

VVMB 121
Vägytemätning med mätbil;
vägnätetsmätning

Titel: VVMB 121 Vägytemätning med mätbil; vägnätsmätning.

Publikation: 2009:78

Utgivningsdatum: Maj 2009

Utgivare: Vägverket

Kontaktperson: Thomas Winnerholt

ISSN: 1401-9612

Layout: Ateljén, Vägverket

Tryck: Vägverket

Distributör: Vägverket

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	2
2	BEGREPP	2
3	KRAV PÅ UTRUSTNING	5
3.1	MÄTFORDON.....	5
3.2	BESTÄMNING AV OJÄMNHET I LÄNGSLED.....	5
3.3	BESTÄMNING AV OJÄMNHET I TVÄRLED	6
3.4	BESTÄMNING AV TVÄRFALL	6
3.5	BESTÄMNING AV BACKIGHET.....	6
3.6	BESTÄMNING AV KURVATUR	7
3.7	BESTÄMNING AV TEXTUR	7
3.7.1	<i>Makrotextur</i>	7
3.7.2	<i>Megatextur</i>	7
3.8	BESTÄMNING AV SPRUCKEN YTA	7
3.9	KRAV PÅ DIGITAL STILLBILD.....	7
3.10	BESTÄMNING AV FÄRDAD LÄNGD	8
3.11	KRAV FÖR POSITIONERING	8
4	MÄTNING	8
4.1	ALLMÄNT	8
4.2	SIDOLÄGESPLACERING.....	8
4.3	VÄGNÄTSANKNYTNING	9
5	BERÄKNING AV STORHETER	10
5.1	LÄNGSPROFIL OCH IRI.....	10
5.2	SPÅRDJUP OCH MEDELTVÄRPROFIL.....	12
5.3	TVÄRFALL	13
5.4	KURVATUR	14
5.5	BACKIGHET.....	14
5.6	TEXTUR	15
5.6.1	<i>Makrotextur</i>	15
5.6.2	<i>Megatextur</i>	15
5.7	SPRICKOR	15
5.8	DIGITAL STILLBILD	16
5.9	POSITIONERING.....	17
6	KVALITETSKRAV OCH KONTROLLMETOD	17
6.1	KALIBRERING OCH KONTROLL	17
6.2	TEKNISK UTVÄRDERING.....	18
6.3	LÄNGDMÄTNING	18
6.4	KONTROLLMÄTNING.....	18
6.5	KRAV PÅ STABILITET	18
6.6	RUTINER VID FÖRÄNDRING AV MÄTFORDON	18
7	RAPPORTERING	20
8	REFERENSER	20

Sammanfattning

Denna beskrivning avser vägytemätning med mätbil för tillståndsmätning av det belagda statliga vägnätet (vägnätsmätning). Mätning av vägbanans längsprofil och tvärprofil ska utföras genom beröringsfri mätning i normal trafikrytm. Beskrivningen behandlar principer för beräkning av tillståndsmått IRI, spår djup, backighet, kurvatur, tvärfall, sprickor och textur samt dokumentation med digitala stillbilder. Vidare beskrivs förfarande vid insamling, bearbetning, rapportering av mätdata och krav på utrustning samt på mätdatas kvalitet.

Tjänsten som vägnätsmätare handlas normalt upp i fyraårsperioder då utrustningstyp och leverantör fastställs. Vid val av leverantör utförs särskild utredning avseende bland annat teknisk förmåga, leveransvillkor och kvalitetssäkring.

Måtten är åsatta kravgränser som regleras i kontrakt mellan Vägverket och utföraren.

1 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

Kontrollmätning

Mätning för att säkerställa kvaliteten avseende reproducerbarhet vid produktion av vägnätsmätning.

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 högra spår, benämns *längsprofil HT*.

Enhet: mm

Makrotextur

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

Enhet: mm

Megatextur

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

Enhet: mm

Mättdon

Teknisk anordning avsedd för mätning, t ex avståndsmätande sensor.

Mätpunkt

Punkt på vägytan mot vilken mätning med mättdon sker.

Mätsträcka

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

Nod

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

Noggrannhet

Mättdonets 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 mätvärdernas 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.

