

Mätning av vibrationsexponering under motionscykling

Projektarbete inom *Mätutbildning för kemiska och fysikaliska faktorer i arbetsmiljön*, höstterminen 2019



Niklas Ricklund
Yrkeshygieniker, fil. dr

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Sörmland, Västmanland, Värmland och Örebro län. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

Webbplats

www.regionorebrolan.se/amm

Citera oss gärna, men vänligen ange källan.

Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	Bakgrund.....	5
3	Syfte.....	5
4	Metod.....	5
4.1	Mätinstrument.....	6
4.2	Genomförande.....	7
5	Resultat.....	9
6	Diskussion.....	10
7	Referenser	12
	Bilaga 1.....	13

1 Sammanfattning

I projektet har mätningar gjorts för att ta fram data avseende hand- och armvibrationer från motionscykling. En mängd olika faktorer kunde tänkas påverka utfallet, varför avgränsning gjordes utifrån variablerna cykeltyp (racer och MTB) och underlag (asfalt, grus och stig). För mätningarna användes vibrationsmätare SVANTEK 106 och geografiska data insamlades via mobilapp STRAVA. Resultaten påvisade högst vibrationsnivåer (effektivvärden) för racercykel på grus och MTB på stig: 13,5 respektive 11,2 m/s²; lägre för MTB på grus och racer på asfalt: 6,4 och 6,1 respektive 6,2 m/s²; och lägst för MTB på asfalt: 3,3 m/s².

Uppmätta vibrationsnivåer medgav exponeringstider för MTB från 24 minuter (på stig) upp till 4 timmar och 35 minuter (på asfalt) innan insatsvärdet uppnåddes (2,5 m/s², AFS 2005:15), respektive tider från 2 timmar och 36 minuter upp till mer än 18 timmar innan gränsvärdet uppnåddes (5,0 m/s², AFS 2005:15). För racer blev de motsvarande exponeringstiderna 16 minuter (på grus) upp till 1 timme och 18 minuter (på asfalt) för insatsvärdet, respektive 1 timme och 6 minuter upp till 5 timmar och 12 minuter för gränsvärdet.

Beräkning av toppfaktor (Eng. *crest factor*) gav låga värden (<6) för alla kombinationer av cykel/underlag (1,9-3,7).

Slutsatser drogs att motionscykling med MTB på stig men även på grus samt racer på asfalt kan för motionärer sannolikt ge vibrationsdoser över insatsvärdet, men inte gränsvärdet, med undantag från racer på grus och andra kombinationer av cykel/underlag under längre distanspass (>2,5 uppemot 5-6 timmar) och tävling.

Upplägg för ytterligare studier skulle förslagsvis kunna inkludera flera påverkansfaktorer (däcktryck, tekniska komfort-anpassningar, ram-material, asfalts- och stigtyper, hastighet, sittställning och erfarenhet/körteknik); undersökningar av huruvida cykling möjligen kan ha orsakat besvär hos olika utövare; samt även helkroppsvibrationer genom sadel.

2 Bakgrund

Vibrationsskador är vanliga bland de patienter som utreds vid Arbets- och miljömedicin. Utredningarna påvisar ofta samband mellan skador och yrken med mycket användning av handhållna vibrerande maskiner. Vibrationsexponering från yrket kan mätas direkt eller uppskattas utifrån maskintider kombinerade med schabloner för vibrationsnivåer. Vid sidan av yrkesexponering kan även exponering under fritid hos patienterna ha betydelse. Motionscykling är en vanlig fritidsaktivitet men vibrationsdata saknas liksom praktisk erfarenhet av mätningar.

3 Syfte

Mätningarnas syfte var att ta fram vibrationsdata för motionscykling som kan användas för att ge en uppfattning om patienters fritidsexponering från motionscykling. Sekundärt förväntas resultaten ge underlag för metodutveckling.

Arbetet utfördes som en del av *Mätutbildning för kemiska och fysikaliska faktorer i arbetsmiljön* som under hösten 2019 gavs vid Arbets- och miljömedicin, Uppsala.

