



Tillståndsuppföljning av observationssträckor

Lägesrapport för LTPP-projektet
till och med december 2015

Nils-Gunnar Göransson

VTI notat 1-2016

Tillståndsuppföljning av observationssträckor

**Lägesrapport för LTPP-projektet
till och med december 2015**

Nils-Gunnar Göransson

Diarienummer: 2015/0574-9.1

Omslagsbilder: Hejdlösa Bilder AB och Fernando Cruz del Aguila

Tryck: LiU-Tryck, Linköping 2016

Förord

Trafikverket finansierar VTI:s uppföljning av observationssträckor inom det så kallade LTPP-projektet (*eng. Long Term Pavement Performance*). Dessa är utvalda från normenligt byggda objekt, ingående i det statliga belagda vägnätet. Målsättningen är att samla in, bearbeta och leverera data av hög kvalitet som primärt ska kunna användas vid utveckling av modeller som beskriver vägars tillståndsförändring. Inriktningen är i första hand fokuserad på nedbrytningen som orsakas av tung trafik. Detta innebär att en databas byggs upp innehållande en mängd data som beskriver en vägs tillstånd och vad den utsätts för, från att den är nybyggd och framåt i tiden.

Årligen sammanställs en lägesrapport, i form av ett VTI notat, som huvudsakligen beskriver insamlingen av nya data. Som kontaktperson från Trafikverkets (tidigare Vägverkets) sida har Thomas Asp verkat. Nils-Gunnar Göransson har varit projektledare vid VTI och ansvarat för insamling och bearbetning samt sammanställning av uppgifter och mätresultat.

Ett stort tack riktas till personal inom Trafikverket som bistått med allehanda uppgifter samt till medarbetare vid VTI som medverkat vid mätningar som ligger till grund för innehållet i databasen. Mätningar under år 2015 med vägytemätbil utfördes av Thomas Lundberg och Nils-Gunnar Göransson. Vid de okulära tillståndsbedömningarna, besiktningarna, deltog författaren av föreliggande notat samt Fernando Cruz del Aguila och Terry McGarvey som även översatt sammanfattningen till engelska, (avsnittet Summary).

Linköping januari 2016

Nils-Gunnar Göransson
Projektledare

Kvalitetsgranskning

Intern/extern peer review har genomförts 4 mars 2016 av Thomas Lundberg. Nils-Gunnar Göransson har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Anita Ihs har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 9 mars 2015. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Quality review

Internal/external peer review was performed on 4 March 2016 by Thomas Lundberg. Nils-Gunnar Göransson has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Anita Ihs examined and approved the report for publication on 9 March 2015. The conclusions and recommendations expressed are the author's and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Summary	9
1. Inledning	11
2. Projektbeskrivning.....	12
3. Verksamheten under år 2015	15
3.1 Åtgärdade objekt	15
3.2 Nya objekt	15
3.3 Program.....	15
3.3.1 Mätning av bärförmågan med KUAB-FWD.....	15
3.3.2 Mätning av vägytan med LASER-RST.....	16
3.3.3 Okulär bedömning av tillståndet.....	17
3.3.4 Beräkning av sprickindex	18
3.3.5 Registrering av tvärprofil (spårdjupsmätning).....	19
3.3.6 Mätning av trafik	20
3.3.7 Väder och vatten	20
3.4 Databas.....	21
Referenser	25
Bilaga 1	29

Sammanfattning

Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Lägesrapport för LTPP-projektet till och med december 2015

av Nils-Gunnar Göransson (VTI)

Målsättningen med projektet är att samla in, bearbeta och leverera högkvalitativa data som primärt är tänkt att användas för utveckling av tillståndsförändringsmodeller. Uppföljningen av observationssträckor (100 m långa) har på uppdrag av Trafikverket, tidigare Vägverket, pågått sedan 1984. Inriktningen är i första hand fokuserad på den nedbrytning som orsakas av tung trafik. De första åren utfördes mätningar på ett begränsat antal sträckor. Antalet har efterhand som projektet fortskridit utökats, och uppgick vid utgången av år 2015 till 690 stycken fördelade över 65 olika objekt, alla ingående i det statliga belagda vägnätet.

Under årens lopp har antalet bevakade sträckor ändrats så till vida att några utgått och andra tillkommit. En snävare budget i början av år 2000 medförde en grundlig översyn av samtliga sträckor. Antalet som fortsättningsvis skulle bevakas minskades med en fjärdedel. Förändringarna gjordes dock på ett sådant sätt att projektets syfte fortfarande kunde upprätthållas. Genom att välja ut de strategiskt viktigaste sträckorna och reducera antalet mätningar kunde fortfarande högkvalitativa och användbara data erhållas från de sträckor som var kvar i uppföljningsprogrammet. Inför år 2016 kommer 313 sträckor vara aktiva, fördelade över 33 objekt.

Uppföljningsprogrammets aktiviteter:

- **Besiktning** av samtliga aktiva sträckor utförs årligen. Vid denna, som görs till fots, identifieras, klassificeras och kvantifieras förekommande skador och defekter enligt "Bära eller brista" (Wågberg, 1991), handboken för tillståndsbedömning av belagda vägar.
- Ett **sprickindex** för belastningsskador beräknas efter svårighetsgrad och utbredning per sträcka och besiktningstillfälle och sparas som en tabell i databasen.
- Objektiv mätning av vägytans tillstånd utförs med **vägytemätbil** (RST). Mätningen utförs av ekonomiska skäl i genomsnitt vartannat år per sträcka. Spårbildning och utveckling av längsojämheter följer ett relativt linjärt förlopp varför förlusten av årliga mätdata bedöms kunna accepteras i detta läge. Vid mätningen tas också en digital stillbild vid varje 20:e meter.
- **Fallviktsmätning** (KUAB-FWD) utförs normalt på alla nya objekt som tillkommit samt efter beläggningssåtgärd.
- **Tvärprofilering** har upphört inom uppföljningsprogrammet.
- **Klimatdata** hämtas från SMHI:s väderstationer (enligt "Årstabellen").
- **Trafikdata** för de aktiva sträckorna inhämtas från Trafikverket (normalt sker detta inom ett intervall om fyra år).
- Insamlad data bearbetas, kvalitetskontrolleras och samlas i en databas, den senast aktuella benämns **LTPP-2015** (Microsoft Access 2007–2010).

Den uppdaterade databasen, LTPP-2015, kommer att vara tillgänglig via www.vti.se. Som guidning till innehållet finns det även en manual att tillgå. I detta notats bilaga kan exempel på uppföljning och tillståndsutveckling studeras. En årlig separat databas skapas för de digitala stillbilderna.



Bild: Nils-Gunnar Göransson.

Summary

Monitoring of observation sections. Progress report for the Swedish LTPP project even December 2015

by Nils-Gunnar Göransson (VTI)

The objective of this project is to collect and deliver high quality road data primarily for use in the development of performance prediction models. Monitoring of the LTPP sections (100 m long) started in 1984 on commission of the Swedish Road Administration. The aim is primarily to focus on road deterioration caused by heavy traffic. The project started with a limited amount of sections but, in 2015, the number has increased to 690 sections distributed over 65 sites. All sections are included in Sweden's national road network. During the year, some sections became redundant and a number of replacement sections were included. Budget restrictions in 2000 resulted in a review of the sections and a 25 percent reduction in monitoring was implemented. Despite this decrease, the project purpose could still be maintained. By retaining the most strategically important routes and reducing the number of surveys useful high quality data could still be obtained from the sections left in the monitoring program. During 2016, 313 sections distributed over 33 sites will remain active.

