5 till 10 millisekunder. Maximalt utslag ca 100 m/s^2.*



*Detalj av utslag vid **normal förflyttning med skrinda**. Upprepade stötar i framförallt Z-led registrerades, vardera med en varaktighet på ca 5 till 10 millisekunder. Maximalt utslag ca 100 m/s^2.*



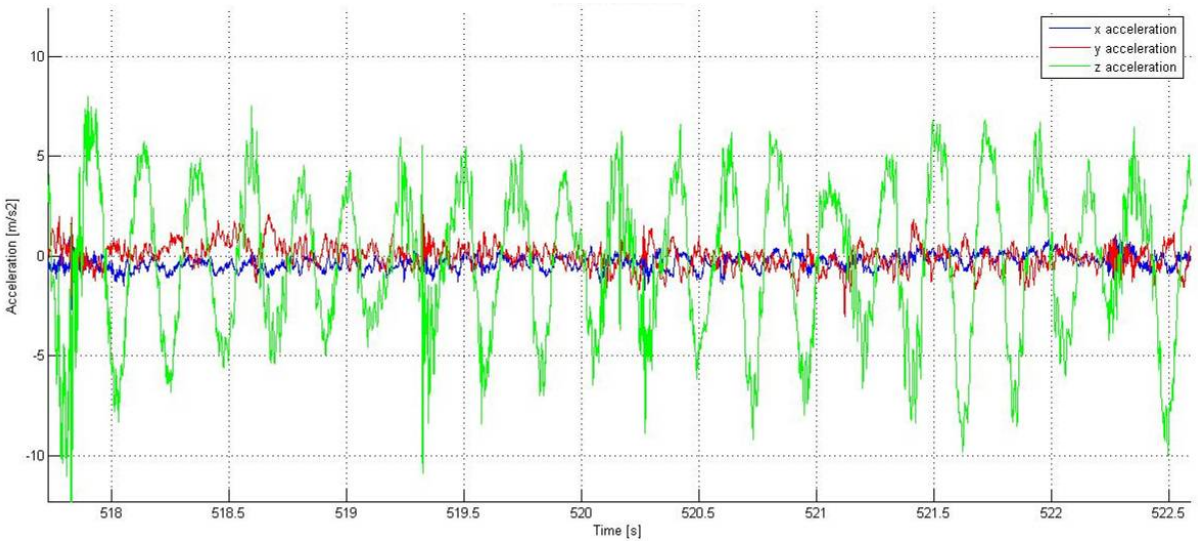
*Detalj av utslag vid **normal förflyttning med skrinda**. Stötar i X- och Y-led, med varaktigheter på ca 5 millisekunder. Maximalt utslag ca 35 m/s^2.*



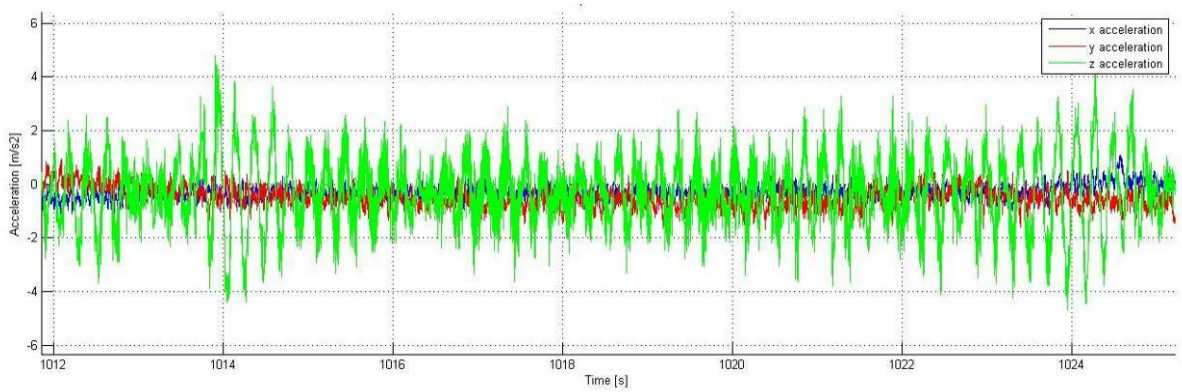
*Detalj av utslag vid **normal** förflyttning med skrinda. Stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 5- 15 millisekunder. Maximalt utslag ca 30 m/s^2 i Z-led, 40 m/s^{2}i Y-led och 80 m/s^2 i Z-led.*

5.3.2.2 Typiska vibrationer

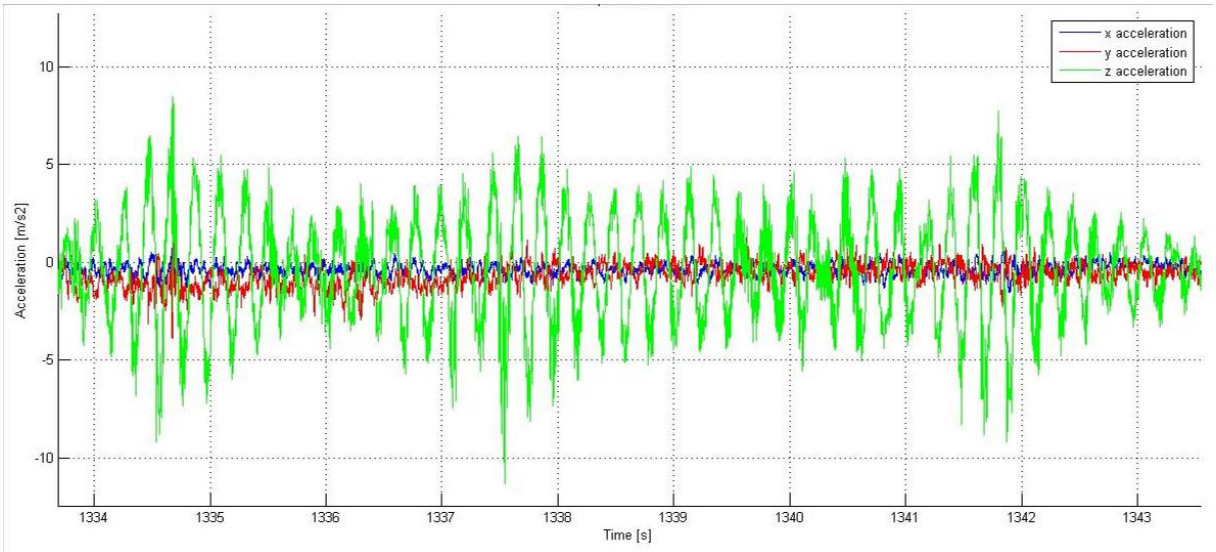
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid förflyttningarna. Det är endast i Z-led (vertikalt) som något mönster för vibrationerna har kunnat urskiljas i denna första, enklare analys.



*Detalj av utslag vid **lätt förflyttning med skrinda**. Typiska vibrationer i Z-led med en amplitud av ca 3-6 m/s^2 och en frekvens på ca 4-5 Hz.*



*Detalj av utslag vid **normal förflyttning med skrinda**. Typiska vibrationer i Z-led med en amplitud av ca 2-5 m/s^2 och en frekvens på ca 4-5 Hz.*



*Detalj av utslag vid **hård** förflyttning med skrinda. Typiska vibrationer i Z-led med en amplitud av ca 4-8 m/s^2 och en frekvens på ca 4-5 Hz.*

5.4 Hantering med Hamnkran

Vid hantering med hamnkran lyftes containern från skrindan och transporterades därefter ut längs kranarmen. Väl ute transporterades den in igen och ställdes först ned på marken varefter den lyftes upp och placerades på skrindan igen.



Detta mönster upprepades tre gånger med försiktighetsnivåer motsvarande lätt, normal och hård hantering.

Som ett sista moment lyftes container upp och transporterades parallellt med kajen genom att förflytta kranen. Detta utfördes först med låg hastighet (lätt hantering) och sedan med maximal hastighet (normal hantering).

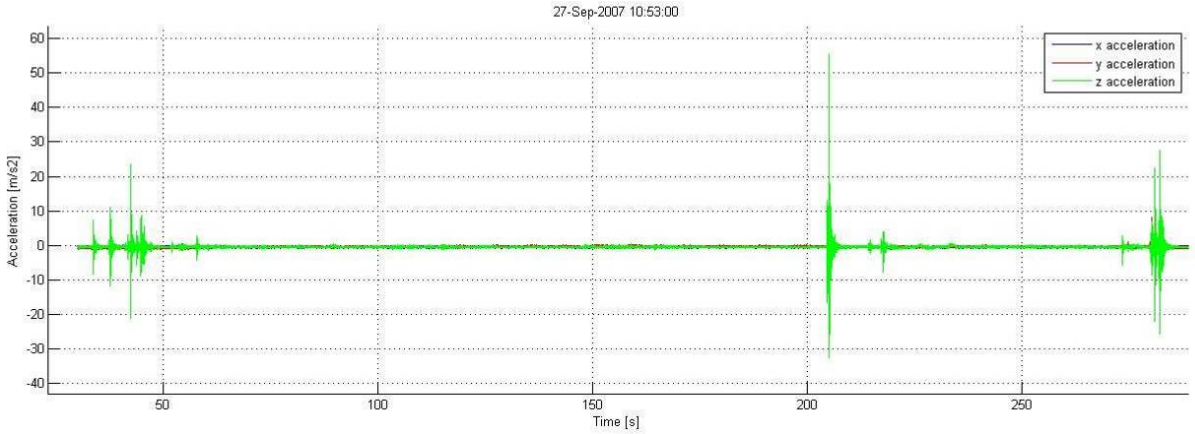
5.4.1 Protokoll

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de tre förflyttningarna. Samtliga förflyttningar utfördes enligt samma mönster.

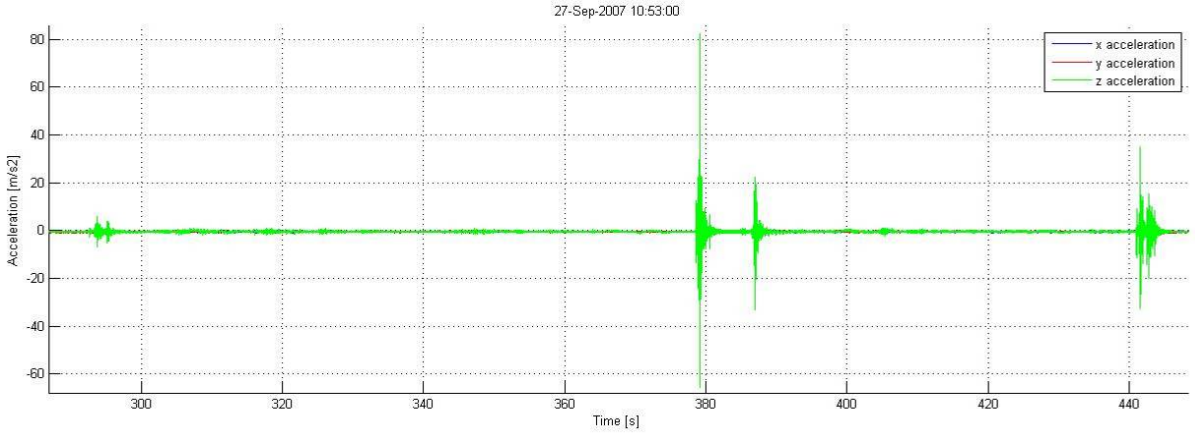
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [Sek]
START				***10:53:00***	***0***
Hamnkran	lyft	skrinda	Lätt	10:53:33	33
	nedsättning	marken		10:56:23	204
	lyft	marken		10:56:38	217
	nedsättning	skrinda		10:57:40	279
	lyft	skrinda	Normal	10:57:56	292
	nedsättning (start)	marken		10:59:17	378
	lyft	marken		10:59:24	386
	nedsättning	skrinda		11:00:19	441
	lyft	skrinda	Hård	11:00:32	452
	nedsättning (start)	marken		11:01:35	517
	lyft	marken		11:01:43	524
	nedsättning	skrinda		11:02:30	571
	förflyttning parallellt med kaj		Lätt	11:02:52	580
	förflyttning parallellt med kaj		Normal	11:03:16	604
	nedsättning	skrinda	Normal	11:07:19	851

5.4.2 Mätdata

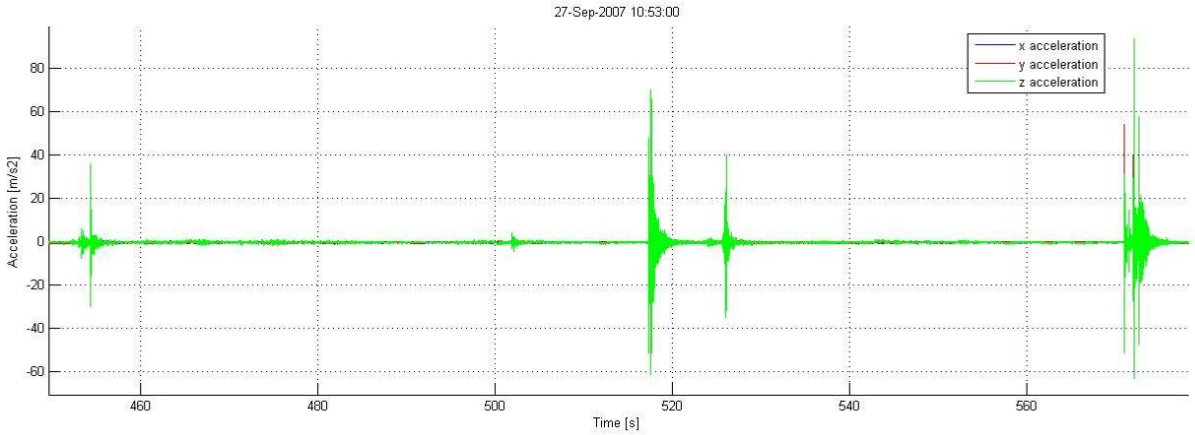
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 plottade för de olika momenten. Tidsangivelsen i sekunder i graferna överensstämmer med den ackumulerade tiden från mätningens start i protokollet ovan.



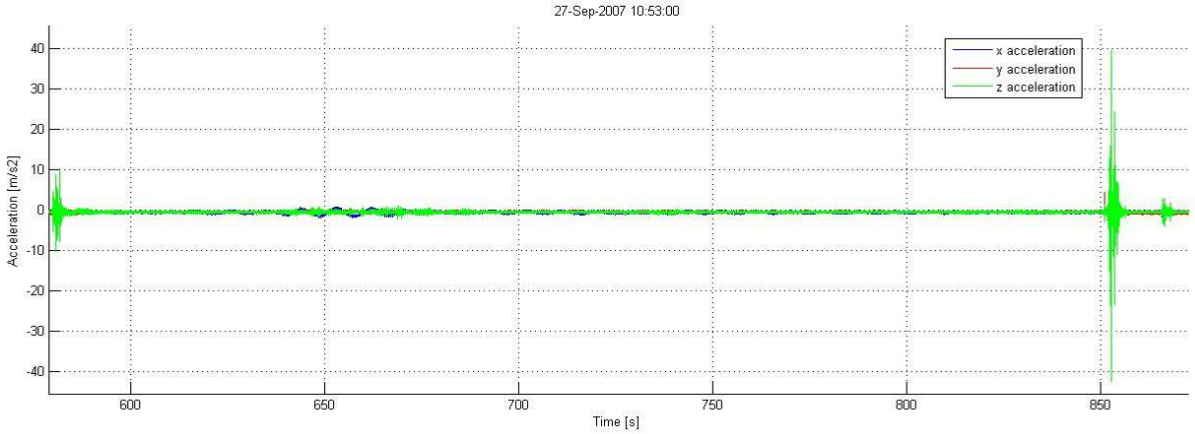
*Accelerationer registrerade av givare 1 vid **lätt hantering och förflyttning** längs kranarmen.*



*Accelerationer registrerade av givare 1 vid **normal hantering och förflyttning** längs kranarmen.*



*Accelerationer registrerade av givare 1 vid **hård hantering och förflyttning** längs kranarmen.*



*Accelerationer registrerade av givare 1 vid **lätt** och **normal förflyttning parallellt längs kajen.***

5.4.2.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Inga signifikanta påkänningar i någon riktning noterades vid förflyttning längs kranarmen. Endast då containern växlades till marken eller skrinda förekom stötar med betydande accelerationer, om än mycket kortvariga.

Stötar vid lätt hantering

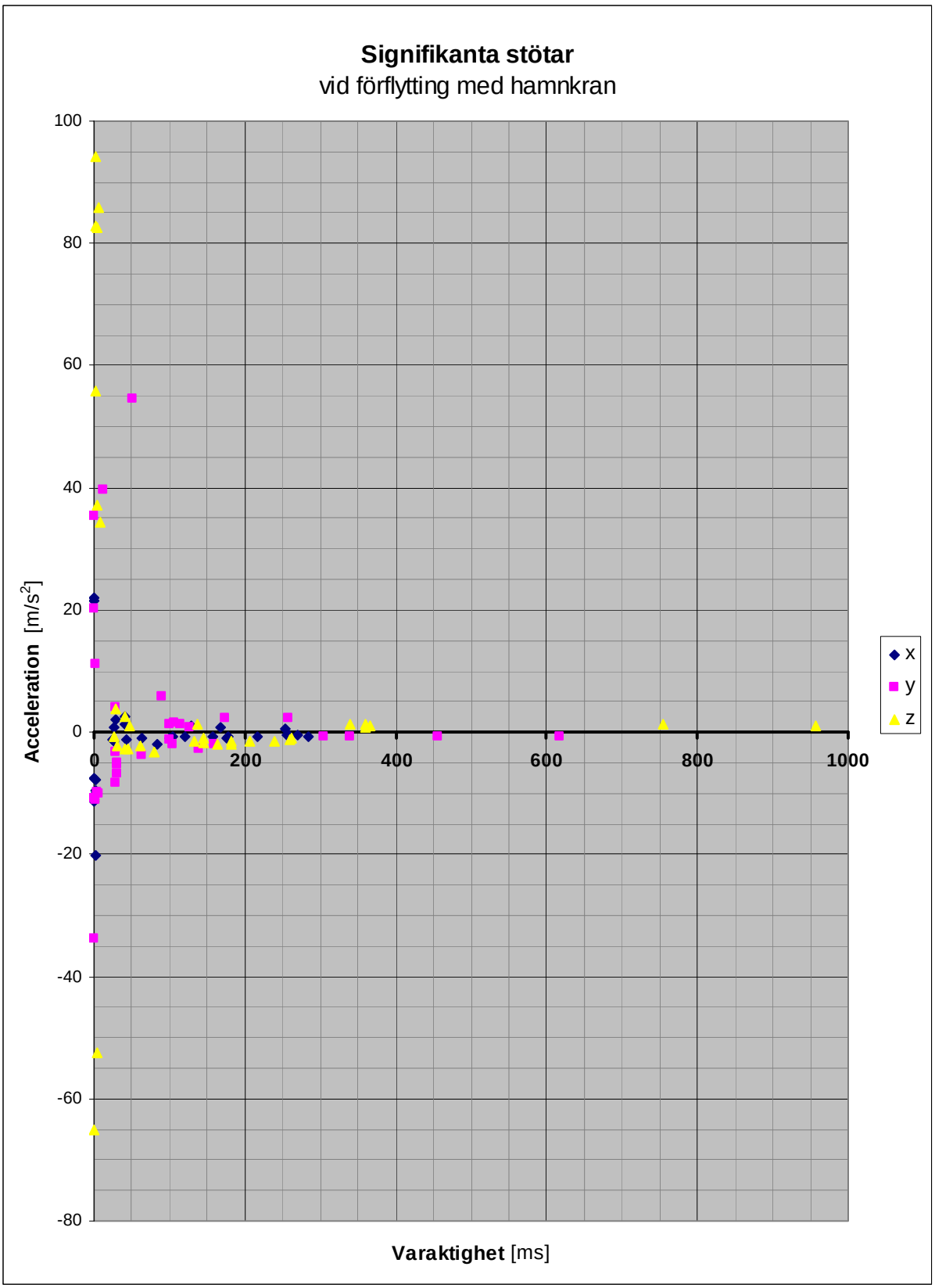
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-9.5	-4.5	2	11.2	5.2	3	55.8	23.0	2
	-7.9	-2.8	2	-10.1	-6.0	7	37.1	13.7	4
	-7.7	-3.8	1	-9.7	-3.3	4	34.3	13.1	9
25-100 ms	-2.0	-0.7	83	5.7	0.8	90	-3.2	-0.6	79
	-1.1	-0.2	43	-5.3	-1.0	30	0.9	0.4	48
	0.8	0.4	27	4.1	1.3	28	-0.8	-0.4	26
100 -250 ms	-0.7	-0.1	121	-1.9	-0.9	104	-1.8	-0.8	145
	-0.6	-0.2	177	1.4	0.6	107	-1.4	-0.6	181
	-0.6	-0.2	104	-1.3	-0.6	100	-1.1	-0.5	146
>250 ms	-0.5	-0.2	258	2.2	0.9	258	1.0	0.5	1183
	0.5	0.1	253	-1.6	-0.3	2807	-0.9	-0.4	261
	-0.4	-0.1	255	-0.9	-0.3	619	0.9	0.5	359

Stötar vid normal hantering

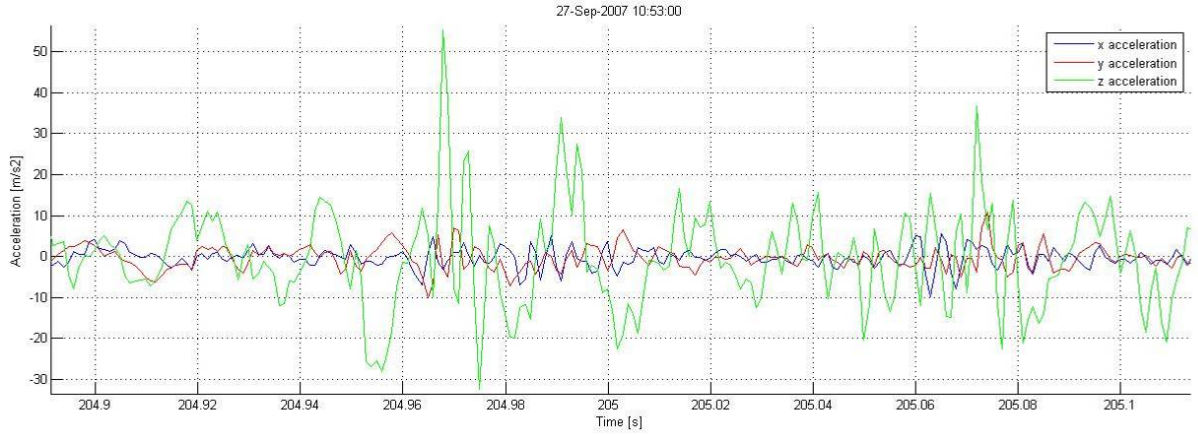
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-11.2	-5.6	1	20.1	10.1	1	82.7	41.5	2
	-11.0	-5.5	1	-11.0	-7.3	2	-65.2	-32.6	1
	-10.4	-5.2	1	-10.9	-5.4	1	-52.4	-23.3	4
25-100 ms	1.3	0.5	41	-4.9	-2.0	30	3.8	1.9	29
	-1.1	-0.6	25	-3.8	-1.2	63	-2.8	-1.2	44
	-1.0	-0.4	64	-3.2	-1.9	28	2.4	1.3	41
100 -250 ms	1.0	0.5	128	-2.8	-0.4	139	-1.9	-0.8	164
	-0.9	-0.4	175	-2.0	-1.0	160	-1.5	-0.7	207
	-0.8	-0.3	157	1.3	0.7	100	1.4	0.7	137
>250 ms	-1.5	-0.6	4003	-0.8	-0.3	304	1.2	0.5	755
	-1.4	-0.7	4470	-0.7	-0.2	340	1.0	0.6	366
	-1.3	-0.6	2983	0.7	0.3	2494	1.0	0.5	958

Stötar vid hård hantering

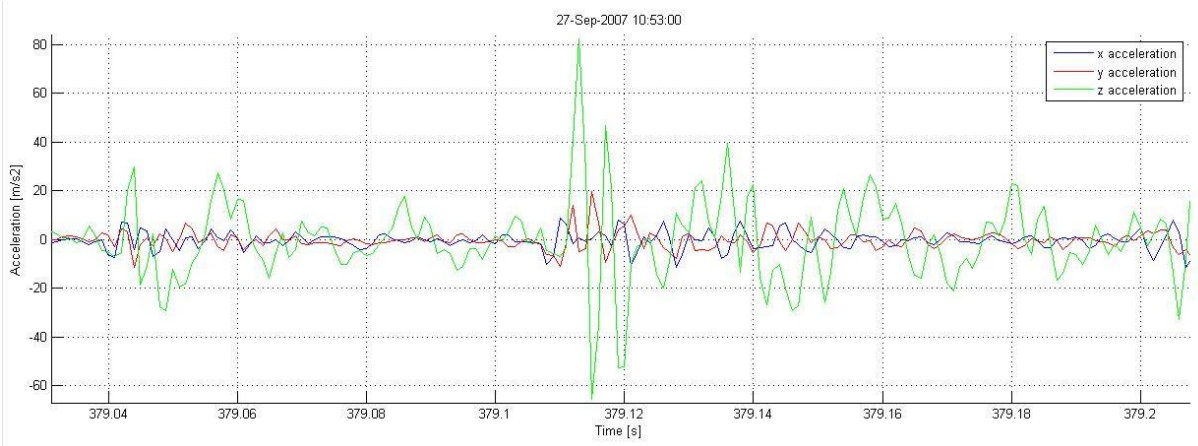
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	22.1	11.0	1	39.8	17.8	13	94.2	36.8	2
	21.6	10.8	1	35.4	17.7	1	85.8	32.6	6
	-20.2	-8.8	2	-33.7	-16.9	1	82.5	35.0	5
25-100 ms	2.5	0.7	41	54.5	2.7	51	-2.7	-1.5	40
	2.1	0.7	28	-8.4	-3.1	28	-2.3	-1.2	31
	-1.4	-0.8	27	-6.7	-3.8	31	-2.3	-1.4	62
100 -250 ms	0.9	0.5	167	2.3	1.4	174	-2.0	-1.1	182
	-0.9	-0.4	101	1.2	0.3	114	-1.5	-0.7	133
	-0.8	-0.4	216	0.7	0.3	126	-1.4	-0.7	240
>250 ms	-0.6	-0.3	283	-0.9	-0.4	2012	1.4	0.6	359
	-0.5	-0.2	257	-0.8	-0.4	2416	1.3	0.6	340
	-0.4	-0.2	270	-0.8	-0.3	455	-1.2	-0.7	260



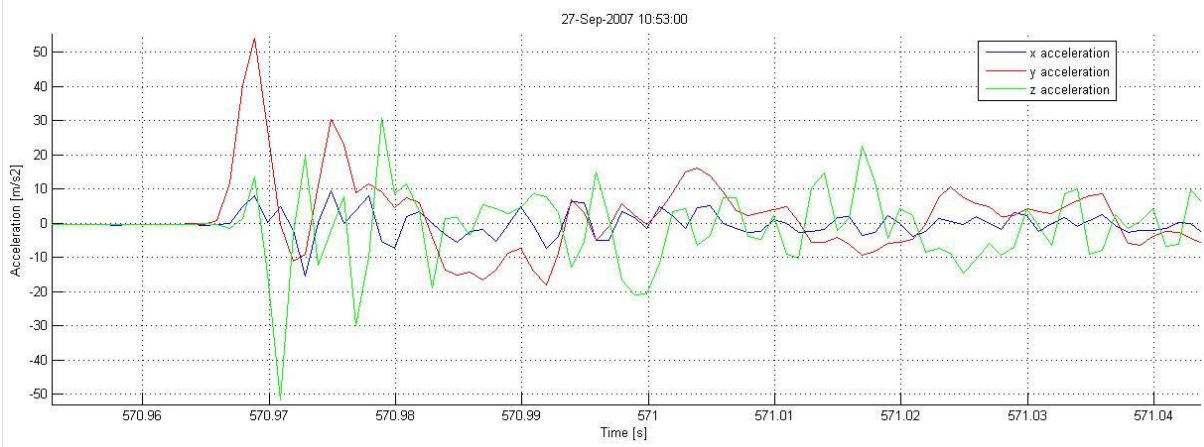
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning med hamnkran. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



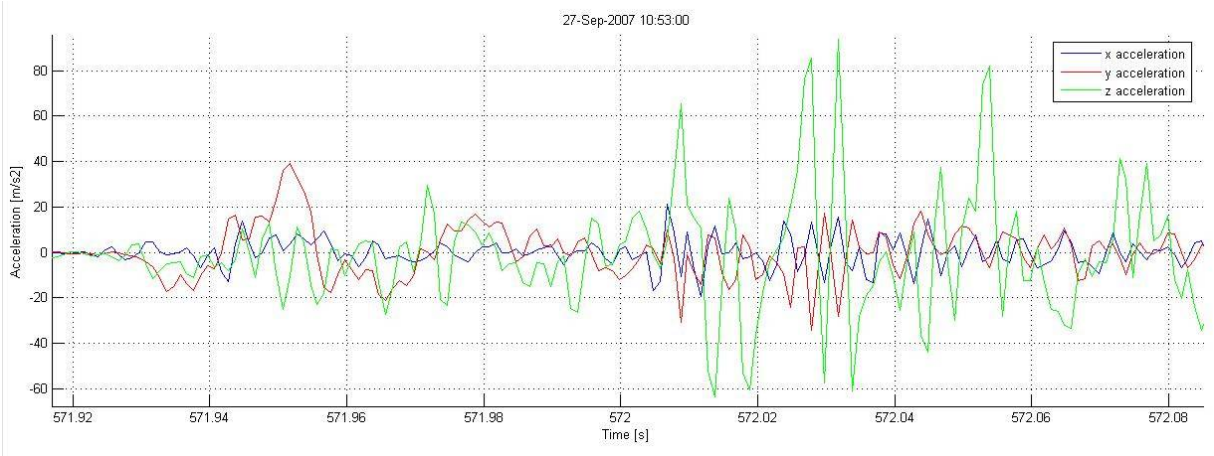
*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken** vid **lätt förflyttning längs kranarmen**. Stötar i Z-led, med varaktigheter på ca 2 - 5 millisekunder. Maximalt utslag ca 55 m/s^2.*



*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken** vid **normal hantering**. Stötar i Z-led, med varaktigheter på ca 2 - 5 millisekunder. Maximalt utslag ca 80 m/s^2.*



*Detalj av utslag vid **nedsättning i skrindan** vid **hård hantering**. Den inledande stöten i Y-led beror antagligen på att containern kommer i kontakt med skrindans sluttande sidoläm. Stöten har en maximal amplitud på ca 55 m/s^2 och en varaktighet på ca 4 millisekunder.*



*Detalj av utslag vid **nedsättning i skrindan** vid **hård hantering**. Då containerns botten kommer i kontakt med metallramen på skrindan uppträder stötar i Z-led med en maximal amplitud på ca 95 m/s^2 och en varaktighet på ca 2- 5 millisekunder.*

5.5 Hantering med reach stacker

Vid hantering av containern med reach stacker påbörjades mätserien med lyft och nedsättning på marken. Detta utfördes med tre olika hanteringsnivåer.



Därefter vidtog en hanteringskedja som innehöll förflyttning samt lyft och nedsättning mot järnvägsvagn. Även dessa moment utfördes med nivåer svarande mot lätt, normal och hård hantering.

Hård hantering kännetecknas av maximal hastighet och att flera moment utförs samtidigt, till exempel framkörning och nedsänkning av armen.

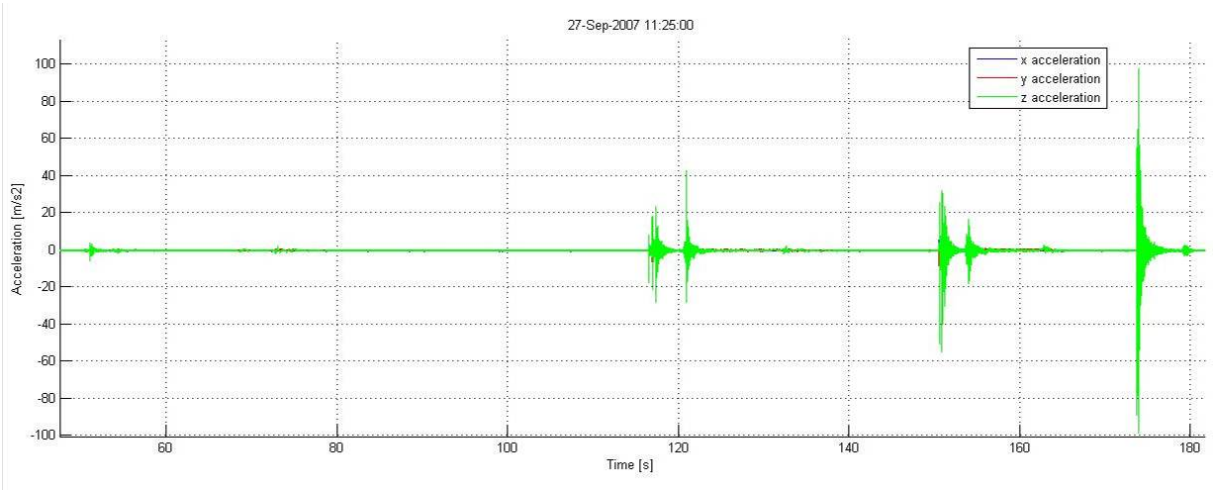
5.5.1 Protokoll

I tabellen nedan redovisas de olika händelserna i mätserien i kronologisk ordning.

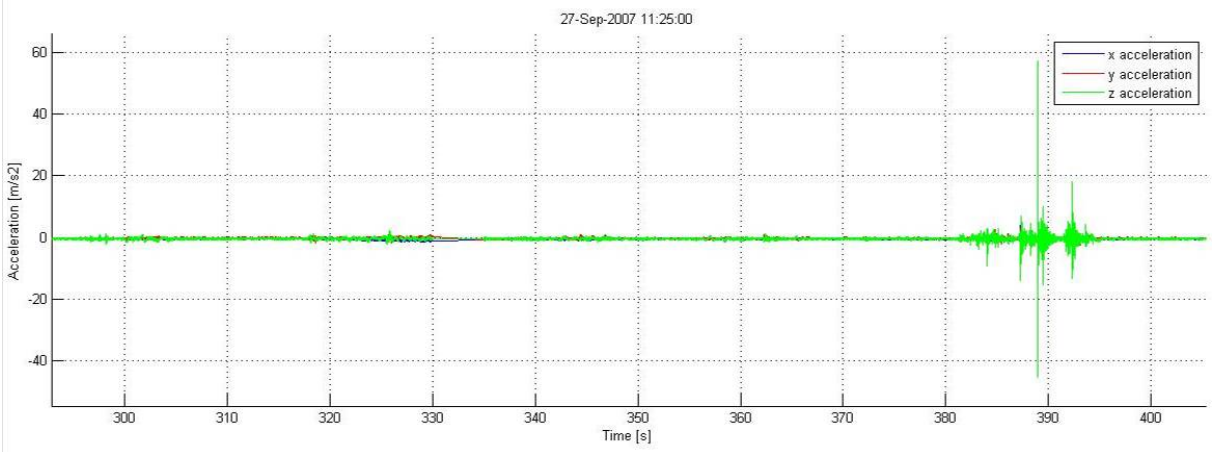
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***11:25:00***	***0***
Reach stacker	lyft	marken	Lätt	11:25:52	52
	nedsättning	marken		11:26:55	115
	lyft	marken	Normal	11:27:01	121
	nedsättning	marken		11:27:29	149
	lyft	marken	Hård	11:27:33	153
	nedsättning	marken		11:27:52	172
	lyft	marken	Lätt	11:29:59	299
	förflyttning (start)	-		11:30:16	316
	förflyttning (slut)	-		11:30:57	357
	nedsättning	jvg-vagn		11:31:29	389
	lyft (start)	jvg-vagn		11:31:32	392
	lyft (slut)	jvg-vagn		11:31:47	407
	förflyttning (start)	-	Normal	11:31:48	408
	förflyttning (slut)	-		11:32:35	455
	nedsättning	jvg-vagn		11:32:47	467
	lyft (start)	jvg-vagn		11:32:49	469
	lyft (slut)	jvg-vagn		11:32:58	478
	förflyttning (start)	-	Hård	11:32:59	479
	förflyttning (slut)	-		11:33:38	518
	nedsättning	jvg-vagn		11:33:44	524
	lyft (start)	jvg-vagn		11:33:49	529
	lyft (slut)	jvg-vagn		11:33:52	532

5.5.2 Mätdata

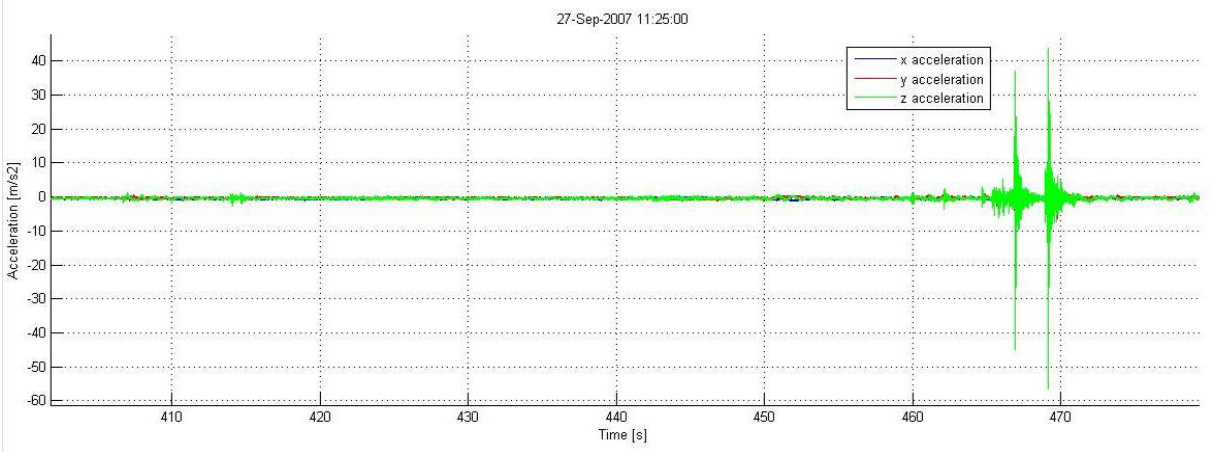
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 plottade för de olika momenten. Tidsangivelsen i sekunder i graferna överensstämmer med den ackumulerade tiden från mätningens start i protokollet ovan.



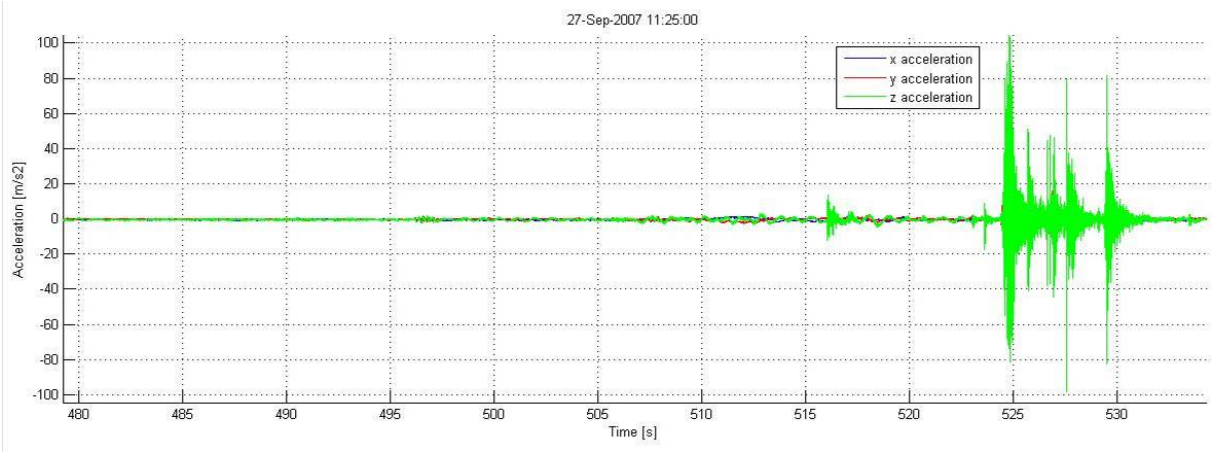
Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***lyft och nedsättning mot marken.***



Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***lätt förflyttning och hantering med reach stacker.***



Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***normal förflyttning och hantering med reach stacker.***



Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***hård förflyttning och hantering med reach stacker.***

Stötarna har visserligen stora amplituder, men mycket korta varaktigheter. Inga signifikanta utslag registrerades vid förflyttning, utan de signifikanta stötarna uppträdde undantagslöst vid lyft och nedsättning av containern.

5.5.2.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Vissa av stötarna har visserligen stora amplituder men de har också mycket korta varaktigheter.

Stötar vid lätt hantering

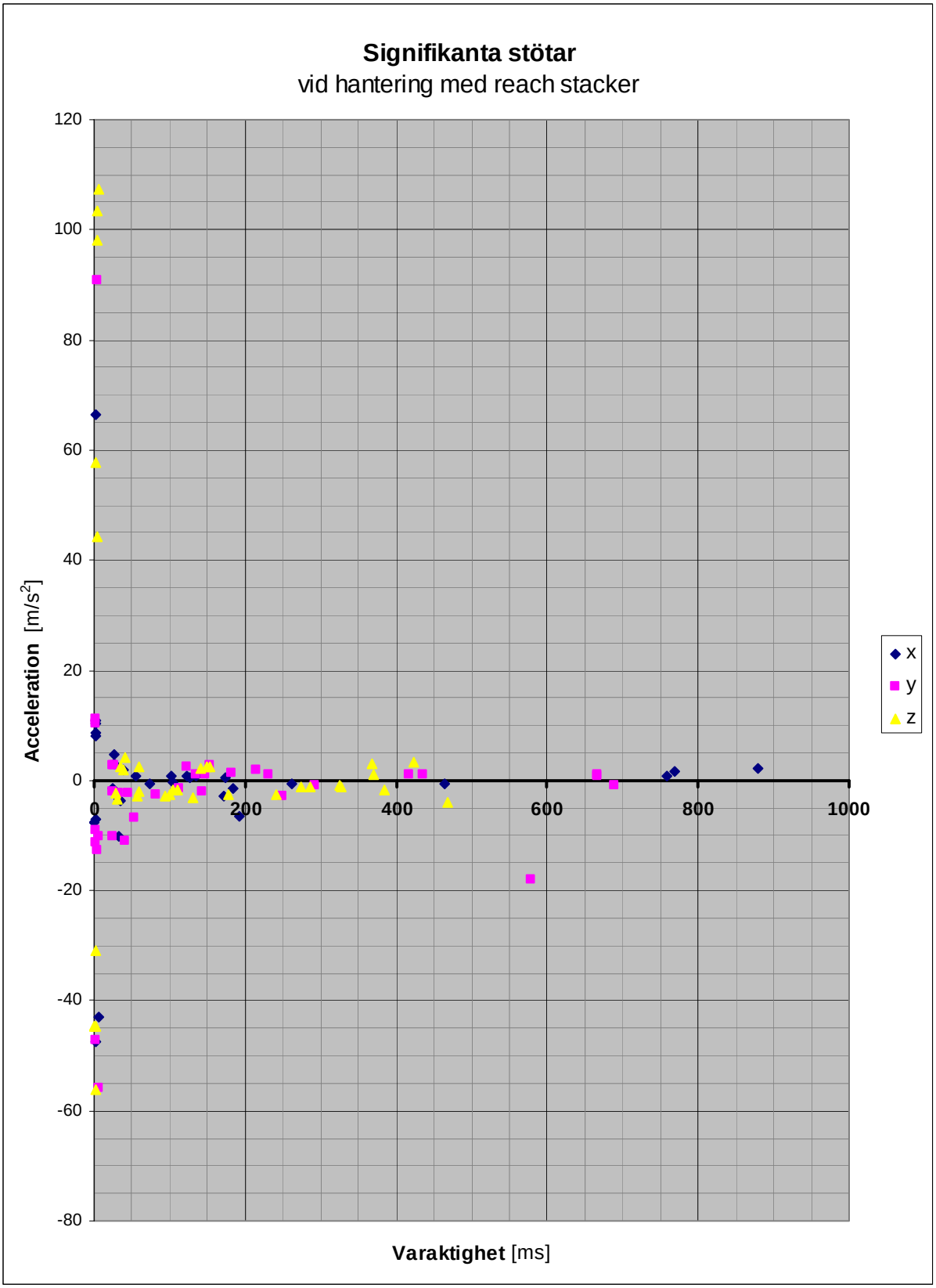
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	11.0	3.0	3	11.2	5.9	2	57.6	22.0	2
	8.0	4.0	2	-10.1	-3.5	7	-44.7	-28.5	2
	-7.5	-3.8	1	-9.0	-5.0	3	-30.9	-11.9	2
25-100 ms	-3.3	-0.4	32	2.8	1.1	25	-3.4	-1.7	31
	3.2	1.0	27	-2.3	-0.6	32	2.6	1.2	35
	-1.5	-0.5	25	-2.1	-0.7	25	2.4	1.1	60
100 -250 ms	0.5	0.2	127	2.6	0.9	122	2.6	1.2	154
	0.5	0.2	174	-1.6	-0.6	112	2.5	1.3	149
	-0.5	-0.2	104	1.0	0.6	148	-1.7	-1.0	104
>250 ms	-1.2	-0.6	10772	1.2	0.5	418	-1.2	-0.6	287
	-0.8	-0.4	1142	1.0	0.7	667	-1.2	-0.6	327
	-0.6	-0.2	262	1.0	0.5	436	-1.1	-0.3	273

Stötar vid normal hantering

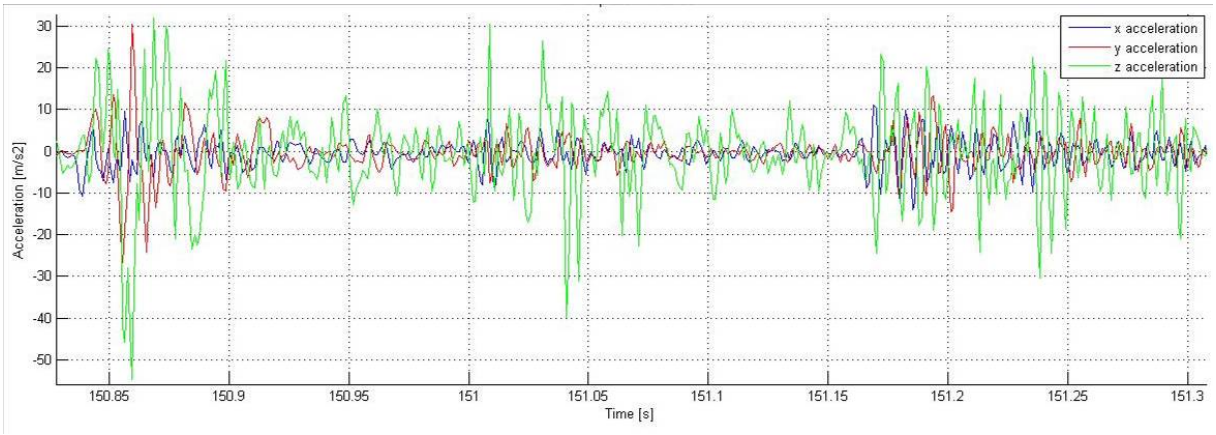
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	10.4	3.6	2	-12.6	-4.7	4	-56.2	-18.8	2
	8.5	3.0	2	-11.3	-4.1	2	-44.6	-22.3	1
	-7.1	-4.6	3	10.2	6.0	2	44.3	15.5	5
25-100 ms	1.8	0.7	38	2.7	1.1	26	-2.3	-1.0	29
	0.8	0.3	56	-2.6	-0.7	81	-2.0	-1.1	59
	-0.6	-0.3	73	-2.2	-1.1	45	2.0	0.8	39
100 -250 ms	0.8	0.3	123	1.2	0.4	182	-2.5	-0.1	100
	0.7	0.3	102	1.1	0.5	230	2.3	1.2	140
	0.7	0.3	134	0.9	0.4	134	-1.8	-0.6	110
>250 ms	-0.8	-0.4	1057	-1.0	-0.4	291	-1.7	-0.7	385
	-0.7	-0.3	464	-0.9	-0.3	689	1.1	0.6	371
	0.7	0.3	759	0.8	0.4	667	-1.0	-0.5	325

Stötar vid hård hantering

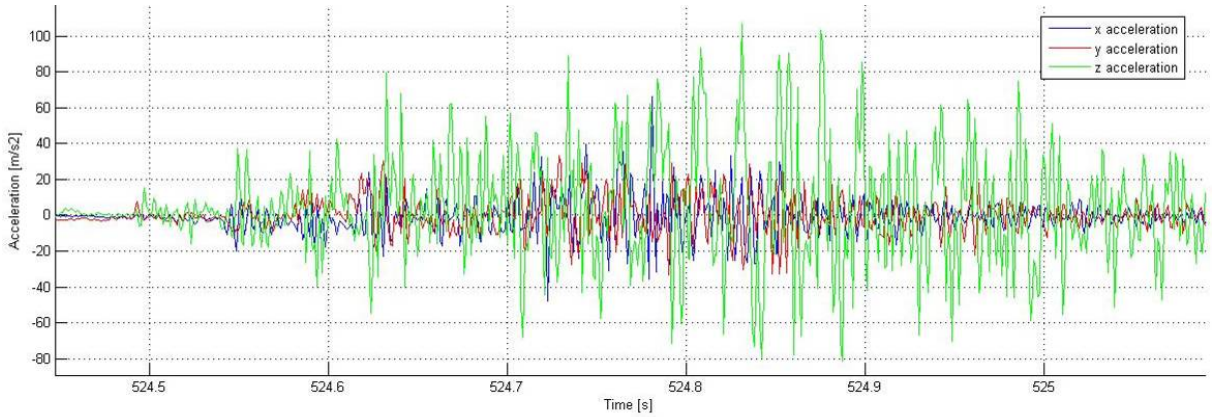
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	66.4	26.7	2	90.7	53.5	4	107.4	52.4	7
	-47.5	-22.5	2	-56.0	-30.2	7	103.4	57.8	4
	-43.1	-17.1	6	-47.1	-31.1	2	98.1	47.0	4
25-100 ms	-10.1	-2.2	32	-11.1	-1.0	40	4.1	1.8	40
	4.7	2.0	27	-10.1	-3.5	25	-2.9	-1.4	93
	-3.7	-1.6	35	-6.8	-0.4	53	-2.8	-1.2	57
100 -250 ms	-6.4	-2.1	191	2.7	0.8	154	-3.3	-1.3	131
	-3.0	-1.3	171	-2.0	-1.0	142	-2.7	-1.1	241
	-1.6	-0.7	184	1.9	0.9	214	-2.6	-1.0	177
>250 ms	2.3	0.8	879	-18.0	-0.3	578	-4.1	-2.3	468
	1.8	1.0	2882	-2.9	-1.0	250	3.4	1.6	423
	1.7	0.8	768	-2.4	-1.2	2309	3.0	1.5	369



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering med reach stacker. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



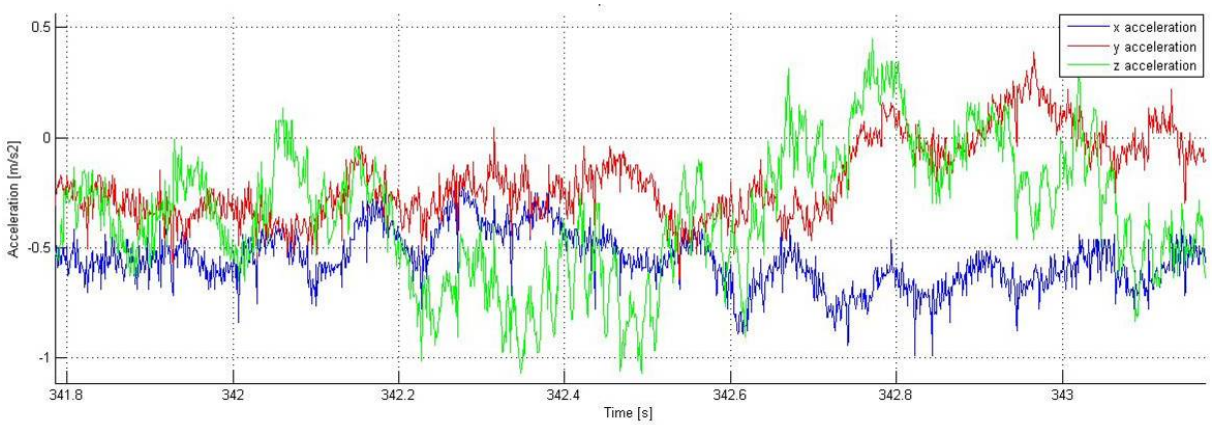
*Detalj av utslag vid normal **nedsättning** mot marken. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1 - 7 millisekunder. Maximalt utslag ca 15 m/s^2 i X-led, ca 30 m/s^2 i Y-led och 55 m/s^2 i Z-led.*



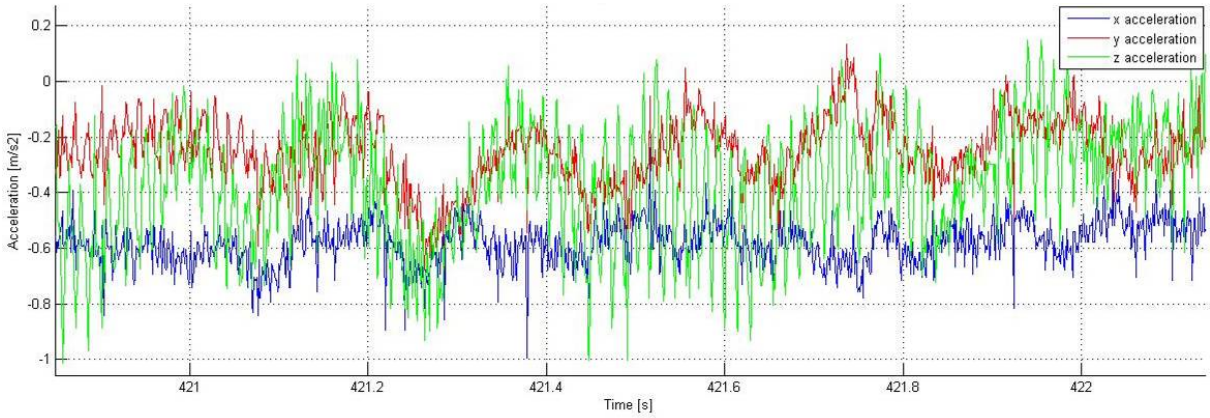
*Detalj av utslag vid **nedsättning** i järnvägsvagn vid **hård förflyttning med reach stacker**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1- 8 millisekunder. Maximalt utslag ca 20 m/s^2 i X-led och Y-led och 105 m/s^2 i Z-led.*

5.5.2.2 Typiska vibrationer

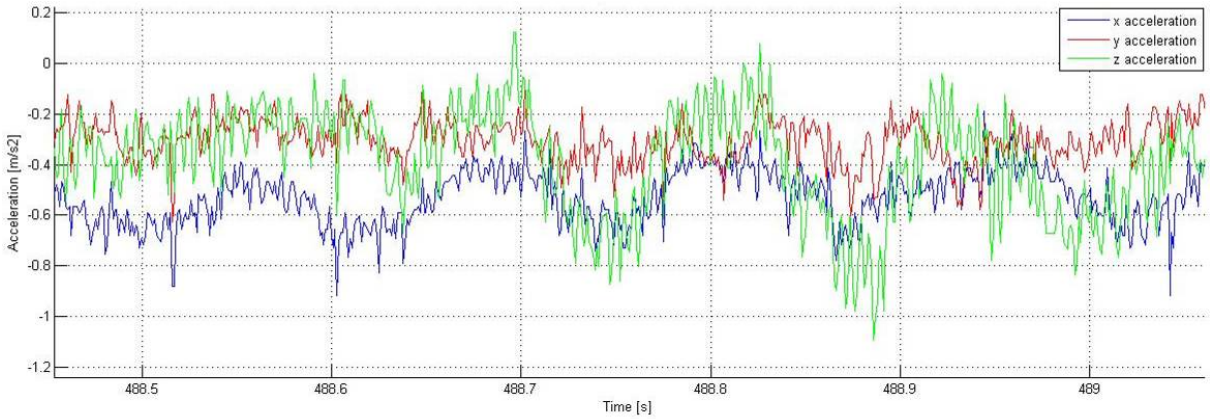
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med reach stacker**. Både lågfrekventa (ca 1 Hz) och mer högfrekventa (ca 10 Hz) vibrationer med amplituder i storleksordningen 0,5 – 1 m/s^2 förkommer överlagrat med varandra längs samtliga axlar.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med reach stacker**. Vibrationer i frekvensområdet runt 75 Hz börjar bli markanta i Z-led .*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med reach stacker**. Vibrationer i frekvensområdet runt 10 Hz är mest markanta längs samtliga axlar .*

5.6 Förflyttning med mover

Containern förflyttades även i en slinga runt hamnområdet med mover, vilket illustreras i bilderna nedan.

Förflyttningen skedde med tre olika nivåer av försiktighet, motsvarande lätt, normal och hård hantering. För varje hanteringsnivå utfördes följande moment; koppling av tappar, lyft från marken, förflyttning samt nedsättning på marken.







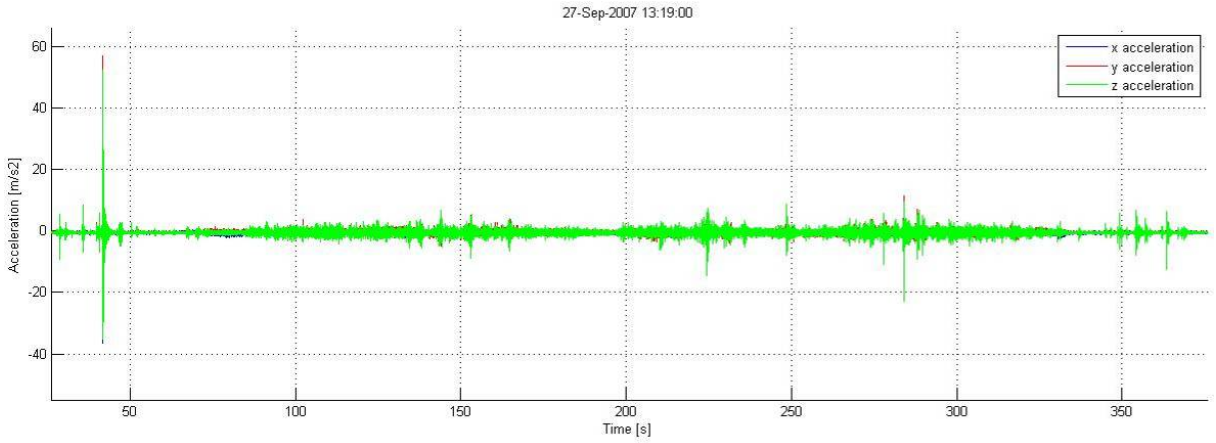
5.6.1 Protokoll

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de tre förflyttningarna. Samtliga förflyttningar utfördes i samma slinga runt hamnområdet.

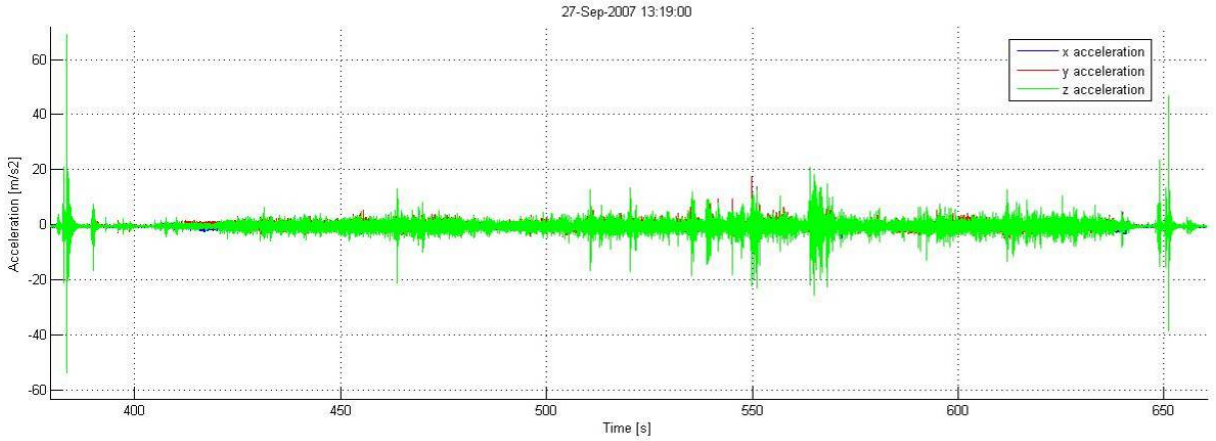
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				**13:19:00**	**0**
Mover	koppling av ok	marken	Lätt	13:19:40	40
	lyft	marken		13:19:45	45
	förflyttning (start)	-		13:20:02	62
	förflyttning (slut)	-		13:24:41	341
	nedsättning	marken		13:24:50	350
	koppling av ok	marken	Normal	13:25:21	381
	lyft	marken		13:25:28	388
	förflyttning (start)	-		13:25:43	403
	förflyttning (slut)	-		13:29:40	640
	nedsättning	marken		13:29:48	648
	koppling av ok	marken	Hård	13:30:04	664
	lyft	marken		13:30:10	670
	förflyttning (start)	-		13:30:34	694
	förflyttning (slut)	-		13:33:30	870
	nedsättning	marken		13:33:48	888

5.6.2 Mätdata

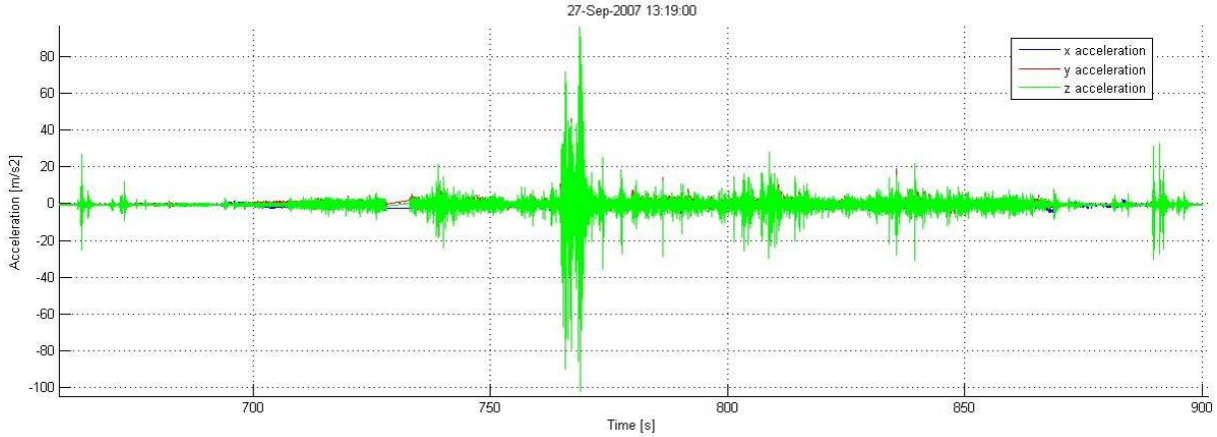
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 plottade för de tre förflyttningarna, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer registrerade av givare 1 vid **lätt förflyttning med mover.***



Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***normal förflyttning med mover.***



Accelerationer registrerade av givare 1 vid ***hård förflyttning med mover.***

5.6.2.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

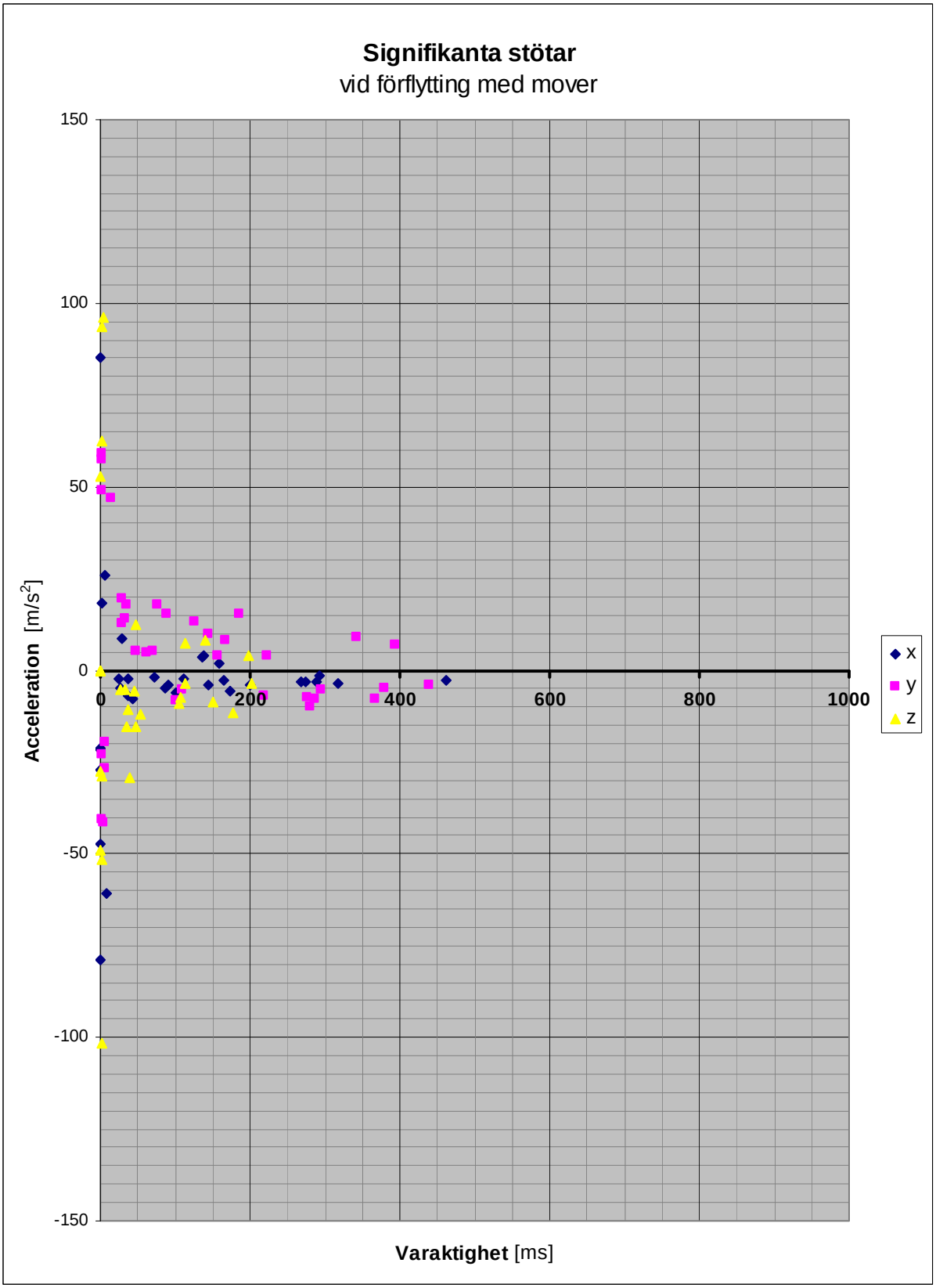
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-27.2	-13.6	1	57.4	28.4	3	52.8	26.4	1
	-21.8	-10.9	1	-22.8	-13.5	3	-28.9	-13.3	2
	-21.4	-10.7	1	-19.4	-11.9	6	-27.5	-13.8	1
25-100 ms	-2.3	-0.8	37	5.4	2.5	47	-5.6	-2.5	45
	-2.1	-1.2	25	5.3	2.2	71	-5.4	-2.6	32
	-2.0	-0.7	72	5.0	1.6	62	-5.2	-1.9	26
100 -250 ms	-2.6	-0.9	165	-5.4	-2.2	110	3.9	2.2	197
	-2.4	-1.1	112	4.1	1.2	157	-3.8	-1.4	113
	1.9	0.8	158	4.1	1.3	223	-3.7	-2.1	202
>250 ms	-2.0	-0.9	2553	-5.2	-2.4	294	0.0	0.0	0
	-1.8	-0.8	2590	-4.6	-1.5	379	0.0	0.0	0
	-1.6	-0.6	293	-3.8	-1.3	438	0.0	0.0	0

Stötar vid normal hantering

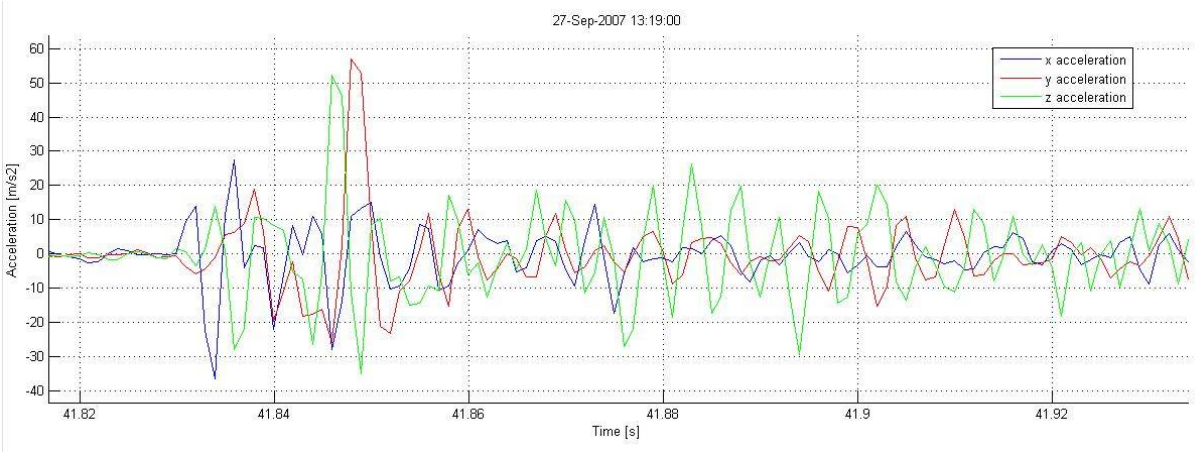
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-47.5	-23.7	1	59.3	26.6	3	62.5	36.2	2
	25.8	4.5	7	-40.4	-16.2	3	-51.5	-30.0	2
	18.5	6.4	2	-26.6	-9.5	6	-49.2	-24.6	1
25-100 ms	-5.0	-1.5	27	18.0	5.0	34	12.5	5.0	47
	-4.7	-2.0	87	14.2	4.4	33	-12.0	-5.3	53
	-4.1	-1.9	91	12.9	5.2	29	-10.7	-4.3	38
100 -250 ms	-4.1	-1.3	199	-8.4	-3.5	101	-11.5	-4.6	177
	-4.0	-1.7	144	8.1	3.6	166	-9.0	-3.3	106
	3.4	1.6	135	-6.8	-3.5	219	8.2	4.0	141
>250 ms	-3.4	-1.1	317	-7.9	-3.2	366	0.0	0.0	0
	-3.2	-1.3	275	-7.8	-2.7	287	0.0	0.0	0
	-2.9	-1.1	462	6.9	2.3	394	0.0	0.0	0

Stötar vid hård hantering

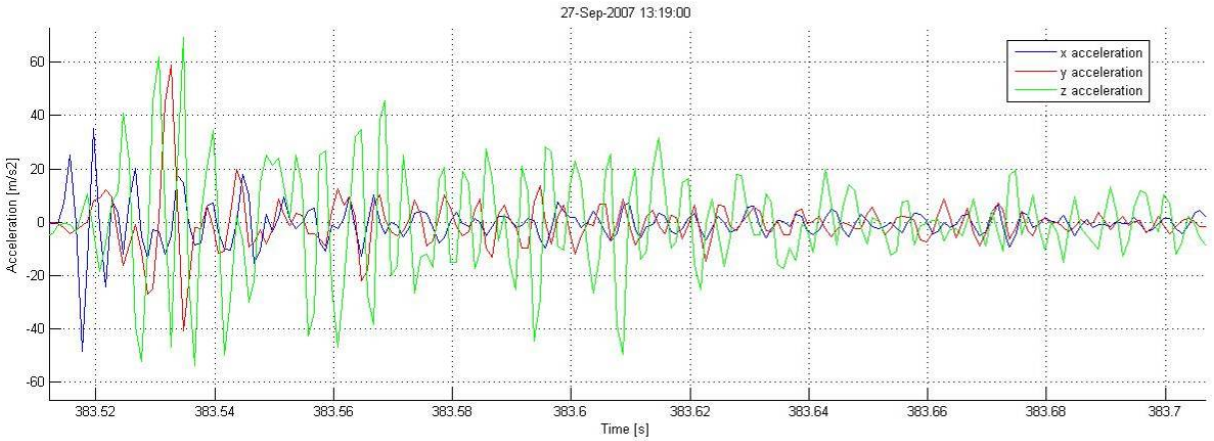
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	85.1	42.6	1	49.1	26.7	2	-101.8	-52.2	2
	-79.1	-39.5	1	46.7	17.7	15	96.3	47.4	4
	-61.0	-15.0	8	-41.3	-18.7	4	93.5	43.0	3
25-100 ms	8.5	4.4	28	19.4	7.9	28	-29.2	-6.1	40
	-7.6	-2.9	43	17.9	8.1	76	-15.6	-7.3	35
	-7.1	-2.3	37	15.4	6.0	88	-15.5	-8.4	47
100 -250 ms	-6.1	-3.0	100	15.2	5.6	186	-8.8	-3.4	150
	-5.5	-1.6	174	13.3	5.5	125	-7.5	-3.4	107
	4.1	1.8	138	10.0	2.9	144	7.4	2.9	114
>250 ms	-4.0	-2.4	2087	-9.9	-3.8	281	0.0	0.0	0
	-3.2	-1.2	289	8.9	3.1	342	0.0	0.0	0
	-3.2	-1.5	267	-7.5	-3.2	276	0.0	0.0	0



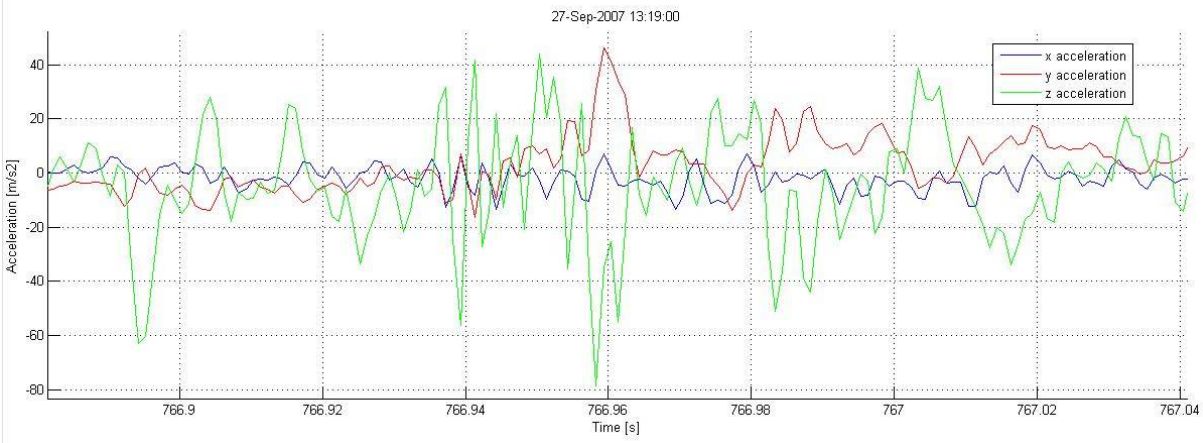
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning med mover. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1 - 3 millisekunder. Maximalt utslag ca 35 m/s^2 i X-led, ca 55 m/s^2 i Y-led och 50 m/s^2 i Z-led.*



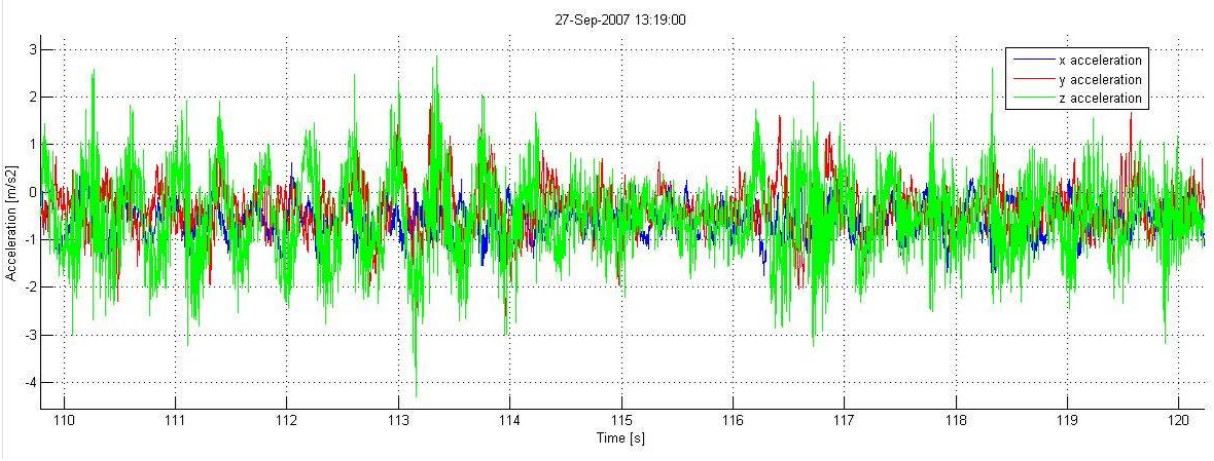
*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid normal hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1 - 3 millisekunder. Maximalt utslag ca 50 m/s^2 i X-led, ca 60 m/s^2 i Y-led och 70 m/s^2 i Z-led.*



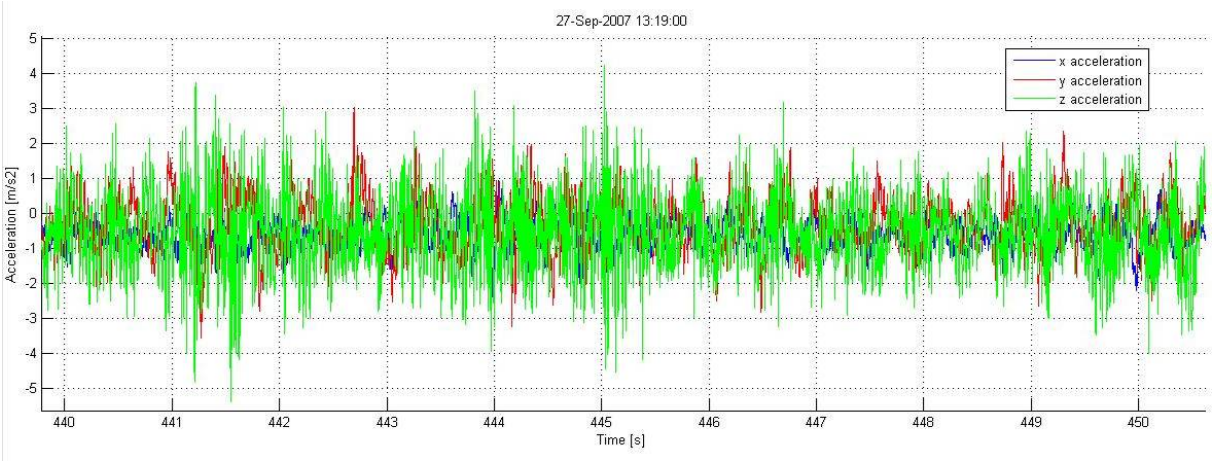
*Detalj av utslag vid **förflyttning under hård hantering.** Signifikanta stötar i Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 5 - 20 millisekunder. Maximalt utslag ca 45 m/s^2 i Y-led och 80 m/s^2 i Z-led.*

5.6.2.2 Typiska vibrationer

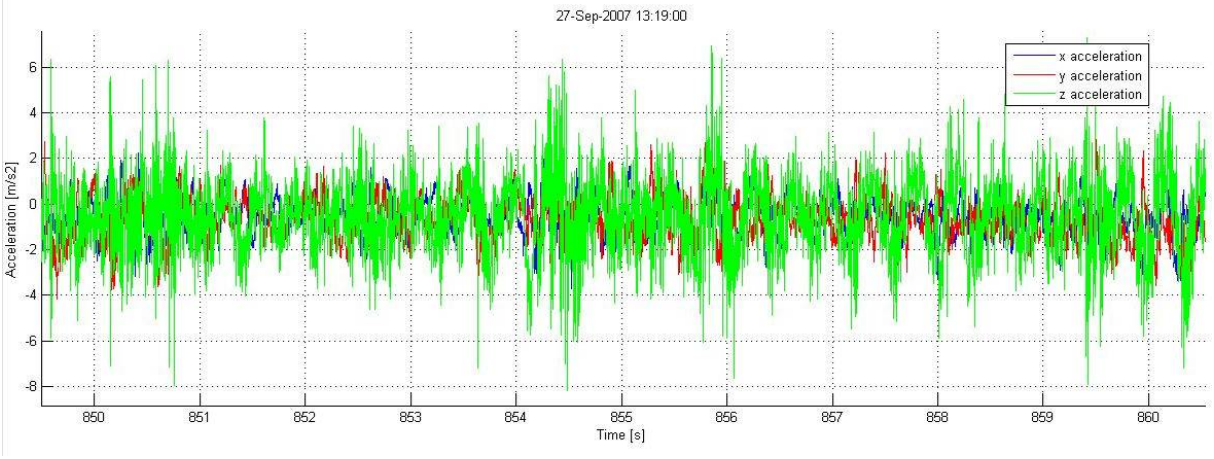
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med mover**. Vibrationer med en frekvens av ca 2,5 Hz är mest markanta.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med mover**. Både vibrationer med en frekvens av ca 2,5 Hz och vibrationer med en frekvens av ca 30 Hz ger signifikanta utslag.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med mover**. Både vibrationer med en frekvens av ca 3 Hz och vibrationer med en frekvens av ca 50 Hz ger signifikanta utslag.*

6 Mätningar utförda på Malmö kombiterminal

Mätningarna av accelerationer som uppträder vid hantering av lastbärare utfördes på Malmö kombiterminal (CargoNet) den 22:e oktober 2007. Hantering av olika typer av lastbärare utfördes med både reach stacker och portalkran.

6.1 Mätserier

Följande mätserier utfördes vid mätningarna på Malmö Kombiterminal:

- Hantering av trailer
  - *Hantering med reach stacker*
  - *Hantering med portalkran*
- Hantering av container
  - *Hantering med reach stacker*
  - *Hantering med portalkran*
- Hantering av växelflak
  - *Hantering med reach stacker*
  - *Hantering med portalkran*



Hantering av växelflak med reach stacker.



Hantering av trailer med portalkran.

De olika komponenterna i mätutrustningen som användes är beskriven i kapitel 3.5 och dess placering i lastbärarna är beskriven i kapitlen för respektive mätserie nedan. Under mätningarna på Malmö kombiterminal uppstod inga problem med utrustningen.

6.2 Hantering av trailer

I denna mätserie hanterades en trailer med både reach stacker och portalkran. Trailern var lastad med virkespaket och totalvikten för fordonet var ca 32,5 ton.

Då trailern hanterades med reach stacker utfördes följande moment med tre grader av försiktighet:

- lyft från järnvägsvagn
- kort intern förflyttning i slinga på terminalområdet,
- nedsättning på marken,
- lyft från marken
- nedsättning på järnvägsvagn

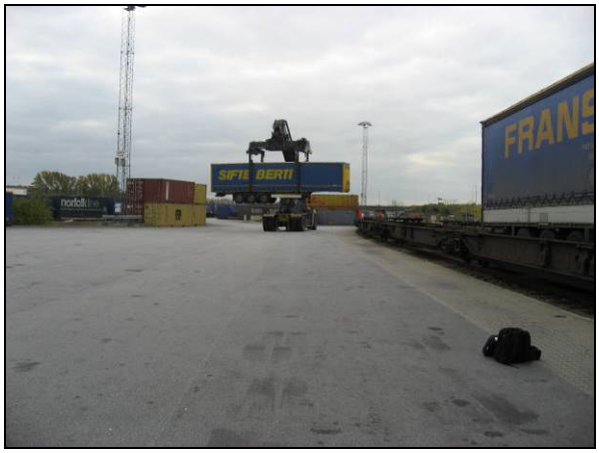
Procedurerna upprepades tre gånger svarande mot lätt, normal och hård hantering. Griparmarna kopplades loss mellan varje nedsättning och lyft.

Motsvarande moment utfördes sedan med portalkran, fast den interna förflyttningen i slinga på terminalområdet ersattes med en förflyttning av kranen längs spåret. Dessutom utgick kedjan av hanteringsmoment från marken istället för från en järnvägsvagn.

En trailer har luftgummihjul och luftfjädring som kan antas dämpa påkänningarna som godset utsätts för vid nedsättning på marken eller på en järnvägsvagn. Den lyfts med hjälp av griparmar som placeras i lyftlinjalerna på dess sidor. Griparmarna tillåter en viss pendling av lastbäraren vid hantering, framför allt i dess längdled.



Lyft av trailer med reach stacker.



