

**VVMB 122**  
**Vägytemätning med mätbil;**  
**objektmätning**

**Titel:** VVMB 122 Vägytemätning med mätbil; objektmätning.

**Publikation:** 2009:79

**Utgivningsdatum:** Maj 2009

**Utgivare:** Vägverket

**Kontaktperson:** Thomas Winnerholt

**ISSN:** 1401-9612

**Layout:** Ateljén, Vägverket

**Tryck:** Vägverket

**Distributör:** Vägverket

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BEGREPP .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>KRAV PÅ UTRUSTNING .....</b>	<b>6</b>
3.1	MÄTFORDON .....	6
3.2	BESTÄMNING AV OJÄMNHET I LÄNGSLED .....	6
3.3	BESTÄMNING AV OJÄMNHET I TVÄRLED OCH TVÄRFALL .....	6
3.4	BESTÄMNING AV TVÄRFALL .....	7
3.5	BESTÄMNING AV BACKIGHET .....	7
3.6	BESTÄMNING AV KURVATUR .....	7
3.7	BESTÄMNING AV TEXTUR .....	7
3.7.1	Makrotextur .....	7
3.7.2	Megatextur .....	7
3.8	BESTÄMNING AV SPRUCKEN YTA .....	7
3.9	KRAV PÅ DIGITAL STILLBILD .....	8
3.10	BESTÄMNING AV FÄRDAD LÄNGD .....	8
3.11	KRAV FÖR POSITIONERING .....	8
<b>4</b>	<b>MÄTNING .....</b>	<b>9</b>
4.1	ALLMÄNT .....	9
4.2	SIDOLÄGESPLACERING .....	9
4.3	VÄGNÄTSANKNYTNING .....	10
<b>5</b>	<b>BERÄKNING AV STORHETER .....</b>	<b>10</b>
5.1	LÄNGSPROFIL OCH IRI .....	10
5.2	SPÅRDJUP OCH MEDELTVÄRPROFIL .....	12
5.3	TVÄRFALL .....	13
5.4	KURVATUR .....	15
5.5	BACKIGHET .....	15
5.6	TEXTUR .....	16
5.6.1	Makrotextur .....	16
5.6.2	Megatextur .....	16
5.7	SPRICKOR .....	17
5.8	DIGITAL STILLBILD .....	18
5.9	POSITIONERING .....	18
<b>6</b>	<b>KVALITETSKRAV OCH KONTROLLMETOD .....</b>	<b>18</b>
6.1	KALIBRERING OCH KONTROLL .....	18
6.2	TEKNISK UTVÄRDERING .....	19
6.3	KRAV PÅ STABILITET .....	19
6.4	RUTINER VID FÖRÄNDRING AV MÄTFORDON .....	19
<b>7</b>	<b>UTFÖRANDE AV OBJEKTMÄTNING .....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>RAPPORTERING .....</b>	<b>24</b>
8.1	ALLMÄNT .....	24
8.2	OBJEKTMÄTNINGENS RESULTAT .....	25
8.3	DATALEVERANS TILL BESTÄLLAREN .....	25
8.4	DATALEVERANS TILL VÄGVERKETS HUVUDKONTOR .....	25
<b>9</b>	<b>REFERENSER .....</b>	<b>26</b>



## 1 Sammanfattning

Denna beskrivning avser metod, krav och rapportering vid vägytemätning med mätbil av objekt (objektmätning). Mätning ska utföras genom beröringsfri mätning i normal trafikrytm av vägbanans längsprofil och tvärprofil. Beskrivningen behandlar principer för beräkning av tillståndsmåten IRI, spårdjup, backighet, kurvatur, tvärfall, sprickor och textur samt dokumentation med digitala stillbilder. Vidare beskrivs förfarande vid insamling, bearbetning, rapportering av mätdata och krav på utrustning och mätdatas kvalitet.

De definierade måtten med uppställda kravgränser ska uppfyllas för att mätningen i sig ska vara godkänd. För att säkerställa en hög kvalitet av mätdata ska ett vägobjekt alltid mätas minst tre gånger. Om någon av de tre mätningarna skiljer sig för mycket från de andra underkänns mätningen.

Objektmätning får endast utföras av leverantör och utrustningstyp som är godkända av Vägverket.

För att erhålla ett godkännande krävs särskild utredning avseende bland annat teknisk förmåga, leveransvillkor och kvalitetssäkring.

## 2 Begrepp

### Backighet

Backigheten beskriver vägens lutning i färdriktningen.

Enhet: procent

### Baslinje

Det standardiserade intervall för vilket MPD beräknas (0,1 m).

### Digital stillbild

Avser vägnätsanknuten dokumentation av vägmiljön i form av en digital stillbild i formatet JPEG ("Joint Photographic Experts Group").

### Epos

Epos är en tjänst som utnyttjar referensstationer och skickar ut en korrektionssignal som medför att man får en betydligt exaktare positionsangivelse än med enbart GPS. Epos-tjänsten sänds i det rikstäckande sändarnätet för FM radio. Då Epos-tjänsten är tillgänglig erhålls s.k. differentiell GPS-tjänst (dGPS).

### GPS

Global Positioning System. Ett satellitbaserat system som används för att bestämma position.

### **IRI**

International Roughness Index (IRI) är ett mått på vägens vertikala ojämnheter längs vägen.

IRI beräknat från längsprofil mätt i höger hjulspår benämns *IRI H*. Motsvarande värde för IRI i vänster hjulspår benämns *IRI V*.

Enhet: mm/m

### **Kontrollobjekt vid objektmätning**

Delsträckor inom ett objekt för vilka kravuppfyllelse ska avgöras.

### **Kurvatur**

Vägens linjeföring i horisontalplanet.

Enhet: 10000/r, där r är krökningsradien uttryckt i meter.

### **Krökningsradie**

Radien i en cirkel som bäst approximerar vägens sträckning.

### **Längsprofil**

Längsprofilen är en tvådimensionell avbildning av en vägbana längs en bestämd linje i vägens riktning. Med längsprofil avses den höjdprofil som täcker våglängder mellan 0,2 och minst 100 m.

Längsprofil mätt i höger och vänster personbilsspår benämns *längsprofil H* respektive *längsprofil V*. En tredje längsprofil, ämnad för den tunga trafikens högerspår, benämns *längsprofil HT*.

Enhet: mm

### **Makrotextur**

Vägytans avvikelser från en plan yta, för våglängder mellan 0,5 och 50,0 mm. Makrotexturen redovisas som *MPD* (Mean Profile Depth).

Enhet: mm

### **Megatextur**

Vägytans avvikelser från en plan yta, för våglängder mellan 50 och 500 mm. Megatexturen redovisas som ett RMS-värde (Root Mean Square) eller liknande alternativ.

Enhet: mm

### **Mätton**

Teknisk anordning avsedd för mätning, t ex avståndsmätande sensor.

### **Mätpunkt**

Punkt på vägytan mot vilken mätning med mätton sker.

**Mätsträcka**

En vägsträcka mellan en start- och en slutpunkt. En mätsträcka har en definierad riktning och omfattar ett visst körfält. Vid vägnätmätning utgörs start- och slutpunkter normalt av noder.

**Nod**

En punkt i en korsning mellan två eller flera vägsträckor eller i vägens ände.

**Noggrannhet**

Mätdonets förmåga att ge resultat som ligger nära mätstorhetens sanna värde.

**Objekt**

Sträcka som kontrolleras/mäts genom objektmätning.

**Objektmätning**

Mätning av en vägsträckas tillstånd med särskilt kontrollförfarande.

**Ojämnheter**

Vägytans avvikelse från ett plan för våglängder under 100 m. Vägytans ojämnheter i tvärled kan uttryckas som spårdjup och i längsled som IRI och MPD alternativt megatextur.

**Position**

Geografiskt läge beskrivet av koordinater.

**Precision**

Graden av överensstämmelse mellan ett antal mätvärden bestämda vid upprepade mätningar. Precisionen har inget att göra med mätvärdenas avvikelse från mätstorhetens sanna värde. Precision indelas i underbegreppen repeterbarhet och reproducerbarhet.