The following activities are included in the monitoring programme:

- **Distress surveys.** Annual surveys are carried out by walking over the sections. During the survey all distresses and surface defects are recorded. The grading of the distresses and defects are based on a national distress manual.
- Calculation of an annual **crack index**. The index is calculated from the type of crack, crack distress grade and crack propagation and is included, in table form, in the database.
- **Road surface monitoring.** Financial restrictions limit the monitoring to every second year. However, rut development and longitudinal unevenness follow a relatively linear trend, so monitoring every second year is considered acceptable in this case.
- Measurement of the **bearing capacity** (KUAB-FWD). The capacity is measured on all new sections and after any maintenance measures.
- **Cross section profiling** is no longer carried out.
- Collection of **climate data** from SMHIs automatic weather observation stations.
- Collection of **traffic data** normally every fourth year.
- Quality control check of all collected data before being entered into the **LTPP-2015** data base (Microsoft Access 2007 - 2010).

Delivery of the updated database to the Swedish Transport Administration will occur during 2016. A contents guide and user manual will also be available. The updated database, LTPP-2015, will subsequently be available via www.vti.se. Examples of monitoring and condition development are given in the appendix section. An annual separate database with digital photos is also available.

1. Inledning

Investering i nya vägar är ofta politiska beslut som fattas utifrån många aspekter. För att motivera medel till underhåll krävs däremot i regel någon form av konsekvensbeskrivning av det framtida scenariot vid oförändrade, minskade eller uteblivna medel för underhållsåtgärder. Det ställs också höga krav på prioritering och planering för att använda tilldelade medel på ett optimalt sätt. Det finns därför ett stort behov av väl fungerande planeringssystem för underhåll av vägar och gator.

Ett planeringssystem består i huvudsak av två olika delar: en administrativ del som hanterar beräkningar, prioriteringar och presentationer m.m. och en del som består av prognosmodeller för vägkonstruktioners tillståndsutveckling och livslängd samt kostnadseffekter av olika tillstånd hos vägen.

Den administrativa delen av ett planeringssystem är av mer allmän karaktär vilket innebär att den inte nödvändigtvis behöver utvecklas inom landet, även om det är att föredra eftersom prognosmodeller och effektsamband är mycket känsliga för faktorer som är beroende av geografiska förhållanden, klimat, trafikbelastning, vägbyggnadsmaterial samt typ av konstruktion.

Att utveckla prognosmodeller som på ett tillfredsställande sätt beskriver tillståndsförändring och förutsäger livslängd för beläggningsåtgärder och vägkonstruktioner ställer stora krav, såväl kvalitativa som kvantitativa, på de data som bildar underlag. Väl underbyggda och fungerande prognoser och planeringssystem ger stora vinster genom förbättrad prioritering, optimering och planering utifrån tillgängliga resurser. Det ger också en möjlighet att beskriva konsekvenserna av nedskärningar gentemot satsningar på upprustning av ett vägnät.

Prognoser för svenska förhållanden måste grundas på modeller i flera delar som i första hand beskriver utvecklingen av spår, sprickor och längsgående ojämnheter. Hänsyn måste tas till om spårbildning huvudsakligen orsakats av trafik med dubbdäck eller av tunga fordon. Modeller för sprickor bör omfatta såväl tidpunkten för den första sprickans tillkomst som hur sprickorna därefter propagerar.

Det finns också ett stort behov av modeller som värderar den strukturella effekten av underhålls- och förstärkningsåtgärder, inte minst inom det ”icke byggda” vägnätet.

Detta notat behandlar i huvudsak den insamling av data som skett under år 2015 och som tillsammans med tidigare års arbete bl.a. kan ligga till grund för prognosmodeller som beskriver tillståndsförändring och/eller förutsäger livslängder för beläggningsåtgärder och vägkonstruktioner. Ett exempel på ett observationsobjekts utveckling kan studeras i Bilaga 1.

2. Projektbeskrivning

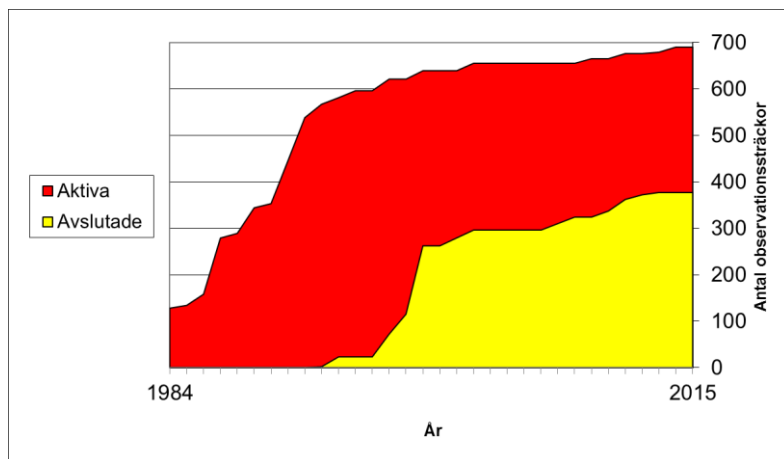
Sedan 1984 pågår projektverksamhet vid VTI med målsättningen att samla in, bearbeta och leverera högkvalitativa data till framförallt utveckling av tillståndsförändringsmodeller för belagda vägar. Med hjälp av sådana modeller ska tillståndets förändring i tiden kunna förutsägas samt även medverka till att den lämpligaste underhållsåtgärden väljs och att den utförs vid rätt tidpunkt. Stommen i modellerna förväntas bestå av data som beskriver vägens aktuella tillstånd, dess styrka alternativt nominella uppbyggnad, trafikbelastning samt rådande klimat. En databas är uppbyggd innehållande en mängd data som beskriver en vägs tillstånd från nybyggnadsskedet fram till dagsläget.

I föreliggande notat (lägesrapport) beskrivs i första hand insamlingen av nya data som skett under 2015. Föregående års lägesrapporter har tidigare publicerats som VTI notat (Wågberg, 1991; Göransson & Wågberg, 1992; 1993; 1994; 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; Göransson, 2008; 2009; 2010; 2011; 2012, 2013, 2014, 2015). Arbeta inom modellutveckling, som till viss del då ingick i uppdragsprojektet, har publicerats som VTI notat (Djurf, 1988; 1993; 1997; Wågberg, 2001).

Insamlingen av data förväntas fortsätta flera år framåt i tiden. Från och med 2002-02-11 har databasen LTPP-ÅÅÅÅ.mdb tillsammans med Manual till LTPP-ÅÅÅÅ.pdf (Göransson & Wågberg) funnits tillgänglig via dåvarande Vägverkets hemsida. Ett beslut togs i samråd med Trafikverket att databasen istället görs tillgänglig via VTI:s hemsida www.vti.se fr.o.m. 2010 års version. Databasen uppdateras årligen, således står ÅÅÅÅ för det senaste årtal som datainsamling skett och den innehåller all data som samlats in sedan starten år 1984.