Enhet: procent

Spårdjup

Spårdjupet är ett uttryck för vägens ojämnheter i tvärled.

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 avvikelse 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

2 Krav på utrustning

2.1 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.

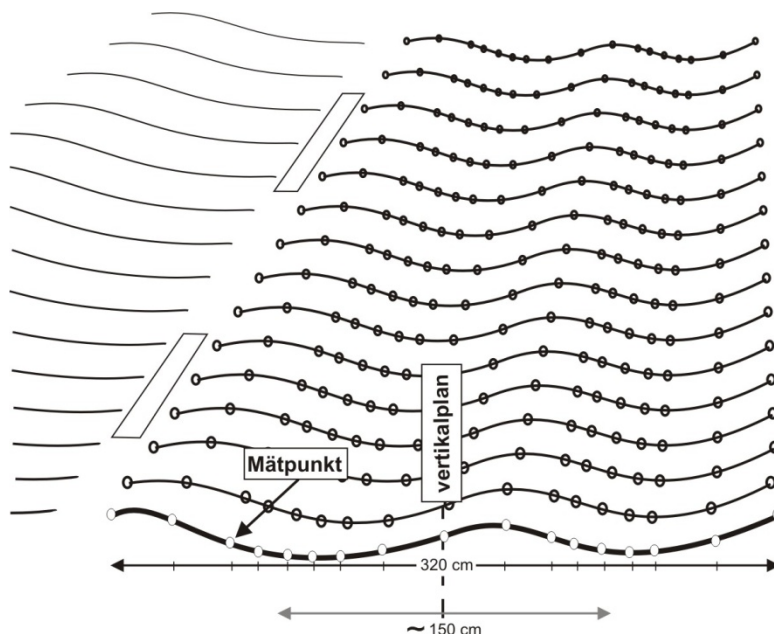
2.2 Bestämning av ojämnheter i längsled

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

Tre längsprofiler ska mätas. Två av mätdonen 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.

2.3 Bestämning av ojämnheter i tvärled

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 spår djup med 15 mätton ska de två yttre mätpunkterna inte användas.)

Mätpunkterna ska vara fördelade symmetriskt med avseende på ett vertikalkplan 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 vertikalkplanet.

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

2.4 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 motsvarande noggrannhet (3 standardavvikelser) som medger att vägens tvärfall kan bestämmas med en noggrannhet av $\pm 0,1$ procentenheter.

2.5 Bestämning av backighet

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

2.6 Bestämning av kurvatur

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

2.7 Bestämning av textur

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

2.7.1 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 mätton som ska användas vid mätning av *MPD V* och *MPD H* ska vara placerade i samma laterala läge eller vara samma fysiska mätton som återger mätpunkterna för *längsprofil V* och *längsprofil H* enligt kapitel 2.2.

2.7.2 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 mätton som ska användas vid mätning av *Megatextur V* och *Megatextur H* ska vara placerade i samma laterala läge eller vara samma fysiska mätton som återger mätpunkterna för *längsprofil V* och *längsprofil H* enligt kapitel 2.2.

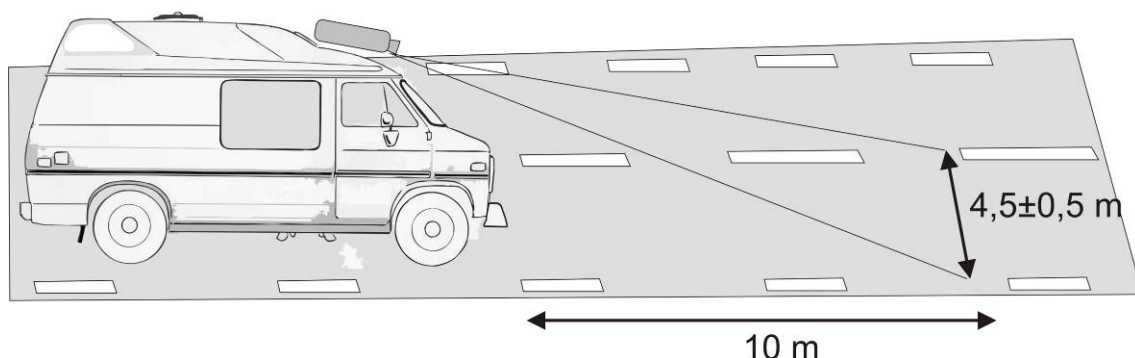
2.8 Bestämning av sprucken yta

Utrustningen ska vara anpassad till mätning i fart. Systemet ska kunna detekterat 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.