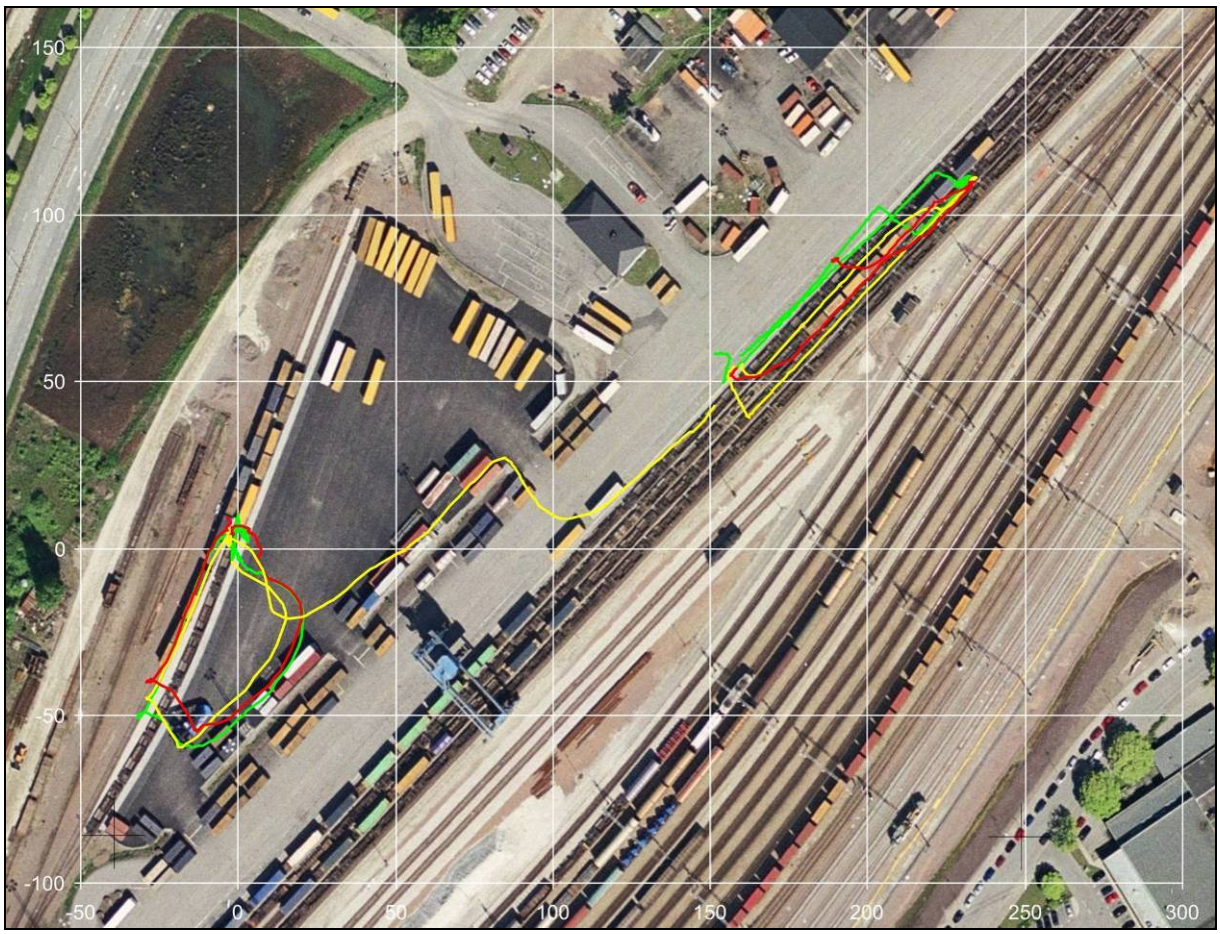
Intern transport av trailer med reach stacker.



Förflyttning längs spåren med portalkran.



Nedsättning av trailer med portalkran.



Plot av GPS-spåret för hantering av trailer.

Slingorna till vänster i bilden visar rörelserna vid hantering med reach stacker medans slingorna till höger visar rörelserna vid hantering med portalkran.

Grönt spår svarar mot lätt, gult mot normal och rött mot hård hantering.

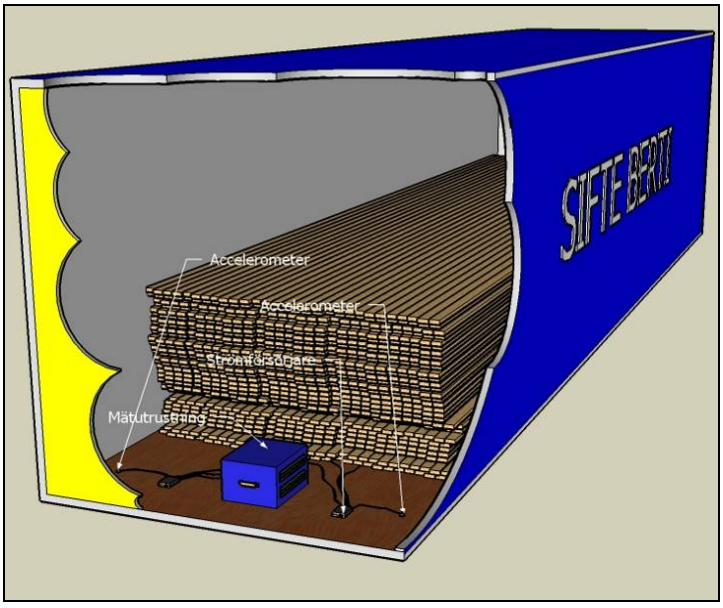
Varje ruta i bilden är 50 x 50 m stor.

6.2.1 Placering av mätutrustning

Placeringen av utrustningen i trailern presenteras i skisserna och fotografierna till höger och nedan.

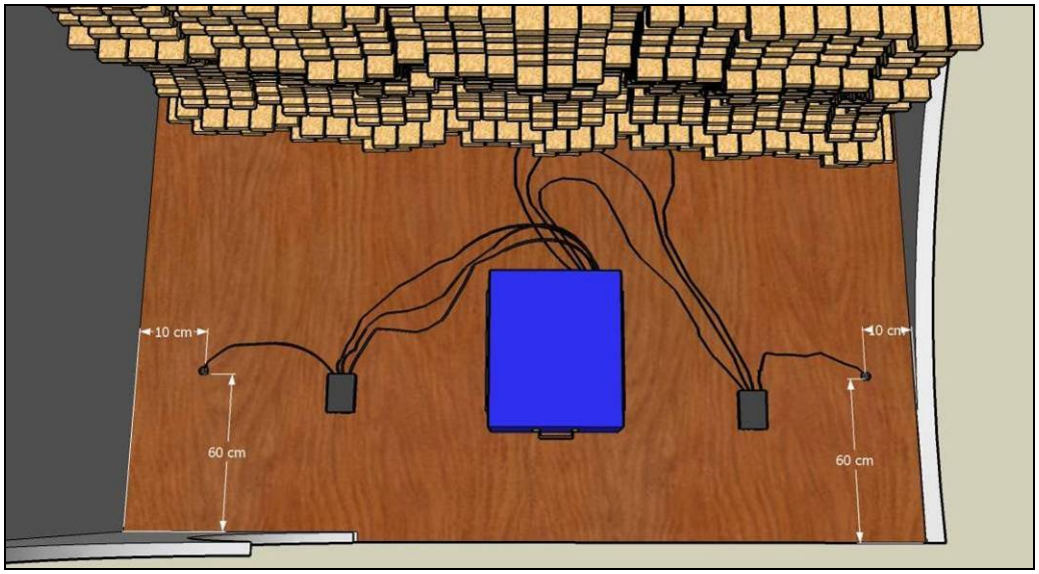
De två givarna för accelerationer samt trälådan med det mesta av den övriga utrustningen skruvades fast i trailerns plyfagolv. Givarnas strömförsörjare liksom kablaget tejpades fast mot underlaget.

GPS mottagaren placerades på trailerns tak.









Placering av mätutrustning i trailern.

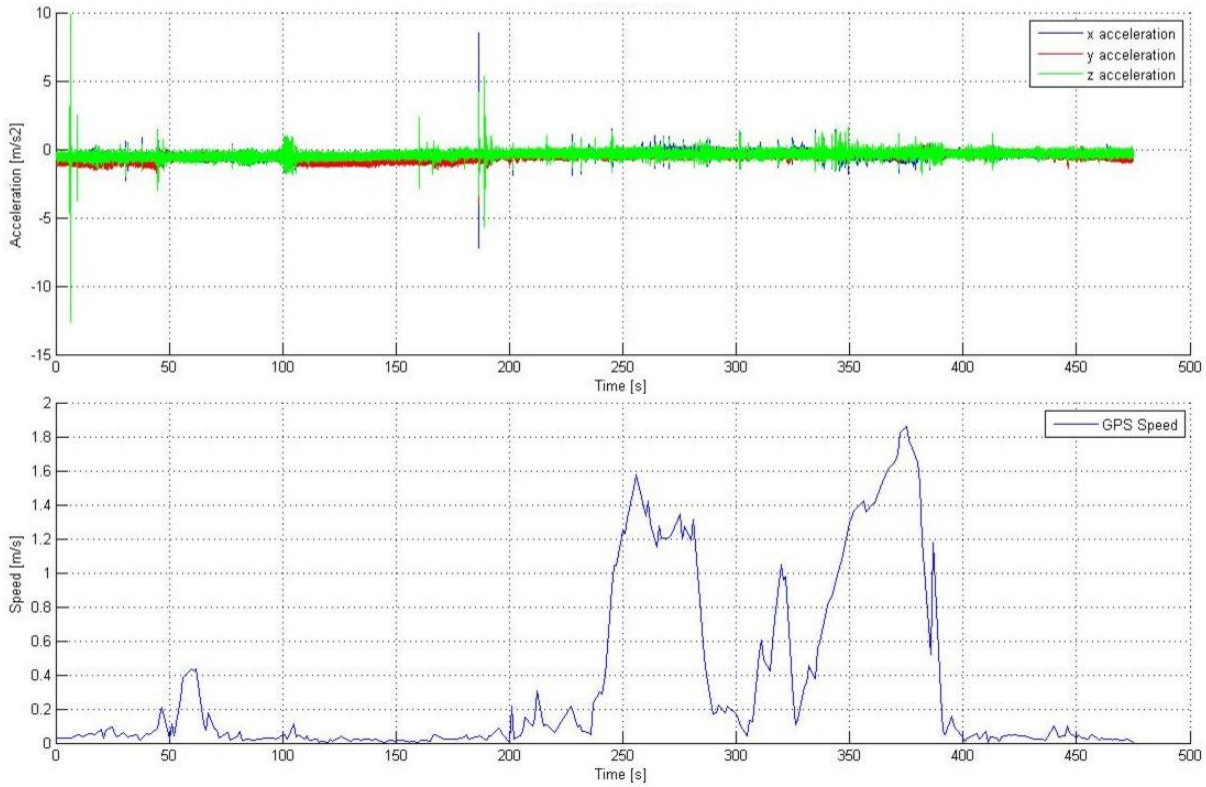
6.2.2 Protokoll för Hantering med reach stacker

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av trailer med reach stacker.

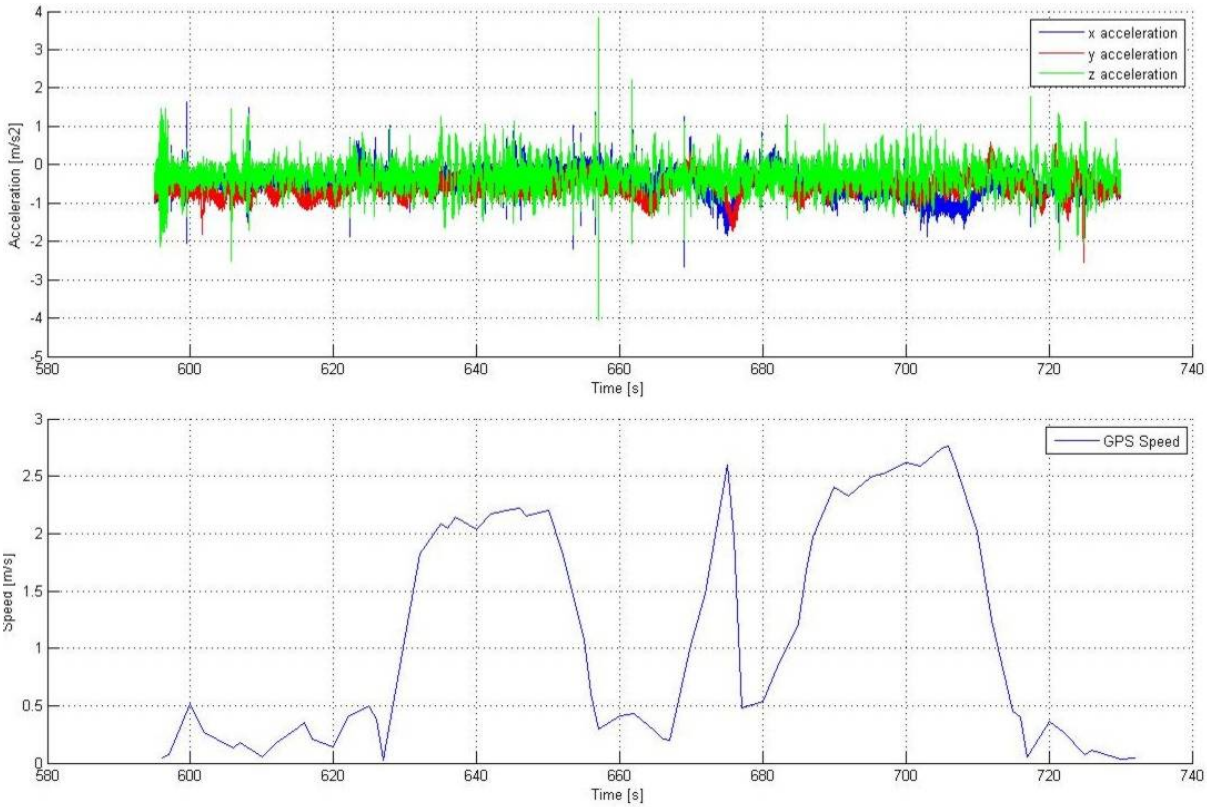
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***09:48:00***	***0***
Reach stacker	lyft	jvg-vagn		09:48:10	10
	nedsättning	marken		09:49:43	103
	lyft	marken		09:51:14	194
	förflyttning (start)	-	**Lätt**	09:51:55	235
	förflyttning (slut)	-		09:54:31	391
	nedsättning (start)	jvg-vagn		09:54:53	413
	nedsättning (slut)	jvg-vagn		09:55:54	474
	lyft	jvg-vagn		09:57:57	597
	förflyttning (start)	-	**Normal**	09:58:13	613
	förflyttning (slut)	-		09:59:56	716
	nedsättning	jvg-vagn		10:00:06	726
	lyft	jvg-vagn		10:01:23	803
	förflyttning (start)	-		10:01:36	816
	förflyttning (slut)	-		10:02:57	897
	nedsättning	marken	**Hård**	10:03:22	922
	lyft	marken		10:03:39	939
	nedsättning (start)	jvg-vagn		10:04:07	967
	nedsättning (slut)	jvg-vagn		10:04:35	995
	lyft	jvg-vagn		10:06:00	1080
	förflyttning (start)	-	**Normal**	10:06:15	1095
	förflyttning (slut)	-		10:09:26	1280
	nedsättning	marken		10:09:26	1286

6.2.3 Mätdata vid Hantering med reach stacker

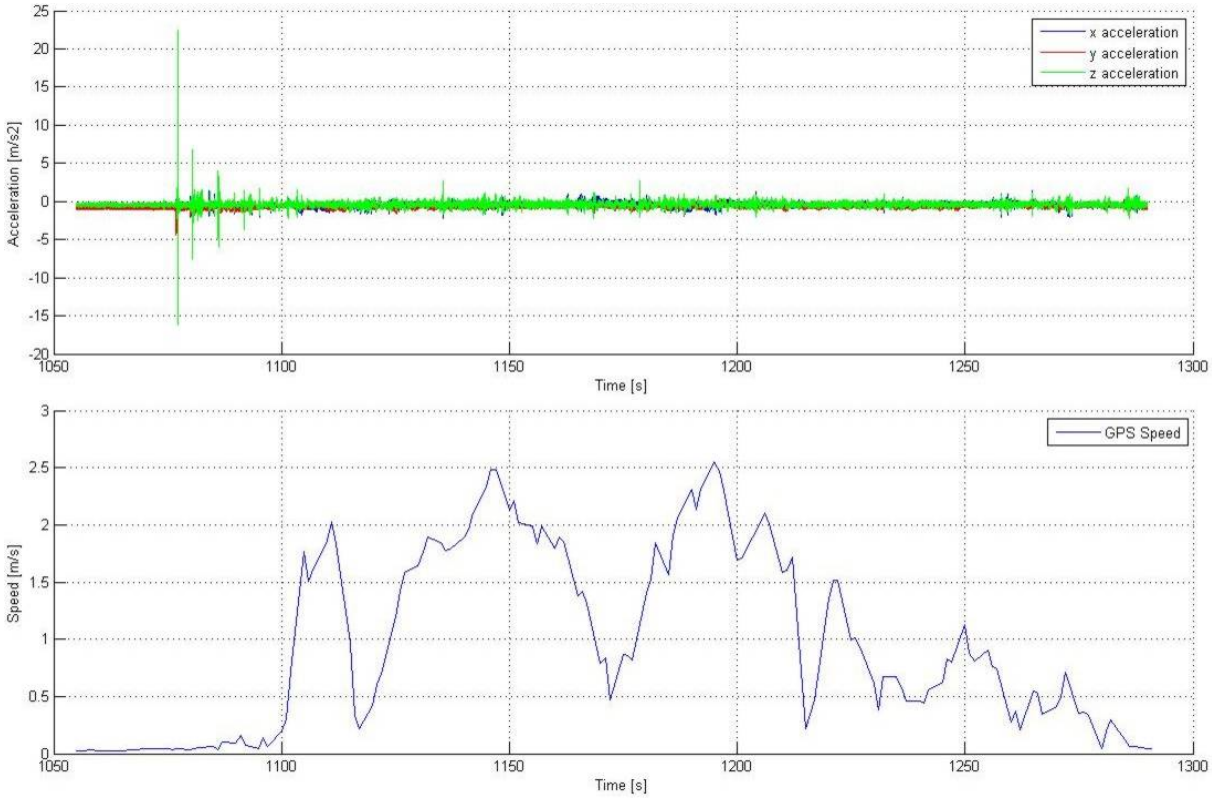
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt den med GPS'en uppmätta hastigheterna varmed trailern förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



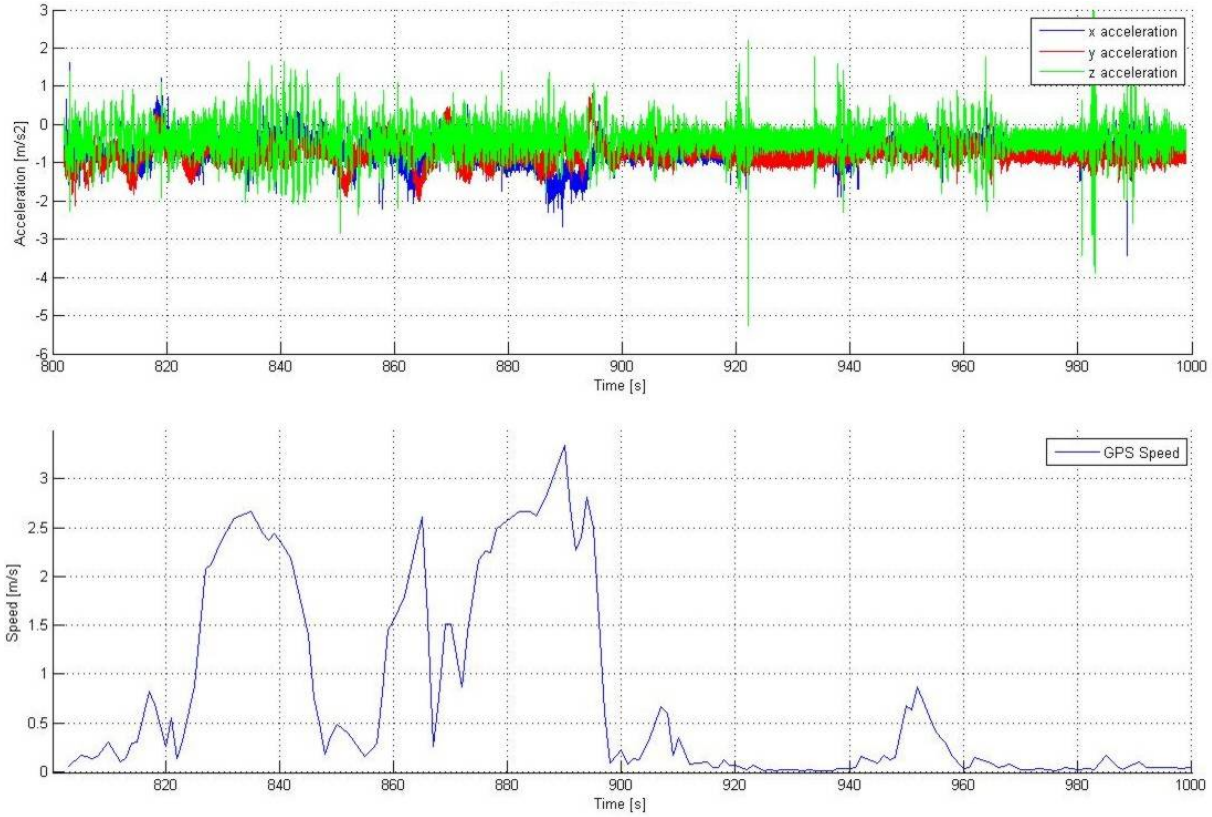
*Acccelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av trailer med **reach stacker**.*



*Acccelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av trailer med **reach stacker**.*



*Acccelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av trailer med **reach stacker**.*



*Acccelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av trailer med r**each stacker**.*

6.2.3.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

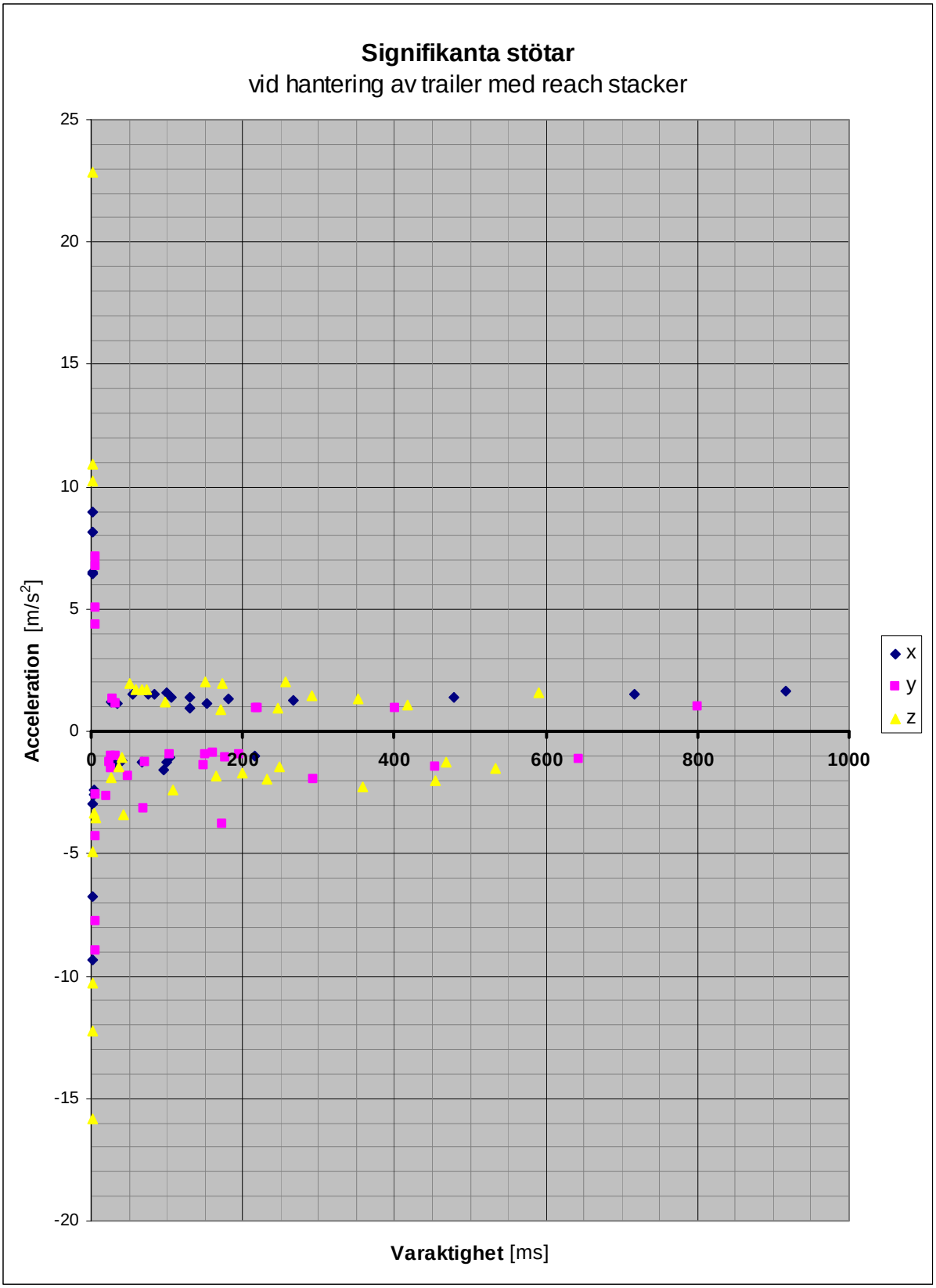
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	9.0	5.4	2	-9.0	-5.6	6	-12.2	-7.9	1
	8.1	3.9	2	6.7	4.3	5	-10.3	-5.4	1
	-6.7	-3.9	2	4.3	2.3	7	10.2	6.2	1
25-100 ms	-1.3	-0.4	67	-1.5	-0.6	26	-1.5	-0.5	37
	-1.2	-0.4	40	-1.3	-0.7	25	1.2	0.3	99
	1.2	0.6	35	1.2	0.6	33	-1.1	-0.3	41
100 -250 ms	1.2	0.3	153	1.0	0.3	219	-1.5	-0.8	249
	-1.0	-0.2	216	1.0	0.3	221	0.9	0.5	247
	1.0	0.4	130	-0.9	-0.4	195	0.9	0.3	171
>250 ms	1.3	0.4	1629	-1.1	-0.6	643	1.3	0.7	352
	1.2	0.2	267	1.0	0.4	800	-1.2	-0.7	469
	1.2	0.3	1044	1.0	0.3	401	1.1	0.4	417

Stötar vid normal hantering

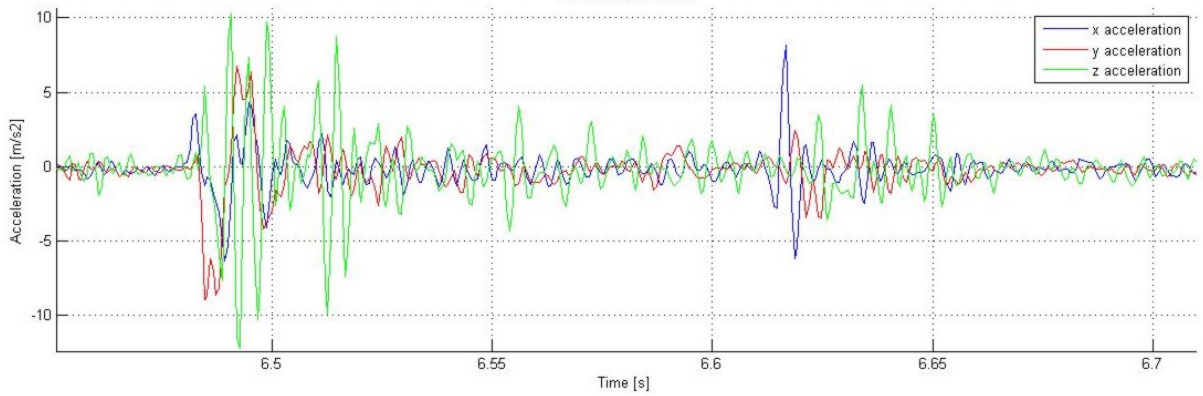
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-9.3	-4.6	1	-7.8	-3.7	6	22.8	11.2	2
	6.5	3.6	2	7.1	3.7	7	-15.9	-8.8	2
	6.4	3.4	1	5.0	2.8	5	10.9	5.1	1
25-100 ms	1.5	0.3	75	-3.2	-0.9	70	-3.4	-0.6	43
	1.5	0.2	83	1.3	0.8	29	-1.9	-0.7	27
	1.5	0.6	54	-1.3	-0.5	72	1.7	0.9	73
100 -250 ms	1.6	0.5	100	-3.8	-0.4	174	-2.4	-1.0	107
	1.4	0.3	107	-1.4	-0.5	149	2.1	0.9	152
	1.3	0.4	182	-1.1	-0.5	177	-1.9	-0.9	166
>250 ms	1.9	0.4	1255	-1.9	-1.1	294	1.6	0.8	591
	1.5	0.4	717	-1.4	-0.3	455	-1.5	-0.6	533
	1.4	0.3	479	1.2	0.5	2848	1.5	0.7	292

Stötar vid hård hantering

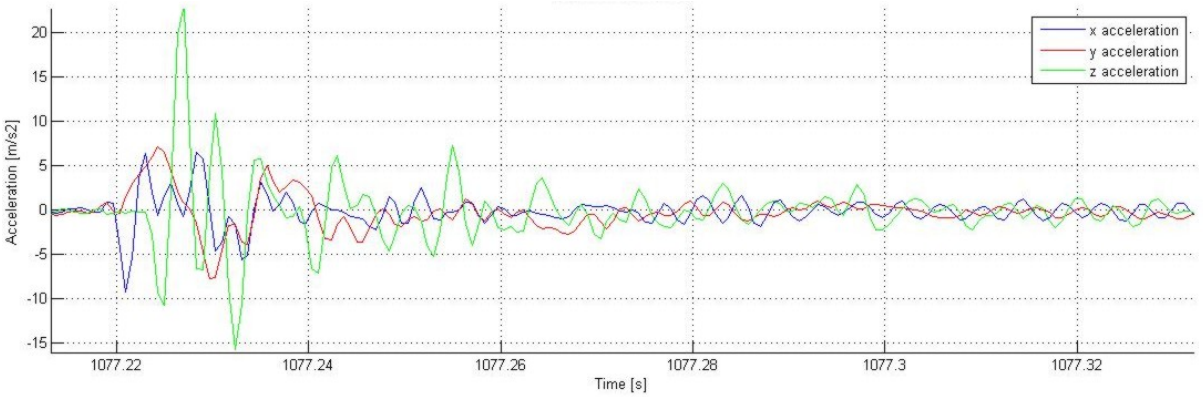
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-2.9	-1.4	1	-4.3	-2.2	7	-4.9	-2.1	1
	-2.6	-1.2	5	-2.6	-1.0	20	-3.5	-2.0	5
	-2.4	-1.2	4	-2.6	-1.5	5	-3.3	-1.8	4
25-100 ms	-1.5	-0.3	95	-1.8	-0.7	48	2.0	0.8	51
	-1.3	-0.3	31	-1.0	-0.5	26	1.7	0.7	59
	1.2	0.2	27	-1.0	-0.4	33	1.7	0.7	68
100 -250 ms	1.4	0.2	131	-0.9	-0.3	103	1.9	1.2	174
	-1.2	-0.2	101	-0.9	-0.4	150	-1.9	-0.9	232
	-1.1	-0.6	104	-0.9	-0.5	160	-1.7	-0.9	199
>250 ms	-2.2	-1.0	3601	-1.5	-0.6	1540	-2.2	-0.9	358
	1.7	0.5	916	1.4	0.8	1603	-2.0	-1.1	453
	-1.6	-0.7	3269	-1.4	-0.6	3681	2.0	0.8	257



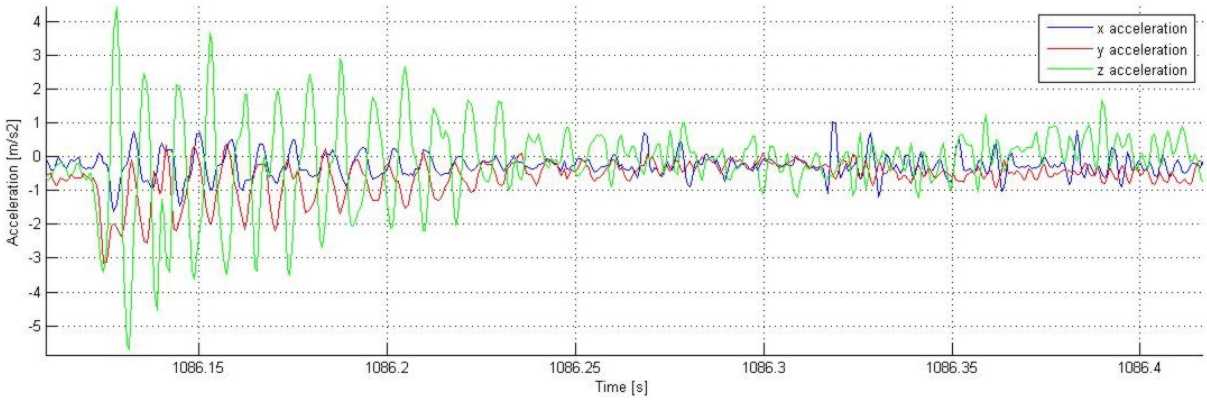
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av trailer med reach stacker. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1 - 6 millisekunder. Maximalt utslag ca 8 m/s^2 i X-led, ca 9 m/s^2 i Y-led och 12 m/s^2 i Z-led.*



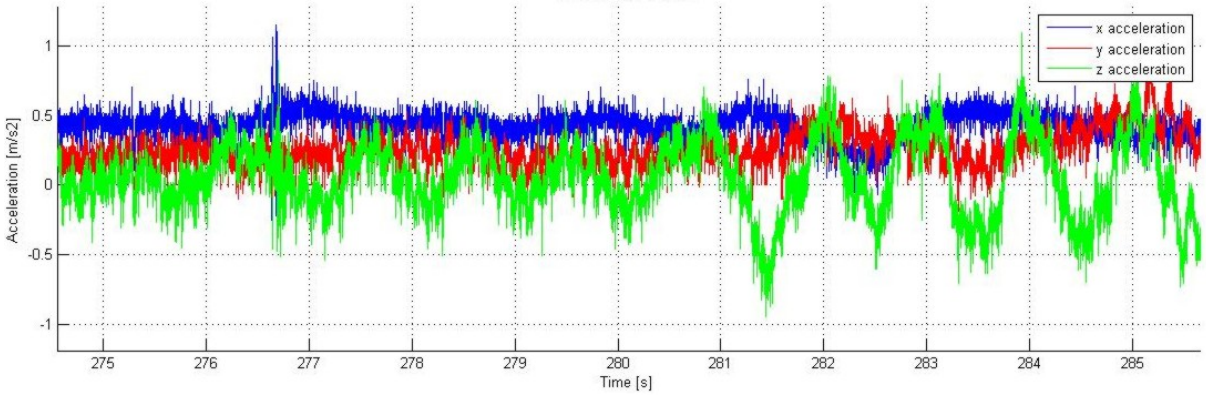
*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid normal hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 1 - 7 millisekunder. Maximalt utslag ca 9 m/s^2 i X-led, ca 8 m/s^2 i Y-led och 23 m/s^2 i Z-led.*



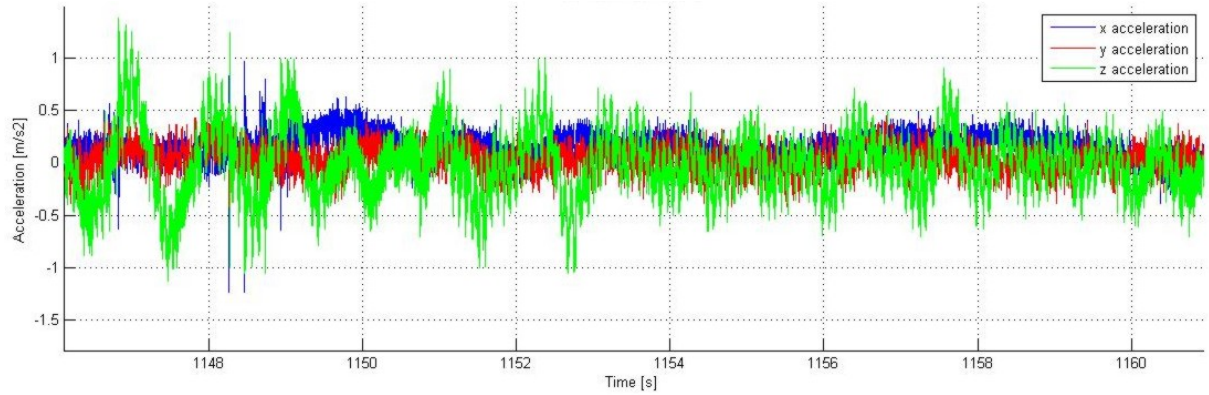
*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken vid normal hantering**. Signifikanta stötar i Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 6 - 12 millisekunder. Maximalt utslag ca 3 m/s^2 i Y-led och 6 m/s^2 i Z-led.*

6.2.3.2 Typiska vibrationer

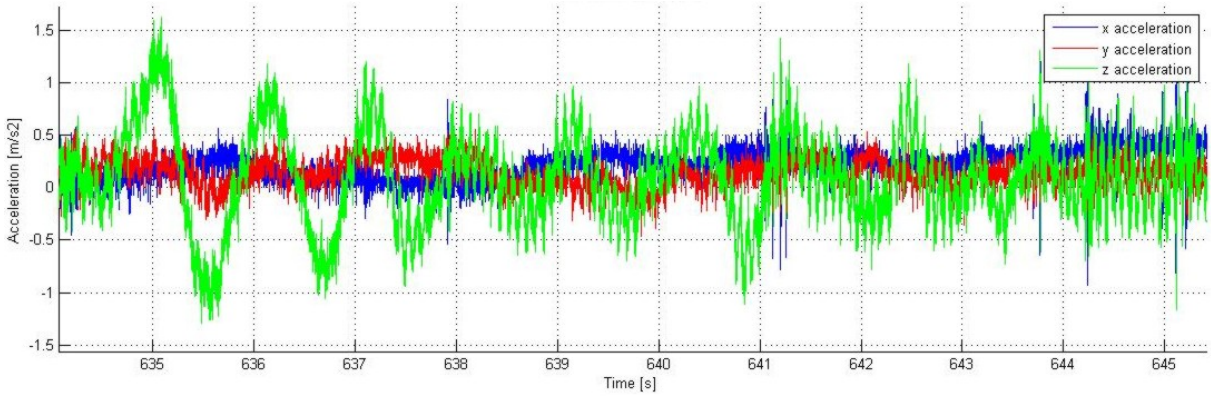
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 en frekvens av ca 1 Hz.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 – 1,0 m/s^2 en frekvens av ca 1 Hz.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5-1,5 m/s^2 en frekvens av ca 1 Hz.*

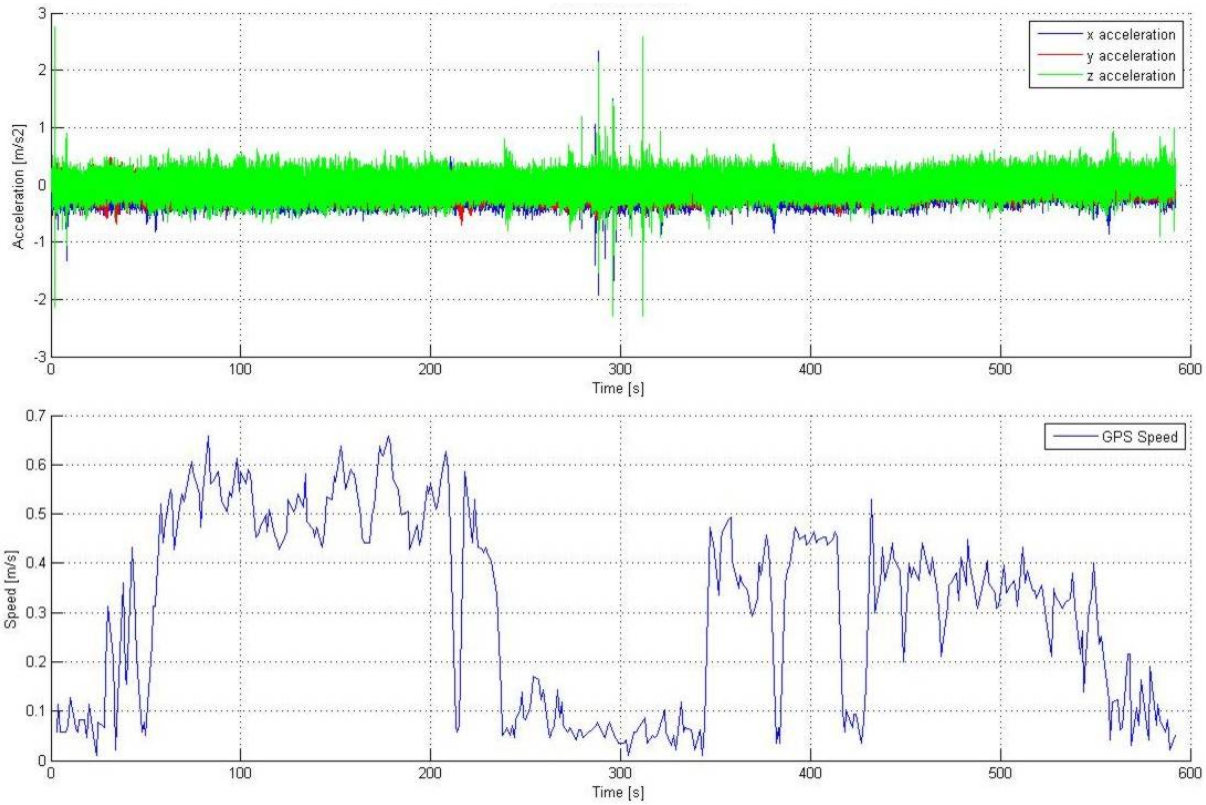
6.2.4 Protokoll för hantering med portalkran

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av trailer med portalkran.

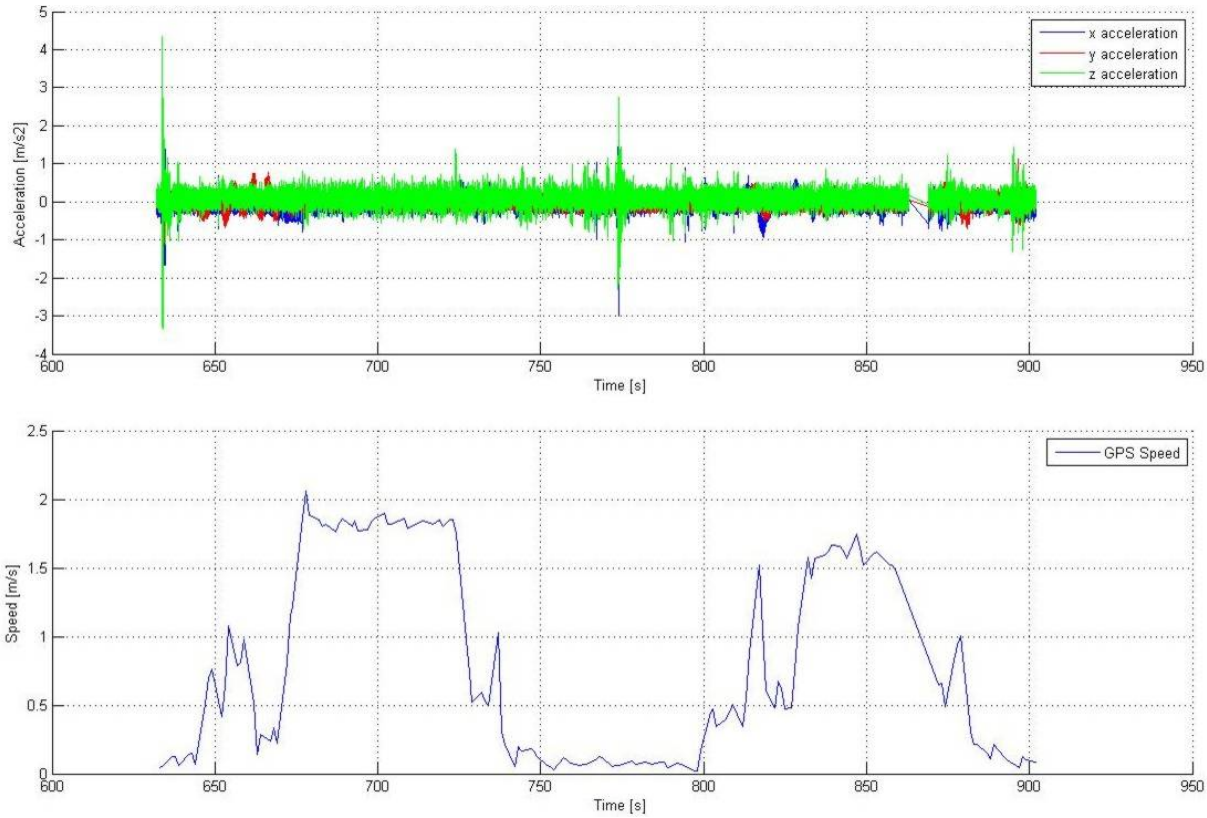
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***10:16:48***	***0***
Portalkran	lyft	marken		10:16:53	5
	förflyttning (start)	-		10:17:33	45
	förflyttning (slut)	-		10:21:08	260
	nedsättning	jvg-vagn	**Lätt**	10:21:33	285
	lyft	jvg-vagn		10:22:05	317
	förflyttning (start)	-		10:22:28	340
	förflyttning (slut)	-		10:25:58	550
	nedsättning	marken		10:26:33	585
	lyft	marken		10:27:23	635
	förflyttning (start)	-		10:27:29	641
	förflyttning (slut)	-		10:29:08	740
	nedsättning	jvg-vagn	**Normal**	10:29:34	766
	lyft	jvg-vagn		10:29:56	788
	förflyttning (start)	-		10:30:03	795
	förflyttning (slut)	-		10:31:42	894
	nedsättning	marken		10:31:44	896
	lyft	marken		10:31:57	909
	förflyttning (start)	-		10:32:02	914
	förflyttning (slut)	-		10:33:17	989
	nedsättning	jvg-vagn		10:33:48	1020
	lyft	jvg-vagn	**Hård**	10:33:57	1029
	förflyttning (start)	-		10:34:14	1046
	förflyttning (slut)	-		10:34:59	1091
	nedsättning	marken		10:35:18	1110

6.2.5 Mätdata från hantering med portalkran

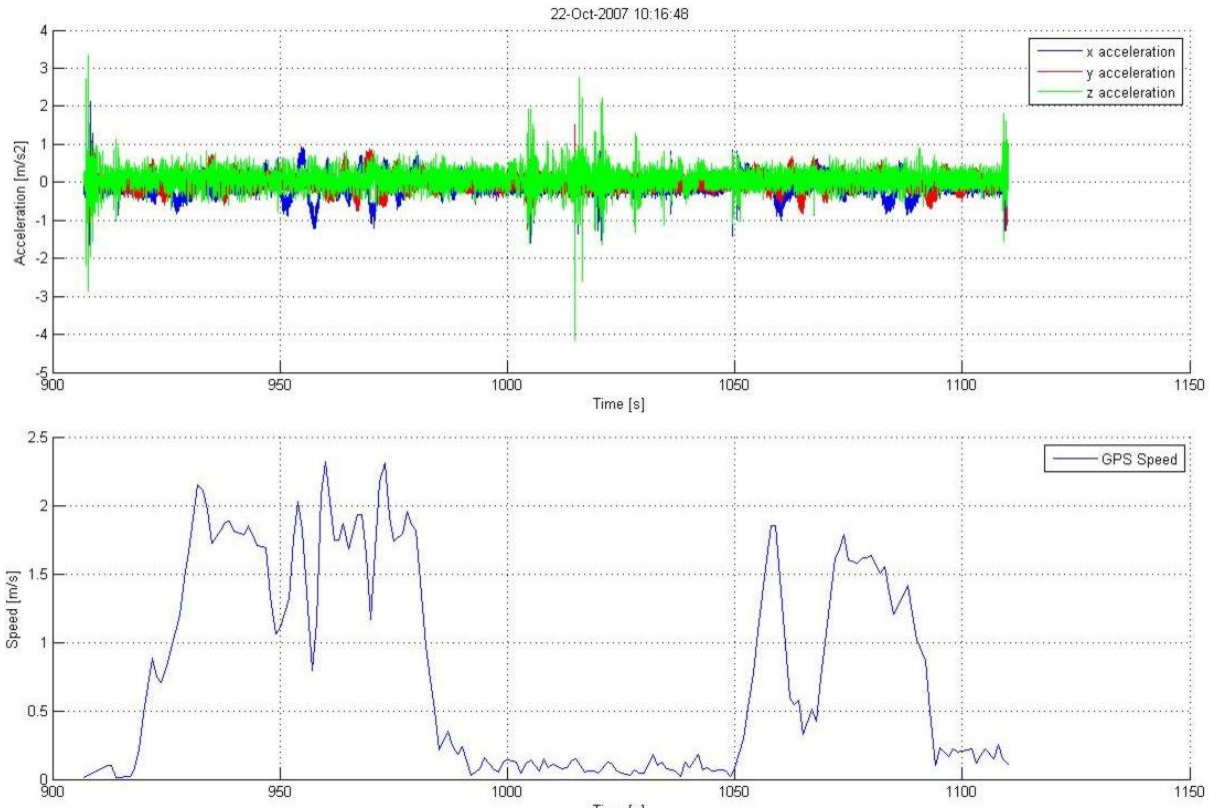
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt de med GPS'en uppmätta hastigheterna varmed trailern förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av trailer med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av trailer med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av trailer med **portalkran**.*

6.2.5.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

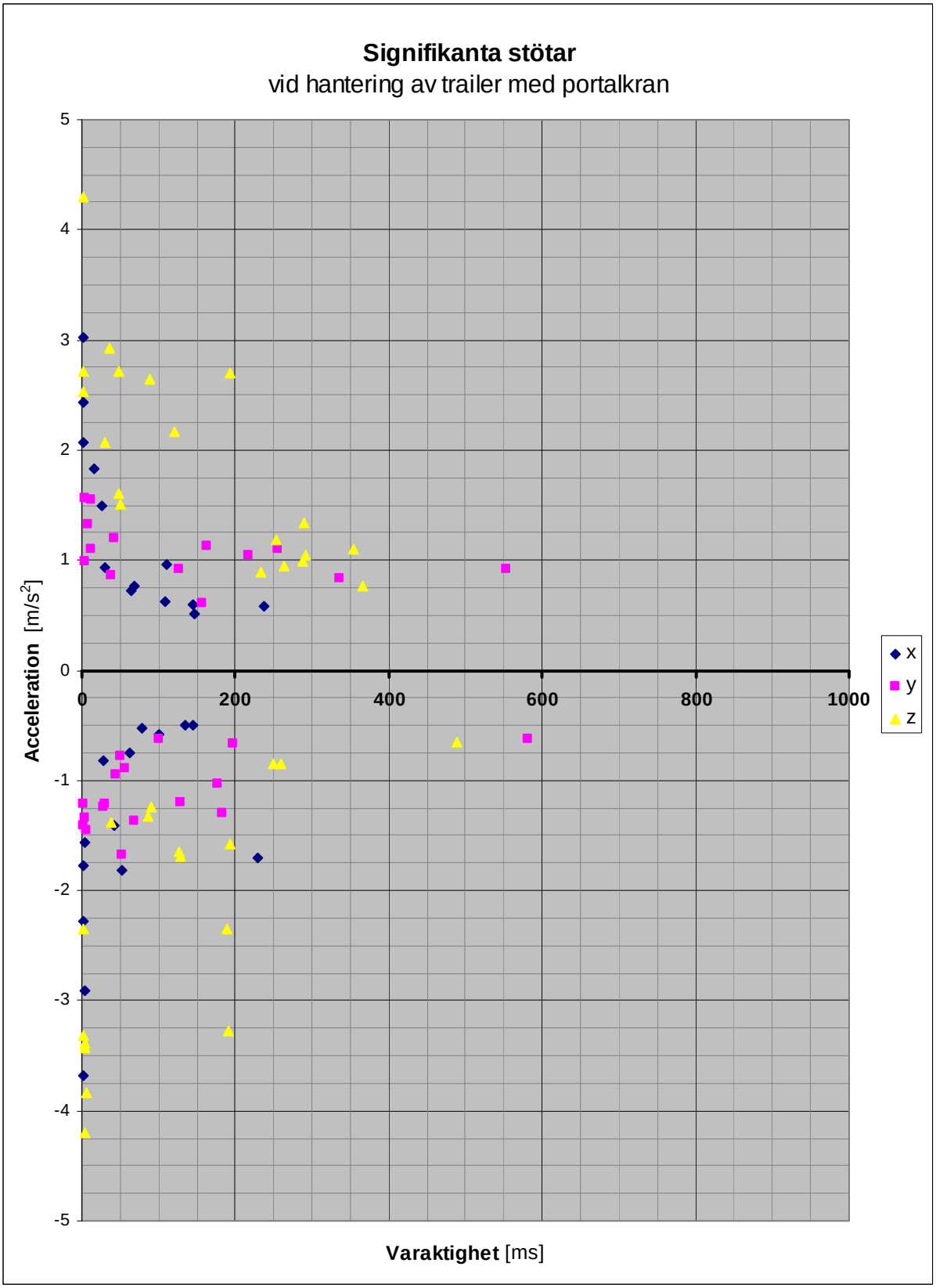
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	2.4	1.5	2	-1.4	-0.5	1	2.7	1.2	1
	1.8	0.4	15	-1.2	-0.5	1	2.5	1.2	3
	-1.8	-1.1	2	1.0	0.5	5	-2.3	-1.4	3
25-100 ms	-1.8	-0.8	51	-1.7	-0.4	53	2.1	0.9	29
	0.8	0.3	69	0.9	0.5	37	1.5	0.8	51
	-0.7	-0.4	61	-0.8	-0.4	49	-1.2	-0.6	91
100 -250 ms	-0.6	-0.2	100	-0.7	-0.4	198	-1.6	-0.4	192
	-0.5	-0.2	135	-0.6	-0.2	101	0.9	0.6	234
	-0.5	-0.2	145	0.6	0.4	156	-0.8	-0.4	249
>250 ms	-0.7	-0.3	1310	-0.7	-0.2	1170	-0.8	-0.4	259
	-0.7	-0.3	1210	-0.7	-0.3	1830	0.8	0.3	366
	-0.7	-0.4	1433	-0.6	-0.3	581	-0.7	-0.3	489

Stötar vid normal hantering

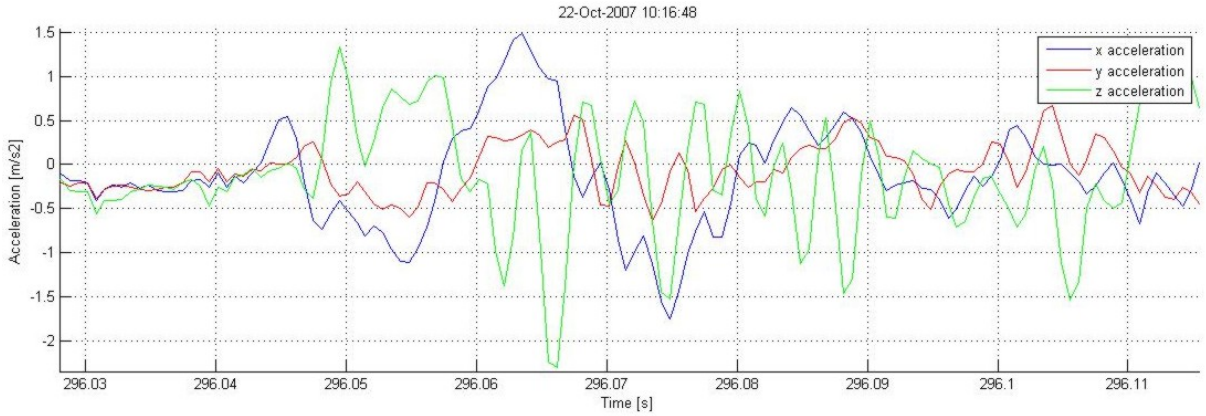
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-2.9	-1.6	3	1.6	0.8	4	4.3	2.1	2
	2.1	1.1	2	-1.3	-0.7	4	-3.4	-1.8	3
	-1.6	-0.7	4	1.1	0.5	13	-3.3	-1.8	2
25-100 ms	1.5	0.3	25	-1.4	-0.7	69	1.6	0.7	49
	0.7	0.3	65	-0.9	-0.6	44	-1.4	-0.7	37
	-0.5	-0.2	78	-0.9	-0.5	56	-1.3	-0.6	87
100 -250 ms	1.0	0.4	111	1.0	0.4	218	2.7	1.1	194
	0.6	0.3	108	-1.0	-0.4	176	-2.4	-1.1	188
	0.6	0.2	237	0.9	0.3	127	-1.7	-0.7	127
>250 ms	-0.8	-0.4	2643	0.8	0.4	336	1.3	0.7	290
	0.8	0.3	2023	0.8	0.5	1764	1.2	0.7	253
	0.7	0.4	2650	0.8	0.5	1896	1.1	0.5	355

Stötar vid hård hantering

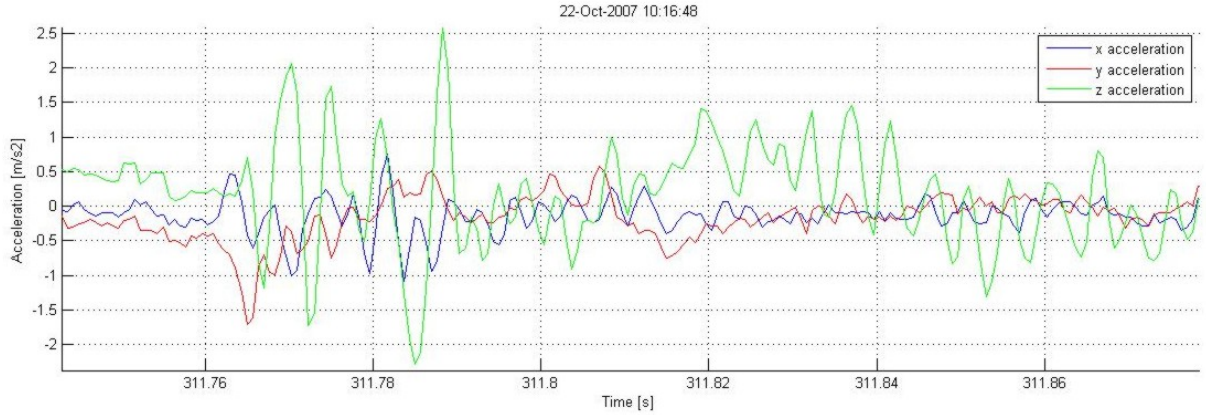
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-3.7	-2.1	1	1.5	0.8	12	-4.2	-2.4	3
	3.0	1.1	1	-1.5	-0.8	7	-3.8	-2.0	7
	-2.3	-1.2	1	1.3	0.7	9	-3.4	-2.0	3
25-100 ms	-1.4	-0.6	43	-1.2	-0.7	27	2.9	0.8	37
	0.9	0.4	31	-1.2	-0.6	30	2.7	1.2	49
	-0.8	-0.3	27	1.2	0.6	42	2.6	1.0	88
100 -250 ms	-1.7	-0.5	230	-1.3	-0.7	183	-3.3	-1.8	190
	0.6	0.2	144	-1.2	-0.4	128	2.2	1.1	120
	0.5	0.2	147	1.1	0.6	163	-1.7	-0.7	128
>250 ms	-1.1	-0.5	2071	1.1	0.5	255	1.0	0.5	293
	-1.1	-0.6	2415	0.9	0.5	2586	1.0	0.5	288
	1.0	0.6	2368	0.9	0.5	553	0.9	0.4	263



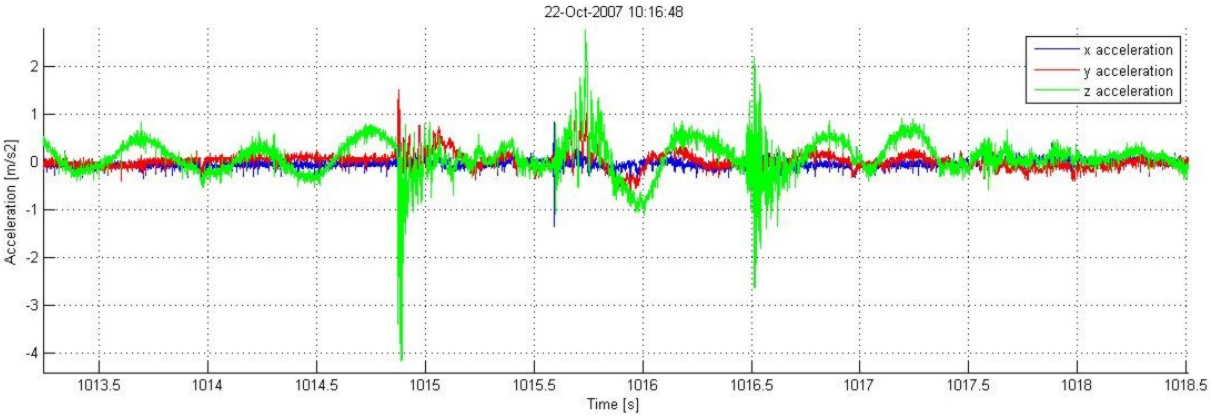
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av trailer med portalkran. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



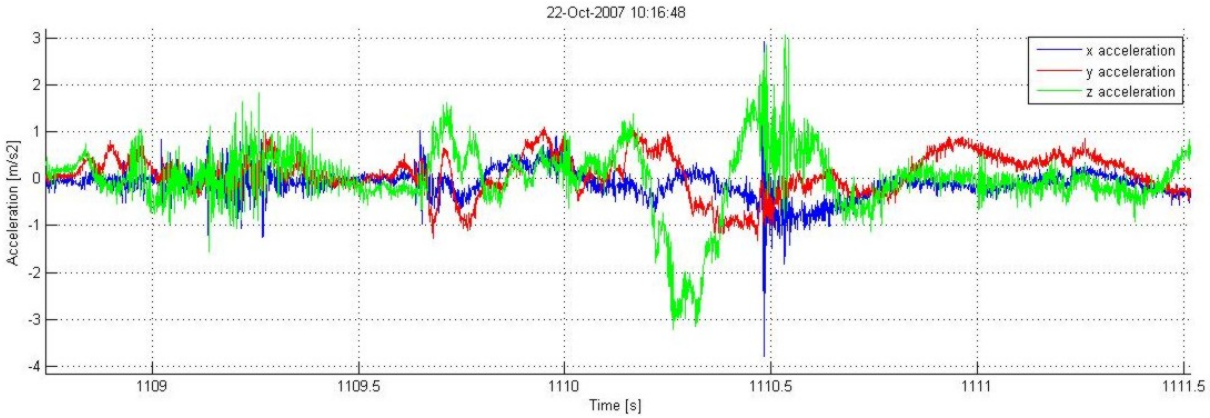
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i X- och Z-led, med varaktigheter på ca 10 millisekunder. Maximalt utslag ca 1,5 m/s^2 i X-led och 2,2 m/s^2 i Z-led.*



*Detalj av utslag vid **lyft från järnvägsvagn vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 10-20 millisekunder. Maximalt utslag ca 1,7 m/s^2 i Y-led och 2,5 m/s^2 i Z-led.*



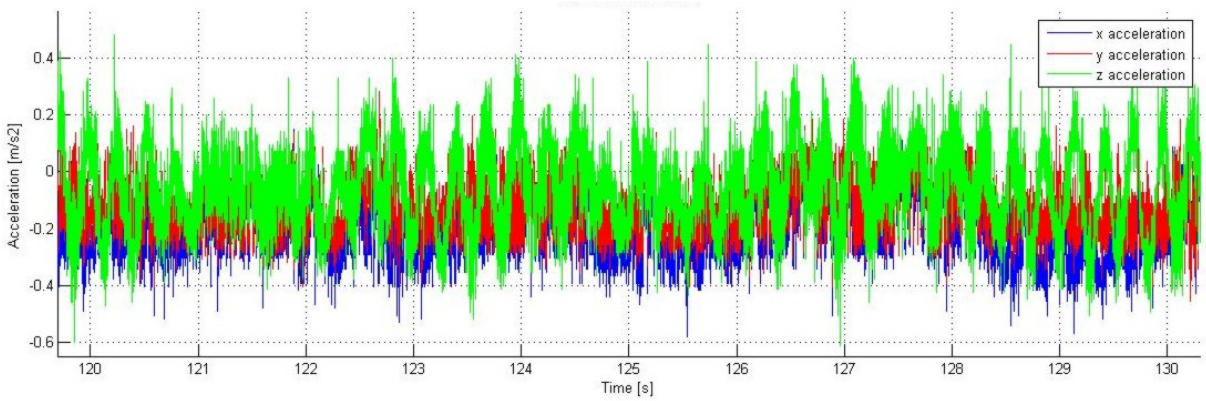
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid hård hantering**. Signifikanta stötar i Z-led, med varaktigheter på ca 50 millisekunder. Maximalt utslag ca 4 m/s^2 i Z-led.*



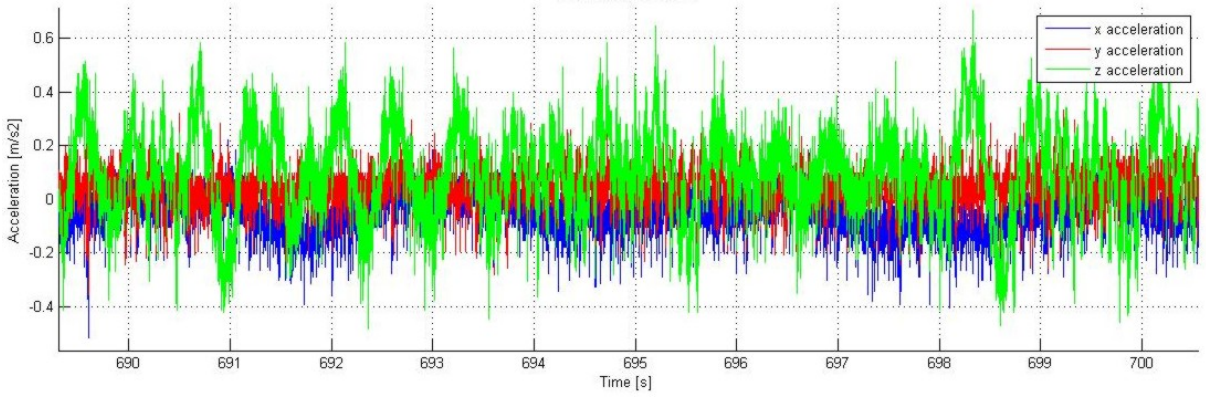
*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken vid hård hantering**. Signifikanta stötar i Z-led, med varaktigheter på ca 200 millisekunder. Maximalt utslag ca 3 m/s^2 i Z-led.*

6.2.5.2 Typiska vibrationer

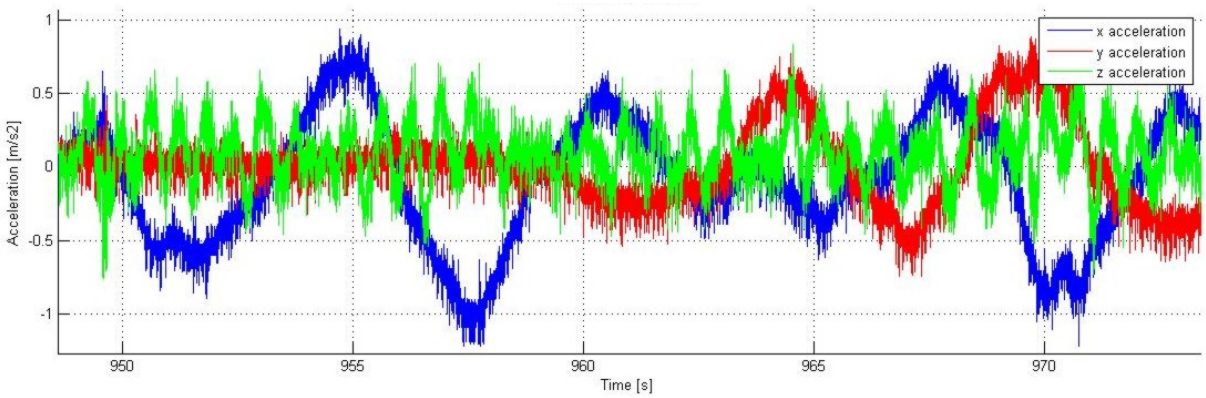
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 3,5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 2 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,5 Hz i Z-led, 1 m/s^2 med 0,2 Hz i X-led och 0,5 m/s^2 med 0,15 Hz i Y-led.*

6.3 Hantering av container

Vid mättillfället hanterades även en container med både portalkran och reach stacker. Containern var lastad med lättare styckegods och den totala vikten för 5 ton.

En container lyfts med hjälp av ett ok med tappar som griper tag i de övre fyra hörnbeslagen.

Vid hantering med reach stacker skedde först lyft från marken, därefter en kort intern transport på terminalområdet, nedsättning på järnvägsvagn, lyft från järnvägsvagn, ytterligare en intern transport och till sist nedsättning på marken. Oket kopplades loss mellan varje nedsättning och lyft.

Procedurerna upprepades tre gånger svarande mot lätt, normal och hård hantering.

Motsvarande moment utfördes sedan med portalkran, fast de interna transporterna ersattes med en förflyttning av kranen längs spåret.



Lyft av container med Contchamp.



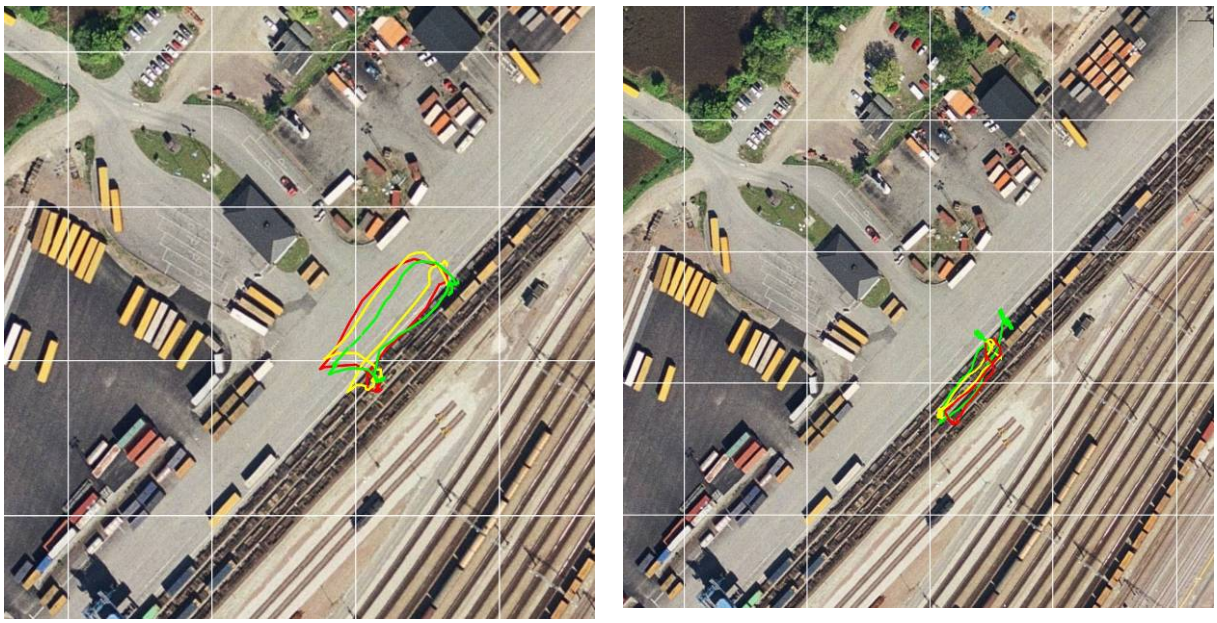
Intern transport av container med Contchamp.



Förflyttning längs spåren med portalkran.



Tapp för fasthållning av container och växelflak på järnvägsvagn.



Plot av GPS-spåret för hantering av container.

Slingorna i vänstra bilden visar rörelserna vid hantering med Contchamp, slingorna i högra bilden visar rörelserna vid hantering med portalkran.

Grönt spår svarar mot lätt, gult mot normal och rött mot hård hantering.

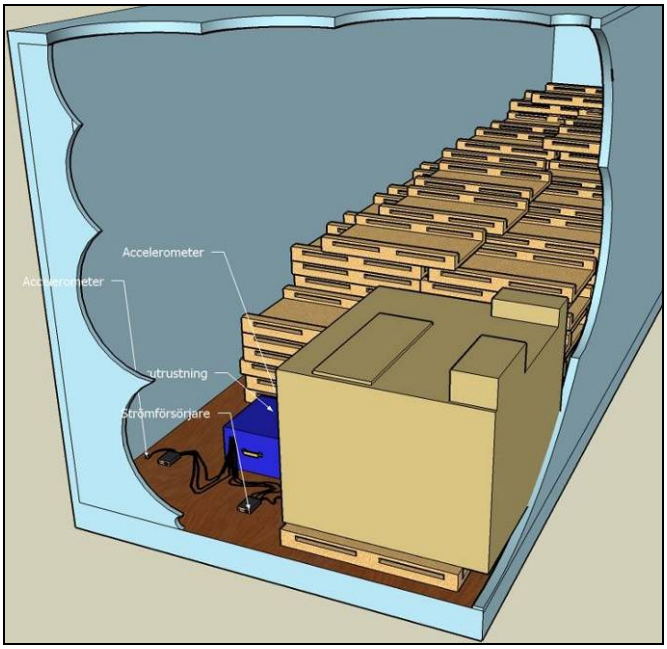
Varje ruta i bilderna är 50 x 50 m stor.

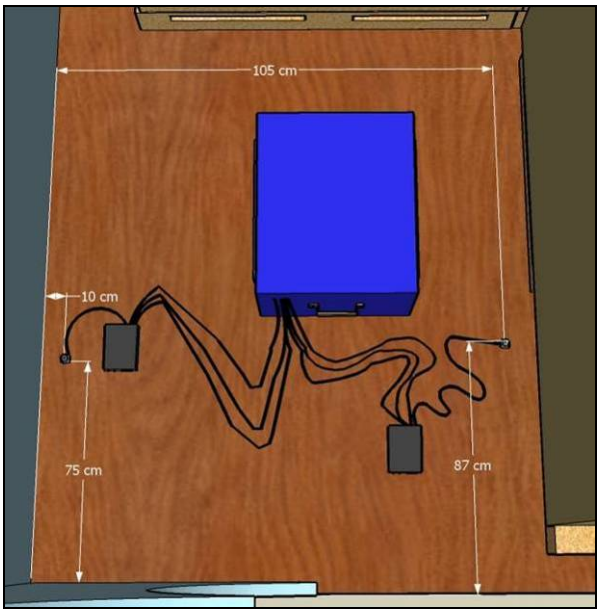
6.3.1 Placering av mätutrustning

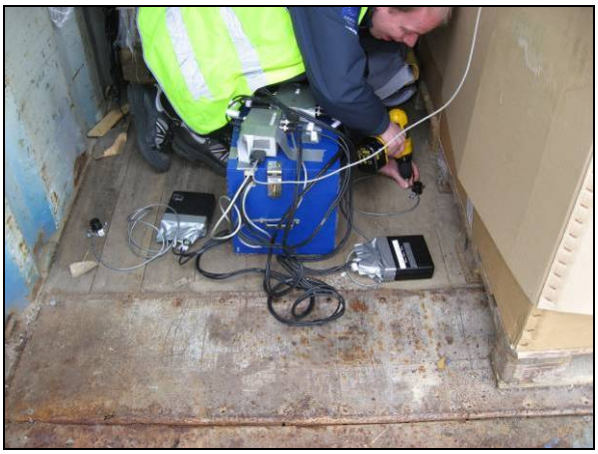
Placeringen av utrustningen i trailern presenteras i skisserna och fotografierna till höger och nedan.

De två givarna för accelerationer samt trälådan med det mesta av den övriga utrustningen skruvades fast i containers trägolv. Givarnas strömförsörjare liksom kablaget tejpades fast mot underlaget.

GPS mottagaren placerades på containers tak.







Placering av mätutrustning i containern.

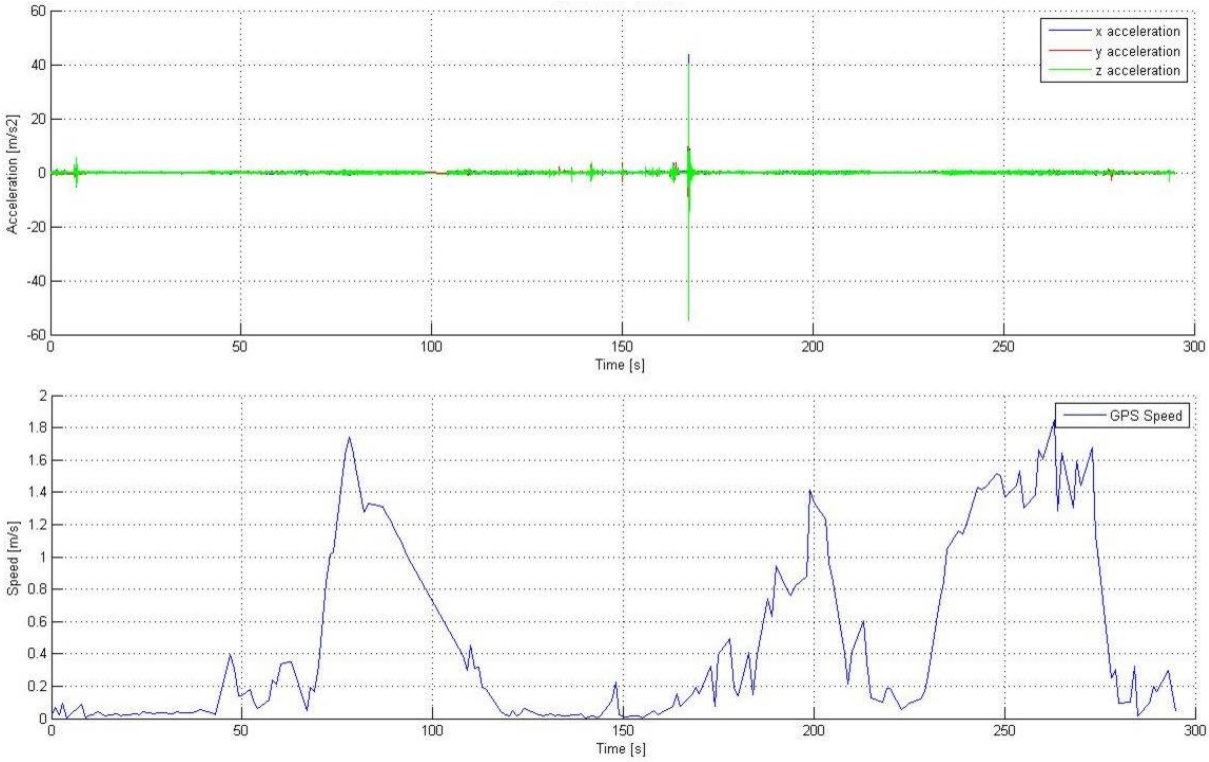
6.3.2 Protokoll för hantering med reach stacker

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av container med reach stacker.