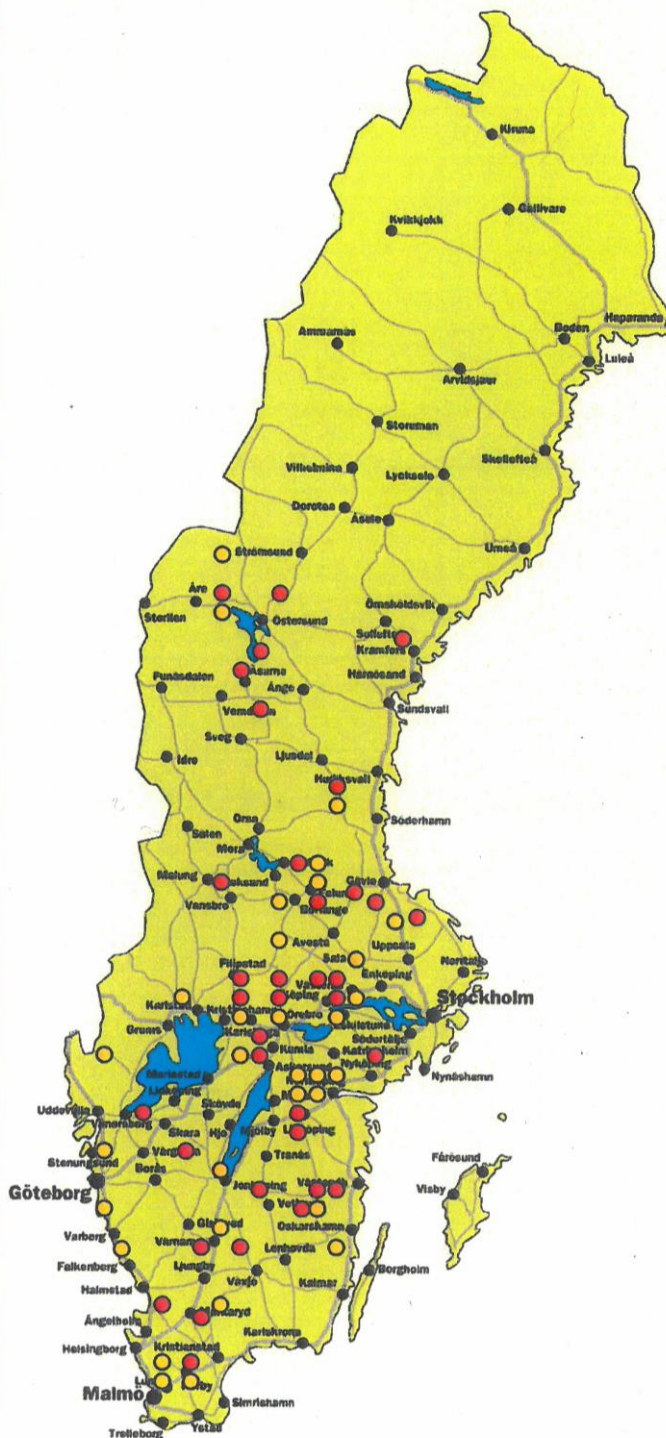
Arbetet omfattar uppföljning av tillståndsutvecklingen för ett stort antal, 100 meter långa, observationssträckor (i de flesta fall i vägens båda köriktningar). Insamlingen görs av en mängd olika data som beskriver vägavsnittens tillstånd: synliga skador, ojämnheter längs och tvärs samt strukturell styrka. Dessutom insamlas en mängd uppgifter om vägens uppbyggnad, trafikens sammansättning, klimatförhållanden m.m. Samtidigt kartläggs utförda underhållsåtgärder noggrant.

I inledningsskedet ingick ett begränsat antal observationssträckor i uppföljningsprogrammet. Under årens lopp har antalet utökats kontinuerligt och uppgår vid årsskiftet 2015/2016 till 690 sträckor fördelade över 65 objekt. Objektens lokalisering och benämning samt antal ingående sträckor framgår av Figur 2. Dock har uppföljningen av ett antal objekt efter hand avslutats, se Figur 1. Anledningen till detta har dels varit en snävare budget och dels ombyggnation av vissa vägavsnitt. Ombyggnationen har, företrädesvis bestått av införandet av mötesfri väg, vilket bl.a. inneburit att trafiken flyttats i sidled och förutsättningarna förändrats radikalt. När det gäller problematiken med den accelererade nedbrytning som förekommer på vägar med mittseparering hänvisas till andra projekt och utredningar som fokuserar på just denna typ av utförande. Under 2015 bibehölls antalet objekt från året innan. Efter 2015 års utgång är 313 sträckor aktiva fördelade över 33 objekt.



Figur 1. Aktiv respektive avslutad uppföljning av observationssträckor för åren projektet har pågått.

Objekt	Namn	Antal	Aktiva
C-292-1	Gimo	9	9
C-E4-1	Månkarbo	10	0
D-E20-1	Eskilstuna	14	0
D-RV53-1	Kvicksund	18	0
D-RV53-2	Nyköping (Råby-Rönö)	10	10
E-1173-1	Rejmyre	9	0
E-215-1	Skärblacka	6	0
E-E4-1	Herrbeta	17	0
E-RV34-1	Brokind	16	7
E-RV34-2	Skeda Udde	15	0
E-RV36-1	Tift	12	0
E-RV55-1	Åby	7	0
F-195-1	Bankeryd	13	0
F-E4-1	Värnamo	21	0
F-E4-2	Värnamo	8	8
F-RV31-1	Nässjö	11	5
G-126-1	Moheda	11	11
G-RV15-1	Markaryd	11	11
G-RV23-1	Älmhult	11	0
H-E22-1	Oskarshamn	11	0
H-RV23-1	Målilla	6	6
H-RV34-1	Målilla	10	0
H-RV40-1	Ankarsrum (f.d.33-1)	10	10
H-RV40-2	Vimmerby (f.d.33-2)	12	12
L-E22-1	Linderöd	12	0
M-103-1	Lund	6	0
M-RV11-1	Staffanstorp	9	0
M-RV17-1	Marieholm (Eslöv)	10	10
N-E6-1	Frillesås	14	0
N-E6-2	Tvååker	10	0
N-RV15-1	Veinge (Laholm f.d.117-1)	11	11
P-RV45-1	Lilla Edet	12	0
P-RV46-1	Trädet	9	9
R-E20-1	Hova	8	0
R-RV44-1	Grästorp	10	10
S-E18-1	Kristinehamn	10	0
S-E18-2	Karlstad	13	0
S-RV63-1	Saxån (Persberg)	14	3
T-205-1	Laxå (Röfors)	8	8
T-205-2	Gelleråsen (Karlskoga)	10	10
T-207-1	Hjälmarsberg	11	0
T-RV50-1	Askersund	6	6
T-RV50-2	Lindesberg (f.d. 60)	10	10
T-RV68-1	Lindesberg (Gusselby)	11	11
U-252-1	Hallstahammar	9	9
U-580-1	Köping	8	8
U-RV56-1	Sala (Grällsta, f.d. 67)	10	0
U-RV56-2	Kvicksund (f.d. 53)	11	11
W-E16-1	Äppelbo (f.d. 71-1)	7	7
W-RV60-1	Ludvika	10	0
W-RV60-2	Borlänge	10	0
W-RV69-1	Bjursås (f.d. 80-1)	10	10
W-RV69-2	Sörbo (Vika, f.d. 266-1)	12	12
X-301-1	Bollnäs	13	0
X-RV56-1	Hedesunda (f.d. 67)	11	11
X-RV68-1	Torsåker (Hästbo)	8	8
X-RV83-1	Arbrå	10	5
Y-RV90-1	Sollefteå	8	8
Z-321-1	Mattmar	12	0
Z-675-1	Kaxås	12	0
Z-E14-1	Mattmar (Trångsviken)	10	10
Z-E45-1	Svenstavik (Skanderåsen)	11	11
Z-E45-2	Lit (Häggenås)	10	10
Z-E45-3	Åsarna (Tossåsen)	8	8
Z-E45-4	Överhogdal	8	8
Aktiva			313
Avslutade			377
Totalt			690



Figur 2. Observationsobjektens läge samt antal ingående delsträckor.