**Teknisk utvärdering**

Förfarande i samband med upphandling av mättjänsten då leverantörens tekniska förmåga, leveransvillkor och kvalitetssäkring kontrolleras.

**Repeterbarhet**

Precisionen hos mätvärden, bestämda på enhetligt sätt och under lika betingelser, för en given mätstorhet.

**Reproducerbarhet**

Precisionen hos mätvärden, bestämda på enhetligt sätt men under olika betingelser, för en given mätstorhet. Exempel på ändrade betingelser kan vara annan förare eller annat mätfordon av samma typ.

**Sprickor**

Ett brott i vägytan synligt vid betraktelse ovanifrån (sprickor i denna beskrivning avser endast ytsprickor).

Enhet: procent sprucken yta

**Spårbottentvärfall**

*Spårbottentvärfallet* beskriver vägytans medellutning relativt horisontalplanet tvärs färdriktningen genom sex mätpunkter motsvarande en personbils hjulavstånd.

Enhet: procent

### **Spårdjup**

Spårdjupet är ett uttryck för vägens ojämnheter i tvärlängd.

Enhet: mm

### **Spårdjup max**

Spårdjup beräknat enligt trådprincipen för mätfordonets hela mätbredd.

Enhet: mm

### **Spårdjup vänster**

Spårdjup beräknat enligt trådprincipen för 60 % av mätfordonets vänstra mätbredd.

Enhet: mm

### **Spårdjup höger**

Spårdjup beräknat enligt trådprincipen för 60 % av mätfordonets högra mätbredd.

Enhet: mm

### **Testmätning**

Jämförande mätning mot referensinstrument då teknisk förmåga avgörs.

### **Textur**

Vägytans avvikelser från ett plan för våglängder upp till 500 mm.

### **Tvärfall**

Tvärfallet beskriver vägytans lutning tvärs färdriktningen.

Enhet: procent

### **Tvärprofil**

En tvådimensionell avbildning av en vägbana tvärs vägens riktning.

Enhet: mm

### **Vägnätsmätning (tillståndsmätning)**

Vägnätsövergripande mätning av vägytans tillstånd.

### **Ytlinjetvärfall**

Tvärfall beskrivet av lutningen hos en linje genom två mätpunkter.

Enhet: procent

### 3 Krav på utrustning

#### 3.1 Mätfordon

Mätsystemet utgörs av ett fordon försett med nödvändig utrustning för mätning av vägytans form. De mätstorheter som omfattas av föreliggande uppdrag ska mätas, beräknas och i förekommande fall kontrolleras enligt denna beskrivning. Mätfordonet ska uppfylla gällande bestämmelser i Sverige för fordon i trafik och vid mätning vara utrustad med påbjuden varningsutrustning.

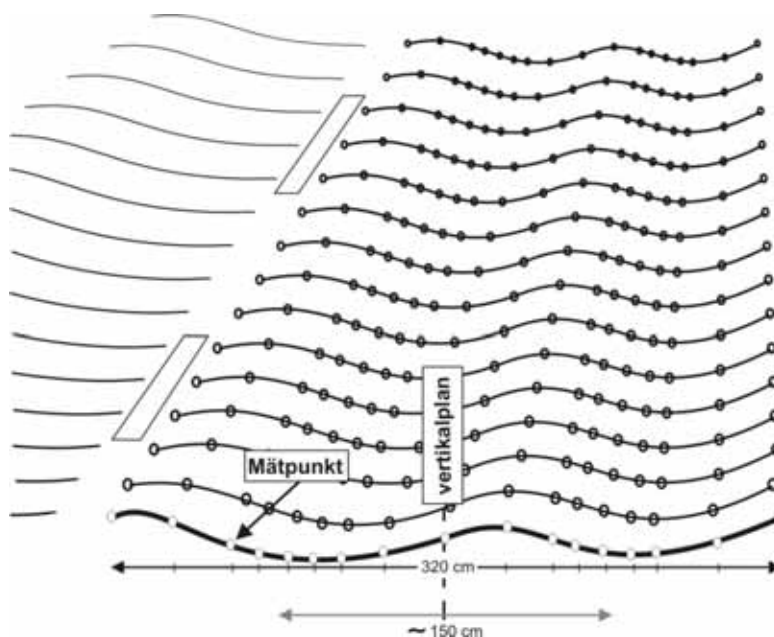
#### 3.2 Bestämning av ojämnheter i längsled

De avståndsmätande mättonen ska ha en specificerad noggrannhet (3 standardavvikelser), som ligger inom  $\pm 0,4$  mm vid varje enskild avståndsmätning. Eventuella tillhörande andra mätton som behöver komplettera de avståndsmätande mättonen ska ha en motsvarande specifikation.

Tre längsprofiler ska mätas. Två av mättonen ska vara placerade med ett inbördes avstånd av  $1,50 \pm 0,01$  m centrerade kring mätfordonets mittersta mätpunkt (*längsprofil V* och *längsprofil H*). Placeringen av den tredje längsprofilen ska vara  $1,00 \pm 0,01$  m till höger om mätbilens mittersta mätpunkt.

#### 3.3 Bestämning av ojämnheter i tvärled och tvärfall

Ojämnheter i tvärled ska mätas dels med minst 17 mätton och dels med minst 15 mätton eller en kombination av mätton som mäter längs en linje istället för i punkter (kontinuerligt mätt tvärprofil). Mättonen ska vara monterade så att mätningen täcker en vägbredd på minst 3,2 m (med minst 17 mätton) och  $2,6 \pm 0,02$  m (med minst 15 mätton), se Figur 1.



**Figur 1** Tvärprofilen ska bestämmas av minst 17 punkter i tvärled. (För beräkning av spårdjup med 15 mätton ska de två yttre mätpunkterna inte användas.)

Mätpunkterna ska vara fördelade symmetriskt med avseende på ett vertikalplan i fordonets längsriktning gående genom dess geometriska mittpunkt, varav två ska vara placerade 0,75 m på var sida om denna. Mätpunkterna ska vara placerade så att vägytans tvärprofil vid mätning blir så väl återgiven som möjligt. En mätpunkt ska vara placerat i det ovan nämnda vertikalplanet.

De avståndsmätande mätdonen ska ha en specificerad noggrannhet (3 standardavvikelse), som ligger inom  $\pm 0,7$  mm vid varje enskild avståndsmätning.

### **3.4 Bestämning av tvärfall**

Mätning av tvärfall sker med samma utrustning som för tvärprofil enligt beskrivning ovan kompletterad med utrustning som möjliggör mätning av mätfordonets lutning relativt horisontalplanet tvärs färdriktningen. Den kompletterande utrustningen ska ha en noggrannhet (3 standardavvikelse) som medger att vägens tvärfall kan bestämmas med en noggrannhet av  $\pm 0,1$  procentenheter.

### **3.5 Bestämning av backighet**

Mätning av backighet sker med utrustning som möjliggör bestämning av vägens lutning relativt horisontalplanet med tillräcklig noggrannhet.

### **3.6 Bestämning av kurvatur**

Mätning av kurvatur sker med utrustning som möjliggör bestämning av mätbilens linjeföring i horisontalplanet med tillräcklig noggrannhet.

### **3.7 Bestämning av textur**

Vid mätning av textur ställs krav på mätdon enligt ISO 13473-1. Detta gäller såväl makrotextur som megatextur. Texturmätning ska kunna ske i farter upp till 90 km/h.

#### **3.7.1 Makrotextur**

*MPD* ska mätas i tre parallella linjer längs vägen. De tre *MPD*-mått benämns *MPD V* (vänster), *MPD H* (höger) och *MPD M* (mitt mellan hjulspåren). De mätdon som ska användas vid mätning av *MPD V* och *MPD H* ska vara placerade i samma laterala läge eller vara samma fysiska mätdon som återger mätpunkterna för *längsprofil V* och *längsprofil H* enligt kapitel 3.2.