2.9 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.

2.10 Bestämning av färdad längd

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

2.11 Krav för positionering

Fordonet ska vara utrustat med mätton 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.

3 Mätning

3.1 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.

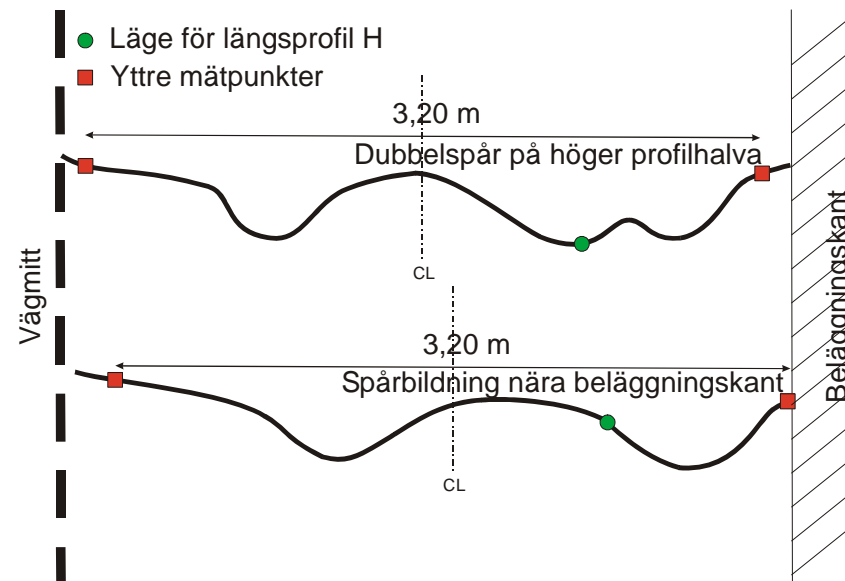
Vid mätning ska hänsyn tas till eventuellt behov av insvängningstid hos mätsystemet, innan fordonet påbörjar mätning på den aktuella sträckan.

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

3.2 Sidolägesplacering

Vid mätning placeras fordonet i sidled så att mätpunkt avsedd för *längsprofil H* placeras i höger personbilsspår utan att någon mät punkt från de yttersta mättonen hamnar utanför beläggningskanten.

Vid mätning av vägar som saknar synliga hjulspår placeras fordonet mitt i det aktuella körfältet eller så nära mitten av körfältet som möjligt utan att någon mätpunkt från de yttersta mättonen hamnar utanför beläggningens kanten.



Figur 3 Sidolägesplacering av mätbil.

3.3 Vägnätsanknytning

Mätdata ska kopplas geografiskt till vägnätet via den vägnätsmodell som används av Vägverket.

Mätuppdraget specificeras av Vägverket genom en indelning av det vägnät som ska mätas i mätsträckor. Varje sådan mätsträcka har koppling till vägnätet.

Mätssystemet ska registrera längdvärden löpande under mätning relativt varje mätsträckas startnod.

Passage av noder registreras antingen manuellt eller genom koordinatbestämning under pågående mätning.

Metoden med lokalisering genom koordinatbestämning krävs i de fall noder inte är visuellt identifierbara. Positionering i kombination med koordinater för noder ska då användas.

Vilken metod som ska användas ska framgå av uppdragsspecifikationen.

Kompletterande lägesbeskrivning med koordinater för mätsträckors start- respektive slutpunkter och/eller inom mätsträckor kan användas efter avrop från Vägverket.

Mätdata ska kopplas till respektive mätsträcka.

Alternativa metoder för lägesbestämning under mätning kan utnyttjas efter godkännande av Vägverket.

4 Beräkning av storheter

Mätstorheterna i Tabell 1 ska mätas och beräknas med de presentationslängder som anges. Gällande uppdragsspecifikation avtalar vilka mätstorheter som ska levereras.

