

Mätning av spår och ojämnheter med mätbil

Metodbeskrivning 103:1994

1. Orientering	3
2. Sammanfattning	3
3. Begrepp	3
3.1 Beteckningar.....	3
3.2 Benämningar	3
4. Utrustning.....	5
4.1 Mätfordon.....	5
4.2 Utrustning för bestämning av spår djup	5
4.3 Utrustning för bestämning av ojämnheter	6
4.4 Längdmätning.....	6
5. Mätning	6
6. Kalibrering	7
7. Beräkningar	7
7.1 Spår djup	7
7.2 Ojämnheter	8
8. Noggrannhet.....	8
9. Rapport	9

1. Orientering

Metodbeskrivningen avser bestämning av spårdjup och ojämnheter i längsled på belagda vägar med hjälp av mätbil. Denna bestämning skall ske genom beröringsfri mätning av vägbanans tvär- och längsprofil.

2. Sammanfattning

Denna metodbeskrivning innehåller beskrivning av metod för insamling av mätdata avseende vägens spårdjup och ojämnheter i längsled. Metodbeskrivningen ställer vissa krav på egenskaper hos mätfordonet och dess utrustning samt ger riktlinjer för mätningarnas genomförande.

Vidare beskrivs hur beräkning av spårdjup skall ske enligt den sk trådprincipen och hur ojämnhetsmättet, IRI, bestäms. Slutligen ställs krav på mätnoggrannhet och resultatrapportering.

3. Begrepp

3.1 Beteckningar

IRI

International Roughness Index, mått på vägens ojämnheter

3.2 Benämningar

Knutpunkt

Punkt i vägkorsning etc, definierar en vägsträckas början respektive slut.

Kontrollobjekt

Objekt, med längd upp till 400 m, för vilket kravuppfyllelse ska kontrolleras.

Vägojämnheter

Vägytans avvikelse från ett sant plan och med karakteristiska dimensioner som påverkar fordonsdynamik, åkkomfort, dynamisk hjullast och vattenavrinning.

Längsprofil

Tvådimensionell representation av vägojämnheter uppmätt i en eller flera linjer i vägens längsriktning.

Tvärprofil

Tvådimensionell representation av vägojämnheter uppmätt i vägens tvärriktning

Mätdon

Don för insamling av data, t ex avståndsmätande sensor.

Mätpunkt

Punkt på vägytan där mätning med mätdon sker.

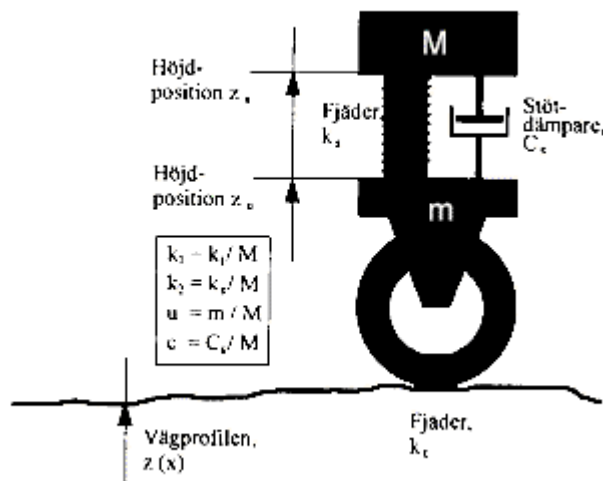
Spårdjup

Spårdjupet är ett uttryck för vägens ojämnhet i tvärlängd.

Spårdjupet beräknas som avståndet mellan den uppmätta tvärprofilen och en tänkt tråd spänd över tvärprofilen mellan körfältsbegränsningarna, den sk trådprincipen.

Ojämnhet i längsled

Ojämnheten i längsled rapporteras som IRI-värde beräknat från den längsprofil som sammanfaller med den linje som huvuddelen av fordonen följer med högerhjulen. Beräkningen av IRI tillgår så att den uppmätta längsprofilen används som insignal till en matematisk modell av ett enhjuligt fordon - en fjärdedels personbil. Denna matematiska modell kallas "Quarter-car-simulator". Modellen innehåller fordonskarosseriet och hjulets massor, vilka är förbundna med varandra genom en fjäder och en svängningsdämpare (stötdämpare). Hjulmassan har slutligen kontakt med vägytan genom ytterligare en fjäder (figur 1).



Figur 1. Quarter-car-simulator

Konstanterna i systemet har bestämts till:

$$k_1 = 653s^{-2}$$

$$k_2 = 63,3s^{-2}$$

$$u = 0,15$$

$$c = 6,00s^{-1}$$

Den hastighet med vilken modellen rullar över vägens längsprofil skall vara 80 km/h.

Ojämnhetstalet IRI fas ur den summerade relativrörelsen mellan de två i modellen ingående massorna, dividerad med längden av den mätsträcka över vilken summeringen skett. IRI skall redovisas i enheten mm/m.

