

RAPPORT

Effektsamband och gränsvärden för vibrationer



Trafikverket

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Innehåll

Effektsamband och gränsvärden för vibrationer	1
---	---

Innehåll.....	3
---------------	---

1 Vibrationer.....	4
--------------------	---

1.1 Inledning	4
---------------------	---

1.2 Mål och riktlinjer	4
------------------------------	---

1.3 Effekter och konsekvenser	5
-------------------------------------	---

1 Vibrationer

1.1 Inledning

Vibrationer är svängningsrörelser som uppstår vid överföring av energi i ett mekaniskt system. Vibrationsproblem kan uppstå i många skeden; vid byggnation, trafikering, drift och underhåll eller rivning och återställande av mark. Detta kapitel kommer att ta upp störning från trafikvibrationer från väg och järnväg.

1.2 Mål och riktlinjer

Vid tillämpning av mål, riktlinjer och mätutförande för trafikvibrationer utgår Trafikverket från följande dokument:

- Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg TDOK 2014:1021SS 4604861:2022 Vibration och stöt – Mätning och vägledning för bedömning av komfort i byggnader.

Idag saknas nationella riktlinjer för vibrationer men Trafikverkets riktlinje har presenterats för flertal berörda myndigheter inom ramen för Naturvårdsverkets bullersamverkan. Inga invändningar mot Trafikverkets riktvärden har vid dessa tillfällen framförts vilket ger riktlinjen en viss dignitet och legitimitet. Riktlinjen innehåller riktvärden och åtgärdsnivåer för åtgärdskategorierna Nybyggnad och väsentlig ombyggnad samt Befintlig infrastruktur. Vidare ger riktlinjen en konkretisering av vad Trafikverket anser vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö.

Vid bedömning av komfortstörande vibrationer skall mätning ske inomhus på golv i tre riktningar. Mätvärden skall frekvensvägas och medelvärdesbildas (RMS) enligt ovanstående standard.

Riktvärdet 0,4 mm/s vägd RMS är en konkretisering av vad Trafikverket anser vara en god eller i vissa fall godtagbar miljö för bostäder och vårdlokaler. Värdet tillämpas nattetid och ska utgöra ett stöd vid Trafikverkets bedömningar om behov av utredningar och genomförande av skyddsåtgärder mot höga vibrationsnivåer.

Vid vibrationer över 0,7 mm/s (vägt RMS-värde) nattetid ska man i första hand vidta vibrationsåtgärder, för att sedan bedöma behovet av bullerskyddsåtgärder. Detta är en följd av att ingen ska behöva utsättas för buller- eller vibrationsnivåer över de åtgärdsnivåer som tillämpas inom åtgärds kategorin befintlig infrastruktur.

Vid **nybyggnad och väsentlig ombyggnad av infrastruktur** skall åtgärd normalt vidtas vid överskridande av 0,4 mm/s vägd RMS. Riktvärdet avser trafikårsmedelnatt och får inte överskridas vid fler än fem tillfällen. Projektets budget ska innehålla de kostnader för vibrationsåtgärder som är motiverade och rimliga för att uppfylla riktlinjen.

Vid **befintlig infrastruktur** skall åtgärd vidtas vid överskridande av 0,7 mm/s vägd RMS. Riktvärdet avser trafikårsmedelnatt och får inte överskridas vid fler än fem tillfällen. För järnväg vidtas åtgärd om nivån

0,4 mm/s vägd RMS överskrider fler än fem gånger per natt och om minst en av dessa störningshändelser överskrider 0,7 mm/s vägd RMS.

- Mätning, utvärdering och rapportskrivning skall följa normen för svensk standard SS 4604861:2022 och i tillämpliga delar den äldre riktlinjen Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik, Riktlinjer och tillämpning, Dnr: S02-4235/SA60, 2006-02-01.

1.3 Effekter och konsekvenser

Till skillnad från bullerstörningar kan vibrationsstörningar variera starkt mellan näraliggande och snarlika hus. Några säkra samband mellan byggnadstyper, geotekniska förhållanden, fordonstyper och hastigheter föreligger inte.

När tung trafik framförs uppkommer vibrationer i vägkroppen/banvallen som sprids ut i omgivningen. Hur höga nivåer och till vilket avstånd vibrationen fortplantas beror på en mängd faktorer. Tung godstrafik är oftast betydligt större vibrationsalstrare även om de framförs i lägre hastighet. Persontrafik genererar i mindre omfattning störningar över gällande riktvärden.