#### **3.7.2 Megatextur**

*Megatexturen* ska mätas i två spår tvärs vägen, i vänster och höger personbilsspår. De två texturmåtten benämns *Megatextur V* (vänster) och *Megatextur H* (höger). De mätdon som ska användas vid mätning av *Megatextur V* och *Megatextur H* ska vara placerade i samma laterala läge eller vara samma fysiska mätdon som för *längsprofil V* och *längsprofil H* enligt kapitel 3.2.

### **3.8 Bestämning av sprucken yta**

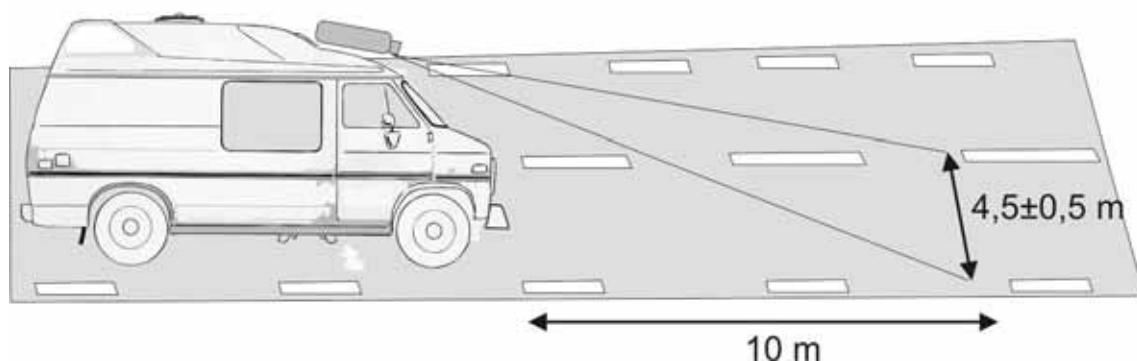
Utrustningen ska vara anpassad till mätning i fart. Systemet ska kunna detektera sprickor ned till 2,5 mm bredd. Den yta som ska mätas ska vara 3,2 m bred centrerad kring den mittersta mätpunkten i tvärprofilen.

Vidare ska mätresultatet i längsled vara synkroniserat med övriga mätdata. I längsled ska mätningen vara kontinuerlig.

### 3.9 Krav på digital stillbild

Bildens format ska vara JPEG. Bildens upplösning ska minst vara 1280×960 (96 punkter per tum för såväl vågrätt som lodrätt) och 24 bitars färgdjup. Upplösningen 1280×960 och 24 bitars färgdjup ger en filstorlek mellan 100 och 400 kb. Varje digital stillbild ska innehålla metadatainformation enligt specifikationen Exif version 2.2 (Exchangeable image file format). De informationsfält som ska fyllas i är datum, tid och position. Övrig information om kamerans inställningar som slutartid och bländartal etc. är önskvärd information men inte obligatorisk.

Kameran ska vara riktad så att bildens nedre kant täcker 4,5 m ±0,5 m 10 m framför utrustning för insamling av tvärprofil, se Figur 2. Bildens lodräta centrumlinje ska vara centrerad i det körfält som mäts då fordonet färdas på en raksträcka.



**Figur 2 Princip för bestämning av digital stillbild.**

Då mätbilen står på en horisontell yta ska horisonten ligga c:a 15 % från bildens överkant.

### 3.10 Bestämning av färdad längd

Fordonet ska vara utrustat med mätdon för längdmätning som mäter den rullade längden för ett icke drivande hjul på fordonets vänstra sida. Noggrannheten i längdmätningen ska vara bättre än eller lika med ±0,1 % av mätt längd.

### 3.11 Krav för positionering

Fordonet ska vara utrustat med mätdon för positionering i koordinatsystemet SWEREF 99 TM. Positioneringen ska vara anpassad till mätning i fart. Den radiella noggrannheten (2 standardavvikelser) för positioneringen bör vara bättre än eller lika med 5 m.

## 4 Mätning

### 4.1 Allmänt

Mätningarna ska utföras av där för utbildad personal. I fordonet ska vid alla tillfällen finnas utförliga manualer för samtliga delar av fordonets mätsystem.

Mätning ska utföras enligt Vägverkets gällande bestämmelser för arbete på väg.

Mätningarna ska ske medan mätfordonet framförs längs vägen med normalt varierande trafikhastighet. Mätningarna ska kunna utföras vid hastigheter ner till 15 km/h. Häftig acceleration/retardation bör undvikas.

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

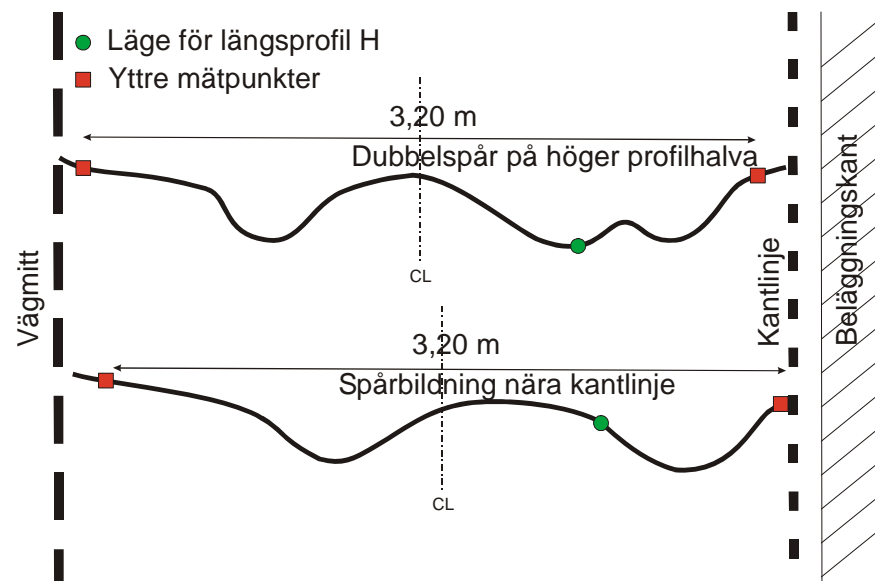
Mätning och hantering av data ska ske enligt respektive leverantörs av Vägverket godkända kvalitetssystem.

Särskild hänsyn ska tas till vägmarkeringar på vägar med smala körfält. Mätning ska utföras så att vägmarkeringarnas höjd inte inverkar på någon mätstorhet.

### 4.2 Sidolägesplacering

Vid mätning placeras fordonet i sidled så att alla mätpunkter hamnar innanför vägmarkering/räfflor och mätpunkt avsedd för *längsprofil H* placeras om möjligt i höger personbilsspår. Finns räfflor mitt i körfältet ska detta alltid noteras och rapporteras.

Vid mätning av vägar som saknar synliga hjulspår placeras fordonet mitt i det aktuella körfältet eller så nära mitten av körfältet som möjligt så att alla mätpunkter hamnar innanför vägmarkering/räfflor.



Figur 3 Sidolägesplacering av mätbil.

### 4.3 Vägnätsanknytning

Mätdata ska vara möjligt att koppla geografiskt till vägnätet via den vägnätsmodell som används av Vägverket.

Obligatoriska uppgifter för detta är uppgift om län, vägnummer, körfält samt koordinater i SWEREF 99 TM för objektets start- och slutpunkt.

Noggrannheten i inmätningen av start- och slutpunkt ska vara  $\pm 2,0$  m.

Läge i längsled inom ett objekt anges som uppmätt rullad längd relativt objektets startpunkt. Kompletterande lägesbeskrivning med koordinater ska användas. Alternativa metoder för vägnätsanknytning kan utnyttjas efter godkännande av Vägverket.

## 5 Beräkning av storheter

Mätstorheterna i Tabell 1 ska mätas och beräknas med de presentationslängder som anges. Gällande kontrakt avtalar vilka mätstorheter som ingår i uppdraget.