3. Verksamheten under år 2015

Under 2015 utfördes underhålls-/förstärkningsåtgärder på fyra objekt. I uppföljningsprogrammet ingick okulär tillståndsbedömning av samtliga aktiva objekt varefter ett sprickindex beräknades för varje enskild observationssträcka. Antalet aktiva objekt bibehölls, innebärande att inget nytt objekt införlivades i uppföljningsprogrammet. Bärförmågan, eller förmågan att uppta belastning, kontrollerades inte under året eftersom det inte utfördes någon bärighetshöjande åtgärd året innan. Detta sker normalt genom mätning med fallvikt. Vägytans beskaffenhet kontrollerades på drygt hälften av objekten genom mätning med VTI-LASER-RST. Värt att nämna är att de digitala bilder som tas vid vägytemätning samlas i en separat databas. Data som beskrev vädret under 2015 inhämtades från SMHI. Slutligen uppdaterades databasen som är resultatet av hela verksamheten till LTPP-2015.

3.1 Åtgärdade objekt

Av underhålls- och/eller förstärkningsprogrammet år 2015 berördes 4 objekt (28 sträckor), se Tabell 1.

Tabell 1. Åtgärdsprogrammet.

Objekt	Beteckning	Åtgärd
Saxån	S–RV63-1:07–09	SPY 8/11, Spårytbehandling med ballast 8/11
Gällerråsen	T–205-2:01–10	ABb16 (B70/100), spårlagning fläckvis
	T–205-2:01–10	ABT16 (B70/100), heltäckande slitlager
Lindesberg	T–RV50-2:01–10	Planfräsning hel + ABb16 (B70/100) 30 mm
	T–RV50-2:01–10	ABS16 (B70/100, kkv=7,0), heltäckande slitlager
Arbrå	X–RV83-1:05–09	Remixing+55ABT16 22 mm (B70/100, kkv=7,0), heltäckande

3.2 Nya objekt

Inget nytt objekt tillkom under 2015.

3.3 Program

Mätningar och besiktningar utförs i möjligaste mån efter ett förutbestämt program. Ibland måste vissa inskränkningar göras då utrymme saknas inom ramen för given budget. Besiktningarna har dock alltid högsta prioritet eftersom förändringar i form av sprickbildning och/eller krackeleringar är mindre förutsägbara och har i regel ett snabbare förlopp än vad exempelvis ojämnheter i tvärs- respektive längsled har. Programmet för varje delmoment presenteras nedan.

3.3.1 Mätning av bärförmågan med KUAB–FWD

Mätningarna med fallvikt, tillverkad av KUAB, utförs i egen regi och metoden följer Trafikverkets publikation TDOK2012:050 *Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat* som ersätter TRVMB 112. Fallvikten är uppbyggd enligt 2-masse-systemet och utrustad med en belastningsplatta som mäter 30 cm i diameter. För varje sträcka utförs mätningen i höger hjulspår i fem förutbestämda sektioner i vardera riktningen (i förekommande fall). Vid slag nummer tre registreras kraften (fallhöjd vald så kraften hamnar omkring 50 kN) samt nedsjunkning i belastningscentrum och 20, 30, 45, 60, 90 och 120 cm från centrum. Dessutom registreras luft-, yt- och beläggningstemperatur (på nivån för halva beläggningstjockleken) samt väderförhållanden och tidpunkten för varje belastning.

Från och med år 2010 registreras även kraften och deflektionens variation kontinuerligt under hela belastningsmomentet, s.k. ”*Time history measurement*”.

Numera är målsättningen att mätningar ska utföras på hösten året efter åtgärd samt på hösten det år ett objekt tas med i uppföljningsprogrammet. Tidigare mättes objekten även före en planerad åtgärd. Under året mättes inget objekt eftersom ovanstående kriterier ej uppfylldes.

3.3.2 Mätning av vägytan med LASER-RST

Metoden följer i tillämpliga delar *TDOK 2014:0005 - Vägytemätning Objekt, tidigare TRVMB 122*. LASER-RST är en mätbil med i standardversionen 17 fast monterade avståndsmätande lasrar som används för att registrera ojämnheter i **tvärled**. Med VTI-forskningsbil finns dessutom möjligheten att använda ytterligare 2 lasrar. Mätbredden med 17 lasrar är 3,2 m, medan 19 lasrar ger 3,65 m. En kontinuerlig registrering (16/32 kHz) medelvärdesbildas för varje tionde centimeter i färdriktningen, varefter bl.a. det maximala spår djupet beräknas (trådprincipen). Medelvärdet för respektive sträcka och körriktning erhålls.

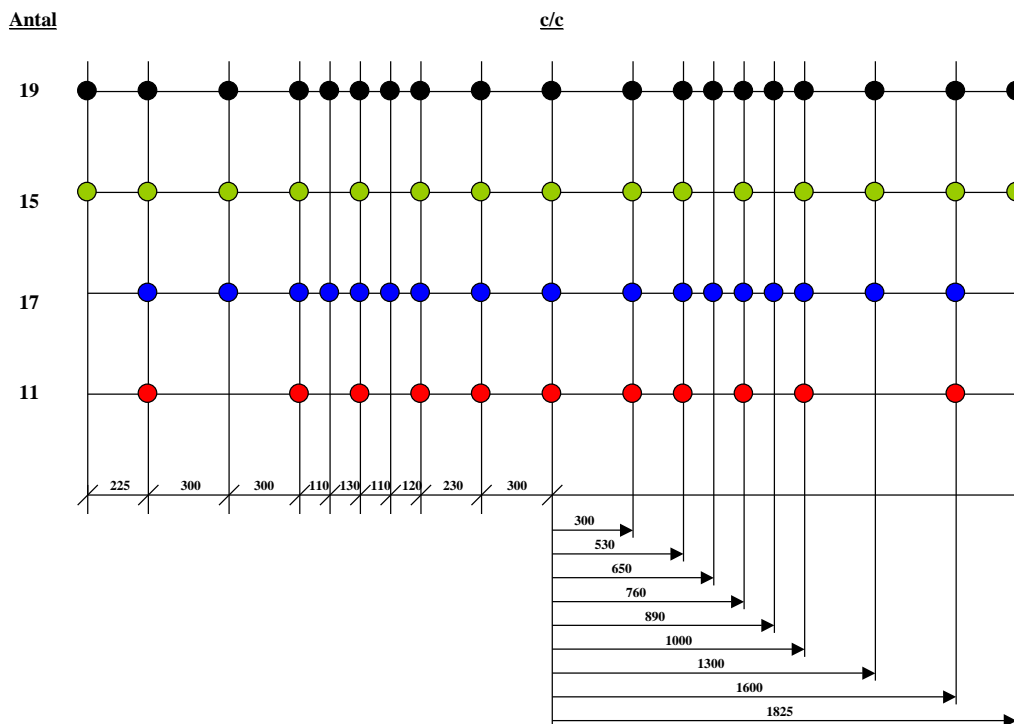
En stor mängd data beskriver även ojämnheter i **längsled** (inklusive vägens längsprofil) med registrering var tionde centimeter. Totalt registreras 220 olika parametrar som beskriver vägytans tillstånd.

