



Måling af G-påvirkning ved passage af vejbump

prVI 90-11:2004

Vejteknisk Institut
Provisorisk prøvningsmetode 90-11
August 2004



Vejdirektoratet

Måling af G-påvirkning ved passage af vejbump
prVI 90-11:2004
Provisorisk prøvningsmetode 90-11
August 2004

Vejdirektoratet
Vejteknisk Institut
Elisagårdsvej 5
4000 Roskilde
Telefon 46 30 70 00
Telefax 46 30 71 05

Forord

Denne prøvningsmetode er udarbejdet af Vejteknisk Institut i serien „Provisoriske prøvningsmetoder“. Provisoriske prøvningsmetoder beskriver forsøg, som Vejteknisk Institut har foretaget til vurdering af egenskaber af et materiale, evt. materialekombination eller kvaliteten af et arbejde udført in situ.

Formål

Vejbump benyttes på en stor del af det danske vejnet med det formål at dæmpe farten til den hastighed vejmyndighederne ønsker.

Funktionskrav til vejbump er beskrevet på følgende måde i Trafikministeriets bekendtgørelse nr. 825 af 2. oktober 2002 § 1:

"Hastighedsdæmpende vejbump skal være udformet således, at en fører af en personbil ved passage med den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på 0,65 til 0,75 gange tyngdeaccelerationen G . En fører af et tungt køretøj skal ved passage med 15 km/t langsommere end den ønskede hastighed udsættes for en lodret acceleration på 0,65 til 0,75 gange tyngdeaccelerationen G ."

Nærværende prøvningsmetode benyttes til at kontrollere om et udført vejbump overholder cirkulærets krav om påvirkning af føreren.

Prøvningsmetoden benyttes også - i en let modificeret form - i forbindelse med typegodkendelse af vejbump.

Princip

Ved passage af et vejbump påvirkes fører og evt. passagerer af en lodret acceleration, hvis størrelsesorden primært er afhængig af køretøjets belastning (antal personer), affjedringssystem, hastighed og vejbumpets geometriske udformning.



For at måle den lodrette accelerationspåvirkning fastspændes et servoaccelerometer på førerens bryst ved hjælp af remme. Accelerometret forbindes til en bærbar computer placeret på passagersædet i målebilen.

Vejbumpet skal under målingen passeres af målekøretøjet ved den for bumpet gældende "ønskede hastighed".

Der udføres en måleserie i hver af bumpets vognbaner, bestående af et vist antal gennemkørsler/målinger.

I computeren registreres accelerometermålingen og der udføres fortløbende en statistisk behandling af måleresultaterne.

Apparatur

Målekøretøj

Vejdirektoratet anvender følgende personbil til måling af vejbump:

VD34, VW Golf stationcar

Endvidere udføres der målinger af G-påvirkning i busser udlånt af diverse trafiksselskaber.

Måleudstyr

Måleudstyr består af et servo-accelerometer, der spændes på brystet af bilens fører og tilsluttes en bærbar computer med et markmåleprogram.

Markmåleprogram

Markmåleprogrammet er udviklet af Vejdirektoratet i samarbejde med Greenwood Engineering A/S.

Programmet foretager en løbende kvalitetskontrol af de indlæste målinger. Kontrollen frasorterer fejlmålinger, og sikrer at der måles et tilstrækkeligt antal måleværdier til at en repræsentativ værdi for et givet bump kan bestemmes med rimelig nøjagtighed. Når de indlæste målinger overholder kvalitetskriterierne, afsluttes måleserien, og bumpets lodrette acceleration, ved den benyttede hastighed og den respektive kørselsretning, angives som middelværdien af målingerne.

Datakontrol og Beregningsprincip

Beregningen bygger på, at man ved gentagen overkørsel af bumpet kan få en normalfordelt samling af måleværdier, hvorfra middelværdi og spredning af den lodrette acceleration kan beregnes.

Bumpet overkøres 5 gange. Hvis nogle målinger afviger mere end 40 procent fra middelværdien regnes disse for fejlmålinger og frasorteres. Der udføres supplerende overkørsler indtil 5 målinger ligger indenfor ovennævnte grænser. Denne "grovsortering" sikrer et rimeligt udgangspunkt for en finere vurdering af datakvaliteten.

Herefter frasorteres "outliers", dvs. måleværdier der afviger mere fra middelværdien end hvad der kan tilskrives almindelig variation (mere end 10 procents afvigelse fra middelværdien).

Hvis dette udelukker nogle af de 5 målinger, udføres der supplerende overkørsler til 5 målinger ligger inden for det anførte interval. Målinger der overholder sorteringskriterierne kaldes "de accepterede måleværdier" i det følgende.