**Tabell 1 Mätstorheter och tillhörande presentationslängder.**

Mätstorhet	Enhet	Presentationslängd
Längsprofil V, H och HT	mm	100 mm
IRI V och H	mm/m	20 m
Medeltvärprofil	mm	1 m
Spårdjup max <sub>15</sub> , V <sub>15</sub> och H <sub>15</sub> (15 mätpunkter)	mm	20 m
Spårdjup max <sub>17</sub> , V <sub>17</sub> och H <sub>17</sub> (17 mätpunkter)	mm	20 m
Tvärfall	%	1 m
Kurvatur	1/10000m	20 m
Backighet	%	20 m
Makrotextur (MPD) V, M och H	mm	1 m
Standardavvikelse makrotextur (MPDstd) V, M och H	mm	1 m
Megatextur V och H	mm	1 m
Sprickor	%	20 m
Digital stillbild	-	20 m
Position	m	20 m

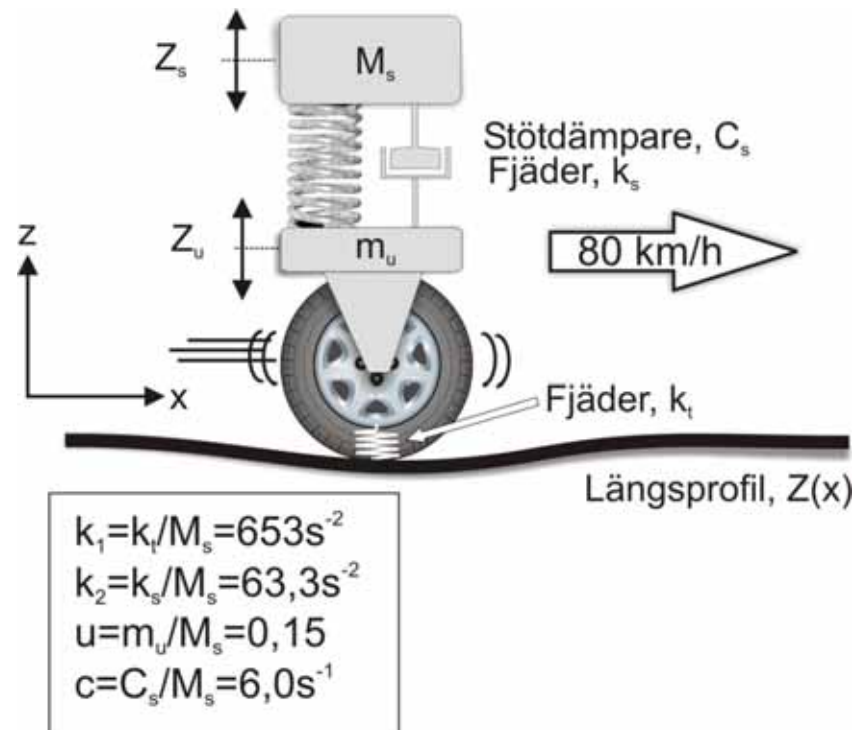
### 5.1 Längsprofil och IRI

Längsprofilen ska mätas så att området som rymmer ojämnheter med våglängder mellan 0,2 och minst 100 meter avbildas. Ett profilvärde ska

bestämmas för var 100 mm. Längsprofilen ska redovisas som höjdförändring relativt föregående profilvärde. Profilvärdet ska baseras på minst 50 enskilda mätningar med respektive mätton.

Den, i högra hjulspåret, uppmätta längsprofilen ska användas för beräkning av jämnhetsmättet *IRI H* och den uppmätta längsprofilen i vänster hjulspår används på samma sätt för *IRI V*. Beräkningen av *IRI* går till så att de uppmätta längsprofilerna används som insignal till en matematisk modell av ett enhjuligt fordon, en fjärdedels personbil.

Denna matematiska modell kallas "Quarter-car-simulator". Modellen innehåller fordonskarosseriets och hjulupphängningens massor,  $M_s$  respektive  $m_u$  vilka är förbundna med varandra genom en fjäder,  $k_s$  och en svängningsdämpare (stötdämpare),  $C_s$ . Hjulupphängningsmassan,  $m_u$  har slutligen kontakt med vägytan genom ytterligare en fjäder (däcket),  $k_t$ , se Figur 4.



**Figur 4 Quarter-car-simulator inklusive gällande parametervärden.**

Konstanterna i systemet har bestämts till:

$$k_1 = 653 \text{ s}^{-2}, k_2 = 63,3 \text{ s}^{-2}, u = 0,15, c = 6,00 \text{ s}^{-1}.$$

Den hastighet med vilken modellen framförs över vägens längsprofiler ska vara 80 km/h.

*IRI* fås ur den summerade relativa rörelsen mellan de två i modellen ingående massorna, dividerad med längden av den mätsträcka över vilken summeringen skett. *IRI* ska redovisas i enheten mm/m.

Beräkning av IRI ska ske enligt "State Transition Matrix"-metoden. Redogörelse av algoritmer med mera för denna metod finns definierade i [4] och [5] samt [6].

Konstanten  $b$  används för hänsynstagande till bildäckets tillplattning i kontaktytan mot vägen och  $dx$  definierar registreringsavståndet. De värden som ska användas vid beräkning av IRI för Vägverkets räkning är:

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

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

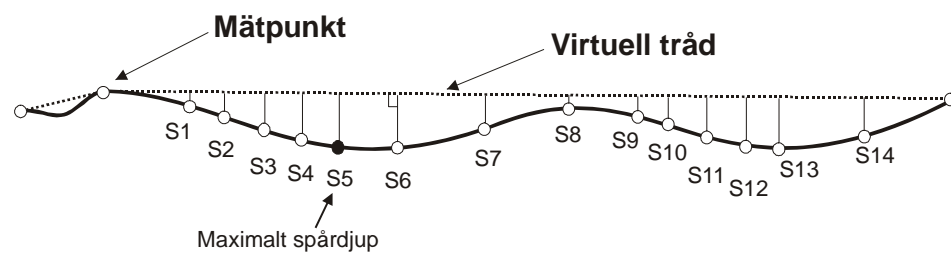
$IRI H$  och  $IRI V$  ska beräknas som ett medelvärde över 20 meter.

## 5.2 Spårdjup och medeltvärprofil

Spårdjupet beräknas med utgångspunkt från mätning av tvärprofilens form. Denna beräkning ska utföras enligt följande:

En tvärprofil beräknas för varje 100 mm av vägens längd. Tvärprofilen beskrivs av de minst sjutton mätpunkter som används i mätbilen. För varje decimeter bestäms mätpunkternas värde i tvärprofilen av medelvärdet av avståndet mellan respektive mätton och dess mätpunkt. Varje avståndsmedelvärde ska baseras på minst 50 enskilda mätningar med respektive mätton.

Beräkningen av spårdjupet ska ske enligt den s.k. trådprincipen. För spårdjupsvärden definierade med minst 17 mätpunkter sträcks en virtuell tråd mellan tvärprofilens ytterkanter. Tråden spänns upp av de höga punkterna i tvärprofilen och spårdjupet tas som det största av de rätvinkliga avstånden mellan den tänkta tråden och vägytan (S1, S2, S3 .... S14), se Figur 5.



**Figur 5 Trådprincipen implementerad på en uppmätt tvärprofil. I detta fall ska S5 användas vid beräkning av spårdjup max.**

Spårdjupet beräknas från varje tvärprofil per 100 mm. Ett medelspårdjup över 20 m redovisas sedan som det aritmetiska medelvärdet av de 200 största spårdjupen från på varandra följande tvärprofiler. Detta spårdjup benämns *spårdjup max<sub>17</sub>*.

Beräkning av *spårdjup vänster<sub>17</sub>* respektive *höger<sub>17</sub>* utförs enligt samma princip som *spårdjup max<sub>17</sub>* med den skillnaden att en delmängd av de 17 mätpunkterna används.

- *Spårdjup vänster<sub>17</sub>* beräknas enligt trådprincipen från c:a 60 % av den vänstra delen av mätbredden.