En digital videobild tas för varje 20-meterssektions startpunkt.

Målsättningen är att mäta ungefär hälften av objekten under året, då inkluderas även eventuella nytillkomna objekt. De objekt som ska åtgärdas innevarande år (samt närliggande objekt) mäts på våren. Mätning efter åtgärd sker antingen samma år eller nästkommande, företrädesvis på hösten.

Med andra ord mäts varje enskilt objekt minst vartannat år. År 2015 mättes 300 delsträckor fördelade över 17 objekt. De mätta objekten har sin placering från Skåne län i söder till Jämtlands län i norr.

Sträckorna mäts alltid minst två gånger med 17 lasrar, varefter spår djupet beräknas för 11 respektive 17 lasrar. Numera (fr.o.m. 1993) sker mätning även minst två gånger med 19 lasrar, varefter spår djupet beräknas för 15 respektive 19 lasrar, se Figur 3.



Figur 3. Laserplacering för VTI:s vägytemätbil LASER-RST.

Vid utvärderingen jämförs data från mätningarna och värdenas rimlighet kontrolleras. I databasen sparas den av de två mätningar, med samma antal lasrar, som givit störst spår djup. Att beräkning sker för 11 respektive 15 lasrar har en historisk förklaring eftersom mätbilen varit utrustad på detta sätt under en period av projektets tidigare skede. Detta innebär att längre jämförbara tidsserier med mätdata bibehålls, vilket är en stor fördel när utveckling av exempelvis spår ska följas. Normalfallet som idag är standard i Trafikverkets beställning av vägytemätning, är att 17 lasrar utmed en mätbredd av 3,2 m nyttjas.

3.3.3 Okulär bedömning av tillståndet

Instruktionen för den besiktning som ligger till grund för okulär tillståndsbedömning lyder som följer:

1. Gå till fots utmed sträckan. Bestäm läget för vidkommande observationer i längdled genom användning av mätjul och i tvärled genom okulär bedömning i förhållande till tvärsektionens utseende och spår bild
2. Vilken skadetyper/defekt eller lagning/försegling som ev. upptäcks avgörs enligt "Bära eller brista", Wågberg, 2003 (rev. av 1991 års utgåva):

- Längsgående spricka i spår
- Tvärgående spricka i spår
- Spricka i spårkant
- Krackelering
- Spricka ej i spår (ex. tjälspricka)
- Fogspricka i vägmitt
- Fogspricka i vägkant
- Spricka tvärs vägen
- Spricka på vägren
- Slaghål
- Stensläpp
- Blödning
- Separation
- Lappning
- Försegling



3. Bedöm sprickans/krackeleringens svårighetsgrad (1–3) och eventuell lagningsgrad i procent:
 1. Hårfin, slutet. Inget material har lossnat.
 2. Öppen. Inget eller endast lite material har lossnat.
 3. Avsevärt öppen. Material har lossnat.
4. Rita in läget för observationen i protokoll och ange skadetyperns svårighetsgrad.

Varje sträcka besiktigas årligen med undantag av dem som åtgärdats heltäckande året innan, eftersom risken för uppkomna skador då kan anses som minimal.

Normalt besiktigas de sträckor vars slitlager består av asfaltbetong på hösten. De objekt som ska åtgärdas besiktigas på våren. Likaså de vars slitlager består av ytbehandling, pga. att en viss ”läkningseffekt” föreligger av eventuella sprickor under varma sommardagar. Besiktningarna utförs och har utförts endast av ett fåtal väl samtränade personer med nedbrytning av asfaltbeläggningar som specialistområde, vilket borgar för hög kvalitet vad gäller enhetlig bedömning av framförallt svårighetsgrad.

3.3.4 Beräkning av sprickindex

Ett sprickindex beräknas för belastningsskador orsakade av tung trafik, efter grad och utbredning per sträcka och besiktningstillfälle och sparas sedan som en tabell i databasen. Varje skada, i detta sammanhang bärighetsbetingad spricka i eller i kanten av hjulspåren, är för varje enskilt besiktningstillfälle lagrad i databasen med information som beskriver sprickans typ, svårighetsgrad, sidoläge samt en längdangivelse som beskriver var sprickan börjar respektive slutar. Sprickor som är kortare än 1 meter noteras i besiktningssprotokollet som 1 meter lång. För att göra det möjligt att lättare hantera denna information har ett sprickindex (S_i) beräknats (PARIS, 1988). Sprickindex ökar med ökad svårighetsgrad och utbredning men påverkas också beroende på typen av spricka.

Sprickindex, Si har beräknats enligt följande:

$$\text{Sprickindex (Si)} = 2 * \text{Kr (m)} + \text{LSpr (m)} + \text{TSpr (st)}$$

där

$$\text{Kr (Krackelering)} = \text{Kr}_{\text{låg}} (\text{m}) + 1,5 * \text{Kr}_{\text{medel}} (\text{m}) + 2 * \text{Kr}_{\text{svår}} (\text{m})$$

$$\text{LSpr (Längsgående)} = \text{LSpr}_{\text{låg}} (\text{m}) + 1,5 * \text{LSpr}_{\text{medel}} (\text{m}) + 2 * \text{LSpr}_{\text{svår}} (\text{m})$$

$$\text{TSpr (Tvärgående)} = \text{TSpr}_{\text{låg}} (\text{st.}) + 1,5 * \text{TSpr}_{\text{medel}} (\text{st.}) + 2 * \text{TSpr}_{\text{svår}} (\text{st.})$$

Låg, medel och svår står för svårighetsgrad enligt ”Bära eller brista”

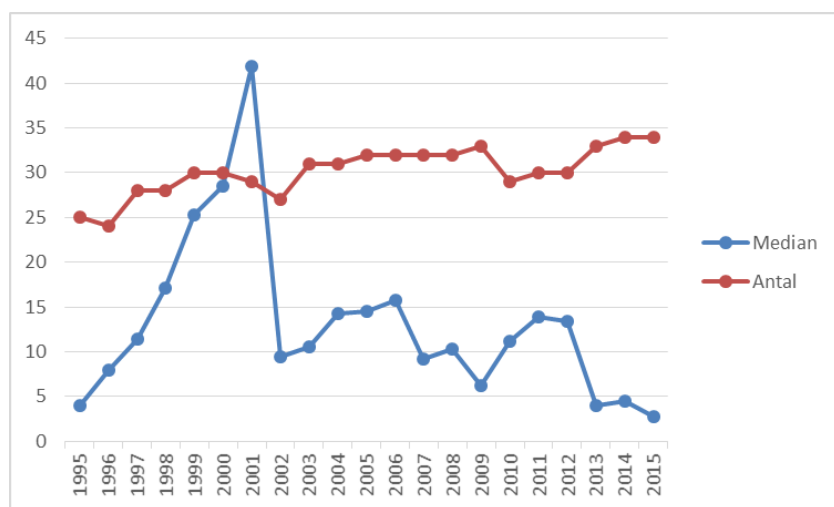
(m) står för längd i meter

(st.) står för stycken (antal)

Det är således varje skadas längd (för tvärgående sprickor i hjulspår dock antal) som multipliceras med faktor 1 om svårighetsgraden är låg, faktor 1,5 om svårighetsgraden är medelsvår respektive 2 om svårighetsgraden bedöms som svår. När det sammanlagda sprickindexet för ett vägavsnitt beräknas multipliceras den sammanlagda krackeleringens längd med faktor 2.