4 Metod

Utgångspunkten för mätningarna var att ta fram resultat representativa för vanligt förekommande motionscykling. Vibrationsnivåerna i ett cykelstyre, det vill säga hand- och armvibrationer (HAV), kan under cykling förväntas vara påverkade av åtskilliga faktorer. Dessa påverkansfaktorer antas vara:

- Cykel
 - Däck (typ, tryck); material i ram, framgaffel, hjul, styre, styrstam (kolfiber, stål, aluminium); ram- och hjulstorlek; handtag/styrlinda (tjocklek, hårdhet); dämpning i framgaffel och/eller baktriangel (typ, lufttryck)
- Underlag
 - Asfalt (gammal, ny, oljegrus); grus (löst eller hårt packat), stig (rötter, stenar, lera, packad jord, gräs), väder (vått/torrt, frusen/tinad mark)
- Cyklist
 - Vikt; sittställning (kroppens viktfördelning över cykeln); teknik och körsätt (styrgrepp, linjeval, följsamhet, medelhastighet, accelerationer)

För att avgränsa mätningarnas omfattning gjordes antagandena att cykeltyp och underlag normalt sett har högst inverkan på HAV. För mätningarna valdes därför ut 2 vanliga cykeltyper och 3 olika underlag:

- Mountainbike och landsvägsracer (bild 1 respektive 2)
- Asfalt, grus (MTB, racer) och stig (MTB)

För att göra resultat jämförbara mellan dessa påverkansfaktorer användes en och samma cyklist. Motionscykling fick definieras av jämn hastighet, moderat hållen utifrån terräng. Normala

tekniska förutsättningar antogs vara lägsta möjliga däcktryck för MTB utan genomslag (under mätningarna: 1,6 bar för 75 kg cyklist) och för racer standardval (8 bar), lufttryck och inställningar för dämpad framgaffel på MTB enligt tillverkarens rekommendationer. Inga särskilda kontroller gjordes för cyklistens sittställning som bedömdes vara normal/neutral för respektive cykeltyp.



Bild 1. MTB av vanlig typ för motionscykling använd under vibrationsmätningar – 29 tum "hardtail" i storlek M/L (48 cm) med dämpad framgaffel; ram, styre och styrstam av kolfiber; hjul av aluminium, däckbredd 2,25 tum.



Bild 2. Landsvägsracer använd under vibrationsmätningar. Storlek M/L (56 cm); ram och hjul i kolfiber, styre och styrstam i aluminium; däckbredd 23 mm.

4.1 Mätinstrument

För mätningarna användes vibrationsmätare SVANTEK 106 (bild 3) med tillverkarens förinställda parameterval för HAV inkluderat loggning av toppvärden och effektivvärden (eng.

peak value respektive root mean square, RMS) var 0,5:e sekund. Instrumentet var innan mätningarna kalibrerat av Arbets- och miljömedicins Instrumentpool Örebro i enlighet med tillverkarens rekommendationer.

4.2 Genomförande

Vibrationsmätarens accelerometer fästes på styret nära greppområde (bild 4). Fästpunkten var styrets hårda yta bredvid gummihandtag (MTB) respektive styrlinda (racer), dels för att ge plats åt händer och dels för att eliminera potentiell betydelse av handtagstyp (varierande tjocklek och hårdhet). Både accelerometern och SVANTEK 106 vädersäkrades genom att inneslutas i ylle omslutet av vattentätt material (bild 5 och 6). SVANTEK 106 förvarades i bakficka på cyklistens jacka.



Bild 3. Vibrationsmätare SVANTEK 106.



Bild 4. Accelerometer fäst på styret med anslutningskabel till SVANTEK 106.



Bild 5 och 6. Fuktsäkring av SVANTEK 106 och accelerometer.