- *Spårdjup höger<sub>17</sub>* beräknas enligt trådprincipen från c:a 60 % av den högra delen av mätbredden.

Motsvarande spårdjupsvärden för 15 mätpunkter beräknas med den skillnaden att de 15 mittersta mätpunkterna av de 17 används. Värdena benämns *spårdjup max<sub>15</sub>*, *spårdjup vänster<sub>15</sub>* och *spårdjup höger<sub>15</sub>*.

Vid beräkning av en nolljusterad *medeltvärprofil* används en tänkt obruten linje som sträcks mellan tvärprofilernas ytterpunkter (3,2 m). Denna linje används som nollreferens för de mellanliggande mätpunkterna tvärs vägen. Det aritmetiska medelvärdet av 10 enskilda mätpunkters avstånd längs vägen till respektive nollreferenslinje utgör medelvärdet per 1 meter för varje mätpunkt. Medelvärdena för alla mätpunkter över 1 meter ger tillsammans *medeltvärprofilen*.

### 5.3

#### Tvärfall

Tvärfallet beräknas med utgångspunkt från tvärprofilernas form och lutning. En tvärprofil beräknas för varje 100 mm av vägens längd. Tvärprofilen beskrivs av de minst sjutton mätpunkter som används i mätbilen. För varje decimeter bestäms mätpunkternas läge av medelvärdet av avståndet mellan respektive mätton och dess mätpunkt. Varje avståndsmedelvärde baseras på minst 50 enskilda mätningar med respektive mätton. Tvärfallet beräknas från tvärprofilerna inklusive dess lutning enligt *ytlinjemetoden* och *spårbottenmetoden*. Tvärfallet ska presenteras som ett medelvärde per 1 m.

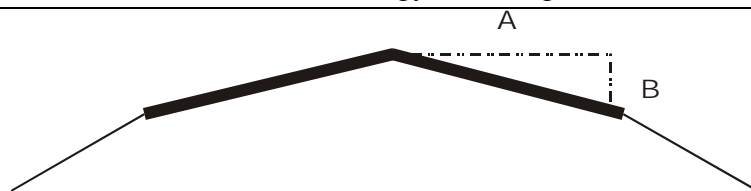
– *Ytlinjemetoden*

Tvärfallet definieras som vinkeln mellan horisontalplanet och en linje genom två mätpunkter med ett inbördes avstånd av c:a 2,0 m centrerade kring mätfordonets mittersta mätpunkt. Linjen som används för definition av tvärfallet ska gå genom två mätpunkter i tvärprofilen som mäts med vertikalt placerade (inte vinklade) mätton.

– *Spårbottenmetoden*

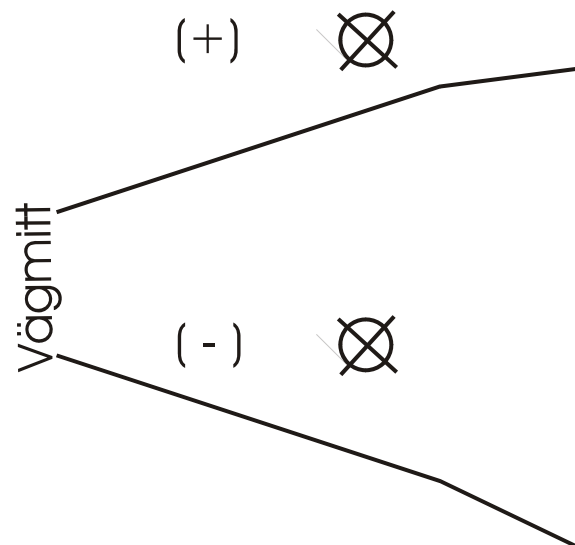
Tvärfallet definieras som vinkeln mellan horisontalplanet och en regressionslinje genom sex mätpunkter. Två av mätpunkterna ska vara placerade med ett inbördes avstånd på 1,5 m centrerade kring mätfordonets mittersta mätpunkt och de övriga fyra ska vara de mätpunkter i tvärprofilen som är placerade på var sida närmast de först nämnda. Mätpunkterna som används för definition av tvärfallet ska återges av mätpunkter i tvärprofilen som mäts med vertikalt placerade (inte vinklade) mätton.

Tvärfallet redovisas i procent, d.v.s. det vertikala avståndet (B) relativt det horisontella (A), vinkelrätt mot vägens längdriktning, se Figur 6.



**Figur 6 Princip för beräkning av tvärfall.**

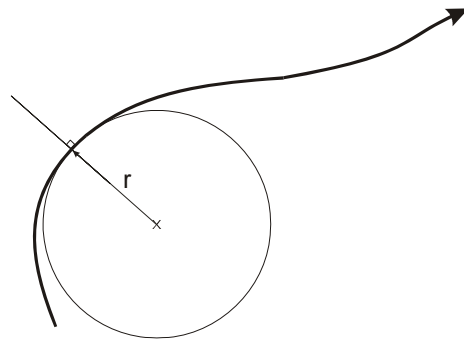
Teckenregler för tvärfallet framgår av Figur 7.



**Figur 7** Teckenregler vid bestämning av tvärfall (vid färdriktning in i bilden).

#### 5.4 Kurvatur

*Kurvaturen* ska bestämmas som den linjeföring som mätbilen följer, vid mätning enligt kapitel 4. *Kurvaturen* ska beskriva medelvärdet av krökningsradien ( $r$ ) för 20 m väg och uttryckas som  $10000/r$ . *Kurvaturen* ska bestämmas från medelvärdet av minst 10 uppskattningar av den inverterade krökningsradien (jämnt fördelade) längs en 20 m sektion.



**Figur 8** Definition av krökningsradie.

Enheten för radien är meter. T.ex. vänsterkurva med medelradien 10 000 m medför att *kurvaturen* blir 1. En raksträcka medför att *kurvaturen* blir 0. *Kurvaturen* ska ha positivt värde i vänsterkurva och negativt värde i högerkurva.

#### 5.5 Backighet

*Backigheten* ska bestämmas som medellutningen för 20 meter väg i färdriktning, enligt kapitel 4. *Backigheten* ska beräknas som ett medelvärde av lutningen i minst 10 punkter (jämnt fördelade) längs en 20 m sektion. En uppförsbacke definieras med positivt tecken och

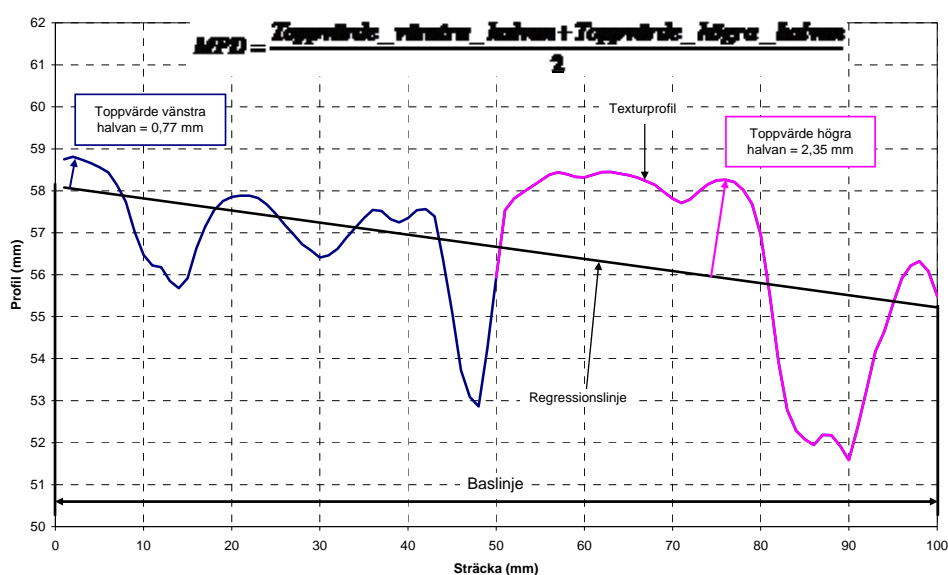
nedförsbacke med negativt tecken. *Backigheten* ska uttryckas i enheten procent.