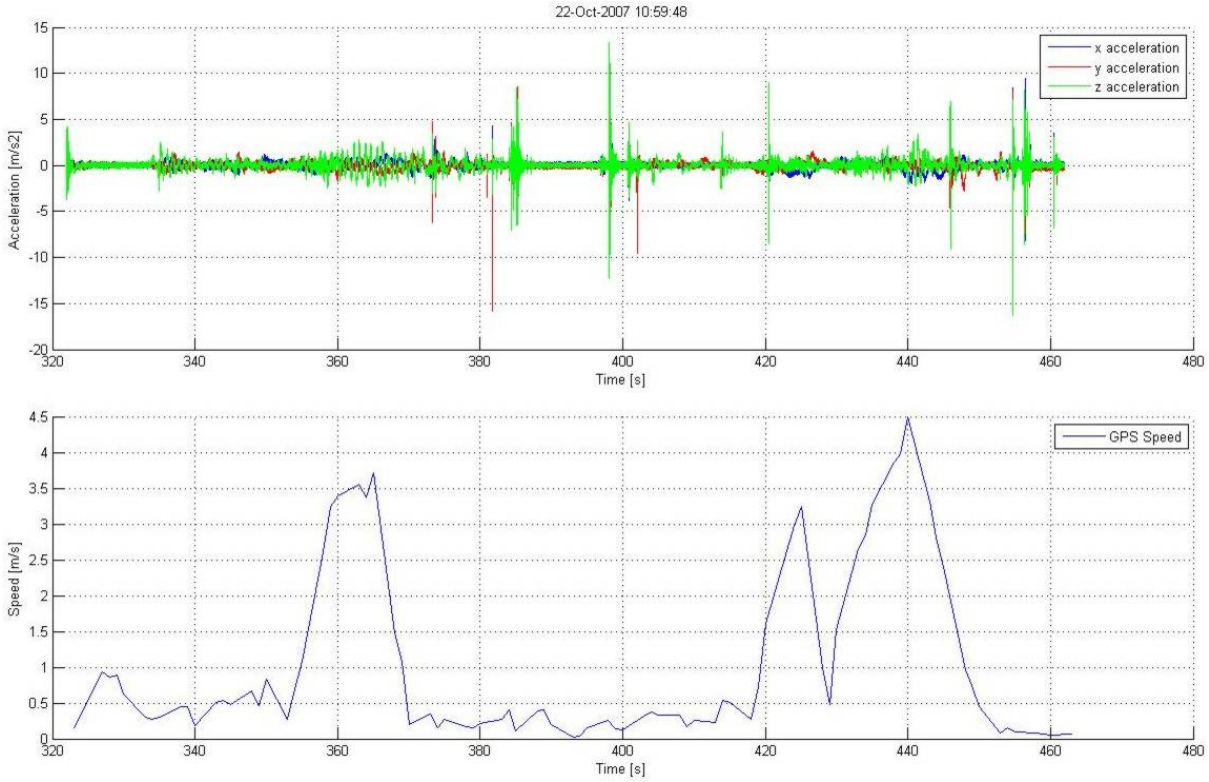
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***10:59:48***	***0***
Reach Stacker	lyft	marken		10:59:56	8
	förflyttning (start)	-		11:00:31	43
	förflyttning (slut)	-		11:01:43	115
	nedsättning	jvg-vagn	**Lätt**	11:02:05	137
	lyft	jvg-vagn		11:02:35	167
	förflyttning (start)	-		11:02:48	180
	förflyttning (slut)	-		11:04:30	282
	nedsättning	marken		11:04:43	295
	lyft	marken		11:05:12	324
	förflyttning (start)	-		11:05:25	337
	förflyttning (slut)	-		11:06:02	374
	nedsättning	jvg-vagn	**Normal**	11:06:14	386
	lyft	jvg-vagn		11:06:29	401
	förflyttning (start)	-		11:06:46	418
	förflyttning (slut)	-		11:07:22	454
	nedsättning	marken		11:07:23	455
	lyft	marken		11:10:30	642
	förflyttning (start)	-		11:10:45	657
	förflyttning (slut)	-		11:11:12	684
	nedsättning	jvg-vagn	**Hård**	11:11:24	696
	lyft	jvg-vagn		11:11:33	705
	förflyttning (start)	-		11:11:39	711
	förflyttning (slut)	-		11:12:14	746
	nedsättning	marken		11:12:14	746

6.3.3 Mätdata från hantering med reach stacker

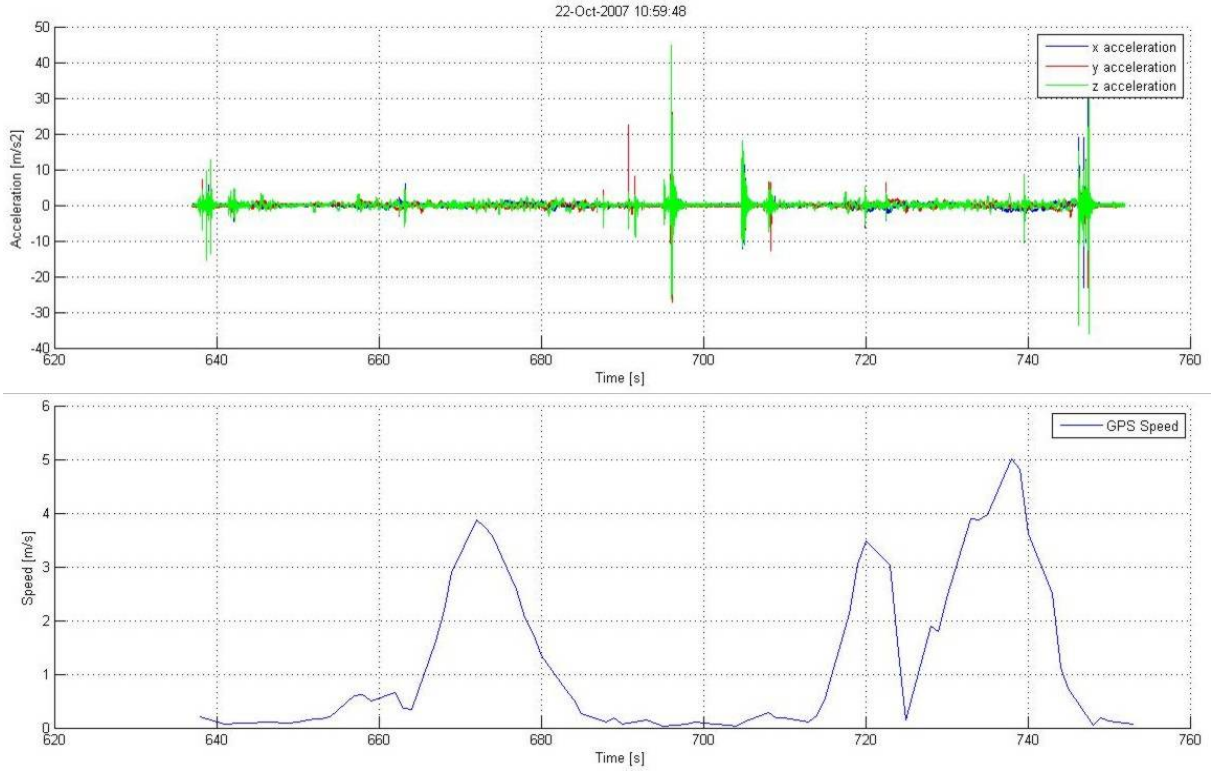
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt de med GPS'en uppmätta hastigheterna varmed trailern förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av container med **reach stacker**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av container med **reach stacker**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av container med **reach stacker**.*

6.3.3.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

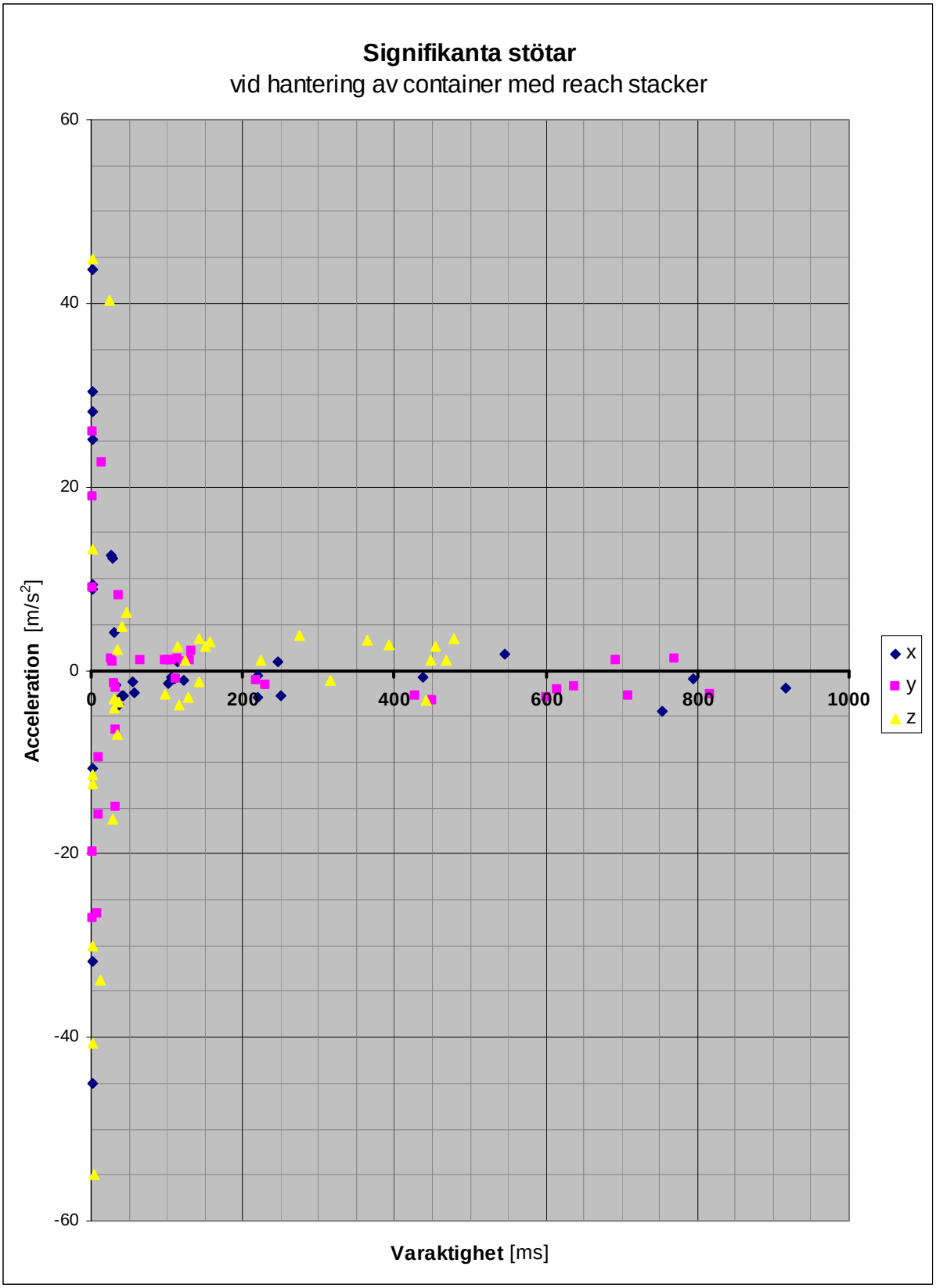
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-45.1	-25.5	1	-26.6	-9.6	7	-54.9	-32.8	3
	43.7	25.9	2	-19.8	-11.6	2	-40.7	-21.6	2
	28.1	13.2	3	18.9	7.6	3	40.3	4.5	24
25-100 ms	12.5	5.1	26	1.2	0.3	65	6.3	2.2	47
	-2.7	-1.0	43	1.0	0.5	99	4.7	2.0	41
	-2.4	-1.1	57	0.9	0.3	28	-3.5	-1.4	36
100 -250 ms	0.9	0.4	247	2.2	0.3	133	-1.2	-0.6	143
	-0.7	-0.3	106	1.0	0.3	130	1.1	0.5	124
	-0.6	-0.3	220	0.9	0.4	123	1.1	0.4	224
>250 ms	-0.9	-0.4	794	-2.9	-0.9	601	1.2	0.6	468
	-0.8	-0.3	1108	1.3	0.6	771	1.1	0.4	448
	-0.8	-0.3	437	1.1	0.5	693	-1.1	-0.5	315

Stötar vid normal hantering

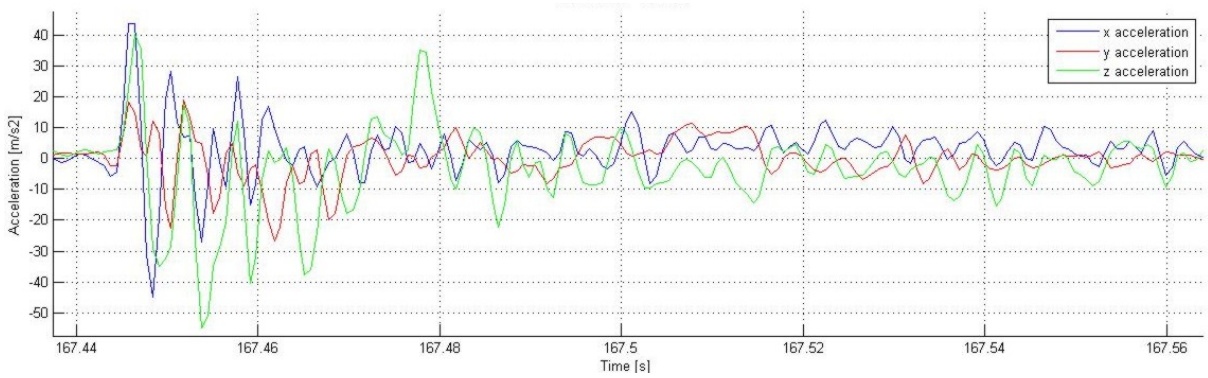
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-10.6	-4.9	1	-15.7	-4.9	10	13.2	6.0	1
	9.4	5.3	2	-9.4	-3.1	9	-12.3	-6.0	2
	8.8	4.7	3	9.1	4.8	1	-11.4	-5.1	1
25-100 ms	4.1	1.8	30	-1.9	-0.7	33	-16.3	-5.9	29
	-1.7	-0.9	33	-1.4	-0.7	31	-2.6	-1.5	99
	-1.3	-0.7	55	1.2	0.4	27	2.3	1.1	35
100 -250 ms	-2.7	-0.4	250	-1.6	-0.7	230	-3.8	-0.8	116
	1.0	0.5	115	1.1	0.5	105	3.5	1.7	142
	-0.9	-0.4	110	-1.0	-0.4	112	-2.9	-1.5	129
>250 ms	-2.0	-0.9	1718	-2.8	-1.3	427	3.3	1.7	364
	-1.9	-1.0	916	-2.7	-1.2	816	2.8	1.2	393
	1.7	0.8	546	-1.7	-0.7	637	2.5	0.9	455

Stötar vid hård hantering

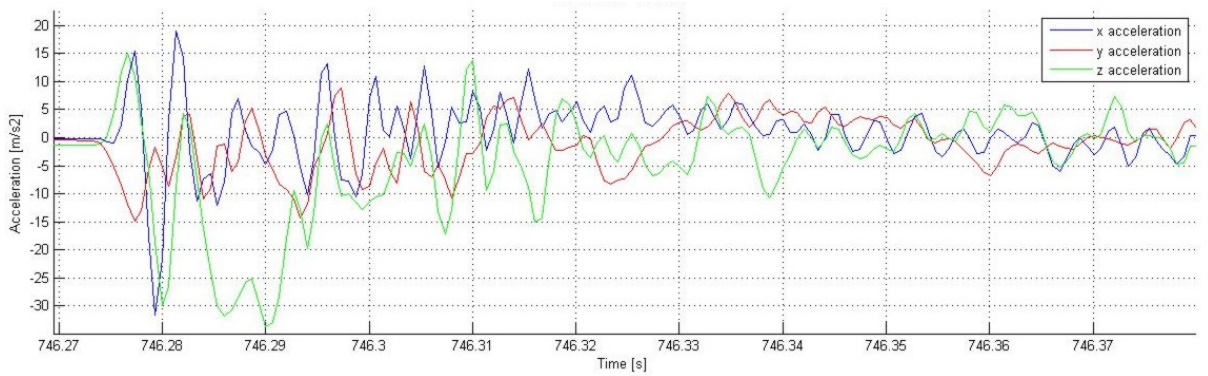
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-31.7	-16.4	1	-27.0	-16.0	3	44.9	22.5	2
	30.3	15.7	2	26.0	15.2	2	-33.7	-22.0	12
	25.2	9.5	3	22.6	3.3	15	-30.0	-16.2	3
25-100 ms	12.2	3.9	28	-14.8	-1.7	32	-7.0	-2.4	34
	-3.8	-1.3	37	8.2	0.8	37	-4.1	-1.8	31
	-2.8	-1.1	41	-6.5	-2.4	33	-3.1	-1.1	31
100 -250 ms	-3.0	-0.7	220	1.2	0.7	113	3.1	1.7	156
	-1.5	-0.6	101	-1.1	-0.7	218	2.6	1.5	115
	-1.2	-0.5	122	1.0	0.6	101	2.6	0.9	150
>250 ms	-4.4	-0.8	753	-3.3	-1.6	450	3.8	2.2	276
	-4.3	-1.1	2712	-2.7	-0.7	708	3.4	1.3	479
	-3.3	-1.1	1532	-2.1	-0.9	616	-3.3	-1.6	442



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av container med reach stacker. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



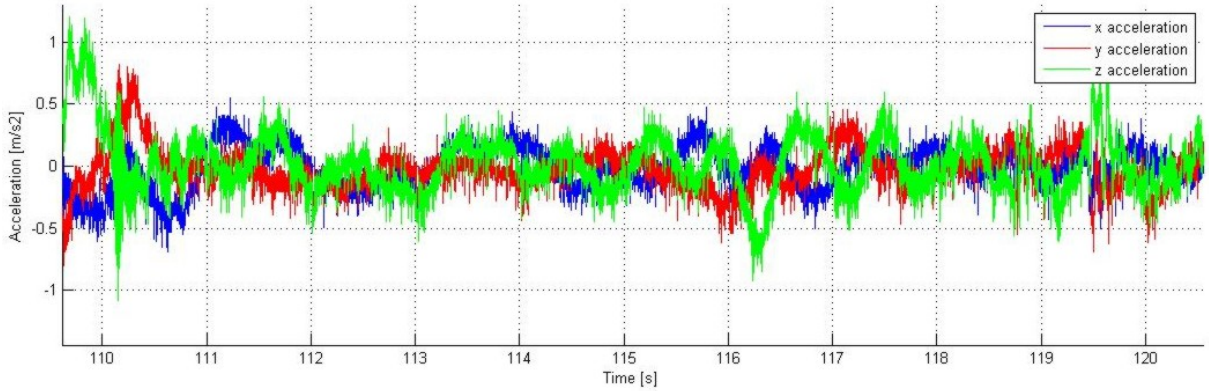
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 2-5 millisekunder. Maximalt utslag ca 45 m/s^2 i X-led, 26 m/s^2 i Y-led och 55 m/s^2 i Z-led.*



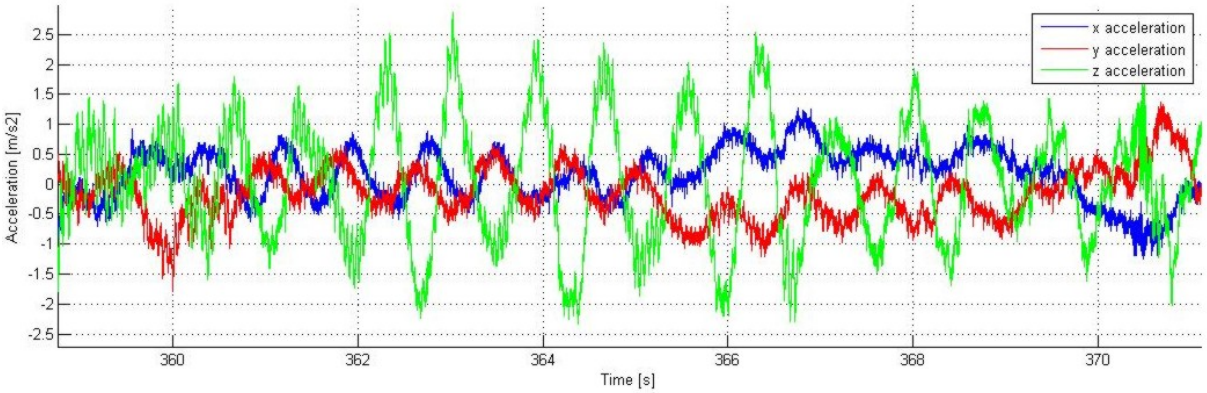
*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken vid hård hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 5-10 millisekunder. Maximalt utslag ca 31 m/s^2 i X-led, 15 m/s^2 i Y-led och 34 m/s^2 i Z-led.*

6.3.3.2 Typiska vibrationer

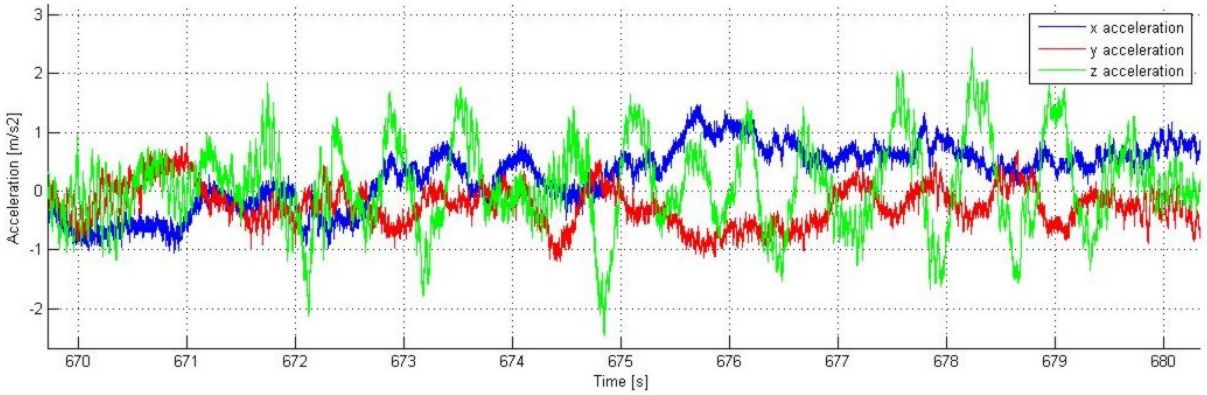
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,5 Hz i samtliga axlar..*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,5 Hz i X- och Y-led samt 2 m/s^2 med en frekvens av 1,5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,0 Hz i X- och Y-led samt 2 m/s^2 med en frekvens av 2,5 Hz i Z-led.*

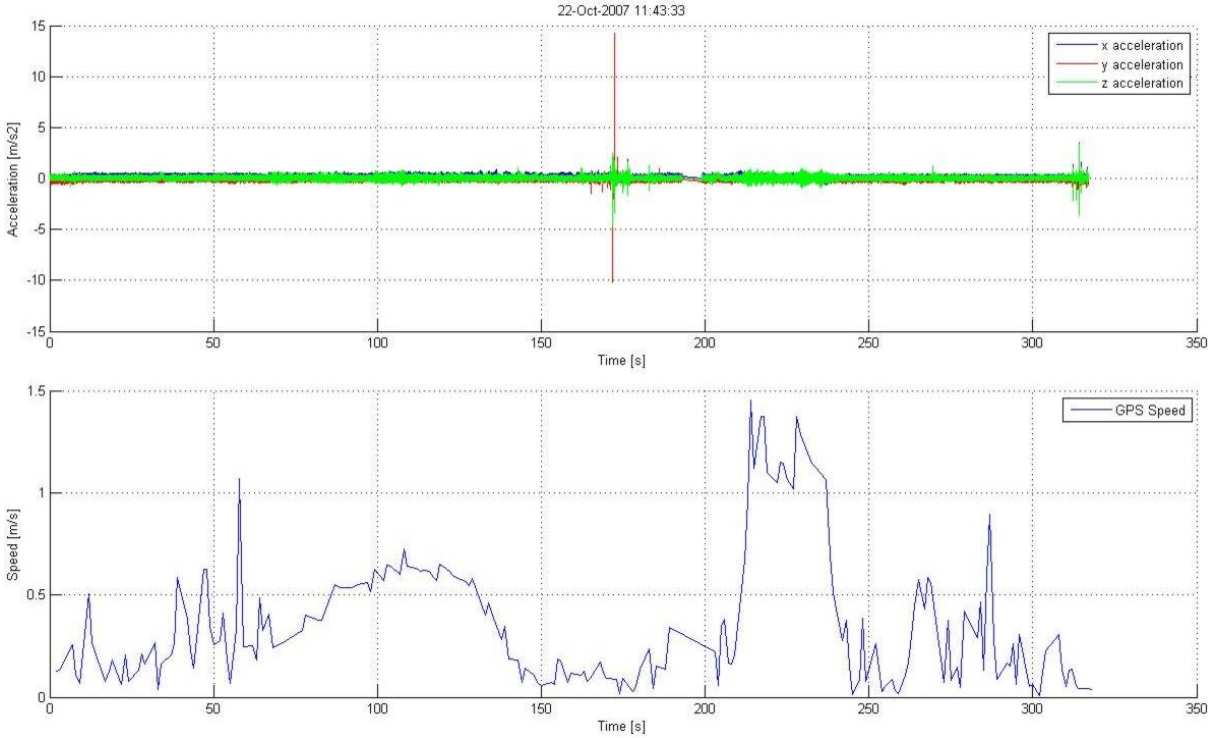
6.3.4 Protokoll för hantering med portalkran

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av container med portalkran.

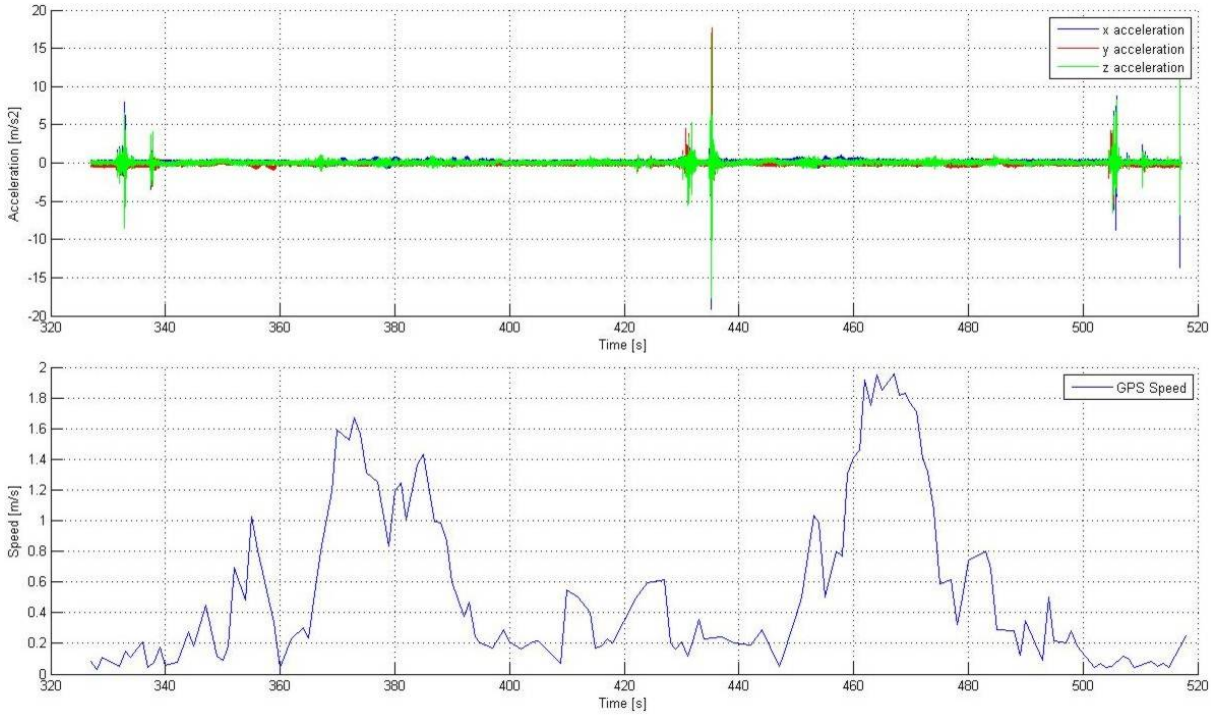
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***11:43:33***	***0***
Portalkran	lyft	marken		11:43:40	7
	förflyttning (start)	-		11:43:53	20
	förflyttning (slut)	-		11:45:56	143
	nedsättning	jvg-vagn	**Lätt**	11:46:28	175
	lyft	jvg-vagn		11:46:45	192
	förflyttning (start)	-		11:47:00	207
	förflyttning (slut)	-		11:48:09	276
	nedsättning	marken		11:48:45	312
	lyft	marken		11:49:11	338
	förflyttning (start)	-		11:49:23	350
	förflyttning (slut)	-		11:50:07	394
	nedsättning	jvg-vagn	**Normal**	11:50:46	433
	lyft	jvg-vagn		11:50:48	435
	förflyttning (start)	-		11:51:00	447
	förflyttning (slut)	-		11:51:37	484
	nedsättning	marken		11:51:58	505
	lyft	marken		11:52:18	525
	förflyttning (start)	-		11:52:26	533
	förflyttning (slut)	-		11:52:59	566
	nedsättning (start)	jvg-vagn		11:53:31	598
	nedsättning (slut)	jvg-vagn	**Hård**	11:54:13	640
	lyft	jvg-vagn		11:54:19	646
	förflyttning (start)	-		11:54:27	654
	förflyttning (slut)	-		11:54:57	684
	nedsättning	marken		11:55:18	705

6.3.5 Mätdata från hantering med portalkran

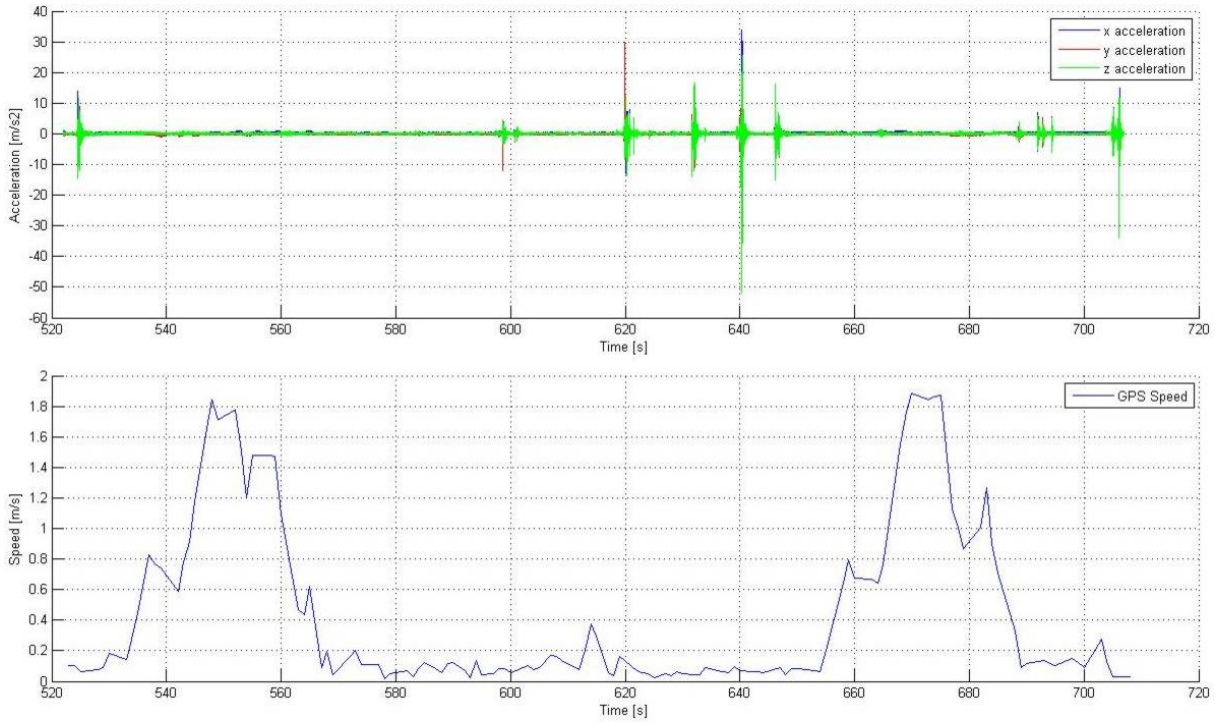
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt de med GPS'en uppmätta hastigheterna varmed trailern förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av container med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av container med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av container med **portalkran**.*

6.3.5.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

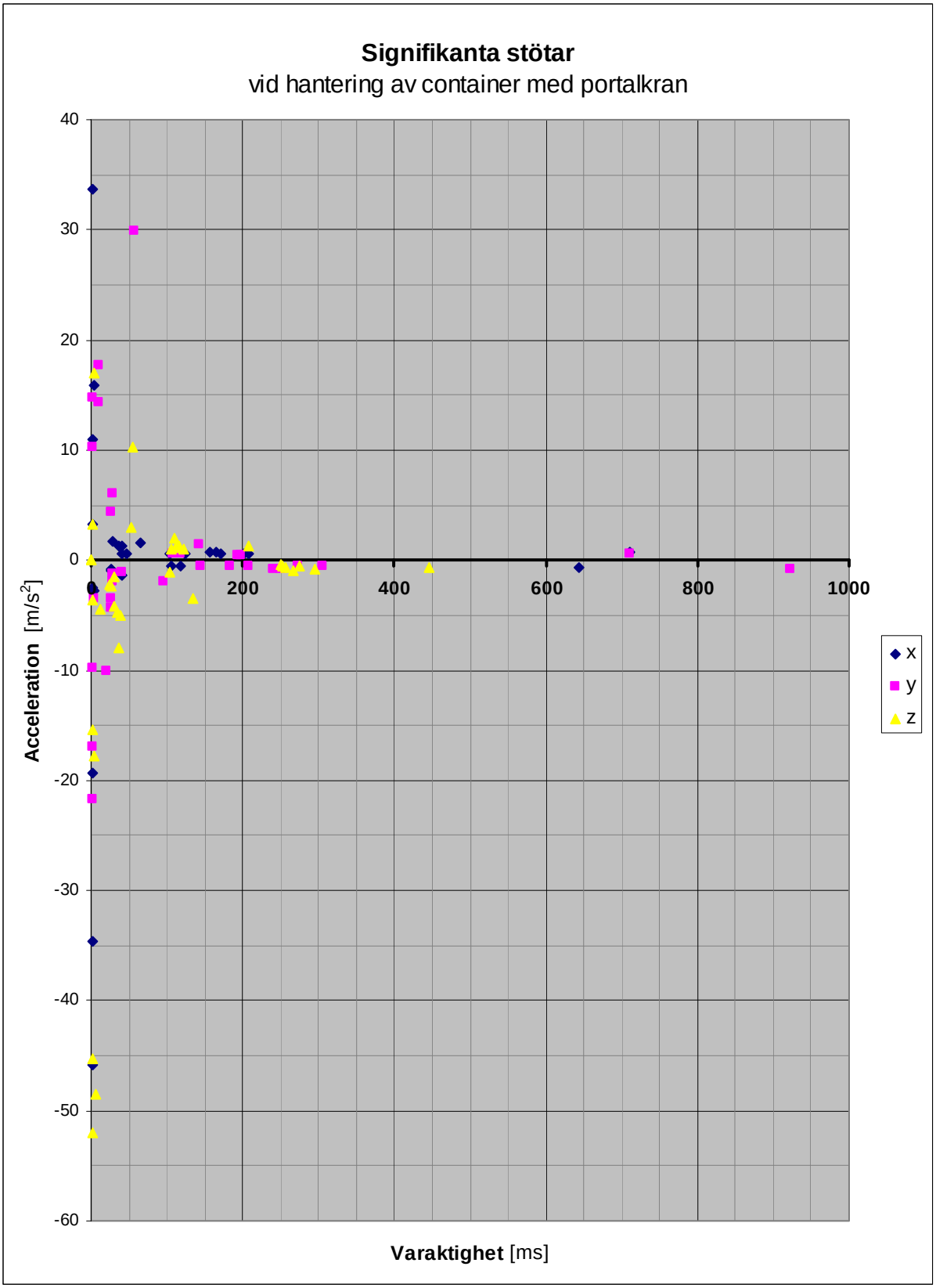
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	3.2	1.8	2	14.4	4.7	10	-4.4	-2.5	12
	-2.7	-0.8	3	-10.1	-2.9	21	-3.6	-2.0	2
	-2.5	-1.3	1	-3.5	-1.9	3	3.3	1.6	3
25-100 ms	-0.8	-0.4	27	-1.9	-0.9	96	-4.8	-1.8	35
	0.6	0.3	46	-1.2	-0.8	28	-2.3	-1.2	27
	0.6	0.3	40	-1.1	-0.6	40	-1.5	-0.7	31
100 -250 ms	0.5	0.3	202	1.4	0.5	143	-3.5	-0.7	134
	0.5	0.2	105	0.5	0.3	107	2.0	1.1	109
	-0.5	-0.2	119	0.5	0.3	194	1.1	0.6	112
>250 ms	-0.8	-0.4	1974	0.6	0.3	711	-0.4	-0.2	250
	0.7	0.3	711	-0.5	-0.2	272			
	-0.6	-0.2	644	-0.5	-0.2	306			

Stötar vid normal hantering

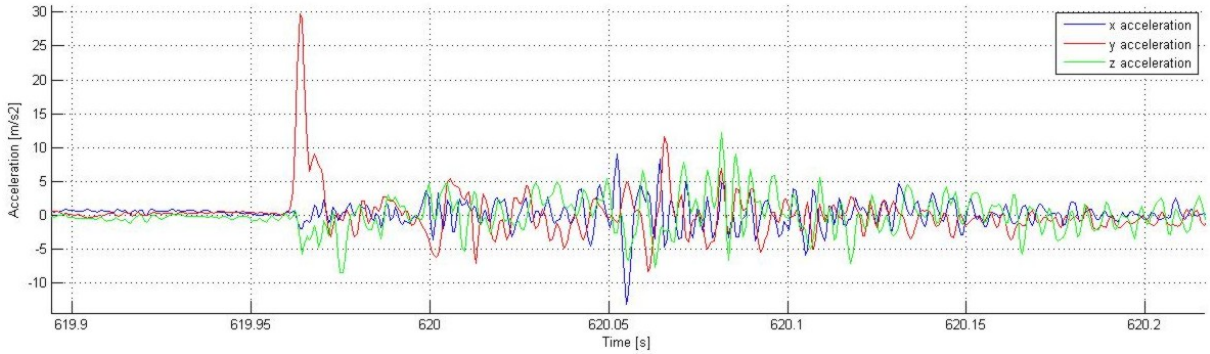
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-19.3	-11.3	1	17.7	6.6	9	-17.8	-10.2	3
	15.9	5.7	3	10.3	5.9	2	17.0	6.1	3
	10.9	4.5	1	-9.8	-4.1	2	-15.3	-9.4	1
25-100 ms	1.7	0.5	29	4.4	2.0	27	-4.2	-2.2	31
	1.6	0.6	65	-4.3	-1.3	27	3.0	1.6	53
	-0.9	-0.5	27	-1.9	-1.0	29	-2.3	-1.0	25
100 -250 ms	0.7	0.3	166	0.6	0.2	118	-1.1	-0.7	104
	-0.6	-0.2	107	-0.5	-0.2	207	1.0	0.5	122
	0.6	0.3	124	-0.5	-0.2	183	1.0	0.6	106
>250 ms	-0.9	-0.5	1448	-0.8	-0.4	1592	-0.6	-0.3	257
	-0.9	-0.4	1602	-0.8	-0.4	250	-0.6	-0.2	252
	0.8	0.4	1298	-0.7	-0.3	1329	-0.6	-0.2	274

Stötar vid hård hantering

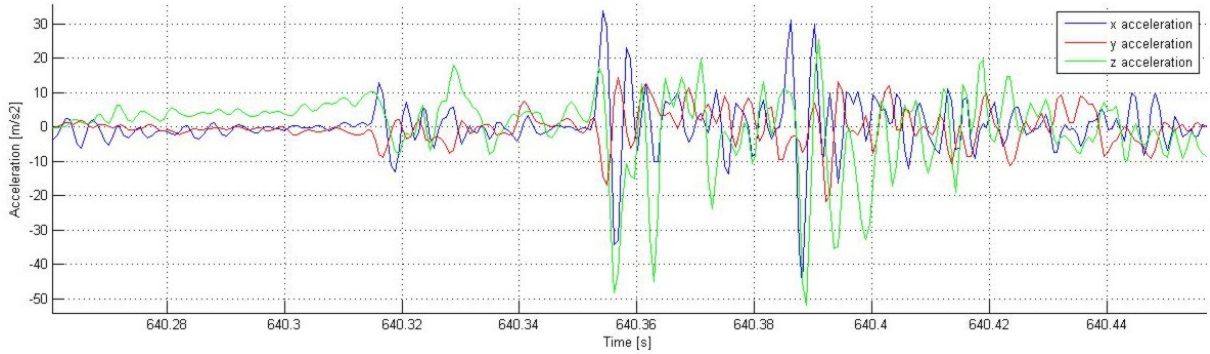
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-45.8	-27.3	1	-21.7	-12.7	2	-52.0	-28.5	2
	-34.6	-17.9	2	-16.9	-8.7	2	-48.5	-20.8	5
	33.7	13.6	2	14.7	7.8	1	-45.3	-19.5	2
25-100 ms	-1.4	-0.5	40	29.8	2.4	57	10.2	4.4	55
	1.3	0.6	40	6.0	1.5	28	-7.9	-4.3	36
	1.3	0.6	36	-3.5	-1.4	26	-5.1	-2.5	39
100 -250 ms	0.8	0.3	157	-0.7	-0.2	240	1.3	0.6	208
	0.5	0.2	207	-0.5	-0.2	144	1.3	0.6	116
	0.5	0.3	171	0.5	0.3	198	1.1	0.6	112
>250 ms	0.9	0.5	1976	-0.8	-0.3	922	-0.9	-0.5	266
	-0.9	-0.4	1745	-0.8	-0.4	1763	-0.8	-0.3	296
	0.8	0.4	1628	0.7	0.4	1257	-0.7	-0.3	446



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av container med portalkran. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



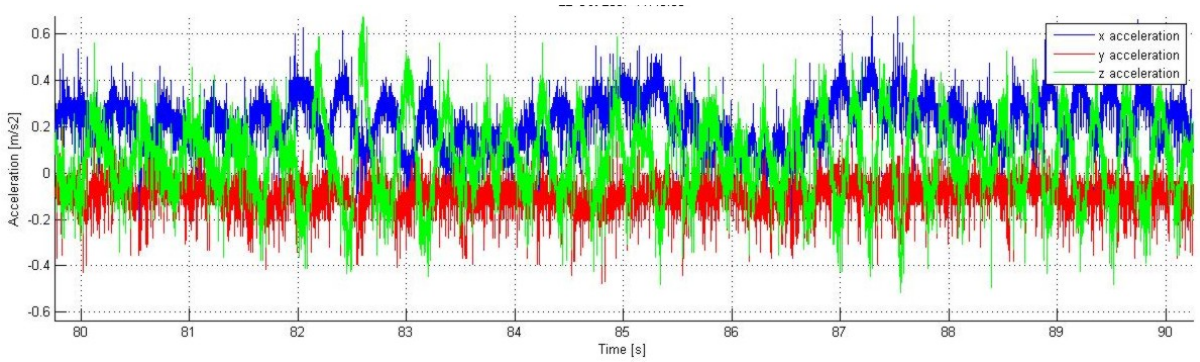
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid hård hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 5-10 millisekunder. Maximalt utslag ca 13 m/s^2 i X-led, 30 m/s^2 i Y-led och 12 m/s^2 i Z-led.*



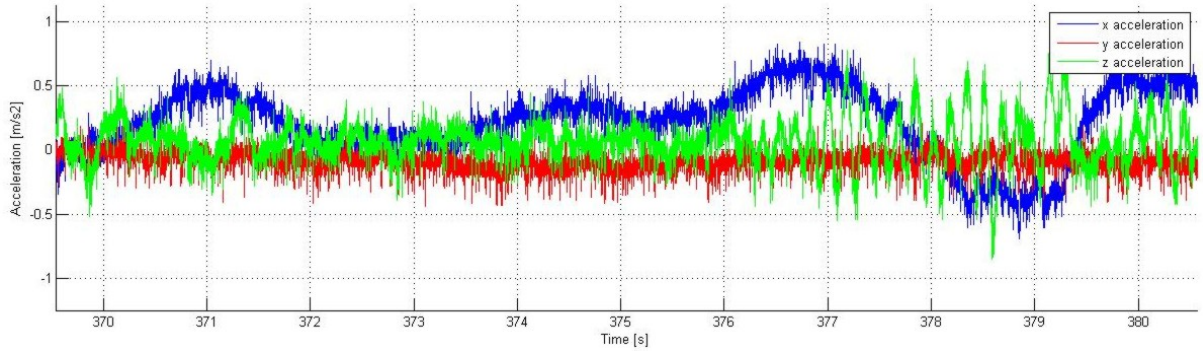
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid hård hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 2-5 millisekunder. Maximalt utslag ca 45 m/s^2 i X-led, 22 m/s^2 i Y-led och 52 m/s^2 i Z-led.*

6.3.5.2 Typiska vibrationer

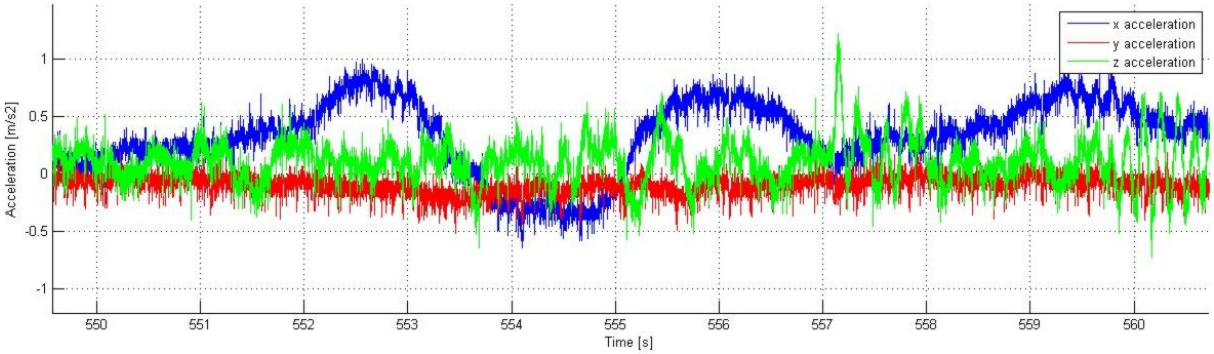
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,2 m/s^2 och en frekvens av ca 0,25 Hz överlagrat med vibrationer med en frekvens av ca 2,5 Hz i X-led samt 0,5 m/s^2 med en frekvens av 3 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 0,25 Hz i X-led samt 0,5 m/s^2 med en frekvens av ca 5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 0,25 Hz i X-led samt 0,5 m/s^2 med en frekvens av 2 Hz överlagrat med vibrationer med en frekvens av ca 10 Hz i Z-led.*

6.4 Hantering av växelflak

Den tredje mätserien som utfördes vid mättillfället på kombiterminalen i Malmö var hantering av växelflak med portalkran respektive reach stacker. Växelflaket var lastat med kartonger på lastpallar och den totala vikten för växelflaket uppmättes till 7,5 ton.

Ett växelflak lyfts med hjälp av griparmar som placeras i lyftlinjalerna på dess sidor. Griparmarna tillåter en viss pendling av lastbäraren vid hantering, framför allt i dess längdriktning.

Vid hantering med reach stacker skedde först lyft från marken, därefter en kort intern förflyttning på terminalområdet, nedsättning på järnvägsvagn, lyft från järnvägsvagn, ytterligare en intern transport och till sist nedsättning på marken. Griparmarna kopplades loss mellan varje nedsättning och lyft.

Procedurerna upprepades tre gånger svarande mot lätt, normal och hård hantering.

Motsvarande moment utfördes sedan med portalkran, fast de interna förflyttningarna inom terminalområdet ersattes med en förflyttning av kranen längs spåret.



Nedsättning av växelflak med reach stacker på järnvägsvagn.



Intern förflyttning av växelflak med reachstacker.



Förflyttning längs spåren med portalkran.



Nedsättning av växelflak på järnvägsvagn med portalkran



Plot av GPS-spåret för hantering av växelflak.

Slingorna i vänstra bilden visar rörelserna vid hantering med reach stackern, slingorna i högra bilden visar rörelserna vid hantering med portalkran.

Grönt spår svarar mot lätt, gult mot normal och rött mot hård hantering.

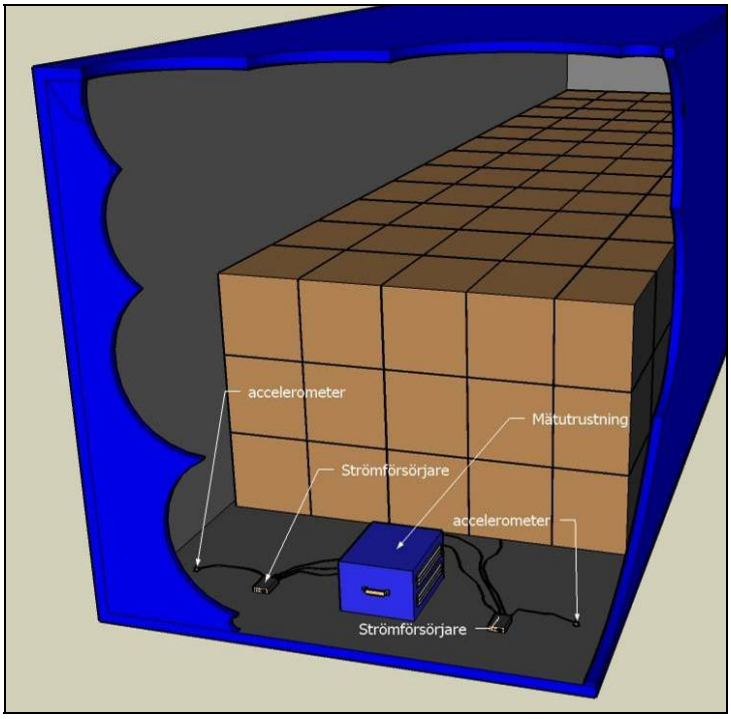
Varje ruta i bilderna är 50 x 50 m stor.

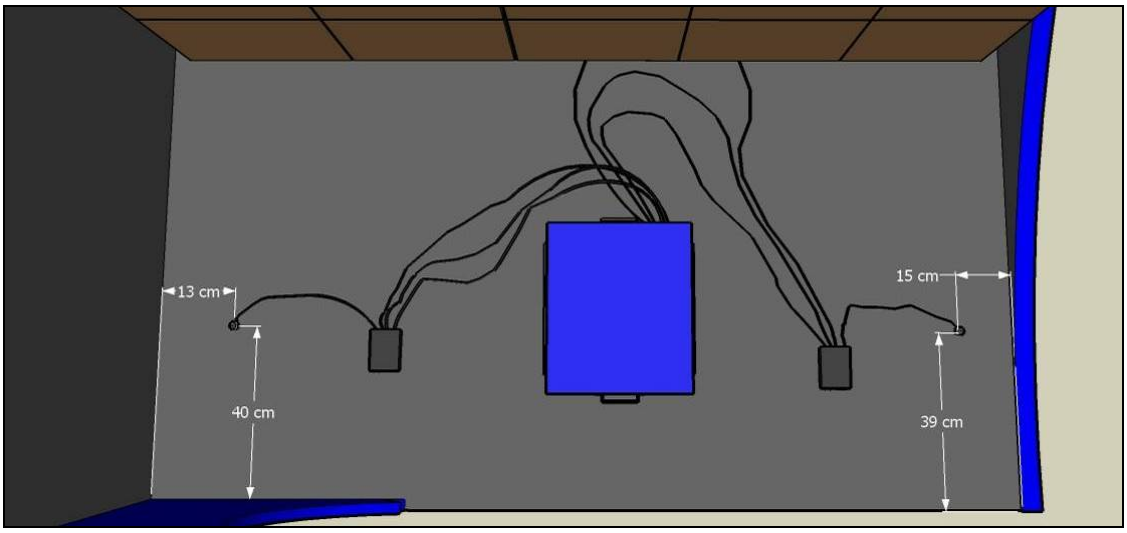
6.4.1 Placering av mätutrustning

Placeringen av utrustningen i växelflaket visas i skisserna och fotografierna till höger och nedan.

De två givarna för accelerationer klistrades mot växelflakets stålgolv. Givarnas strömförsörjare liksom kablaget tejpades fast mot underlaget. Trälådan fixerades med hjälp av spännband.

GPS mottagaren placerades på containers tak.









Placering av mätutrustning i växelflak.

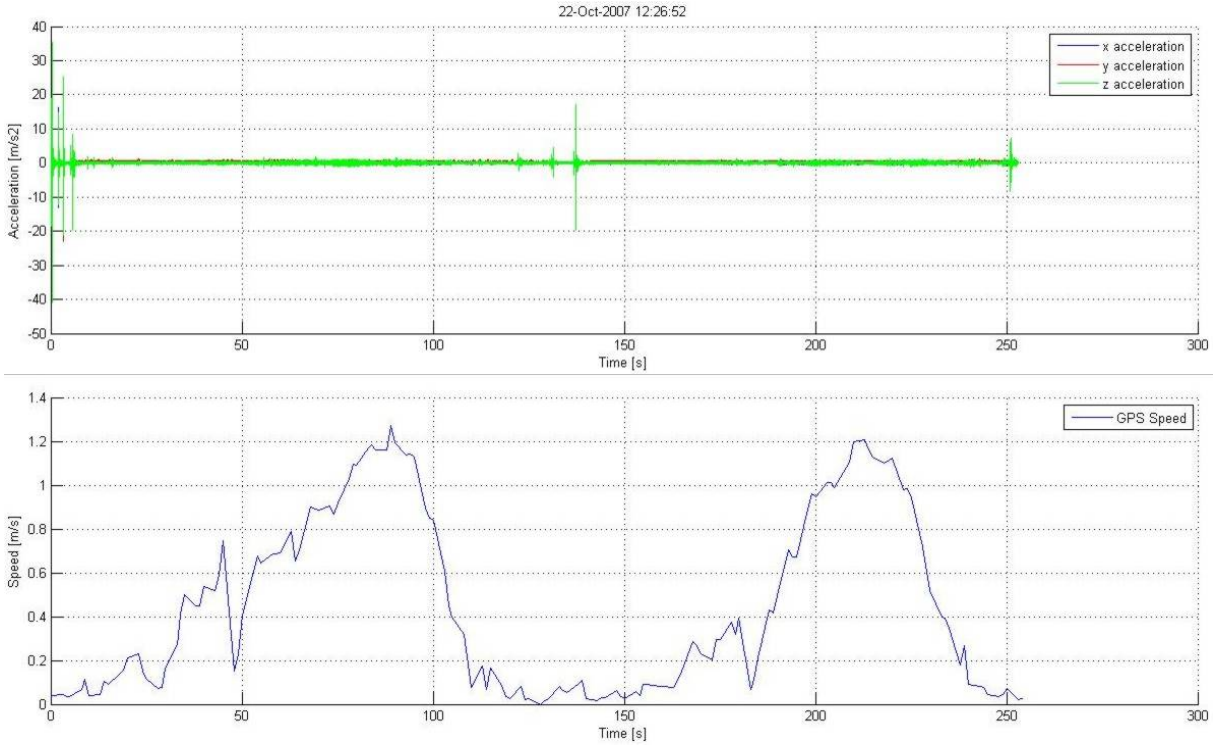
6.4.2 Protokoll för hantering med reach stacker

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av växelflaket med reach stacker.

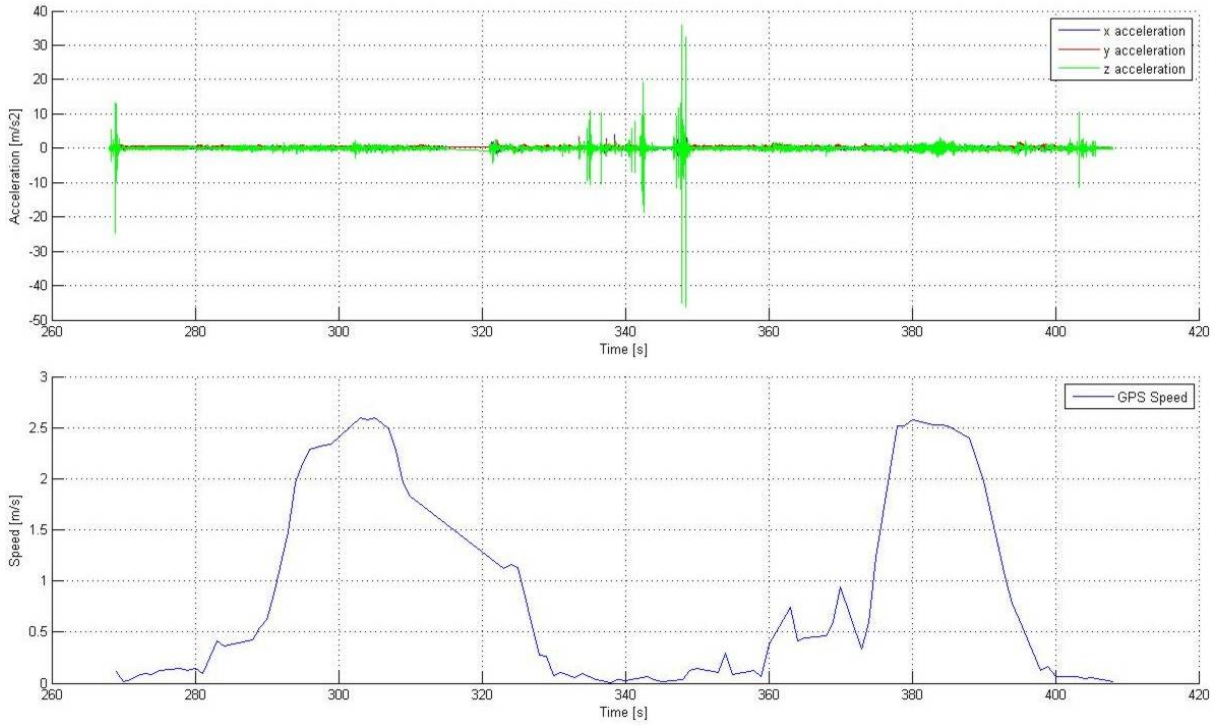
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***12:26:52***	***0***
Reach Stacker	lyft	marken		12:26:58	6
	förflyttning (start)	-		12:27:24	32
	förflyttning (slut)	-		12:29:03	131
	nedsättning	jvg-vagn	**Lätt**	12:29:03	131
	lyft	jvg-vagn		12:29:13	141
	förflyttning (start)	-		12:29:35	163
	förflyttning (slut)	-		12:30:57	245
	nedsättning	marken		12:31:02	250
	lyft	marken		12:31:22	270
	förflyttning (start)	-		12:31:34	282
	förflyttning (slut)	-		12:32:19	327
	nedsättning	jvg-vagn	**Normal**	12:32:28	336
	lyft	jvg-vagn		12:32:43	351
	förflyttning (start)	-		12:32:51	359
	förflyttning (slut)	-		12:33:32	400
	nedsättning	marken		12:33:36	404
	lyft	marken		12:33:53	421
	förflyttning (start)	-		12:33:58	426
	förflyttning (slut)	-		12:34:33	461
	nedsättning	jvg-vagn		12:34:44	472
	lyft	jvg-vagn	**Hård**	12:34:45	473
	förflyttning (start)	-		12:34:46	474
	förflyttning (slut)	-		12:35:26	514
	nedsättning	marken		12:35:27	515

6.4.3 Mätdata från hantering med reach stacker

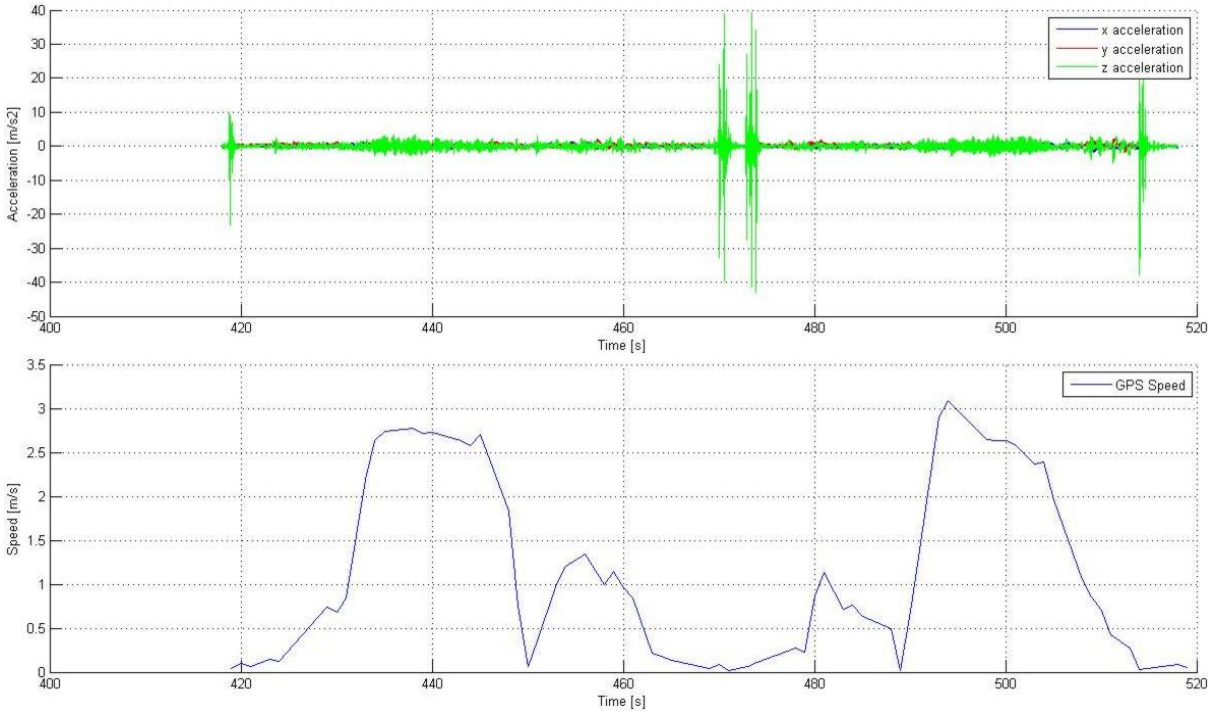
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt den med GPS'en uppmätta hastigheten varmed växelflaket förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av växelflak med **reach stacker**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av växelflak med **reach stacker**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av växelflak med **reach stacker**.*

6.4.3.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

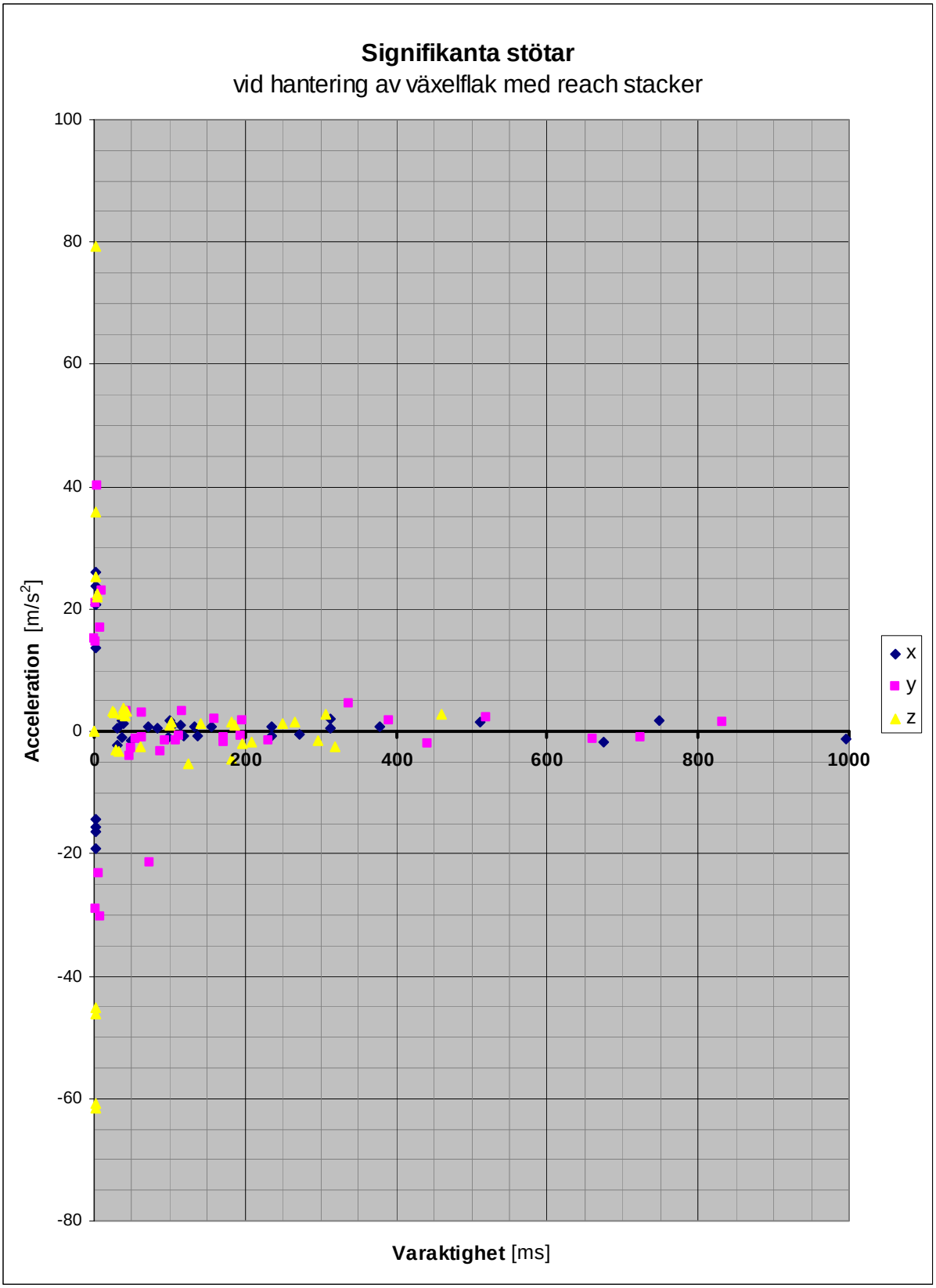
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	20.7	11.3	3	-23.2	-8.8	6	25.2	16.7	1
	-14.3	-6.4	1	23.0	9.7	10	22.5	9.7	3
	13.7	5.8	1	17.0	8.2	9	22.1	10.2	4
25-100 ms	0.8	0.3	71	-1.4	-0.5	93	3.0	1.7	27
	0.7	0.3	31	-1.2	-0.3	56	2.7	1.4	40
	0.6	0.2	83	-0.9	-0.5	63	-2.5	-1.3	62
100 -250 ms	0.8	0.4	156	-1.0	-0.4	171	1.2	0.4	140
	-0.8	-0.3	137	-0.8	-0.3	113	1.0	0.3	186
	0.8	0.3	132	-0.8	-0.3	194	1.0	0.5	101
>250 ms	0.8	0.4	378	-1.1	-0.3	1097			
	0.6	0.2	312	-0.9	-0.3	2162			
	-0.5	-0.2	271	-0.9	-0.5	723			

Stötar vid normal hantering

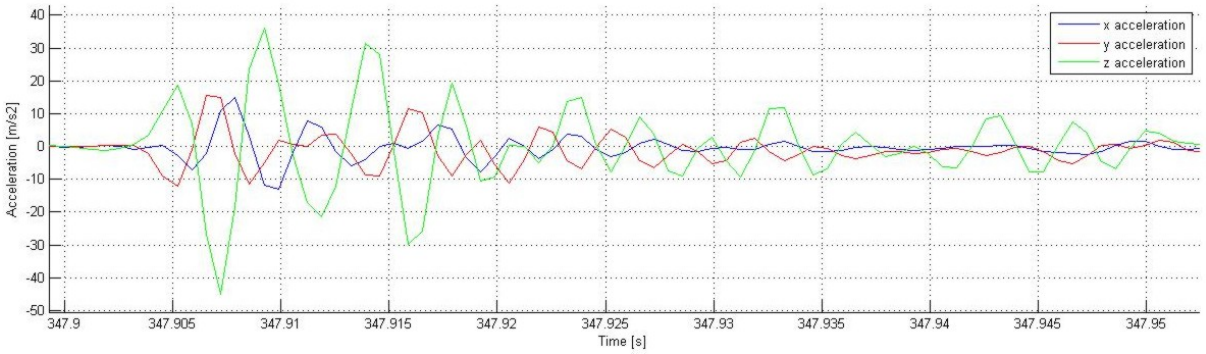
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	25.9	10.8	1	21.1	9.6	1	-46.2	-27.3	1
	-16.4	-5.7	2	15.1	7.5	1	-45.2	-24.0	1
	-15.7	-7.3	2	14.6	7.0	1	36.0	19.9	1
25-100 ms	-2.3	-0.9	31	-21.5	-1.2	74	3.9	1.4	39
	1.8	0.7	37	-3.3	-1.3	89	-3.1	-1.6	29
	-1.6	-0.4	49	3.3	0.9	42	2.9	1.6	37
100 -250 ms	1.8	0.5	100	3.3	1.2	116	-1.7	-0.7	209
	0.9	0.3	236	1.7	0.6	196	1.5	0.8	183
	-0.8	-0.4	236	-1.4	-0.6	108	1.5	0.8	103
>250 ms	1.9	0.9	748	1.7	0.5	390	1.6	0.6	266
	-1.7	-0.7	675	1.4	0.8	833	-1.5	-0.7	297
	-1.3	-0.5	996	-1.3	-0.6	661	1.4	0.7	250

Stötar vid hård hantering

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	23.8	9.8	2	40.1	18.9	4	79.4	35.1	2
	20.8	11.8	1	-30.2	-9.6	7	-61.6	-31.3	1
	-19.1	-9.9	2	-29.0	-18.0	3	-60.8	-33.7	2
25-100 ms	1.3	0.6	39	-4.1	-0.4	47	-3.3	-1.9	33
	-1.1	-0.3	99	3.0	1.5	63	3.3	1.7	42
	-1.0	-0.4	37	-2.8	-1.7	49	3.2	1.8	25
100 -250 ms	0.9	0.3	114	2.0	0.8	160	-5.2	-1.7	125
	0.9	0.4	104	-1.8	-0.2	171	-4.4	-2.1	183
	-0.8	-0.3	119	-1.4	-0.7	230	-2.1	-1.0	196
>250 ms	1.9	0.5	313	4.5	0.4	338	2.8	1.0	460
	-1.8	-0.8	1139	2.2	1.0	520	2.8	1.6	306
	1.5	0.7	511	-2.0	-0.9	442	-2.6	-1.5	318



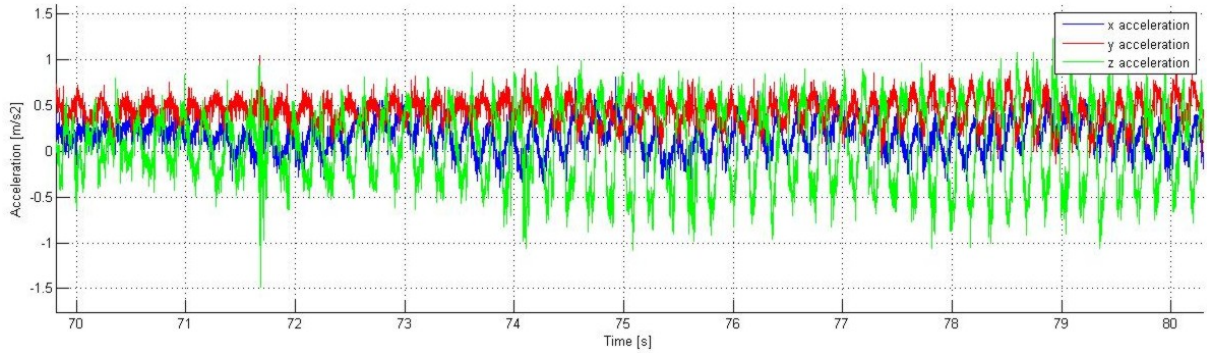
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av växelflak med reach stacker. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



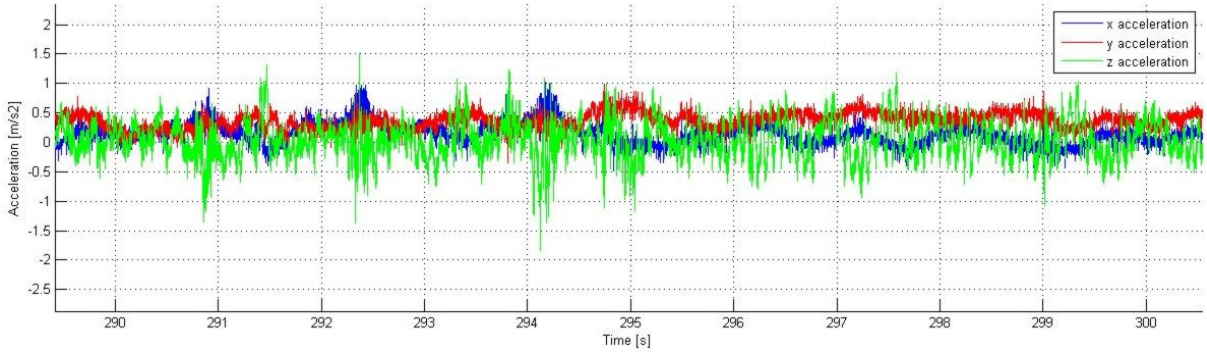
*Detalj av utslag vid **nedsättning på järnvägsvagn vid normal hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 2 millisekunder. Maximalt utslag ca 15 m/s^2 i X-led, 15 m/s^2 i Y-led och 45 m/s^2 i Z-led.*

6.4.3.2 Typiska vibrationer vid förflyttning

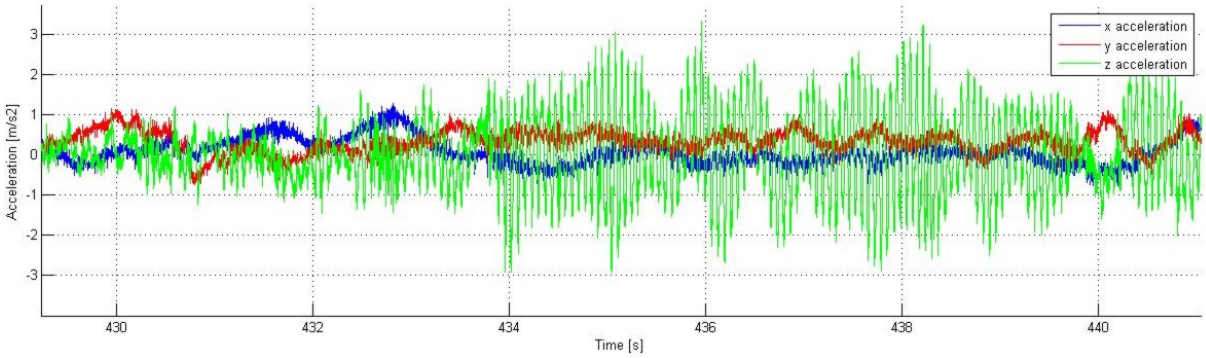
Nedan presenteras grafer över de typiska vibrationer som förekom vid de olika förflyttningarna.



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,3 m/s^2 och en frekvens av ca 5 Hz i X- och Y-led samt 0,5 m/s^2 med en frekvens av 5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,5 Hz i X-led, och 0,3 m/s^2 med en frekvens av ca 1,5 Hz Y-led samt 0,5 m/s^2 med en frekvens av 10 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med reach stacker**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 1,5 Hz i X-led, och 0,3 m/s^2 med en frekvens av ca 1,5 Hz Y-led samt svänginingar med en amplitud av ca 1 m/s2 och en frekvens av på ca 1,5 Hz överlagrade med vibrationer med amplituden 1,5 m/s^2 och en frekvens på ca 15 Hz i Z-led.*

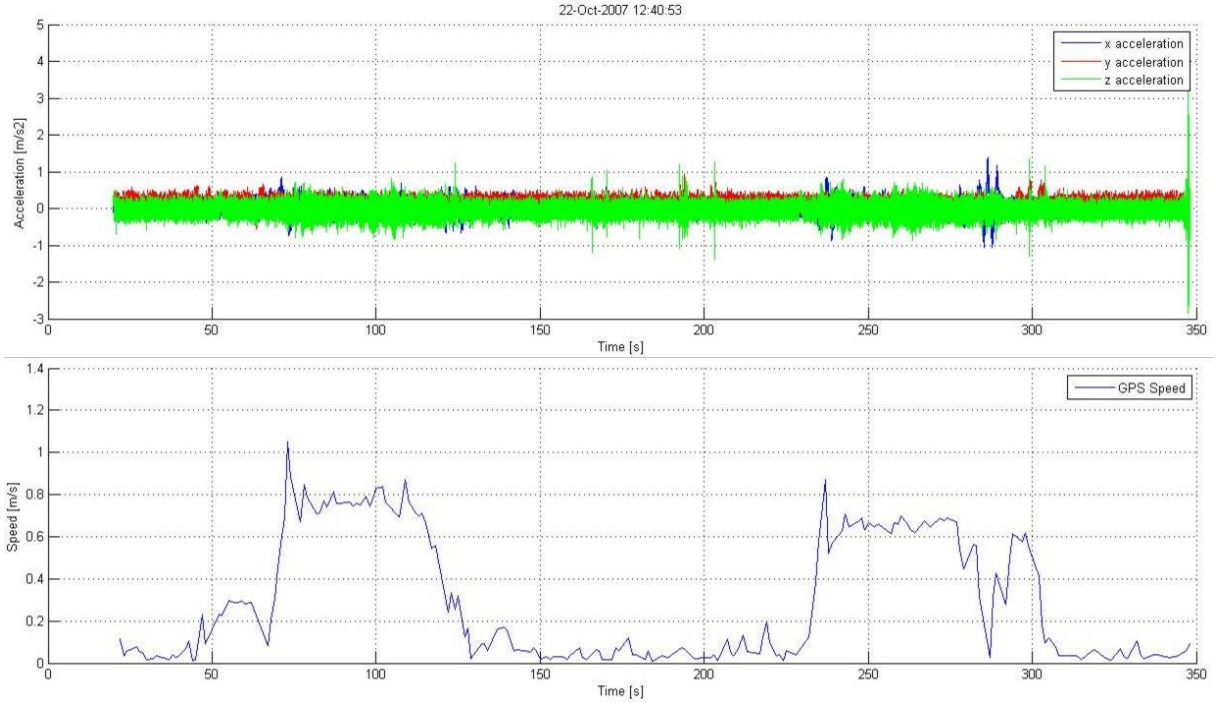
6.4.4 Protokoll för hantering med portalkran

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av växelflaket med portalkran.

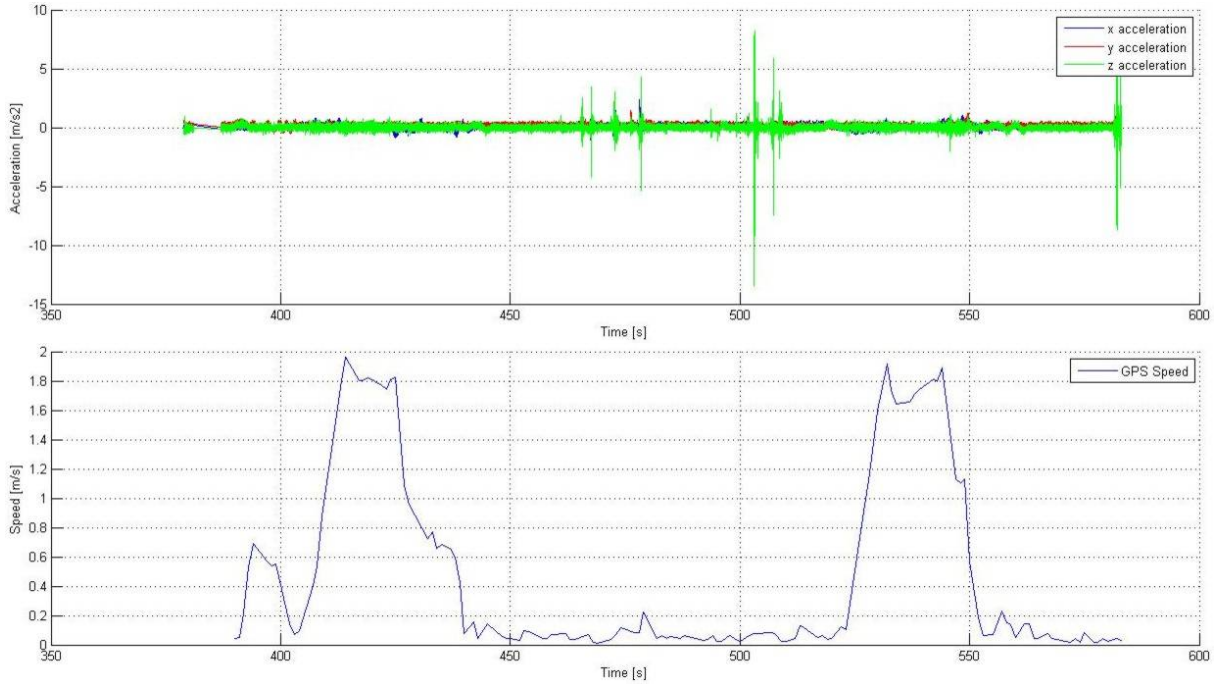
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***12:40:53***	***0***
Portalkran	lyft	marken		12:41:13	20
	förflyttning (start)	-		12:41:29	36
	förflyttning (slut)	-		12:43:30	157
	nedsättning	jvg-vagn	**Lätt**	12:44:10	197
	lyft	jvg-vagn		12:44:20	207
	förflyttning (start)	-		12:44:40	227
	förflyttning (slut)	-		12:46:00	307
	nedsättning	marken		12:46:41	348
	lyft	marken		12:47:12	379
	förflyttning (start)	-		12:47:23	390
	förflyttning (slut)	-		12:48:15	442
	nedsättning (start)	jvg-vagn		12:49:30	517
	nedsättning (slut)	jvg-vagn	**Normal**	12:49:18	505
	lyft	jvg-vagn		12:49:24	511
	förflyttning (start)	-		12:49:30	517
	förflyttning (slut)	-		12:50:05	552
	nedsättning	marken		12:50:36	583
	lyft	marken		12:50:59	606
	förflyttning (start)	-		12:51:07	614
	förflyttning (slut)	-		12:51:50	657
	nedsättning (slut)	jvg-vagn		12:52:07	674
	nedsättning (start)	jvg-vagn	**Hård**	12:52:16	683
	lyft	jvg-vagn		12:52:19	686
	förflyttning (start)	-		12:52:29	696
	förflyttning (slut)	-		12:53:04	731
	nedsättning	marken		12:53:21	748

6.4.5 Mätdata från hantering med portalkran

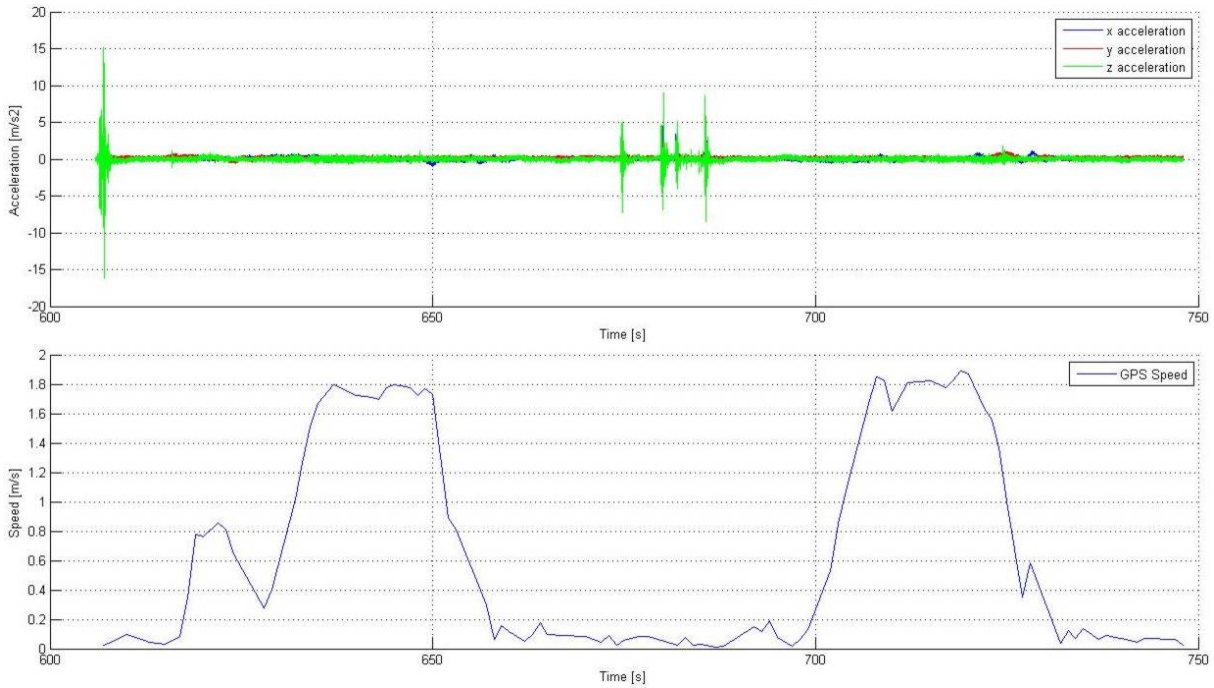
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt den med GPS'en uppmätta hastigheten varmed växelflaket förflyttas tagen från GPS'en plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **lätt hantering** av växelflak med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **normal hantering** av växelflak med **portalkran**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hård hantering** av växelflak med **portalkran**.*

6.4.5.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

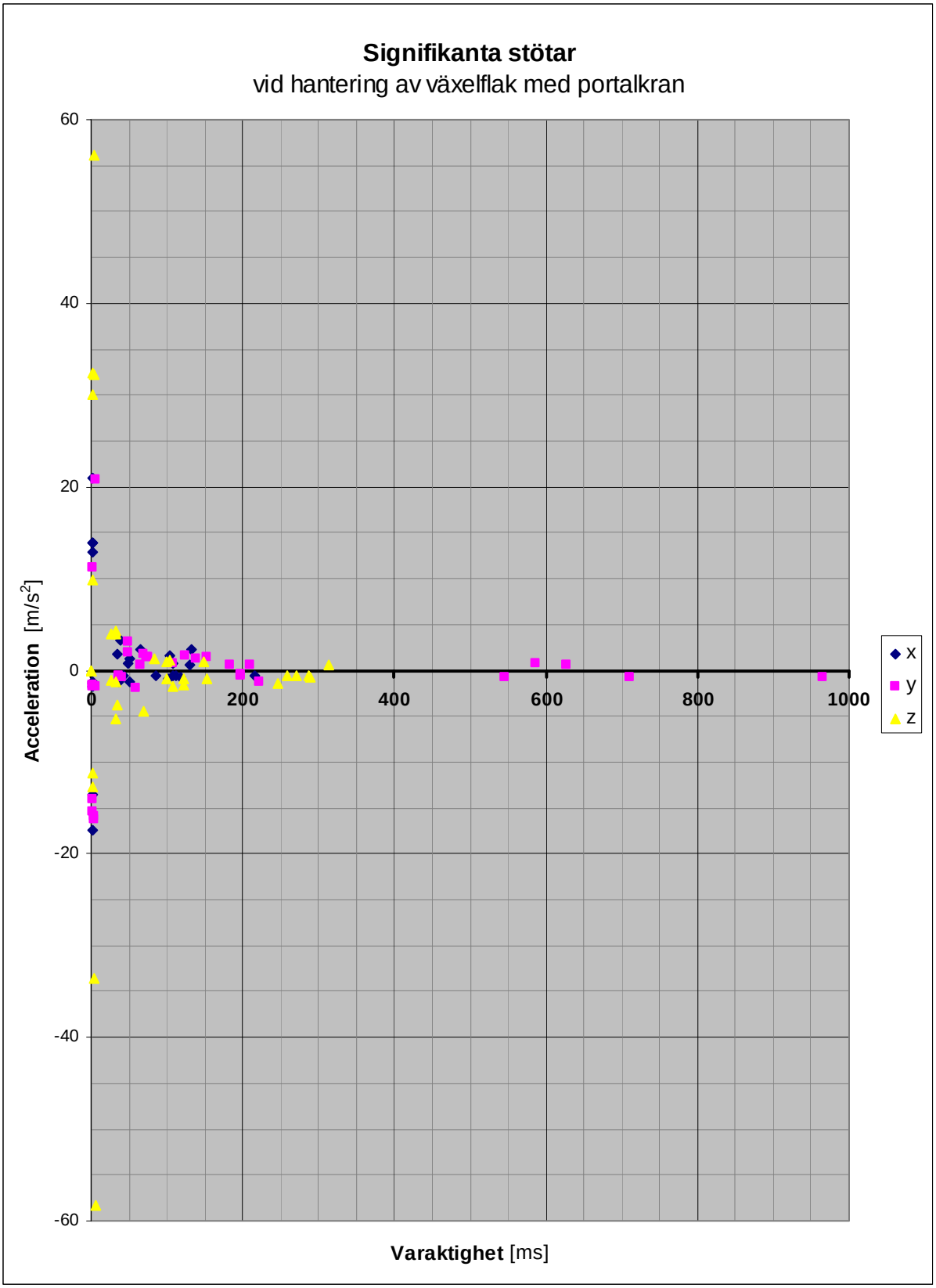
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-1.8	-0.9	1	-1.8	-0.4	5	-12.7	-6.7	2
	-1.5	-0.8	2	-1.7	-0.7	1	-11.1	-6.3	1
	-1.3	-0.7	3	-1.6	-0.8	1	9.8	5.3	1
25-100 ms	0.7	0.2	49	-0.8	-0.3	40	-1.3	-0.6	33
	-0.6	-0.3	86	-0.6	-0.2	36	1.2	0.7	84
	-0.6	-0.2	43	0.6	0.2	65	-1.1	-0.6	26
100 -250 ms	-0.6	-0.2	107	0.6	0.2	210	1.1	0.5	103
	-0.6	-0.2	113	-0.5	-0.2	198	-0.9	-0.4	100
	0.6	0.2	130	-0.5	-0.2	198	-0.9	-0.3	152
>250 ms	1.3	0.6	1118	-0.7	-0.4	966			
	-1.1	-0.6	1185	0.7	0.3	586			
	-1.1	-0.5	1090	0.6	0.3	627			

Stötar vid normal hantering

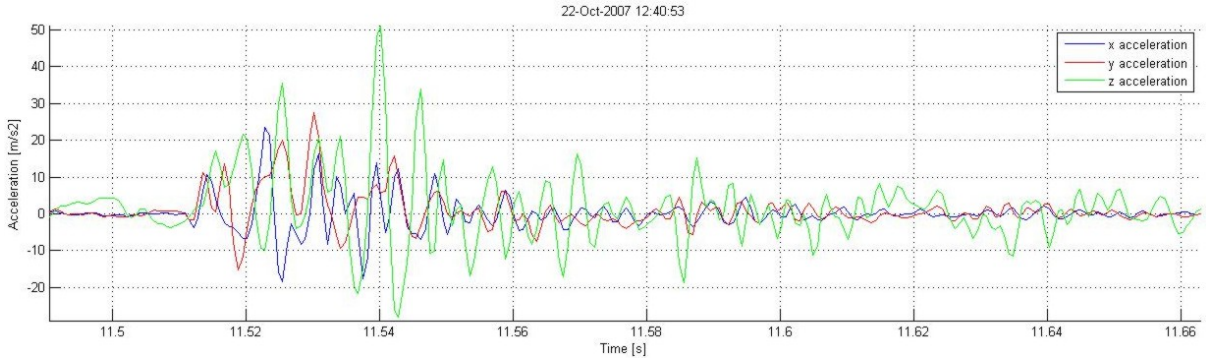
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	13.9	8.0	2	-15.8	-5.7	3	-58.4	-19.3	7
	13.8	7.3	2	-15.3	-7.9	3	56.1	31.3	3
	-13.5	-6.9	2	11.2	6.5	3	-33.6	-21.0	4
25-100 ms	2.3	1.0	65	1.7	0.7	70	-5.4	-2.4	33
	-1.3	-0.4	37	1.5	0.6	75	4.3	2.0	33
	1.3	0.7	51	1.5	0.7	73	-3.8	-1.6	34
100 -250 ms	1.6	0.5	105	1.5	0.4	153	1.0	0.6	100
	-0.8	-0.3	119	1.3	0.6	139	1.0	0.4	148
	-0.7	-0.2	216	-1.2	-0.4	222	-0.9	-0.4	121
>250 ms	0.9	0.5	1193	1.0	0.4	1516	-0.7	-0.2	289
	-0.9	-0.5	1522	-0.7	-0.3	546	-0.6	-0.2	258
	-0.9	-0.4	1078	-0.7	-0.3	710	0.5	0.3	314

Stötar vid hård hantering

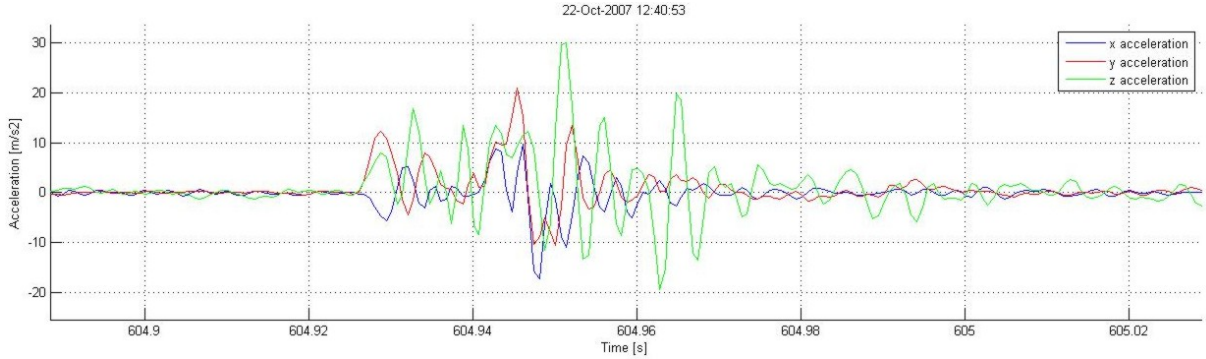
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	20.9	10.3	3	20.8	7.2	7	32.5	13.1	1
	-17.4	-8.5	2	-16.3	-9.5	3	32.3	14.8	3
	12.9	7.7	2	-14.1	-8.3	2	30.0	18.1	2
25-100 ms	3.3	1.2	39	3.2	1.3	48	-4.5	-1.8	69
	1.7	0.6	35	2.0	0.6	49	4.0	2.2	33
	-1.3	-0.7	51	-2.0	-0.8	59	3.9	2.1	27
100 -250 ms	2.2	1.1	132	1.6	0.7	123	-1.7	-0.6	107
	-1.0	-0.6	101	0.8	0.4	109	-1.6	-0.8	122
	0.8	0.3	109	0.6	0.3	184	-1.4	-0.5	246
>250 ms	-1.1	-0.5	1717	0.8	0.4	1414	-0.6	-0.2	288
	1.0	0.5	1243	-0.8	-0.4	1576	-0.5	-0.2	271
	1.0	0.5	1121	0.7	0.4	1026			



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av växelflak med portalkran. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

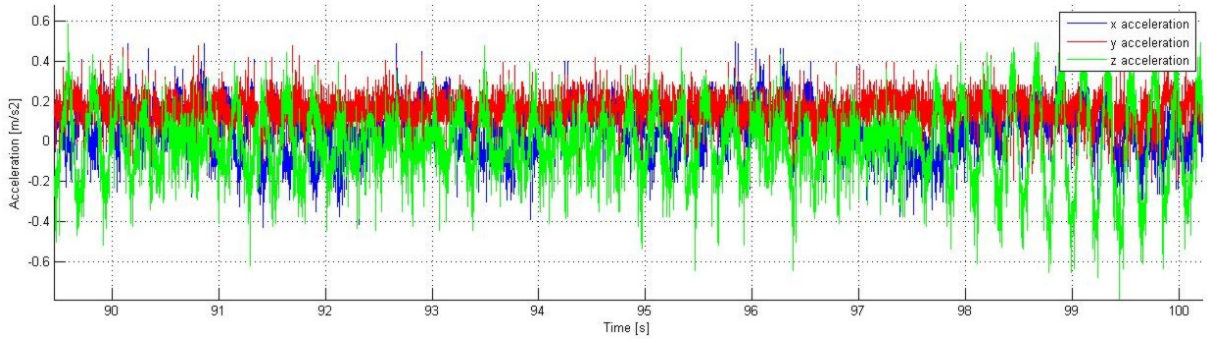


*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid lätt hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 2-5 millisekunder. Maximalt utslag ca 23 m/s^2 i X-led, 27 m/s^2 i Y-led och 51 m/s^2 i Z-led.*

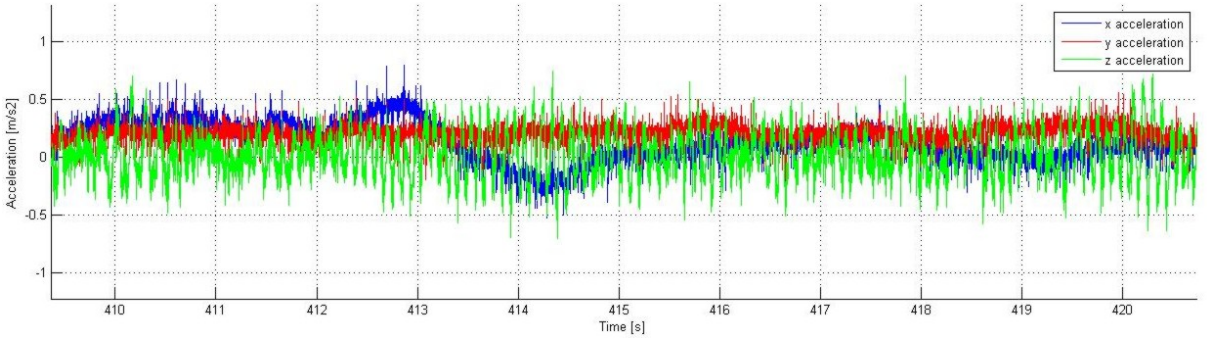


*Detalj av utslag vid **lyft från järnvägsvagn vid hård hantering**. Signifikanta stötar i X-, Y- och Z-led, med varaktigheter på ca 2-5 millisekunder. Maximalt utslag ca 18 m/s^2 i X-led, 20 m/s^2 i Y-led och 30 m/s^2 i Z-led.*

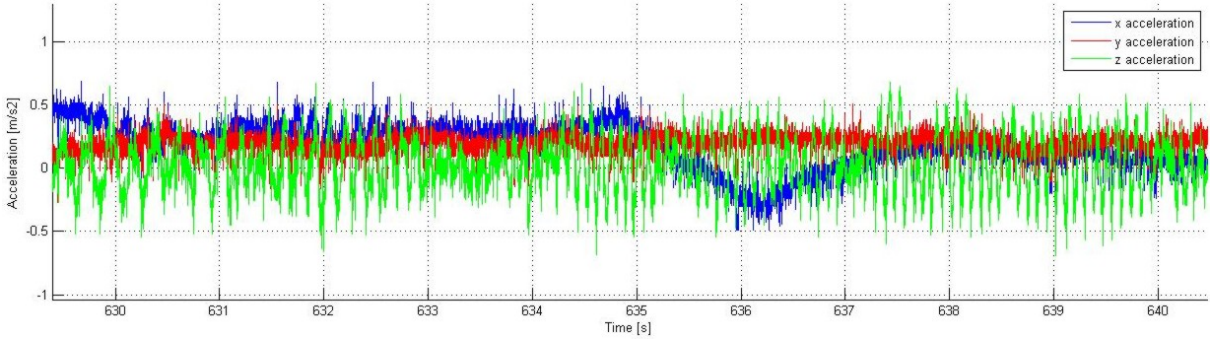
6.4.5.2 Typiska vibrationer vid förflyttning



*Detalj av typiska vibrationer vid **lätt förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 5 Hz i X- och Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 10 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med portalkran**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 0,5 m/s^2 och en frekvens av ca 7 Hz i Z-led.*

7 Mätningar utförda i Trelleborgs Hamn

Mätningar av accelerationer vid hantering av ett växelflak utfördes i i Trelleborgs Hamn den 31:e oktober 2007. Lasten i växelflaket bestod av sågade trävaror och totalvikten för ekipaget uppmättes till 18 ton.