Beräkning av IRI som skall ske enligt "State Transition Matrix "-metoden. Redogörelse för algoritmer m.m. för denna metod återfinns i "World Bank Technical Paper Number 46: Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements". Dokumentet definierar konstanterna dx (samplings-avståndet) och b (längden av däckets vidröring vid profilen). Dessa konstanter används för hänsynstagande till bildäckets tillplattning i kontaktytan mot vägen (tyre enveloping effect). De värden som skall användas vid beräkning av IRI är:

$$dx=0,125\text{m}$$

$$b = 0,25 \text{ m}$$

4. Utrustning

4.1 Mätfordon

Mätsystemet utgörs av ett mätfordon försett med ett system av mätton för mätning av vägytans form samt datorer för insamling, bearbetning, lagring och presentation av data.

4.2 Utrustning för bestämning av spår djup

Spår djupet skall beräknas utgående från en tvärprofil, som skall vara uppmätt med minst elva mätton placerade bredvid varandra på en balk monterad tvärs fordonet. Mättonen skall täcka mätning av en vägbredd på minst 3,2 m.

Mättonen skall vara monterade symmetriskt med avseende på ett vertikallplan i fordonets längdriktning och gående genom dess geometriska mittpunkt samt placerade så att vägytans tvärprofil vid datainsamlingen blir så väl återgiven som möjligt.

För spår djupsbestämningen skall två mätpunkter, från lämpliga mätton, placeras så att det inbördes avståndet på vägytan motsvarar spåravståndet hos vanligast förekommande personbilarna (~1,5 m). Detta för att säkerställa att mätning kan ske i botten på respektive spår.

Mättonen mäter avståndet mellan balken och vägytan. Dessa avståndsmätningar skall ske under det att mätfordonet framförs längs vägen.

Onoggrannheten hos de enskilda avståndsmätande mättonen får ej överstiga 0,1 mm.

4.3 Utrustning för bestämning av ojämnheter

För bestämning av den längsprofil från vilken ojämnheten i längsled beräknas erfordras dels ett mätdon för mätning av avståndet mellan mätfordon och vägyta, dels ett mätdon för bestämning av fordonets vertikälrorelser. För den förstnämnda uppgiften kan en av de avståndsmätande mätdonen i tvärprofilmätaren utnyttjas, medan en accelerometer utnyttjas för det sistnämnda ändamålet. Dessa mätningar skall ske medan mätfordonet framförs längs vägen.

Onoggrannheten hos de enskilda avståndsmätande mätdonen får inte överstiga 0,1 mm.

4.4 Längdmätning

Fordonet skall vara utrustat med ett system för geografisk bestämning av den plats där mätningen sker relativt valt knutpunktssystem. Denna metodbeskrivning utgår från ett system, vilket grundar sig på längdmätning efter vägen samt manuell uppdatering av fordonsplaceringen vid passerande av knutpunkt.

Andra system som kan visas ha minst motsvarande noggrannhet kan dock användas.

5. Mätning

Mätningarna utföres av speciellt utbildad personal. I fordonet skall vid alla tillfällen finnas utförliga manualer för samtliga av fordonets mätsystem.

Mätningen skall ske med beaktande av de trafikregler som gäller. Under mätning skall fordonet ändå framföras med varningsljus.

Före mätningens början skall en körplanering göras över de sträckor som skall mätas. Denna körplanering skall göras i samråd med väghållaren. Då en knutpunkt passeras skall längdmätningssystemet uppdateras på så sätt att operatören kvitterar passagen. (I utbildning av mätpersonalen skall ingå hur denna kvittering skall utföras). De erhållna mätresultaten blir därigenom geografiskt fastlagda. På statliga vägnätet skall detta ske med hjälp av Vägverkets knutpunktssystem.

Mätning av kontrollobjekt skall ske med stillastående start minst 100 m före objektet. Kontrollobjektet skall mätas två gånger.

Vid mätning körs fordonet med normal hastighet (15 - 90 km/h) och placeras i sidled så att mätdon kan mäta i botten av eventuella hjulspår.

Vid mätning av vägar smalare än 2 ggr mätbredden placeras fordonet i tvärled så att lämpliga mätdon följer botten av eventuellt befintliga hjulspår utan att mätpunkterna från de yttersta mätdonen hamnar utanför vägkanten.

Vid mätning av vägar som saknar hjulspår placeras fordonet mitt i det aktuella körfältet.

Vid mätning skall hänsyn tas till eventuellt behov av insvängningstid hos mätsystemet, innan fordonet påbörjar mätning på den aktuella sträckan.

6. Kalibrering

Kalibrering bör utföras varje dag före mätningarnas början samt vid alla tillfällen då det finns anledning till misstanke att systemet på ett eller annat sätt är stört. Kalibrering av mätsystemet skall dokumenteras och lagras under viss föreskriven tidsrymd samt inom denna tidsrymd vid anfordran överlämnas till beställaren för kontroll.

Mätsystemets repeterbarhet, dvs förmåga att vid upprepade mätningar av ett och samma mätobjekt ge samma mätresultat, uttrycks genom den linjära korrelationen mellan två på varandra följande mätomgångar. Korrelationskoefficienten mellan två mätserier om minst 4 km skall inte understiga värdet 0,95. Detta gäller för mätta 20 m sträckor.