## 5.6 Textur

### 5.6.1 Makrotextur

Makrotextur ska beräknas som *MPD* (Mean Profile Depth) i enheten mm. Utöver *MPD* ska standardavvikelsen för *MPD* också beräknas, benämns *MPDstd*. ISO 13473-1 beskriver principerna för detta.

Presentationslängden för *MPD* ska vara 1 m. Baslinjen som utnyttjas ska bestämmas enligt avsnittet Slope suppression, 7.6 i ISO 13473-1 se [2]. Vidare ska minst 8 baslinjer per meter väg mätas, d.v.s. varje metervärde måste baseras på minst 80 % mätning.



Figur 9 Princip för beräkning av *MPD* för en baslinje (0,1 m).

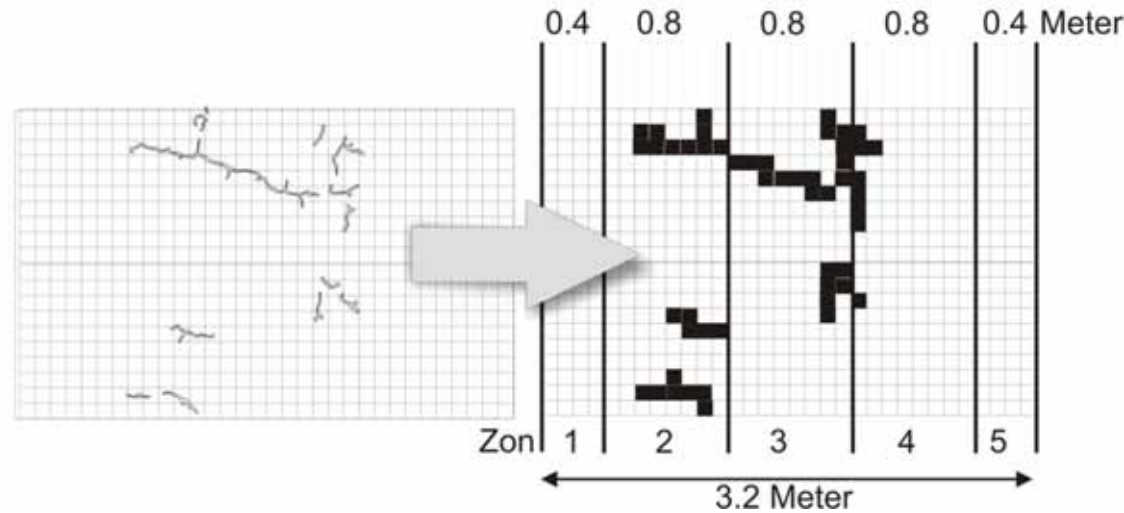
### 5.6.2 Megatextur

*Megatextur* ska beräknas som RMS-värde av vägytans longitudinella profil inom det megatexturområde som specificeras i ISO/FDIS 13473-5 se [3]. Presentationslängden för *megatextur* ska vara 1 m med enheten  $\text{mm}^1$ .

<sup>1</sup> Enligt ISO/FDIS 13473-5 ska megatextur rapporteras uttryckt i dB. Vid behov se ekvation för omräkning i standarden.

## 5.7 Sprickor

*Sprickor* ska bestämmas som andel sprucken vägyta per 20 m i fem olika zoner tvärs vägens längsriktning, se Figur 10.



**Figur 10 Vägens indelning i zoner vid detektering av sprickor.**

Zonerna benämns ett till och med fem där zon ett ligger närmast vägmitt.

- Zon 1 är belägen närmast vägmitt och täcker 0,4 m
- Zon 2 är belägen i vänster hjulspår och täcker 0,8 m
- Zon 3 är belägen mellan hjulspåren och täcker 0,8m
- Zon 4 är belägen i höger hjulspår och täcker 0,8 m
- Zon 5 är belägen närmast vägren och täcker 0,4 m

Varje zon delas in i ett kvadratisk rutnät med sidornas längd 0,1 m. Måttet beräknas som andelen av rutorna inom zonen som har en spricka och uttrycks i procent.

## 5.8 Digital stillbild

En *digital stillbild* ska samlas in för varje påbörjad 20 m sträcka längs vägen. Bilden ska vägnätsanknytas.



Figur 11 Exempel på *digital stillbild*.

## 5.9 Positionering

Den punkt som ska positioneras är tvärprofilens mittersta mätpunkt för varje 20 m sektions start. Koordinater i SWEREF 99 TM ska beräknas alternativt mätas var 20 m, synkront med övrig 20 m data. Till varje positionsangivelse ska alltid uppgift om radiellt medelfel i horisontalplanet levereras. I de fall satellitnavigering används för bestämning av position beräknas det radiella medelfelet som HDOP (Horizontal Dilution Of Position) multiplicerat med mätinstrumentets bästa noggrannhet vid korrektion (exempelvis vid EPOS-korrektion). Då korrektionssignal saknas ska det radiella medelfelet beräknas som HDOP multiplicerat med mätinstrumentets bästa noggrannhet utan korrektion.

## 6 Kvalitetskrav och kontrollmetod

### 6.1 Kalibrering och kontroll

Vid Vägverkets upphandling av leverantör av vägnätsmätning fastslås ett kvalitetssystem som i alla delar måste följas. Ett kvalitetssystem ska vara utformat så att det följer Vägverkets regler enligt [1].

Kontroll av mätsystemet ska utföras varje dag före mätningens början samt vid alla tillfällen då det finns anledning till misstanke att mätsystemet kan ge felaktiga värden.

Kalibrering av mätsystemet ska utföras enligt kvalitetssystemets fastslagna rutiner. Kalibrering av mätsystemet ska dokumenteras och lagras under föreskriven tidsrymd, dock minst 1 år, samt ska vid anmodan inom denna tidsrymd överlämnas till beställaren för kontroll.

## **6.2 Teknisk utvärdering**

För att godkännas som leverantör av objektmätning på det statliga vägnätet utförs särskild utredning avseende bland annat teknisk förmåga och kvalitetssäkring.