7.1 Mätserier

Vid mätningarna i Trelleborgs hamn utfördes följande mätserier:

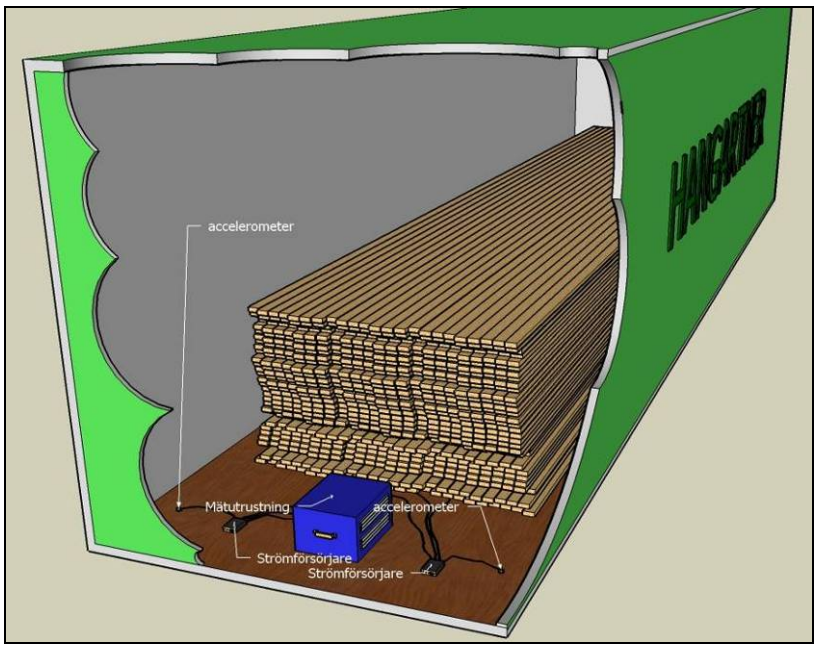
- Förflyttning av växelflak med roll trailer
- Förflyttning av växelflak med chassi
- Förflyttning av växelflak med luftfjädrat trailerchassi

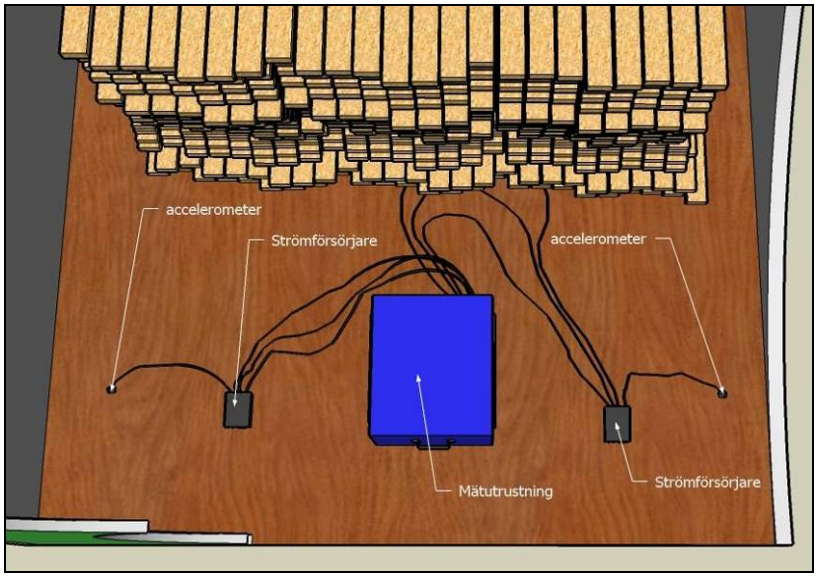
Under tiden växlades dessutom växelflaket med en reach stacker mellan marken och de tre typerna av trailers/chassis med olika grad av försiktighet, motsvarande lätt, normal och hantering.

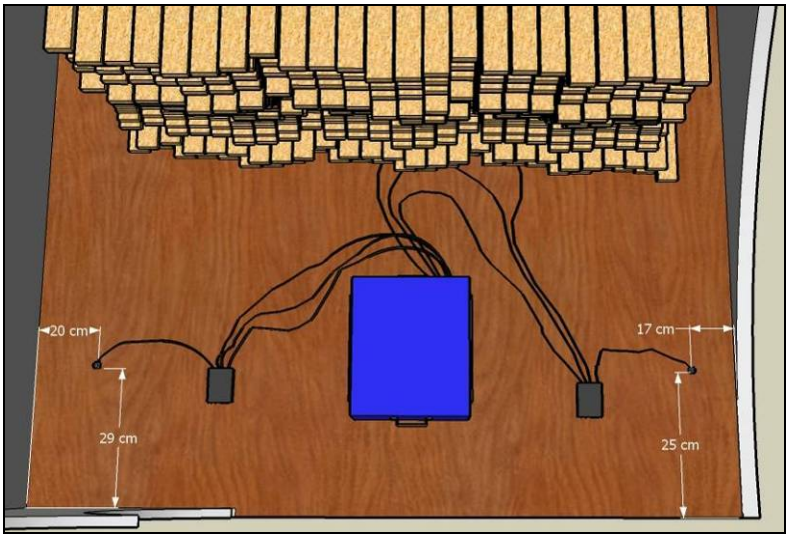
7.2 Placering av mätutrustning

Mätutrustningen som användes är beskriven i kapitel 3.5. Under mätningarna i Trelleborgs hamn uppstod inga problem med utrustningen. Samma lastbärare användes vid samtliga mätserier och placeringen av utrustningen framgår av skisserna och fotografierna nedan.









Placering av utrustning i växeflaket. Måtten anger givarnas placering.

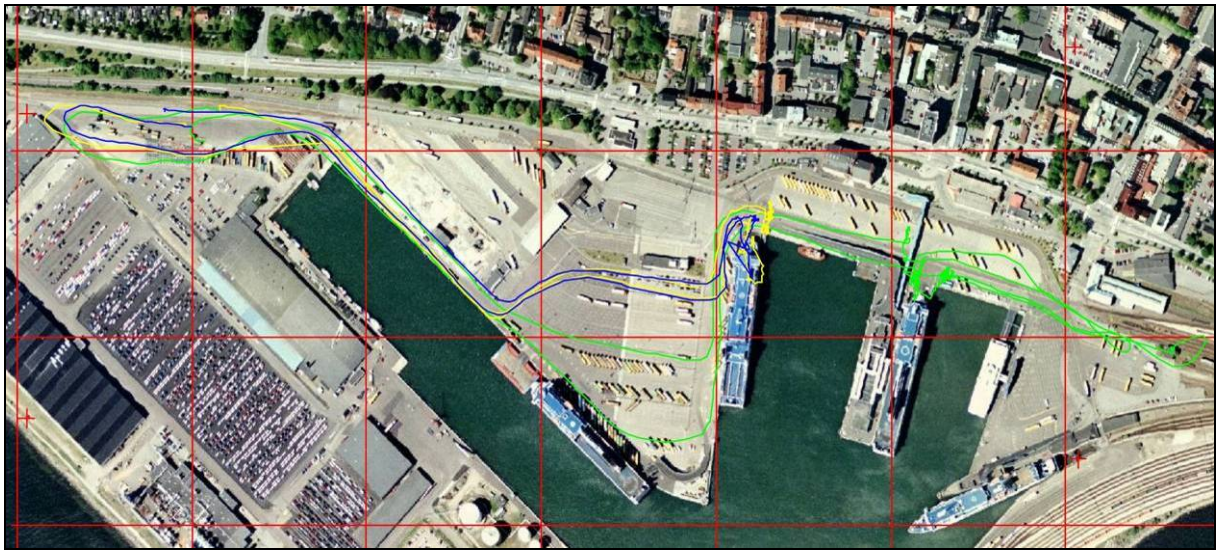
7.3 Förflyttning med rolltrailer, chassi och trailerchassi

Mätningar utfördes vid förflyttning av växelflaket med tre olika typer av trailers:

- **Rolltrailer** har hårdgummihjul och stum hjulupphängning
- **Chassi** med luftgummihjul.och stum hjulupphängning
- **Trailerchassi** med luftgummihjul och luftfjädring

Samtliga trailers drogs av en tugmaster och i samtliga fall låstes växelflaket till trailern med containerlås.

Vid förflyttningarna transporterades växelflaket runt i en slinga på hamnplan samt in och ut ur fartyg. Förflyttningarna utfördes med normal grad av försiktighet i ena riktningen och med hård hanteringsnivå på tillbakavägen.



Plot av GPS-spåret vid transport av växelflaket.

Grönt spår tecknar färdväg vid transport med rolltrailer.
Gult spår tecknar färdväg vid transport med chassi.
Blått spår tecknar färdväg vid transport med trailerchassi.

Varje ruta i bilden är 200 x 200 m stor.

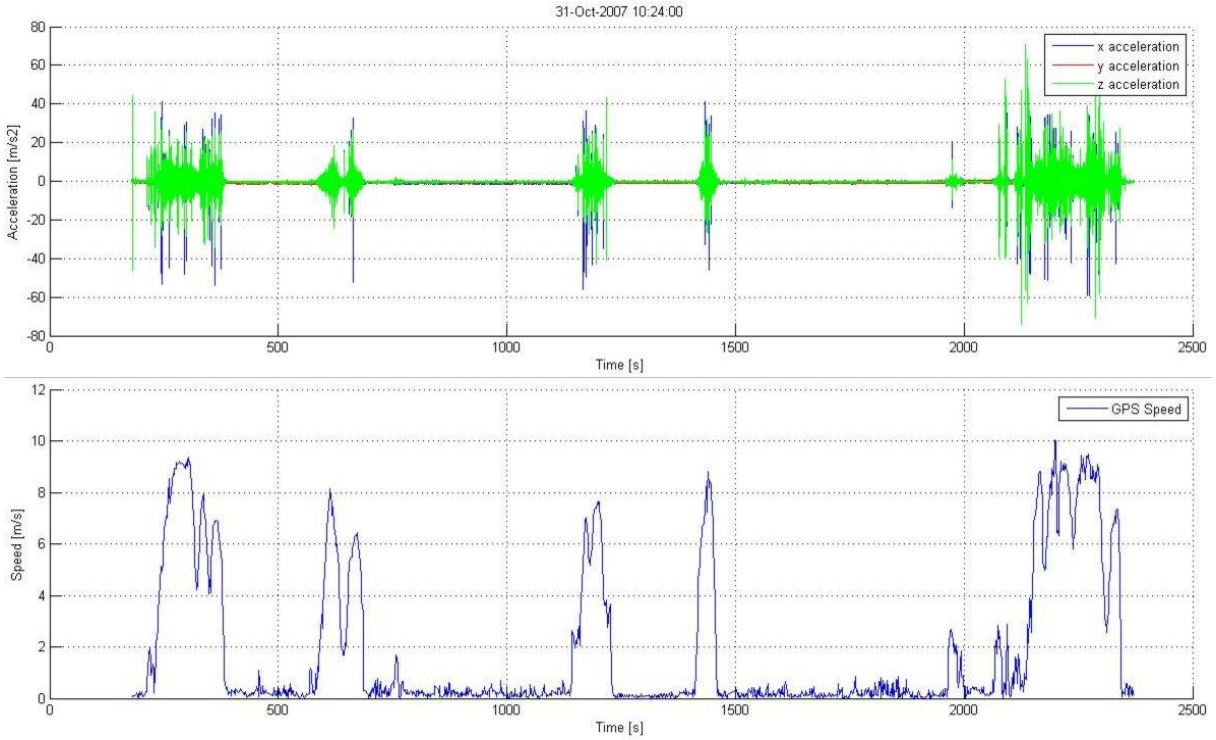
7.3.1 Protokoll

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid förflyttning av växelflaket.

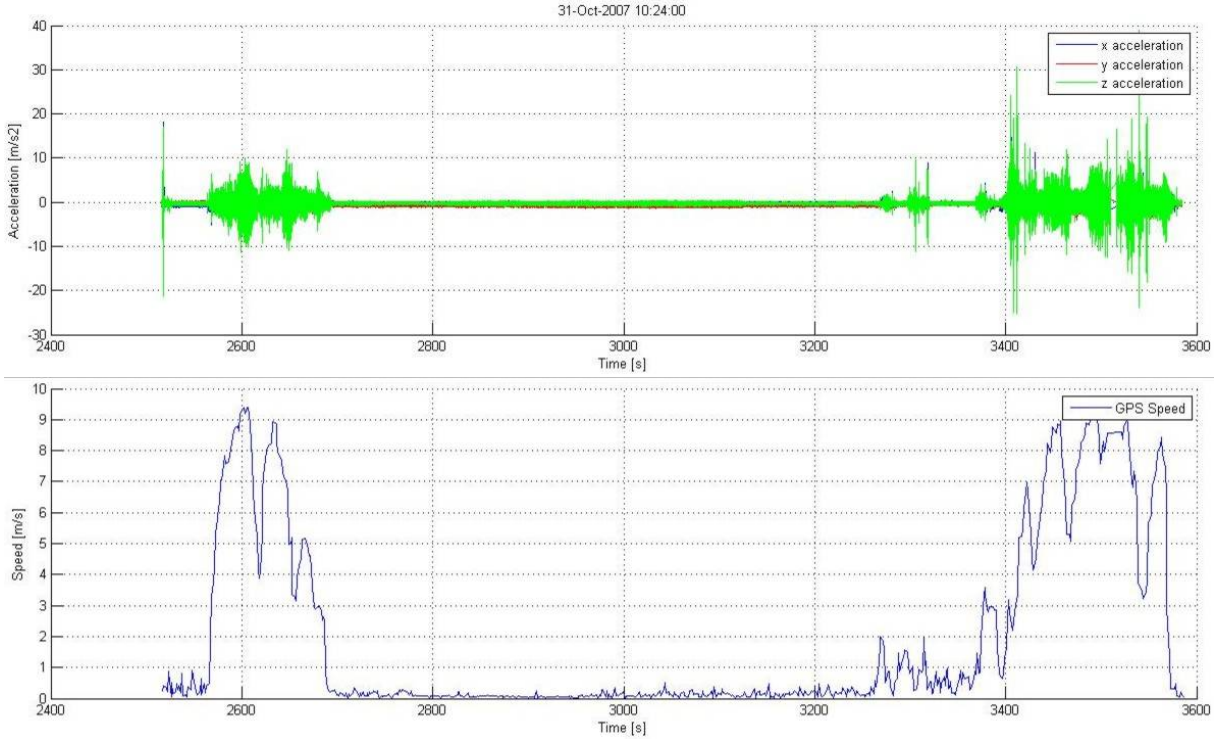
Utrustning	Moment	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START			***10:24:00***	***0***
Rolltrailer	Koppling av tugmaster	**Normal**	10:27:01	181
	Förflyttning på hamnplan		10:27:31	211
	Förflyttning in i fartyg			
	Slut		10:58:10	2050
	Förflyttning ut ur fartyg	**Hård**	10:58:20	2060
	Förflyttning på hamnplan			
	Slut		11:03:06	2346
Chassi	Koppling av tugmaster	**Normal**	11:05:57	2517
	Förflyttning på hamnplan		11:06:47	2567
	Förflyttning in i fartyg			
	Slut		11:19:47	3347
	Förflyttning ut ur fartyg	**Hård**	11:19:47	3347
	Förflyttning på hamnplan			
	Slut		11:23:43	3583
Trailerchassi	Koppling av tugmaster	**Normal**	11:55:05	5465
	Förflyttning på hamnplan		11:55:11	5471
	Förflyttning in i fartyg			
	Slut		11:59:51	5751
	Förflyttning ut ur fartyg	**Hård**	11:59:51	5751
	Förflyttning på hamnplan			
	Slut		12:03:11	5951

7.3.2 Mätdata

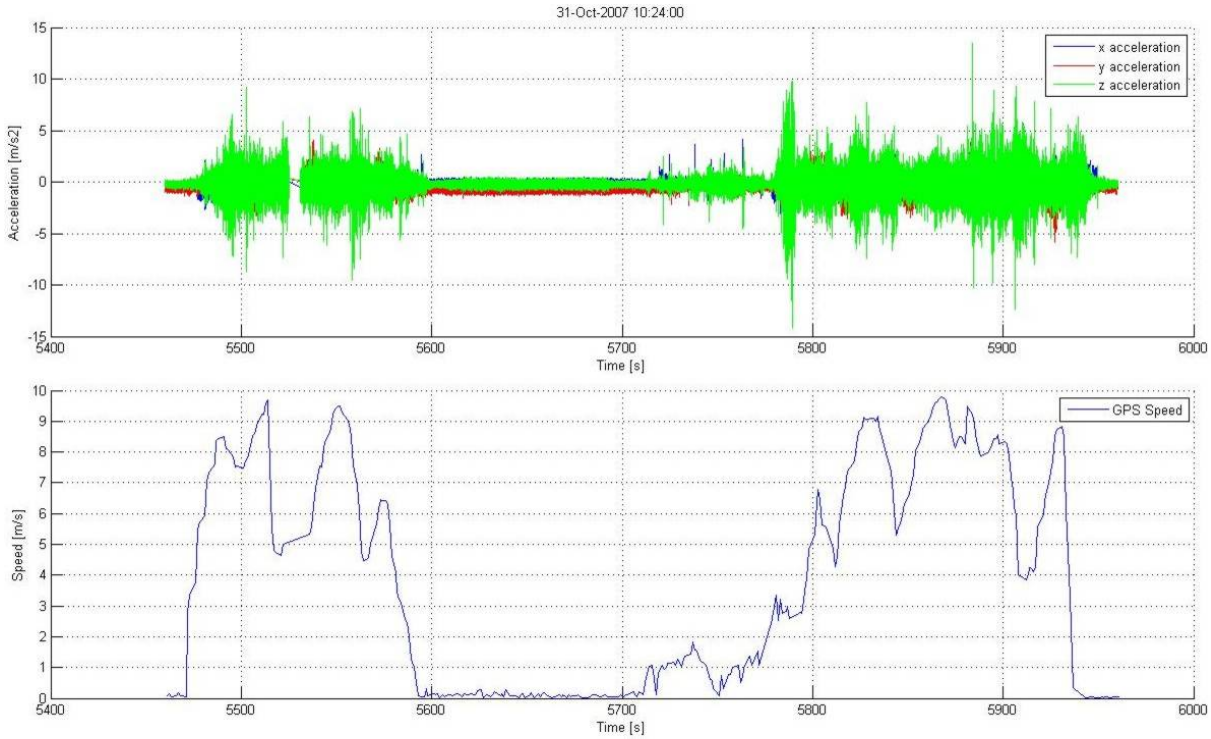
I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt den av GPS'en uppmätta hastigheten varmed växelflaket förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **förflyttning** av växelflaket med **rolltrailer**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **förflyttning** av växelflaket med **chassi**.*



*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **förflyttning** av växelflaket med **trailerchassi**.*

7.3.2.1 Signifikanta stötar vid förflyttning med rolltrailer

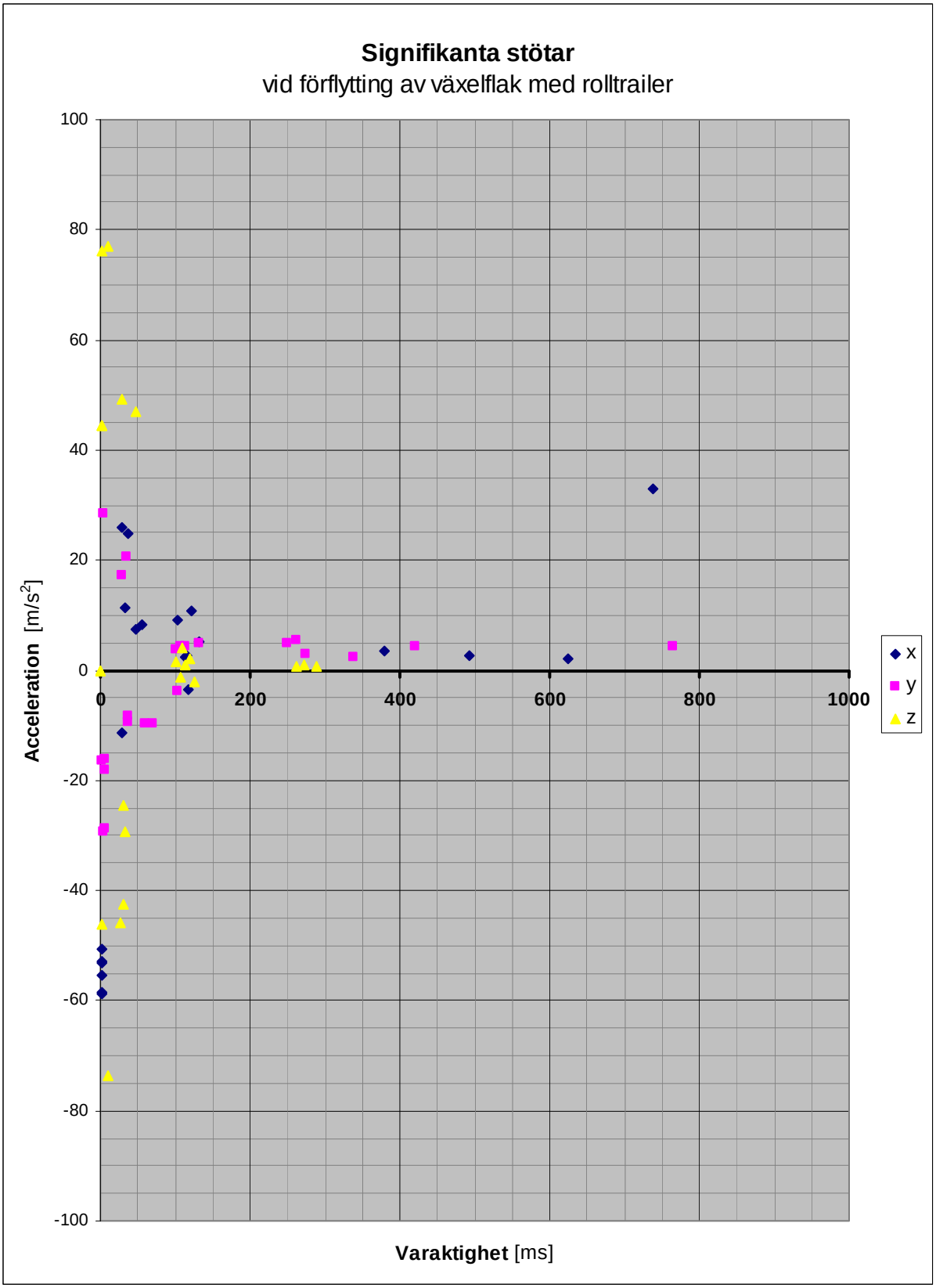
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid normal hantering

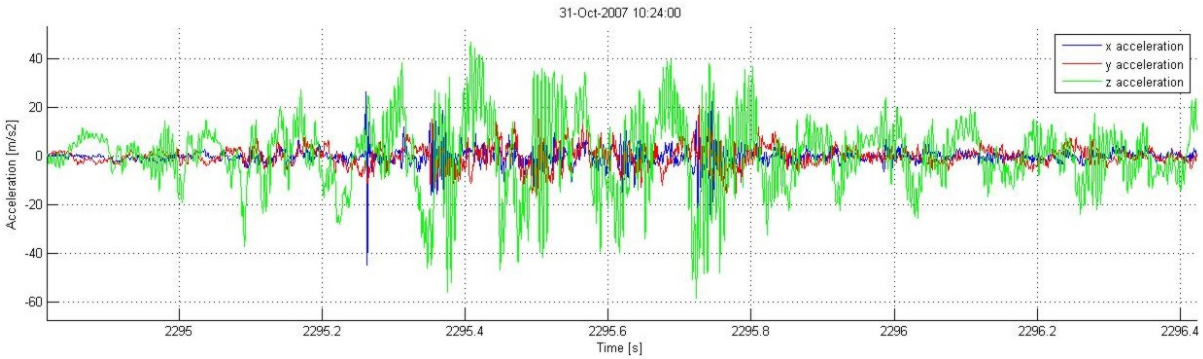
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-55.4	-26.9	1	-18.0	-10.9	6	-46.2	-28.2	2
	-53.1	-29.0	1	-16.4	-9.9	2	44.4	27.6	3
	-52.9	-23.5	1	-16.1	-7.0	6	44.4	25.4	2
25-100 ms	24.9	1.6	36	-9.8	-0.7	69	-42.5	-18.2	30
	11.3	1.6	33	-9.3	-3.4	37	-29.4	-15.1	32
	8.2	0.8	55	-8.2	-3.4	37	-24.6	-13.0	31
100 -250 ms	10.9	0.8	122	4.9	0.9	250	4.2	2.0	110
	9.0	0.6	103	3.7	1.7	101	2.2	1.0	120
	5.1	0.3	132	-3.7	-1.3	103	-2.2	-1.1	127
>250 ms	3.1	0.6	2819	5.5	1.0	262	0.8	0.4	272
	2.2	0.8	625	-2.7	-1.0	1094	0.7	0.3	261
	2.1	0.8	3621	2.5	1.1	338	0.7	0.3	290

Stötar vid hård hantering

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-58.7	-37.2	1	-29.4	-16.4	5	76.9	39.5	9
	-58.4	-30.0	2	-28.6	-11.9	6	76.1	43.5	3
	-50.6	-25.9	2	28.4	15.2	4	-73.5	-38.1	9
25-100 ms	25.9	1.6	28	20.7	5.1	35	49.1	17.9	28
	-11.5	-2.8	29	17.3	5.8	29	47.1	21.5	47
	7.4	2.9	48	-9.7	-3.6	61	-45.9	-24.7	27
100 -250 ms	-3.6	-1.5	118	4.9	2.1	132	1.4	0.6	102
	2.7	1.3	116	4.2	1.6	113	-1.3	-0.6	108
	2.3	1.1	114	4.2	1.8	108	1.1	0.6	113
>250 ms	32.9	0.7	739	4.5	1.3	765			
	3.6	1.1	380	4.2	1.4	422			
	2.7	1.1	493	3.1	1.3	273			



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av växelflak med rolltrailer. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



*Detalj av utslag vid **hård förflyttning på hamnplan**. Signifikanta stötar i framförallt Z-led, med varaktigheter på ca 20 millisekunder och ett maximalt utslag på ca 60 m/s^2.*

7.3.2.2 Signifikanta stötar vid förflyttning med chassi

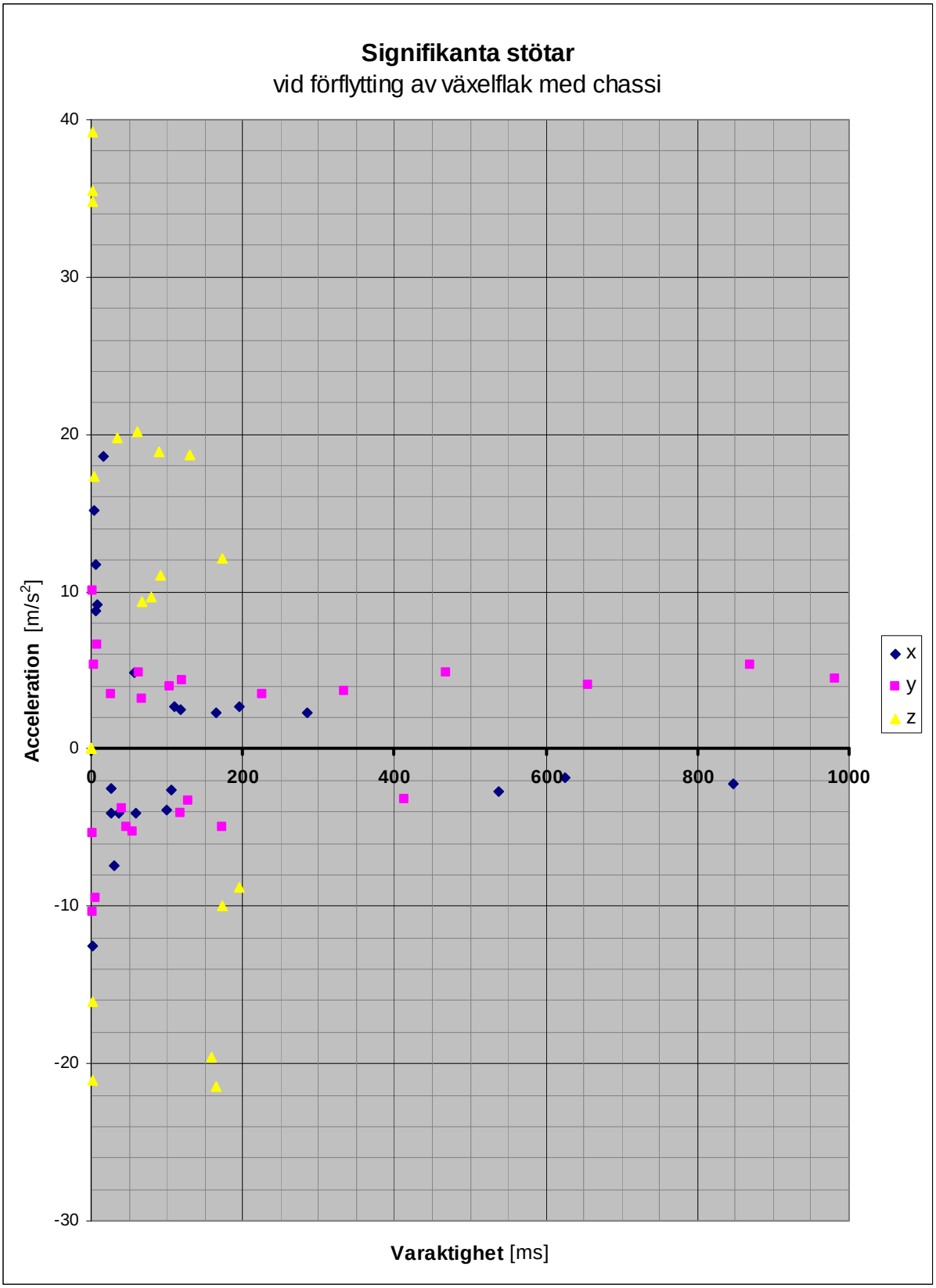
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid normal hantering

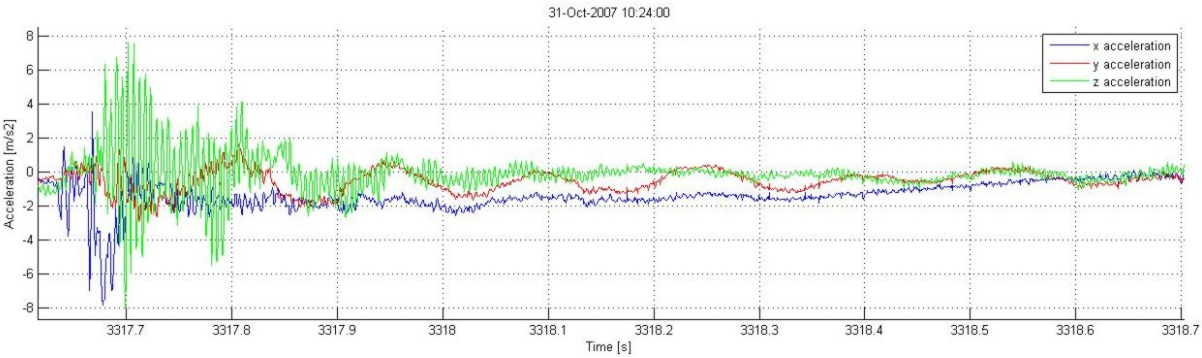
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	18.6	8.0	15	6.6	2.1	8	-21.1	-12.8	2
	9.2	3.9	7	-5.3	-3.0	1	17.3	9.2	3
	8.8	5.0	7	5.3	2.6	3	-16.0	-9.9	2
25-100 ms	-7.4	-3.9	31	-3.8	-1.1	40	11.0	5.4	92
	-4.1	-1.6	27	3.4	1.6	26	9.6	3.5	80
	-2.5	-1.0	26	3.2	1.5	67	9.4	3.5	67
100 -250 ms	-3.8	-0.9	100	4.0	2.2	104	12.1	5.2	172
	2.7	0.8	196	3.4	1.6	225	-10.0	-4.0	173
	-2.6	-0.8	107	-3.3	-1.4	128	-8.8	-4.2	196
>250 ms	-2.3	-1.1	848	4.5	1.9	981			
	-1.9	-1.0	4123	3.7	1.2	334			
	-1.8	-0.8	625	-3.2	-1.4	414			

Stötar vid hård hantering

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	15.2	5.7	5	-10.3	-5.4	3	39.2	24.5	2
	-12.5	-5.8	3	10.1	5.9	2	35.4	21.5	2
	11.7	5.3	5	-9.5	-5.4	7	34.8	17.3	3
25-100 ms	4.8	2.3	57	-5.3	-2.2	55	20.1	3.6	60
	-4.1	-1.7	37	-4.9	-2.1	47	19.7	7.5	35
	-4.0	-0.7	59	4.9	2.1	63	18.9	8.3	90
100 -250 ms	2.7	1.2	110	-4.9	-2.4	173	-21.4	-8.9	164
	2.5	1.1	117	4.4	2.3	120	-19.6	-7.7	158
	2.3	1.0	165	-4.1	-2.2	119	18.7	9.4	130
>250 ms	-2.7	-1.0	539	5.3	1.7	870	8.7	4.0	6168
	2.5	1.3	4446	4.9	1.8	468			
	2.3	1.0	285	4.0	1.9	655			



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av växelflak med chassi. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



*Detalj av utslag vid **förflyttning över ramp in i fartyg**. Signifikanta stötar i X- och Z-led. Stöt med varaktighet på ca 35 millisekunder och ett maximalt utslag på ca 8 m/s^2 X-led och stötar med maximalt utslag ca 8 m/s^2 och varaktigheter på någon eller några millisekunder i Z-led.*

7.3.2.3 Signifikanta stötar vid förflyttning med trailerchassi

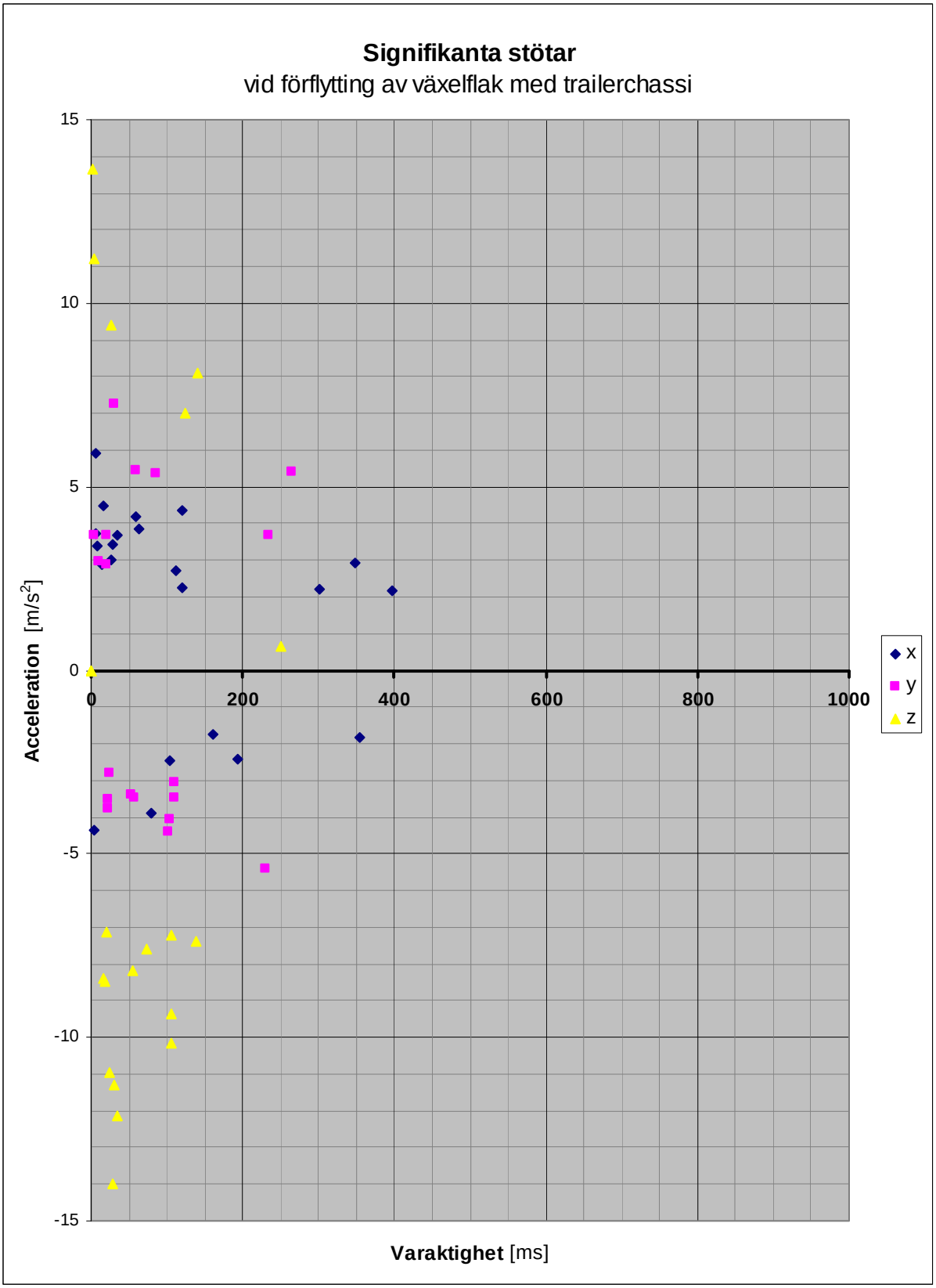
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid normal hantering

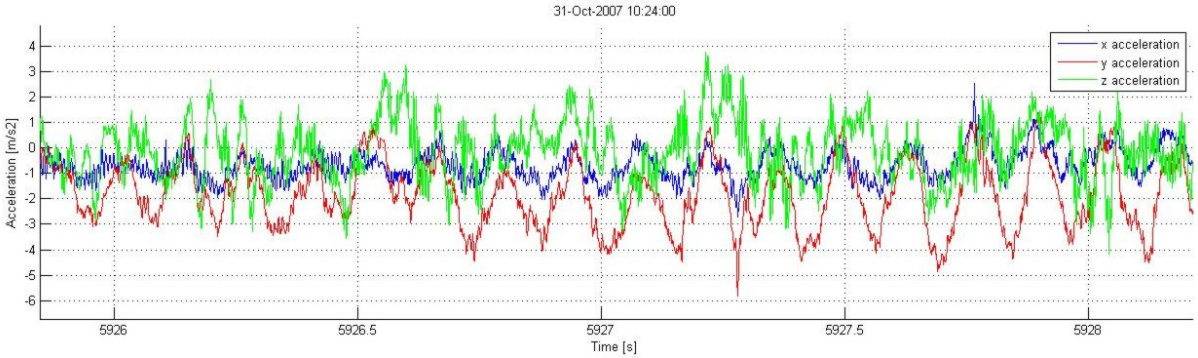
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	3.7	1.5	7	-3.5	-1.8	22	-8.5	-5.6	19
	3.4	1.6	9	3.0	1.4	11	-8.4	-5.0	17
	2.9	0.9	15	2.9	1.4	21	-7.1	-3.8	21
25-100 ms	4.2	1.4	59	-3.5	-1.4	57	9.4	5.2	26
	3.9	0.7	62	-3.4	-1.2	53	-8.2	-4.3	55
	3.0	1.0	26	-2.8	-1.2	25	-7.6	-3.5	73
100 -250 ms	2.7	1.4	112	3.7	1.9	234	-9.3	-4.7	106
	2.3	0.4	119	-3.5	-1.3	110	-7.4	-4.0	139
	-1.8	-0.8	162	-3.0	-1.3	109	7.0	3.4	125
>250 ms	2.9	1.0	1245	4.5	1.8	2594	0.6	0.3	250
	2.1	1.1	398	3.6	1.5	2269	0.5	0.2	6002
	-1.8	-0.7	355	3.4	1.5	2618			

Stötar vid hård hantering

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	5.9	3.2	5	-3.7	-1.9	22	13.6	8.3	3
	4.5	1.7	15	3.7	1.8	21	11.2	6.0	4
	-4.4	-2.3	5	3.7	2.1	4	-11.0	-6.7	24
25-100 ms	-3.9	-1.0	79	7.3	3.7	31	-14.0	-6.6	28
	3.7	1.7	34	5.5	2.7	59	-12.1	-7.7	35
	3.4	1.1	29	5.4	1.7	86	-11.3	-6.0	31
100 -250 ms	4.4	1.0	121	-5.4	-2.0	230	-10.1	-4.6	107
	-2.5	-0.9	104	-4.4	-2.5	101	8.1	4.5	140
	-2.4	-1.1	194	-4.1	-2.1	103	-7.2	-3.1	107
>250 ms	2.9	0.6	347	7.9	2.0	1503			
	2.5	1.2	4746	5.4	2.8	264			
	2.2	1.0	302	4.0	1.9	1248			

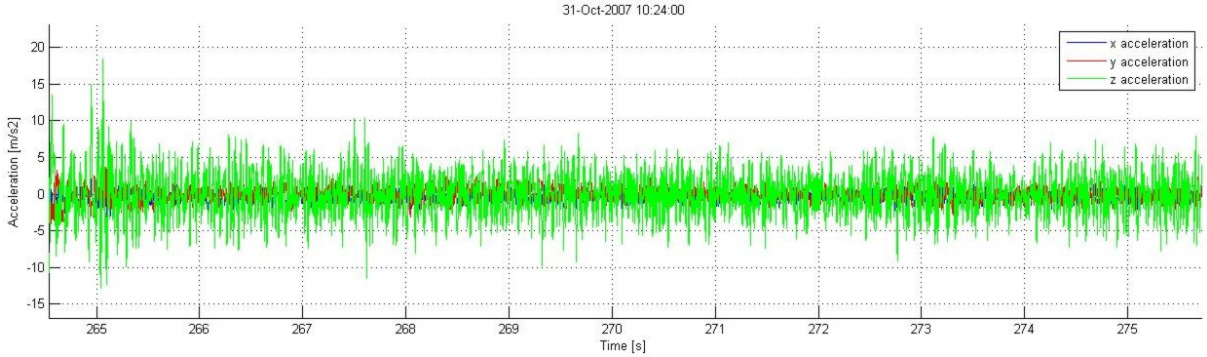


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av växelflak med trailerchassi. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

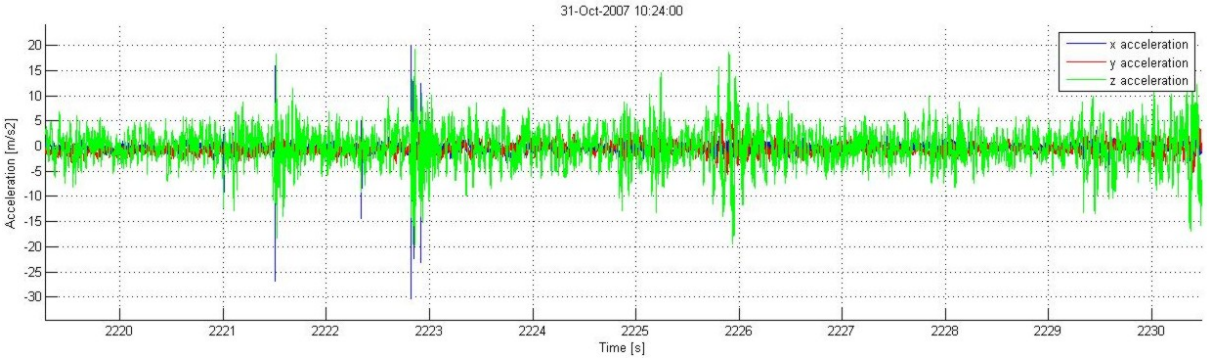


*Detalj av utslag vid **hård förflyttning på hamnplan**. Signifikanta stötar i Y- och Z-led. Stötar med varaktigheter på ca 150 millisekunder och ett maximalt utslag på ca 6 m/s^2 Y-led och stötar med maximalt utslag ca 3,5 m/s^2 och varaktigheter på ca 100 millisekunder i Z-led.*

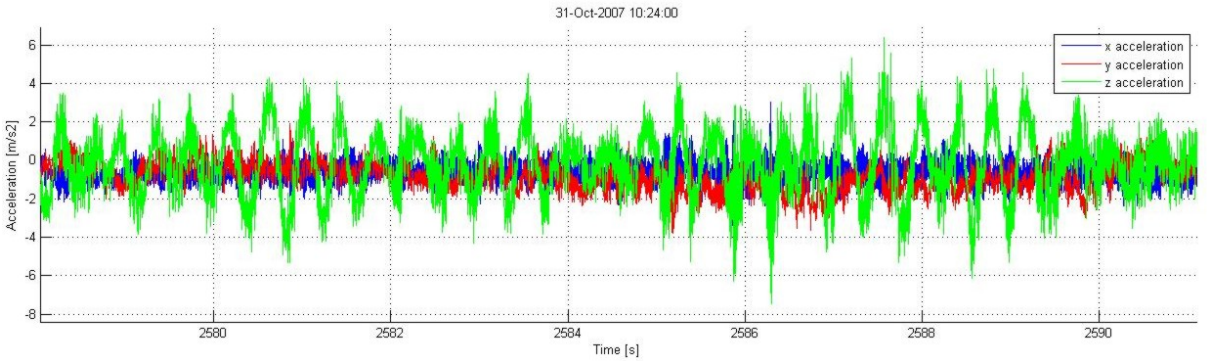
7.3.2.4 Typiska vibrationer vid förflyttning



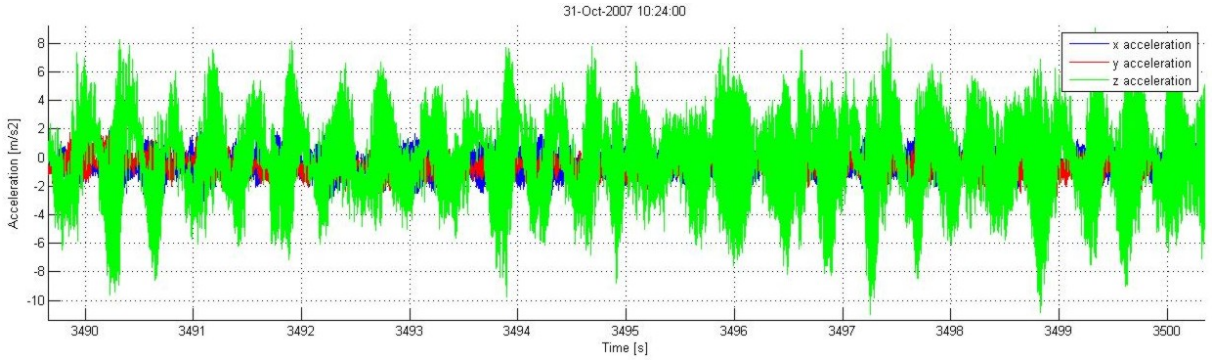
*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med rolltrailer**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 5,0 m/s^2 och en frekvens av ca 25 Hz i Z-led och 1 m/s^2 med en frekvens av ca 10 Hz i X-och Y-led.*



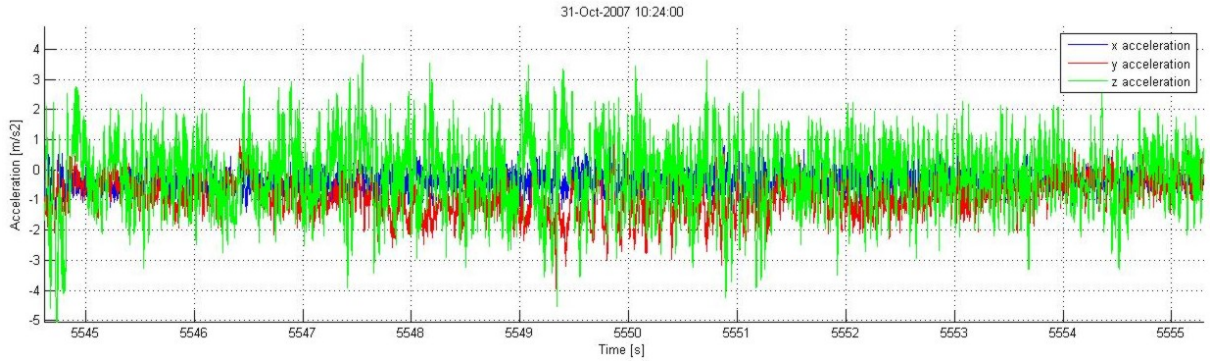
*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med rolltrailer**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 5,0 m/s^2 och en frekvens av ca 20 Hz i Z-led och 1 m/s^2 med en frekvens av ca 10 Hz i X-och Y-led.*



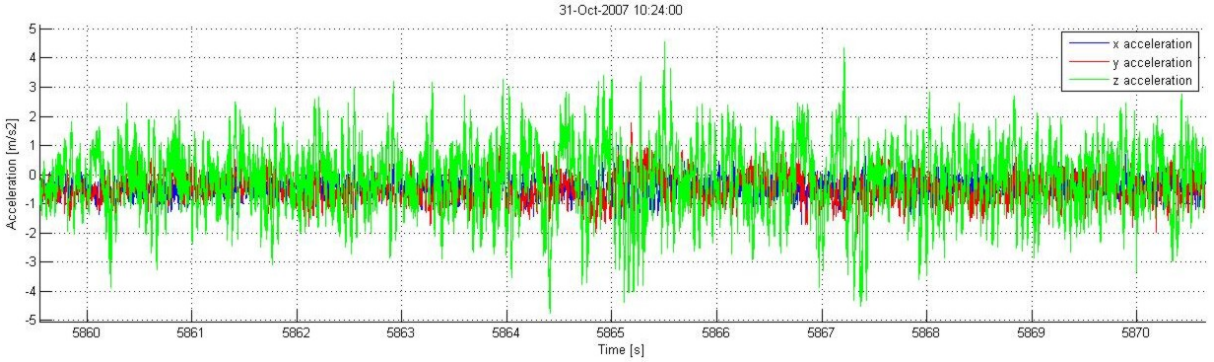
*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med chassi**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 3,0 m/s^2 och en frekvens av ca 2,5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med chassi**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 6,0 m/s^2 och en frekvens av ca 2,5 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **normal förflyttning med trailerchassi**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 3,0 m/s^2 och en frekvens av ca 25 Hz i Z-led.*



*Detalj av typiska vibrationer vid **hård förflyttning med trailerchassi**. Typiska vibrationer med en amplitud av ca 3,0 m/s^2 och en frekvens av ca 15 Hz i Z-led.*

7.4 Hantering med reach stacker

Mellan de olika förflyttningarna på rolltrailer och chassis, hanterades växelflaket med hjälp av en reach stacker. Lyft och nedsättning av växelflaket utfördes från och till marken, rolltrailer, chassi och trailerchassi med olika nivåer av försiktighet.

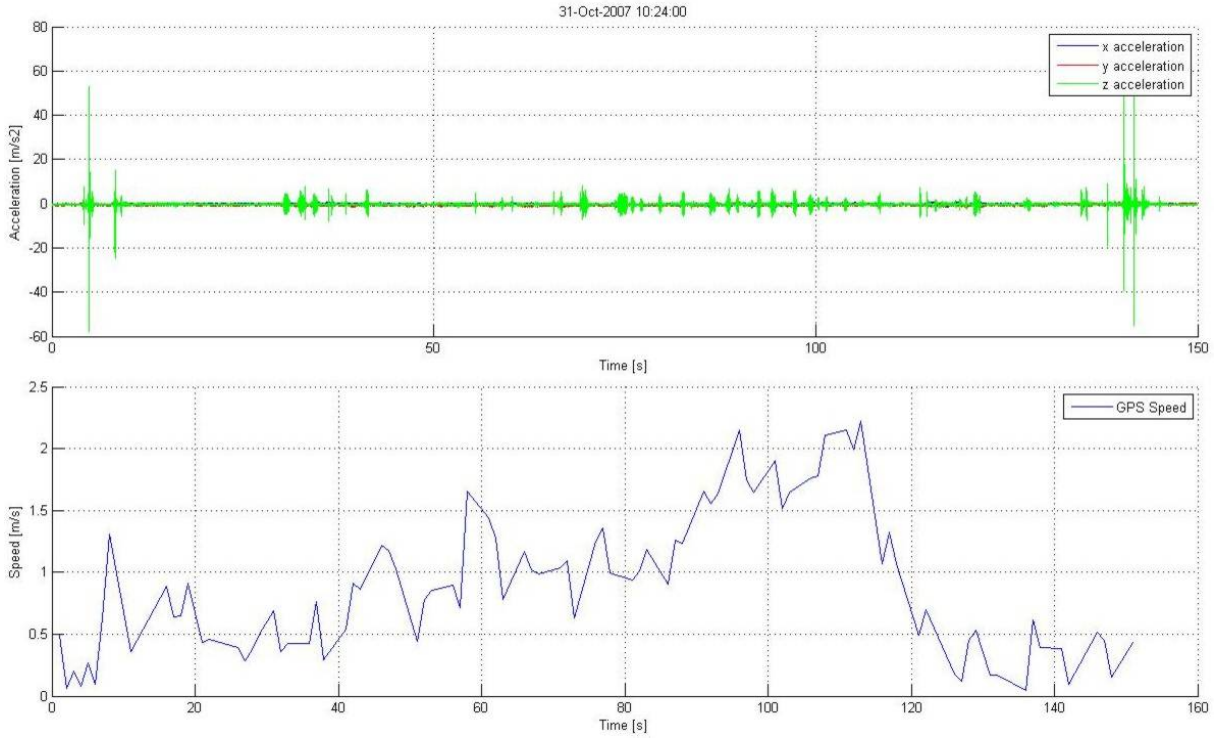
7.4.1 Protokoll

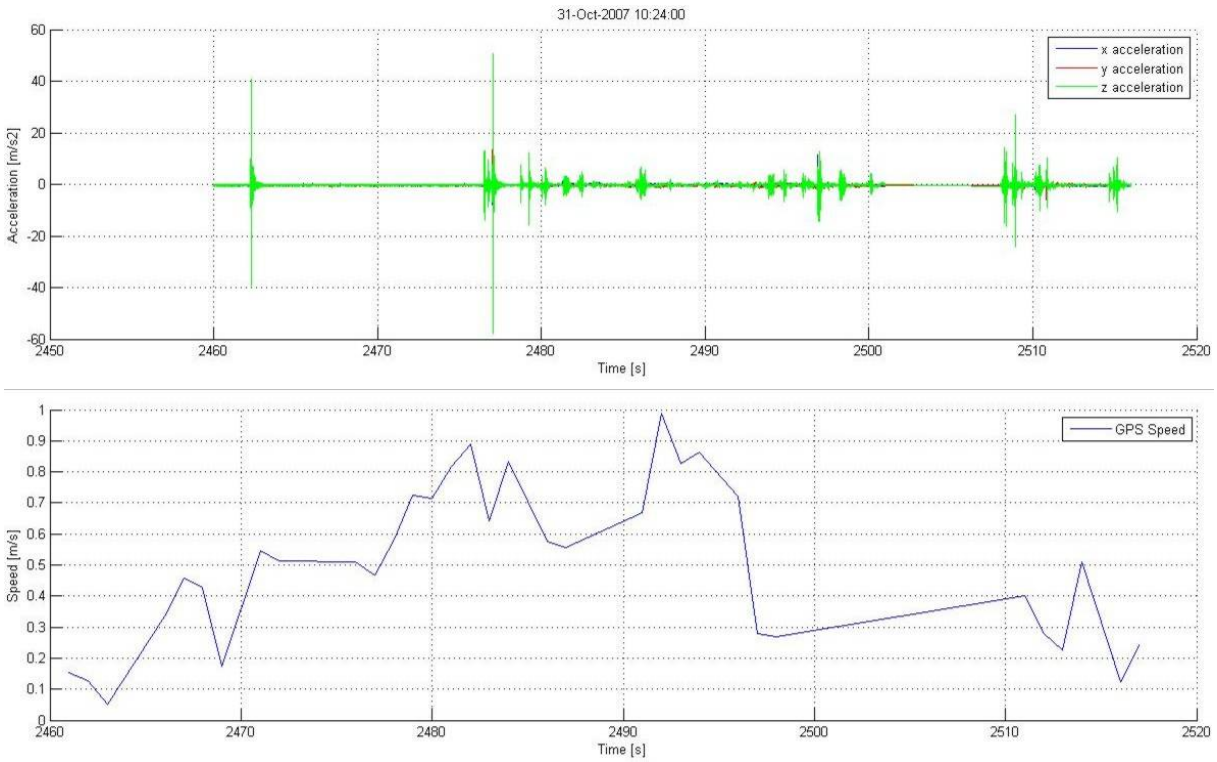
Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vid hantering av växelflaket med reach stacker.

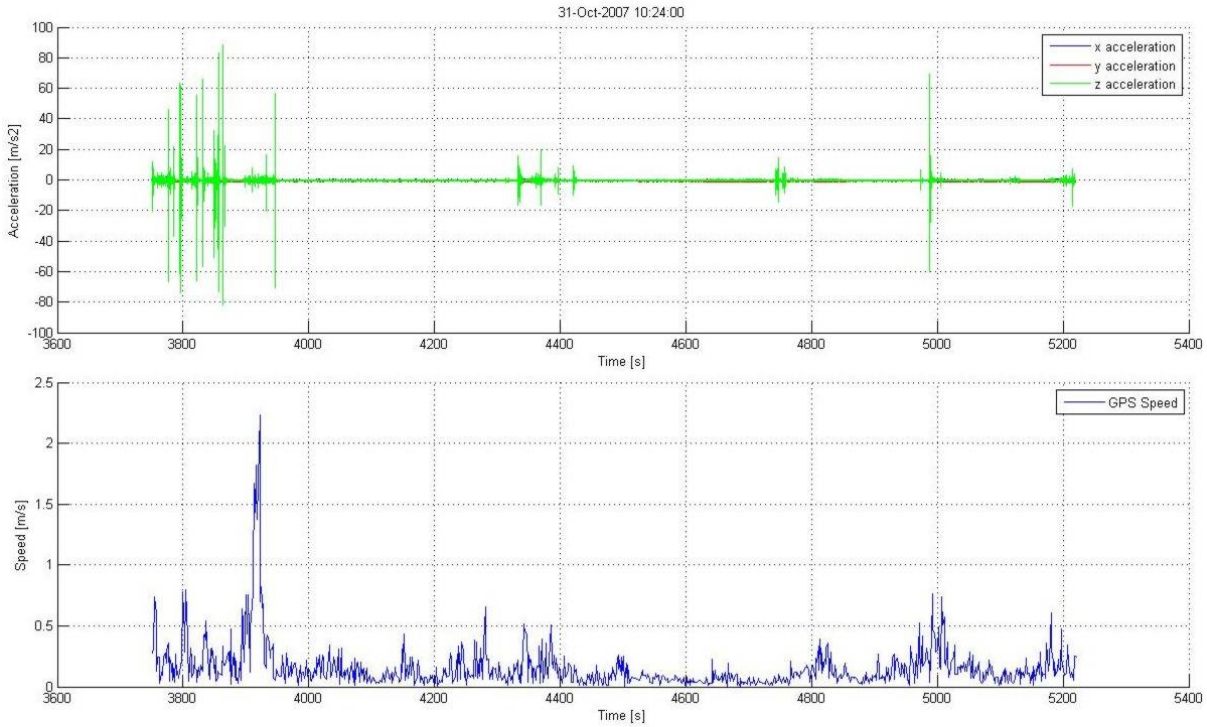
Utrustning	Moment	Underlag	Hantering	Klockslag	Ack. Tid [sek]
START				***10:24:00***	***0***
Reach Stacker	Koppling av ok	marken		10:24:05	5
	Lyft	marken		10:24:08	8
	Förflyttning (start)	-	**Lätt**	10:24:14	14
	inbromsning	-		10:24:37	37
	Förflyttning (slut)	-		10:26:01	121
	Nedsättning	rolltrailer	**Normal**	10:26:15	135
	Koppling av ok	rolltrailer	**Normal**	11:05:02	2462
	Lyft			11:05:17	2477
	Nedsättning (start)	chassi	**Normal**	11:05:48	2508
	Nedsättning (slut)			11:05:56	2516
	Koppling av ok	chassi	**Lätt**	11:26:31	3751
	Lyft			11:26:34	3754
	Nedsättning (start)	rolltrailer	**Lätt**	11:27:00	3780
	Nedsättning (slut)			11:27:10	3790
	Koppling av ok			11:27:16	3796
	Lyft			11:27:19	3799
	Nedsättning (start)	chassi	**Lätt**	11:27:42	3822
	Nedsättning (slut)			11:27:47	3827
	Koppling av ok	chassi	**Hård**	11:27:53	3833
	lyft			11:27:57	3837
	Nedsättning (start)	rolltrailer	**Hård**	11:28:13	3853
	Nedsättning (slut)			11:28:20	3860
	Koppling av ok			11:28:23	3863
	Lyft			11:28:29	3869
	Nedsättning	marken	**Lätt**	11:29:46	3946
	Koppling av ok	marken	**Normal**	11:36:14	4334
	Lyft			11:36:19	4339
	Nedsättning (start)	trailerchassi	**Normal**	11:36:48	4368
	Nedsättning (slut)			11:36:51	4371
	Koppling av ok			11:47:07	4987
	Lyft			11:47:10	4990
	Nedsättning (start)	trailerchassi	**Lätt**	11:50:41	5201
	Nedsättning (slut)			11:50:57	5217

7.4.2 Mätdata

I graferna nedan är de uppmätta accelerationsvärdena för Givare 1 samt den med GPS'en upmmätta hastigheten varmed växelflaket förflyttas plottade för de olika momenten, med tidsangivelse i sekunder överensstämmande med den ackumulerade tiden i protokollet ovan.







*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **hantering** av växelflaket med **reach stacker**.*

7.4.2.1 Signifikanta stötar vid hantering med reach stacker

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid lätt hantering

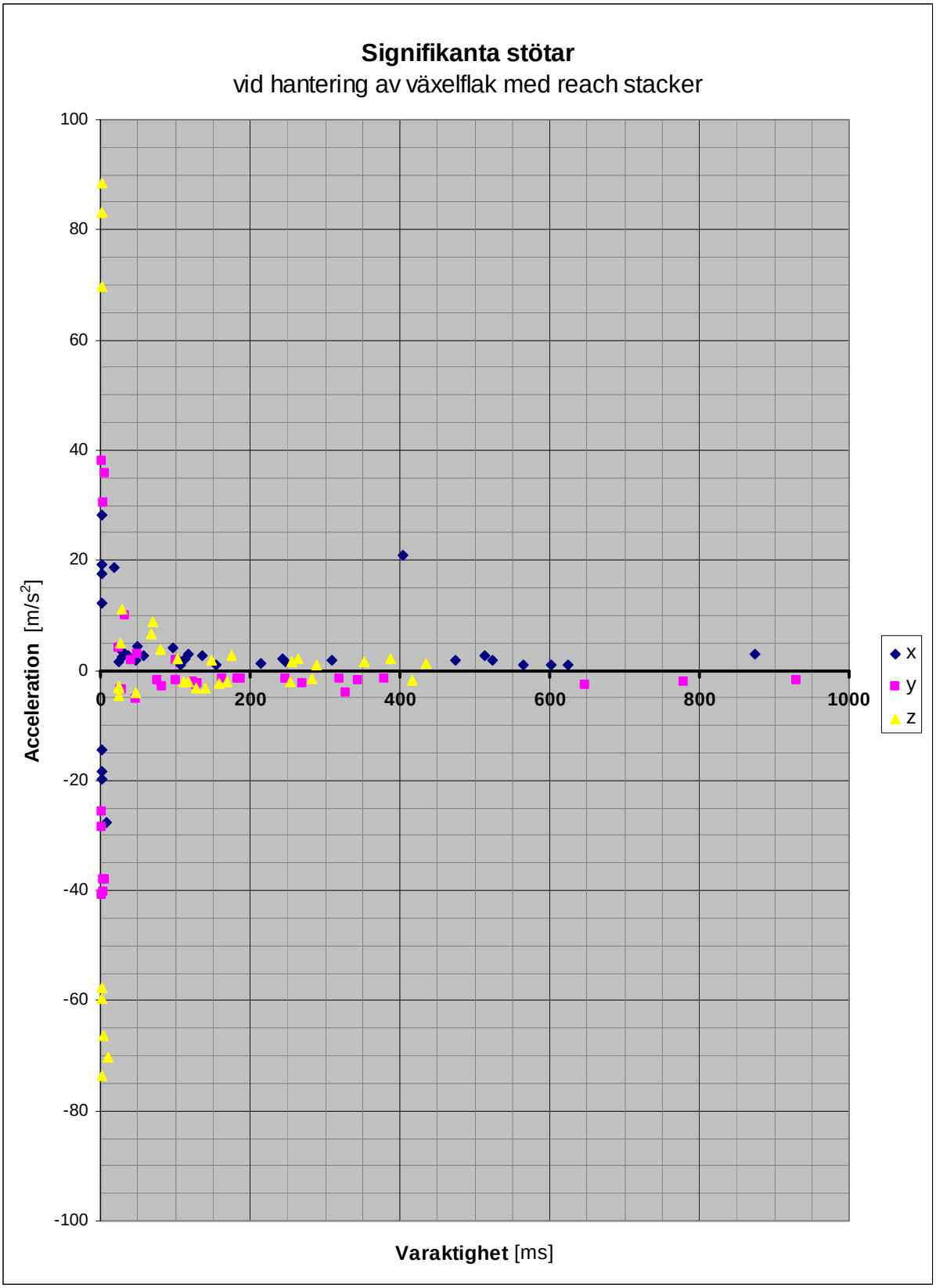
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-27.8	-8.2	8	-38.0	-10.1	6	-73.7	-46.6	2
	-14.3	-6.5	1	30.5	16.6	3	-70.4	-36.2	10
	12.1	5.0	1	-25.6	-14.8	3	-66.4	-36.3	5
25-100 ms	4.5	2.4	50	10.1	0.6	33	11.1	4.5	28
	2.7	0.5	58	3.0	1.2	50	8.7	4.5	70
	2.7	0.4	38	-3.0	-0.5	83	6.6	1.7	68
100 -250 ms	2.6	0.3	137	-2.1	-1.1	124	-2.2	-1.0	168
	2.2	0.4	113	-1.7	-0.7	101	-2.2	-1.2	112
	2.2	0.4	244	-1.7	-0.7	247	2.0	0.6	102
>250 ms	20.8	0.5	404	-2.6	-0.9	647	2.2	0.8	388
	2.9	0.5	874	-2.5	-1.0	271	-2.2	-0.8	254
	2.7	0.6	514	-2.0	-1.0	779	-1.8	-0.8	416

Stötar vid normal hantering

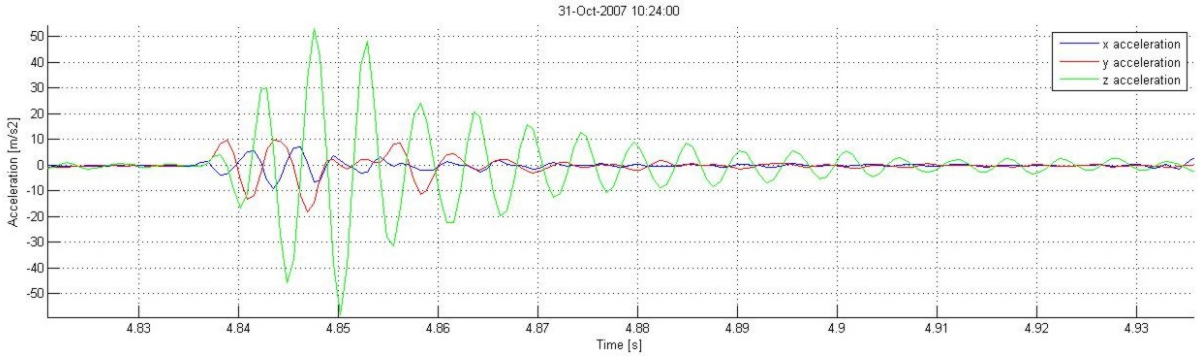
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	19.1	10.3	1	-38.0	-22.0	3	69.6	42.4	2
	18.7	7.0	18	35.8	12.1	6	-59.7	-35.6	2
	17.4	5.8	1	-28.5	-12.0	2	-57.6	-33.7	2
25-100 ms	4.0	0.4	96	4.2	1.4	25	4.8	2.1	27
	3.8	0.7	27	1.9	0.4	41	-3.3	-1.4	25
	3.5	0.6	29	-1.8	-0.9	75	-3.0	-1.6	25
100 -250 ms	3.1	0.7	118	-1.6	-0.8	162	-3.2	-1.4	127
	1.6	0.4	246	-1.4	-0.4	188	2.5	0.8	176
	1.5	0.7	108	-1.4	-0.7	184	-2.0	-0.8	118
>250 ms	1.9	0.5	474	-4.0	-0.7	329	1.4	0.6	256
	1.9	0.4	309	-1.8	-0.7	929	1.4	0.8	435
	1.7	0.7	524	-1.6	-0.5	1195	1.0	0.5	290

Stötar vid hård hantering

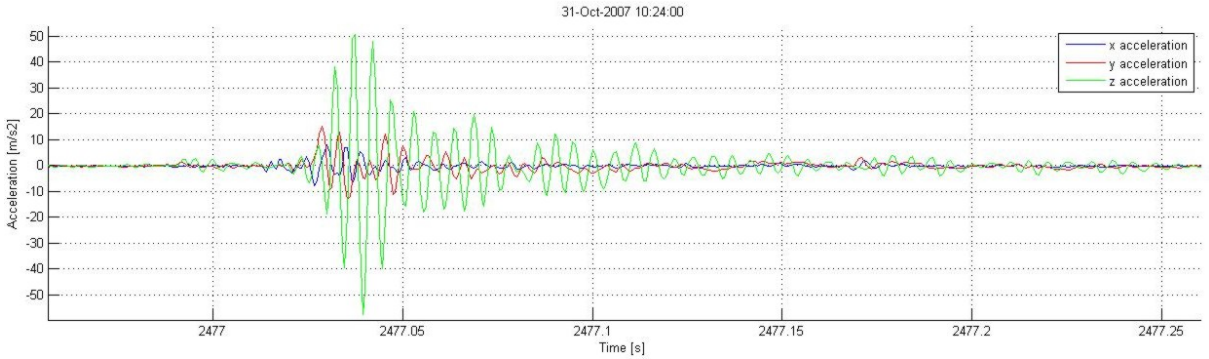
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	28.1	13.8	2	-40.9	-21.7	3	88.6	53.3	2
	-19.7	-11.2	1	-40.3	-18.3	4	83.3	47.5	1
	-18.2	-7.9	1	38.0	22.9	3	83.2	46.3	2
25-100 ms	2.4	1.2	29	-5.3	-0.6	48	-4.6	-1.7	25
	1.8	0.8	47	-3.6	-0.4	27	-4.1	-0.5	47
	1.6	0.4	25	-3.4	-1.7	29	3.8	1.1	81
100 -250 ms	1.4	0.5	214	-2.7	-1.1	129	-3.2	-1.2	141
	0.9	0.4	107	-2.4	-0.9	129	-2.5	-1.2	159
	0.9	0.4	155	1.9	0.7	100	1.9	0.9	147
>250 ms	1.0	0.4	624	-1.7	-0.6	344	2.2	0.6	265
	0.9	0.5	566	-1.7	-0.8	319	-1.6	-0.8	283
	0.8	0.4	602	-1.4	-0.6	380	1.5	0.9	352



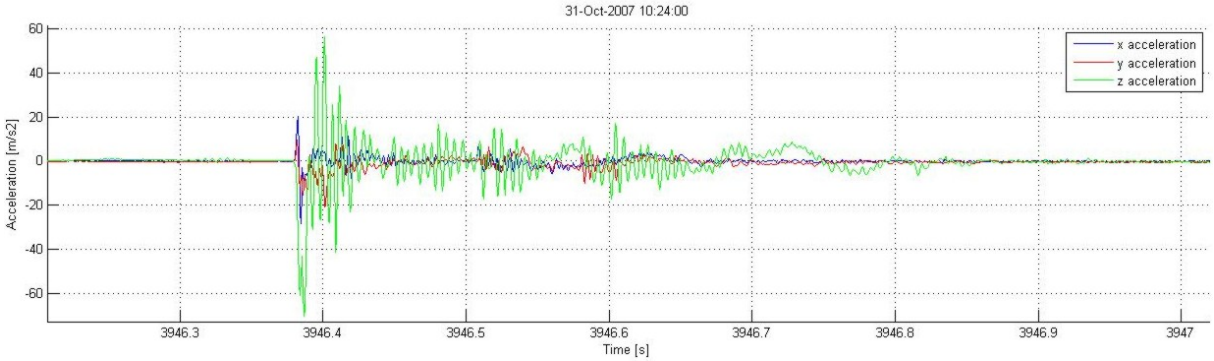
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid hantering av växelflak med reach stacker. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



*Detalj av utslag vid **koppling av ok vid lätt hantering.***



*Detalj av utslag vid **lyft från rolltrailer vid normal hantering.***



*Detalj av utslag vid **nedsättning på marken vid lätt hantering.***

8 Landsvägstransport kring Helsingborg

Mätningar av accelerationer som uppträder vid landsvägstransport utfördes på vägarna kring Helsingborg den 5 november 2007.



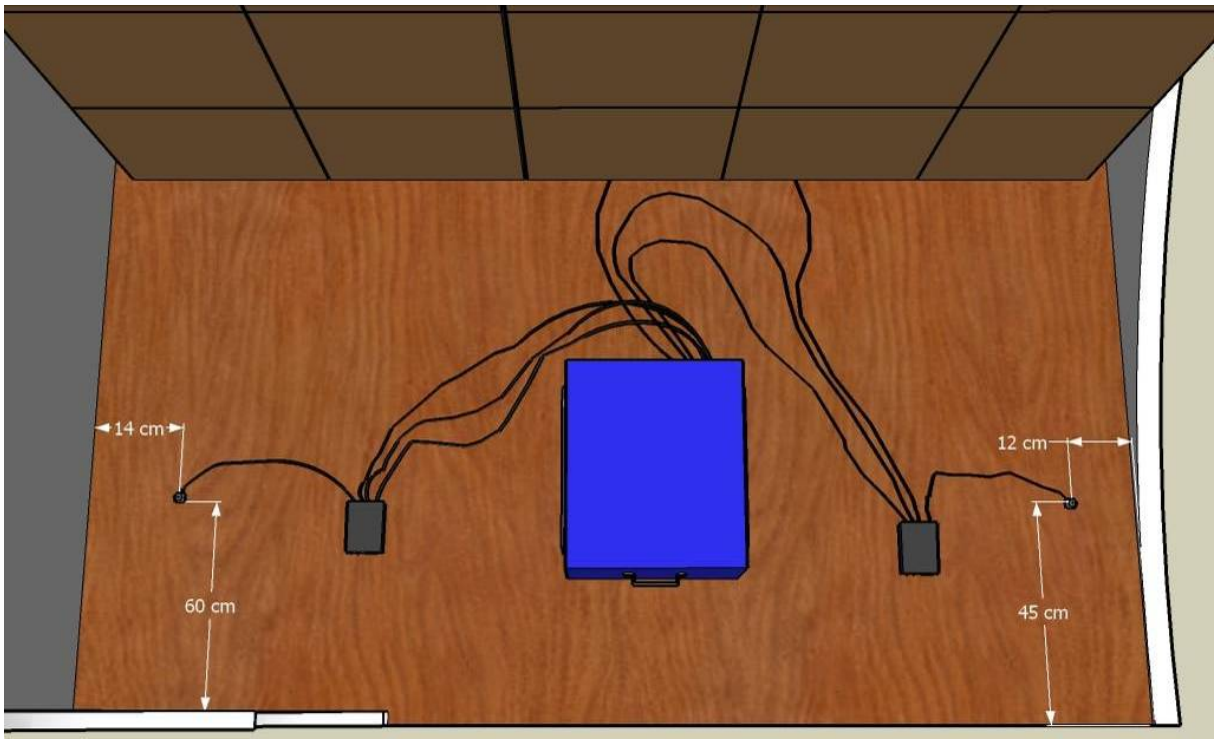
Mätningarna utfördes med utrustningen monterad i två olika semitrailers tillhandahållna av Börje Jönssons Åkeri. I den ena bestod lasten av 25 ton frukt i kartonger. Den andra trailern var lastad med 12 ton tompallar och annat emballagematerial.

8.1 Placering av mätutrustning

Mätutrustningen som användes är beskriven i kapitel 3.5. Under mätningarna uppstod inga problem med utrustningen.

Då två olika trailers användes blev det två olika arrangemang. Dessa arrangemang visas på skisserna och fotografierna nedan.

8.1.1 Placering i trailer med 25 ton last



Placering av utrustning i trailer med 25 ton last.

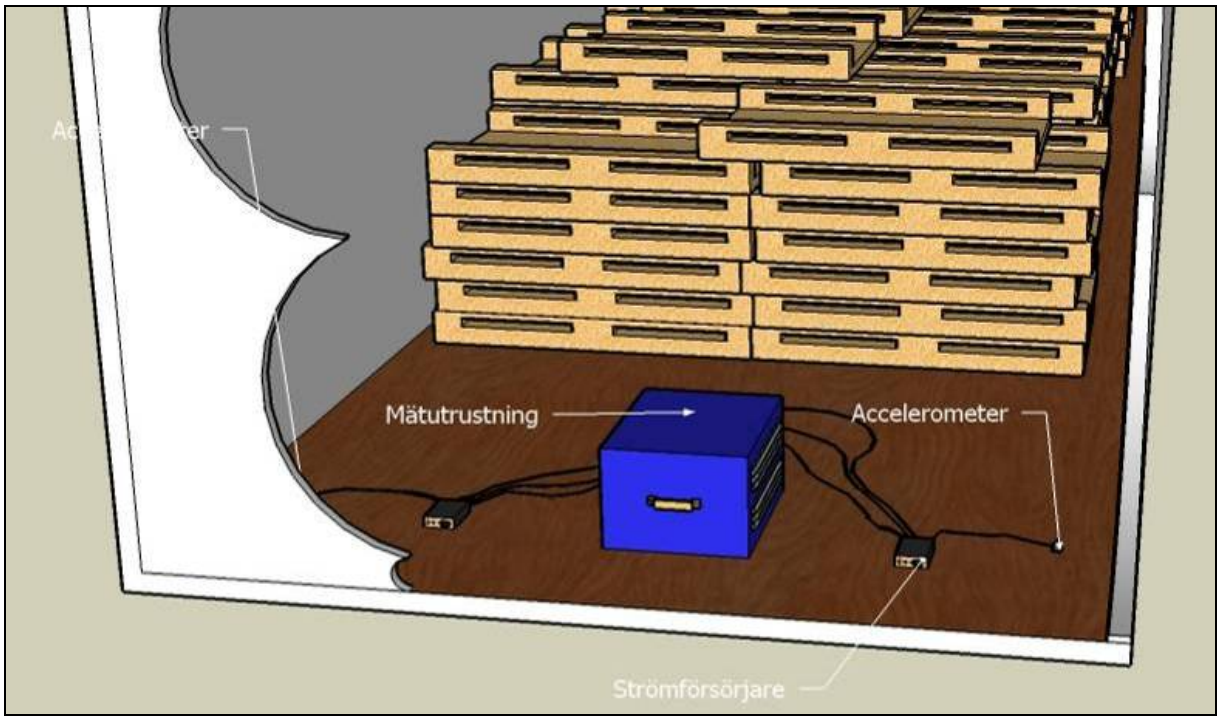


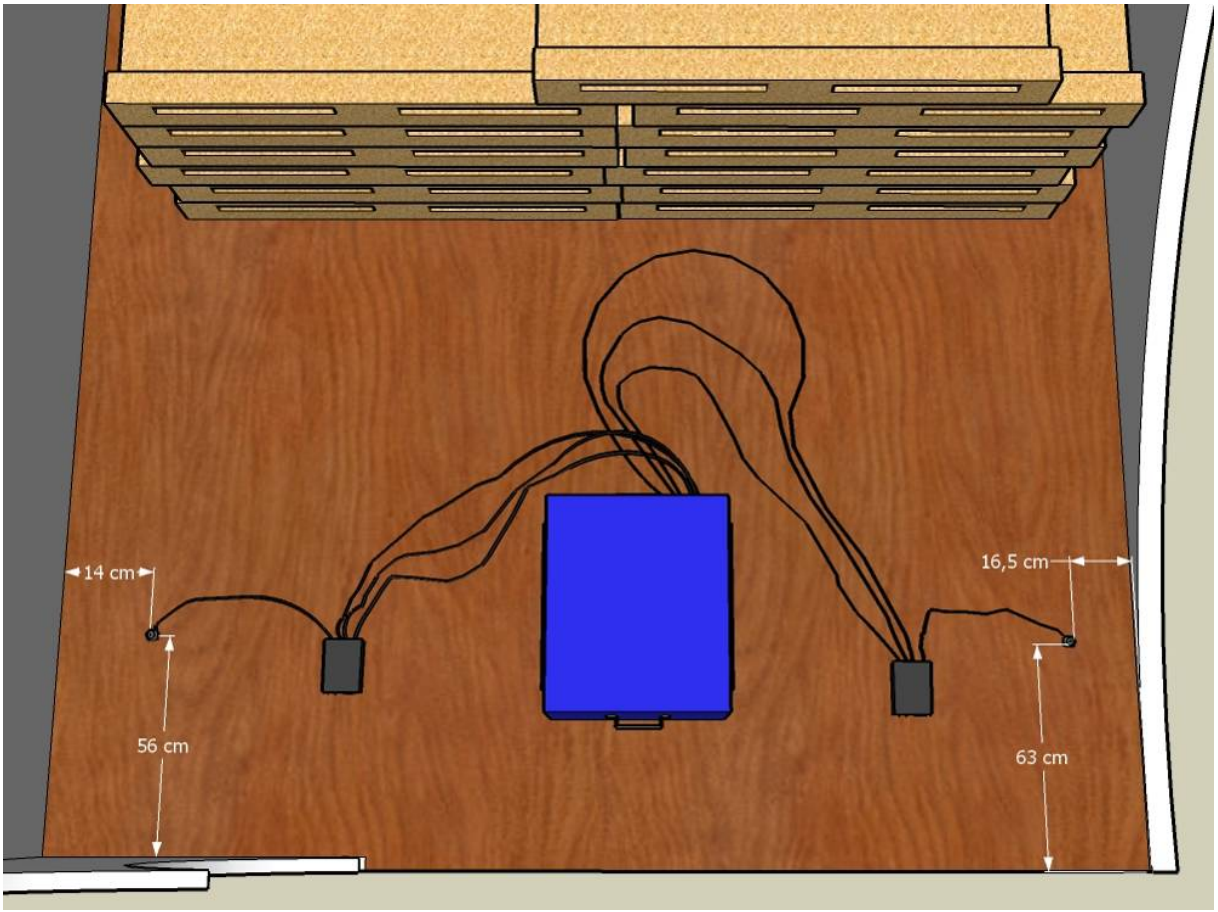




Foton som visar placeringen av mätutrustningen i trailern med 25 ton last.