Mätningarna genomfördes vid 2 tillfällen, 2019-10-02 respektive 2019-10-07. Vid det första tillfället gjordes mätningar för MTB på en total sträcka av 15 km (asfalt 4,6 + grus 5,9 + stig 4,5

km) med medelhastighet 19 km/tim. motsvarande en exponeringstid cirka 50 minuter. Vid det andra tillfället gjordes mätningar för racer med motsvarande respektive värden 22,5 km (asfalt 19,9 + grus 2,6 km), medelhastighet 32 km/tim., exponeringstid cirka 40 min. Vid båda tillfällena var det några enstaka plusgrader ute, med regn under MTB-rundan och uppehåll under racer-rundan. Underlag och väderförhållanden visas i bilderna 7, 8, 9 respektive 10 och 11. Data sparades i en och samma mätfil för respektive runda. Parallellt med vibrationsmätningar loggades tider mot geografiska data via mobilapp STRAVA, se bild 12. Geografiska data användes för att ta ut medelhastighet och särskilja segment av underlag (asfalt, grus och stig) i mätfilen med vibrationsdata.

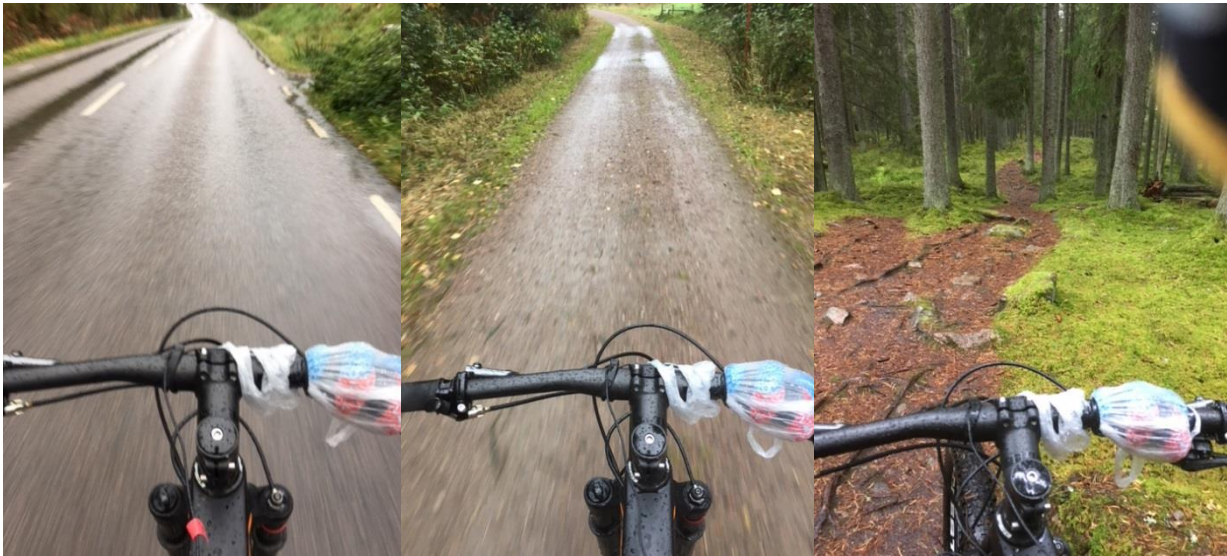


Bild 7, 8 och 9. MTB under mätning – på asfalt, grus respektive stig.



Bild 10 och 11. Racer under mätning – på asfalt och grus.