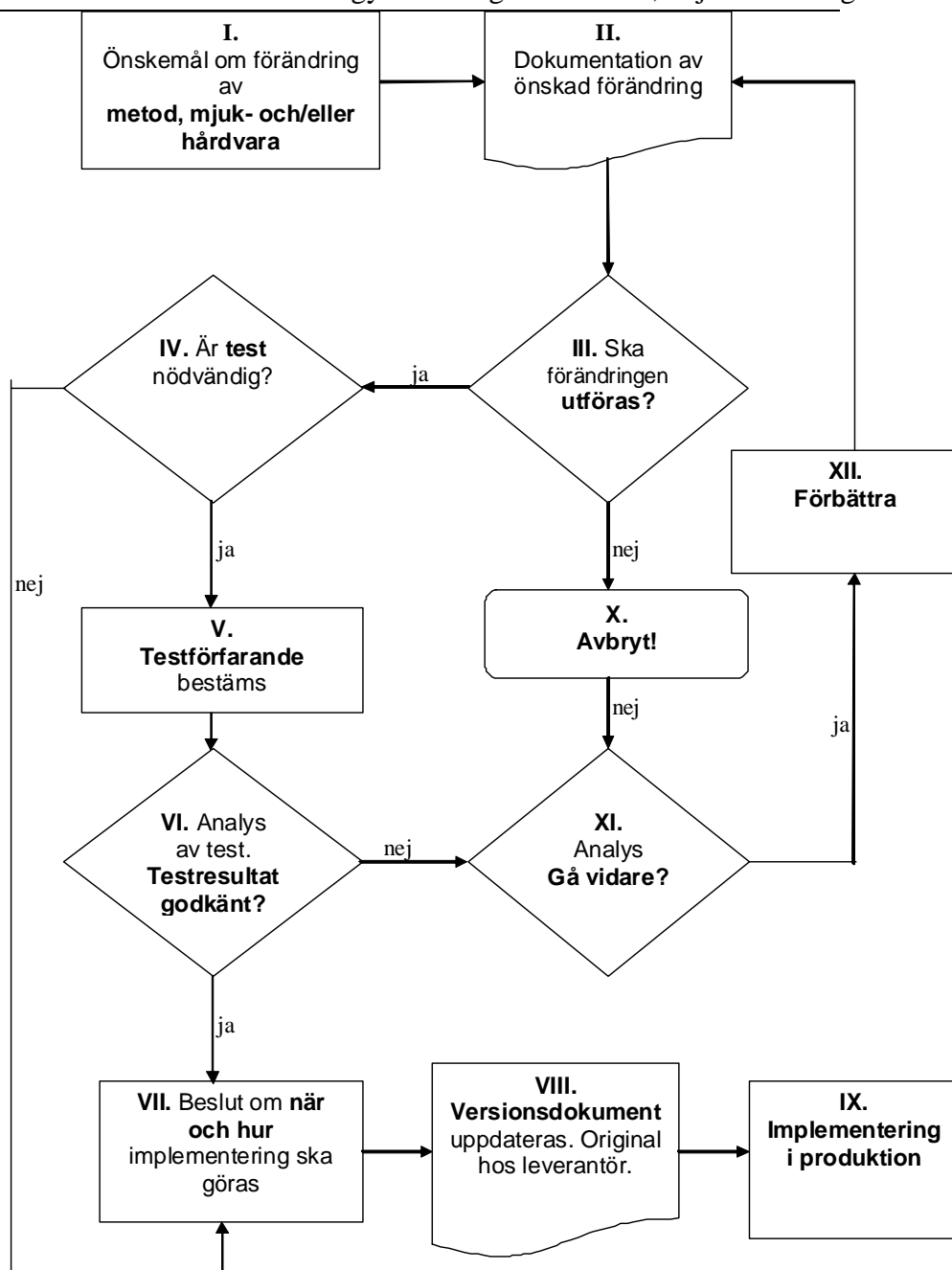
## **6.3 Krav på stabilitet**

Vägverket kan påkalla förnyade testmätningar under en upphandlingsperiod. Vid den nya testmätningen beräknas en differens mellan data från testad mätbil och det av Vägverket angivna verifikationsinstrumentet eller förfarandet. Denna differens jämförs med den differens som erhöles vid den senaste testmätningen i samband med Vägverkets godkännande som objektmätare.

## **6.4 Rutiner vid förändring av mätfordon**

Under den tid en leverantör av mättjänsten är godkänd av Vägverket ska den utrustning som används i uppdrag åt Vägverket inte förändras utan Vägverkets tillstånd. Det gäller såväl metod som mjuk- och hårdvara. Förändringen dokumenteras och Vägverket avgör om och hur förändringen ska behandlas. Nedanstående flödesschema ger en översiktlig förklaring av den rutin som ska följas.

## Vägytemätning med mätbil; objektmätning.



**Figur 12** Flödesschema visande rutiner vid önskad förändring av mätbilen rörande metod eller mjuk- och hårdvara.

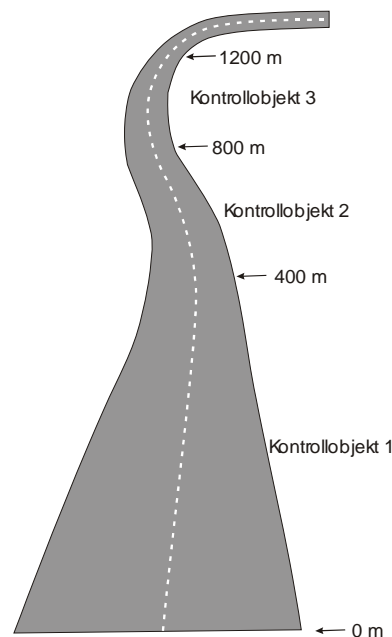
## 7 Utförande av objektmätning

En objektmätning utförs tills tre godkända överfarter av objektet erhållits för de mätstorheter som omfattas av mätuppdraget. Mätstorheter som ska levereras vid en objektmätning är en eller flera av nedanstående.

- *IRI*
- *Spårdjup*
- *Tvärfall*
- *Längsprofil*
- *Textur*
- *Backighet*
- *Kurvatur*
- *Sprickor*
- *Digital stillbild*

Observera att då *IRI* ska levereras ska även *längsprofil* levereras. Utöver dessa mätstorheter ska fordonshastighet och position alltid levereras.

Mätresultatets repeterbarhet testas för de mätstorheter som mäts. För att mätningen ska bli godkänd (exempelvis kunna användas för kontroll av utförd beläggningsåtgärd) krävs tillräckligt god repeterbarhet. Kontrollen utförs på 400 m sträckor (kontrollobjekt). Det resultat som slutligen levereras till beställaren är dels ett medianvärde av tre godkända mätningarna för 20 m och dels medelvärden och standardavvikelser över 400 m för 20 m medianerna. Data för mätstorheter som mäts per 1 m levereras från en av de godkända mätningarna.



**Figur 13 Indelning i kontrollobjekt om 400 m.**

---

**Mättnings- och beräkningsgång:**

1. Objektet mäts tills tre godkända överfarter erhållits.
2. Gällande 20 m data:  
Mätningarna från de godkända överfarterna används för att beräkna medianvärdet för varje sträcka om 20 meter.
3. Gällande 1 meters data:  
Data medelvärdesbildas till 20 m. Mätningarna från de godkända överfarterna används för att beräkna medianvärdet för varje sträcka om 20 meter.
4. **Denna punkt gäller endast IRI.** Den första 20 m sträckan i första kontrollobjektet ska inte användas vid följande beräkningar och kontroller (p.g.a. påverkan från tidigare vägavsnitt). Detta innebär att det första kontrollobjektet endast avser 380 m.
5. Standardavvikelse och aritmetiskt medelvärde baserat på mätvärden per 20 meter beräknas för varje sträcka om 400 m (kontrollobjekt). Beräkning ska ske enskilt för samtliga tre godkända överfarter samt för medianvärdena i punkt 2 och 3 ovan (se exempel i Tabell 2).
6. Mätningarnas repeterbarhet testas på kontrollobjekten mot nedan angivna gränser för godkännande. Testen utförs enligt följande:
  - Test utförs av medelvärden och standardavvikelser för kontrollobjekten (400 m sträckorna) för respektive storhet. Kontroll sker mellan medelvärdet av medianvärdena och den av de tre överfarterna som avviker mest från medelvärdet av medianvärdena. Exempel: Medelvärdet för 400 m från överfart 1 (1,55) avviker mest från medianvärdenas medelvärde (1,58), se Tabell 2. Denna avvikelse kontrolleras mot gränser för godkännande av mätning. Motsvarande kontroll utförs för standardavvikelsena (körning 2 0,54; standardavvikelse av median 0.51).
7. Om kontrollen medför underkänt i någon av testerna ska ytterligare en överfarts värden tillföras beräkningen för den eller de storheter som underkändes. Resultatet från de tre mest lika överfarterna, bedömt utifrån medelvärden över 400 m, väljs ut och förnyad medianberäkning och prövning mot gränserna för godkännande utförs.
8. Avviker hela objektets längdmätning med mer än vad som anges nedan är det upp till leverantören av mättjänst att påvisa för beställaren att det har haft ringa eller ingen påverkan beträffande kvaliteten på det redovisade representativa resultatet av de beräknade storheterna. Kan inte detta påvisas ska objektet mätas om.