8.1.2 Placering i trailer med 12 ton last





Skisser som visar placeringen av mätutrustningen i trailer med 12 ton last.







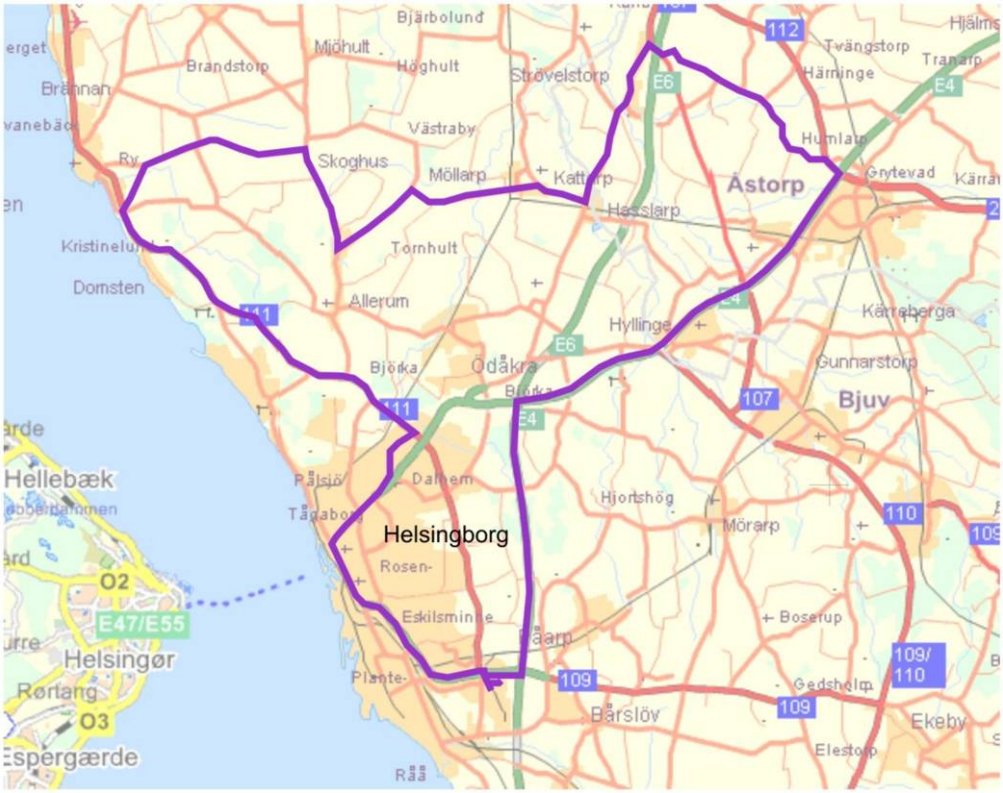
Foton som visar placeringen av mätutrustningen i trailer med 12 ton last.

8.2 Körning i slinga med olika vägtyper

Landsvägstransport utfördes med två olika trailers, lastade med 25 respektive 12 ton last, längs en utvald slinga, innehållande flera olika vägtyper med varierande hastighetsbegränsningar och typer av underlag, som asfalt, betong och grus.

Körslingan utgick från Börje Jönssons Åkeris terminal i Ättekulla, Helsingborg, och gick längs E4:an norrut till Åstorp. Därefter fortsatte färden på mindre vägar till Viken och sedan på landsväg i riktning mot Helsingborg. Trailrarna kördes genom Helsingborg centrum och sedan vidare tillbaka till åkeriets terminal.

En trailer har luftgummihjul och luftfjädring som kan antas dämpa påkänningarna i vertikal led som godset utsätts för vid transport.



Plot av GPS-spåret för körning av trailer. I kartan har kontrollpunkter (Check Points) som passerades under körningarna lagts in.

Tabellen nedan anger vilken vägtyp som utgjorde det dominerande inslaget mellan de olika kontrollpunkterna.

Check Point	Vägtyp
0 - 4	Industriområde
4 – 7	Motorväg
7 – 18a	Landsväg
18a – 18c	Industriområde
19 – 21	Stadskörning
21 – 22	Motorväg
22 – 0	Industriområde

8.2.1 Protokoll för transport av trailer med 25 ton last

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vi landsvägstransport av trailer med 25 ton last.

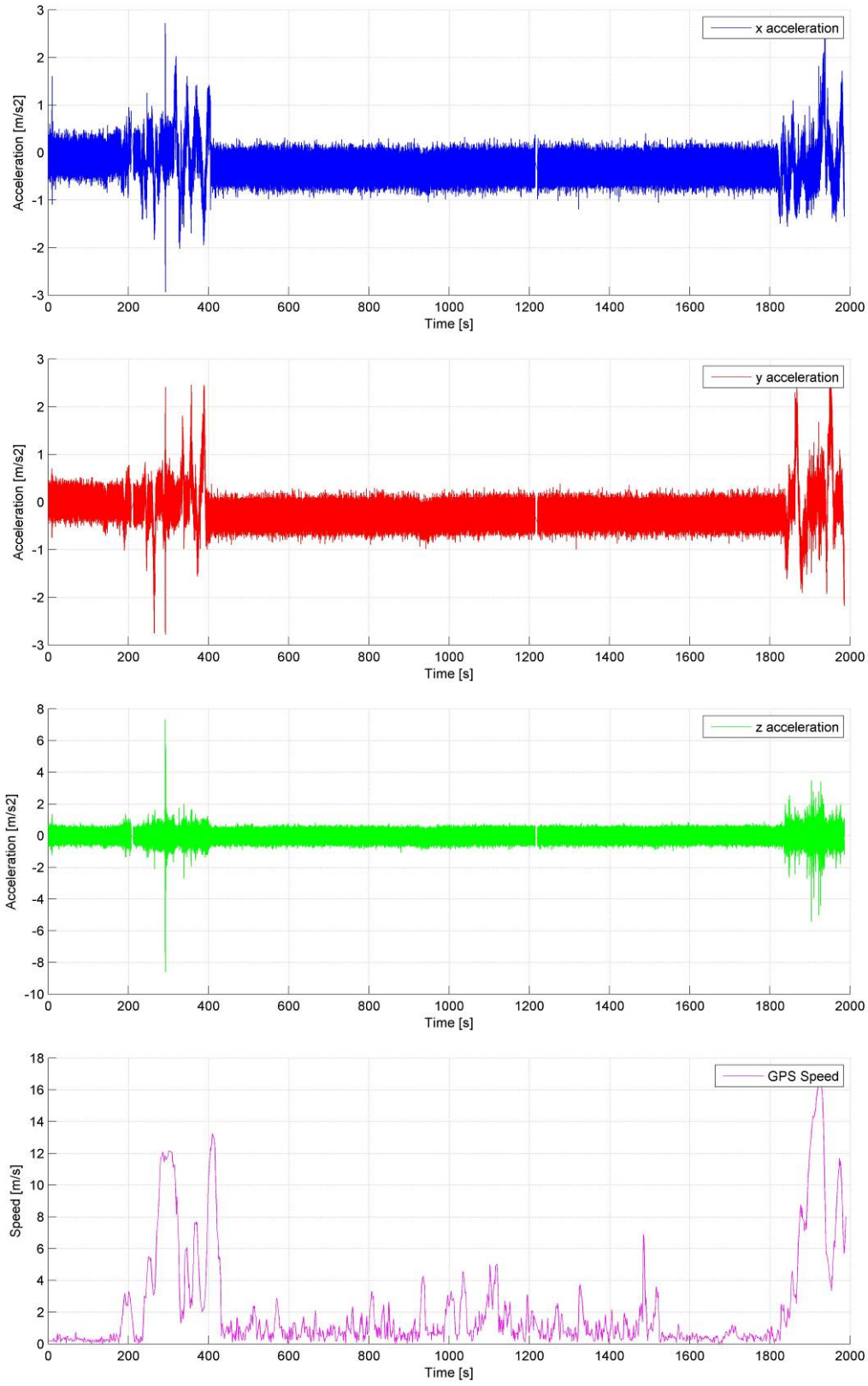
Check Point	Moment	Anmärkning	Klockslag	Ack. Tid [Sek]
Start, Påbörjar koppling av trailer till dragare			**08:55:53**	**0**
	start	rörelse (50 m) inne på gården	08:58:49	176
	stopp	rörelse (50 m)	08:59:26	213
	start	rörelse (500 m)	08:59:47	234
1a	Utfart	Börje Jönsson	09:00:22	269
1b	stopp	rörelse (500 m)	09:02:39	406
	Start	Efter Paus	09:26:13	1820
2	Rondell	Österleden/Bunkalundsg.	09:27:25	1892
3a	Rondell, infart	Österleden/Rusthållsg.	09:28:14	1941
3b	Rondell, utfart	Österleden/Rusthållsg.	09:28:34	1961
4	Rondell	Rusthållsg./E6	09:28:59	1986
5a	Avfart, E6	Malmöleden	09:29:57	2044
5b	Påfart, E6		09:32:04	2171
5.5	Stopp vid våg		09:33:58	2285
	Start från våg		09:35:43	2390
6	Avfart, E6	mot E4	09:39:32	2619
	dålig väg (start)	betong plattor, E4	09:40:18	2665
	dålig väg (stopp)		09:43:33	2860
7	stopp	E4 / 112 Åstorp	09:49:11	3198
	Start	112 mot Ängelh	09:49:38	3225
8	Korsning	112:an, Humlarp	09:50:48	3295
9	stopp	107:an, N. Varalöv	09:57:58	3725
10	Korsning	107 / Strövelstorpsv.	09:58:58	3785
11	Korsning	Hasslarp	10:05:28	4175
12	jvg spår	Kattarp	10:08:52	4379
13	Korsning	Rydsfält	10:12:18	4585
14	stopp	Hjälmshult	10:15:48	4795
15	Korsning	Karlsfält	10:19:48	5035
	dålig väg (start)	lappad delvis	10:20:03	5050
	dålig väg (stop)		10:25:23	5370
16	stopp	Karlsfältsv. / 111:an	10:25:32	5379
17	Rondel	111:an, Viken, södra	10:27:12	5479
18a	Avfart	111:an, Berga industriomr.	10:36:17	6024
18b	Korsning	Florettg. / Garnisonsg.	10:37:17	6084
	vägarbete (start)		10:39:23	6210
	vägarbete (stopp)		10:39:03	6190
18c	Rondell	Garnisonsgatan	10:39:05	6192
19	Stopp	trafiksignal, E4 / lägerv.	10:39:41	6228
20	Korsning, Signal	Hälsovägen/Drottningg.	10:43:47	6474

21	Rondell	Närlunda	10:48:53	6780
22	Avfart	Malmöleden, E6	10:51:56	6963
23	Rondell	Rusthållsg./E6	10:52:25	6992
24	Rondell	Österleden/Rusthållsg.	10:53:08	7035
25	Rondell	Österleden/Bunkalundsg.	10:54:06	7093
26	Korsning	Bunkalundsv. / Bunkagårdsg.	10:55:28	7175
	stopp	Gårdsplan	10:56:34	7241
	koppla från		11:01:08	7515
Slut			**11:02:43**	**7610**

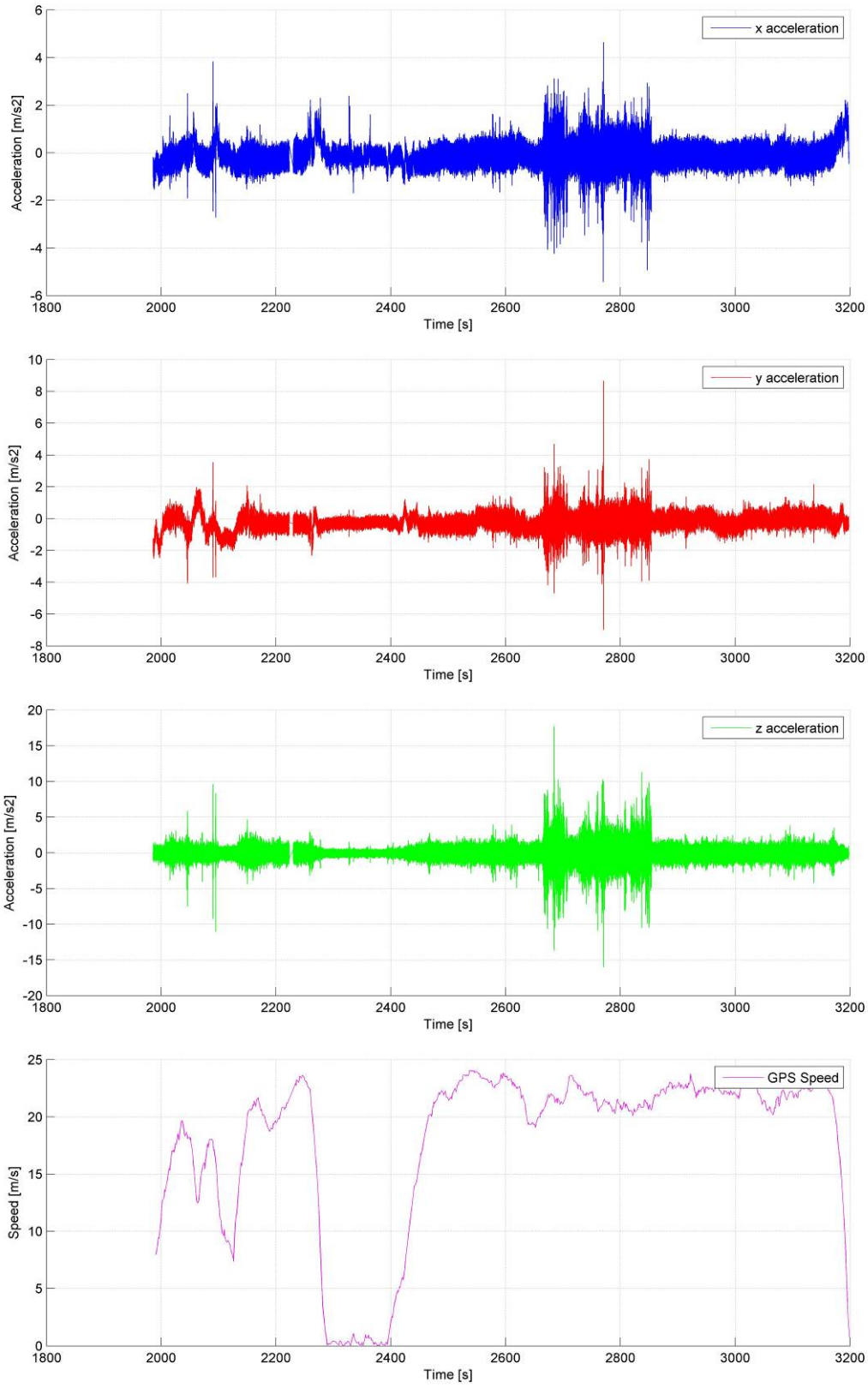
8.2.2 Mätdata från transport av trailer med 25 ton last

Graferna med accelerationer och hastigheter från landsvägstransporten av trailer med 25 ton last har delats upp i intervall i enlighet med tabellen nedan.

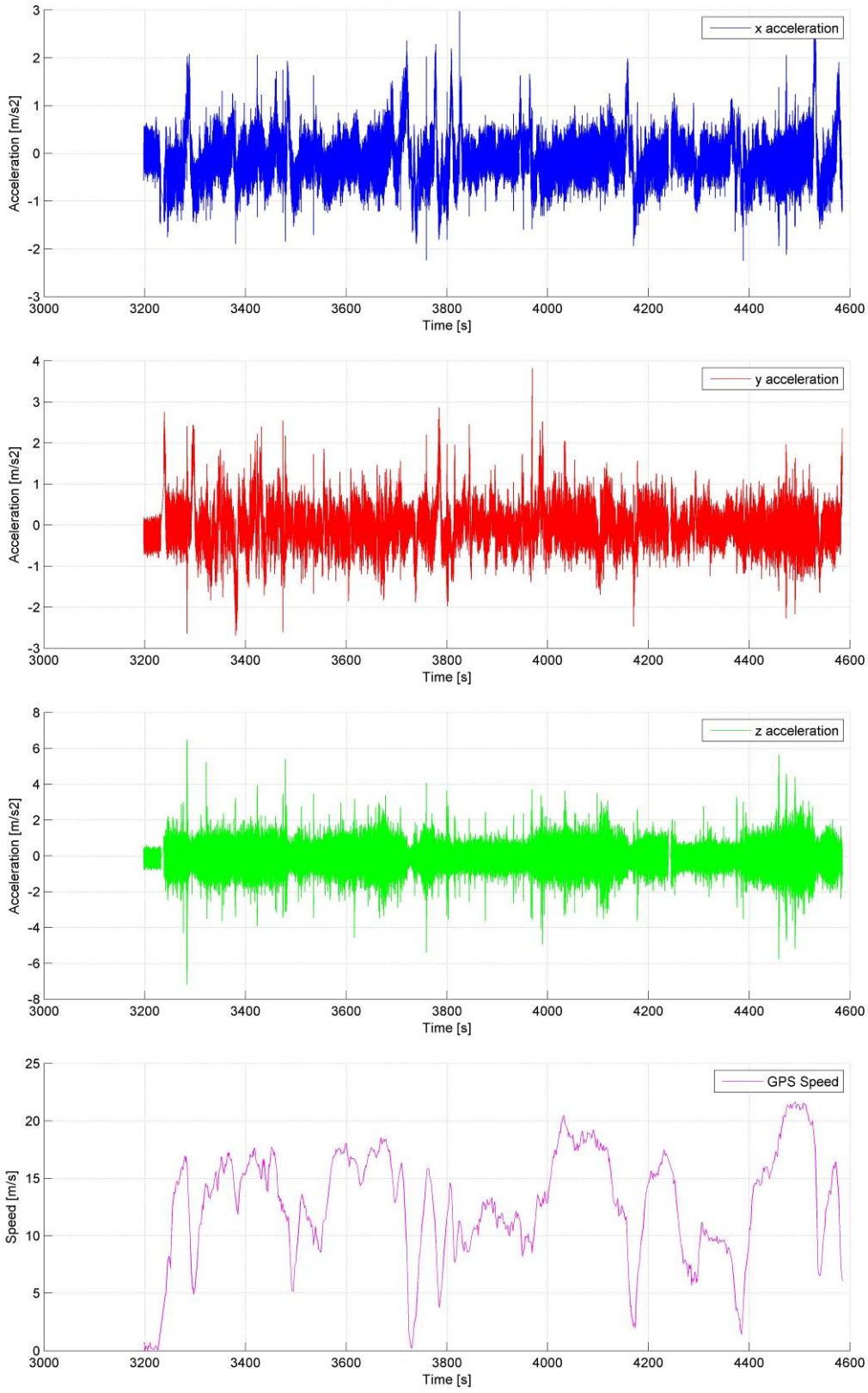
Intervall	**Moment**	**Klockslag**		**Ackumulerad tid**		**Check Point**	
		Start	Slut	Start	Slut	Start	Slut
1-1	**Koppling av trailer**	08:55:53	08:58:49	0	176	0	0
1-2		11:00:00	11:02:30	7447	7597	0	0
2-1	**Industriområde**	08:58:49	09:02:39	176	406	0	1b
2-2		09:26:13	09:28:59	1820	1986	1b	4
2-3		10:36:17	10:39:41	6024	6228	18a	19
2-4		10:51:56	10:56:34	6963	7241	22	0
3-1	**Motorväg**	09:28:59	09:49:11	1986	3198	4	7
3-2		10:48:53	10:51:56	6780	6963	21	22
4-1	**Landsväg**	09:49:11	10:36:17	3198	6024	7	18a
5-1	**Stadskörning**	10:39:41	10:48:53	6228	6780	19	21



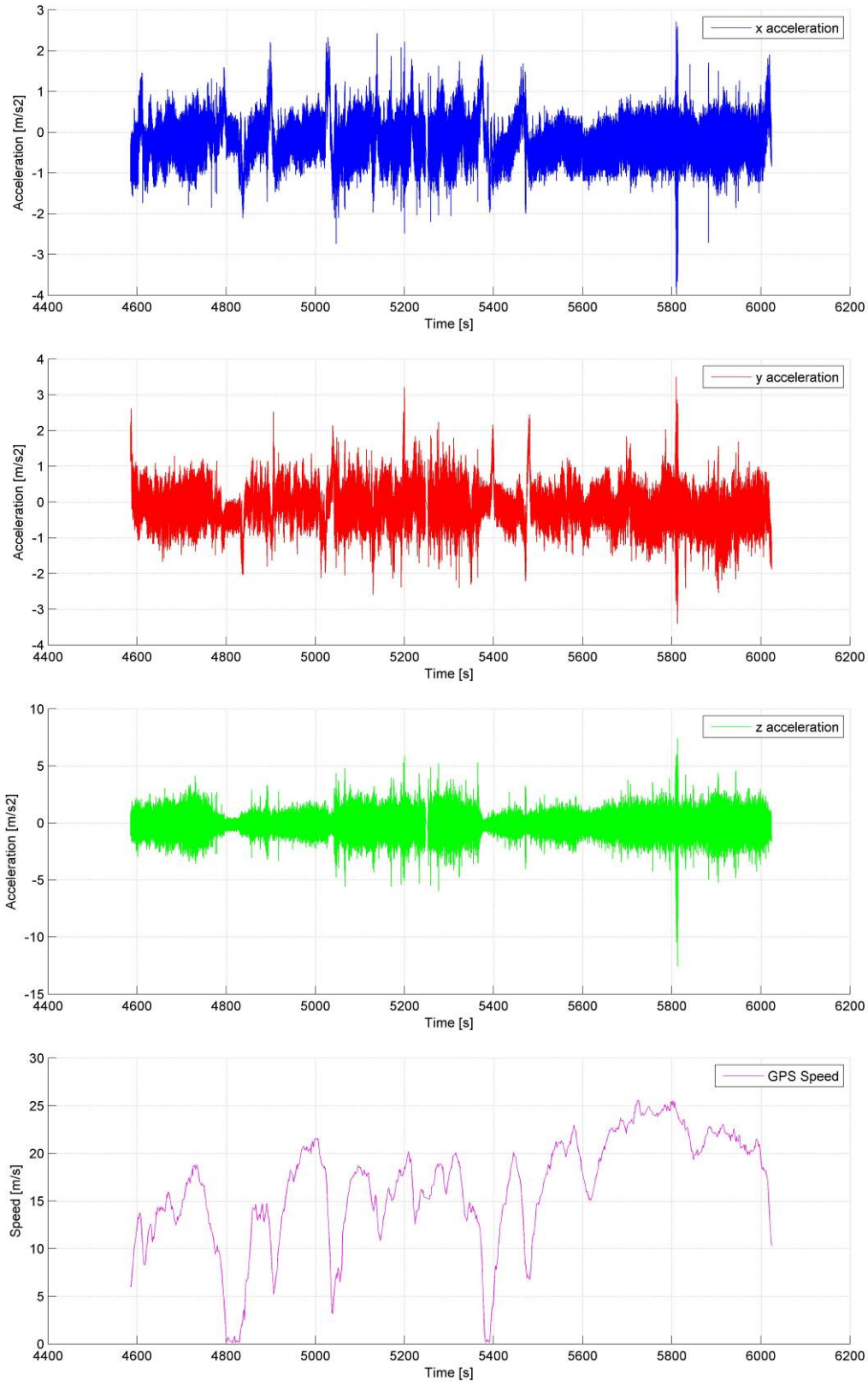
*Accelerationer uppmätta under intervall 1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



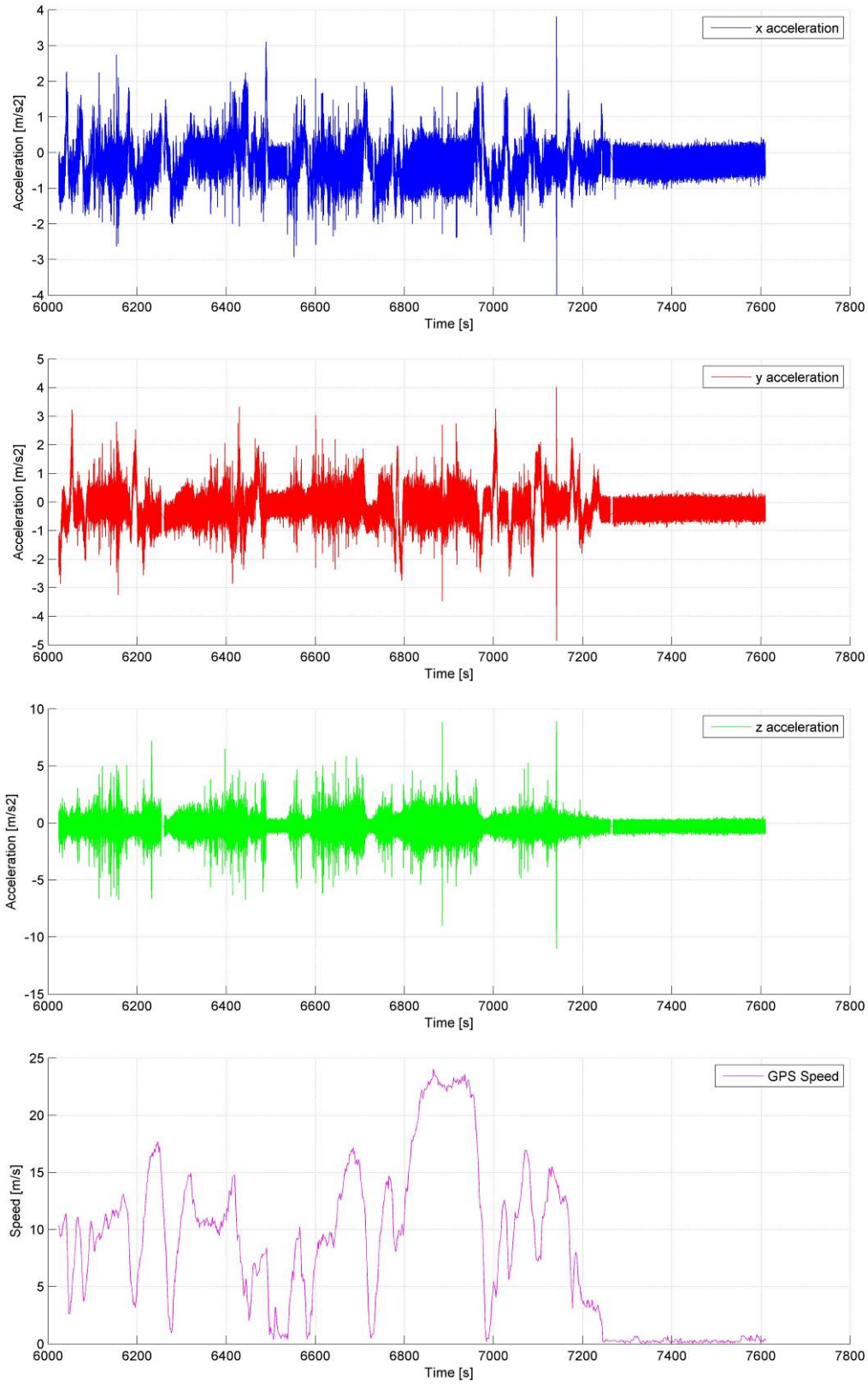
*Accelerationer uppmätta under intervall 2 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 3 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 4 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 5 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*

8.2.2.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid koppling och losskoppling av trailer till dragare

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	1.1	0.4	5	-0.7	-0.3	3	1.6	0.8	19
	0.8	0.2	13	0.7	0.3	19	1.4	0.9	3
	-0.8	-0.3	11	0.7	0.3	5	1.3	0.7	10
25-100 ms	1.8	0.9	61	0.9	0.5	95	1.3	0.4	95
	0.9	0.4	86	0.7	0.3	62	1.0	0.6	29
	0.8	0.2	28	0.7	0.2	53	1.0	0.3	26
100 -250 ms	-0.9	-0.4	192	0.7	0.2	107	0.9	0.5	211
	0.7	0.2	121	0.7	0.2	135	0.8	0.3	109
	0.7	0.3	149	0.6	0.2	223	0.8	0.3	105
>250 ms	0.8	0.3	269	0.8	0.4	333	1.1	0.6	261
	0.0	0.0	0	0.7	0.4	279	0.6	0.3	255
	0.0	0.0	0	0.7	0.3	370	0.0	0.0	0

Stötar vid körning i industriområden

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	4.0	1.5	7	-4.7	-1.9	6	-10.8	-5.7	7
	-3.8	-2.0	3	4.2	2.3	8	9.1	6.5	5
	-3.2	-1.3	9	-3.5	-2.0	5	-9.1	-5.2	7
25-100 ms	-1.9	-0.6	29	-3.1	-1.2	30	-6.5	-3.3	39
	1.6	0.7	29	2.6	1.2	30	5.6	2.3	30
	-1.6	-0.6	45	2.3	1.0	27	5.5	2.5	61
100 -250 ms	1.7	0.5	119	1.5	0.7	104	4.7	1.5	196
	-1.5	-0.6	111	-1.3	-0.7	142	-4.0	-1.5	157
	-1.5	-0.5	203	1.3	0.7	103	3.5	2.0	161
>250 ms	2.8	1.4	9262	3.4	1.5	10069	4.0	1.6	319
	2.5	1.2	5164	3.4	1.6	6288	-3.6	-1.5	415
	2.2	1.2	7350	2.8	1.5	13961	3.6	1.8	311

Stötar vid körning på motorväg

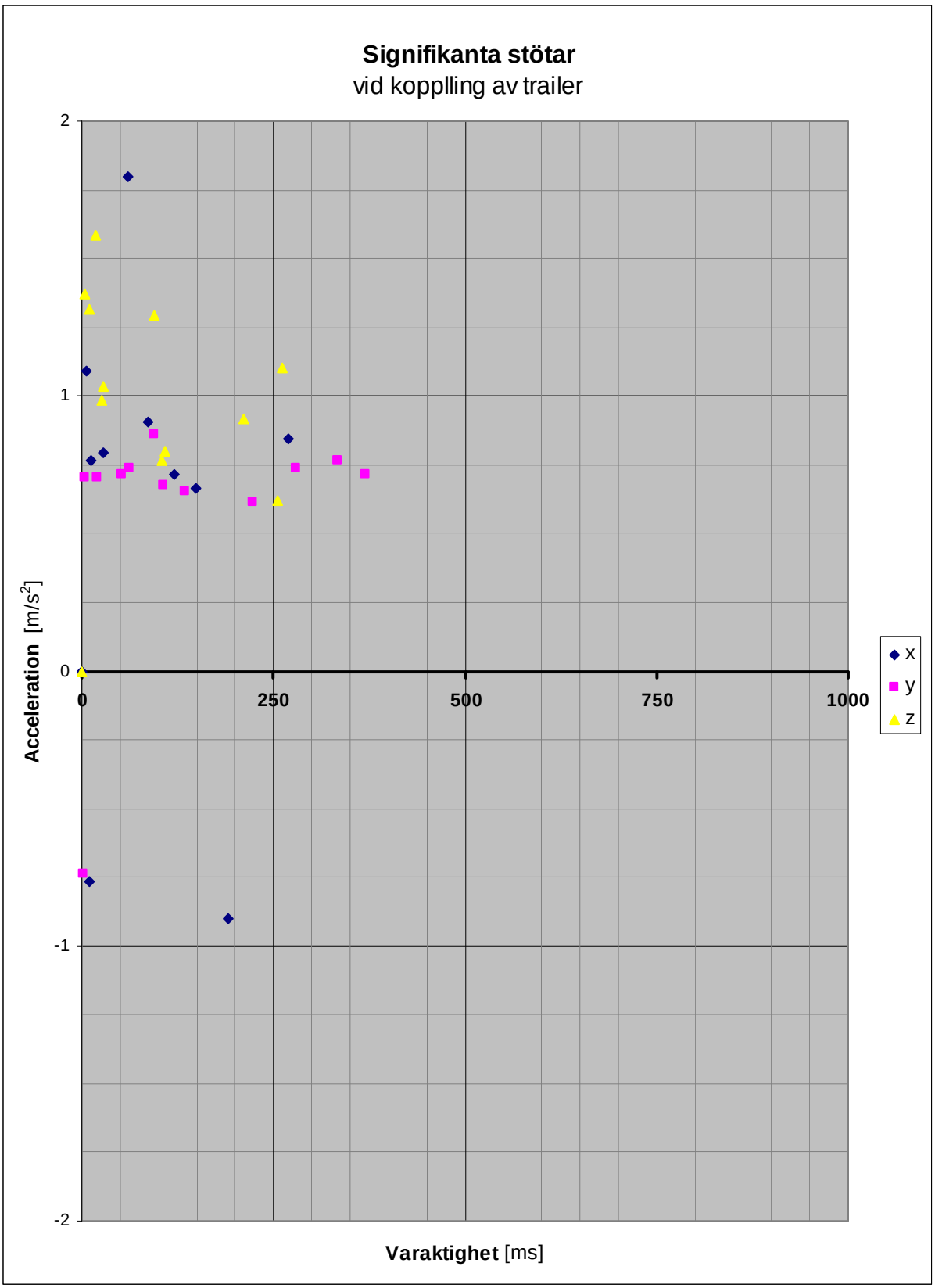
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-5.2	-3.2	2	-6.8	-3.8	22	17.9	9.1	7
	4.8	2.5	7	-5.1	-2.7	21	-13.4	-8.3	6
	-4.7	-2.8	3	4.8	2.8	9	-12.1	-5.5	7
25-100 ms	1.8	0.7	37	8.8	2.8	31	-15.8	-5.5	45
	1.5	0.8	35	5.7	2.1	33	-11.1	-5.3	33
	1.5	0.9	41	-4.5	-1.8	27	9.1	3.8	25
100 -250 ms	1.8	0.6	172	-3.7	-1.2	221	4.9	2.9	160
	1.7	0.8	116	1.9	0.9	238	-4.4	-1.7	136
	1.6	0.5	110	1.8	1.0	120	-4.2	-1.9	241
>250 ms	2.6	0.7	693	-2.6	-1.4	9213	-3.8	-1.9	317
	2.5	1.1	12924	-2.4	-1.1	1359	3.3	1.7	292
	2.4	1.1	2234				3.2	1.7	339

Stötar vid körning på landsväg

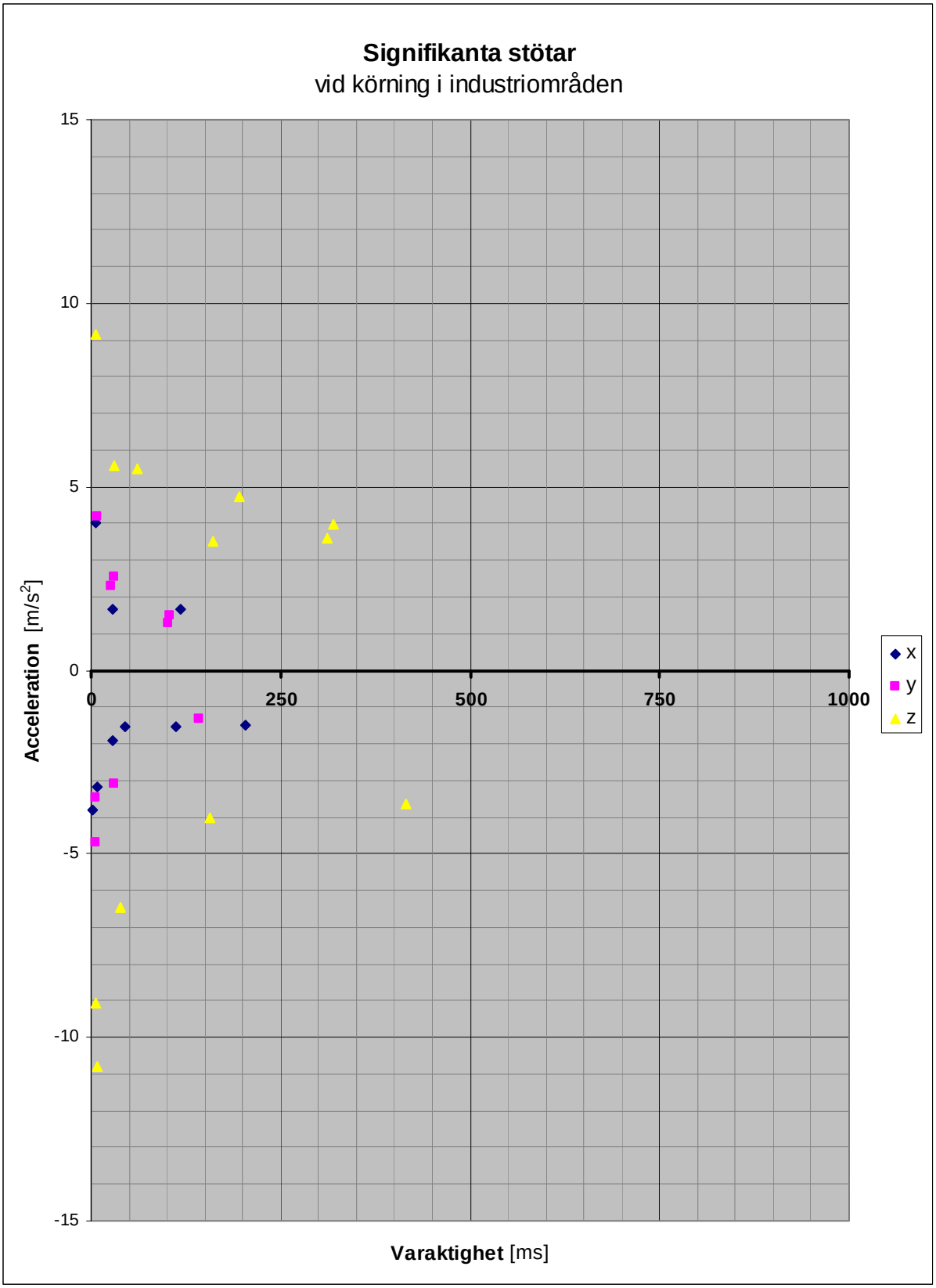
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-3.8	-1.5	6	3.7	1.6	12	-12.3	-6.0	5
	-3.6	-2.0	3	3.5	2.0	12	-10.7	-5.3	5
	-3.5	-2.1	3	3.4	1.8	12	-10.7	-6.0	4
25-100 ms	-1.9	-0.8	25	2.9	1.5	53	5.5	2.5	31
	1.8	0.8	25	2.9	1.4	51	-4.7	-1.7	30
	1.7	0.7	31	2.7	1.0	43	4.7	2.5	43
100 -250 ms	3.2	0.5	179	-2.5	-1.1	139	-5.5	-2.6	198
	-1.7	-0.7	104	2.3	1.0	123	-4.7	-1.5	147
	-1.6	-0.6	106	2.3	1.3	165	-4.3	-1.9	203
>250 ms	3.0	1.6	7269	4.0	1.5	882	5.9	2.9	271
	2.6	1.4	1985	3.4	1.2	1575	-4.4	-1.9	272
	2.5	1.2	15119	3.0	1.3	9592	3.7	2.2	299

Stötar vid stadskörning

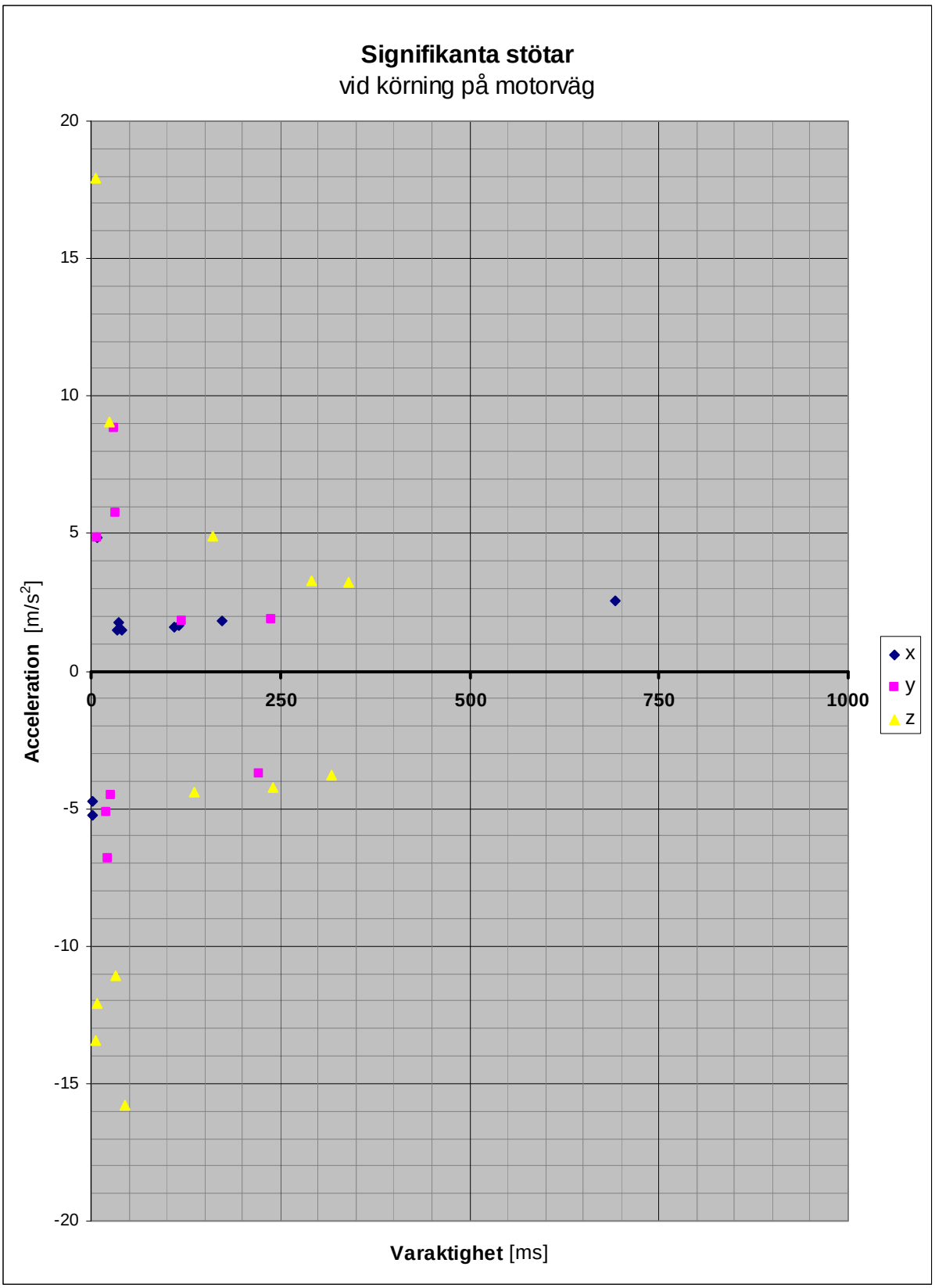
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-2.7	-1.6	3	-2.7	-1.5	21	7.4	3.5	6
	-2.4	-1.3	17	-2.6	-1.5	21	7.1	3.7	5
	-2.4	-1.0	14	-2.4	-1.1	25	6.7	2.5	18
25-100 ms	2.2	0.7	29	3.5	1.3	74	-6.5	-3.4	32
	2.2	0.9	70	3.2	1.6	31	5.9	2.0	37
	-2.2	-0.8	35	2.9	2.1	26	5.3	2.1	25
100 -250 ms	2.4	0.9	131	-2.2	-0.9	119	-4.2	-1.6	184
	2.2	1.0	176	2.0	1.0	235	-3.3	-1.4	176
	1.6	0.8	106	1.8	0.8	120	-3.2	-1.4	127
>250 ms	3.3	1.5	4895	-2.4	-0.9	4787	2.3	1.1	301
	2.2	1.0	2272	-2.2	-1.0	1784	-2.1	-1.0	305
	2.2	1.2	6284				-2.0	-0.9	293



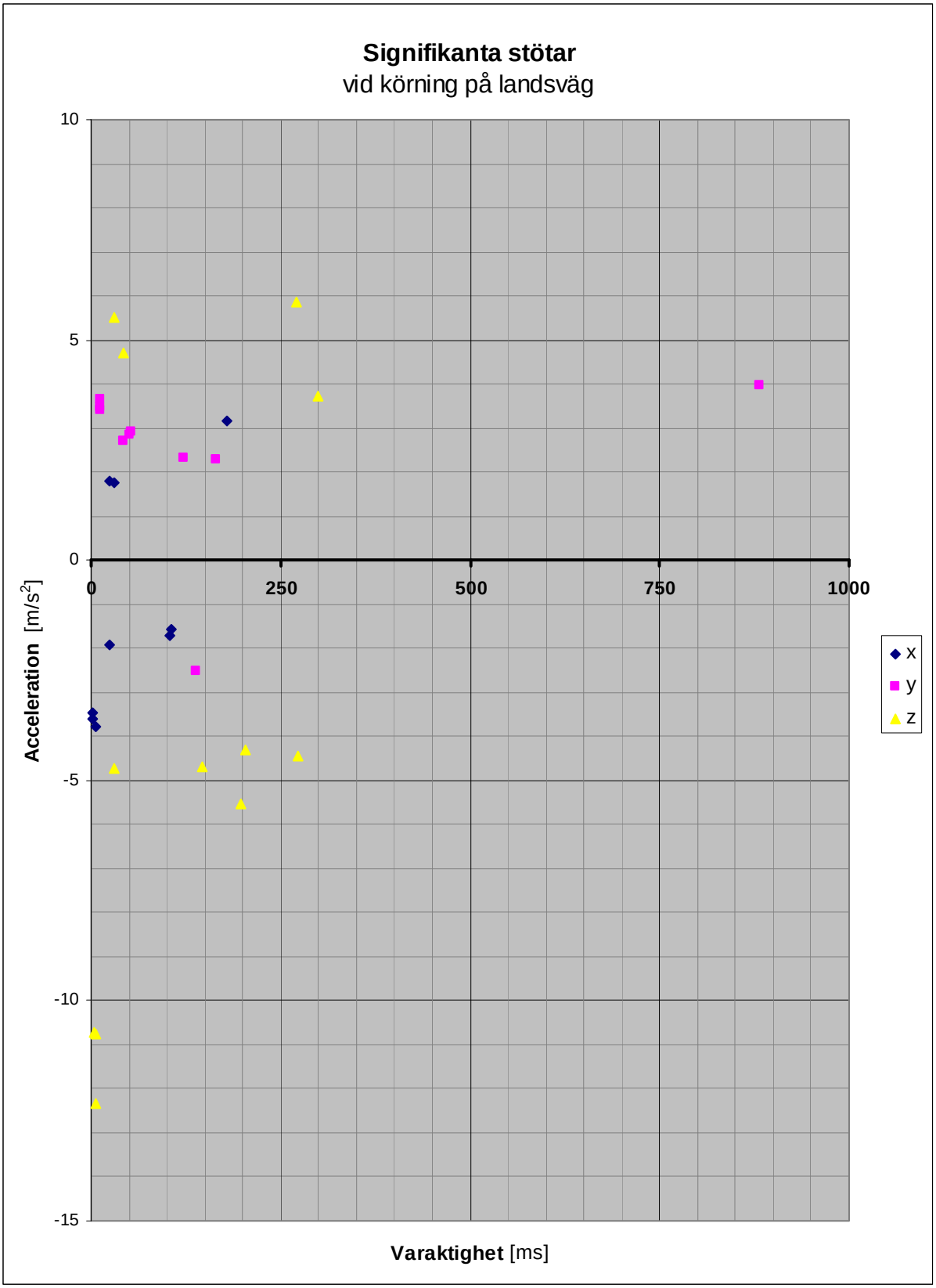
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid koppling av trailern till dragaren. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



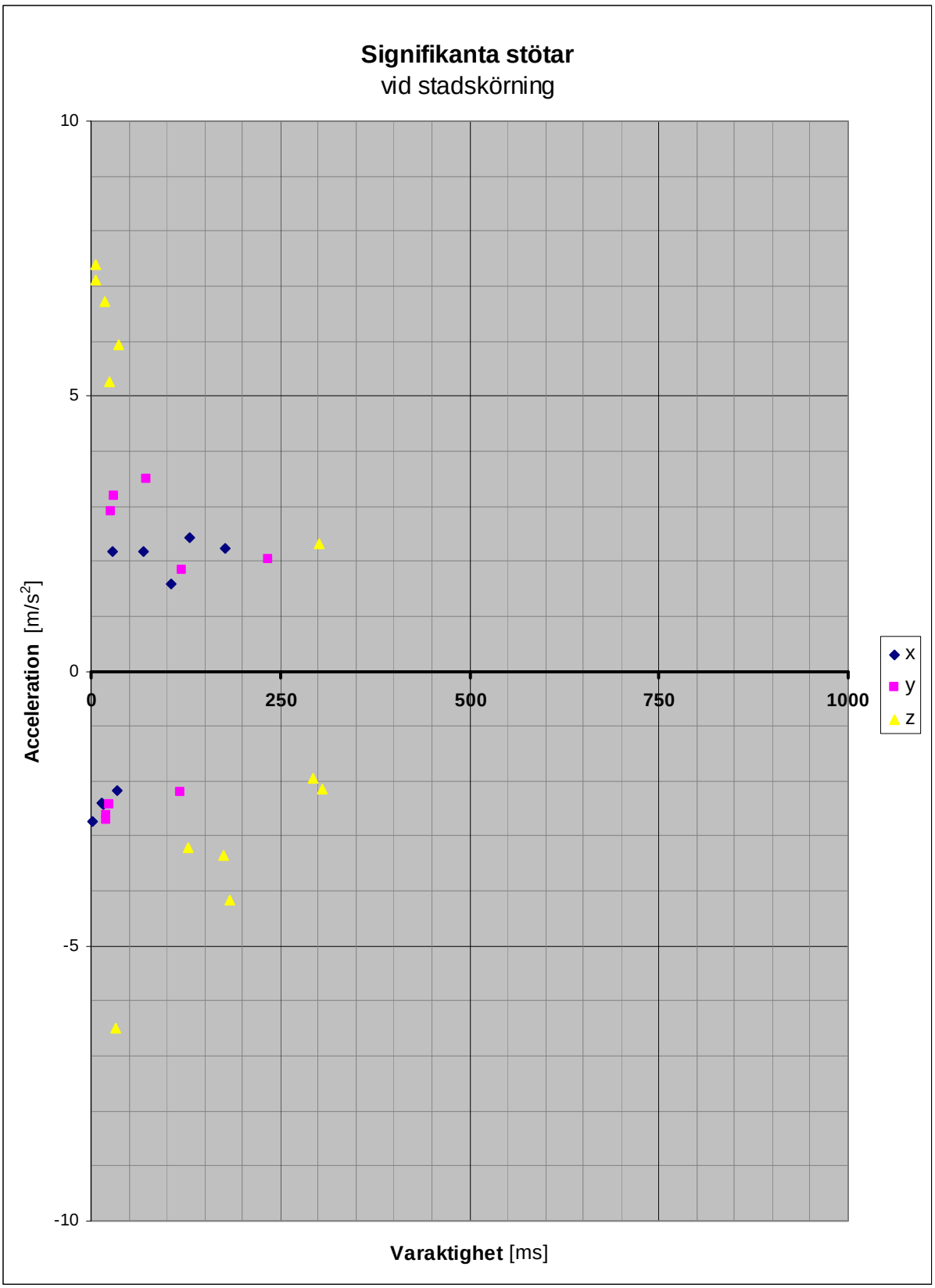
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning inom industriområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning på motorväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

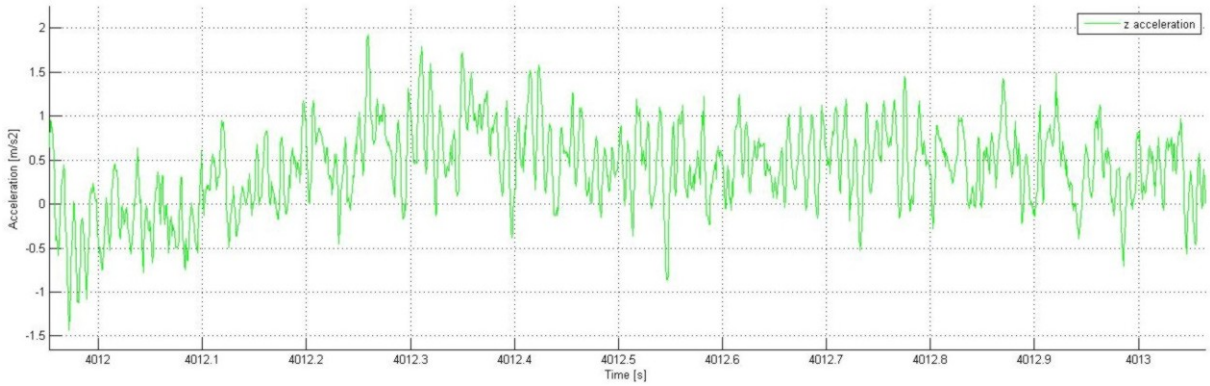


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning på landsväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid stadskörning. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

8.2.2.2 Typiska vibrationer



Detalj från körning på motorväg visande typiska vibrationer i Z-led, med en frekvens av ca 100 Hz och en amplitud av ca ±0.5 m/s^2.

8.2.3 Protokoll för transport av trailer med 12 ton last

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten vi landsvägstransport av trailer med 12 ton last.

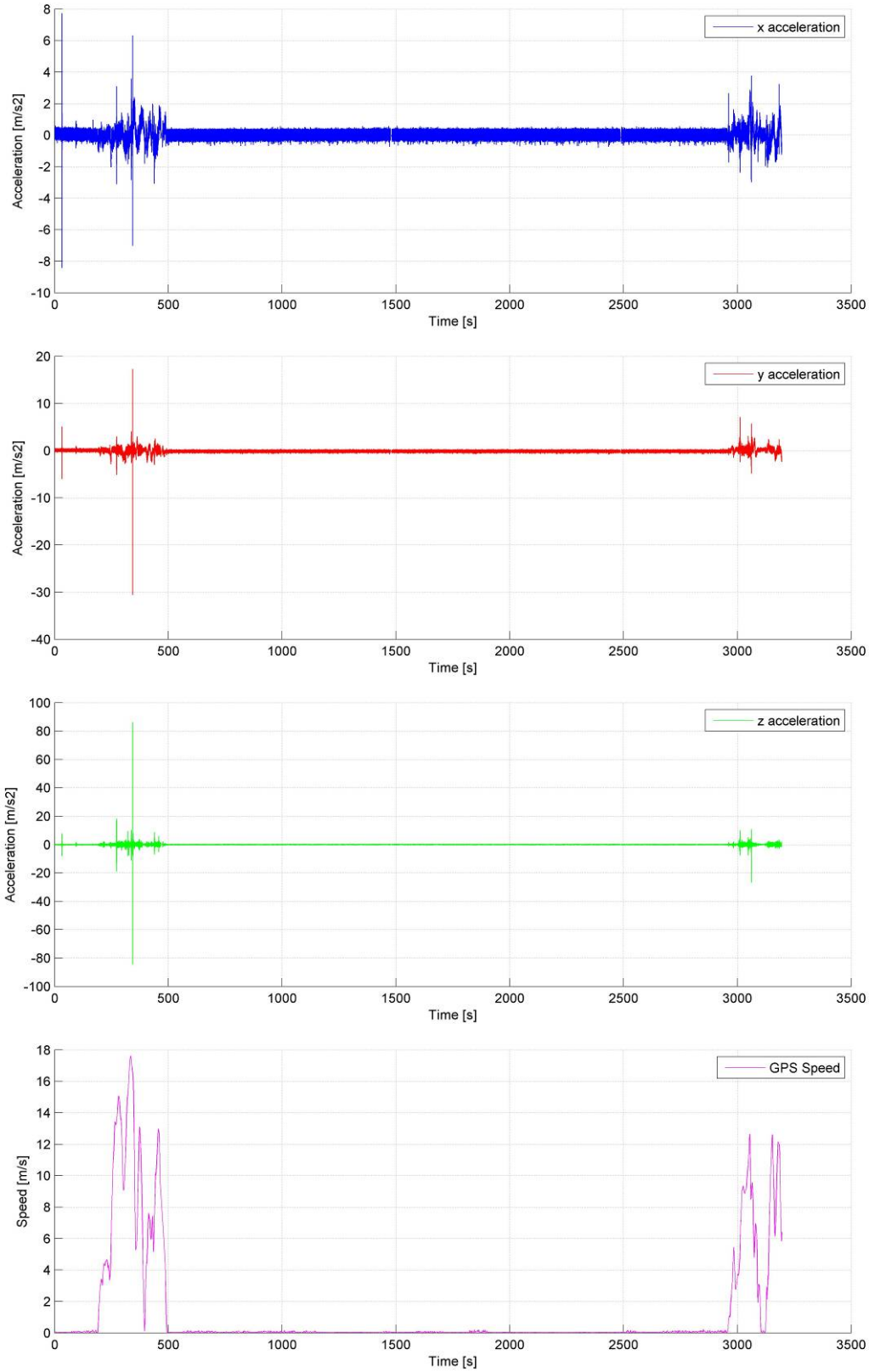
Check Point	Moment	Anmärkning	Klockslag	Ack. Tid [sek]
Start			**11:22:43**	**0**
	Koppling	inne på gården	11:23:15	32
	Start		11:25:52	189
1a	Utfart	Börje Jönsson	11:26:52	249
2	Rondell	Österleden/Bunkalundsg.	11:27:52	309
	Spik i vertikalled		11:28:26	343
3a	Rondell, infart	Österleden/Rusthållsg.	11:28:42	359
3.5	Stopp, parkering	Paus	11:30:53	490
	Start		12:12:02	2959
3b	Rondell, utfart	Österleden/Rusthållsg.	12:15:34	3171
4	Rondell	Rusthållsg./E6	12:15:58	3195
5a	Avfart, E6	Malmöleden	12:16:56	3253
5b	Påfart, E6		12:18:55	3372
5.5	Stopp vid våg		12:20:38	3475
	Start från våg		12:21:32	3529
6	Avfart, E6	mot E4	12:24:53	3730
	dålig väg (start)	betong plattor, E4	12:25:39	3776
	dålig väg (stopp)		12:28:24	3941
7	stopp	E4 / 112 Åstorp	12:33:48	4265
	Start	112 mot Ängelh	12:33:53	4270
8	Korsning	112:an, Humlarp	12:34:53	4330
9	stopp	107:an, N. Varalöv	12:41:47	4744
10	Korsning	107 / Strövelstorpsv.	12:42:44	4801
11	Korsning	Hasslarp	12:49:02	5179
12	jvg spår	Kattarp	12:52:07	5364
13	Korsning	Rydsfält	12:56:17	5614
14	stopp	Hjälmshult	13:01:02	5899
15	Korsning	Karlsfält	13:04:35	6112
	dålig väg (start)	lappad delvis	13:05:40	6177
	dålig väg (stop)			
16	stopp	Karlsfältsv. / 111:an	13:09:52	6429
17	Rondel	111:an, Viken, södra	13:11:39	6536
18a	Avfart	111:an, Berga industriomr.	13:21:14	7111
18b	Korsning	Florettg. / Garnisonsg.	13:22:38	7195
	vägarbete (start)			
	vägarbete (stopp)			
18c	Rondell	Garnisonsgatan	13:24:53	7330
19	Stopp	trafiksignal, E4 / lägerv.	13:26:11	7408
20	Korsning, Signal	Hälsovägen/Drottningg.	13:30:33	7670
21	Rondell	Närlunda	13:35:55	7992
22	Avfart	Malmöleden, E6	13:38:49	8166
23	Rondell	Rusthållsg./E6	13:39:08	8185
24	Rondell	Österleden/Rusthållsg.	13:39:44	8221
25	Rondell	Österleden/Bunkalundsg.	13:40:34	8271

26	Korsning	Bunkalundsv. / Bunkagårdsg.	13:42:22	8379
Slut			**13:42:22**	**8379**

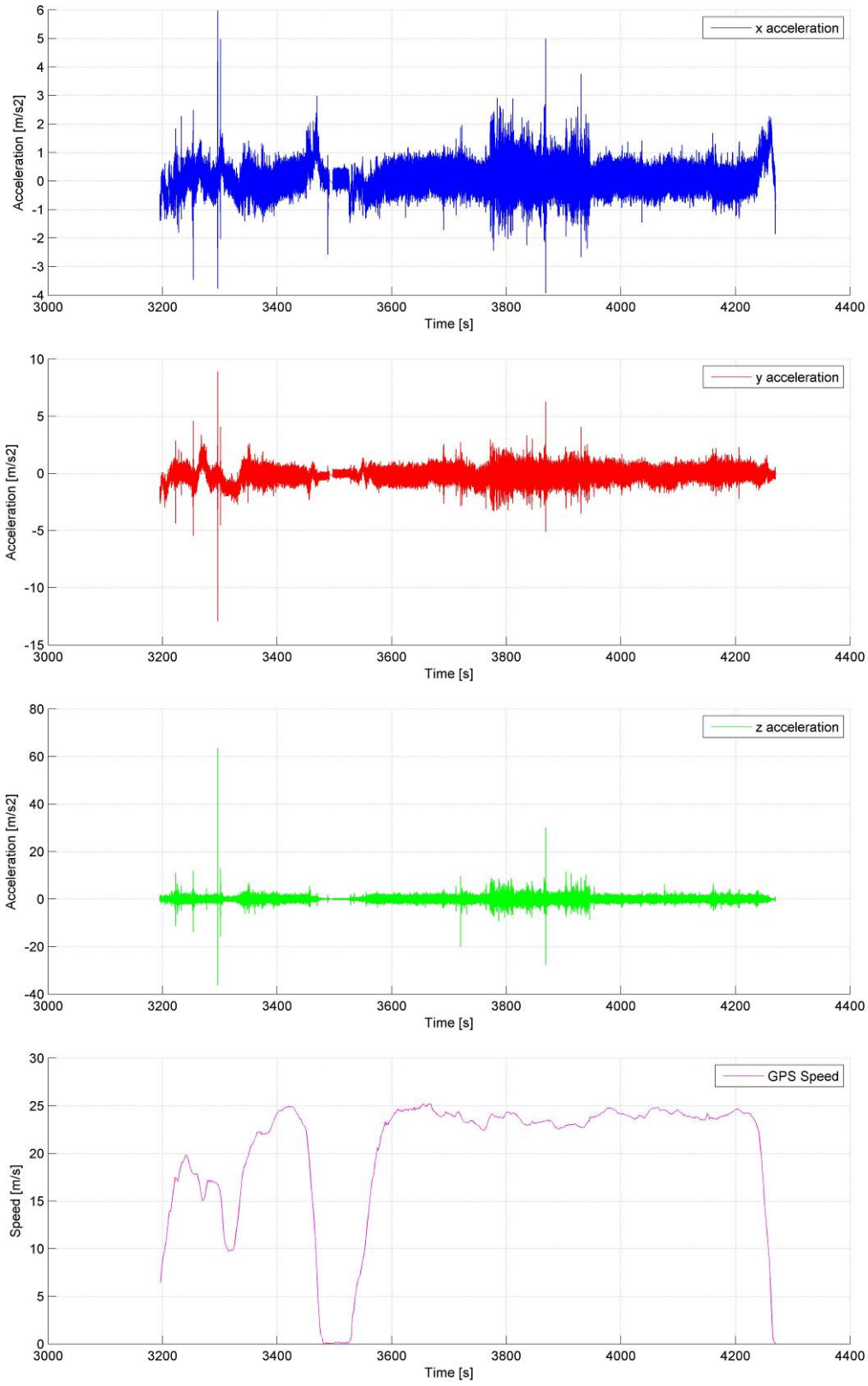
8.2.4 Mätdata från transport av trailer med 12 ton last

Graferna med accelerationer och hastigheter från landsvägstransporten av trailer med 12 ton last har delats upp i fem intervall i enlighet med tabellen nedan.

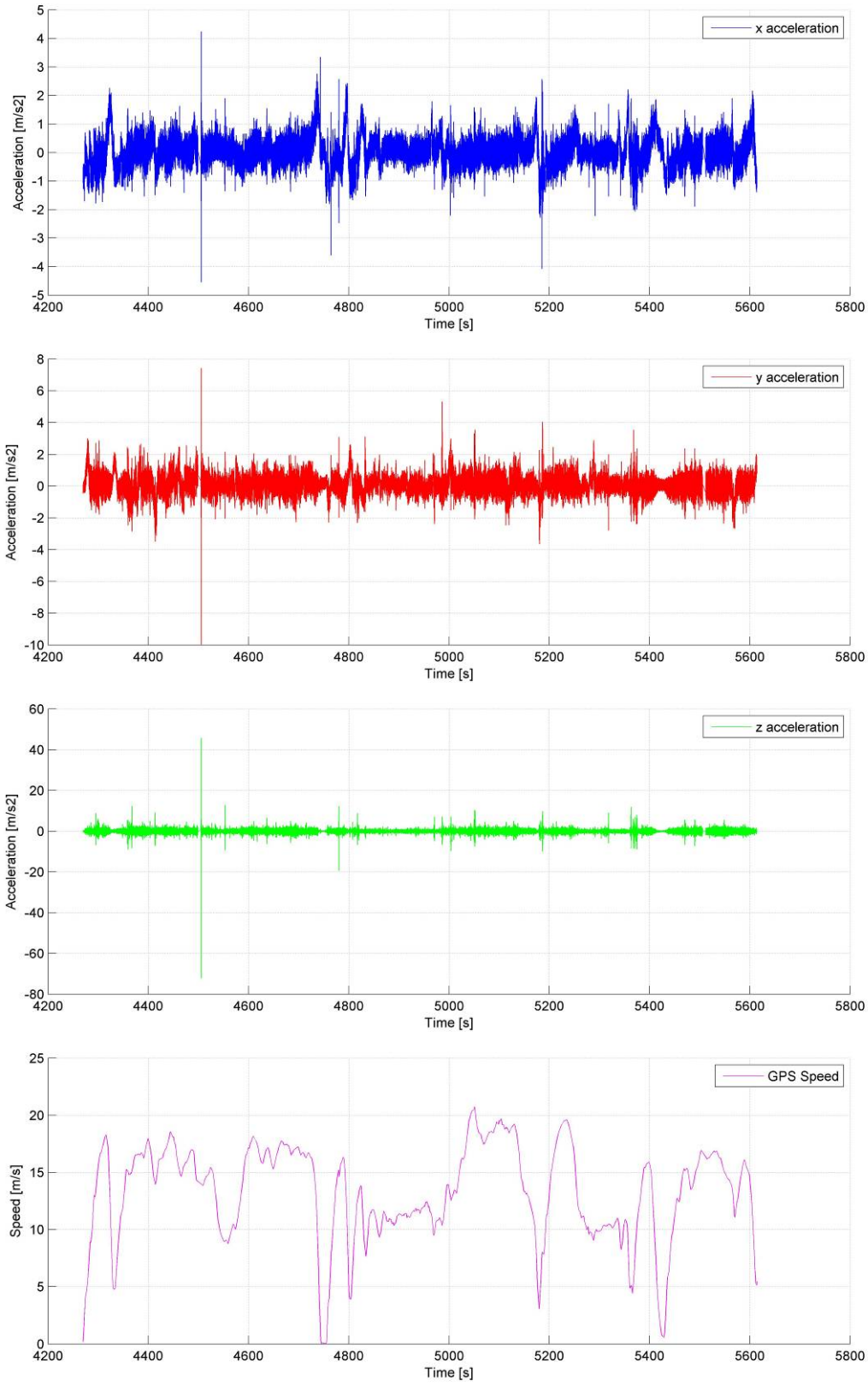
Intervall	**Klockslag**		**Ackumulerad tid**		**Check Point**	
	Start	Slut	Start	Slut	Start	Slut
1	11:22:43	12:15:58	0	3195	0	4
2	12:15:58	12:33:53	3195	4265	4	7
3	12:33:53	12:56:17	4265	6514	7	13
4	12:56:17	13:21:14	5614	7111	13	18a
5	13:21:14	13:42:22	7111	8379	18a	0



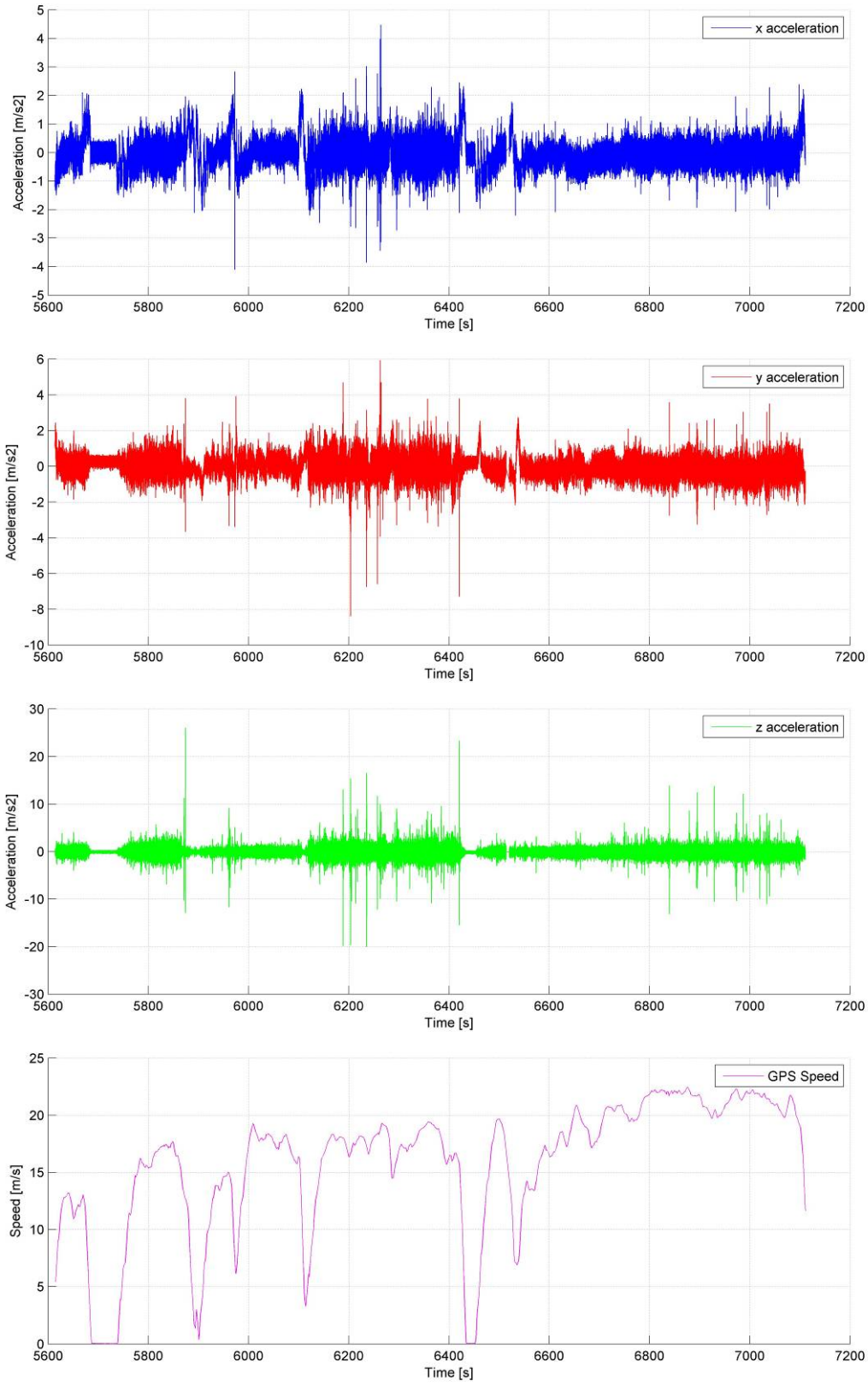
*Accelerationer uppmätta under intervall 1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



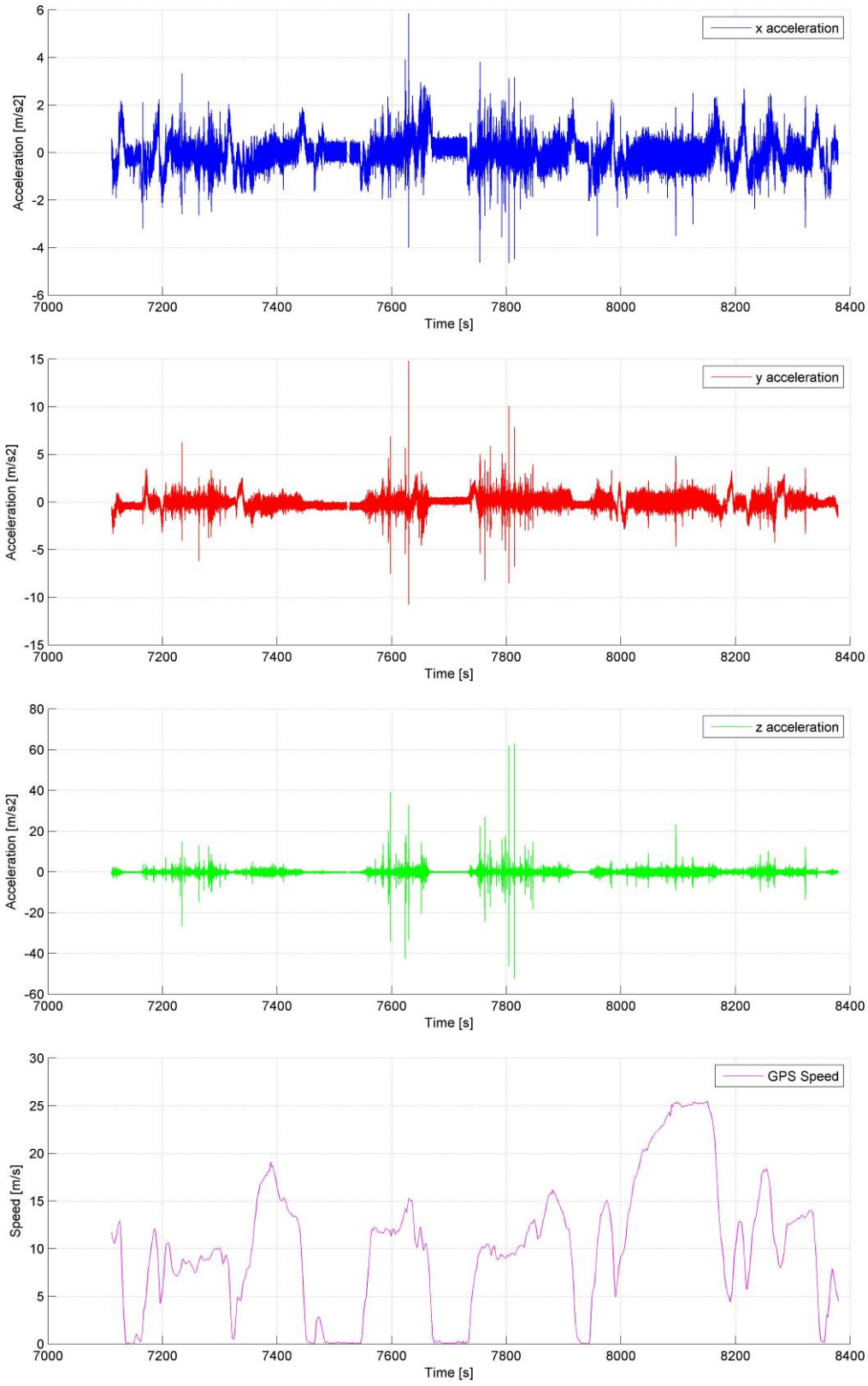
*Accelerationer uppmätta under intervall 2 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 3 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 4 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*



*Accelerationer uppmätta under intervall 5 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **transport av trailer med 25 ton last på landsväg**.*

8.2.4.1 Signifikanta stötar

Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar vid koppling och losskoppling av trailer till dragare

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-8.2	-3.7	1	-5.8	-2.9	1	8.0	3.0	1
	7.9	3.0	1	5.2	2.6	1	-7.9	-2.8	1
	-5.8	-2.0	1	5.0	2.8	1	7.3	2.7	1
25-100 ms	-2.2	-1.2	37	2.0	0.9	47	-1.4	-0.7	31
	1.5	0.7	26	1.4	0.7	61	1.2	0.6	75
	1.5	0.3	44	1.1	0.6	61	-1.1	-0.6	63
100 -250 ms	5.6	1.1	149	1.0	0.4	139	2.4	1.1	116
	5.1	0.3	141	0.7	0.3	246	2.4	0.2	142
	0.8	0.4	214	0.7	0.3	116	1.9	0.8	244
>250 ms	1.2	0.6	351	0.8	0.3	394	0.6	0.2	258
	0.8	0.3	948	0.7	0.3	743	0.6	0.2	253
	0.8	0.3	447	0.7	0.3	317	0.5	0.2	350

Stötar vid körning i industriområden

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-6.8	-3.9	2	-30.4	-13.4	2	86.4	38.0	3
	6.5	3.2	3	17.4	9.7	3	-84.3	-48.2	2
	5.5	3.1	2	-14.7	-9.1	1	-82.0	-47.0	2
25-100 ms	4.8	2.2	35	7.2	3.1	45	-21.1	-11.4	32
	4.8	2.1	27	-4.7	-2.1	45	-18.6	-8.2	35
	4.0	1.9	31	-4.1	-2.0	44	18.4	10.4	39
100 -250 ms	3.8	0.5	165	3.9	1.8	105	-7.2	-2.8	157
	2.6	0.6	246	3.5	1.9	158	-6.3	-3.6	112
	2.4	1.1	164	3.2	0.7	101	6.1	2.7	101
>250 ms	3.4	0.4	455	3.7	1.6	4585	-3.0	-1.2	306
	3.0	1.5	6250	3.4	1.5	9804	2.5	1.0	288
	2.9	1.1	9729	3.2	1.1	3005			

Stötar vid körning på motorväg

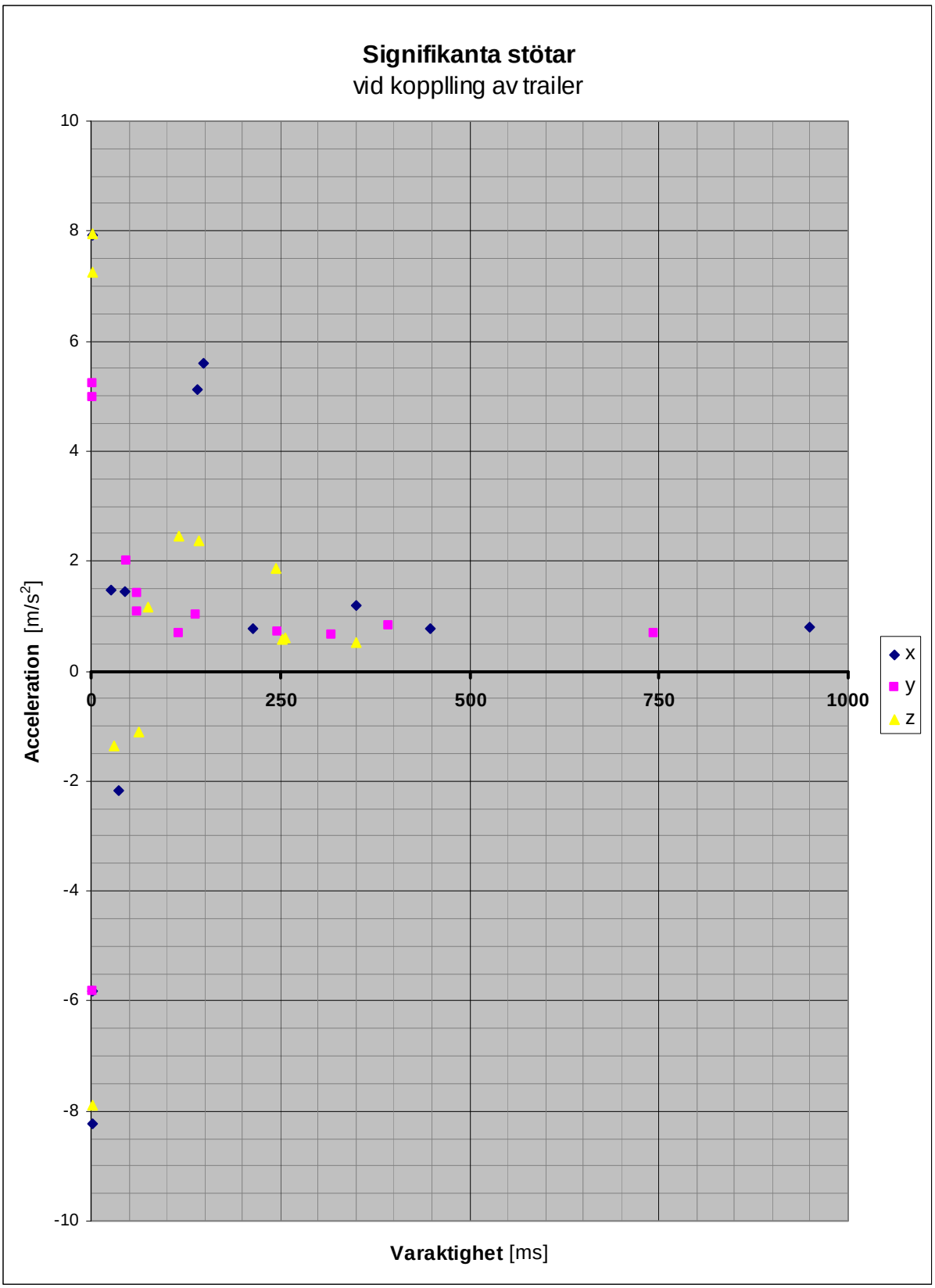
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	6.2	3.7	3	-12.7	-6.0	7	63.6	30.1	5
	5.4	2.1	23	9.1	4.3	12	48.0	29.4	1
	4.4	2.5	2	8.4	4.4	7	44.9	22.8	2
25-100 ms	5.2	2.2	25	-11.7	-2.7	25	-15.6	-7.9	32
	5.2	2.2	39	4.9	1.8	33	-13.1	-5.6	34
	4.6	2.7	33	-3.9	-1.3	28	12.9	6.5	38
100 -250 ms	2.0	0.7	127	-2.9	-1.3	115	-8.4	-3.8	109
	1.7	0.7	120	-2.7	-1.0	124	7.1	2.9	188
	1.5	0.6	204	-2.3	-1.0	218	7.0	2.7	220
>250 ms	3.2	1.1	18192	3.5	1.4	11942	-4.6	-1.9	261
	2.3	1.0	6298	-2.6	-1.3	10301	4.5	2.3	262
	2.1	1.0	6818	2.5	0.8	262	4.1	1.4	270