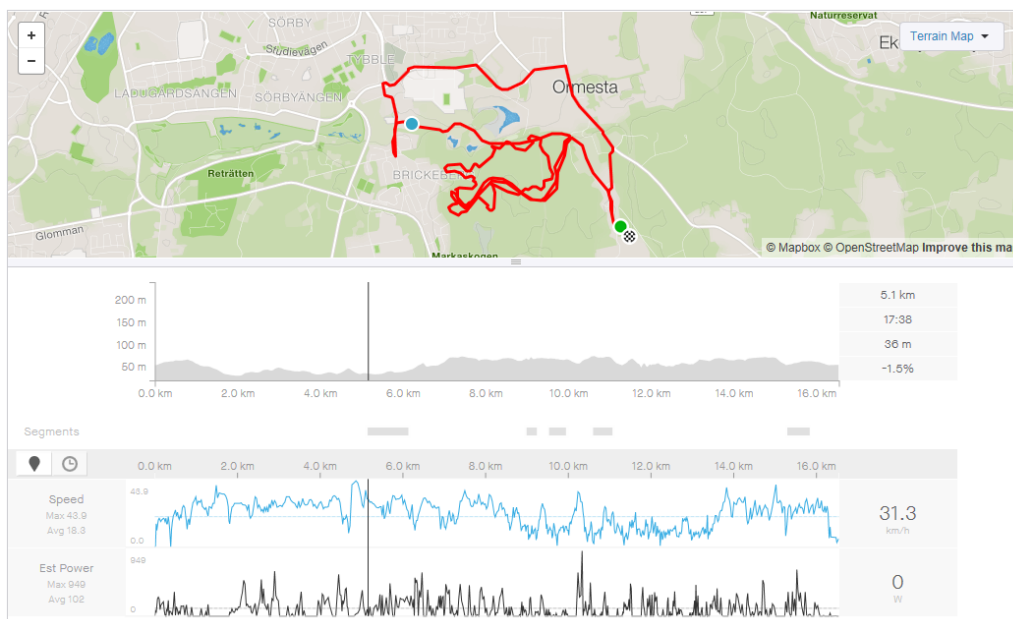


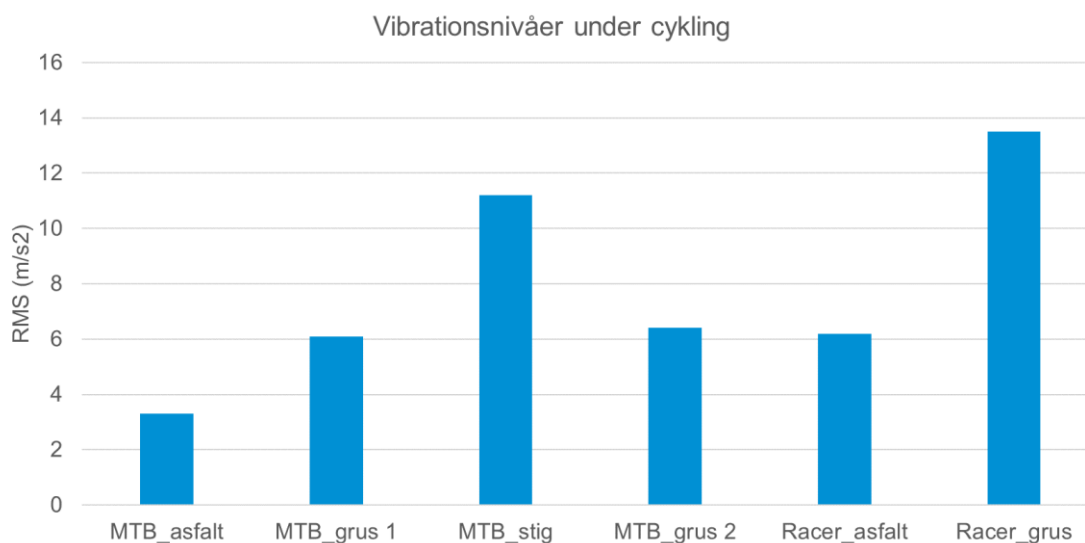
Bild 12. Uttag från STRAVA, geografiska data och momentan hastighet.

5 Resultat

Resultaten från mätningarna av hand- och armvibrationer genom styre under motionscykling påvisade högst vibrationsnivåer (effektivvärde) för racercykel på grus och MTB på stig; 13,5 respektive 11,2 m/s^2 . Därefter följde resultat på likartad nivå för MTB på grus och racer på asfalt; 6,4 och 6,1 respektive 6,2 m/s^2 . Lägst vibrationsnivå uppmättes för MTB på asfalt; 3,3 m/s^2 . Vibrationsnivåer uttryckt som effektivvärden för de olika cykeltyperna och underlagen illustreras i figur 1.