**Tabell 2 Princip vid kontroll av mätningens repeterbarhet.**

Distans	Ordinarie mätöverfart			Extra mätöverfart Körning 4	Median (1 till 3)
	Körning 1	Körning 2	Körning 3		
20	1.89	1.89	1.87	1.88	1.89
40	1.60	1.51	1.58	1.56	1.58
60	1.15	1.13	1.11	1.13	1.13
80	1.41	1.37	1.37	1.38	1.37
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
400	2.88	3.04	2.95	2.96	3.00
Medelvärde					
400	1.55	1.59	1.58	1.57	1.58
Standardavvikelse					
400	0.49	0.54	0.51	0.71	0.51

**Gränser för godkännande av mätning**

Resultatet av respektive storhet och kontrollobjekt godkänns när avvikelserna från mediandraget för var och en av de tre mätöverfarterna uppfyller följande krav:

*IRI:*

- medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 8 % eller 0,08 mm/m (från medianvärdenas medelvärde).
- standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 20 % eller 0,20 mm/m (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Spårdjup max:*

- medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 15 % eller 0,4 mm (från medianvärdenas medelvärde).
- standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 25 % eller 0,5 mm (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Tvärfall:*

- medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 0,15 procentenheters tvärfall (från medianvärdenas medelvärde).
- standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 0,15 procentenheters tvärfall (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Backighet:*

– medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 0,25 procentenheters backighet (från medianvärdenas medelvärde).

– standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 0,20 procentenheters backighet (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Kurvatur:*

– medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 1,0 1/10000m kurvatur (från medianvärdenas medelvärde).

– standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 2,5 1/10000m kurvatur (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Makrotextur:*

– medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 5 % eller 0,05 mm (från medianvärdenas medelvärde).

– standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 5 % eller 0,06 mm (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Megatextur:*

– medelvärdet, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 5 % eller 0,05 mm (från medianvärdenas medelvärde).

– standardavvikelsen, över 400 m, för varje mätöverfart avviker med högst 5 % eller 0,06 mm (från medianvärdenas standardavvikelse).

*Digital stillbild:*

– digitala stillbilder från den godkända mätöverfarten med bäst kvalitet (med avseende på digitala stillbilder) ska bifogas mätningen. Detta avgörs subjektivt av utföraren. Digitala stillbilder från alla körfält och riktningar som omfattas av mätningen ska levereras.

*Längdmätning:*

– längdmätning vid mätöverfarterna sinsemellan får inte avvika med mer än 0,5 m + 0,1 % av objektets längd.

## 8 Rapportering

### 8.1 Allmänt

Mätresultatet ska levereras till beställaren på det medium, sätt och inom den tidsrymd som överenskommits med beställaren.

Varje leverans ska åtföljas av ett kvalitetsdokument (rapport) som visar hur mätningen uppfyller de kriterier som kontrollmetoden anvisar.

Mätdata eller rapport avseende de storheter (*IRI, spår djup, spår bottentvärfall, längsprofil, textur, backighet, kurvatur, sprickor, digital stillbild*) som mätningen omfattar ska levereras. Position och fordonshastighet ska levereras vid alla objektmätningar.

Vid mätning ska företeelser som bedöms kunna inverka på mätresultatet, t.ex. avsmalning av körfält, fräsningar, fogar, broar, brunnar etc. dokumenteras och rapporteras.

De första 20 m i det aktuella objektet, avseende IRI, bör inte levereras och därmed inte behandlas. Detta innebär att det första medelvärdet och standardavvikelsen, som normalt har längden 400 m, baseras på 380 m. Detta till följd av att det första IRI-värdet kan påverkas av exempelvis en beläggningsskarv eller stor ojämnhet i föregående 20 m sträcka som inte hör till objektet.

Den avslutande sträckan i objektet, som normalt är mindre än 20 m, bör det inte ställas krav på (exempelvis vid kontroll av ett underhållsobjekt) då de krav som normalt föreskrivs är baserade på 20 m sträckor. Om krav finns för 400 m värden kan dessa användas förutsatt att den sista sträckan är lika med eller större än 320 m (80 % av 400 m). Om den sista 20 m sträckan i objektet är mindre än 20 m ska den exkluderas vid beräkning av 400 m värdet.

## 8.2 Objektmätningens resultat

Objektet ska normalt representeras av 20 och 400 m data. Som mätvärde för 20 m data används medianvärdet av de tre mätöverfarterna. Som mätvärde för 400 m används ett medelvärde av 20 m medianerna och en standardavvikelse av 20 m medianerna.

Data för mätstorheter som mäts med en kortare presentationslängd än 20 m levereras från den första av de godkända mätöverfarterna. Data levereras dels för den kortare presentationslängden och dels som 400 m medelvärden och standardavvikelser (enligt samma princip som för data mätt med 20 m presentationslängd).

## 8.3 Dataleverans till beställaren

Den eller de beställda storheternas representativa mätresultat ska redovisas för beställaren av objektmätning. Rapport och data levereras enligt med beställaren överenskommet format. Mätdata ska alltid åtföljas av följande information:

- Mätdatum
- Vilka mätstorheter som mätningen avser.
- Konfiguration av mätbil (mätbredd, antal mätpunkter etc.)
- Positionering
- Fordonshastighet

Mätdata från den sista delen av varje objekt, som i normalfallet understiger 20 m, ska levereras på samma sätt som övrig mätdata. Längden på denna sträcka ska anges.

Den avslutande delen i ett objekt, som vanligtvis understiger 400 m, ska levereras, både avseende medelvärde och standardavvikelse.

## 8.4 Dataleverans till Vägverkets huvudkontor

Följande data ska levereras:

- medianvärde 20 m eller data per 1 m beroende på typ av mätstorhet (se kontrollmetod kapitel 7 och objektmätningens resultat kapitel 8.2).

I de fall *IRI* beställts i objektmätningen ska också *längsprofil* ingå. Längsprofilen från den första godkända mätöverfarten ska levereras.

I de fall digitala stillbilder ingår i mätningen ska dessa också levereras till Vägverket.

Mätdata från den sista delen av varje objekt, som i normalfallet understiger 20 m, ska levereras på samma sätt som övrig mätdata. Längden på denna sträcka ska anges.

Dataformat och media, på vilket data levereras, regleras av gällande avtal.

## 9 Referenser

- [1] Vägverket (2006). Kravspecifikation gällande; Vägverkets krav på kvalitets- och miljöstyrning i planerings-, projekterings- och entreprenaduppdrag. Vägverkets publikation AL 10 A 2006:17525.
- [2] EN ISO 13473-1: Characterization of pavement texture by use of surface profiles -Part 1: Determination of Mean Profile Depth (ISO 13473-1:1997)
- [3] Pr EN ISO/DIS 13473-5: Characterization of pavement texture by use of surface profiles -Part 5: Determination of Megatexture (ISO/DIS 13473-5:2008)
- [4] Pr EN 13036-5: Road and airfield characteristics- Test methods-Part5: Determining of longitudinal unevenness indices, 2005 October
- [5] Transportation Research Board, Record No. 1501, ISBN 0-309-06169-5, Pavement-Vehicle Interaction and Traffic Monitoring; Kapitel 1, *On the Calculation of International Roughness Index from Longitudinal Road Profile*"
- [6] "World Bank Technical Paper, Nummer 46: *Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements*, ISSN 0253-7494, 1986"

### Rekommenderad litteratur

Handbok till mätningsskugörelsen HMK-Geodesi, GPS, (1996)  
Lantmäteriverket, Gävle

Pr EN 13036-6: Road and airfield characteristics- Test methods-Part6: Measurement of transverse and longitudinal profiles in the evenness and megatexture wavelength ranges, 2005 October

Pr EN 13036-8: Road and airfield characteristics- Test methods-Part8: Transverse unevenness and irregularities, definitions, methods of evaluation and reporting, 2005 October

Offrell, P & Sjögren, L. (2005). Crack measures and reference systems for a harmonised crack data collection using automatic systems. VTI Särtryck 365A. Scandiaconsult/VTI

Granlund, J. (2006). Nytt mått på tvärfall – ger bättre säkerhet och hälsa för yrkesförare. Vägverket Konsult.

Persson, E-M. (2006). Nytt tvärfallsmått för kravställning utifrån Vägytemätning. Ramböll





Vägverket  
781 78 Borlänge  
[www.vv.se](http://www.vv.se). [vagverket@vv.se](mailto:vagverket@vv.se).  
Telefon: 0771-119 119. Texttelefon: 0243-750 30. Fax: 0243-785 28.