Stötar vid körning på landsväg

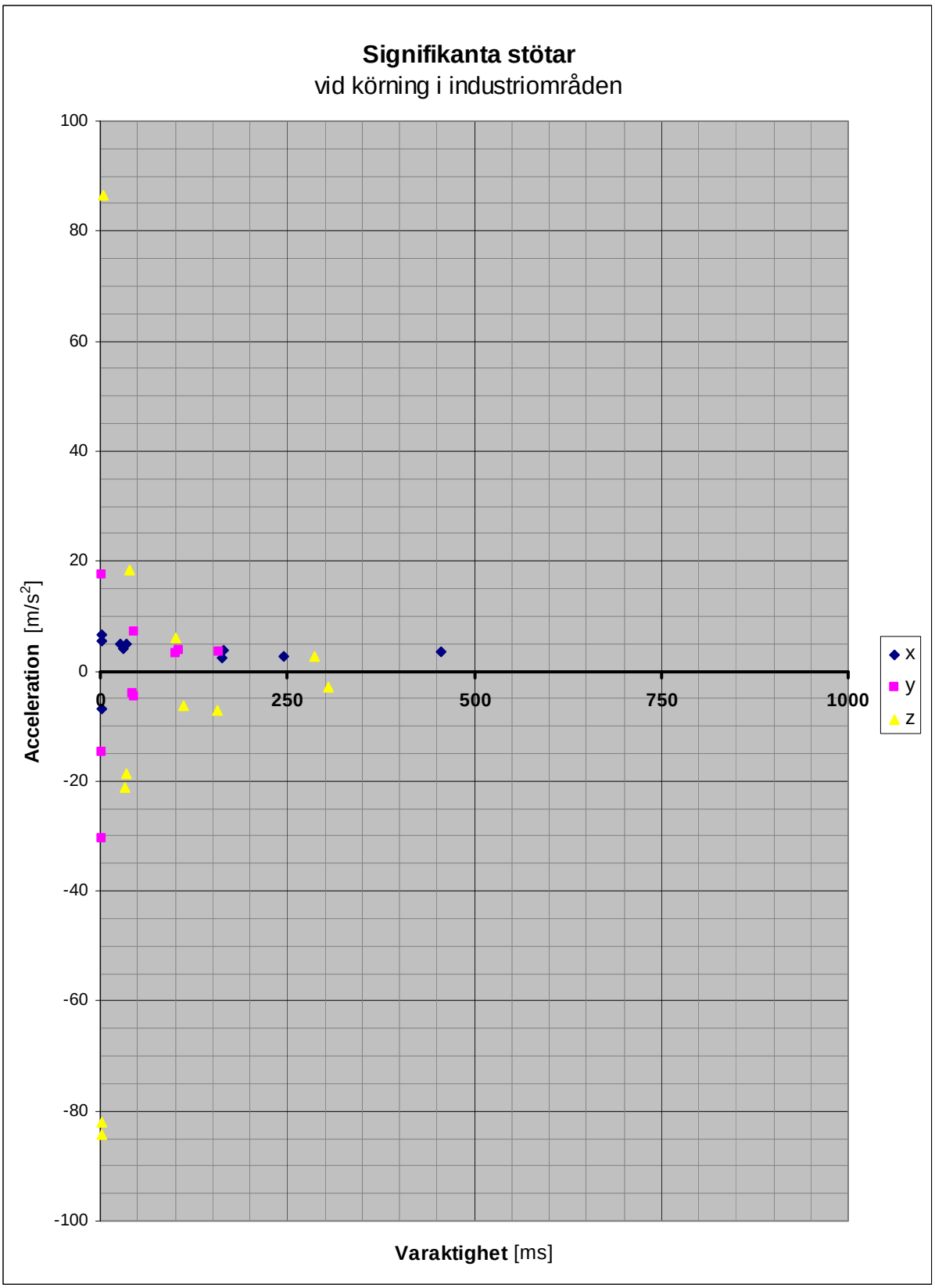
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	4.4	1.8	12	-9.8	-4.3	7	-71.9	-35.2	3
	-4.4	-2.5	2	-8.4	-2.7	7	45.9	26.1	2
	-4.0	-1.4	14	-8.0	-4.7	3	44.5	13.8	15
25-100 ms	4.7	2.0	34	-8.2	-1.6	70	18.2	10.8	31
	4.2	1.7	30	-6.4	-1.8	29	-17.1	-10.1	30
	3.8	2.0	30	6.1	3.3	49	14.7	6.8	35
100 -250 ms	2.8	0.3	109	5.7	1.3	177	10.6	5.4	139
	2.3	0.5	125	-3.8	-1.9	149	7.3	3.2	153
	-1.8	-0.7	224	3.8	1.9	118	-7.2	-3.2	150
>250 ms	3.5	0.7	575	4.3	2.3	289	-4.7	-2.1	270
	2.9	1.3	16996	4.1	1.3	2492	-4.2	-2.2	255
	2.6	1.3	9014	3.8	2.3	519	4.0	1.6	255

Stötar vid stadskörning

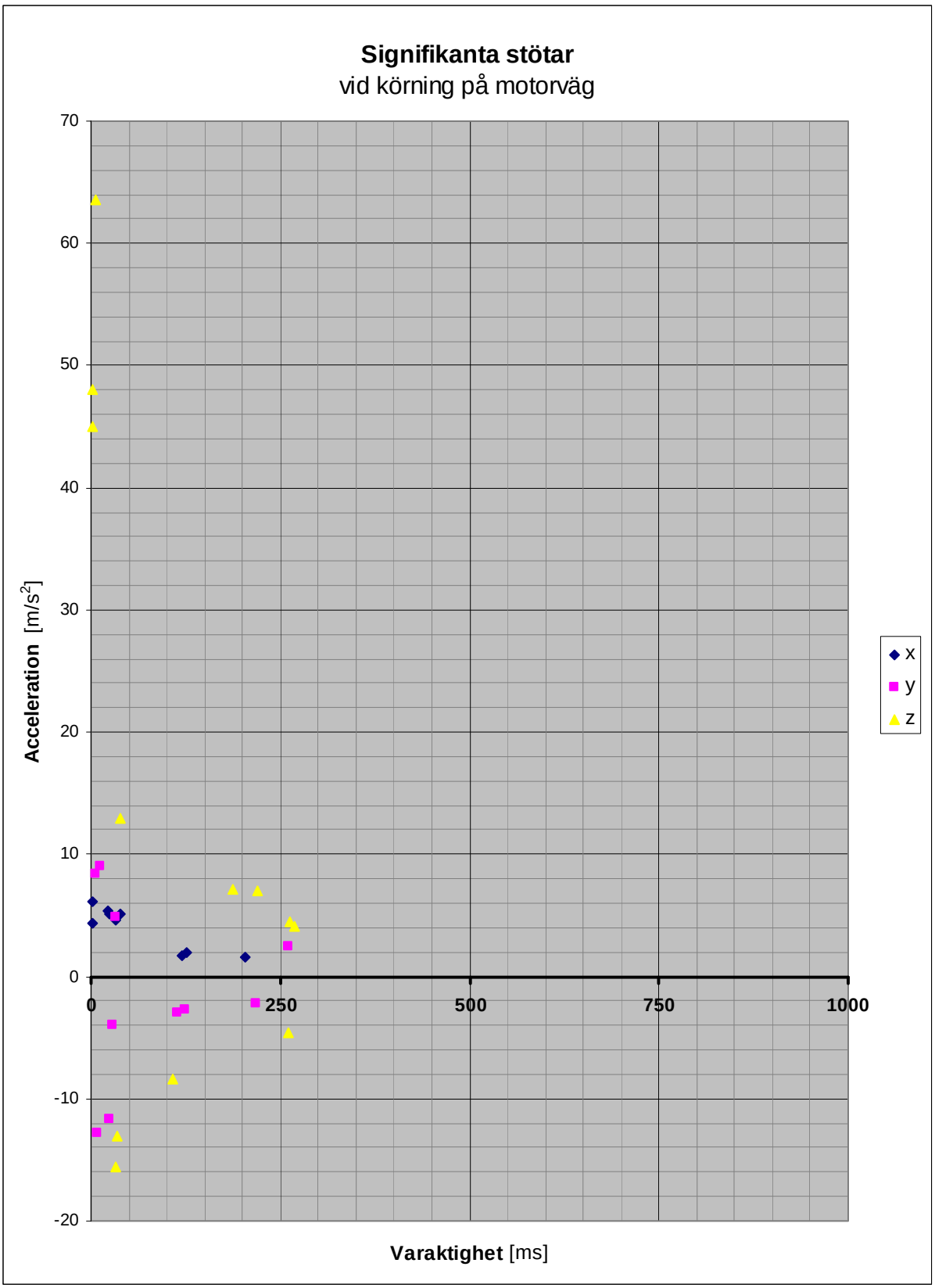
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	6.0	3.0	23	15.0	7.7	3	63.2	27.5	2
	-4.5	-2.7	1	-10.6	-4.5	1	62.0	31.7	2
	-4.4	-2.4	2	10.2	5.4	3	-52.2	-26.2	1
25-100 ms	4.7	2.5	37	6.0	2.6	32	-20.2	-7.7	44
	4.0	1.4	31	-4.8	-2.2	37	18.0	8.5	38
	-3.2	-1.9	32	4.7	2.8	37	-17.9	-8.6	34
100 -250 ms	2.5	1.0	120	5.2	1.7	122	-7.1	-3.6	153
	2.5	1.0	128	4.2	1.6	120	5.9	2.5	109
	2.3	0.9	132	-3.7	-1.3	101	5.6	2.2	108
>250 ms	3.2	1.3	4362	3.2	1.5	2057	3.0	1.4	267
	2.9	1.3	12925	-3.1	-1.4	341	2.0	0.8	293
	2.6	1.0	6029	3.0	1.4	1472	1.9	0.9	263



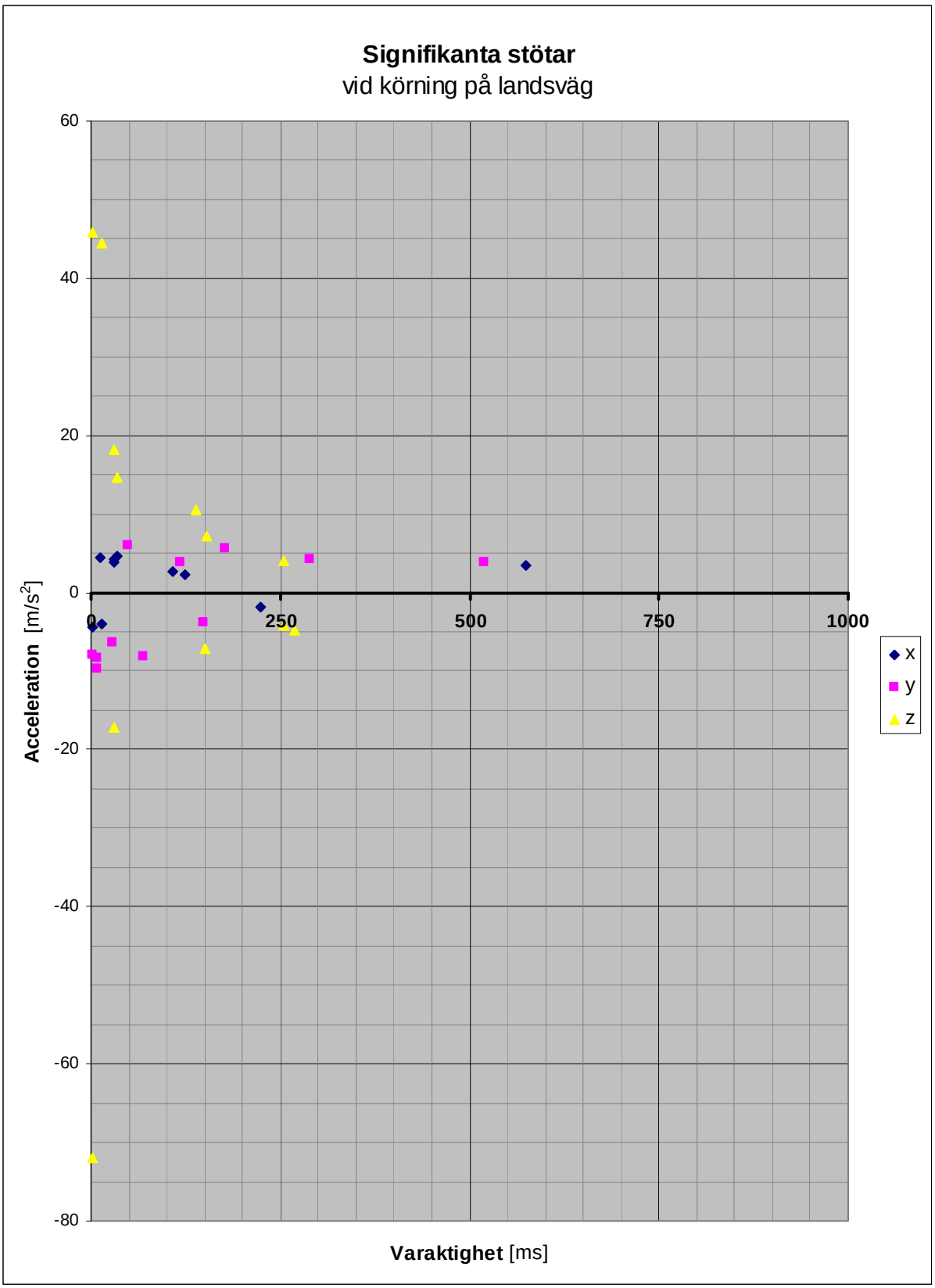
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid koppling av trailern till dragaren. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



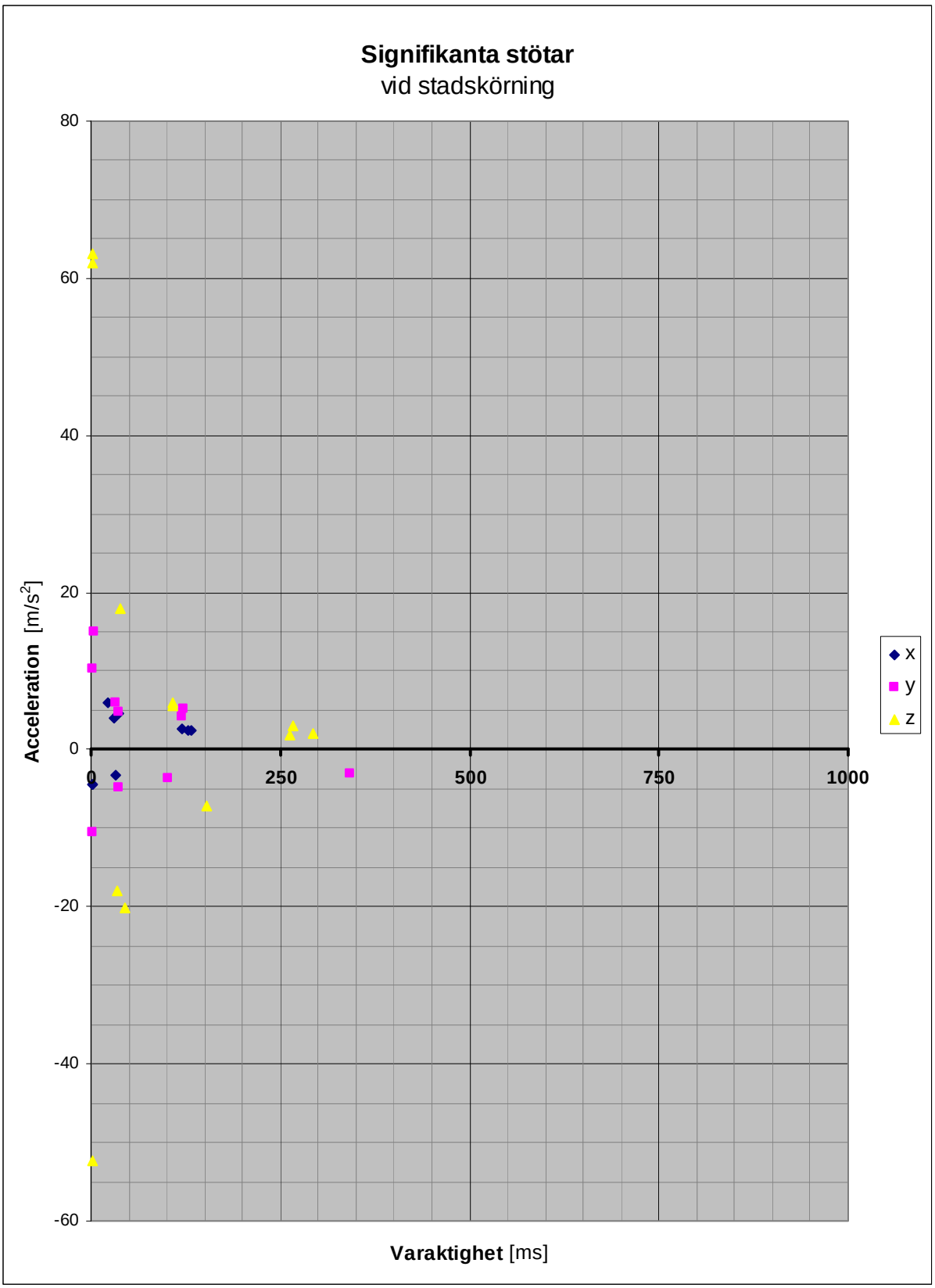
Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning inom industriområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning på motorväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid körning på landsväg. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid stadskörning. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

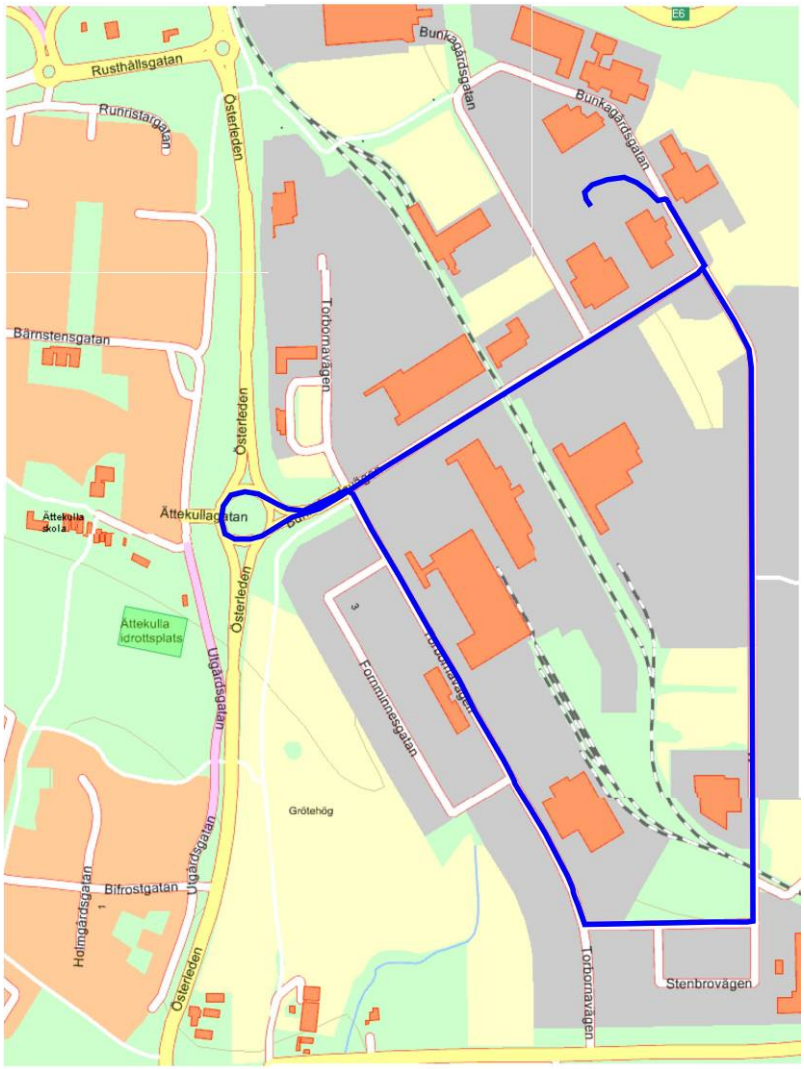
8.3 Manöverprov med trailer med 12 ton last

I tillägg till landsvägstransporten, utfördes manöverprov med trailern lastad med 12 ton gods.

Manöverproven utfördes på vägarna i och kring Ättekulla industriområde i Helsingborg. De bestod av två tvära inbromsningar med trailern samt körning i rondell med hög hastighet.

De tvära inbromsningarna utfördes från hastigheterna 70 och 60 km/h till stillastående. Rondellkörningen genomfördes i ca 40 km/h i en rondell med en diameter av ca 90 meter.

Hanteringsgraden för dessa manövreringar kan klassas som hård och denna typ av framförning av trailern skulle en chaufför bara företa undantagsvis.



Plot av GPS-spåret för körning av trailer.

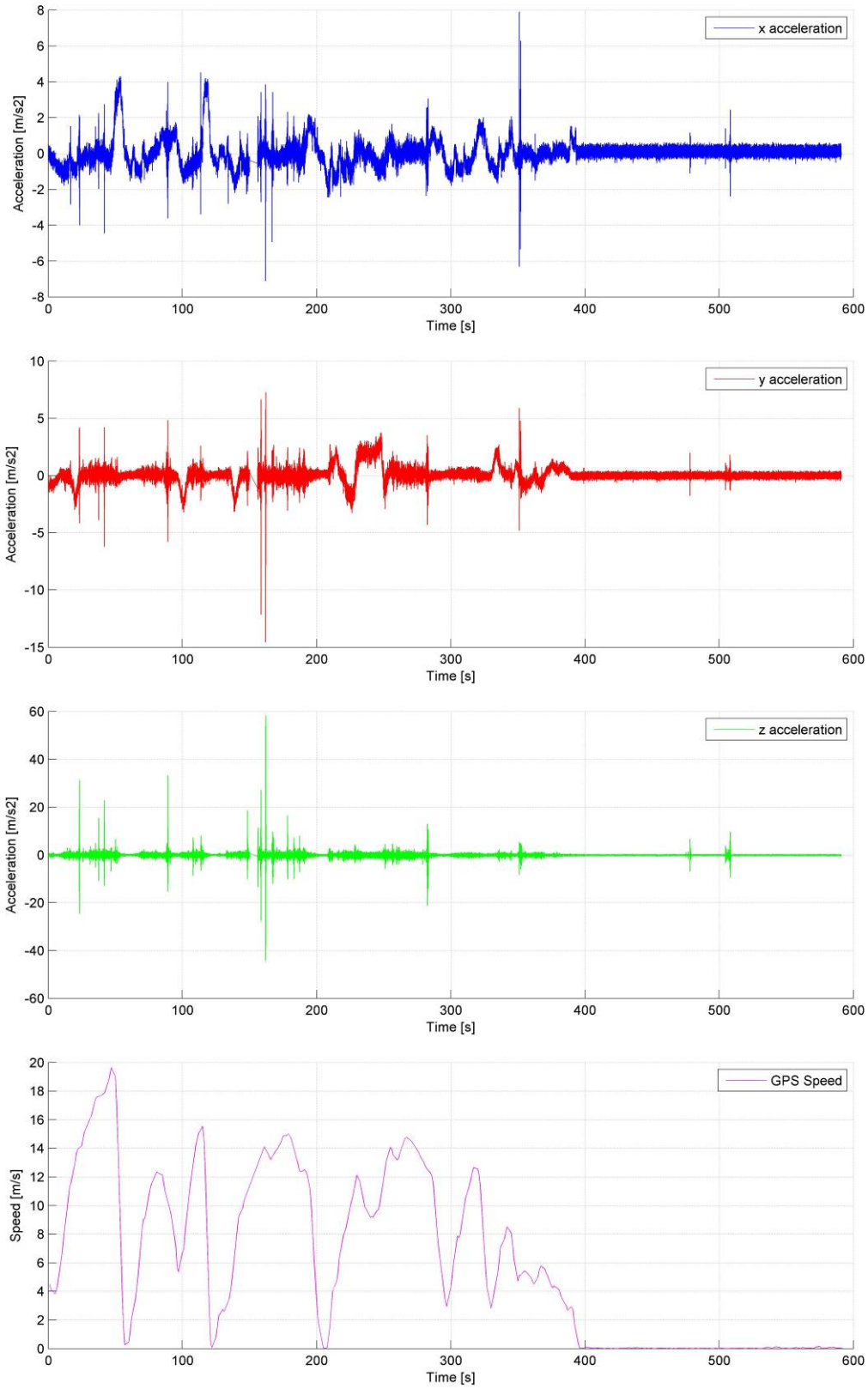
8.3.1 Protokoll för manöverprov

Tabellen nedan anger start- och sluttiderna för de olika momenten under manöverproven.

Check Point	**Moment**	**Anmärkning**	**Klockslag**	**Ack. tid** [sek]
Start			**13:42:22**	**0**
26	Korsning	Bunkalundsv. / Bunkagårdsg.	13:42:22	0
	Inbromsning	*från 70 km/h till 0 km/h*	13:43:09	47
	Inbromsning	*från 60 km/h 0 km/h*	13:44:15	113
2	Rondell (start)	Österleden/Bunkalundsg.	13:46:12	230
	Rondell (slut)	*ca 40 km/h, Diameter = 90m*	13:46:35	253
26	Korsning	Bunkalundsv. / Bunkagårdsg.	13:47:57	335
	Stopp	Gårdsplan	13:48:54	392
	Från koppling		13:51:55	573
Slut			**13:52:13**	**591**

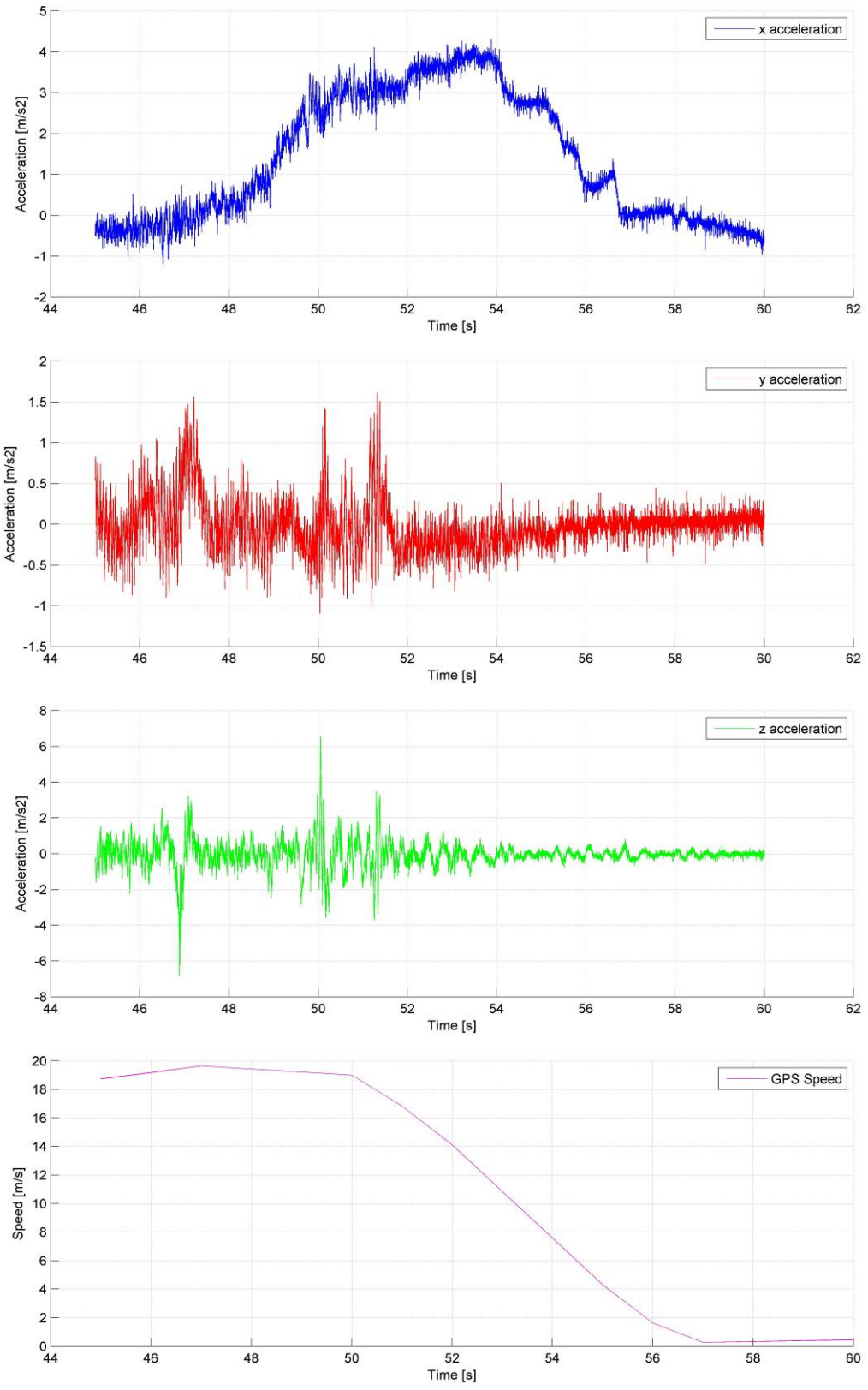
8.3.2 Mätdata från manöverprov

Graferna nedan visar accelerationer längs tre axlar samt hastigheten för fordonet.



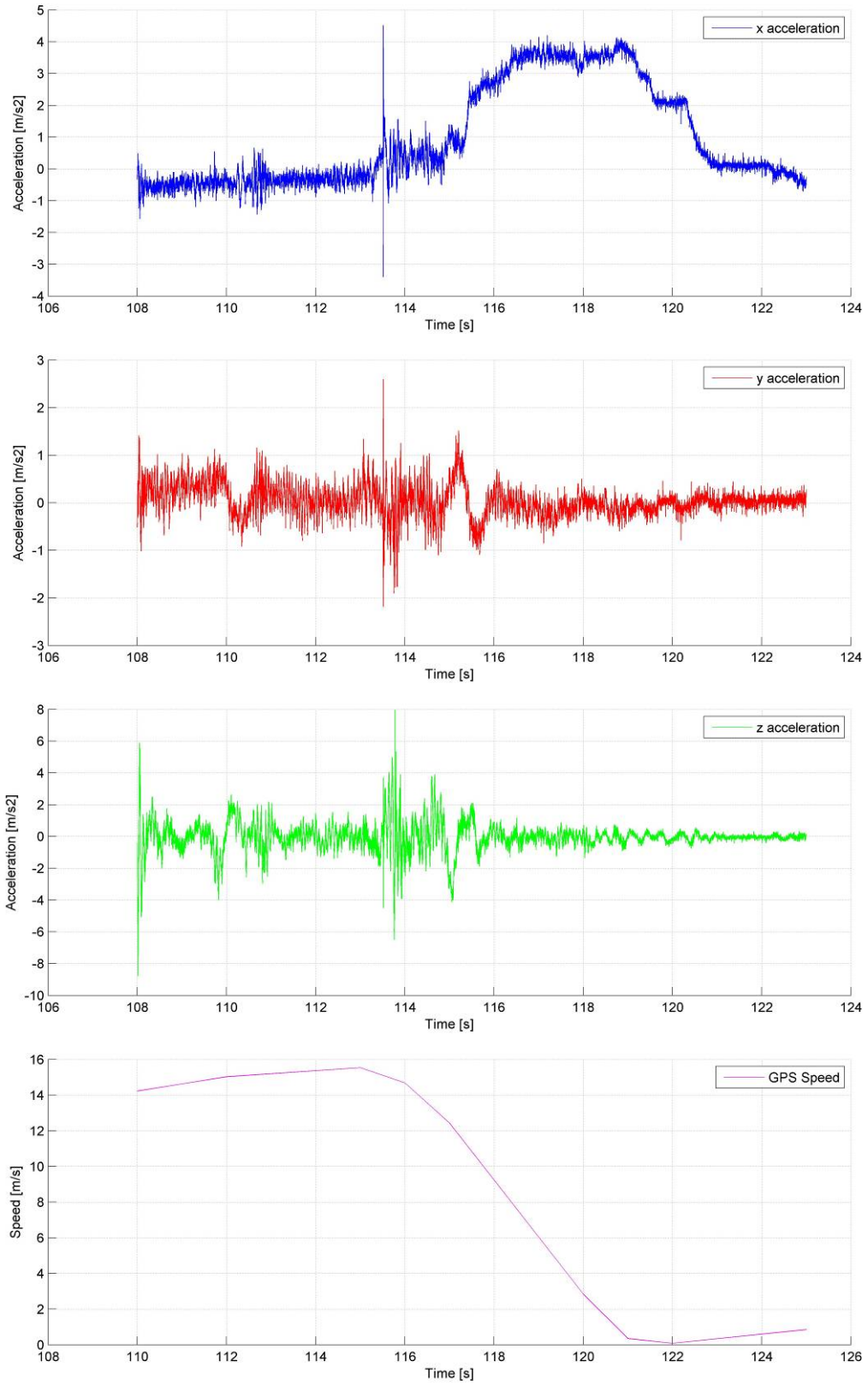
*Accelerationer uppmätta med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **manöverprov med trailer med 12 ton last.***

8.3.2.1 Inbromsning 1



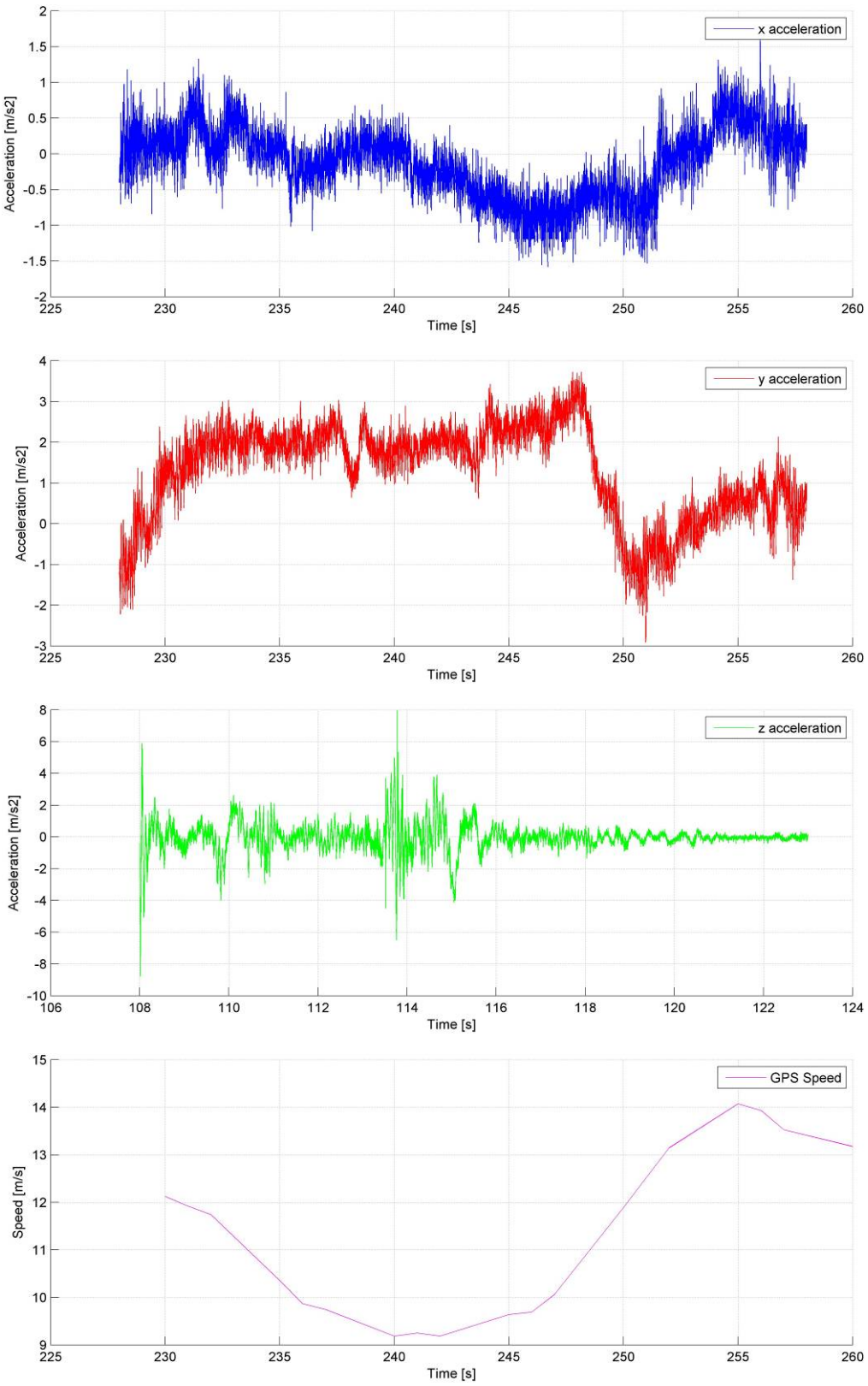
Detalj av mätdata insamlad under inbromsning 1.

8.3.2.2 Inbromsning 2



Detalj av mätdata insamlad under inbromsning 2.

8.3.2.3 Rondellkörning

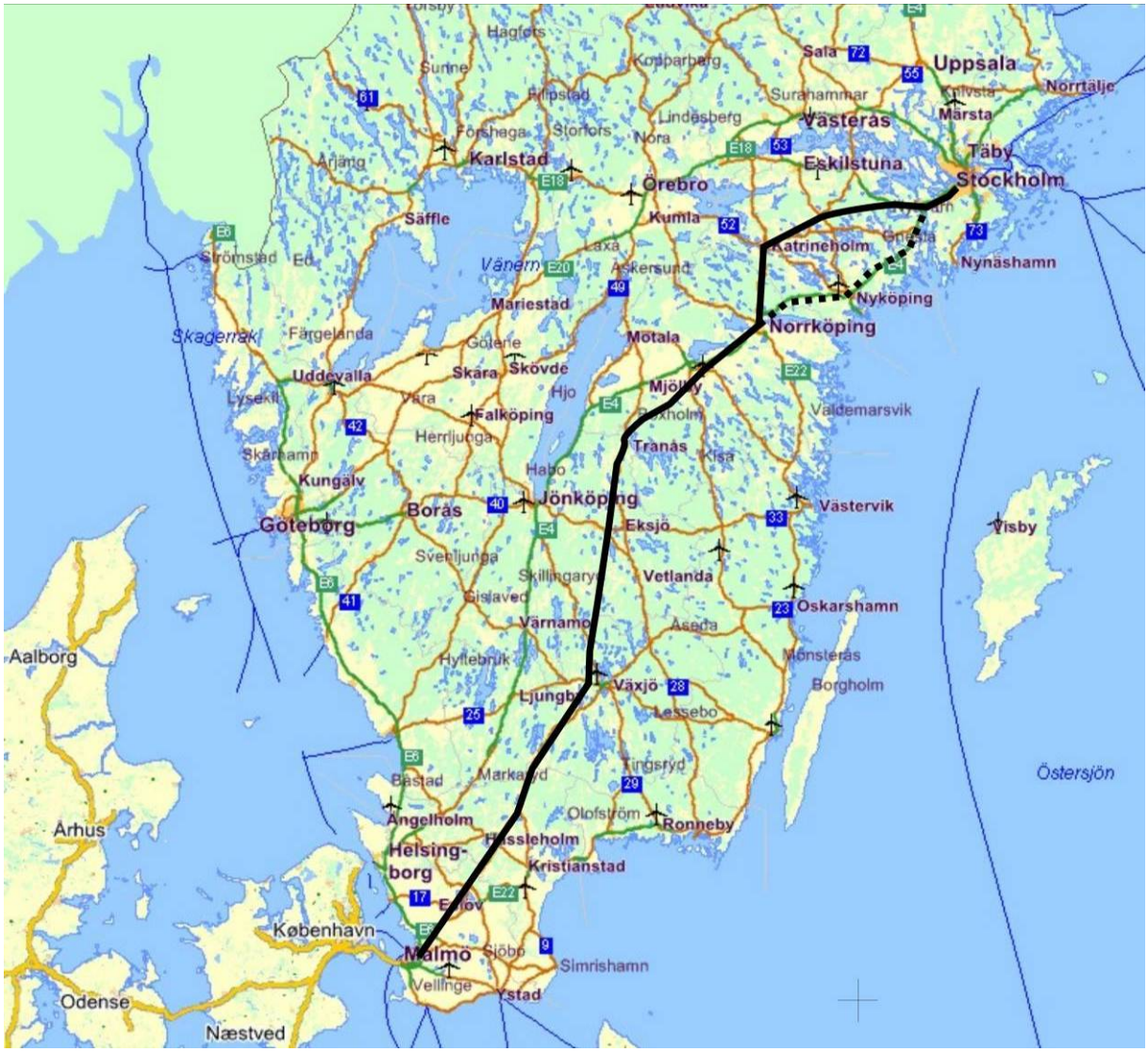


Detalj av mätdata insamlad under rondellkörning.

9 Kombitransporter, Malmö – Stockholm

Mätningarna på järnväg utfördes på sträckan mellan Malmö och Stockholm med utrustningen monterad i både trailers och växelflak. Mätningar skedde vid två tillfällen i vardera transportriktningen.

Lastbärarens position och hastighet registrerades under mätningarna med hjälp av en GPS-mottagare. I stort sätt användes samma vägval vid samtliga transporter, med undantag för sträckan mellan Norrköping och Södertälje, där en sydligare rutt användes vid transporterna till Stockholm. Rutterna som användes har ritats in kartan nedan.



Plot av GPS-spåret för kombitransporter mellan Malmö och Stockholm. Den streckade linjen visar rutten vid norrgående transporter.

Vid första mättillfället monterades mätutrustningen i trailern då denna redan stod på järnvägsvagnen och mätningarna startade precis före tågets avgång. Vid övriga tillfällen skedde monteringen då lastbäraren fortfarande stod uppställd på marken inom terminalområdena, varför också viss hantering av lastbäraren dokumenterades.

9.1 Kombitransport, Malmö – Stockholm, 2007-12-03/04

Vid det första mättillfället på järnvägen monterades utrustningen i en trailer som redan stod uppställd på en vagn på kombiterminalen i Malmö. Mätningarna startade någon minut före tågets avgång.

På grund av bristande laddning i batteriet erhölls endast mätdata för ca 1 timme och 40 minuter.

Tåg

Operatör:	CargoNet
Tågnr:	4-21-00
Avgångstid:	ca 20:19 2007-12-03 (dator)
Ankomsttid:	ca 03:30 2007-12-04 (dator)

Lastbärare

Trailern i vilken utrustningen monterades var försett med skåpspåbyggnad och golv av plyfa.

Trailernr:	2894
Ägare:	DHL
Operatör:	Transportledet

Last

Lasten i trailern bestod av totalt 90 st sträckfilmade fat lastade tre och tre på plastpall samt 3 pallar med emballagematerial.

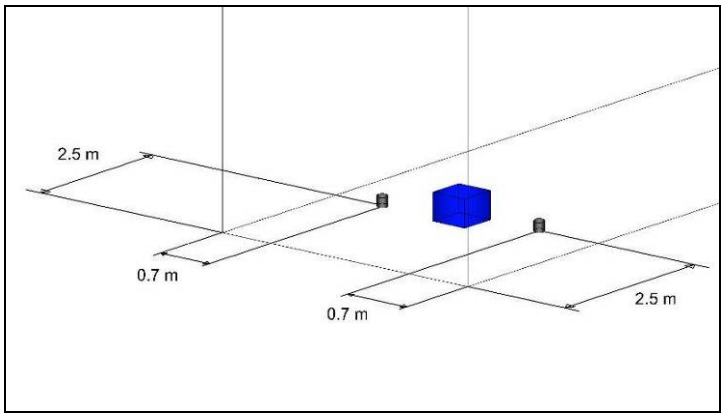
Totalvikt för godset var ca 18 ton (25 ton inklusive trailer)

Faten hade förvarats utomhus innan inlastningen i trailern och var blöta vid såväl avgång från Malmö som ankomst till Stockholm.

9.1.1 Utrustningens placering

Då det ej fanns utrymme nog för att placera utrustningen bakom godset på trailerns flak, fick den placeras uppe på plastpallarna på den näst bakersta sektionen i trailern.

Givarna placerades bredvid varandra ca 2,5 meter in i fordonet från bakdörrarna och 0,7 meter in från vardera sida. De skruvades fast i plastpallarna



Skiss över placering av utrustning i trailer samt uppmätta avstånd.

9.1.2 Mätresultat

På grund av bristande batterikapacitet saknas mätvärden för sista delen av transporten. Tillförlitliga accelerationer uppmättes mellan 20:16:07 och 22:00:00. GPS signaler registrerades från 20:16:07 till 23:02:26.

Kartan nedan visar spåret från GPS-datan som insamlades vid detta mättillfälle. Även positionerna för lastbäraren vid vissa tider är angina i kartan nedan.



Skiss över rutt samt tider för vissa positioner.

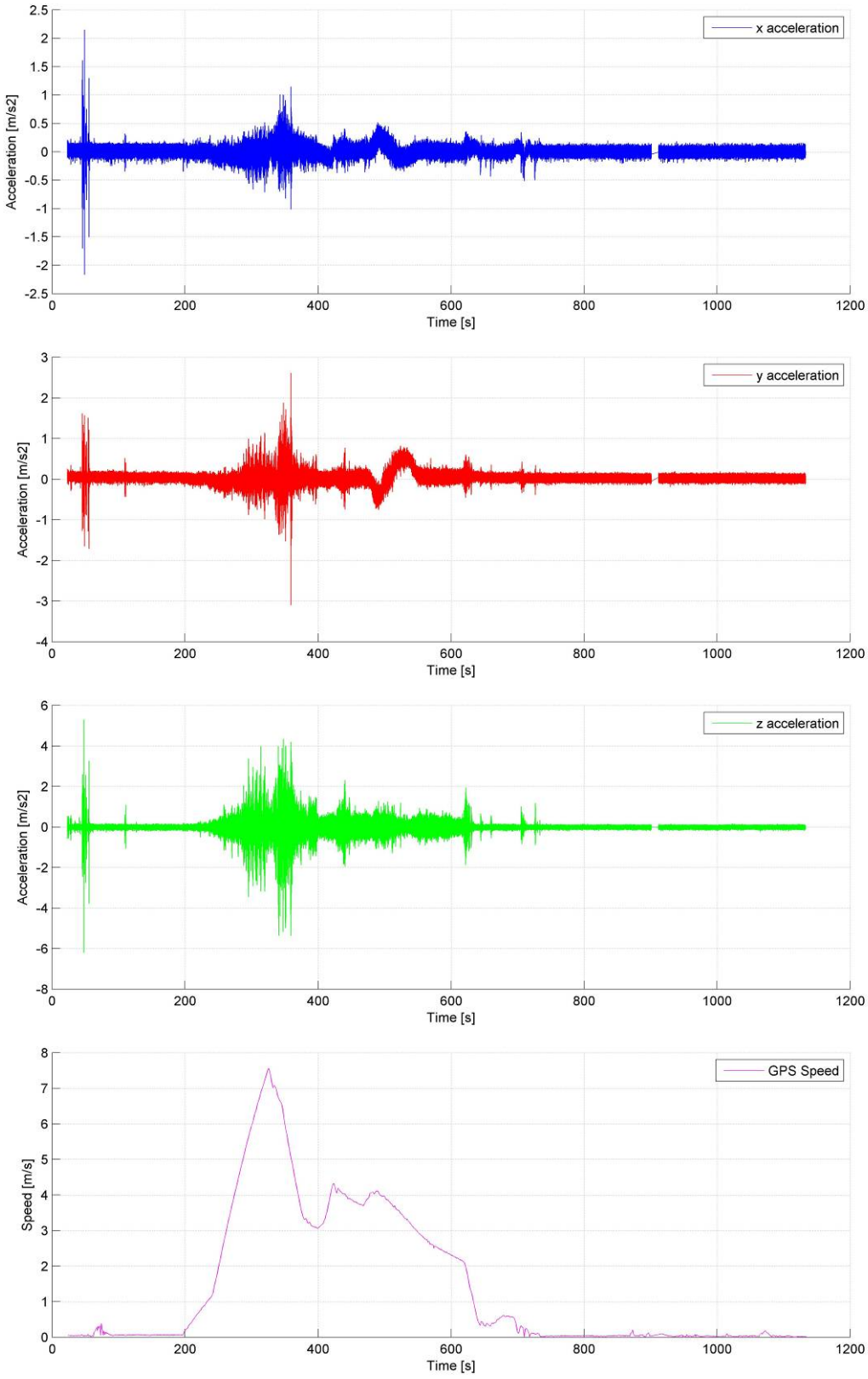
Resultatet presenteras uppdelat i intervall, vilka avgränsas av stillastående för vagnen:

- **Intervall 1** omfattar de kortare förflyttningarna av tågvagnen som trailern stod på i lägre hastigheter inom olika terminalområden.

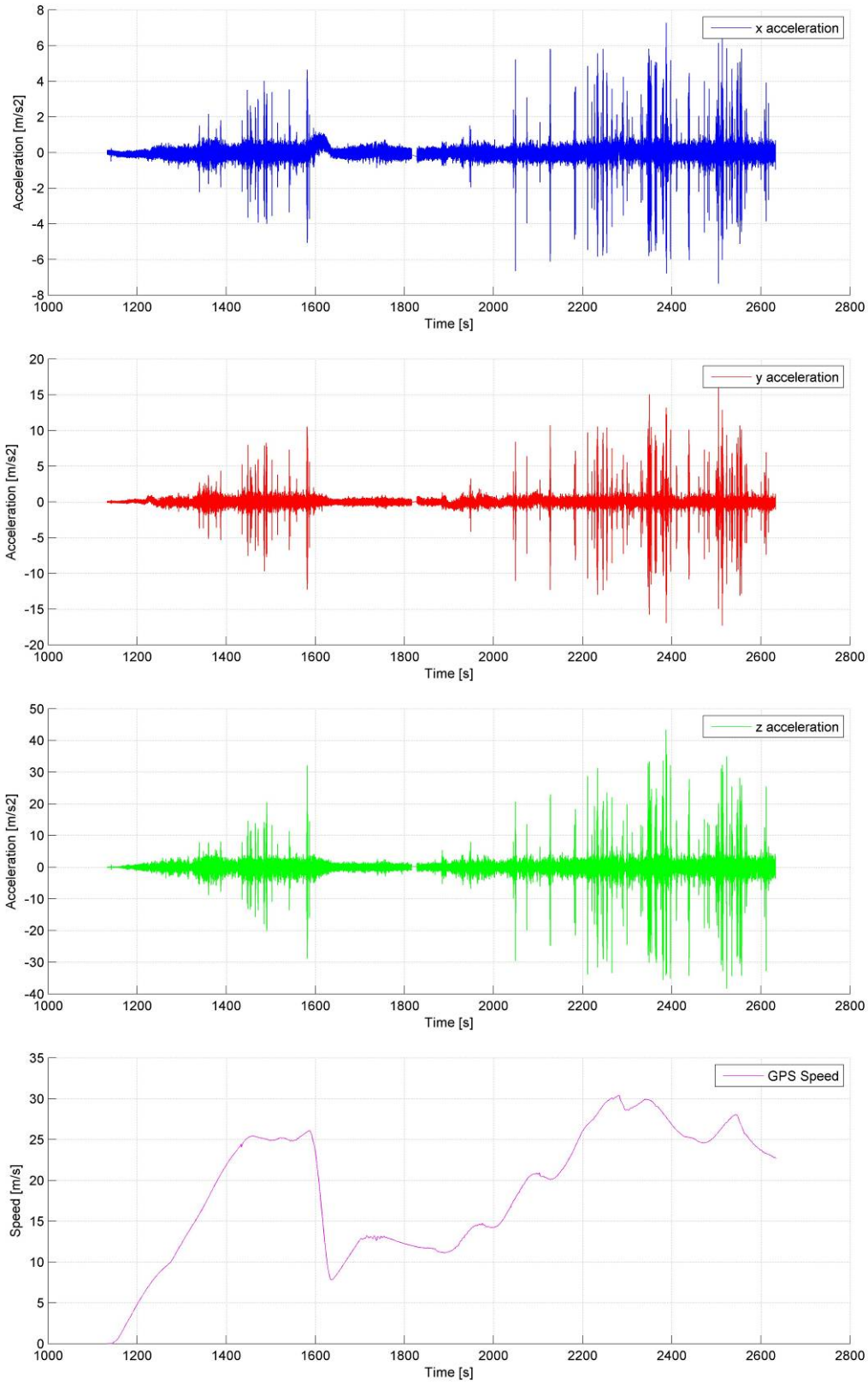
- **Intervall 2** omfattar de längre transporterna mellan terminalerna.

Intervall	**Område / Körsträcka**	**Start**		**Stopp**	
		Klockslag	*Ack. tid* [sek]	*Klockslag*	*Ack. tid* [sek]
1-1	inom Malmö kombiterminal	20:16:25	18	20:35:00	1133
2-1	Malmö - Skillingaryd	20:35:00	1133	22:00:00	6233

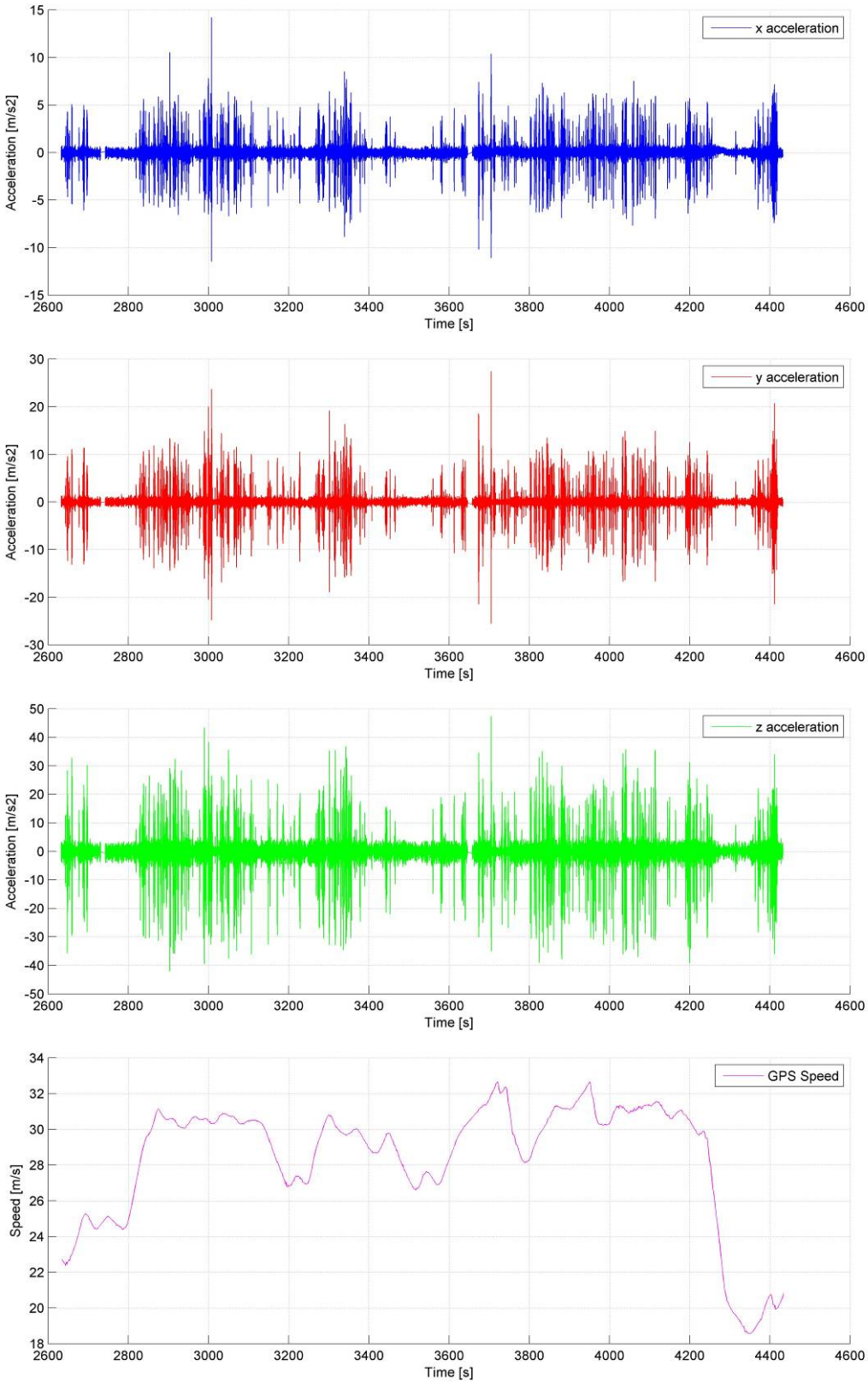
Den ackumulerade i tabellen ovan anger tiden i sekunder från starttiden 20:16:07 den 3:e december 2007. Detsamma gäller tidsskalan i graferna nedan som visar uppmätta accelerationer och hastigheter.



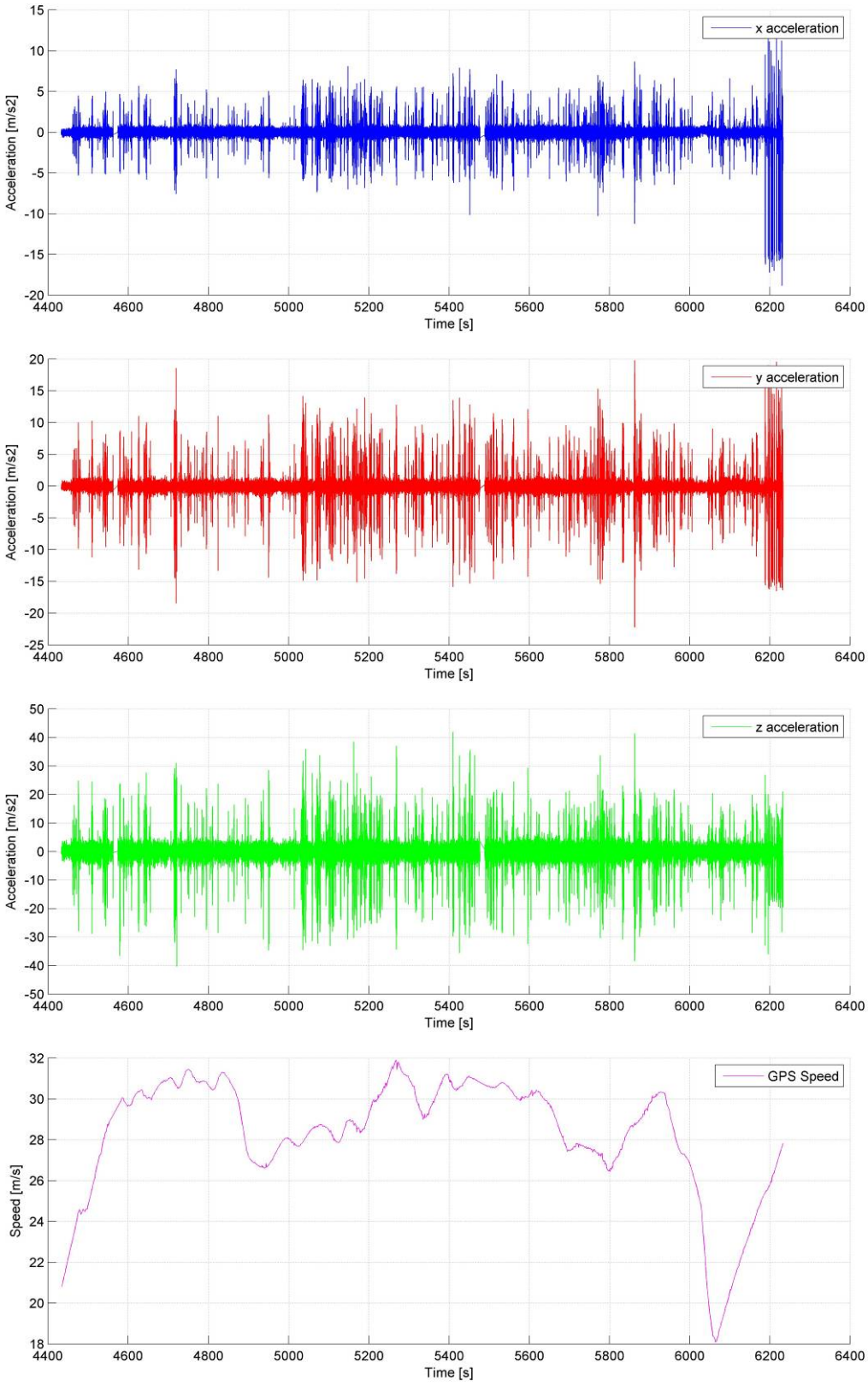
*Accelerationer uppmätta under intervall 1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***



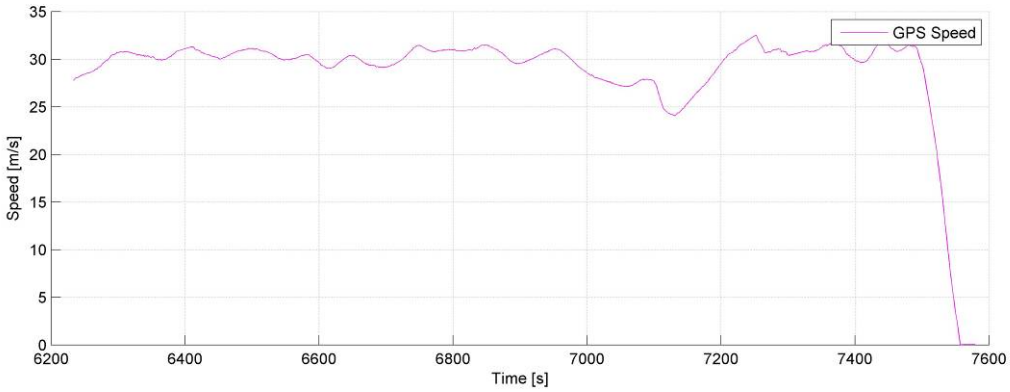
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***



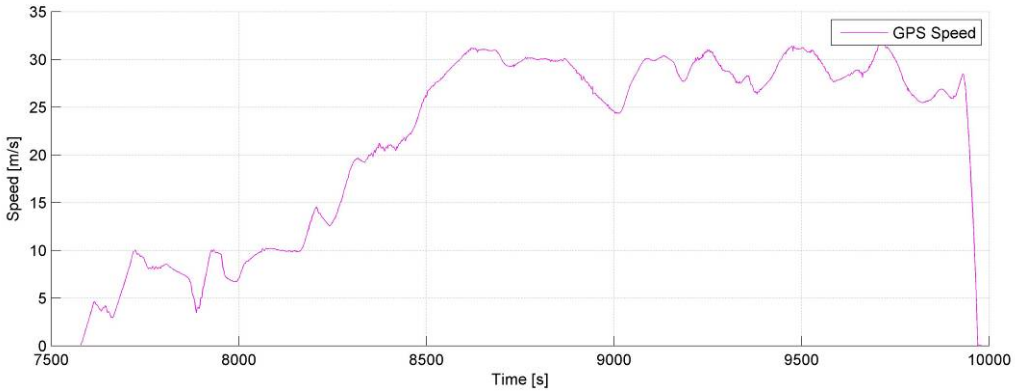
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-2 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 2-3 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***



Förflyttningshastighet uppmätt med under intervall 2-4 ***GPS*** *vid* ***kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***



Förflyttningshastighet uppmätt med under intervall 2-5 ***GPS*** *vid* ***kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-03/04.***

9.1.2.1 Signifikanta stötar

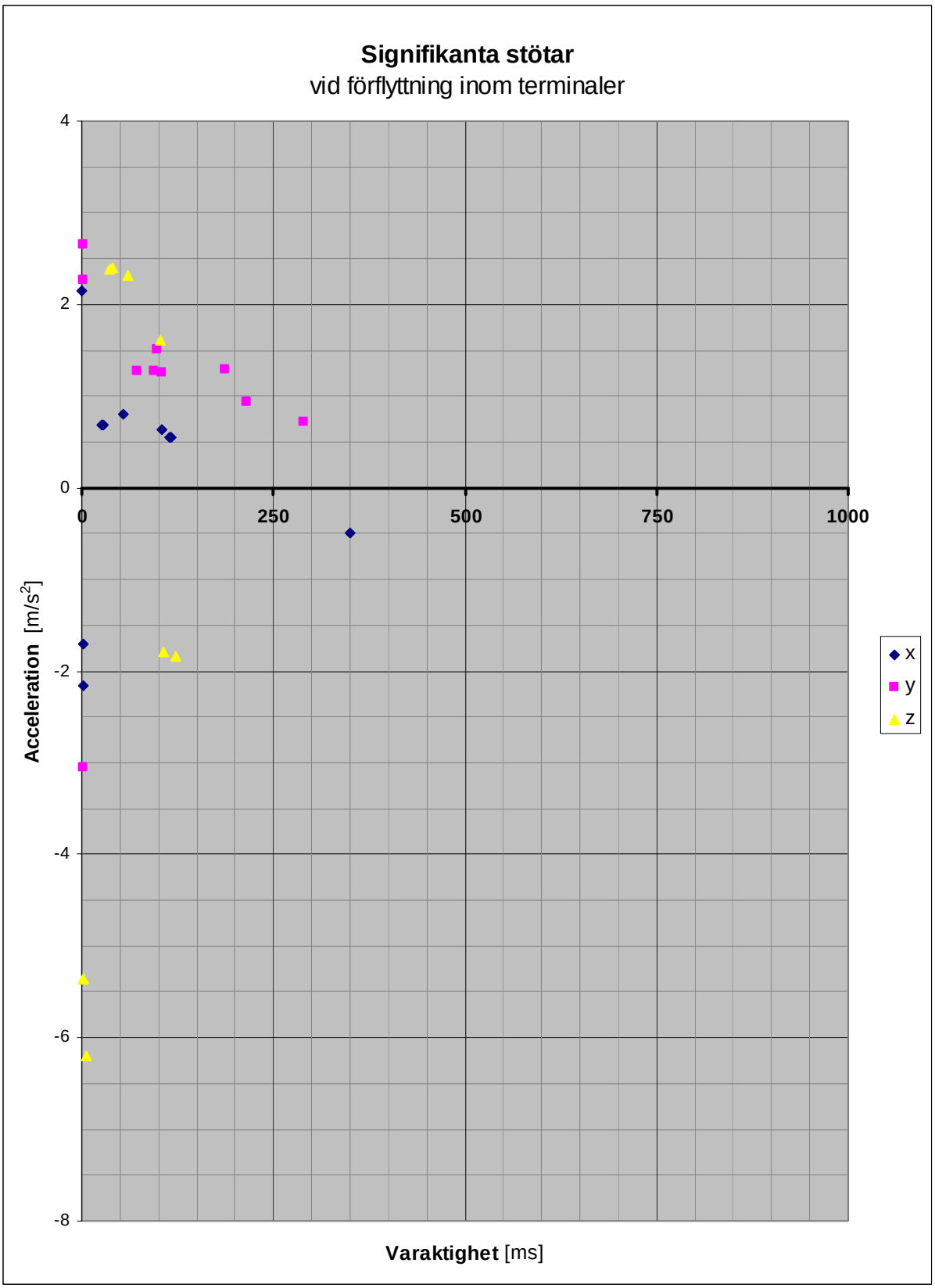
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar förflyttning av tågvagnen inom terminalområden

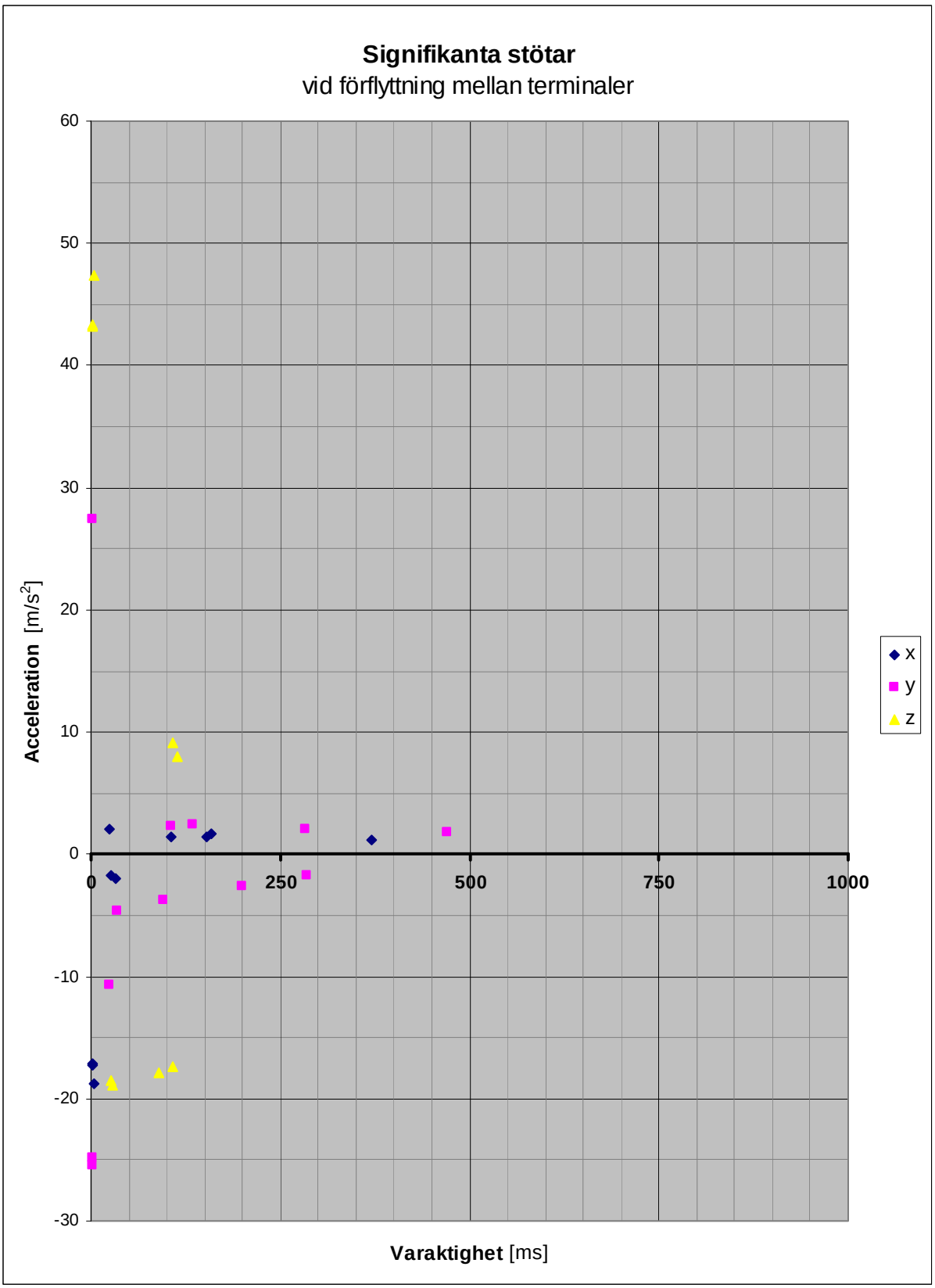
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-2.2	-1.0	1	-3.1	-1.2	1	-6.2	-2.3	5
	2.1	1.1	1	2.7	1.1	1	-5.4	-3.1	3
	-1.7	-0.7	1	2.3	0.9	1	-5.4	-2.8	3
25-100 ms	0.8	0.3	53	1.5	0.5	98	2.4	0.7	40
	0.7	0.3	28	1.3	0.4	95	2.4	1.2	35
	0.7	0.3	25	1.3	0.6	73	2.3	0.8	61
100 -250 ms	0.6	0.2	104	1.3	0.4	188	-1.8	-0.9	123
	0.5	0.2	117	1.3	0.5	105	-1.8	-0.7	106
	0.5	0.3	114	0.9	0.4	216	1.6	0.8	103
>250 ms	0.5	0.2	6505	0.7	0.3	1376			
	-0.5	-0.2	1057	0.7	0.3	289			
	-0.5	-0.3	351						

Stötar vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-18.8	-5.1	3	27.4	14.3	1	47.3	16.6	5
	-17.2	-5.2	2	-25.5	-14.9	1	43.3	25.8	2
	-17.1	-6.7	1	-24.8	-9.9	1	43.3	23.2	3
25-100 ms	2.1	0.6	25	-10.6	-1.5	25	-18.9	-2.8	29
	-2.0	-0.7	33	-4.6	-0.9	34	-18.5	-2.6	27
	-1.7	-0.8	27	-3.7	-1.6	96	-17.9	-3.0	89
100 -250 ms	1.7	0.3	159	-2.6	-1.4	199	-17.4	-1.6	108
	1.4	0.4	105	2.4	1.1	135	9.1	3.0	108
	1.4	0.4	153	2.3	0.9	106	8.0	2.2	115
>250 ms	1.1	0.6	370	2.1	0.9	283	3.4	2.1	12001
	1.1	0.6	6059	1.8	0.7	470	-1.1	-0.5	12071
	1.1	0.5	2097	-1.7	-0.8	286	-0.7	-0.5	12003

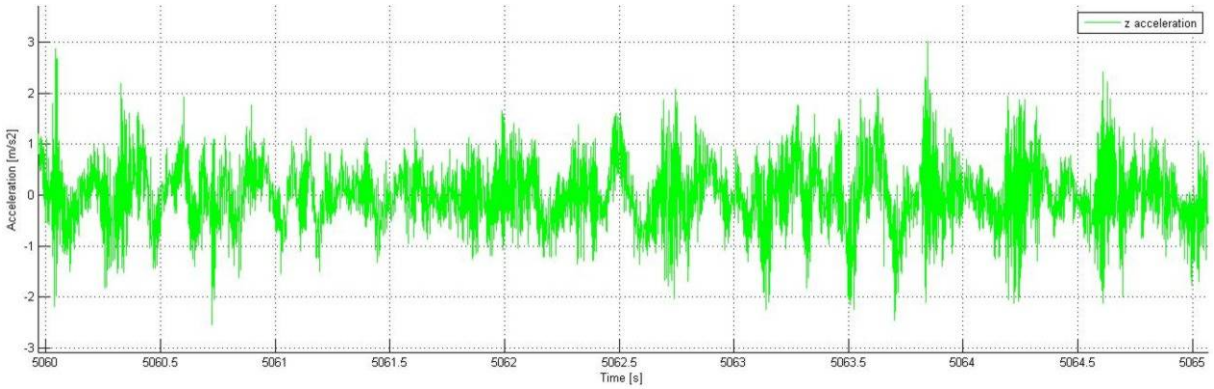


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen inom terminalområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

9.1.2.2 Typiska vibrationer



Detalj från förflyttning mellan terminaler visande typiska vibrationer i Z-led, med en frekvens av ca 5 Hz och en amplitud av ca ±1.0 m/s^2.

9.2 Kombitransport, Stockholm – Malmö, 2007-12-05/06

Vid det andra mättillfället monterades och startades mätutrustningen i ett växelflak medan detta fortfarande stod uppställt på marken på kombiterminalen i Årsta, Stockholm.

Tåg

Operatör:	CargoNet
Avgångstid:	ca 20:37 2007-12-05 (dator)
Ankomsttid:	ca 05:25 2007-12-06 (dator)

Lastbärare

För mätning nr. 2 användes ett växelflak med fasta väggar och aluminiumgolv som lastbärare

Växelflaknr:	5581
Ägare:	DHL
Operatör:	Transportledet

Last

Växelflaket var lastat med diverse styckegods.

Totalvikt för godset var ca 10 ton (15 ton inklusive växeflaket)

Vid denna mätning uppstod inga problem med mätutrustningen och mätdata erhölls för hela transporten.

9.2.1 Utrustningens placering

Då växelflaket var fullt fick mätutrustningen placeras på godset längst bak. Givarna kunde dock fästas på aluminiumgolvet med hjälp av lim.

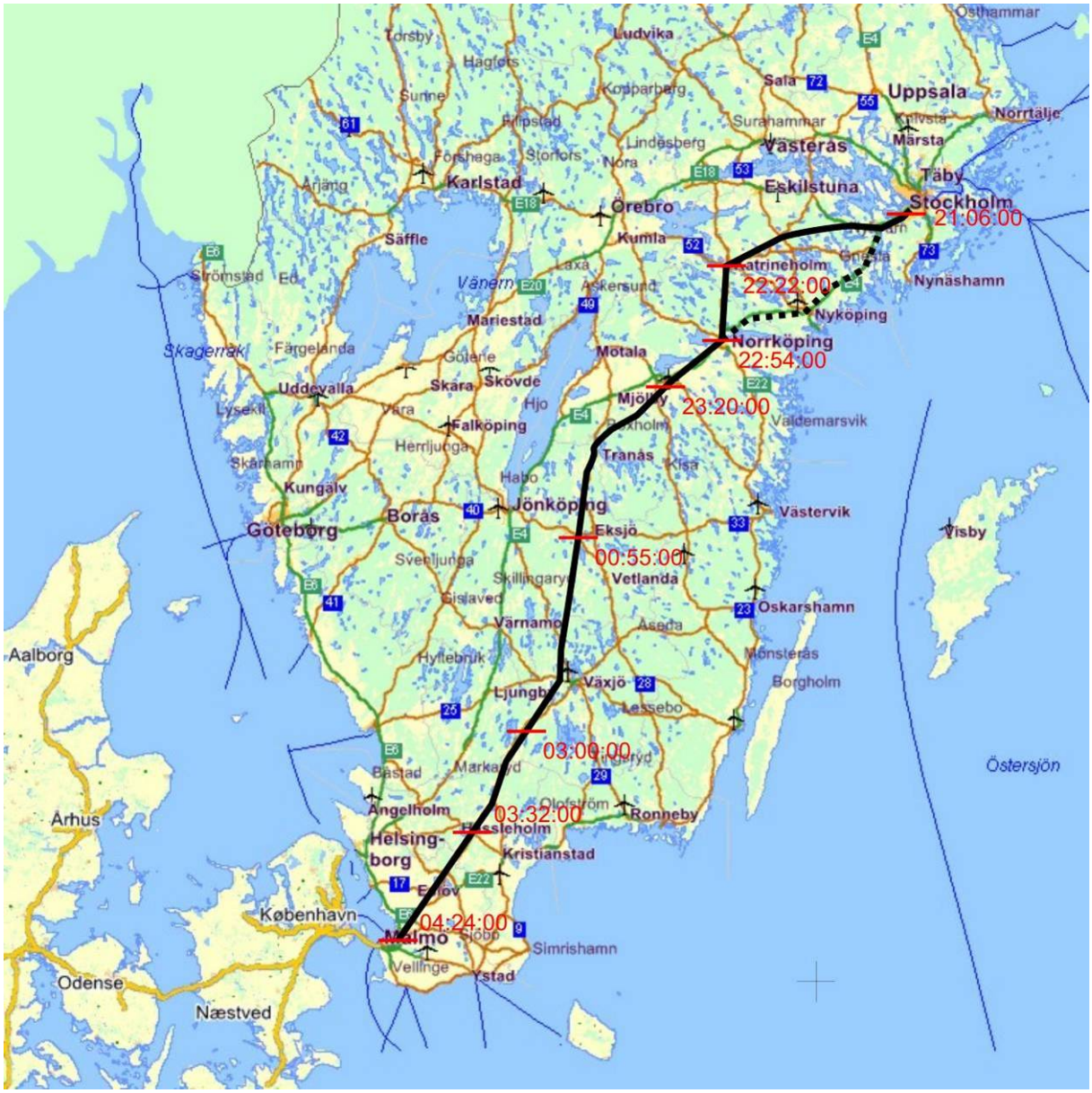
Givarna placerades ca 0,3 meter in i fordonet från bakdörrarna och 0,2 meter respektive 1,3 meter in från vänster sida, i enlighet med fotografierna nedan.



Bilder som visar utrustningens placering i växelflaket.

9.2.2 Mätresultat

Kartan nedan visar spåret från GPS-datan som insamlades vid detta mättillfälle. Även positionerna för lastbäraren vid vissa tider är angina i kartan nedan.



Skiss över rutt samt tider för vissa positioner.

Resultatet presenteras uppdelat i intervall, vilka avgränsas av stillastående för vagnen:

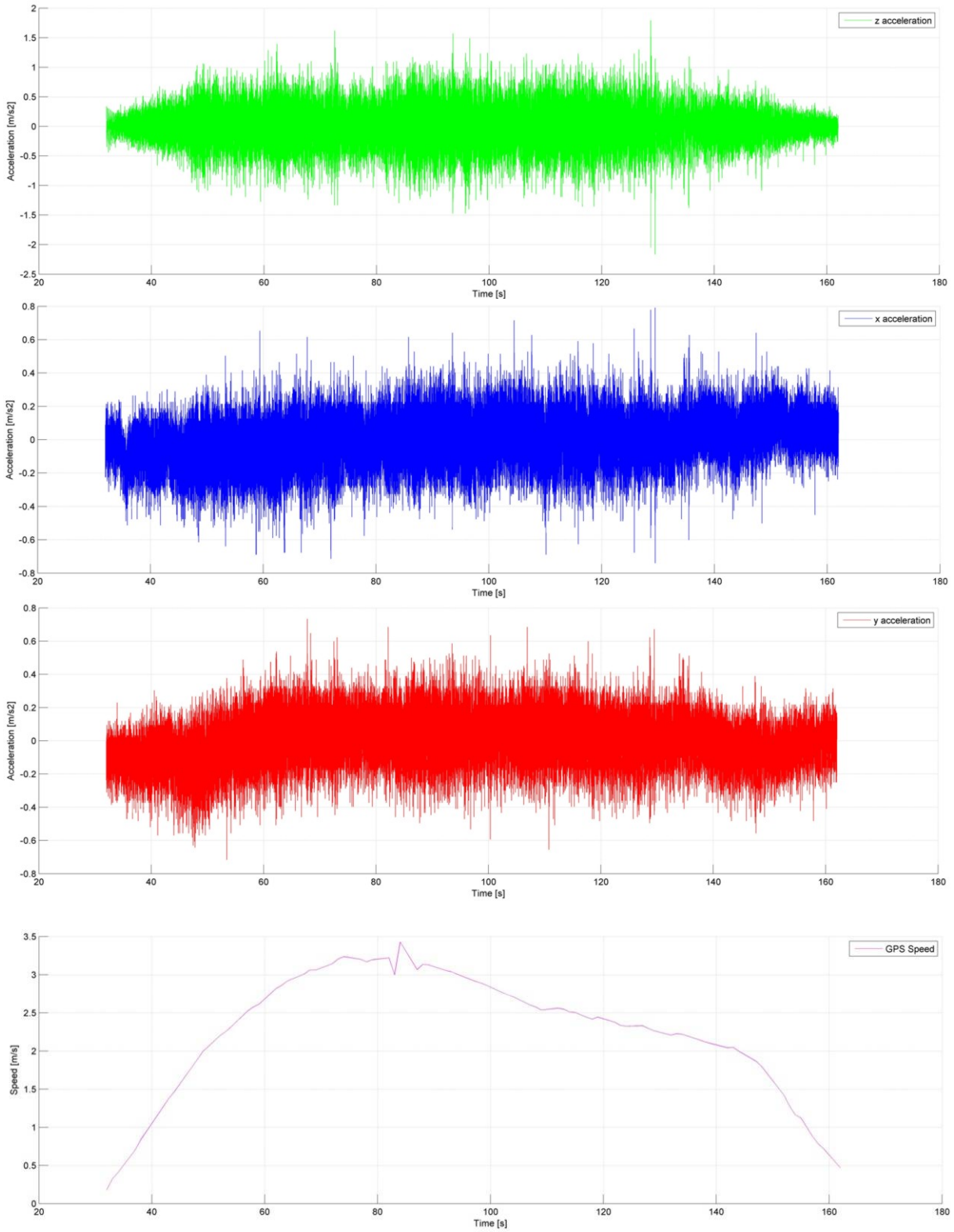
- **Intervall 1** omfattar de kortare förflyttningarna av tågvagnen som växelflaket stod på i lägre hastigheter inom olika terminalområden.

- **Intervall 2** omfattar de längre transporterna mellan terminalerna.

De båda intervallen har vidare delats in i fyra underintervall var, avgränsade av stillestånd för vagnen.