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_{15} , V_{15} och H_{15} (15 mätpunkter)	mm	20 m
Spårdjup \max_{17} , V_{17} och H_{17} (17 mätpunkter)	mm	20 m
Tvärfall	%	1 m
Kurvatur	1/m	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

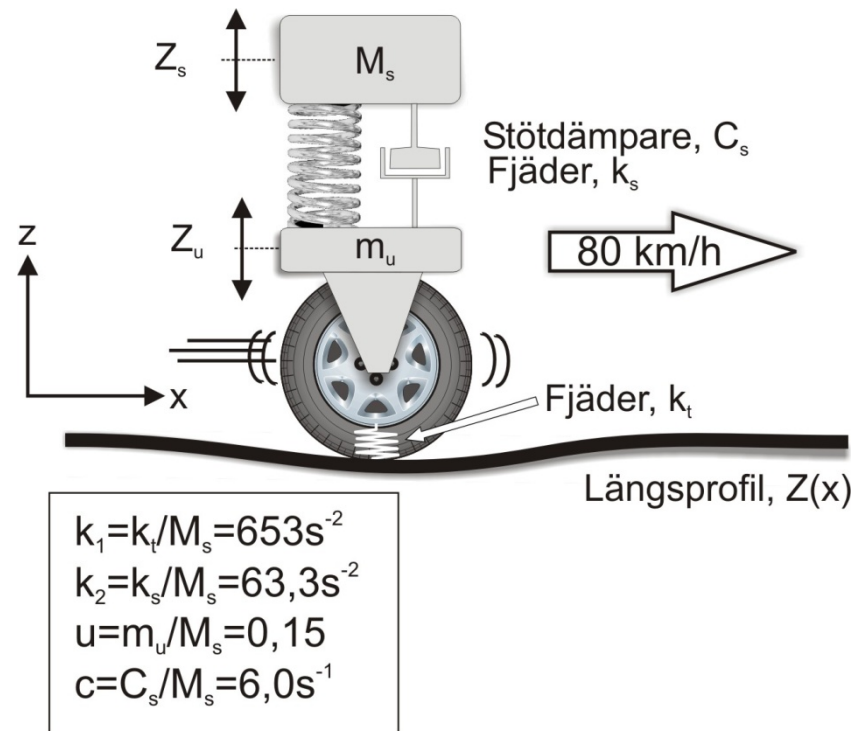
4.1 Längsprofil och IRI

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:

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

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

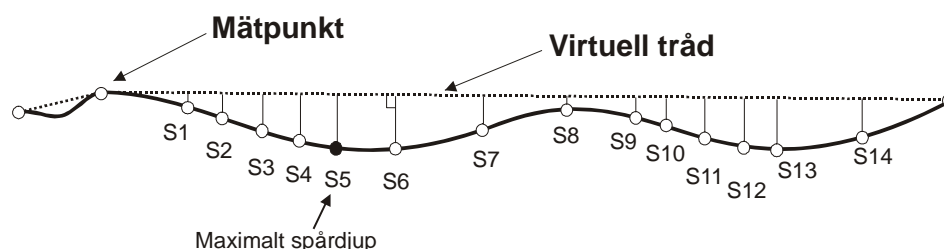
IRI_H och IRI_V ska beräknas som ett medelvärde över 20 meter.

4.2 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 max₁₇*.

Beräkning av *spårdjup vänster₁₇* respektive *höger₁₇* utförs enligt samma princip som *spårdjup max₁₇* med den skillnaden att en delmängd av de 17 mätpunkterna används.

- *Spårdjup vänster₁₇* beräknas enligt trådprincipen från c:a 60 % av den vänstra delen av mätbredden.
- *Spårdjup höger₁₇* 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 max₁₅*, *spårdjup vänster₁₅* och *spårdjup höger₁₅*.

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

medelvärde per 1 meter för varje mätpunkt. Medelvärdena för alla mätpunkter över 1 meter ger tillsammans *medeltvärprofilen*.