Ett stort antal olika viktningskoefficienter för både skadetyper och svårighetsgrad har kombinerats och provats vid ett flertal tidigare arbeten. Ovanstående viktningskoefficienter har visat sig optimala för att erhålla en nära nog linjär sprickutveckling i tiden. Högsta möjliga sprickindex per 100 m observationssträcka är $Si=2*2*4*100=1600$ (faktor 2 * svåraste graden av krackelering 2 * 4 hjulspår * sträckans längd 100 m).

En kontroll av hur medianen för sprickindexet varierat för objekten under den senaste 21-årsperioden illustreras i Figur 4.



Figur 4. Utveckling av medianen för sprickindex i tiden under den senaste 21-årsperioden (1995 till 2015) för antalet aktiva objekt.

Flest belastningsbetingade skador noterades under treårsperioden 1999 till 2001, vilket berodde på att endast några få beläggningsåtgärder utfördes under denna tidsperiod. Mindre toppar noterades även kring åren 2006 och 2011. Observera att det lägsta värdet erhöles år 2015.

3.3.5 Registrering av tvärprofil (spårdjupsmätning)

Tidigare har tvärprofilen mätts med ett på en mätvagn monterat mätjul som registrerar ytans profil i förhållande till en från mottagarstativet projicerad laserstråle. Denna av VTI utvecklade utrustning benämns PRIMAL. Mätningen gjordes vid fem till sex förutbestämda sektioner per 100-meterssträcka

i vardera riktningen (i förekommande fall). Tvärsektionerna kunde efter registrering illustreras i diagramform vilket gjorde att spårdjup, -area och -vidd enkelt kunde bestämmas.

Profilmätningen utfördes då spårdjupet var som störst, innan en åtgärd skulle utföras eller om uppföljningen av objektet skulle avslutas. Samordning med fallviktsmätningen gjorde att endast en vägavstängning krävdes.

Numera ryms denna typ av mätning inte inom budgetramen. Även exponeringen av personal på arbetsplatsen gjorde att olycksfallsrisken ansågs som för hög. Emellertid är redovisningen från mätningarna med vägytemätbil noggrannare än tidigare, vilket tillsammans med tidigare erfarenheter från jämförelser mellan de båda mätsätten, gör att avsaknad av heltäckande tvärprofiler kan accepteras.

3.3.6 Mätning av trafik

Trafikuppgifter för sträckor som i dagsläget är aktiva inhämtas från Trafikverket. Mätningar utförs enligt uppgift normalt vart fjärde år på den typ av vägar som ingår i uppföljningen, europavägar, riksvägar och primära länsvägar (vägnummer 100–499). Erhållna värden representerar årsmedeldygn, vanligtvis två vardagsperioder om ett dygn och två vardags–helgperioder (torsdag–måndag eller fredag–tisdag). Ett tillägg av trafikuppgifter infördes under 2010 då kontrollåren var mellan 2006 och 2009. Nästa utökning med trafikuppgifter skedde under 2014 med kontrollår mellan 2010 och 2014. Tidigare, före år 2000, har VTI:s utrustning för differentierad trafikräkning använts för detta ändamål när inte någon mätstation funnits i direkt anslutning till en observationssträcka.

3.3.7 Väder och vatten

Väderuppgifter hämtas från SMHI:s årssammanställning för väderstationer från följande web-adresser:
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/2.1240>

http://data.smhi.se/met/climate/time_series/year/vov_pdf/SMHI_vov_temperature_15.pdf

http://data.smhi.se/met/climate/time_series/year/vov_pdf/SMHI_vov_precipitation_sunshine_15.pdf

Sammanställningen innehåller uppgifter om temperatur och nederbörd som sedan lagras i databasen.

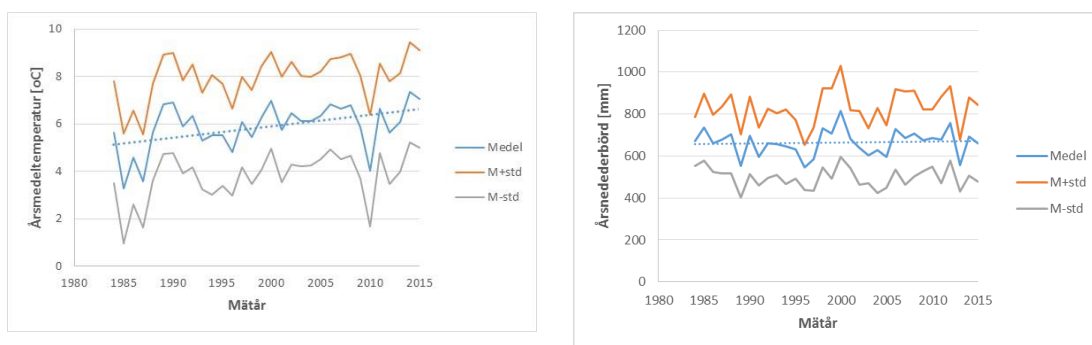
Väderåret 2015 blev det tredje varmaste året genom tiderna i Sverige. Bara rekordåret 2014 samt 1934 har varit ännu varmare sedan de rikstäckande mätningarna inleddes på mitten av 1800-talet.

2015 inleddes mildt och avslutades också mildt. Trots lite kyligt väder i maj och juni blev det därför ännu ett varmt år, dock inte rekordartat som 2014.

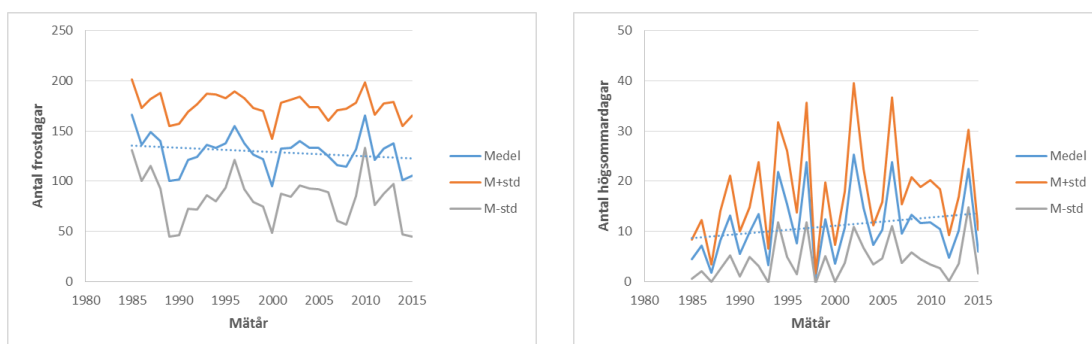
Mer nederbörd än normalt i större delen av landet registrerades.