Uppmätta vibrationsnivåer medgav exponeringstider för MTB från 24 minuter (på stig) upp till 4 timmar och 35 minuter (på asfalt) innan insatsvärdet uppnåddes (2,5 m/s^2 , AFS 2005:15), respektive tider från 2 timmar och 36 minuter upp till mer än 18 timmar innan gränsvärdet uppnåddes (5,0 m/s^2 , AFS 2005:15). För racer blev de motsvarande exponeringstiderna 16 minuter (på grus) upp till 1 timme och 18 minuter (på asfalt) för insatsvärdet, respektive 1 timme och 6 minuter upp till 5 timmar och 12 minuter för gränsvärdet. Samtliga resultat är sammanfattade i tabell 1.

Bland uppmätta vibrationsnivåer gav MTB på stig högsta toppvärdet på 30,4 m/s^2 . Så kallad toppfaktor (Eng. *crest factor* – faktorn mellan toppvärde och effektivvärde, som mått på stötighet för aktiviteten) var emellertid låg (en per definition stötig aktivitet har en toppfaktor >6; Arbetsmiljöverket, 2005), både med MTB på stig (2,7) och för övriga kombinationer av cyklar/underlag (1,9-3,7).



Figur 1. Uppmätta hand- och armvibrationer från olika kombinationer av cykeltyper och underlag.

Tabell 1. Sammanfattning av resultat från mätningar av hand- och armvibrationer under motionscykling.

Cykel underlag	Medelhastighet (km/h)	Exponeringstid (min:sek)	hand- & armvibrationer					Tid (tim:min) till insatsvärde (2,5 m/s², AFS 2005:15)	Tid (tim:min) till gränsvärde 5,0 m/s², AFS 2005:15)
			RMS (m/s², medelvärde)	Peak VN (m/s²)	Crest factor	A(8)	Poäng		
MTB_asfalt	27	10:22	3,3	12,3	3,7	0,5	4	4:35	18:22
MTB_grus 1	25	8:40	6,1	14,7	2,4	0,8	11	1:21	5:22
MTB_stig	12	22:00	11,2	30,4	2,7	2,4	92	0:24	2:36
MTB_grus 2	23	5:27	6,4	12,2	1,9	0,7	8	1:13	5:53
Totalt	19	46:29	9,1	30,4	3,3	2,7	115	n/a	n/a
Racer_asfalt	33	35:22	6,2	21,2	3,4	1,7	45	1:18	5:12
Racer_grus	28	5:44	13,5	42,3	3,1	1,5	36	0:16	1:06
Totalt	32	41:06	7,7	42,3	5,5	2,3	81	n/a	n/a

6 Diskussion

Motionscykling med MTB på framförallt stig men även på grus samt med racer på asfalt kan för motionärer i allmänhet sannolikt ge vibrationsdoser över insatsvärdet. (På arbetsplatser innebär överskridande av insatsvärdet att krav ställs på arbetsgivaren att genomföra insatser/åtgärder för att minska exponeringen, AFS 2005:15.) Eftersom endast 24 minuter med MTB på stig var tillräckligt för att överskrida insatsvärdet vid uppmätta vibrationsnivåer kan för cykeltypen antas att även stigcykling i kombination med grusvägscyklning har hög potential att ge doser över insatsvärdet. Erfarenhetsbaserat så är aktivitetstider för motionärer uppemot 1-1,5 timme vanligt förekommande. För motionärer som utövar racercykling på landsväg kan det gissningsvis vara vanligt med ännu längre aktivitetstider, av orsaker som exempelvis tradition inom sporten (stort fokus på hög volym/lågintensivt) och långa motionslopp med högt deltagarantal (framförallt Vätternrundan). Överskridanden av gränsvärdet – baserat på mätresultaten i kombination med hypotetiska aktivitetstider – är å andra sidan troligen sällsynt förekommande bland motionärer – bland utövare av både MTB- och racercykling. Till undantagen hör racercykling på grus som utifrån resultaten på kort tid skapar mycket höga vibrationsdoser (RMS 13,5 m/s²), motsvarande cirka 1 timmes cykling för att uppnå gränsvärdet. Utan särskilda anpassningar rekommenderas

därför att cykeltypen inte användas för underlaget i fråga. Tekniska anpassningar för vibrationsdämpning finns exempelvis inom produktsegmenten för så kallad *gravel* (eng. för ”grus-cykling”) och komfortracers. Andra tillfällen där gränsvärdet tänkbart kan överskridas är långa pass för uthållighet (>2,5 uppmot 5-6 timmar, se tabell 1) och under tävling (långa tävlingar och/eller högre hastighet).