Der udføres supplerende overkørsler indtil de accepterede måleværdier overholder to kriterier:

1. Der bør være mindst 5 accepterede måleværdier.
2. På baggrund af de accepterede måleværdier beregnes den prøvestørrelse, "n" der sikrer at bumpets lodrette acceleration med 95 procent sandsynlighed befinder sig indenfor et interval omkring den målte middelværdi på ± 3 procent.

$$n = \frac{(1,96 * s)^2}{(i * X)^2} \quad \text{hvor}$$

s = den målte spredning,
 i = 0,03
 X = den målte middelværdi.

Hver ny måleværdi der indlæses skal ligge indenfor sorteringskriteriets maksimale afvigelse fra middelværdien på 10 procent.

Når begge kriterier er opfyldt er måleserien slut, og bumpets lodrette acceleration, ved den benyttede hastighed, kan da angives som middelværdien af de accepterede måleværdier.

Fremgangsmåde

Klargøring

Forinden start på en måling skal måleren sikre sig, at målebilens dæk har det dæktryk som fabrikanten foreskriver. Dæktrykket må maksimalt afvige fra det foreskrevne med ± 2 procent. Endvidere skal det sikres at der ikke findes tunge genstande i bilen, da bilens affjedring og dermed G-påvirkningen af føreren er afhængig af vægtfordelingen i bilen.

Accelerometret tilsluttes den bærbare computer og kontrolleres ved at vende det 360 grader hvorefter det skal vise 2·G.

Opstartkontrol og kalibrering

Da accelerationsmålingen er meget afhængig af køretøjet og dets indretning, skal målekøretøjet kalibreres på Vejdirektoratets kalibreringsbump. Dette bump er opbygget af træ, og udformet i overensstemmelse med Vejreglernes bind 2, Geometrisk udformning af veje og stier i byområder, hæfte 7 Fartdæmpere, kapitel 4.7 Bump, oktober 2000, og giver definitions-mæssigt en lodret accelerationspåvirkning på 0,7·G ved en overkørselshastighed på 30 km/t.

Målekøretøjer kalibreres regelmæssigt, dvs. ved starten af målesæsonen og herefter senest efter 1000 vejbump-passager. Målekøretøjerne kalibreres altid før måling i forbindelse med typegodkendelse.

Målekøretøjerne kalibreres altid efter at der er foretaget reparation eller udskiftning af dele på køretøjet, der kan have indflydelse på dets affjedring.

Ved kalibrering overkøres bumpet 10 gange i hver retning ved 30 km/t $\pm$ 1 km/t. Passagehastighed kontrolleres på det digitale speedometer.

Kalibreringsfaktoren "k" findes herefter ved løsning af ligningen:

$$X_{\text{korrigeret}} = k \cdot X_{\text{ukorrigeret}} \quad \text{hvor}$$

$$X_{\text{korrigeret}} = 0,70 \quad \text{og}$$

$X_{\text{ukorrigeret}}$ er middelværdien af den målte lodrette acceleration.

Måleprocedure

Føreren/måleren fastspænder accelerometret på brystet, således at dette ikke kan forskyde sig under målingen.

Før en måleserie igangsættes, indtaster måleren faktuelle oplysninger i programmet, såsom kundens navn, vejnavn, vejnummer, retning, antal vejbump i måleserie, målekøretøjets art og nr., passagehastighed, kalibreringsfaktor samt evt. bemærkninger.

Til brug for programmets behandling af målte accelerationsværdier indtastes endvidere konfidensintervallets relative bredde (3 %) og det minimale antal målinger (5 stk.).

Måleren kan herefter påbegynde målingen.

Måleren skal inden – og under – passage af vejbumpet sikre sig at målebilen kører ved den ønskede hastighed. Dette sker ved aflæsning af det digitale speedometer. Såfremt målingen afviger mere end $\pm$ 1 km/t fra den ønskede hastighed skal målingen kasseres.

Ved hver passage af vejbumpet registreres den maksimale lodrette acceleration i programmet.

Målingen gentages indtil programmet oplyser måleren om, at der er opnået et tilstrækkeligt antal måleresultater (efter de definerede beregningskriterier) til at en beregning af den lodrette acceleration kan udføres.

På det enkelte bump udføres målingerne i hver af bumpets vognbaner, i vognbanens kørselsretning.

Præcision

Spredning af måleresultat på det enkelte bump er meget afhængig af bumptype og hastighed under målingen, derfor angives spredningen som en funktion af spredning på den enkelte måleserie:

$$\text{spredning} \quad 0,002 + 0,9227 \cdot \text{spredning på måleserie}$$

$$\text{repeterbarhed} \quad 2,8 \cdot \text{spredning}$$

Rapportering

Resultatet af målingen korrigeres med målevognens kalibreringsfaktor, og angives i enheden G, med 2 decimaler. Den kalibrerede værdi kan sammenlignes med kravene i bekendtgørelse nr. 825 af 2. oktober 2002.