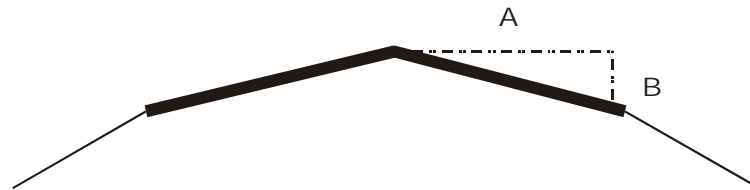
4.3 Tvärfall

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*. Tvärfallet ska presenteras som ett medelvärde per 1 m.

– *Ytlinjemetoden*

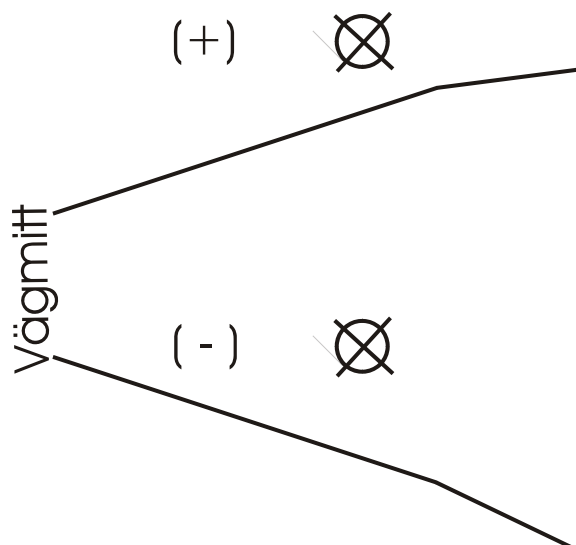
Tvärfallet definieras som vinkeln mellan horisontalplanet och en linje genom två mätpunkter med ett inbördes avstånd av c:a 2,0 m centrerade kring mätfordonets mittersta mätpunkt. Linjen som används för definition av tvärfallet ska gå genom två mätpunkter i tvärprofilen som mäts med vertikalt placerade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

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.

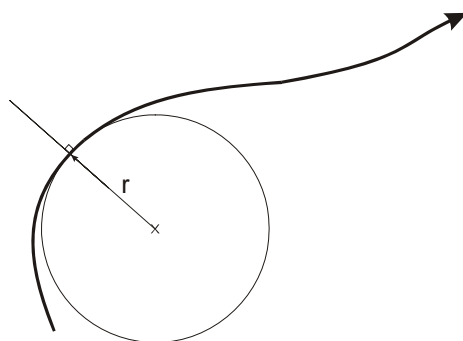
Teckenregler för tvärfallet framgår av Figur 7.



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

4.4 Kurvatur

Kurvaturen ska bestämmas som den linjeföring som mätbilen följer, vid mätning enligt kapitel 3. *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.

4.5 Backighet

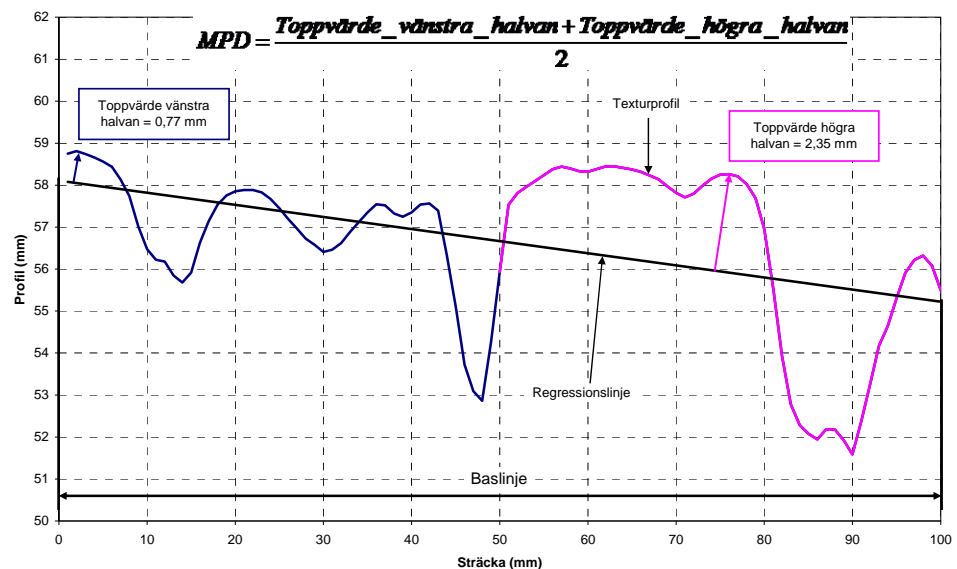
Backigheten ska bestämmas som medellutningen för 20 meter väg i färdriktning, enligt kapitel 3. *Backigheten* ska beräknas som ett medelvärde av lutningen i minst 10 punkter (jämnt fördelade) längs en 20 m sektion. En uppförsbacke definieras med positivt tecken och