Intervall	Område / Körsträcka	Start		Stopp	
		Klockslag	*Ack. tid* [sek]	*Klockslag*	*Ack. tid* [sek]
1-1	Inom Årsta kombiterminal	20:37:32	32	20:39:42	162
2-1	Årsta kombiterminal – Linghem (Linköping)	21:05:52	1732	23:19:43	9763
1-2	Inom Linghem terminal	23:19:43	9763	23:25:22	10102
2-2	Linghem (Linköping) – Nässjö	23:25:22	10102	00:55:22	15502
2-3	Nässjö – Killeberg	01:22:50	17150	03:00:42	23022
2-4	Killeberg – Malmö Kombiterminal	03:00:42	23022	04:24:07	28027
1-3	Inom Malmö Kombiterminal	05:02:03	30303	05:05:03	30483
1-4	Inom Malmö Kombiterminal	05:05:22	30502	05:07:53	30653

Den ackumulerade i tabellen ovan anger tiden i sekunder från starttiden 20:37:00 den 5 december 2007. Detsamma gäller tidsskalan i graferna nedan som visar uppmätta accelerationer och hastigheter



*Accelerationer uppmätta under intervall 1-1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-05/06.***

9.2.2.1 Signifikanta stötar

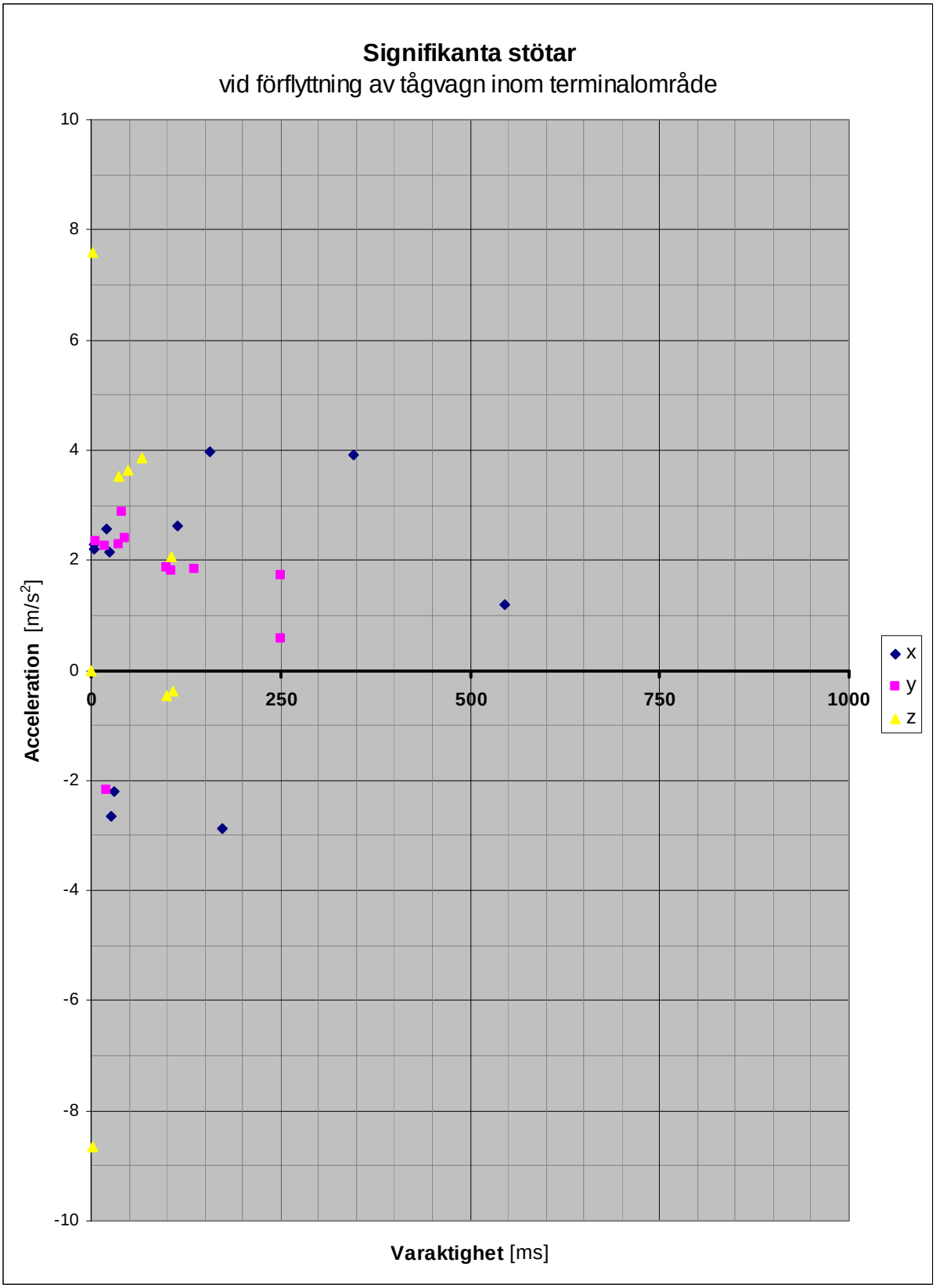
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar förflyttning av tågvagnen inom terminalområden

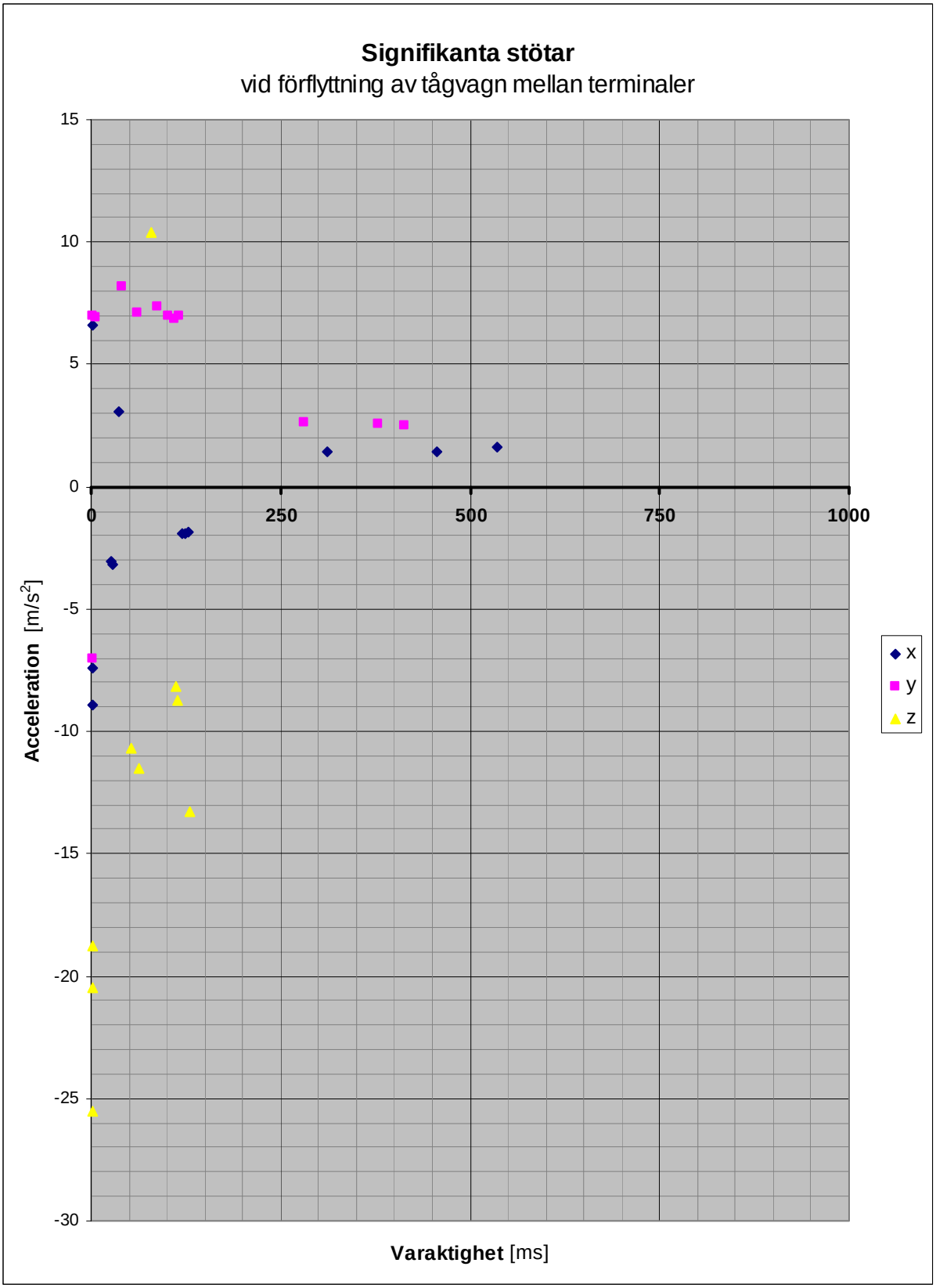
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	2.6	1.2	20	2.4	1.3	5	-8.7	-4.5	3
	2.3	1.2	5	2.2	1.3	19	-8.7	-4.3	2
	2.2	1.3	4	-2.2	-1.2	19	7.6	3.9	2
25-100 ms	-2.7	-1.4	27	2.9	1.1	41	3.9	1.5	67
	-2.2	-1.2	31	2.4	0.9	44	3.6	1.5	49
	2.1	1.0	25	2.3	1.0	36	3.5	1.4	37
100 -250 ms	4.0	1.4	158	1.9	0.7	100	2.1	1.0	106
	-2.9	-1.6	174	1.8	0.8	136	-0.5	-0.2	101
	2.6	1.4	115	1.8	0.9	105	-0.4	-0.1	108
>250 ms	3.9	1.6	346	1.7	0.7	250			
	1.3	0.7	1234	0.8	0.5	5018			
	1.2	0.7	546	0.6	0.4	250			

Stötar vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-8.9	-4.8	2	-7.0	-3.7	2	-25.5	-13.7	3
	-7.4	-4.7	2	7.0	4.3	1	-20.5	-10.6	3
	6.6	3.3	2	6.9	2.8	5	-18.7	-9.4	3
25-100 ms	-3.2	-1.4	29	8.2	3.7	41	-11.5	-4.2	63
	3.1	1.0	37	7.4	3.4	88	-10.7	-4.9	53
	-3.1	-1.6	27	7.1	4.1	62	10.4	4.5	79
100 -250 ms	-1.9	-0.8	121	7.0	2.6	116	-13.3	-4.0	131
	-1.9	-0.8	124	7.0	3.0	101	-8.7	-4.0	115
	-1.8	-0.8	128	6.9	2.5	109	-8.2	-3.0	112
>250 ms	1.6	0.7	535	2.6	1.1	281	-3.6	-1.3	6010
	1.5	0.6	311	2.6	1.2	380	-2.7	-1.4	6016
	1.4	0.6	457	2.5	1.0	414	-2.3	-1.0	5068

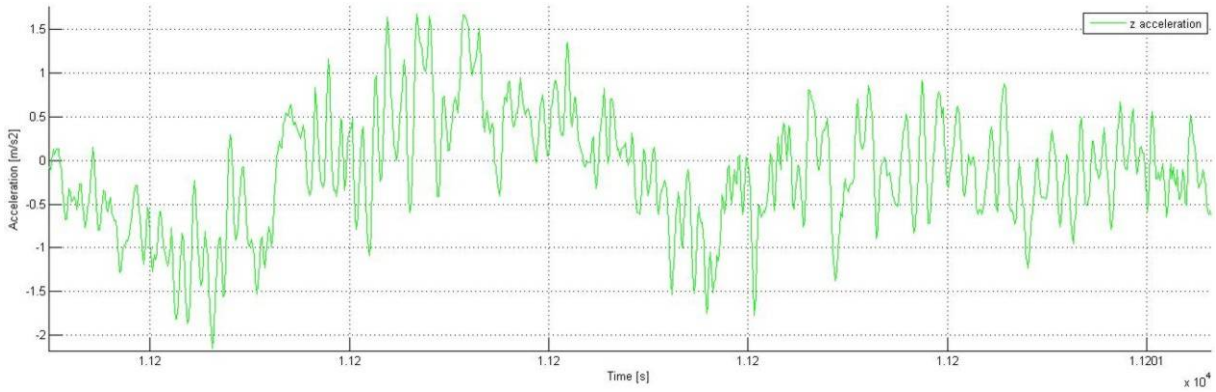


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen inom terminalområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

9.2.2.2 Typiska vibrationer



Detalj från förflyttning mellan terminaler visande typiska vibrationer i Z-led, med en frekvens av ca 2-3 Hz och en amplitud av ca ±1.0 m/s^2.

9.3 Kombitransport, Malmö – Stockholm 2007-12-10/11

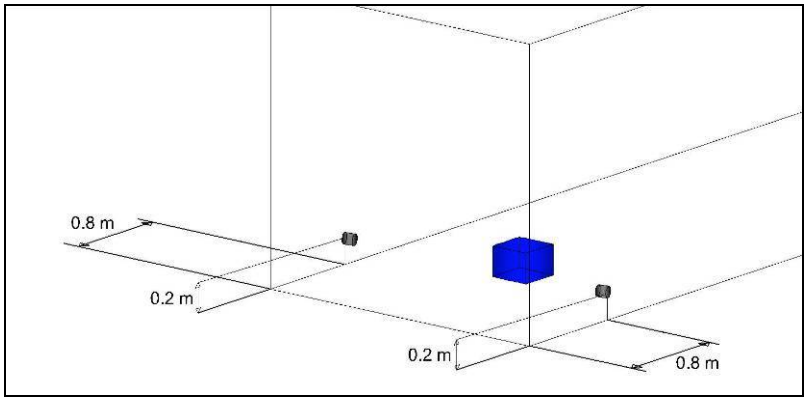
För denna mätning uppstod problem med givare 1 vars data inte kunde användas. Givare 2 fungerade som normalt men där Y- och Z-axeln bytt plats pga att givaren monterades på växelflakets sida.

Tåg		**Lastbärare**	
Operatör:	CargoNet	Växelflaknr:	5582
Tågnr:	4-21-06	Ägare:	DHL
Avgångstid:	ca 22:08 2007-12-10	Operatör:	Transportledet
Ankomsttid:	ca 04:50 2007-12-11		

Last
Växelflaket var lastat med diverse styckegods. Totalvikt för godset var ca 10 ton (15 ton inklusive växelflak)

9.3.1 Utrustningens placering

Växelflaket var halvfullt med styckegods och därför var det inget problem att få plats med utrustningen. Dessvärre så var golvet av stål och det var inte möjligt att klistra fast givarna på golvet. Därför valdes lösningen att skruva fast dessa längs väggen ca 0,3 meter upp från golvet. De placerades ca 0,8 meter in från bakdörrarna.



Skiss över placering av utrustning i växelflak samt uppmätta avstånd.



Givare 1 placerad på vänster sida.



Givare 2 placerad på höger sida.

9.3.2 Mätresultat

Kartan nedan visar spåret från GPS-datan som insamlades vid detta tillfälle. Positionerna är angivna i kartan för lastbäraren vid vissa tider, som överensstämmer med start- och sluttiderna för intervallen i tabellen nedan.



Skiss över rutt samt tider för vissa positioner.

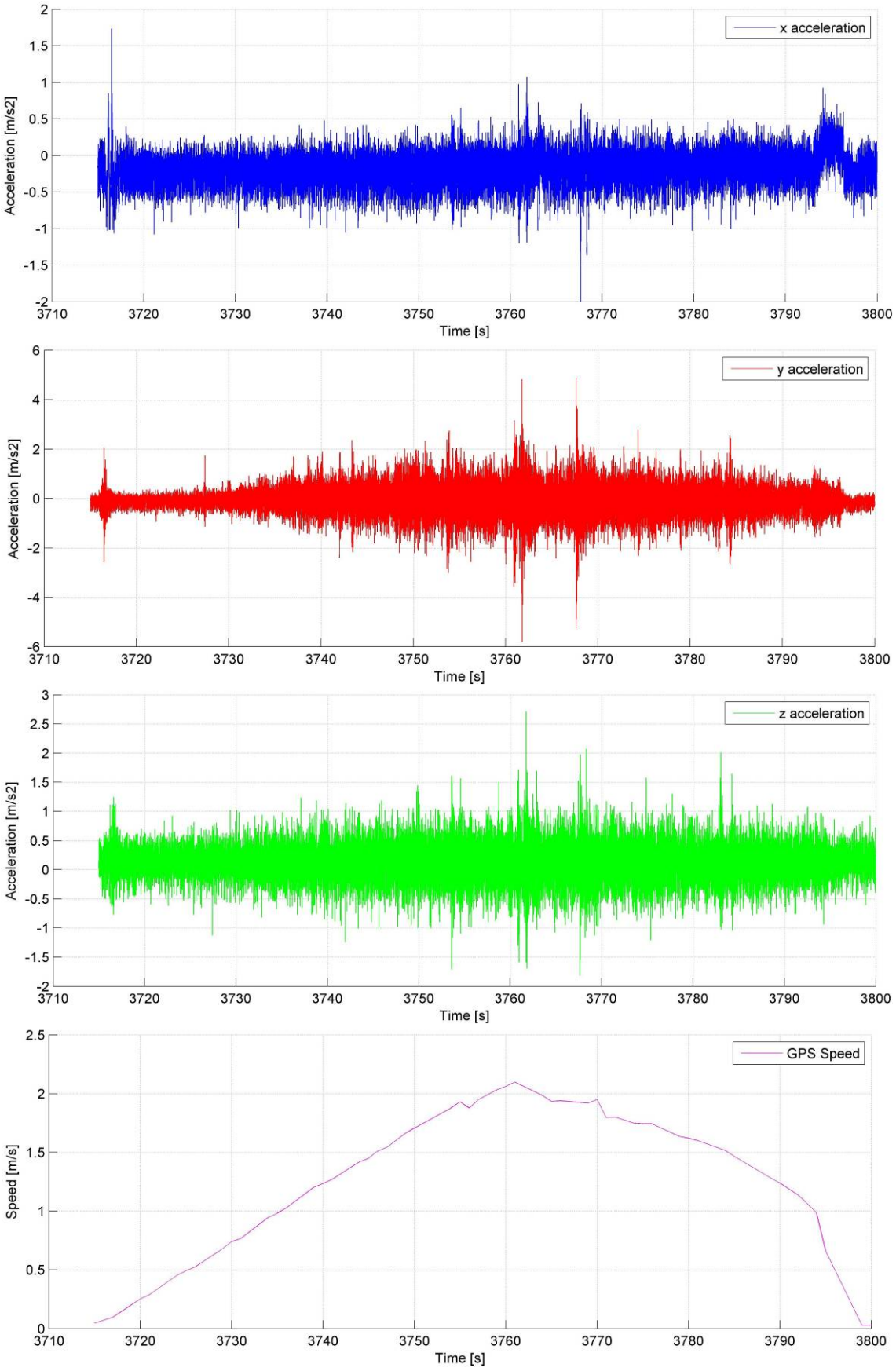
Resultatet presenteras uppdelat i två huvudintervall samt flera underintervall till dessa, i vilka rutten uppdelats. Följande kategorisering gäller för huvudintervallen:

- **Intervall 1** omfattar de kortare förflyttningarna av tågvagnen som växelflaket stod på i lägre hastigheter inom olika terminalområden.

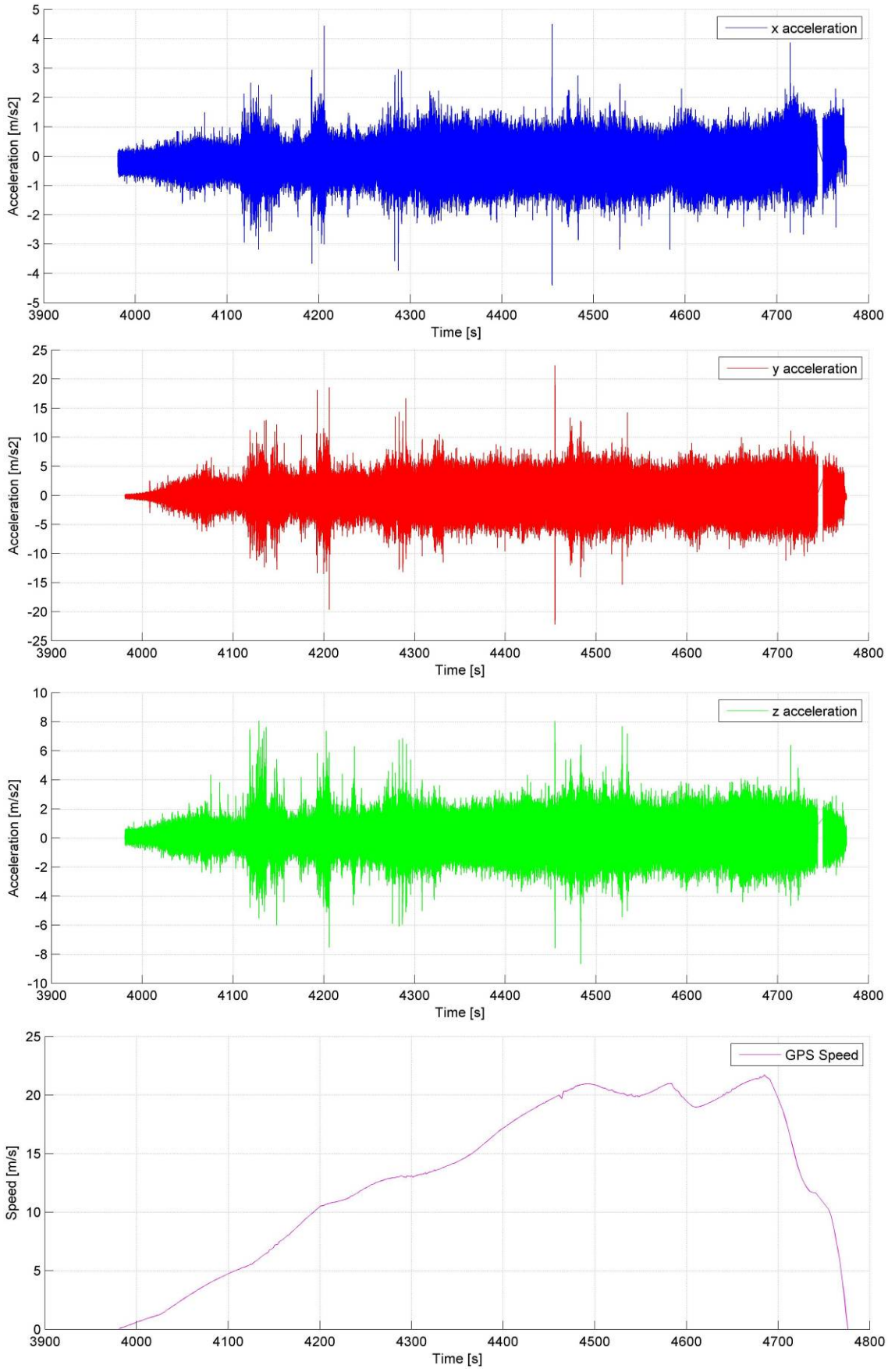
- **Intervall 2** omfattar de längre forslingarna mellan terminalerna.

Intervall	Område/Körsträcka	Start		Slut		Varaktighet
		Klockslag [hh:mm:ss]	*Ack. tid [sek]*	*Klockslag [hh:mm:ss]*	*Ack. tid [sek]*	*[hh:mm:ss]*
1-1	Inom Malmö kombiterminal	21:02:00	3720	21:03:20	3800	00:01:20
2-1	Malmö - Lund	21:06:26	3986	21:19:36	4776	00:13:10
2-2	Lund - Eslöv (Toftaholm)	21:22:02	4922	21:36:30	5790	00:14:28
2-3...5	Eslöv - Älmhult	21:37:24	5844	22:57:02	10622	01:19:38
2-6	Älmhult - Älmhult (Diö)	23:00:31	10831	23:03:35	11015	00:03:04
2-7	Älmhult - Alvesta	23:03:46	11026	23:29:56	12596	00:26:10
2-8…10	Alvesta - Nässjö	23:32:45	12765	00:37:10	16630	01:04:25
2-11...14	Nässjö - Norrköping	01:15:06	18906	03:06:20	25580	01:51:14
2-15…18	Norrköping - Huddinge	03:08:19	25699	04:56:20	32180	01:48:01
2-19	Huddinge - Årsta	04:56:27	32187	05:09:56	32996	00:13:29
1-2	Inom Årsta kombitermnal	05:15:24	33324	05:19:36	33576	00:04:12
1-3	Inom Årsta kombitermnal	05:24:12	33852	05:30:18	34218	00:06:06

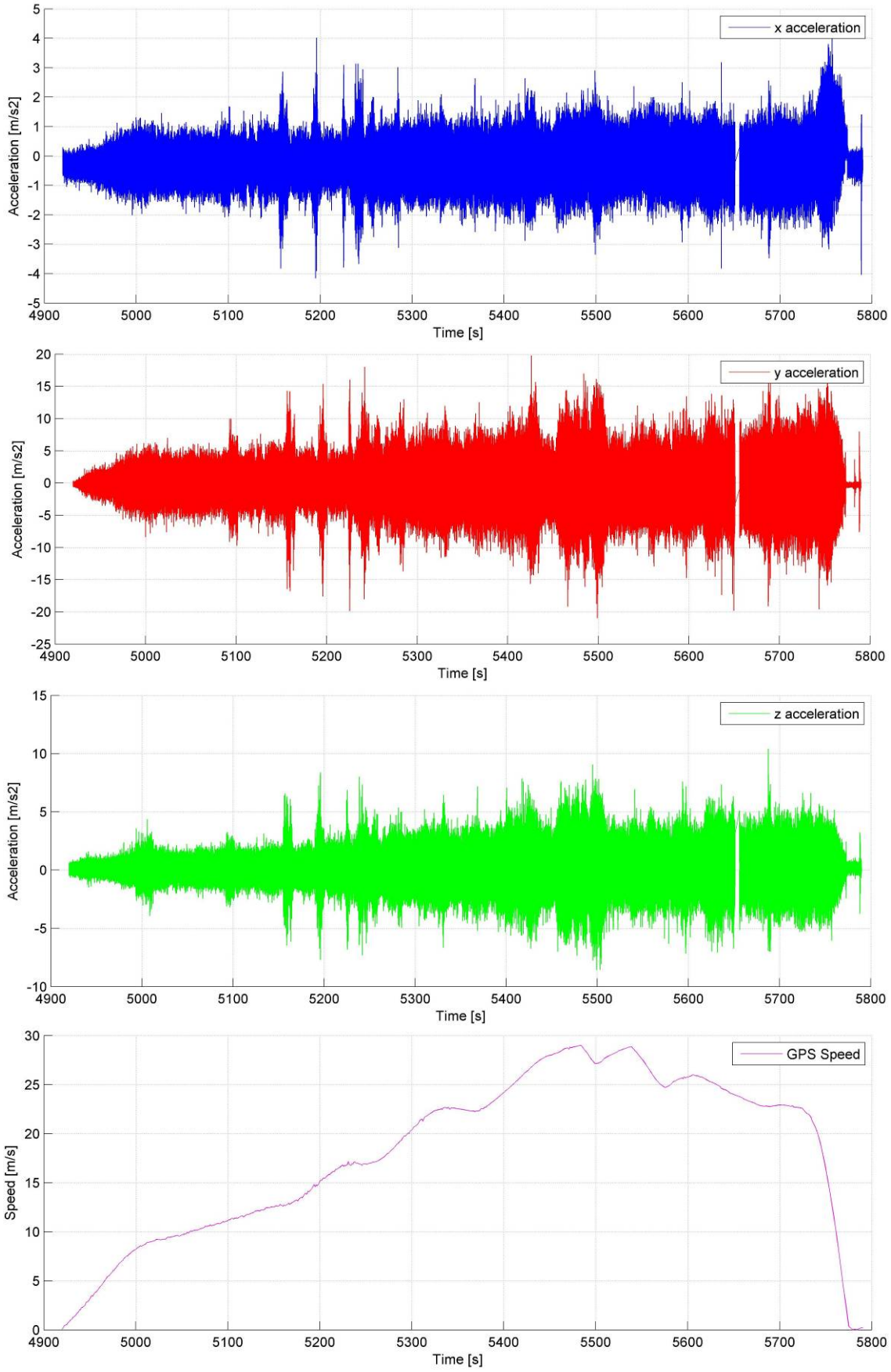
Den ackumulerade i tabellen ovan anger tiden i sekunder från starttiden 20:00:00 den 10:e december 2007. Detsamma gäller tidsskalan i graferna nedan som visar uppmätta accelerationer och hastigheter.



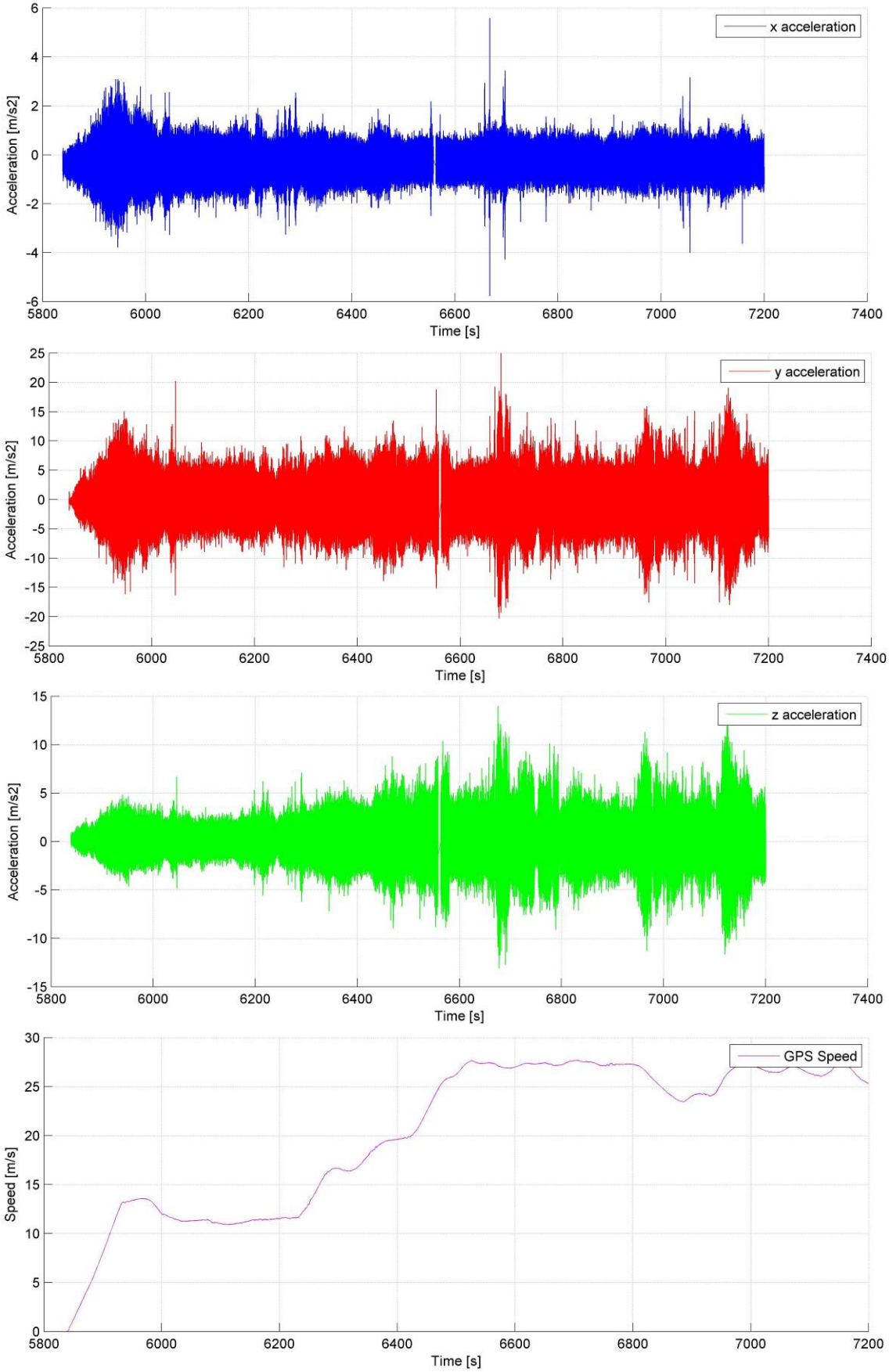
*Accelerationer uppmätta under intervall 1-1 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



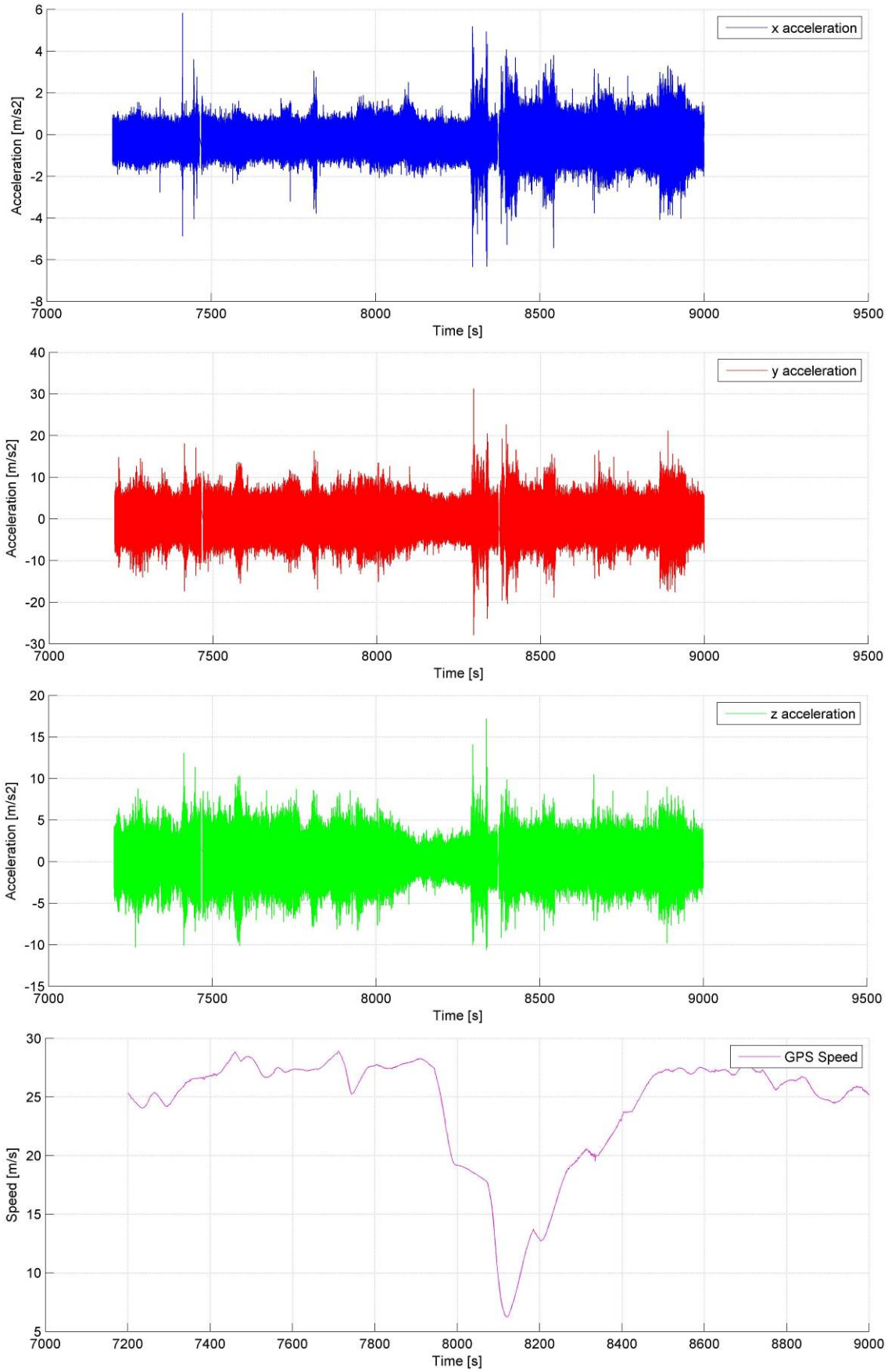
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-1 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



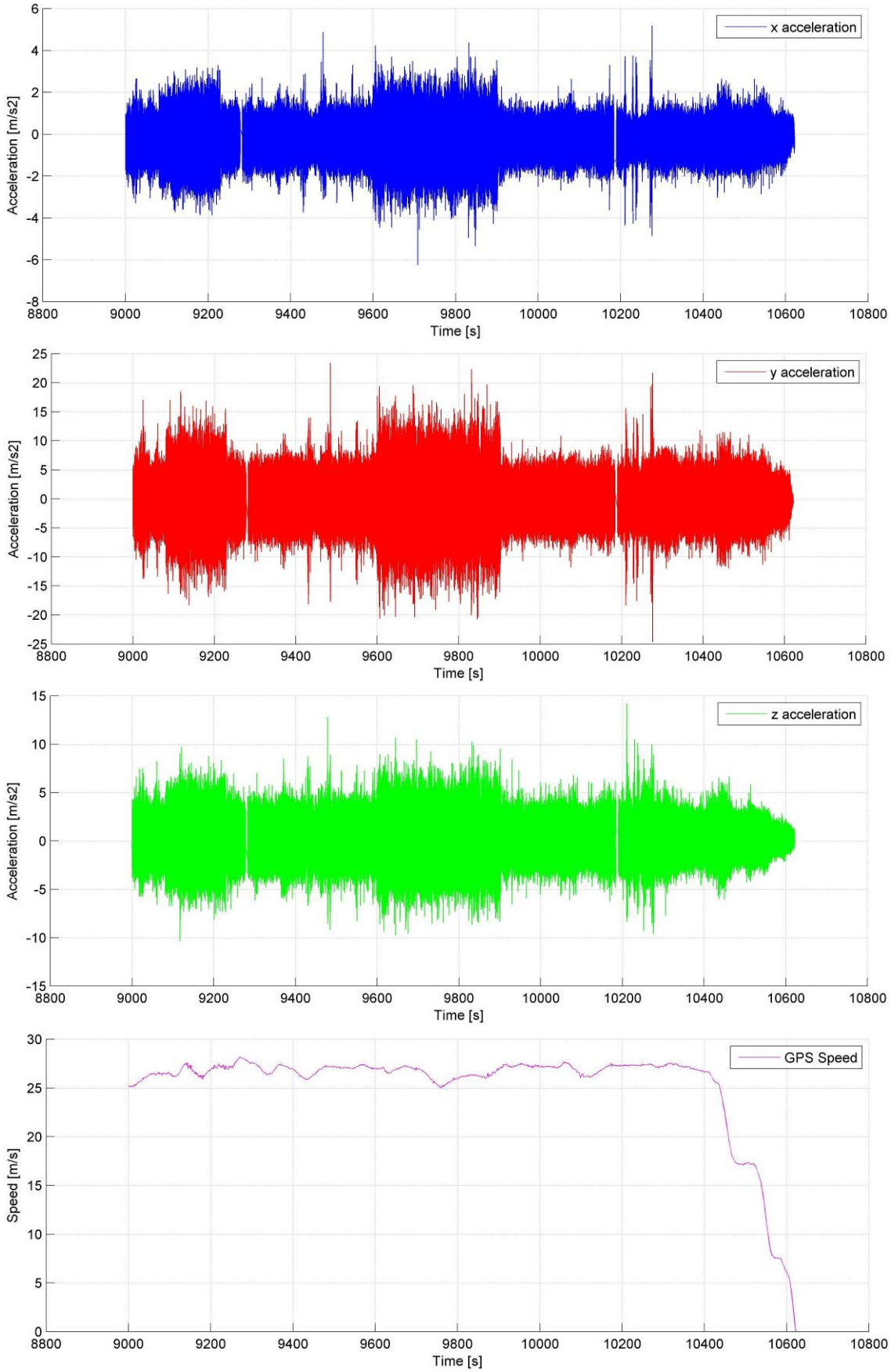
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-2 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



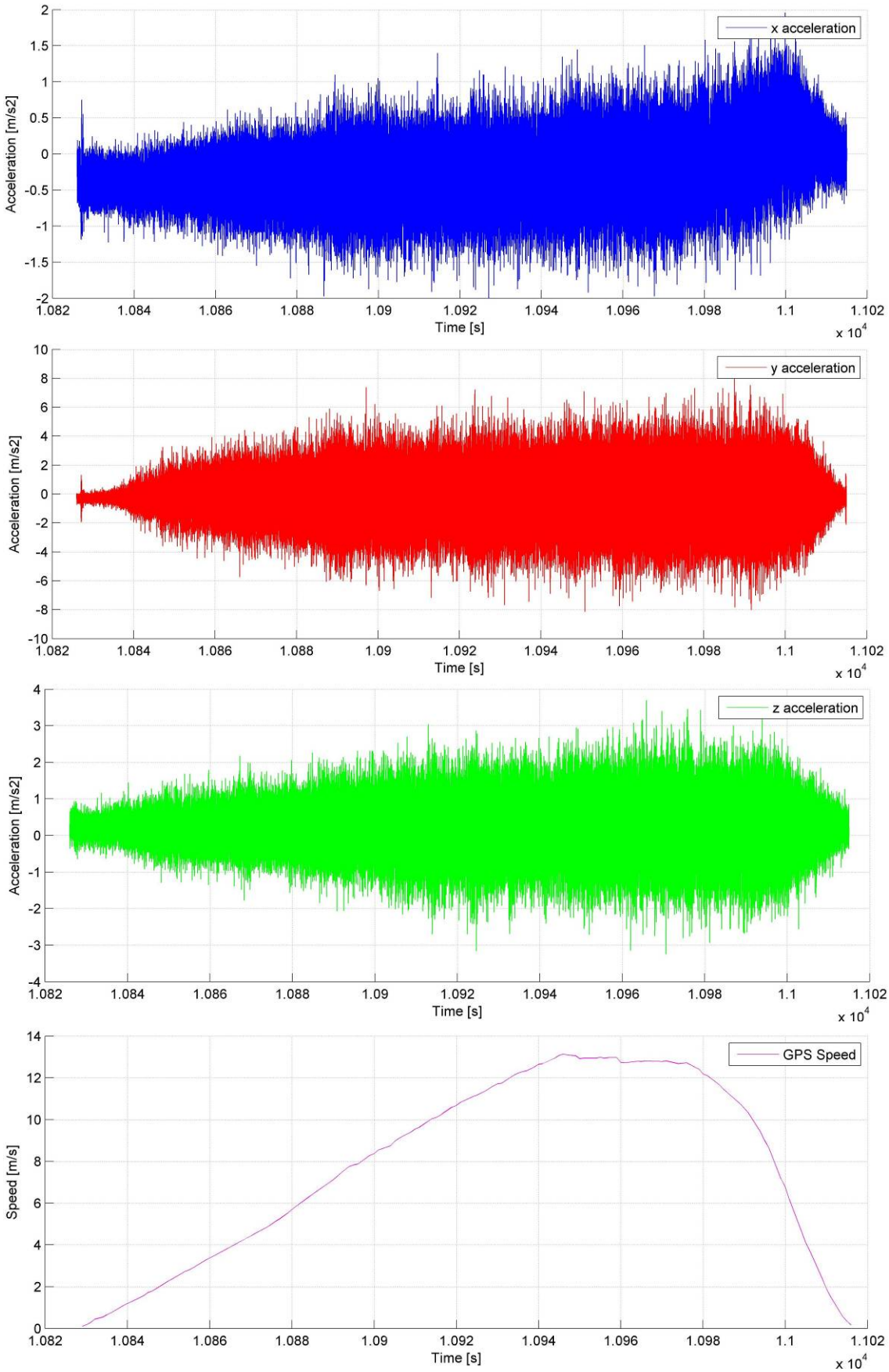
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-3 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



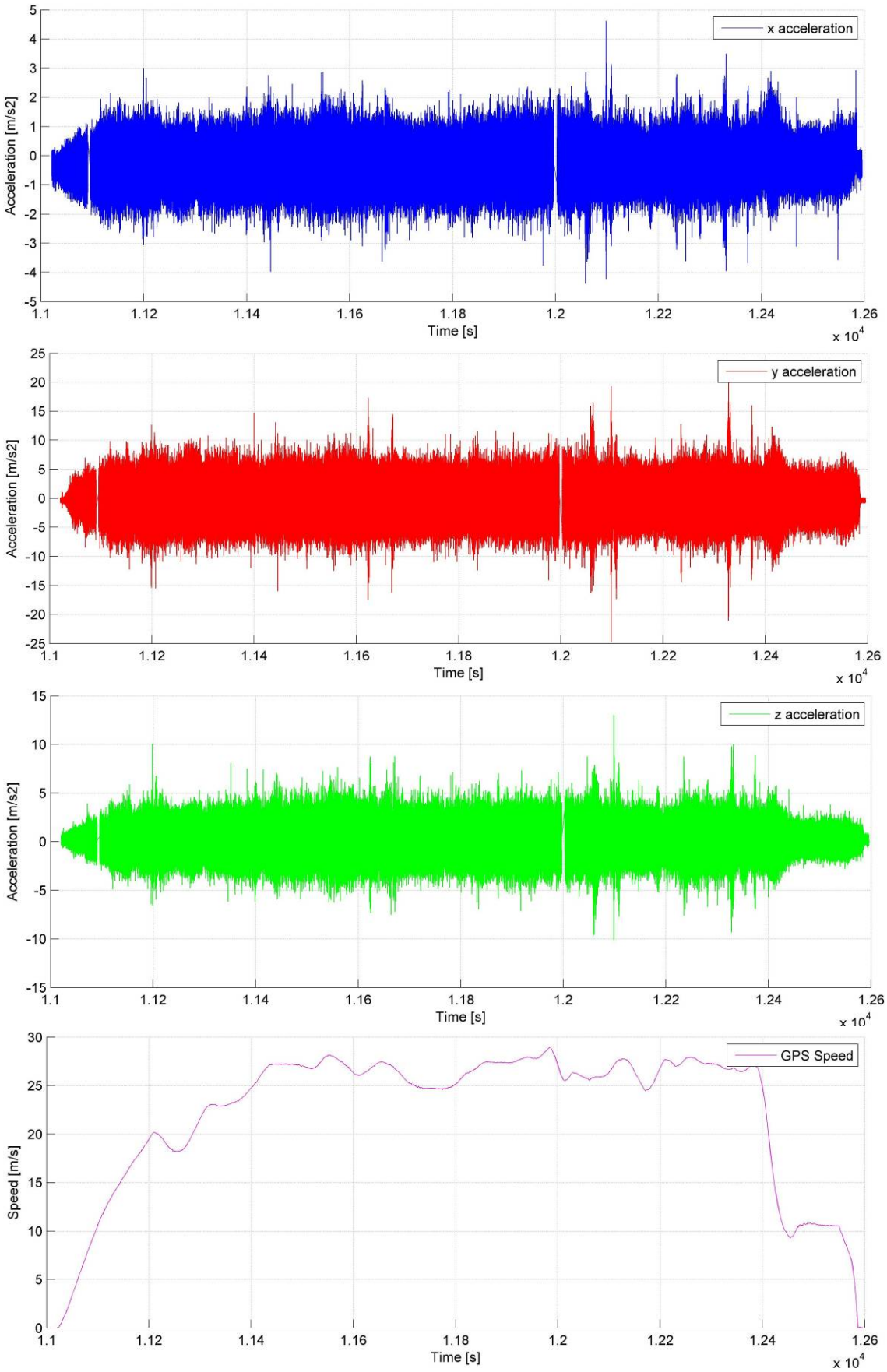
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-4 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



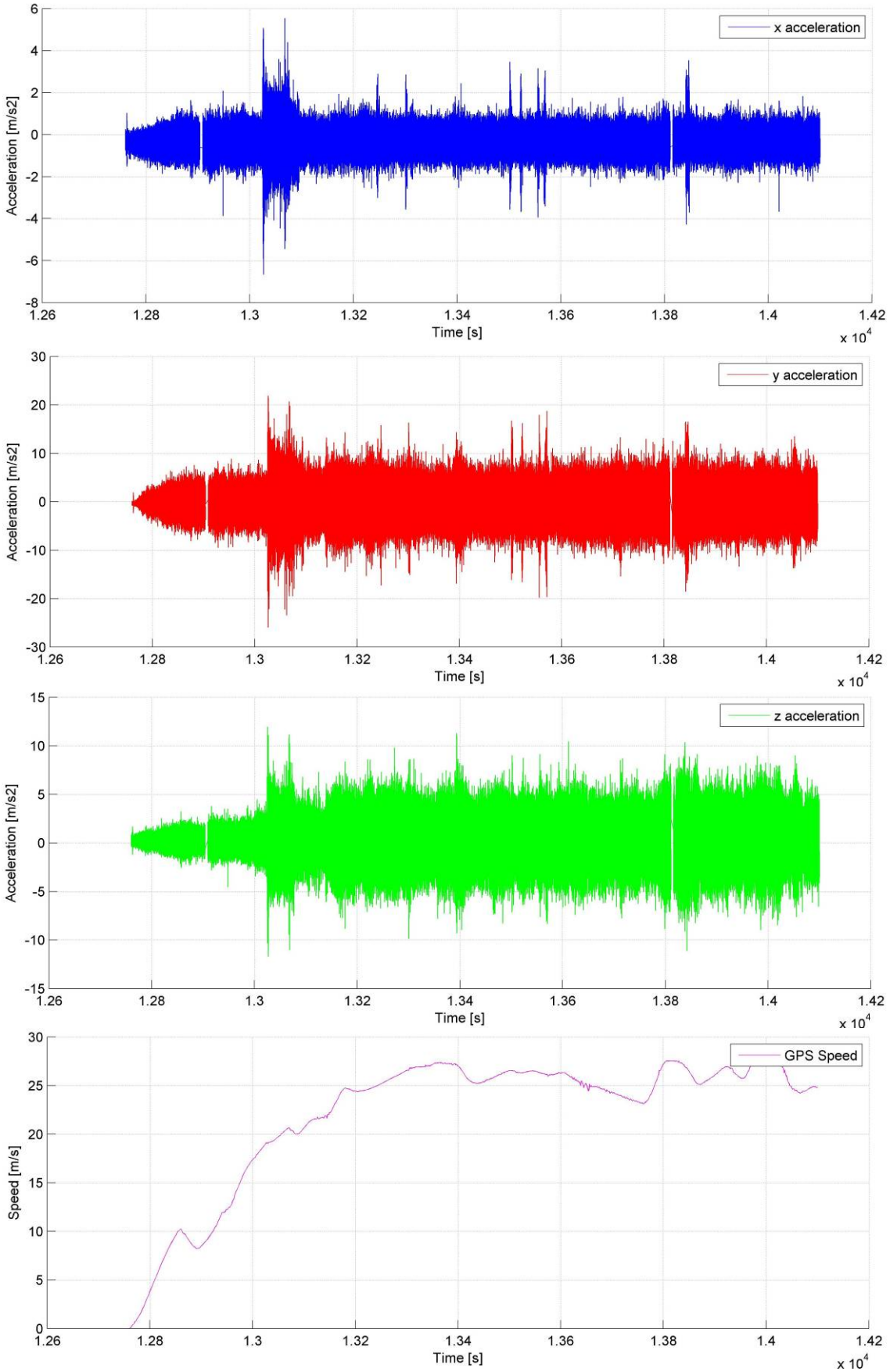
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-5 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



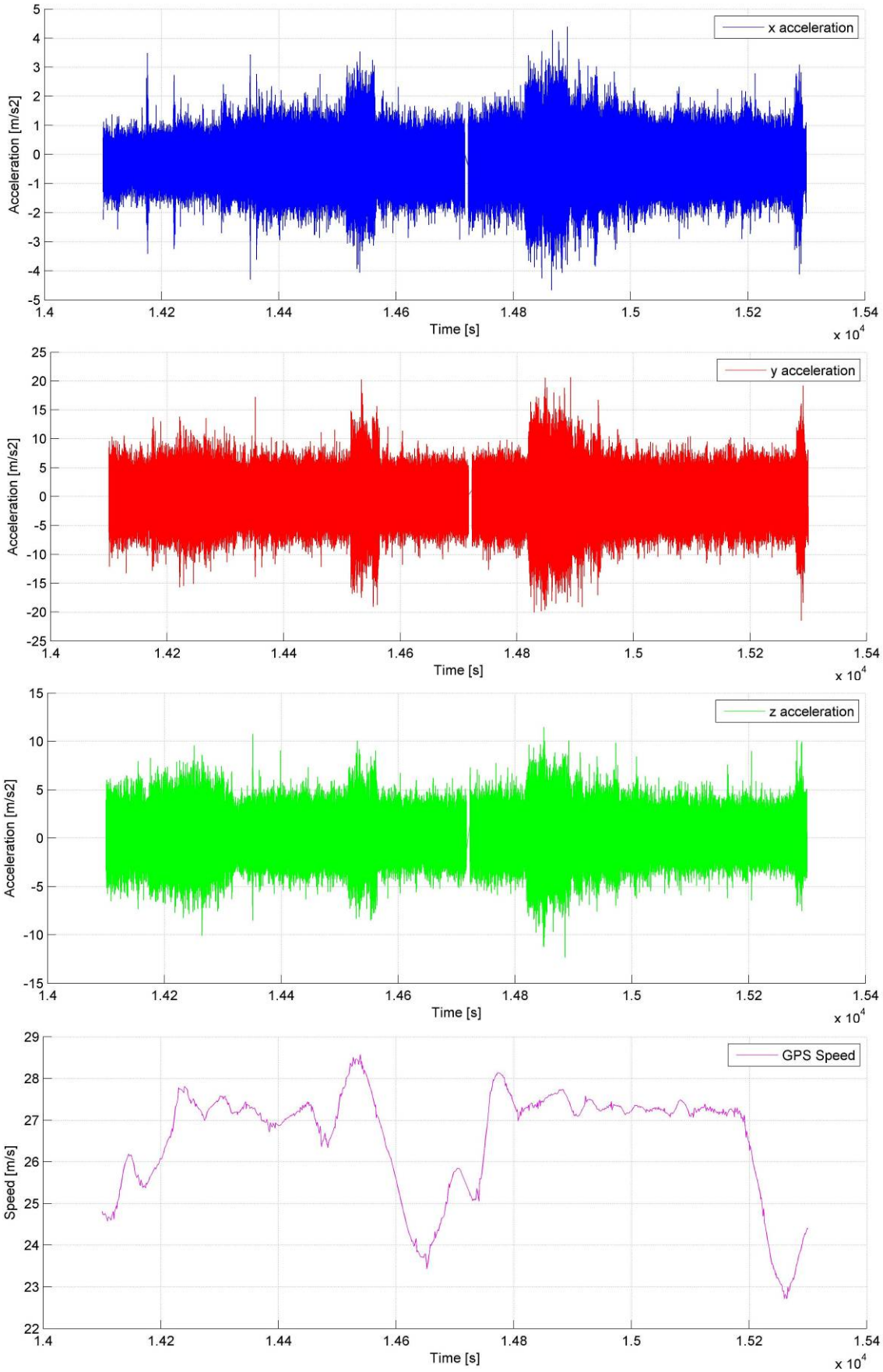
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-6 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



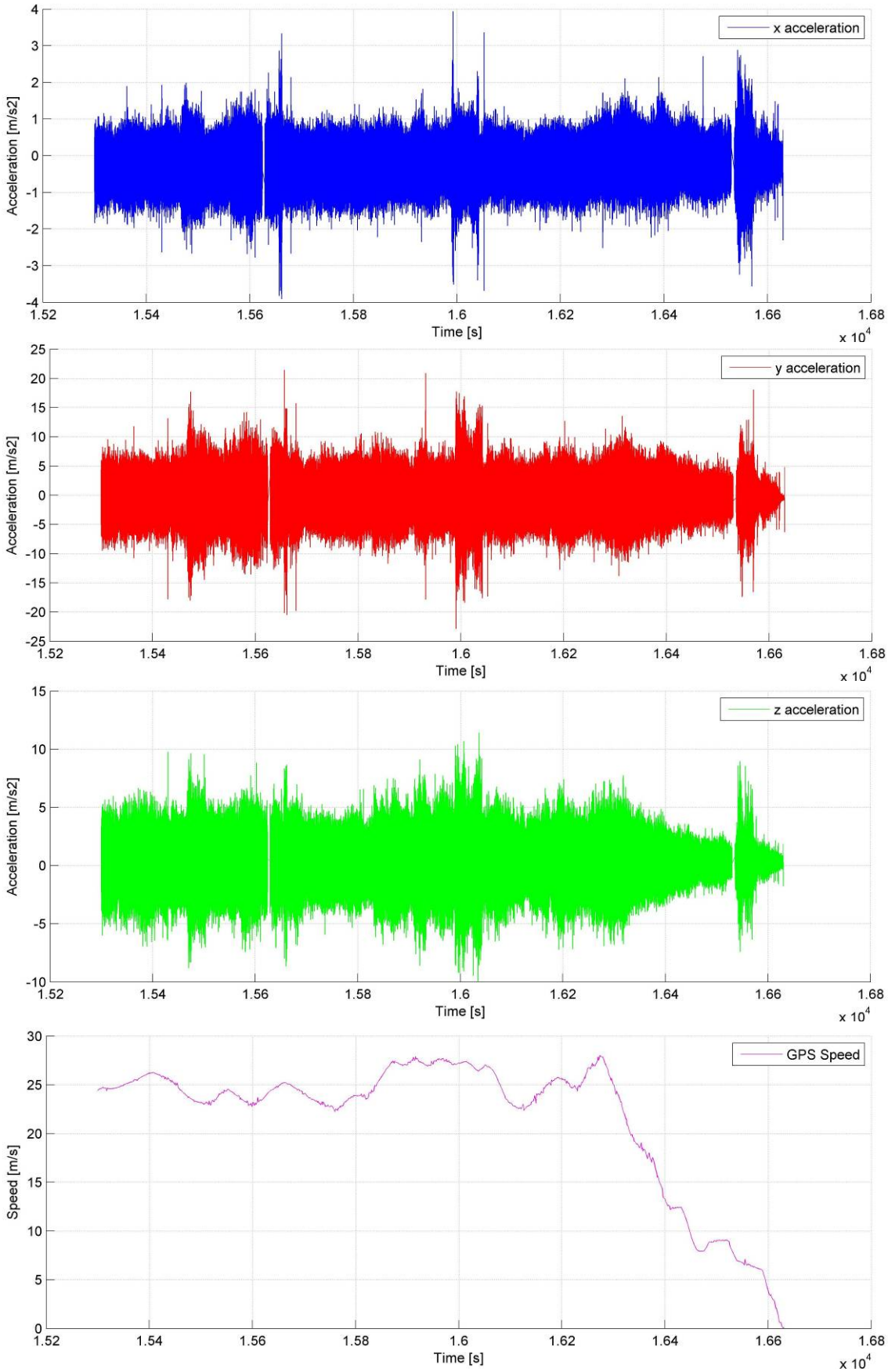
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-7 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



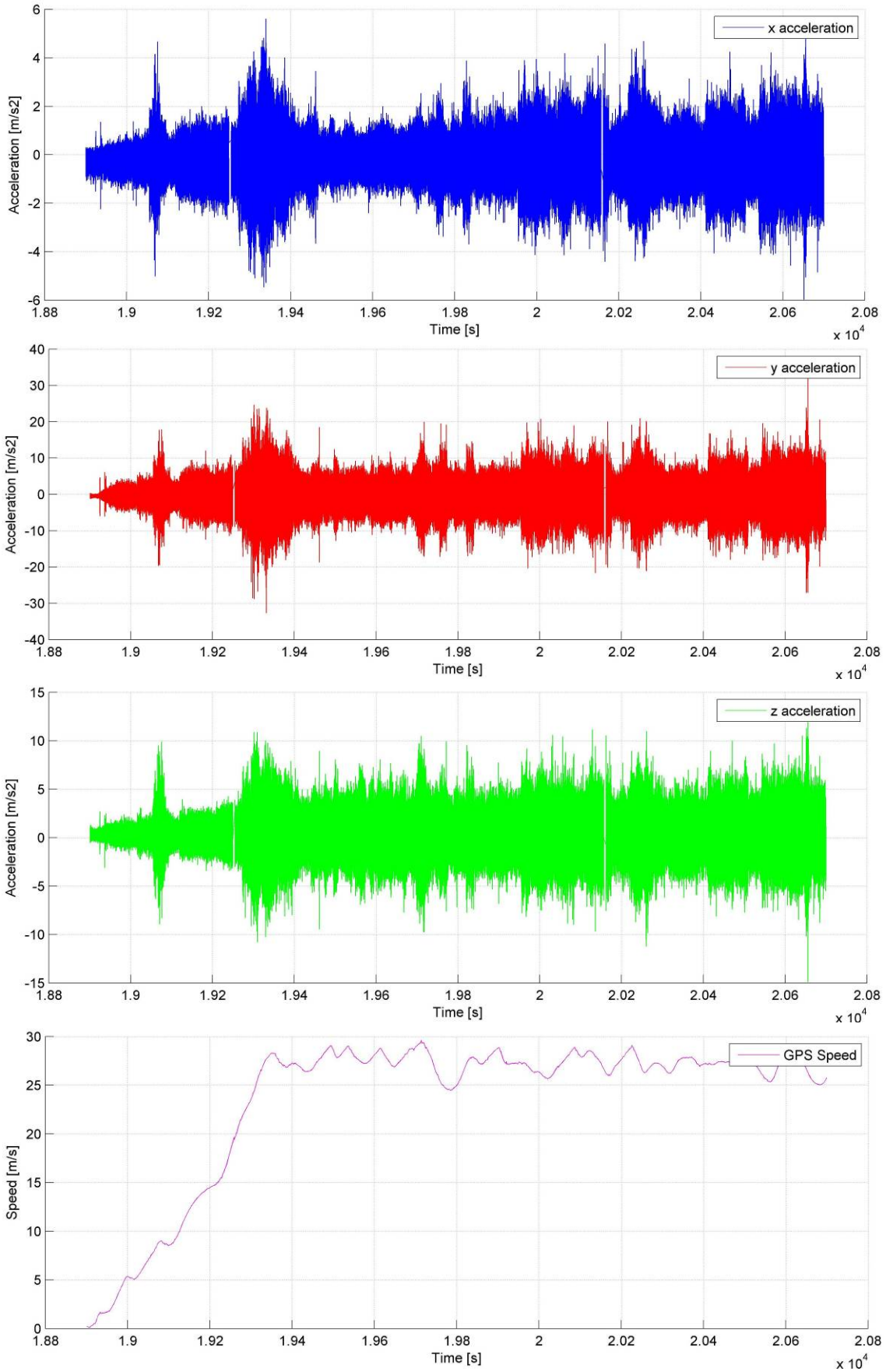
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-8 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



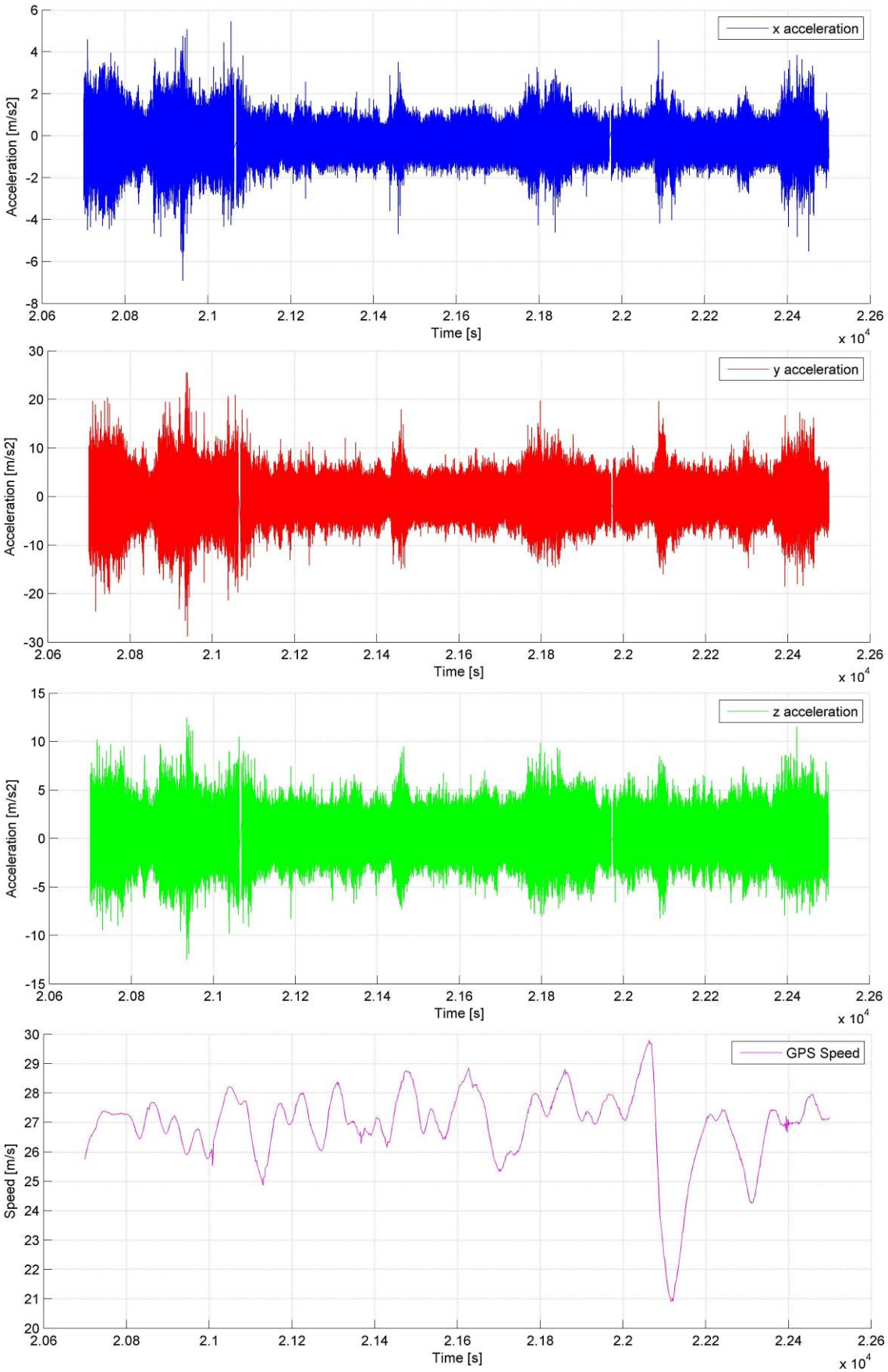
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-9 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



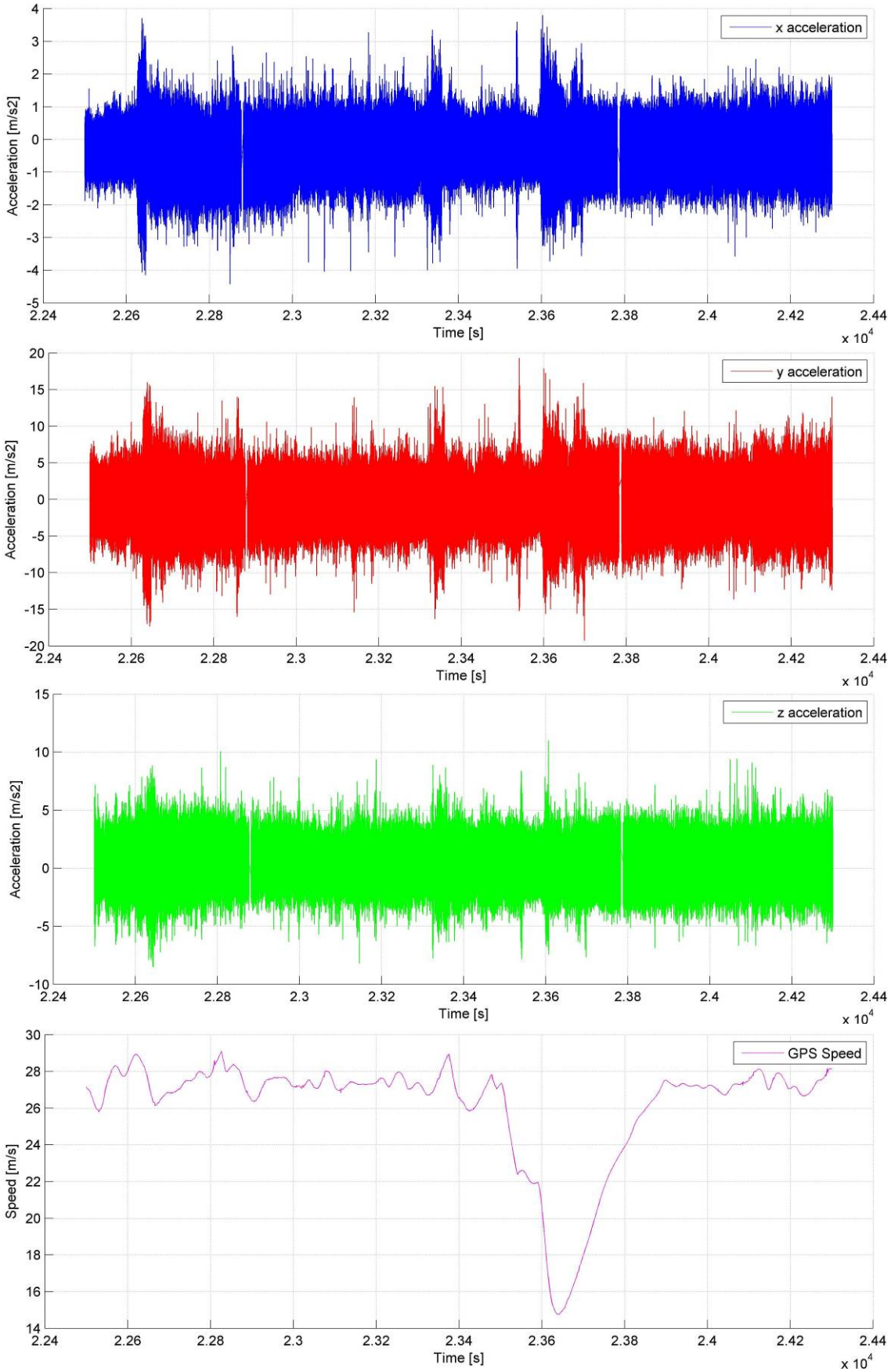
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-10 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



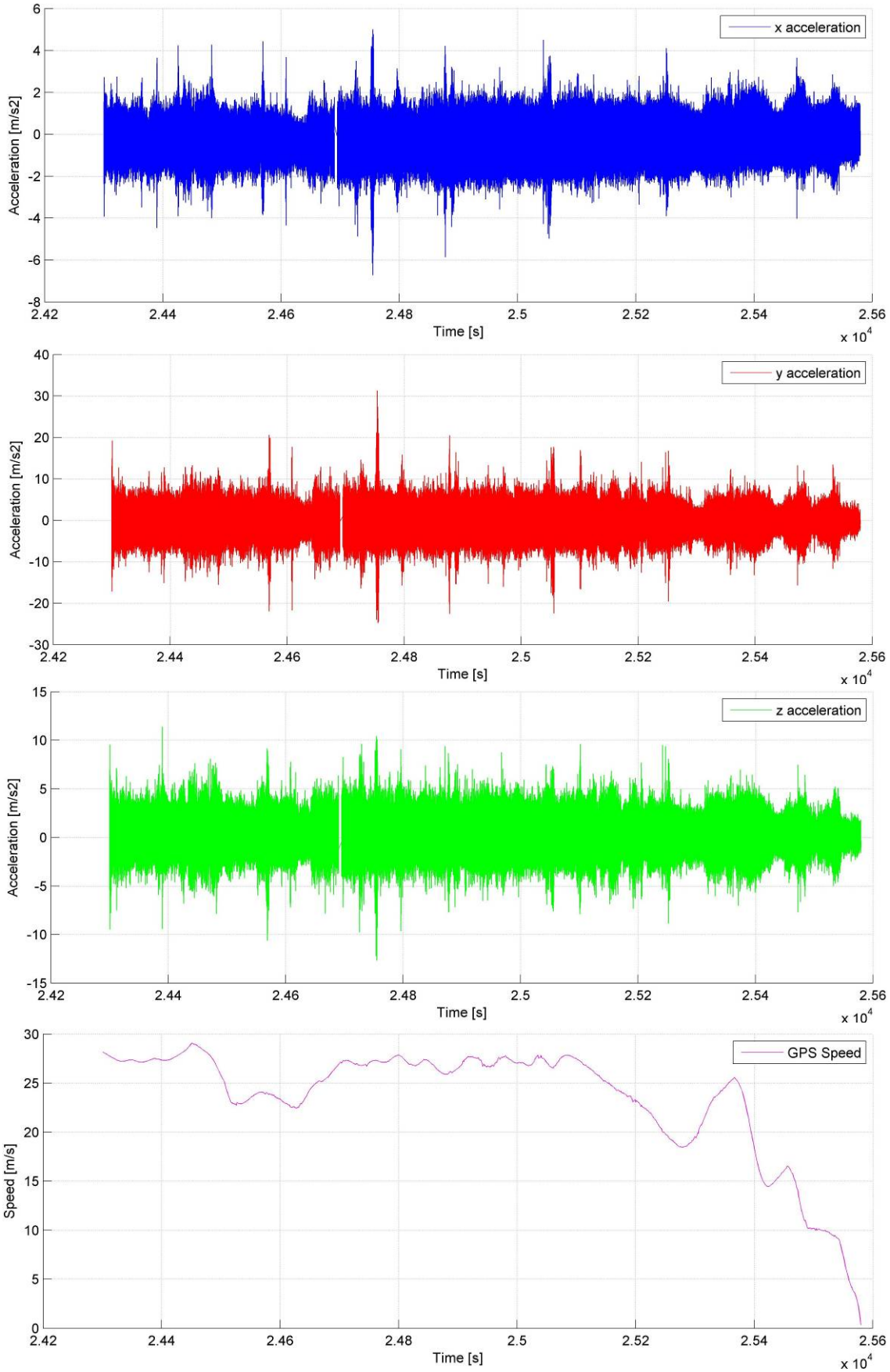
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-11 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



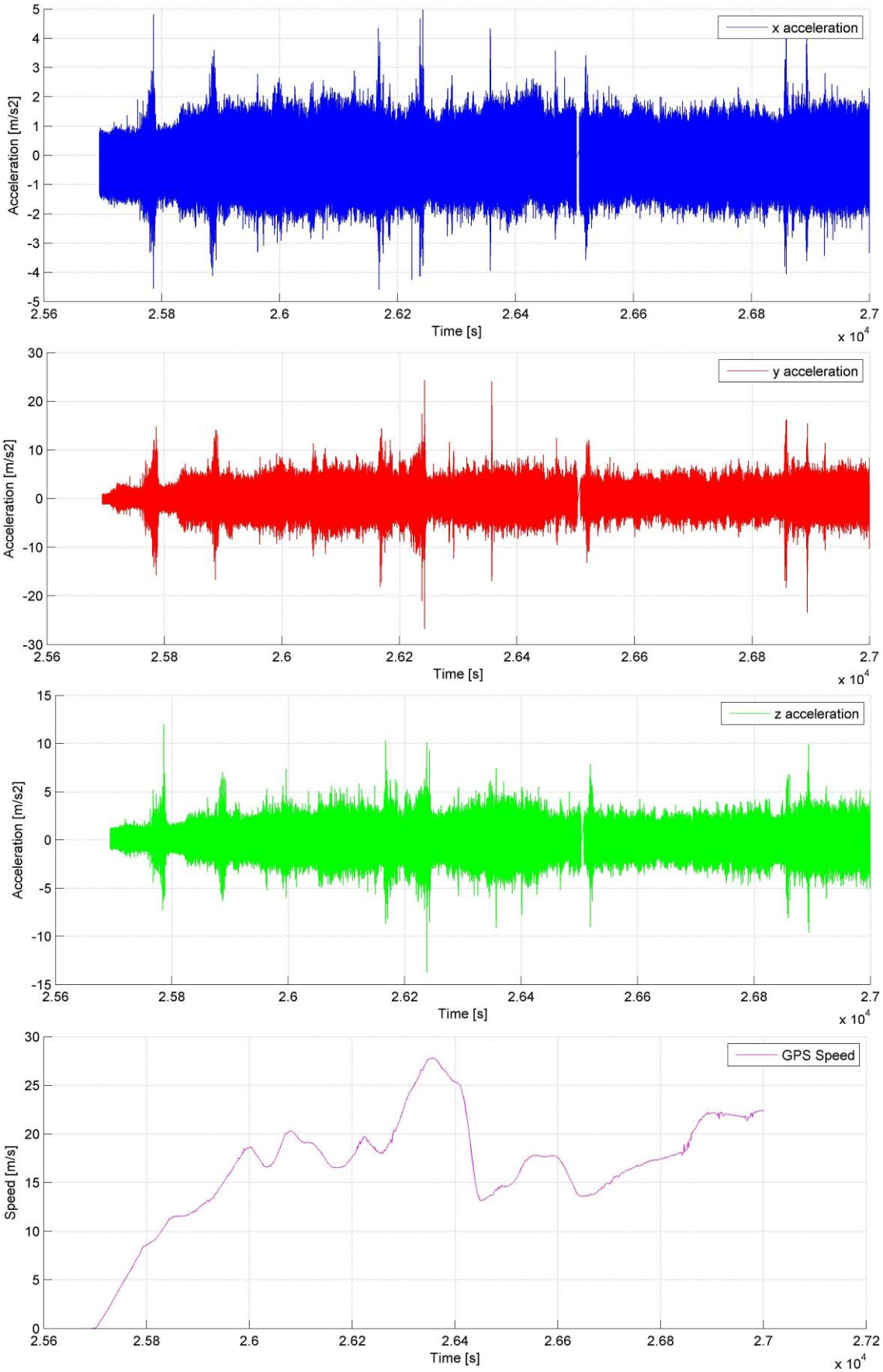
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-12 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



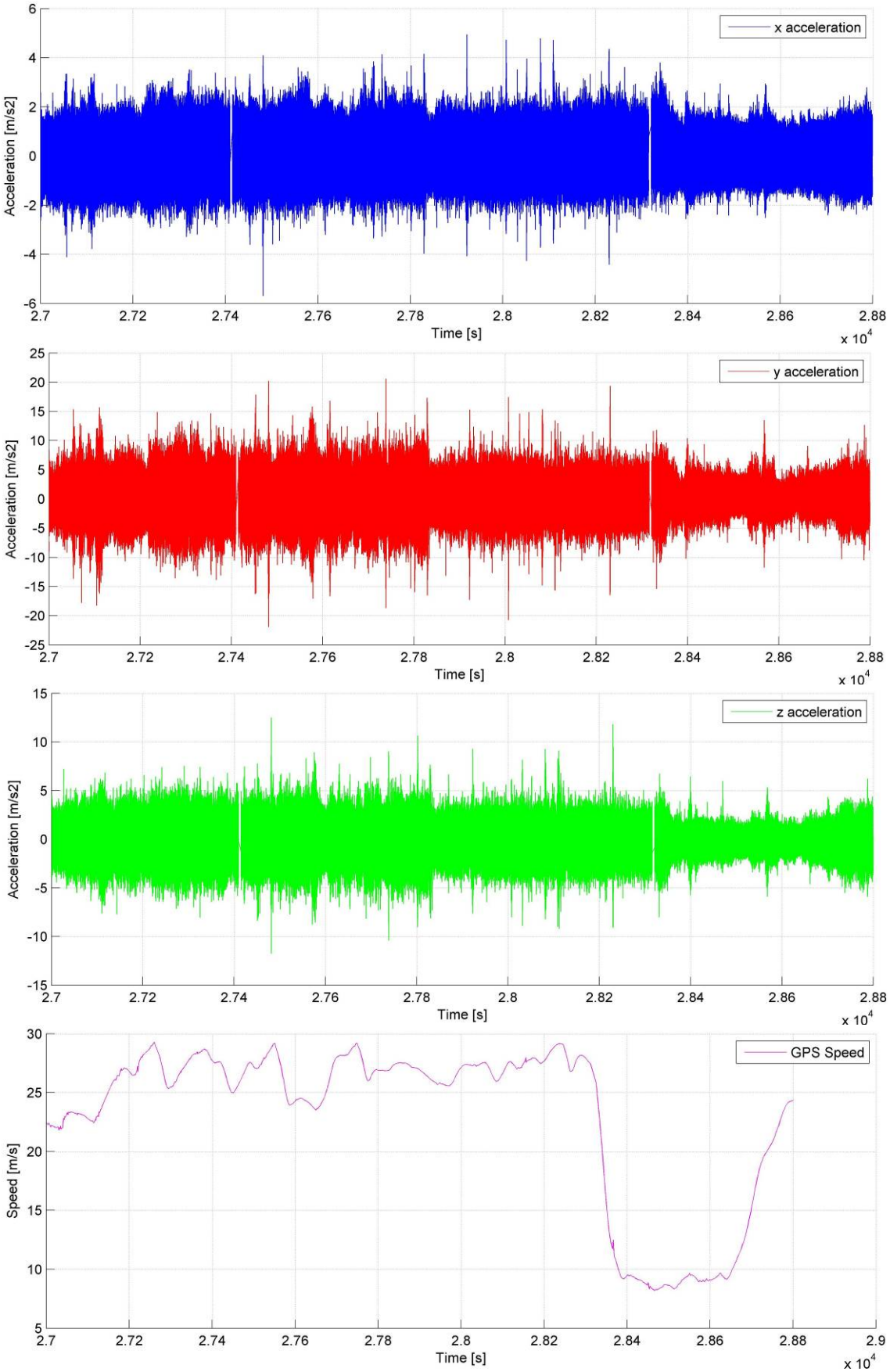
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-13 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



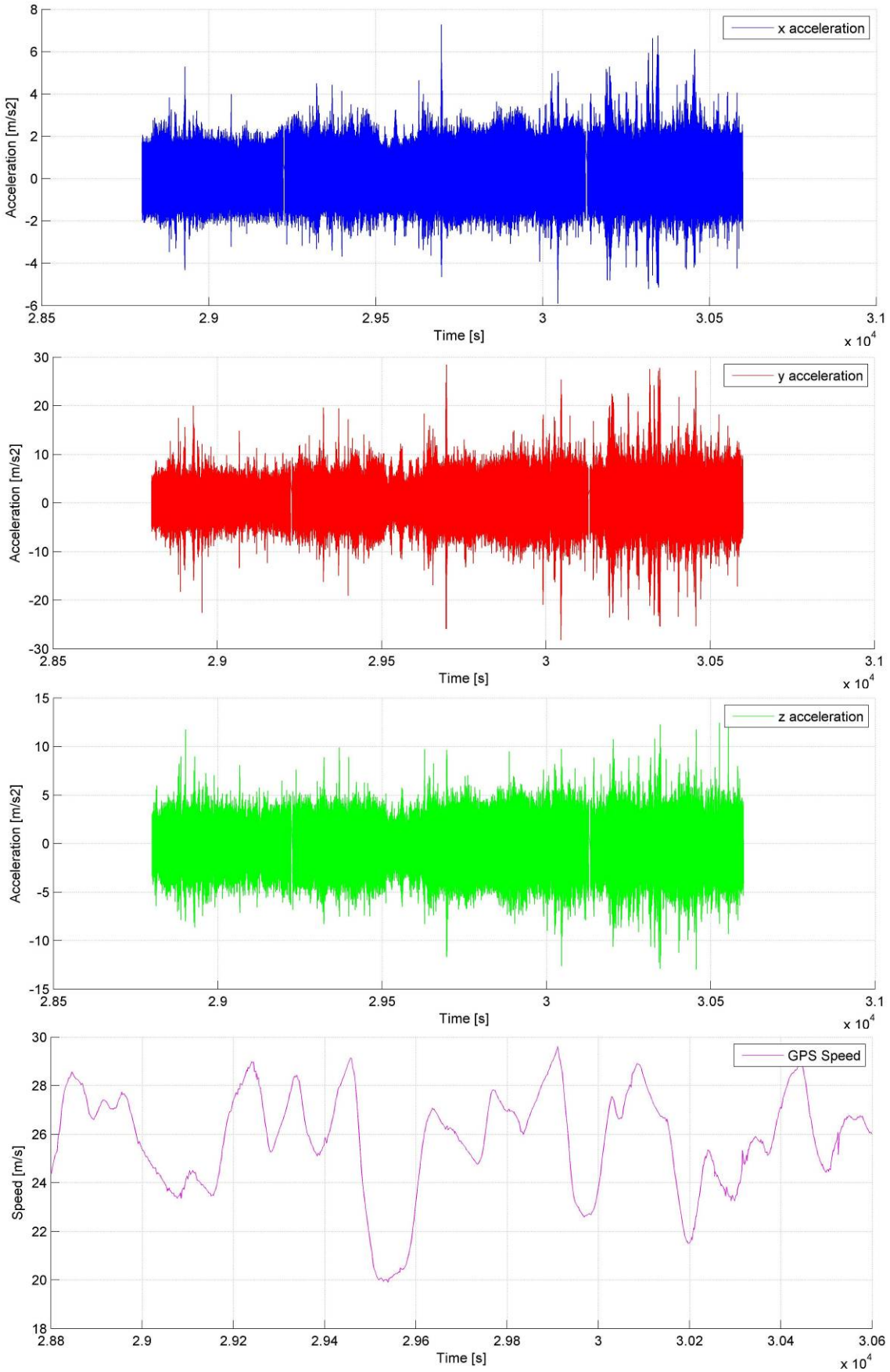
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-14 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



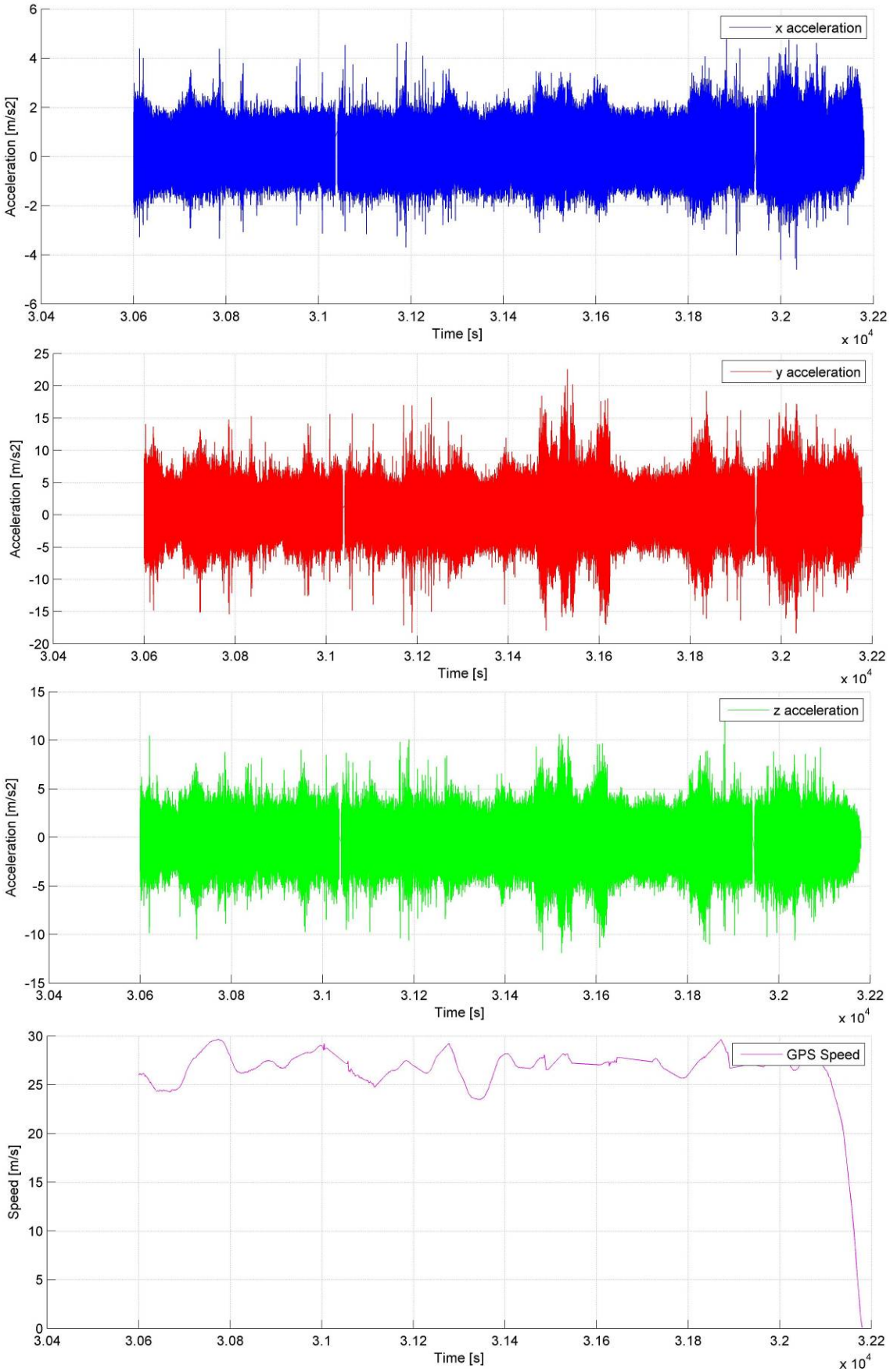
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-15 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