De största vibrationerna uppträder när tunga enhetslastade godståg passerar över lösa jordar, exempelvis lera. Vibrationerna kan spridas över stora områden och kan påverka även väldigt stora och tunga byggnader. Kraftiga vibrationer som får hela jordmassor att komma i resonans är vanligt förekommande vid frekvenser understigande 10 Hz. Det är inte ovanligt att det sker en förstärkning av vibrationer inom byggnadens våningsplan vilket resulterar i att de högsta vibrationerna uppkommer i de översta våningsplanen. Vertikala vibrationer blir vanligen som högst i mitten av det golv som har den längsta spännvidden i en byggnad. De högsta horisontella vibrationsnivåerna uppträder vanligtvis i byggnaders översta våningsplan.

Trafikvibrationer kan leda till oönskade rörelser och skramlande ljud hos byggnadsdelar och inventarier som glas och serviser i skåp och på hyllor, helkroppsvibration, störning i känslig utrustning. I extremt sällsynta fall kan det uppstå kosmetiska skador på byggnader. Synliga rörelser hos fönster och växter kan bidra till att öka den upplevda störningen.

Risken för störningar av trafikgenererade vibrationer är störst när både väg/bana och byggnad är uppförd på lös jord, såsom lera och silt. På morän och fast berg blir vibrationerna mycket små. Fordonshastighet har betydelse för markvibrationer, dock är det inget entydigt linjärt samband. Det är vanligare att vibrationen ökar med ökande hastighet än tvärs om.

Vid vibrationsmätning är det viktigt att särskilt beakta vibrationer med frekvenser som är nära eller lika med det studerade mekaniska systemets resonansfrekvenser. Resonans kan medföra att även en svag vibration får systemets svängning att öka kraftigt. Ett exempel är att en låg vibration i mark kan medföra en kraftigare vibration på ett golv högre upp i en byggnad.

För *omgivningen* kring en väg, uppstår problem främst i samband med tung trafik på ojämn vägbana och svag undergrund. Även på helt jämn

vägbana uppstår vibrationer under tunga fordon, genom de spänningsändringar och rörelser som sker i marken. Ojämn vägbana ger därtill dynamiska stötpåkänningar när hjulen passerar ojämnheter, vilket resulterar i kraftigt ökad markvibration.

För *omgivningen* kring en järnväg uppstår vanligtvis störst problem i samband med godstrafik på lösa jordar. Långvågiga ojämnheter eller hängande sliprar kan bidra till en ökad vibrationsalstring.

Ibland förväxlas störningsupplevelser från stomljud (strukturell ljud som skapas inomhus av de inkommande markvibrationerna) med störningar från vibrationer, då dessa kan vara svåra att särskilja. Studier visar att kombinationer av buller och vibrationer upplevs som mera störande än de olika belastningarna var för sig. I en miljö med kraftigt buller, och en samtidig förekomst av vibrationer tror människor ofta att bullret utgör hela störningen. Om bullret dämpas, kvarstår störningen i stort sett oförminskad på grund av vibrationerna. Kraftigt lågfrekvent ljud från trafik kan ge ljudinducerade vibrationer i byggnader. Detta utgör inte en vibrationsstörning utan handlar om buller och stomljud. Det är viktigt att markvibrationer, stomljud och luftljud utvärderas enskilt, både för att bedöma potentiell störning och lämpliga åtgärder, innan en samlad bedömning av störning och prioritering av åtgärder genomförs.

Störningsupplevelse

Människans känslighet är hög för vibrationer. Ett snittvärde för känseltröskeln, dvs den nivå där man kan känna en vibration, är ca 0,2 mm/s vägd RMS i frekvensområdet 10-100 Hz.

Människor upplever obehag av vibrationer långt innan det finns risk för att byggnader skadas. Vibrationsexponering kan resultera i fysiologiska effekter så som ökad puls, andningsfrekvens och störd hormonproduktion. Vibrationer kan även ge psykologiska effekter, så som sömnproblem och koncentrationsbesvär. Bestående hälsopåverkan till följd av trafikvibrationer är kardiovaskulära effekter med bland annat ökad risk för diabetes¹.

Beroende på vibrationernas styrka ger de upphov till olika typer av störningar. Några exempel på effekter som rapporterats är att föremål rör sig i bostaden, oro för skador av egendom samt sömnstörningar.