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

4.6 Textur

4.6.1 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).

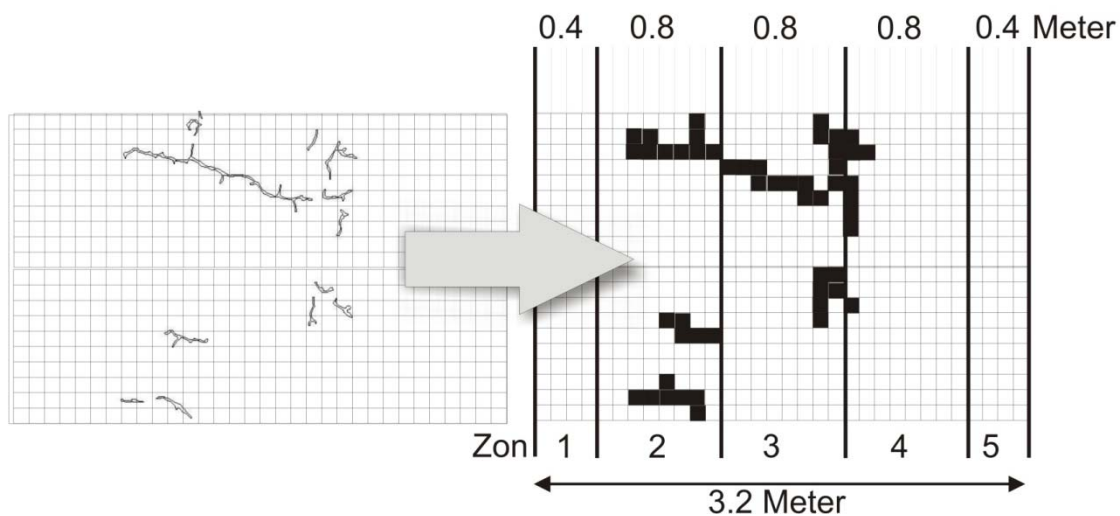
4.6.2 Megatextur

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 mm^1 .

4.7 Sprickor

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

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



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.

4.8 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*.

4.9 Positionering

Den punkt som ska positioneras är tvärprofilens mittersta mät punkt 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.

5 Kvalitetskrav och kontrollmetod

5.1 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.

5.2 Teknisk utvärdering

Vid val av leverantör utförs särskild utredning avseende bland annat teknisk förmåga, leveransvillkor och kvalitetssäkring.

5.3 Längdmätning

För längdmätningen gäller följande krav på noggrannhet:

Avvikelsen mellan mätsträckans angivna längd och uppmätt längd får inte överstiga $40 \text{ m} + 0,1 \%$ av angiven längd.