För jämförelse mot data i denna rapport har enstaka mätningar av HAV för cykling påträffats. Vibrationsdata från vardags-/motionscykling med hybridcykel under olika förhållanden och 27 mättillfällen har tagits fram av yrkeshygieniker Liljelind, I. vid AMM Umeå och gett RMS mellan 1,6-5,1; median 2,9 m/s², alltså strax under uppmätt vibrationsnivå för MTB på asfalt (3,3 m/s²) i föreliggande rapport. I en vetenskaplig artikel av Chiementin, X. et al., 2012 har publicerats vibrationsnivåer och viss parameteranalys för racercykling på mycket ojämnt underlag (pavé). Från denna studie har FHV-metodik via sammanställning återrapporterat RMS 11 m/s², det vill säga jämförbart med uppmätt nivå för stigcykling (11,2 m/s², tabell 1).

Från resultaten kan en rad hypoteser formuleras för fortsatta studier av hur HAV påverkas av cykeln, underlaget och cyklisten. Exempel på sådana tekniska aspekter är inverkan från däcktryck, tekniska komfort-anpassningar, ram-material, asfalts- och stigtyper, hastighet, sittställning och erfarenhet/körteknik. Inverkan av hastighet har under vissa förhållanden undersökts av Chiementin, X. et al. (2012), vilket kan vara till hjälp. Huruvida vibrationsrelaterade besvär från cykling är ett problem bland utövare verkar också i hög grad återstå att besvara (med förbehåll för att endast en enklare litteraturgenomgång har gjorts). Utövare finns inom olika kategorier av motionärer, tävlingscyklister och cykelburna yrken (exempelvis brevbärare, cykelbud, professionella tävlingscyklister). Bland cyklister kan även tänkas förekomma exponering från annat håll, till exempel genom hantverksyrken med handhållna vibrerande maskiner (inom till exempel byggbranschen), vilket i kombination sannolikt kan öka risken för besvär.

Vid eventuella framtida försök bör även helkroppsvibrationer inkluderas. Några av svårigheterna för mätning av helkroppsvibrationer på cykel inkluderar att vibrationsmätaren av typen SVANTEK 106 (till AMMs kännedom) inte klarar av att samtidigt köra olika program på de två tillgängliga kanalerna för accelerometrar (det vill säga program för HAV respektive helkropp). Sittplattan som är tänkt ska användas för helkroppsvibrationer är inte heller ett praktiskt alternativ för cykelsadel, vilket leder till särskilda krav på noggrannhet vid montering av accelerometer för att erhålla korrekta data för de uppmätta vibrationernas riktningar. En ytterligare faktor att ta hänsyn till är att vibrationsdata sannolikt i mindre grad än för vibrationer i styret motsvarar sann exponering. Orsaken är att cykling, framförallt med MTB på stig, vanligen medför långa episoder av stående utan kontakt med sadel.

7 Referenser

Arbetsmiljöverket, 2005. Vibrationer – hur du minskar risken för skador. ISBN: 91-7464-457-2