Några riktvärden avseende tillåtna vibrationsnivåer från väg- och tågtrafik gällande byggnadsskador finns i dagsläget inte. I avsaknad av svensk vägledning utgår Trafikverket från den tyska standarden DIN 4150-3 som anger 5,0 mm/s för gränsvärde för när skadliga trafikvibrationer kan börja uppstå.

¹ EPIVIB: Hälsoeffekter av att bo vid en järnväg. Arbets- och miljömedicin, Göteborg, 2020

Störningar på vibrationskänslig apparatur

I takt med ökade krav på tillverkningsprecision (integrerade kretsar, nanoteknologi o s v), ställs också ökade krav på frånvaro av vibrationer. Som exempel på vibrationskänslig utrustning kan nämnas:

- datorer
- utrustning för telekommunikation,
- laboratorieinstrument, såsom elektronmikroskop, masspektrometrar, precisionsvågar, mätmaskiner,
- mekaniska precisionsverktyg för t.ex. tillverkning av mikroelektronik,
- optiska precisionsinstrument,
- utrustning i räddnings- och ledningscentraler.

Vibrationer från trafik uppgår i byggnader mycket lätt till nivåer av den storleksordning som förekommer i BBN-kurvorna (se ovan). För känsliga installationer vidtar man därför speciella byggnadstekniska åtgärder för att minska vibrationerna. Utan sådana byggnadsmodifieringar har man svårt att uppfylla gränserna.

För uppskattning om vilka vibrationer som kan tillåtas vid användning av olika typer av vibrationskänslig utrustning används allmänt Vibration Criteria (VC) kurvor². I kurvorna ges fem gränser; VC A, VC B, till VC E. Här har man att göra med vibrationsnivåer som ligger långt under känslighetströskeln. För kurva E, som ligger på 0,003 mm/s är man på en nivå ca 100 gånger under människans känslighetströskel. Flera laboratorier i Sverige har byggts med kravet vibrationsfrihet enligt VC E-kurva, t.ex. Ångströmlaboratoriet i Uppsala och Fysikcentrum i Stockholm. I många industrilokaler, t ex där nanoteknologisk verksamhet bedrivs, ställs krav enligt kurvorna VC B - D. VC A motsvarar max 0,05 mm/s.

Riktvärden från tillgängliga standarder kan användas som underlag för utformning av restriktioner vid olika väghållningsuppgifter som orsakar vibrationer.

Åtgärder för att minska problem med vibrationer

Ökad hänsyn till vibrationsaspekter vid val och utformning av allmänna åtgärder kan medföra förebyggande av störningar för en del av de utsatta. Framförallt är det viktigt att beakta vibrationer vid etableringar av farthinder som vid ogynnsamma markförhållanden kan skapa vibrationsstörningar för intilliggande bebyggelse.

² VC-kurvorna kallades tidigare BBN-kurvor, efter upphovsmännen Bolt, Beranek & Newman. Kurvorna är definierade i ISO TS 10811, Mechanical vibration and shock, del 1 och 2. En brist är att VC-approachen är utarbetad för stationär vibration, och inte för transient vibration, så som från vägtrafik. Bl a saknas specifikation av integrationstid. Detta åtgärdas i en kommande utgåva av specifikation 10811, vilken väntas få status som ISO-standard. Mer att läsa finns på www.colingordon.com

När väg/bana grundläggs på lös jord (lera/silt) och nära byggnader ska behovet av särskild grundförstärkning för vägen/banan utredas. Grundläggning av banan bör överdimensioneras, eftersom vibrationerna minskar med ökad massa och densitet. Kraftigare överbyggnad ökar förutsättningarna att behålla ytans jämnhet. Grundläggning ned till fasta jordlager ger en styvare och mer stabil bana, vilket minskar risken för vibrationer.

I befintlig miljö är det av vikt att körbanan hålls i gott skick. En jämn körbana utan håligheter, felaktigt placerade brunnar och gupp minskar risken för vibrationer.

Den vanligaste förekommande åtgärden utmed befintlig järnväg är att erbjuda förvärv av fastighet. Att vidta vibrationsskyddsåtgärder i befintlig spåranläggning är oftast tekniskt svårt och väldigt sällan ekonomiskt rimligt. Vanligtvis genomförs spårriktning innan förvärv av fastighet erbjuds. I vissa fall har spårriktning gett tillräcklig reduktion av vibrationer för att uppfylla Trafikverkets åtgärdsnivåer för vibrationer.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)