5.4 Kontrollmätning

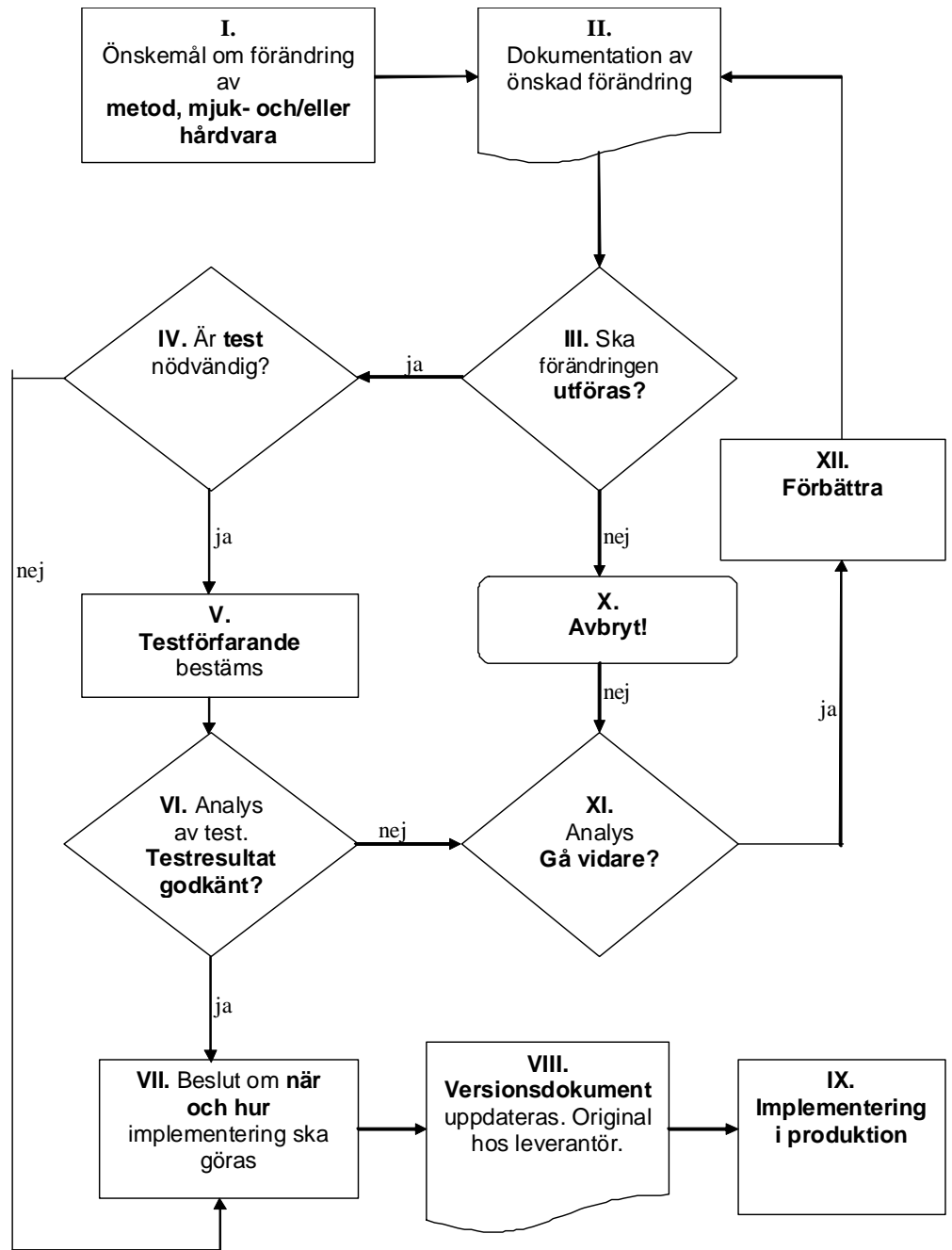
Särskilda kontrollmätningar ska utföras i samband med ordinarie vägnätsmätningar. Omfattning och metod regleras i avtal mellan Vägverket och leverantören.

5.5 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 vägnätsmätare.

5.6 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.



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

6 Rapportering

I samband med upphandling av vägytemättjänsten träffas ett avtal mellan Vägverket och godkänd mätleverantör. Avtalet reglerar bl.a. garanterad årlig mätvolym och gäller normalt under en fyraårsperiod.

Mätresultatet ska levereras till beställaren på det medium, sätt och inom den tidsrymd som överenskommits vid beställningen och enligt det format som Vägverket har fastställt.

Vid leverans av mätdata ska denna vara uppdelad på mätsträckor om inte annat sägs i gällande uppdragsspecifikation.

Dataformat och media, på vilket data levereras, regleras enligt gällande avtal. Tillsammans med data ska en redovisning av erhållet resultat enligt kontrollmetoden för vägnätsmätning bifogas.

7 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

Vägytemätning med mätbil; vägnätsmätning

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. vagverket@vv.se.
Telefon: 0771-119 119. Texttelefon: 0243-750 30. Fax: 0243-785 28.



Vägverket