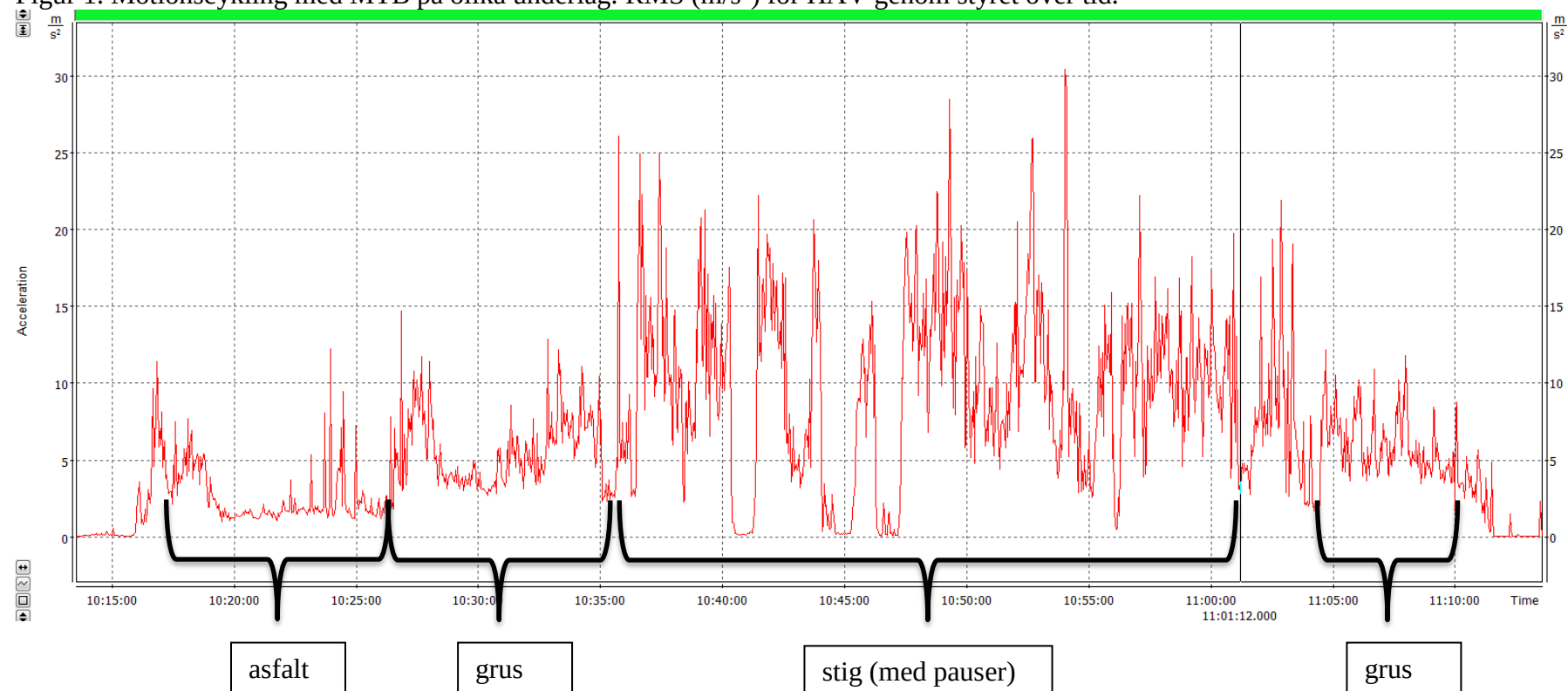
Arbetsmiljöverket föreskrifter (AFS) 2005:15 Vibrationer.

Chimentin X., Rigaut, M., Crequy S., Bolaers F., Bertucci W. (2012). Hand–arm vibration in cycling. Journal of Vibration and Control 19(16), 2551–2560.

FHV-metodik om vibrationer: <http://fhvmetodik.se/utvardering-presentation-av-vibrationsmatdata/> (senast öppnad 2019-11-13)

Bilaga 1

Figur 1. Motionscykling med MTB på olika underlag: RMS (m/s^2) för HAV genom styret över tid.



Figur 2. Motionscykling med racer på olika underlag: RMS (m/s^2) för HAV genom styret över tid.



Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Sörmland, Västmanland, Värmland och Örebro län.

Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra länen.

Vårt arbete rör sambandet mellan hälsa och ohälsa i relation till olika typer av exponeringar i arbetsmiljön, boendemiljön och den yttre miljön.

Besök vår webbplats för att läsa mer om oss. Där kan du även anmäla dig till vårt nyhetsbrev.

www.regionorebrolan.se/amm

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