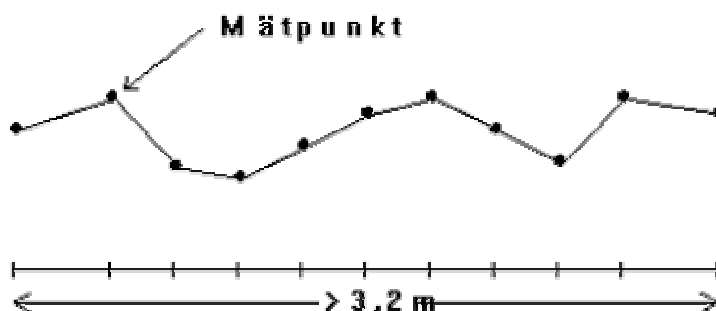
7. Beräkningar

För kontrollobjekt ska medelvärde för de två mätningarna av spårdjup och IRI beräknas.

7.1 Spårdjup

Beräkning av spårdjupet sker med utgångspunkt från mätning av tvärprofilens form. Detta sker enligt följande:

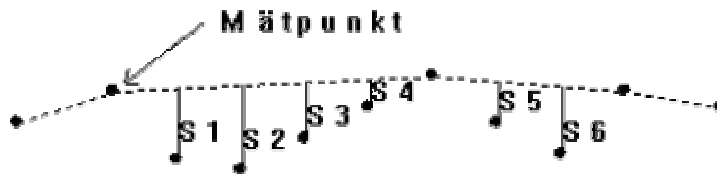
En medelprofil skall framräknas för varje 0,1 m av vägens längd. Medeltvärprofilen beskrivs av de minst elva mätpunkter som motsvarar mättonen i tvärprofilmätaren, se figur 2. Varje sådan mätpunkt utgörs av medelvärdet över delsträckan av avståndet mellan resp mätton och dess mätpunkt. Varje avståndsmedelvärde skall baseras på minst 50 enskilda mätningar med respektive mätton.



Figur 1. Medeltvärprofil

Beräkningen av spår djupet skall ske enligt den sk trådprincipen. En tänkt tråd sträcks mellan tvärprofilens ytterkanter, tråden spänns upp av de höga punkterna i tvärprofilen och spår djupet tas som det största av avstånden mellan den tänkta tråden och vägytan (S1, S2, S3 osv).

Se figur 2.



Figur 2. Trådprincipen implementerad på en uppmätt tvärprofil

Spår djupet beräknas från varje tvärprofil. Ett medelspår djup (i mm) över 20 m redovisas sedan som det aritmetiska medelvärdet av 200 spår djup från på varandra följande tvärprofiler.

7.2 Ojämnhet

Beräkning av ojämnheter i längsled sker med utgångspunkt från mätning av vägens längsprofil. Detta sker enligt följande:

Det avståndsmätande mät donets utsignal utgör en bild av vägens längsprofil sedd från mätplattformen. Mätplattformen rör sig emellertid i vertikalled på grund av vägens ojämnheter under körningen. Den verkliga längsprofilen kan därmed ses som summan av det avstånd som mät donet mäter upp från vägytan och mät donets vertikalläge. Längsprofilen skall beräknas som funktion av tillryggalagd vägsträcka. Andra procedurer för beräkning av vägens längsprofil får utnyttjas om de kan visas ge ekvivalenta mätresultat.

Den enligt ovan i högra hjulspåret uppmätta längsprofilen skall användas för beräkning av jämnhetsmättet IRI.

Ojämnheten (IRI) skall i normalfallet beräknas och redovisas över en sträcklängd av 20 m. I vissa fall skall IRI dessutom, eller i stället, redovisas över sträcklängden 400 m.

Andra procedurer för beräkning av IRI får användas om de kan visa sig ge ekvivalenta mätresultat.

8. Noggrannhet

Se även [kapitel 6](#) Kalibrering.

Onoggrannheten för den redovisade geografiska placeringen får inte överstiga 40 m + 0,2 % av sträckan från senast passerad knutpunkt.

För kontrollobjekt får inte onoggrannheten överstiga 5 m + 0,1 %.
Korrelationskoefficienten fdr spår djup och IRI fdr de två undersökningarna vid kontroll av kontrollobjekt skall inte understiga värdet 0,95. Detta gäller för 20 m sträckor.

9. Rapport

Mätresultatet skall rapporteras till beställaren på det medium, sätt och enligt den termidentifikation för respektive mätparameter som fastställts samt inom den tidsrymd som överenskommits.

Rapporten skall fdrutom redovisning av spår och ojämnheter också innehålla en redovisning av längdmätning.

- Medelvärde av spår på 20 respektive 400 m.
- Medelvärde för ojämnheter på 20 respektive 400 m samt standardavvikelse för ojämnheter på 400 m.
- Onoggrannhet, geografisk placering
- Korrelationskoefficient vid mätning av kontrollobjekt