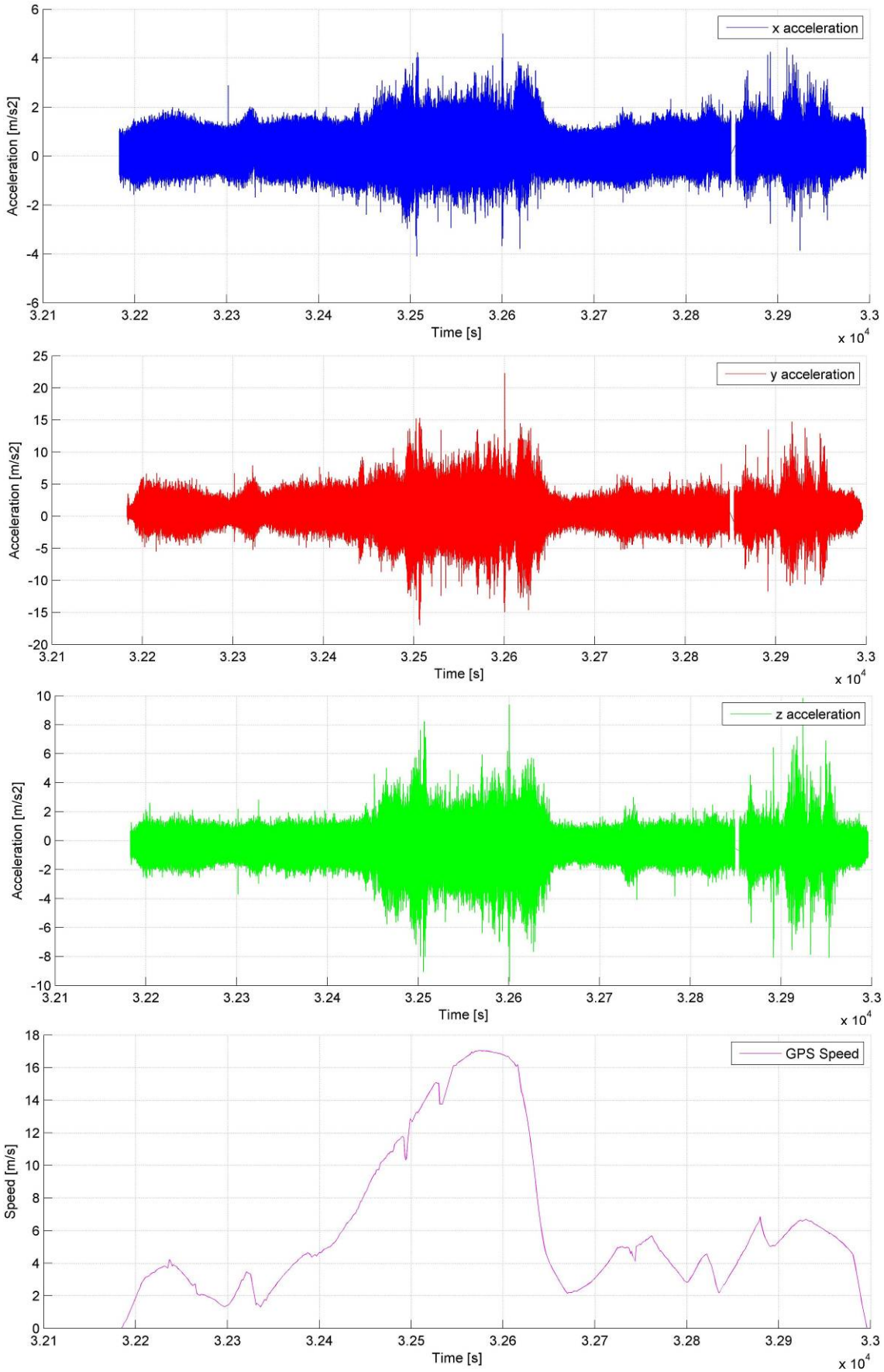
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-16 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



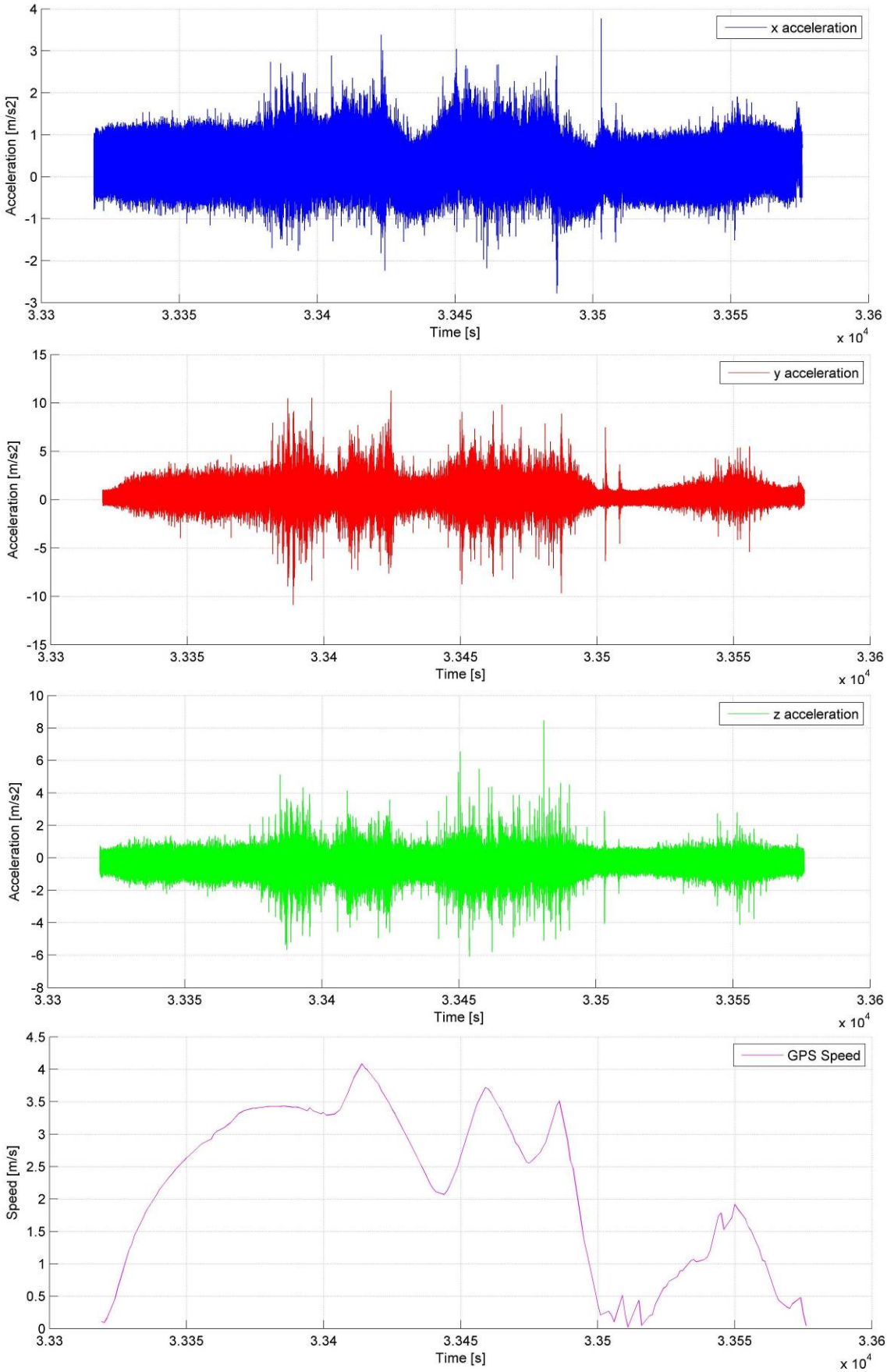
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-17 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



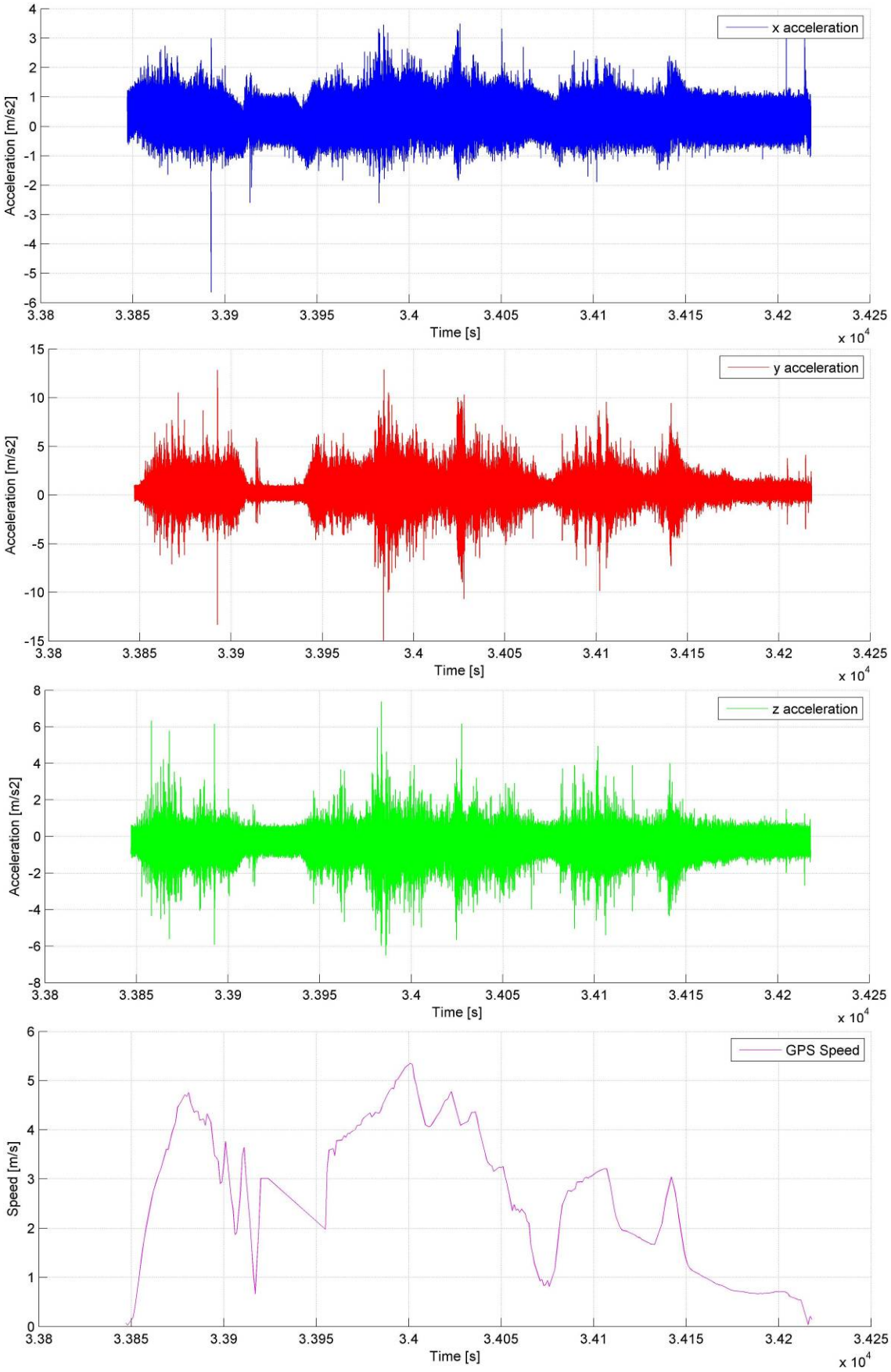
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-18 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 2-19 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 1-2 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 1-3 med **givare 2** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Malmö och Stockholm 2007-12-10/11.***

9.3.2.1 Signifikanta stötar

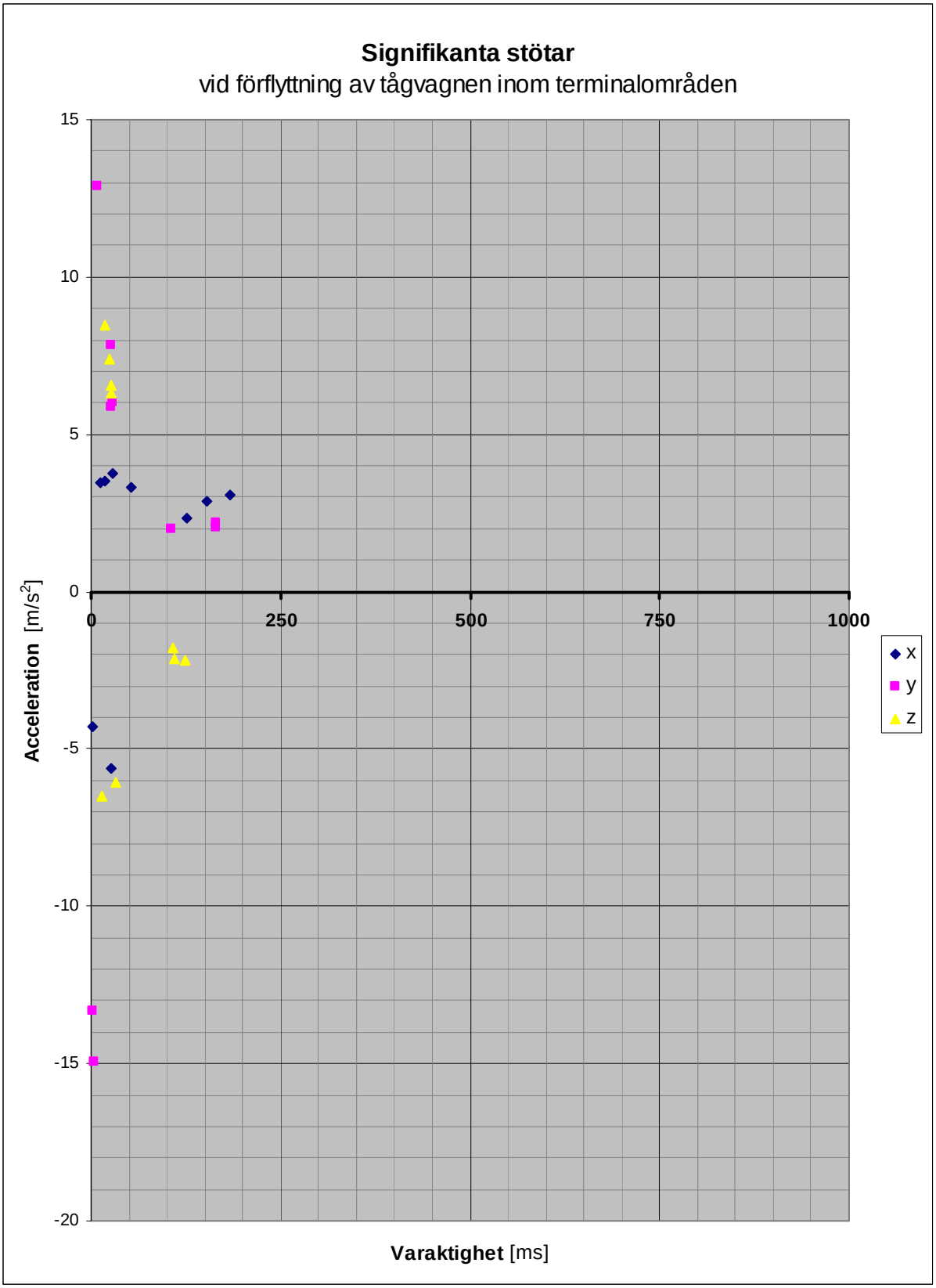
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 2 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar förflyttning av tågvagnen inom terminalområden

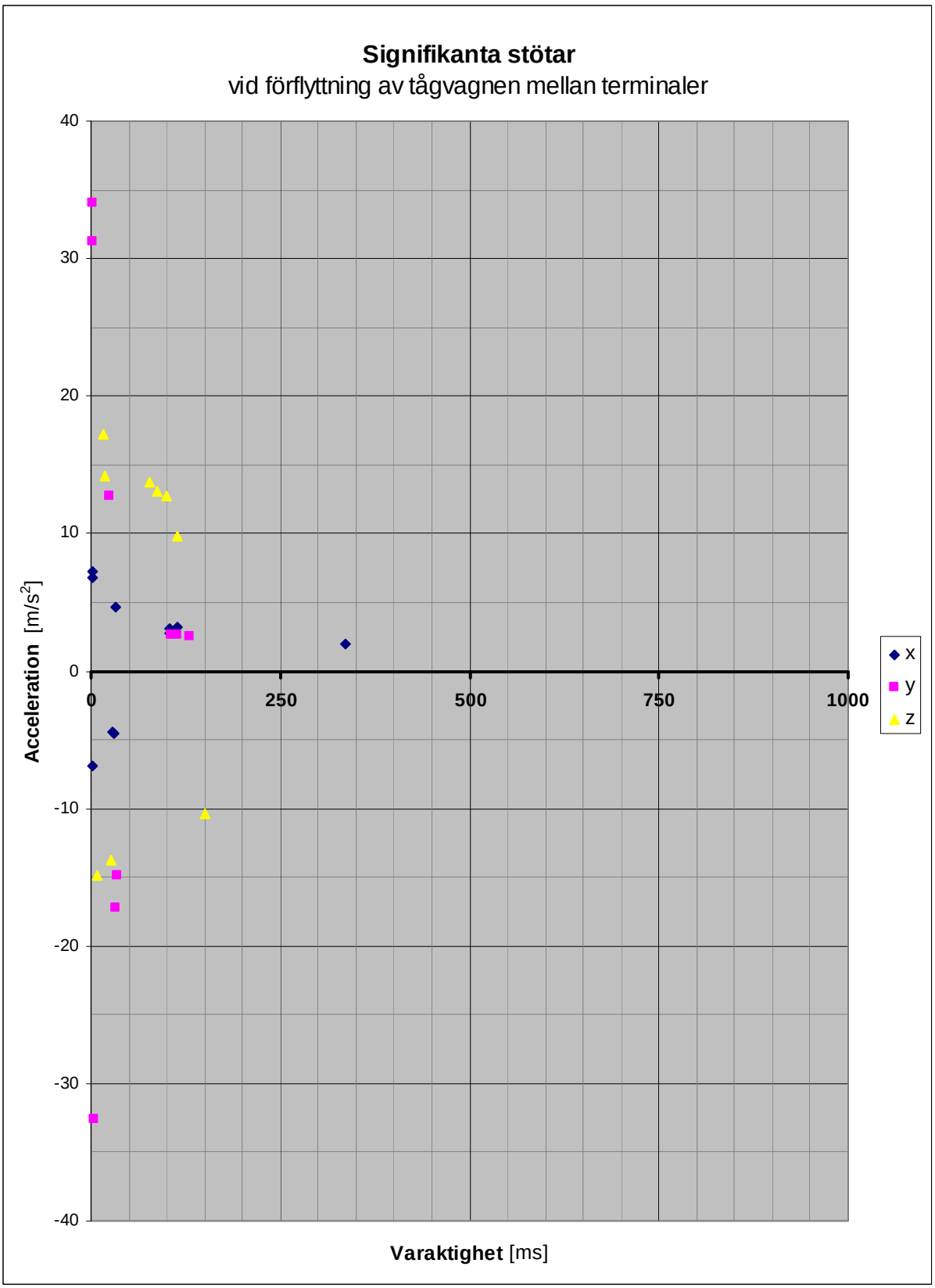
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-4.3	-2.2	3	-14.9	-6.6	4	8.5	4.6	18
	3.5	1.7	19	-13.3	-5.9	1	7.4	3.4	24
	3.5	1.9	12	12.9	4.8	7	-6.5	-3.4	14
25-100 ms	-5.6	-2.3	27	7.9	2.6	27	6.5	3.4	27
	3.8	1.6	29	6.0	2.0	29	6.3	3.7	27
	3.3	1.4	53	5.9	2.4	26	-6.1	-2.8	32
100 -250 ms	3.1	1.7	182	2.2	0.8	164	-2.2	-0.9	125
	2.9	1.4	152	2.0	0.8	164	-2.1	-0.8	111
	2.4	0.9	126	2.0	0.9	107	-1.8	-0.8	108
>250 ms									

Stötar vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	7.3	3.8	1	34.1	16.0	1	17.2	6.5	15
	-6.9	-3.9	1	-32.6	-13.3	5	-14.9	-4.9	8
	6.8	3.5	1	31.2	15.4	1	14.2	5.8	19
25-100 ms	4.6	2.1	33	-17.2	-8.3	32	13.7	6.2	78
	-4.6	-2.0	31	-14.8	-7.2	34	-13.7	-4.3	27
	-4.5	-1.8	28	12.7	5.6	25	13.0	4.4	88
100 -250 ms	3.2	1.4	113	2.7	1.2	114	12.8	5.0	100
	3.1	1.2	104	2.7	1.2	106	-10.4	-4.5	151
	2.7	1.2	104	2.5	1.1	131	9.8	4.0	113
>250 ms	1.9	1.0	336						

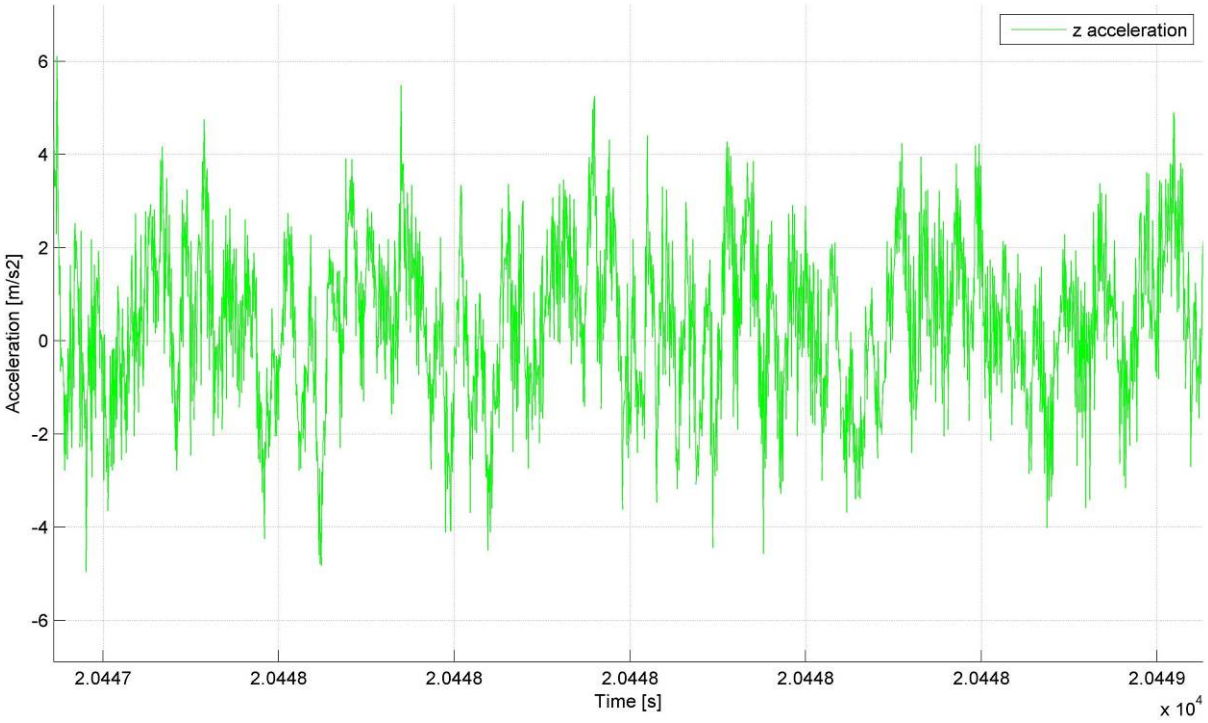


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen inom terminalområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid forsling mellan terminaler. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

9.3.2.2 Typiska vibrationer



Detalj från förflyttning mellan terminaler visande typiska vibrationer i Z-led. Både vibrationer med en frekvens av ca 5 Hz och en amplitud av ca ±2.0 m/s^2 och vibrationer med en frekvens av ca 30 Hz och en amplitud av ca ±2.0 m/s^{2}förekommer.

9.4 Kombitransport, Stockholm – Malmö, 2007-12-11/12

På grund av bristande laddning i batteriet erhölls endast mätdata för ca 5 timme och 10 minuter. Mätdata upphörde en liten bit förbi Linköping.

Tåg

Operatör:	CargoNet
Tågnr:	3-24-23
Avgångstid:	ca 20:05 2007-12-11
Ankomsttid:	ca 04:59 2007-12-12

Lastbärare

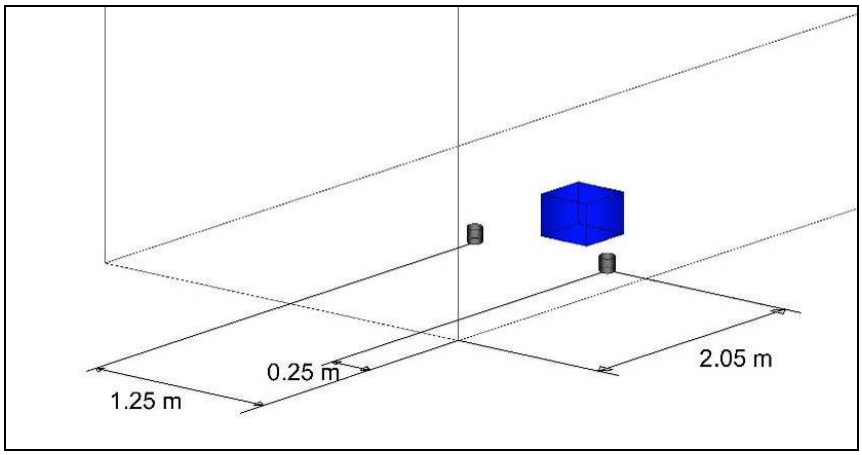
Trailernr:	2889
Ägare:	DHL
Operatör:	Transportledet

Last

Trailern var halvfullt lastad med diverse styckegods. Totalvikt för godset var ca 11 ton (18 ton inklusive trailer)

9.4.1 Utrustningens placering

En givare placerades intill ena väggen, ca 0,25 m, och ca 2,05 m från bakdörrarna medan den andra placerades på samma avstånd från bakdörrarna men mot mitten, ca 1,25 m.







Skiss samt foton som visar placeringen av mätutrustningen i trailern.

9.4.2 Mätresultat

Kartan nedan visar spåret från GPS-datan som insamlades vid detta mättillfälle. Även positionerna för lastbäraren vid vissa tider är angina i kartan nedan.



Skiss över rutt samt tider för vissa positioner.

Resultatet presenteras uppdelat i intervall vilka avgränsas av stillastående för vagnen:

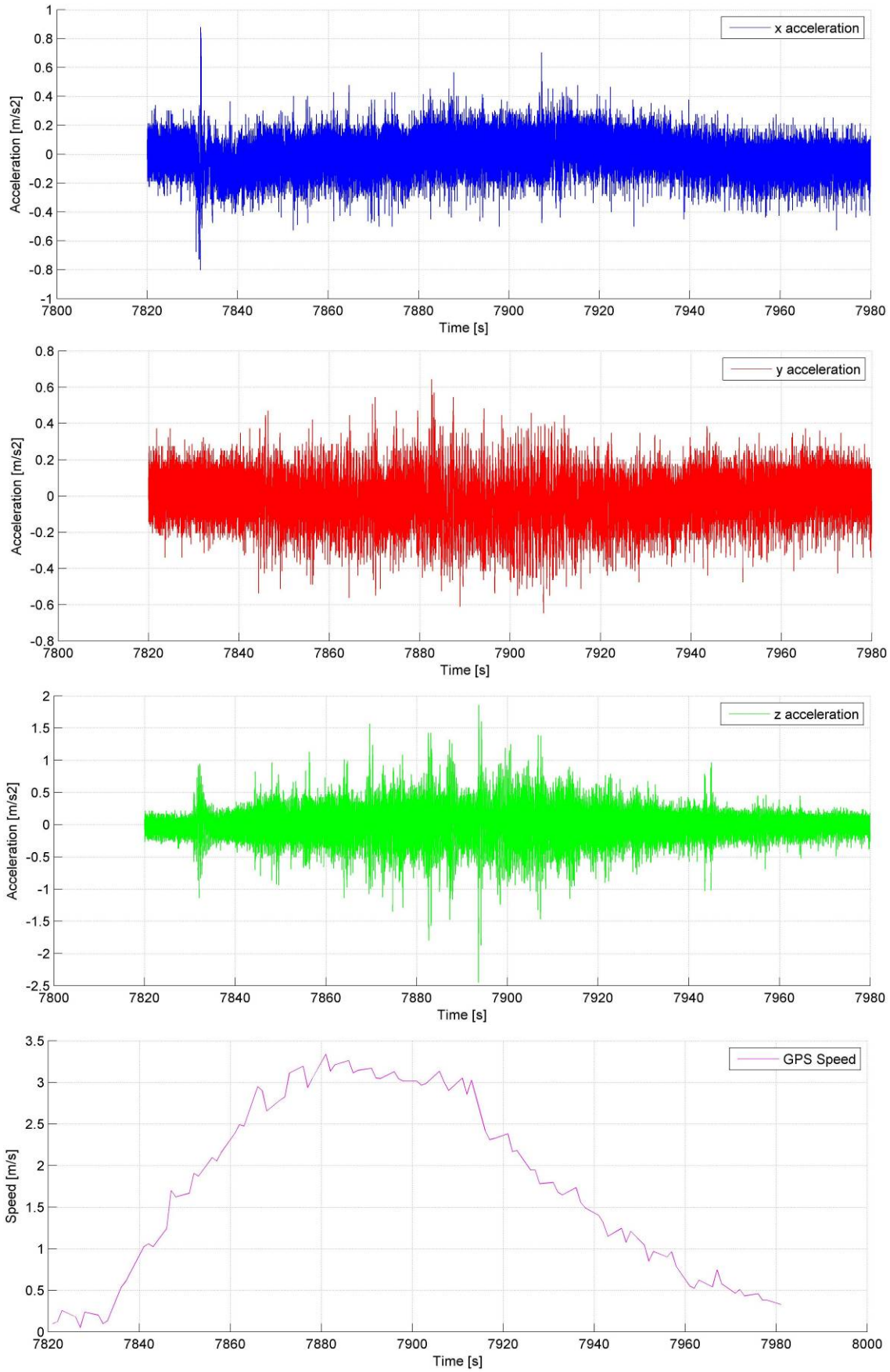
- **Intervall 1** omfattar de kortare förflyttningarna av tågvagnen som trailern stod på i lägre hastigheter inom olika terminalområden.

- **Intervall 2** omfattar de längre transporterna mellan terminalerna.

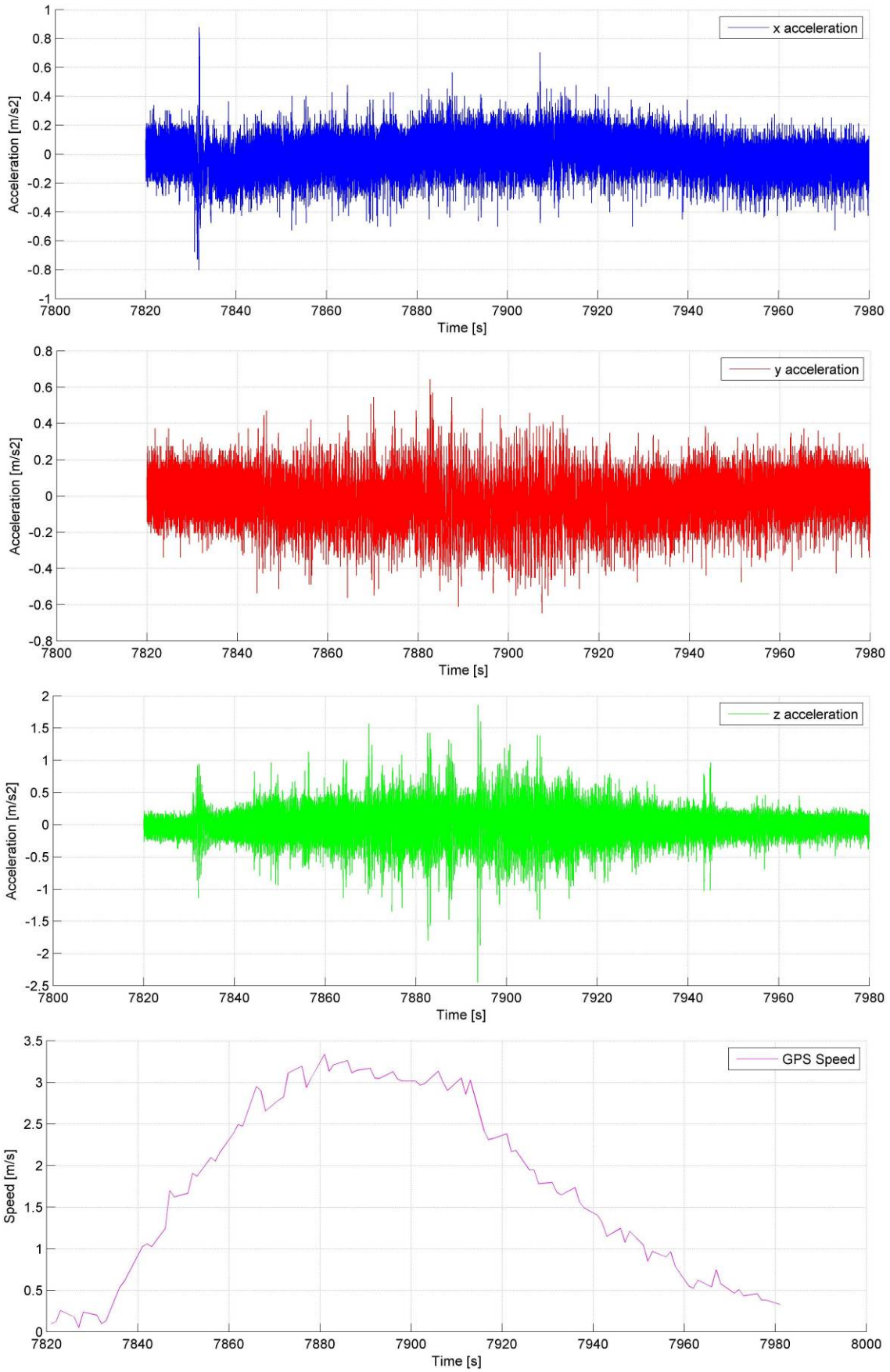
Det andra intervallet har vidare delats in i tre underintervall, avgränsade av stillestånd för vagnen.

Intervall	**Område / Körsträcka**	**Start**		**Stopp**	
		Klockslag	*Ack. tid* [sek]	*Klockslag*	*Ack. tid* [sek]
1	Inom Årsta kombiterminal	19:41:40	7820	19:44:20	7980
2-1…4	Årsta kombiterminal – Norrköping	20:04:45	9205	21:51:20	15600
2-5…6	Norrköping - Linköping	21:53:00	15700	22:31:00	17980
2-7	Linköping -	22:31:15	17995	22:39:10	18470

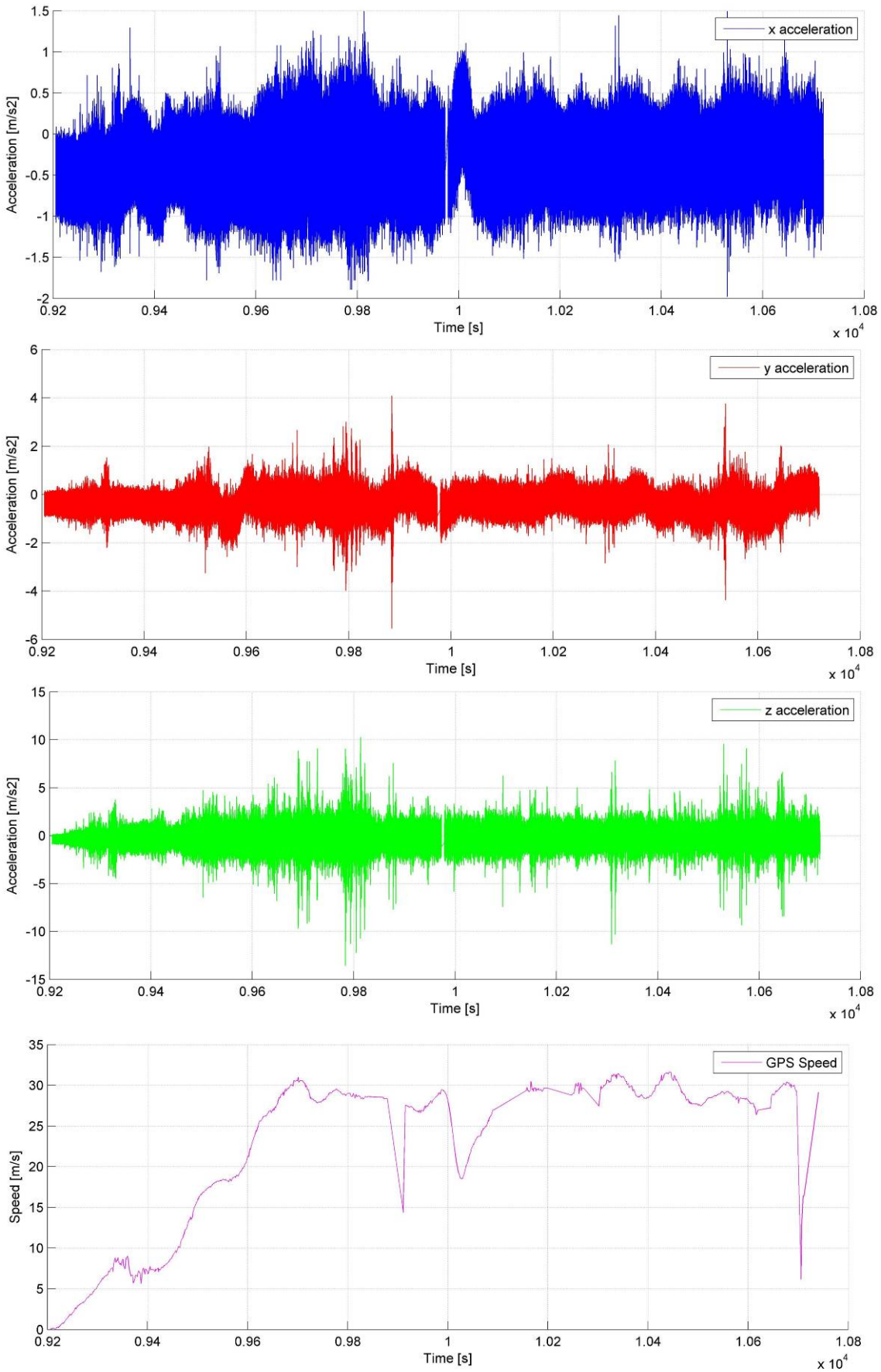
Den ackumulerade i tabellen ovan anger tiden i sekunder från starttiden 17:31:20 den 11:e december 2007. Detsamma gäller tidsskalan i graferna nedan som visar uppmätta accelerationer och hastigheter.



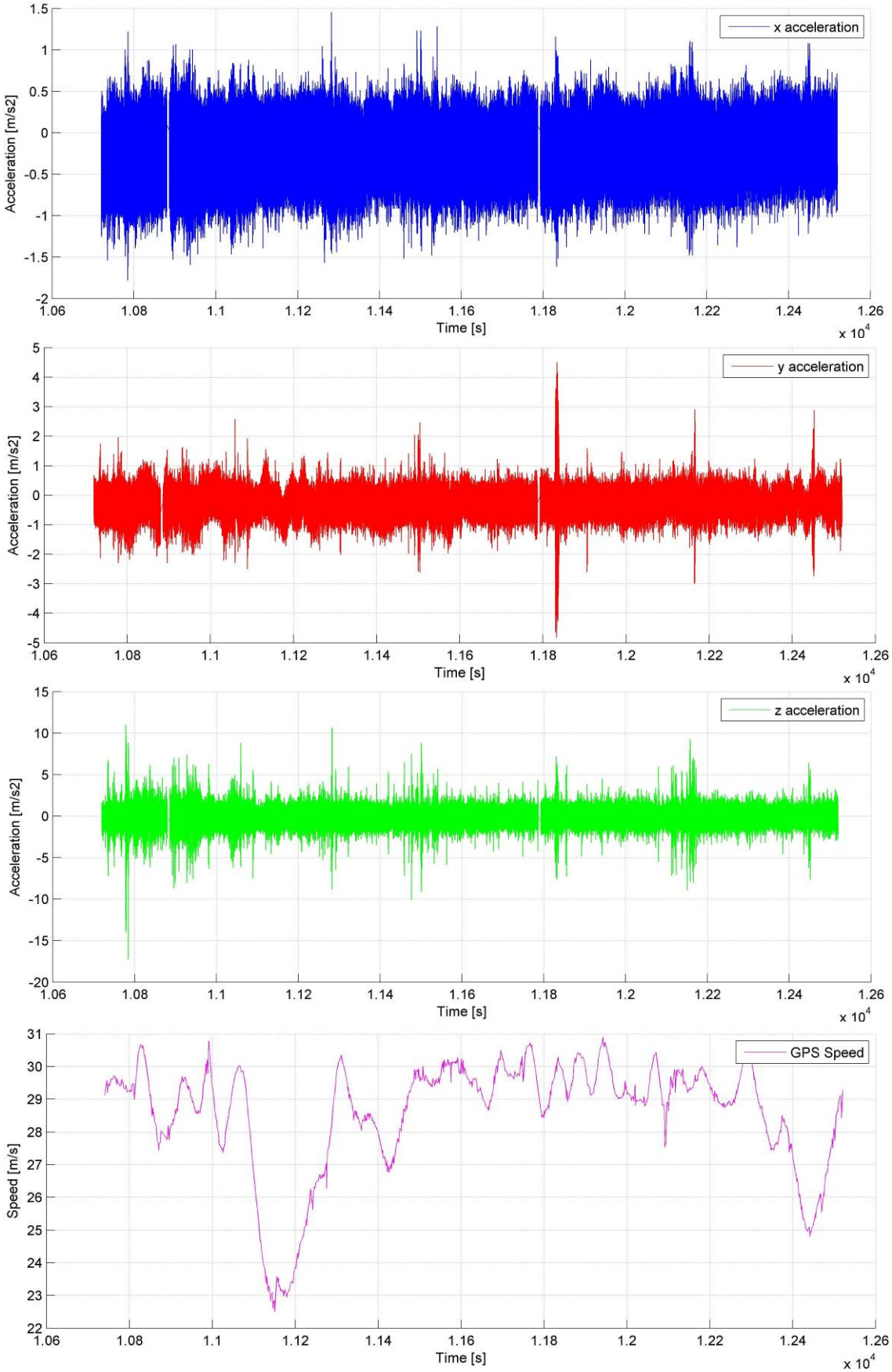
*Accelerationer uppmätta under intervall 1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



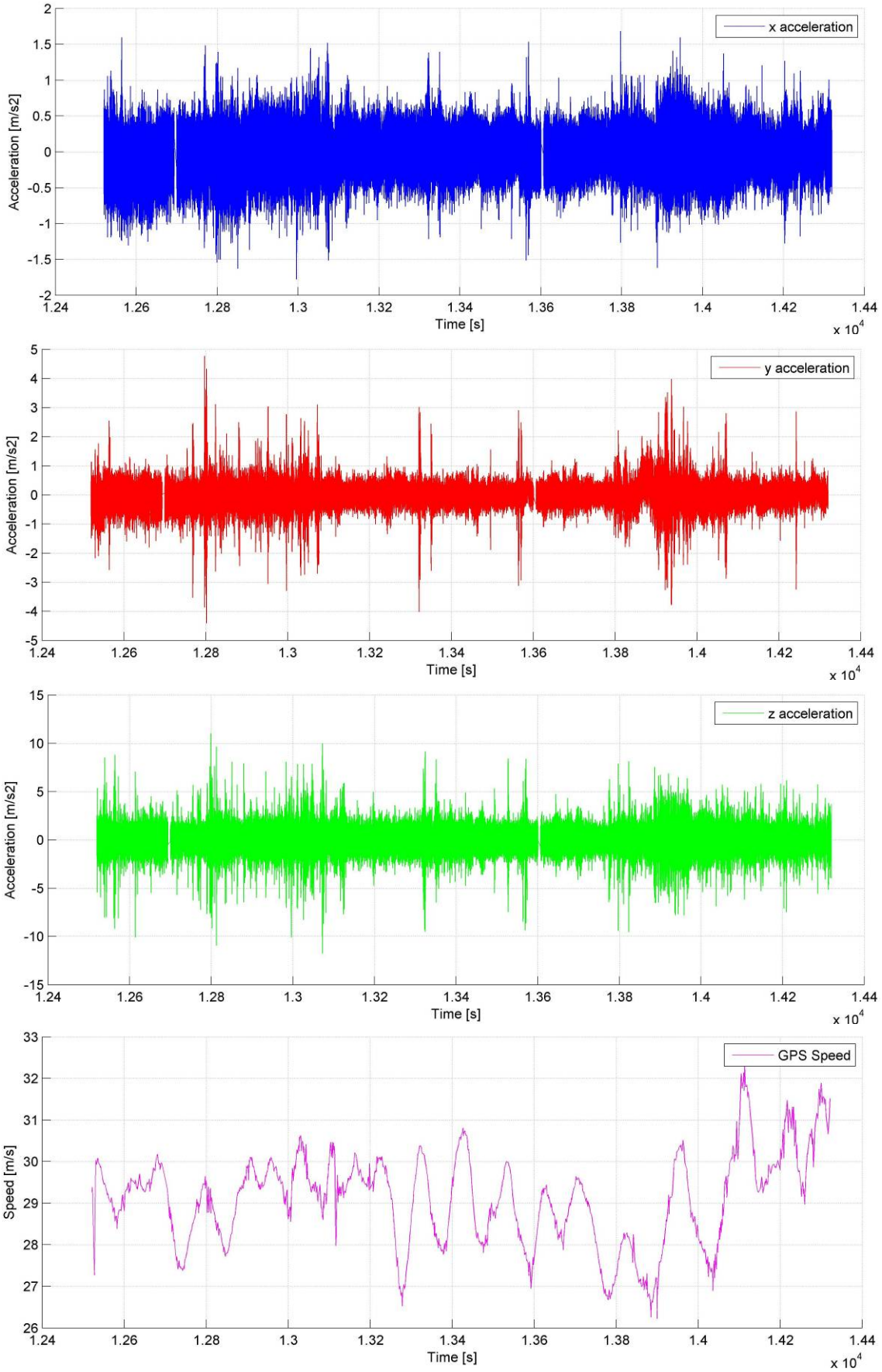
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-1 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



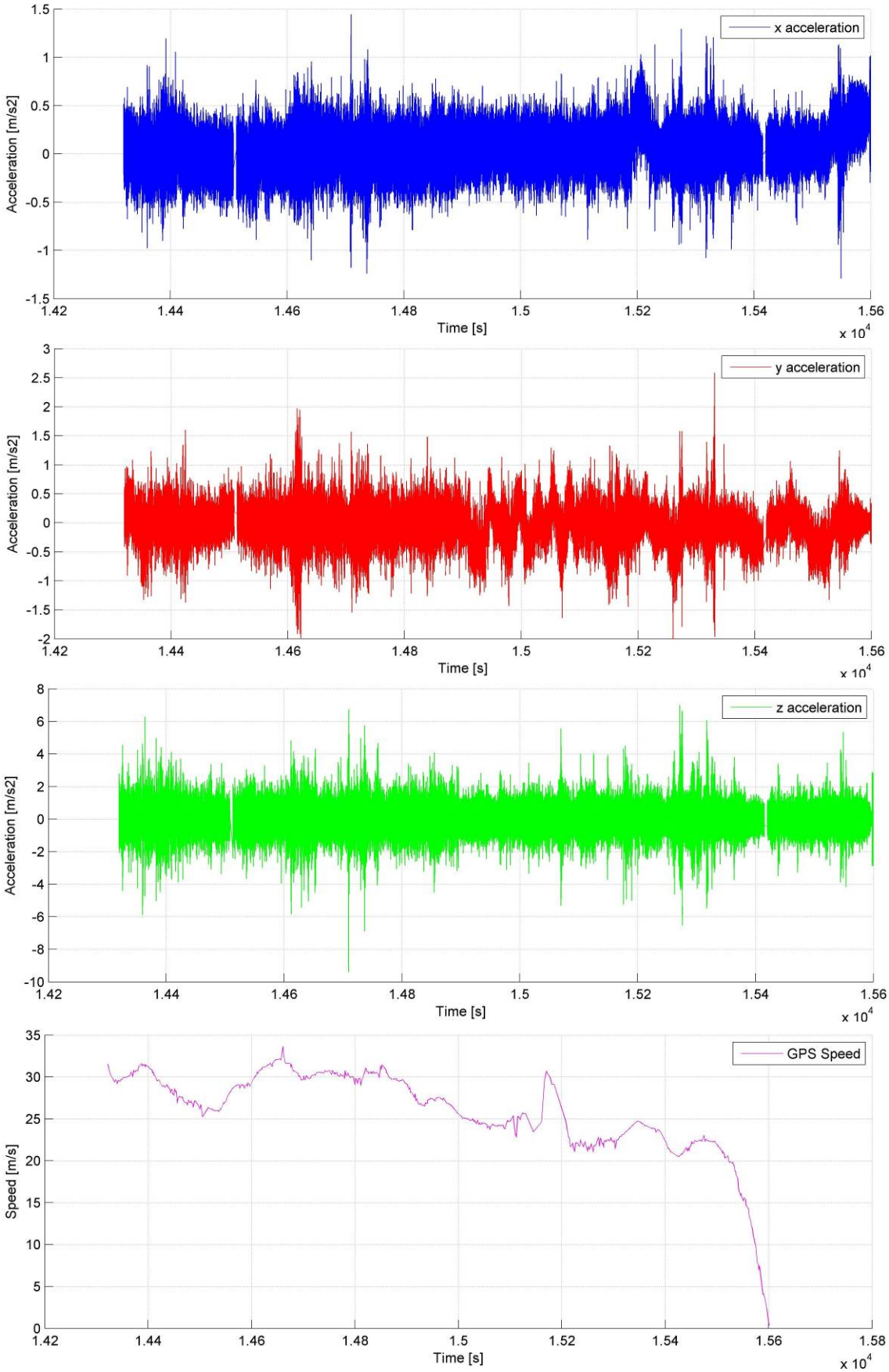
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-2 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



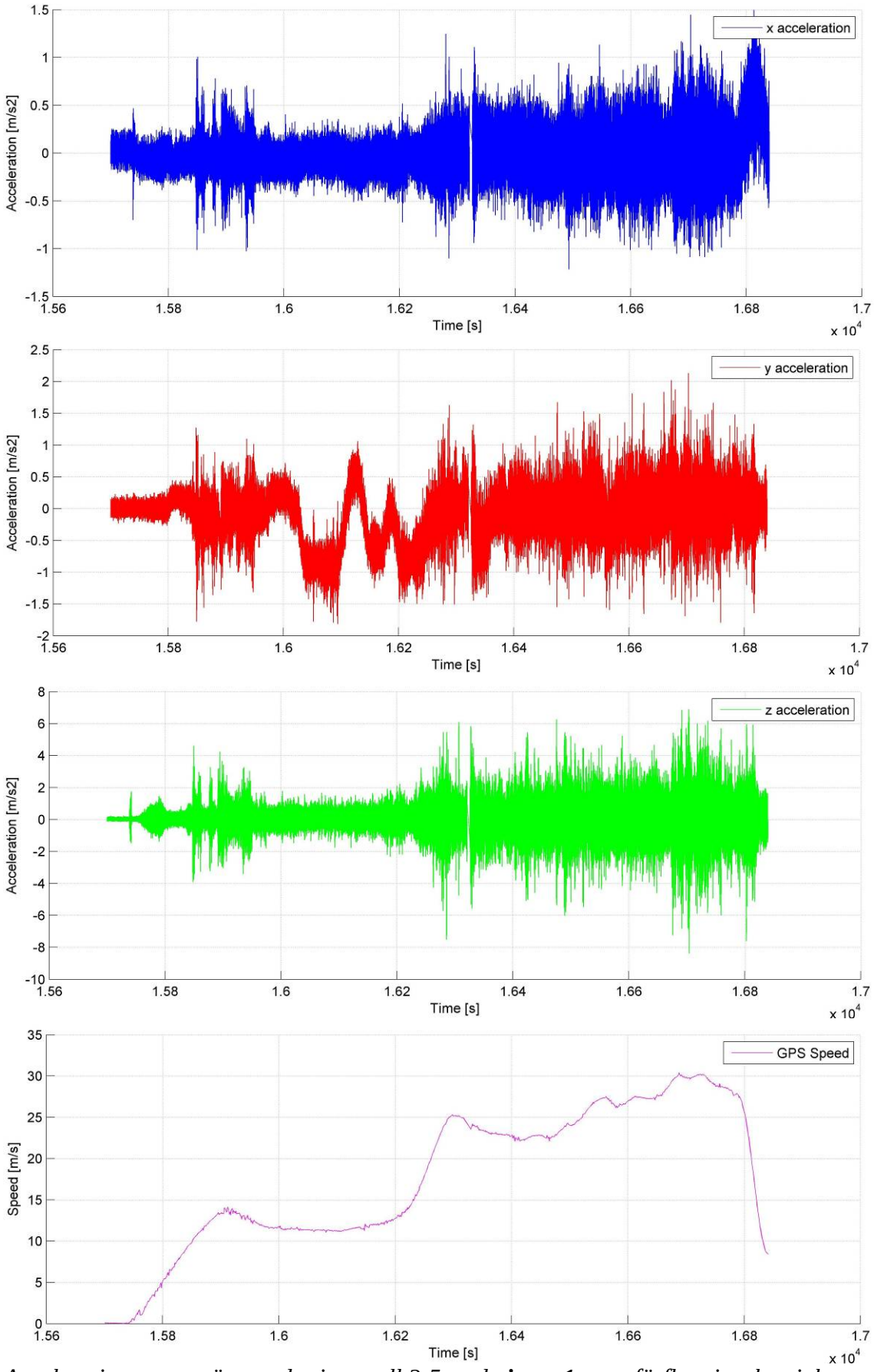
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-3 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



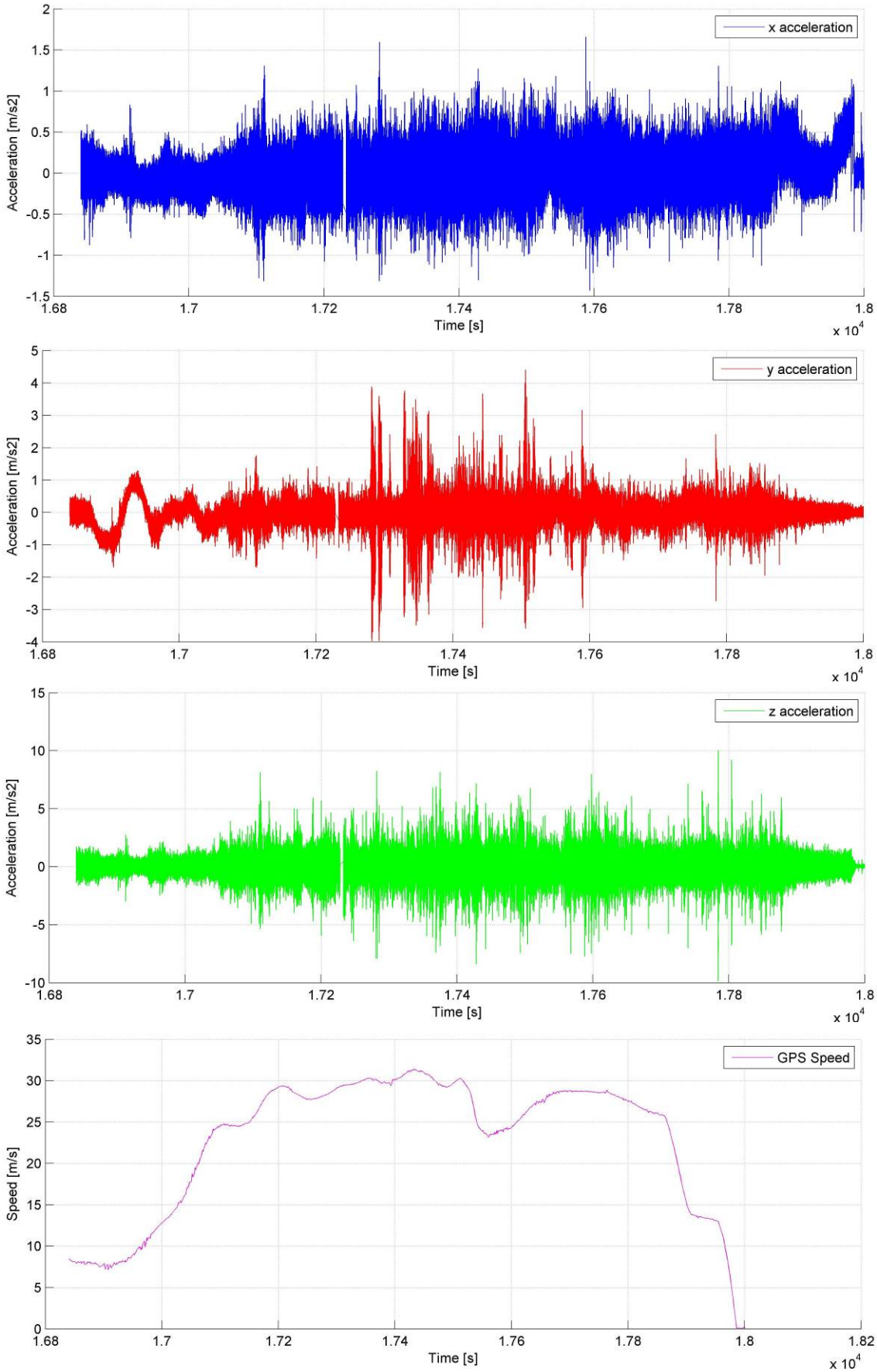
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-3 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



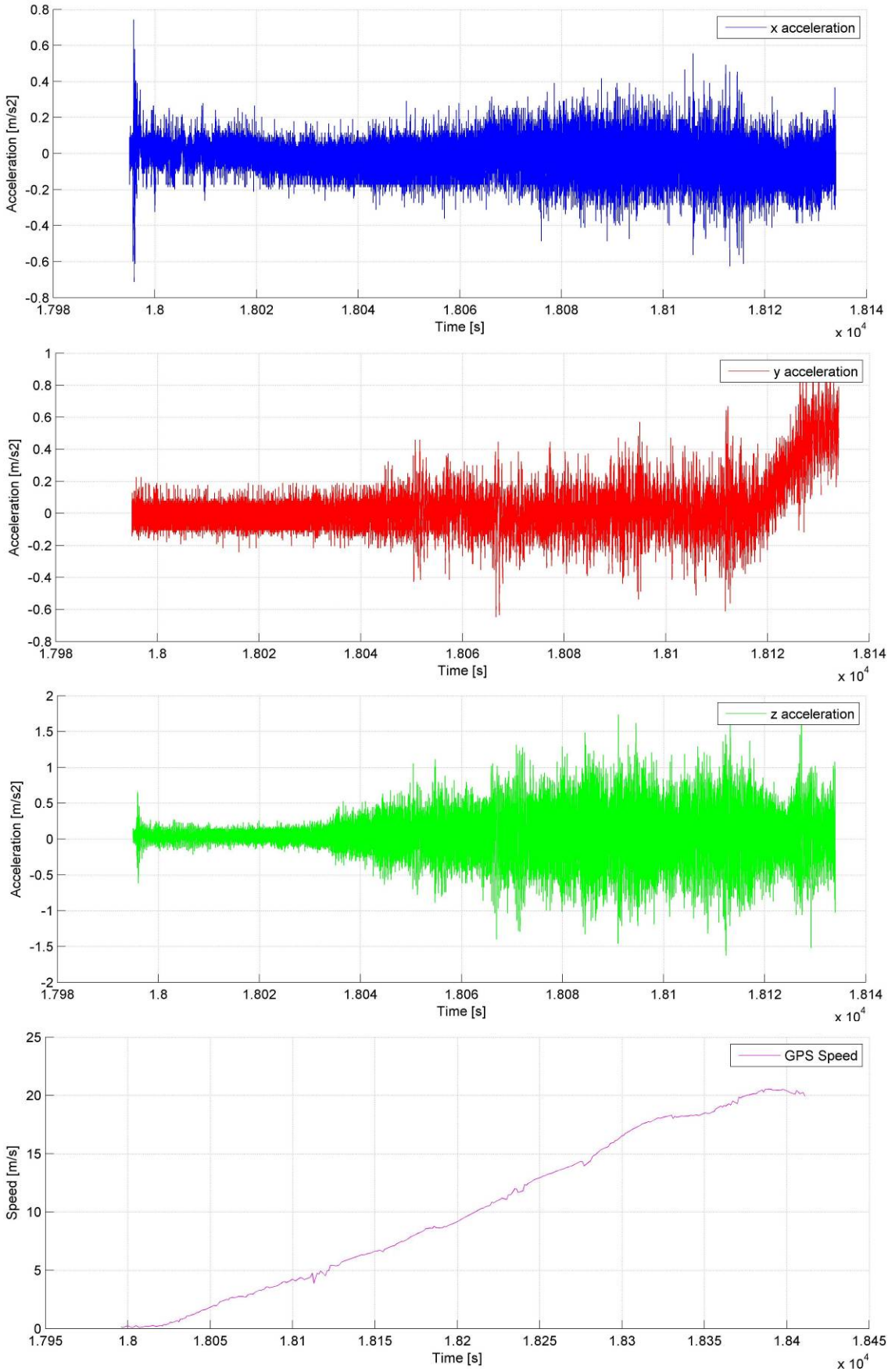
*Accelerationer uppmätta under intervall 2-4 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 2-5 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 2-6 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***



*Accelerationer uppmätta under intervall 2-7 med **givare 1** samt förflyttningshastighet uppmätt med **GPS** vid **kombitransport mellan Stockholm och Malmö 2007-12-11/12.***

9.4.2.1 Signifikanta stötar

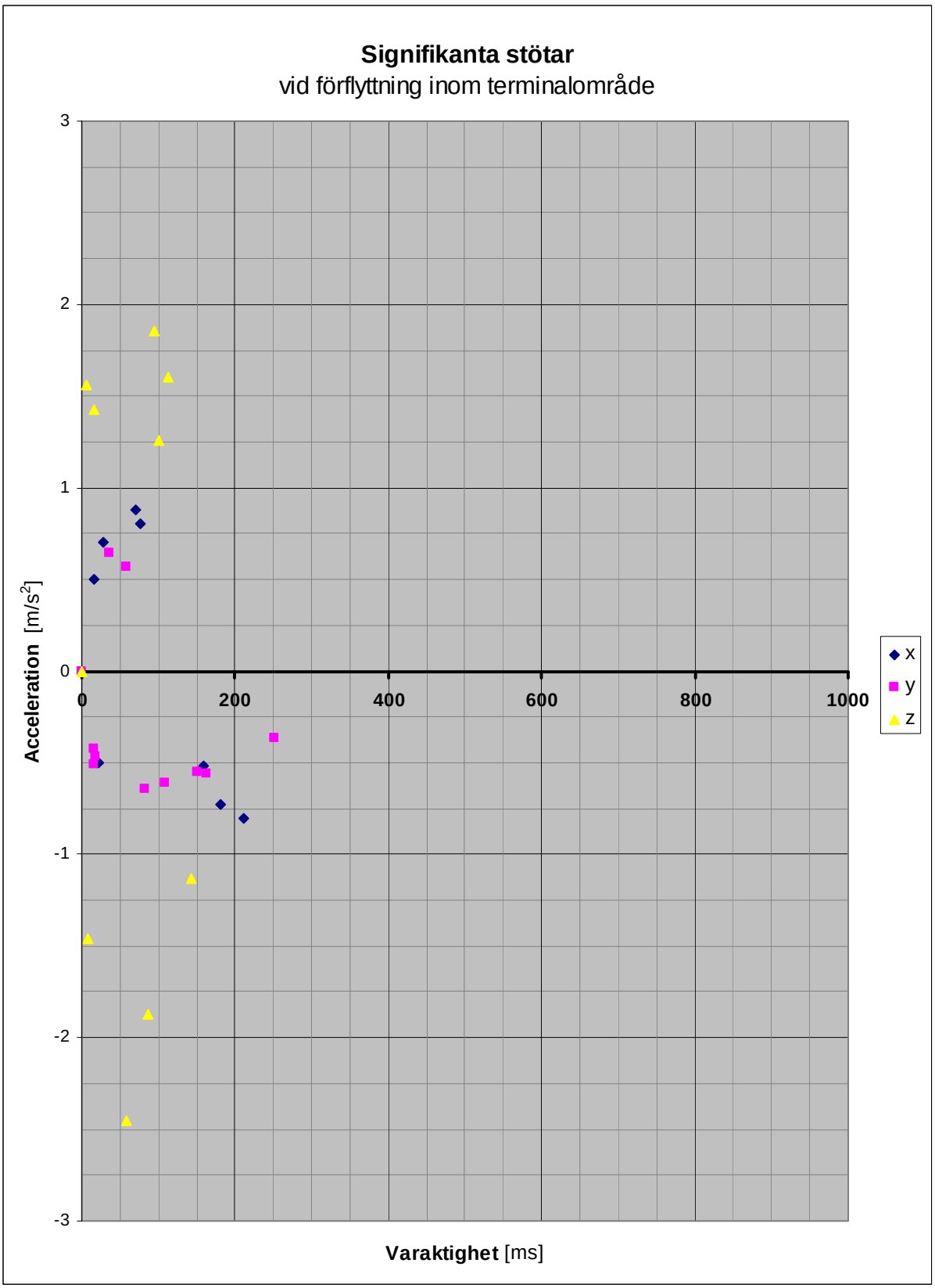
Tabellerna nedan anger amplitud och varaktighet för de kraftigaste stötarna som noterades för givare 1 under mätserien. Stötarna har delats in i olika intervall efter deras varaktighet.

Stötar förflyttning av tågvagnen inom terminalområden

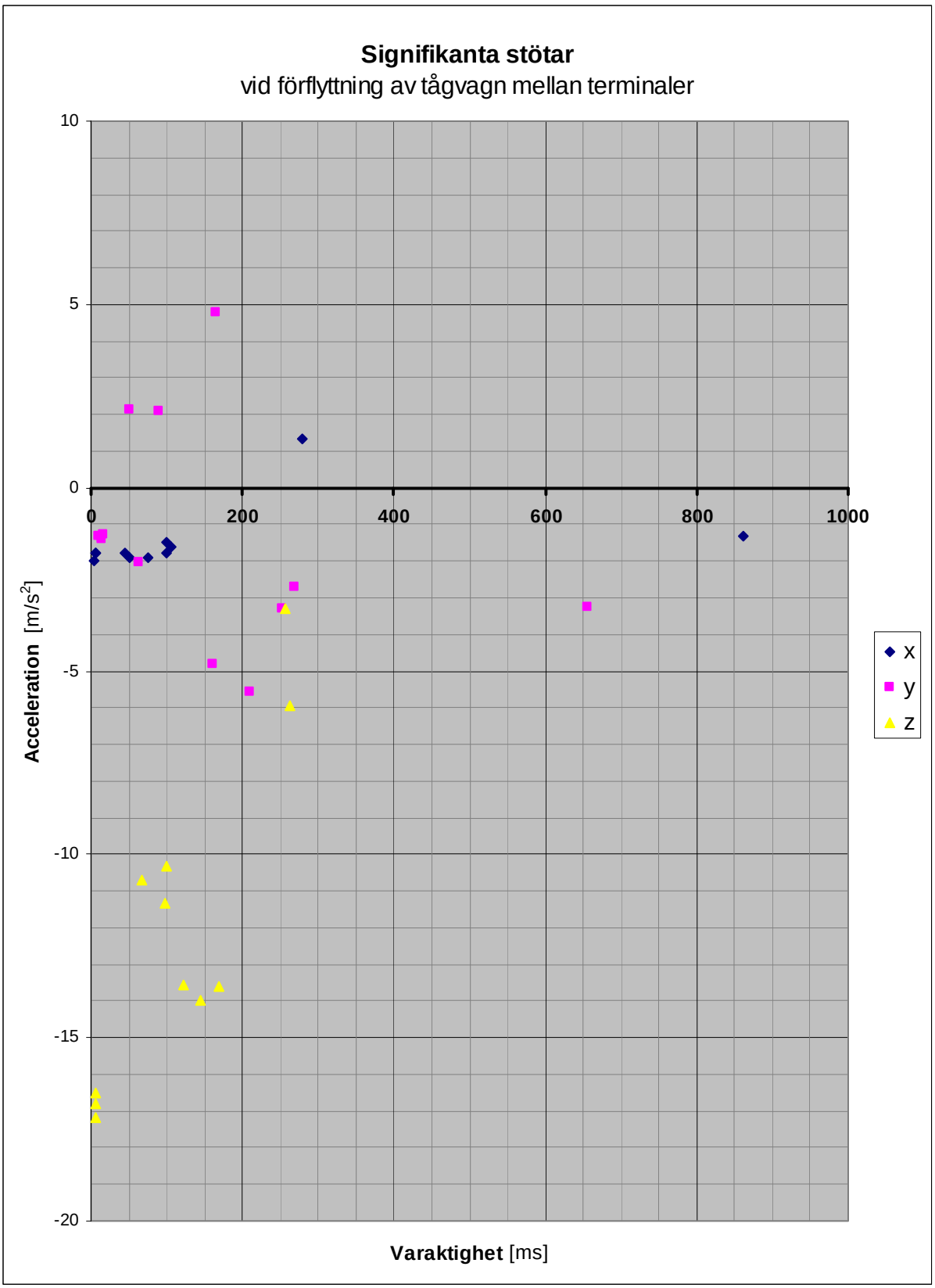
	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	0.5	0.2	16	-0.5	-0.1	15	1.6	1.0	7
	-0.5	-0.2	22	-0.5	-0.2	19	-1.5	-0.7	7
	-0.5	-0.2	19	-0.4	-0.1	15	1.4	0.8	15
25-100 ms	0.9	0.5	70	-0.6	-0.3	82	-2.4	-1.1	58
	0.8	0.3	77	0.6	0.3	37	-1.9	-0.9	86
	0.7	0.3	27	0.6	0.3	59	1.9	0.7	96
100 -250 ms	-0.8	-0.3	211	-0.6	-0.3	110	1.6	0.7	113
	-0.7	-0.4	181	-0.6	-0.2	162	1.3	0.5	100
	-0.5	-0.3	159	-0.5	-0.3	152	-1.1	-0.4	143
>250 ms				-0.4	-0.1	252			

Stötar vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler

	X			Y			Z		
Intervall, varaktighet	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]]	Var. [ms]	Amp. max [m/s²]	Amp. med. [m/s²]	Var. [ms]
< 25 ms	-2.0	-1.2	4	-1.4	-0.5	13	-17.2	-10.5	7
	-1.8	-0.9	7	-1.3	-0.7	11	-16.8	-10.1	7
	-1.8	-1.0	6	-1.3	-0.5	17	-16.5	-9.8	6
25-100 ms	-1.9	-0.7	50	2.1	1.0	51	-11.3	-5.8	99
	-1.9	-0.8	76	2.1	1.0	89	-10.7	-5.7	68
	-1.8	-0.7	45	-2.0	-0.9	64	-10.3	-5.2	99
100 -250 ms	-1.8	-0.6	101	-5.5	-2.5	209	-14.0	-6.4	144
	-1.6	-0.6	105	-4.8	-2.9	161	-13.6	-7.2	169
	-1.5	-0.6	100	4.8	2.6	165	-13.6	-6.1	121
>250 ms	1.3	0.7	279	-3.3	-1.8	252	-5.9	-2.7	262
	-1.3	-0.4	862	-3.3	-1.0	655	-4.0	-1.9	6132
	1.3	0.6	1747	-2.7	-1.2	269	-3.3	-1.6	256

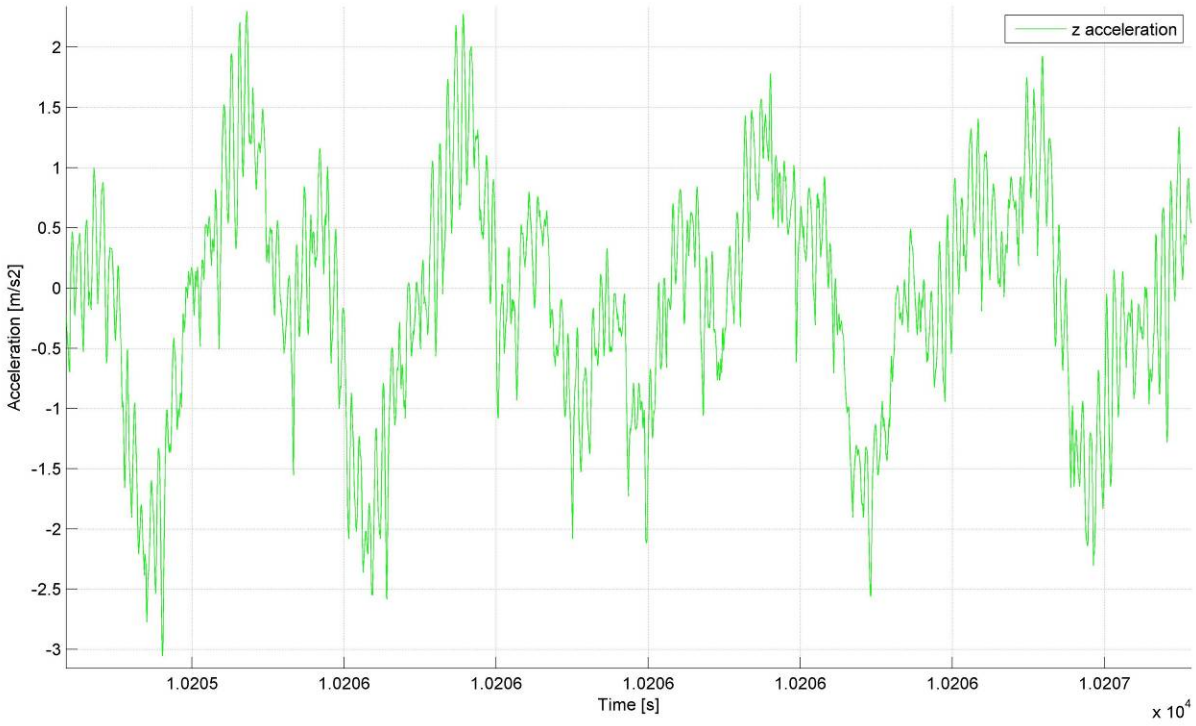


Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen inom terminalområden. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.



Diagrammet ovan visar de signifikanta stötarna i olika riktningar som registrerades vid förflyttning av tågvagnen mellan terminaler. Stötarna är plottade efter deras varaktighet.

9.4.2.2 Typiska vibrationer



Detalj från förflyttning mellan terminaler visande typiska vibrationer i Z-led, med en frekvens av ca 5 Hz och en amplitud av ca ±2.0 m/s^2.

A Appendix 1. Uppdelning av transportkedjor för mätning av accelerationer

Den inverkan på transportkvalitén som påkänningar på gods under transport medför analyseras genom att accelerationerna mäts på den aktuella lastbärarens flak i några punkter och dessa överförs sedan till ett skakbord på vilket olika godsslag placeras.

De transportkedjor som skall studeras delas upp i delmoment, vilka studeras enskilt och de uppmätta accelerationerna katalogiseras i olika mätserier. Vissa delmoment förekommer identiskt i flera tranportkedjor, varför mätserier från ett delmoment kan användas i flera av transportkedjorna. Följande huvudsakliga indelning gäller för de olika mätserierna:

A – Järnvägstransport
B – Landsvägstransport
C – Sjötransport
D – Hantering på terminaler, trailer
E – Hantering på terminaler, växelflak
F – Hantering på terminaler, container

Under transport skall om möjligt samtidigt med påkänningarna positionen bestämmas med GPS.

Mätningar av påkänningar startar från det att en lastad lastbärare lämnar avsändare tills det att den anländer till mottagare. Detta innebär att lastning och lossning av godset i lastbäraren hos mottagaren/avsändaren inte ingår i studien. Däremot ingår omlastning av lastbäraren under transporten.

Vid omlastningar av lastbäraren skall hantering med de olika typer av lyftutrustning som bedöms som relevanta studeras. Relevanta lyftutrustningar inkluderar *hamnkran*, *portalkran*, *reach-stacker* och *gaffeltruck*, enligt befintlig projektbeskrivning.

Ombord i fartyg erhålls olika påkänningar på lastbäraren vid olika väderförhållanden. Det skulle därför krävas väldigt omfattande studier för att fastsälla relevansen av de värden som erhålls vid mätningar till sjöss. Det är därför omöjligt att inom ramen för detta projekt utföra dessa studier. Istället föreslås att uppgifter om förväntade maximala accelerationer hämtas från internationella regelverk och tidigare studier.

A.1 Urval av transporter

Enligt förslag från föregående möte skall följande transportkedjor studeras inom ramen för projektet:

1 Kombikedjor inrikes

1.1 Järnväg – vagnslast – via industrispår



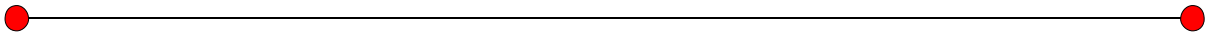
1.2 Kombi – växelflak



1.3 Kombi – trailer



1.4 Lastbil hela vägen



2 Kombikedjor utrikes, Skandinavien – Kontinenten

2.1 Järnväg – vagnslast – hela vägen (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.1)*



2.2 Järnväg – vagnslast – hela vägen (via jvg-färja)



2.3 Kombi – växelflak (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.3)*



2.4 Kombi - växelflak – via fartyg



2.5 Kombi – trailer – (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.4)*



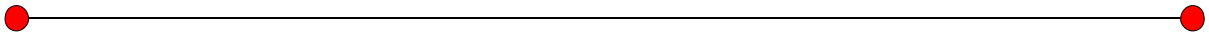
2.6 Kombi - trailer – via fartyg



2.7 Lastbil och båt

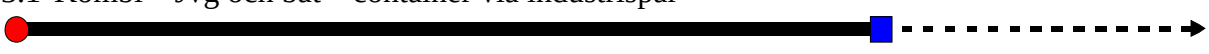


2.8 Lastbil hela vägen (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält)



3 Kombikedjor utrikes, Översjötransport

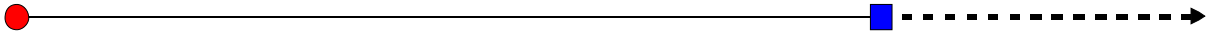
3.1 Kombi – Jvg och båt – container via industrispår



3.2 Kombi - lastbil, jvg och båt – container



3.3 Lastbil direkt till hamn – container



A.2 Uppdelning av transportkedjor i moment

1 Kombikedjor inrikes

1.1 Järnväg – vagnslast – via industrispår

	Moment	Utfört
1.1.1	Trafik på järnvägsspår från avsändare till mottagare	X
1.1.2	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	

1.2 Kombi – växelflak

	Moment	Utfört
1.2.1	Koppling till lastbil	
1.2.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	
1.2.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	
	a) Koppling från lastbil	
	b) Lyft från mark	X
	c) Intern transport på terminal	X
	d) Nedsättning på mark	X
1.2.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	X
1.2.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
1.2.6	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	X
	a) Lyft från järnvägsvagn	X
	b) Intern transport på terminal	X
	c) Nedsättning på marken/släp	X
	d) Koppling till lastbil	
1.2.7	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
1.2.8	Koppling från lastbil	

1.3 Kombi – trailer

	Moment	Utfört
1.3.1	Koppling till dragare	X
1.3.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	X
1.3.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	X
	a) Koppling från dragare	X
	b) Lyft från marken	X
	c) Intern transport	X
	d) Nedsättning på järnvägsvagn	X
1.3.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	X
1.3.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
1.3.6	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	
	a) Avlyftning från järnvägsvagn olika typer av lyftutrustningar	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Koppling till dragare	
1.3.7	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
1.3.8	Koppling från dragare	X

1.4 Lastbil hela vägen

	Moment	Utfört
1.4.1	Koppling till dragare	X
1.4.2	Landsvägstransport från avsändare till mottagare	X
1.4.3	Koppling från dragare	X

2 Kombikedjor utrikes, Skandinavien – Kontinenten

2.1 Järnväg – vagnslast – hela vägen (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.1)*

	Moment	**Utfört**
2.1.1	Trafik på järnvägsspår från avsändare till mottagare	X
2.1.2	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	

2.2 Järnväg – vagnslast – hela vägen (via jvg-färja)

	Moment	**Utfört**
2.2.1	Trafik på järnvägsspår från avsändare till avsändarhamn	
2.2.2	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.2.3	Sjötransport	
	a) Transport in i fartyg	X
	b) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	c) Transport ut ur fartyg	X
2.2.4	Trafik på järnvägsspår från mottagarhamn till mottagare	
2.2.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	

2.3 Kombi – växelflak (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.3)*

	Moment	**Utfört**
2.3.1	Koppling till lastbil	X
2.3.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	X
2.3.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	X
	a) Koppling från lastbil	X
	b) Lyft från mark	X
	c) Intern transport	X
	d) Nedsättning på mark	X
2.3.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	X
2.3.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.3.6	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	X
	a) Avlyftning från järnvägsvagn olika typer av lyftutrustningar	X
	b) Intern transport	X
	c) Nedsättning på marken	X
	d) Koppling till lastbil	
2.3.7	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
2.3.8	Koppling från lastbil	X

2.4 Kombi - växelflak – via fartyg

	Moment	Utfört
2.4.1	Koppling till lastbil	X
2.4.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	X
2.4.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	X
	a) Koppling från lastbil	X
	b) Lyft från mark	X
	c) Intern transport	X
	d) Nedsättning på mark	X
2.4.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till hamnkombiterminal	
2.4.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.4.6	***Alternativ 2.4.6 Sjötransport med järnvägsvagn på fartyg*** Transport in och ut ur fartyg med lastbäraren kvar på jvg-vagn	
	a) Transport in i fartyg	
	b) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	c) Transport ut ur fartyg	
2.4.7	***Alternativ 2.4.7 Sjötransport på mafi på fartyg*** Hantering i hamn samt transport in och ut ur fartyg då lastbäraren stuvas löst i fartyg på mafi	
	a) Lyft från järnvägsvagn	X
	b) Intern transport	X
	c) Nedsättning på marken/mafi	X
	d) Transport in i fartyg	X
	e) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	f) Transport ut ur fartyg	X
	e) Lyft från mafi	X
	f) Intern transport	X
	g) Nedsättning på järnvägsvagn/mark	X
2.4.8	Trafik på järnvägsspår från hamnkombiterminal till kombiterminal	
2.4.9	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.4.10	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	
	a) Lyft från järnvägsvagn	X
	b) Intern transport	X
	c) Nedsättning på marken	X
	d) Koppling till lastbil	X
2.4.11	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
2.4.12	Koppling från lastbil	

2.5 Kombi – trailer – (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.4)*

	Moment	**Utfört**
2.5.1	Koppling till dragare	X
2.5.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	X
2.5.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	X
	a) Koppling från dragare	X
	b) Lyft från marken	X
	c) Intern transport	X
	d) Nedsättning på järnvägsvagn	X
2.5.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	X
2.5.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.5.6	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	X
	a) Avlyftning från järnvägsvagn olika typer av lyftutrustningar	X
	b) Nedsättning på marken	X
	c) Intern transport	X
	d) Koppling till dragare	X
2.5.7	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	X
2.5.8	Koppling från dragare	X

2.6 Kombi - trailer – via fartyg

	Moment	Utfört
2.6.1	Koppling till dragare	X
2.6.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	X
2.6.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	X
	a) Koppling från dragare	X
	b) Lyft från marken	X
	c) Intern transport	X
	d) Nedsättning på järnvägsvagn	X
2.6.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till hamnkombiterminal	
2.6.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.6.6	***Alternativ 2.6.6 Sjötransport med järnvägsvagn på fartyg*** Transport in och ut ur fartyg med lastbäraren kvar på jvg-vagn	
	a) Transport in i fartyg	
	b) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	c) Transport ut ur fartyg	
2.6.7	***Alternativ2.6.7 Sjötransport löst stuvad på fartyg*** Hantering i hamn samt transport in och ut ur fartyg då lastbäraren stuvas löst i fartyg	
	a) Avlyftning från järnvägsvagn med olika lyftutrustningar	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Transport in i fartyg	
	e) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	f) Transport ut ur fartyg	
	e) Lyft från marken	
	f) Intern transport	
	g) Nedsättning på järnvägsvagn/mark	
2.6.8	Trafik på järnvägsspår från hamnkombiterminal till kombiterminal	
2.6.9	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
2.6.10	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	
	a) Avlyftning från järnvägsvagn olika typer av lyftutrustningar	
	b) Nedsättning på marken	
	c) Intern hantering	
	d) Koppling till dragare	
2.6.11	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
2.6.12	Koppling från dragare	

2.7 Lastbil och båt

	Moment	**Utfört**
2.7.1	Koppling till dragare	X
2.7.2	Landsvägstransport från avsändare till mottagare	X
2.73	Sjötransport	
	a) Transport in i fartyg	X
	b) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	c) Transport ut ur fartyg	X
2.7.4	Landsvägstransport från avsändare till mottagare	X
2.7.5	Koppling från dragare	X

2.8 Lastbil hela vägen (via fasta förbindelser över Öresund och Stora Bält) *(se 1.5)*

	Moment	**Utfört**
2.8.1	Koppling till dragare	X
2.8.2	Landsvägstransport från avsändare till mottagare	X
2.8.3	Koppling från dragare	

3 Kombikedjor utrikes, Översjötransport

3.1 Kombi – Jvg och båt – container via industrispår

	Moment	Utfört
3.1.1	Trafik på järnvägsspår från avsändare till avsändarhamn	
3.1.2	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
3.1.3	Hantering i hamn samt transport in och ut ur fartyg då lastbäraren stuvas löst i fartyg	
	a) Lyft från järnvägsvagn	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Lyft från marken	
	e) Intern transport	
	f) Nedsättning på marken	
	g) Lyft ombord fartyg	
	h) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	i) Lyft ur fartyg	
	j) Nedsättning på marken	
	k) Lyft från marken	
	l) Intern transport	
	m) Nedsättning på järnvägsvagn	
3.1.4	Trafik på järnvägsspår från mottagarhamn till mottagare	
3.1.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	

3.2 Kombi - lastbil, jvg och båt – container

	Moment	Utfört
3.2.1	Koppling till lastbil (upplyft???)	
3.2.2	Landsvägstransport från avsändare till kombiterminal	
3.2.3	Hantering på kombiterminal ”avsändare”	
	a) Avlyft från släp	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Lyft från marken	
	e) Intern transport	
	f) Nedsättning på järnvägsvagn med olika typer av lyftutrustningar	
3.2.4	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	
3.2.5	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
3.2.6	Hantering i hamn samt transport in och ut ur fartyg då lastbäraren stuvas löst i fartyg	
	a) Lyft från järnvägsvagn	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Lyft från marken	
	e) Intern transport	
	f) Nedsättning på marken	
	g) Lyft ombord fartyg	
	h) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	i) Lyft ur fartyg	
	j) Nedsättning på marken	
	k) Lyft från marken	
	l) Intern transport	
	m) Nedsättning på järnvägsvagn	
3.2.7	Trafik på järnvägsspår från kombiterminal till kombiterminal	
3.2.8	Rangering vid olika hastigheter och med olika typer av vagnar	
3.2.9	Hantering på kombiterminal ”mottagare”	
	a) Lyft från järnvägsvagn	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken/släp	
	d) Koppling till dragare	
3.2.10	Landsvägstransport från kombiterminal till mottagare	
3.2.11	Koppling från lastbil (avlyft???)	

3.3 Lastbil direkt till hamn – container

	Moment	Utfört
3.3.1	Koppling till lastbil	
3.3.2	Landsvägstransport från avsändare till hamn	
3.3.3	Hantering i hamn samt transport in och ut ur fartyg då lastbäraren stuvas löst i fartyg	
	a) Lyft från släp	
	b) Intern transport	
	c) Nedsättning på marken	
	d) Lyft från marken	
	e) Intern transport	
	f) Nedsättning på marken	
	g) Lyft ombord fartyg	
	h) Sjötransport från avsändarhamn till mottagarhamn	
	i) Lyft ur fartyg	
	j) Nedsättning på marken	
	k) Lyft från marken	
	l) Intern transport	
	m) Nedsättning på släp	
3.3.4	Landsvägstransport från mottagarhamn till mottagare	
3.3.5	Koppling från lastbil	