[Källa SMHI]

I Figur 5 visas förändring av årsmedeltemperatur respektive årsnederbörd enligt SMHI och i Figur 6 visas antal frostdagar respektive antalet högsomardagars förändring under 1985–2015 som ett medelvärde för SMHI:s samtliga mätstationer från Skåne i söder till Jämtland/Västerbotten i norr. Frostdag definieras som dygn (från kl. 19 till kl. 19) då minimitemperaturen är under 0,0 °C. Högsomardag är dygn (från kl. 19 till kl. 19) då maximitemperaturen är minst 25,0 °C.



Figur 5. Årsmedeltemperaturens respektive årsnederbördens förändring under 1984–2015 för SMHI:s mätstationer från Skåne i söder till Jämtland/Västerbotten i norr.



Figur 6. Antal frostdagar respektive antalet högsomardagars förändring under 1985–2015 för SMHI:s mätstationer från Skåne i söder till Jämtland/Västerbotten i norr.

3.4 Databas

En övergång till Microsoft Access 2007–2010 (tidigare användes version Microsoft Access 2000), en relationsdatabas i Officepaketet från Microsoft för Microsoft Windows, skedde 2010. Databasen innehåller en stor mängd mätdata och andra uppgifter om observationssträckorna. All mätdata och alla uppgifter finns registrerade som enskilda poster, men är uppdelade i flera tabeller, se beskrivning i Tabell 2. Tabellerna kan i sin tur kombineras med s.k. *frågor*, detta under förutsättning att någon post är gemensam. Frågorna används även vid datasammanställningar då urval, grupperingar och beräkningar kan göras. Inom systemet finns även möjlighet att utforma *formulär* och *rapporter*.

Som exempel på användning kan nämnas att VTI under år 2000, på uppdrag av KFB, utvecklade *initierings- och propageringsmodeller för belastningsrelaterade sprickor* (Wågberg, 2001). Tillvägagångssättet liknade till stor del det som tidigare använts inom EU-projektet *Performance Analysis of Road Infrastructure* (PARIS, 1998).

Även inom EU-projekten *Energy Conservation in Road Pavement* (ECRPD, 2010) och *Intelligent Route Guidance for Heavy Vehicles* (Heavy Route, 2008) har mätdata varit behjälpliga för ett lyckat resultat.

Beräkningshjälpmedlet för vägars bärighet, PMS Objekt, har med hjälp av ingående data kunnat valideras (Göransson 2004, 2005).

En modell för att prediktera *spårtillväxt orsakad av tung trafik* är framtagen (Göransson, 2007).

Uppgifter har i ett flertal olika sammanhang använts av uppdragsgivaren Trafikverket (tidigare Vägverket).

Inom ramen för det nordiska samarbetsprogrammet NordFoU har data använts inom framtagande av *Pavement Performance Models* (NordFoU, 2010).

Databasen har dessutom under flera år legat som grund till ett flertal doktorand-, temaprojekt- och examensarbeten vid tekniska högskolan i Stockholm (Offrell, 2000), Lund (ref saknas), Linköping (ref saknas), Dalarna (ref saknas), Chalmers (Andersson, 2000) och Helsingfors (Jämsä, 2000) samt University College Dublin (ref saknas).

Ett flertal konferensbidrag (Transportforum, EPAM) har under åren haft LTPP-data som utgångsmaterial. Ämnet har oftast varit riktat mot prediktering av vägars nedbrytning.

En strategi för samhällsekonomisk analys av drift, underhåll och reinvestering togs fram av VTI på uppdrag av Trafikverket där LTPP-data var en av grundstenarna (Andersson, M et.al, 2011).

På senare tid har även företag i asfaltbranschen visat intresse och uttryckt sin uppskattning för LTPP-databasen.

Vid VTI pågår ett utvecklingsprojekt med syftet att ta fram ett beräkningsverktyg för bedömning av livscykelkostnader av olika utformningsalternativ vid planering och projektering av vägar. För att bedöma behovet av underhållsåtgärder för olika utformningar används modeller för tillståndsutveckling för att prognostisera vägens framtida tillstånd vilket leder till beräkning av kostnader under vägens livscykel. LTPP-databasen har dels använts till att kalibrera modeller för bland annat spårbildning, sprickbildning och beständighet och dels till att validera tillståndsutvecklingen och åtgärdsbehovet (Wennström & Karlsson, 2014).

En årligen uppdaterad databas tillsammans med en manual (Göransson, 2015), kommer att vara tillgänglig via VTI:s hemsida, <http://www.vti.se>.

Tabell 2. Databasens innehåll.

Tabell	Antal poster (ökning 2015)	Innehåll
Objekt	65 (0)	Läge, klimat m.m. för varje objekt
Sträcka	692 (0)	Undergrund, överbyggnad m.m. för varje sträcka
Åtgärd	3 530 (48)	Asfaltbundna lager för varje sträcka
FWDpunkter	42 950 (0)	Fallviktsdata från varje mätpunkt
FWD_Time-History_2010	210 330	Fallviktsdata med tidshistoria under belastningsförloppet från varje mätpunkt (mätt 2010)
FWD_Time-History_2011	286 244	Fallviktsdata med tidshistoria under belastningsförloppet från varje mätpunkt (mätt 2011)
FWD_Time-History_2012	42 676	Fallviktsdata med tidshistoria under belastningsförloppet från varje mätpunkt (mätt 2012)
FWD_Time-History_2013	162 067	Fallviktsdata med tidshistoria under belastningsförloppet från varje mätpunkt (mätt 2013)
FWD_Time-History_2014	215 704	Fallviktsdata med tidshistoria under belastningsförloppet från varje mätpunkt (mätt 2014)
RST-11	18 868 (300)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 11 lasrar, 3,2 m måtbredd
RST-15	8 783 (300)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 15 lasrar, 3,6 m måtbredd
RST-17	9 377 (300)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 17 lasrar, 3,2 m måtbredd
RST-19	7 301 (300)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 19 lasrar, 3,6 m måtbredd

Tabell	Antal poster (ökning 2015)	Innehåll
Profillinjer	22 043	Tvärprofildata från varje mätsektion
Trafik 2006-2009	353	Aktuell trafikdata, mätt mellan 2006 och 2009, för varje idag aktiv sträcka
Trafik 2010-2014	353	Aktuell trafikdata, mätt mellan 2006 och 2009, för varje idag aktivt objekt
Trafikårsmedel	682 (0)	Historisk trafikdata för varje sträcka
Besiktningar	84 157 (1 985)	Varje enskild observation per sträcka
Väderårsmedel	2 957 (76)	Årssammanställning från SMHI:s mätstationer
Väderstn köld	154	Köldmängd vinterhalvår (urval 1985–1996) från SMHI-stationer (särskild beställning)
Sprickindex	11 835 (323)	Index av belastningsskador efter grad och utbredning per sträcka och besiktningstillfälle

Referenser

Lägesrapporter för LTPP-projektet i tidsföljd:

Wågberg, L-G. (1991). *Överbyggnadsåtgärder. Lägesrapport 1991-03. VTI notat V143*. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G (1992). *Överbyggnadsåtgärder – datainsamling. Lägesrapport 1991-12. VTI notat V163*. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1993). *Överbyggnadsåtgärder – datainsamling. Lägesrapport 1992-12. VTI notat V209*. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1994). *Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1993-12. VTI notat 19-1994*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1995). *Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1994-12. VTI notat 7-1995*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1996). *Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1996-02. VTI notat 12-1996*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1997). *Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1997-01. VTI notat 28-1997*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1998). *Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1998-02. VTI notat 1-1998*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (1999). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor – Datainsamling. Lägesrapport 1999-02. VTI notat 1-1999*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2000). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2000-02. VTI notat 9-2000*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2001). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2001-02. VTI notat 7-2001*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2002). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2002-02. VTI notat 3-2002*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2003). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2002-12. VTI notat 1-2003*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2004). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2003-12. VTI notat 1-2004*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

- Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2005). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2004-12. VTI notat 1-2005*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2006). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2005-12. VTI notat 1-2006*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2007). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2006-12. VTI notat 1-2007*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G. (2008). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2007-12. VTI notat 1-2008*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2009). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2008-12. VTI notat 1-2009*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2010). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2009-12. VTI notat 1-2010*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2011). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2010-12. VTI notat 1-2011*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2012). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2011-12. VTI notat 1-2012*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2013). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Lägesrapport för LTPP-projektet till och med 2012-12. VTI notat 1-2013*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2014). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Lägesrapport för LTPP-projektet till och med december 2013. VTI notat 1-2014*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2014). *Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Lägesrapport för LTPP-projektet till och med december 2014. VTI notat 1-2015*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Övrig litteratur där LTPP-databasen nyttjats:

- Andersson, M et.al. (2011). *Strategi för utveckling av en samhällsekonomisk analysmodell för drift, underhåll och reinvestering av väg- och järnvägsinfrastruktur*. VTI rapport 706. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut
- Andersson, P. (2000). *Undergrundens betydelse för vägens strukturella tillstånd*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Djärf, L. (1998). *Asfaltbelagda vägars nedbrytning*. VTI notat V77. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut.
- Djärf, L et consortes. (1993). *Projekt "Modellutveckling", delprojekt inom huvudprojektet "Dimensionering vid förbättring och underhåll"*. Lägesrapport mars 1992. VTI notat V207. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut.
- Djärf, L. (1997). *Tillståndsförändrings-(nedbrytnings-)modeller för asfaltbelagda och ytbehandlade vägar*. VTI notat 51-1997. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

- Göransson, N-G. (2004). *Validering av PMS Objekt. Delmoment för nybyggnation. VTI notat 2-2004*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2005). *Validering av PMS Objekt. Delmoment för förstärkning. VTI notat 2-2005*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Göransson, N-G. (2007). *Prognosmodell för spårutveckling orsakad av tung trafik. VTI notat 2-2007*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Holen, Å. (1995). *Simulerad rätskenemätning baserad på längdprofilmätning med Laser RST. VTI notat 43-1995*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Jansson, H & Djärf, L & Göransson, N-G. (1998). *Effekt av olika förstärkningsåtgärder på asfaltbelagda vägar. Delrapport 1. VTI notat 41-1998*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Jämsä, H & Wågberg, L-G & Hudson, R & Spoo, H & Göransson, N-G. (1997). *Development of Deterioration Models for Cold Climate Using Long-Term Pavement Field Data. VTI särtryck 277*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Jämsä, H. (2000). *Crack Initiation Models for Flexible Pavements*. Helsingfors: Helsinki University of Technology.
- Offrell, P. (2000) *Crack Geometry Analysis in Asphalt Cores Using Computerized Tomography*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Wågberg, L-G. (2001). *Utveckling av nedbrytningsmodeller. Sprickinitiering och sprickpropagering. VTI meddelande 916, 2001*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut
- Wennström, J & Karlsson R. (2014). *Possibilities to reduce pavement rehabilitation cost of a collision-free road investment using an LCCA design procedure*.
www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10298436.2014.993191
- Öberg, Gudrun (redaktör) (2001). *Statliga belagda vägar. Tillståndet på vägytan och i vägkroppen, effekter och kostnader. VTI notat 44-2001*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Övrigt:**
- SMHI. *Väder och Vatten*. Norrköping: www.smhi.se.
- ATB VÄG (2005). http://www.trafikverket.se/PageFiles/29996/1_forord_atb_vag_2005.pdf.
 Borlänge: Trafikverket.
- ECRPD. (2010). *Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and Utilization, started in January 2007 and was completed in January 2010*. EU project
- Göransson, N-G. (2015). *Manual till den svenska nationella LTPP-databasen*. www.vti.se (pdf-fil).
 Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut
- HEAVY ROUTE. (2008). *Intelligent Route Guidance for Heavy Vehicles. Project details. Domain Road and Tunnel Infrastructure*. FEHRL: EU project. <http://heavyroute.fehrl.org>
- Lundberg, T & Sjögren, L & Andrén, P (2015). *Svenska vägtillståndsmått då, nu och i morgon Del 3: I morgon – år 2010 och framåt. VTI rapport 719*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- PARIS, (1998). *Performance Analysis of Road Infrastructure, Final Report. Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 4th Framework Programme*. 1998. EU project.

The NordFoU Project (2010). <http://nordfou.org> : *Knowledge and results/Pavement Performance models*.

Wågberg, L-G. (1991). *Bära eller brista. Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar*. Linköping: Svenska Kommunförbundet, VTI, Vägverket.

Wågberg, L-G. (2003) *Bära eller brista.. Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar - ny omarbetad upplaga*. Linköping: Svenska Kommunförbundet, VTI, Vägverket.

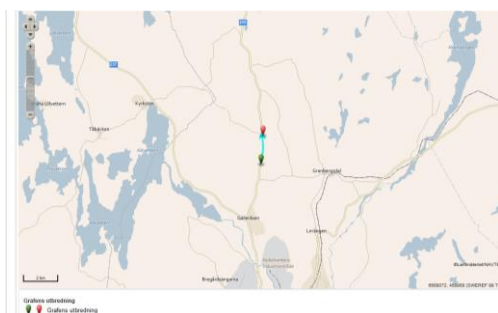
Bilaga 1

1 Beskrivning av objekt T-205-2, Gälleråsen, i Örebro län

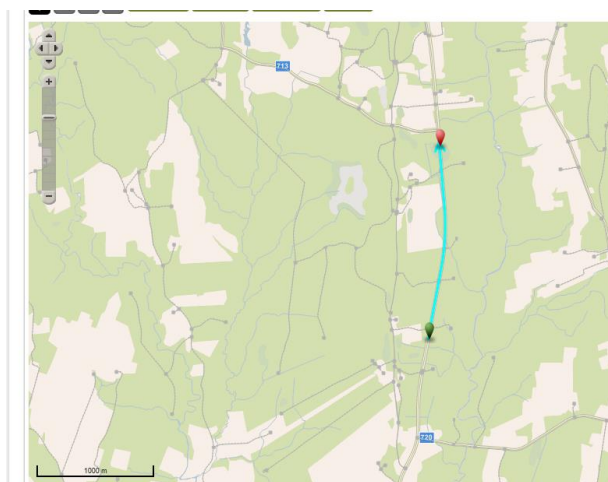
Länsväg 205, mellan Karlskoga och Grythyttan, delen Gelleråsen-Stockforstorp, öppnades för trafik 1997. De 10 observationssträckorna, vardera 100 meter långa, är placerade i två delar om fem i varje, utmed en sträcka av 1640 m. Uppföljning sker i båda riktningarna.

Den ursprungliga konstruktionen bestod av en 700 mm tjock grus/bitumen överbyggnad på undergrund av Materialtyp 4 (blandkorniga jordarter med hög finjordshalt eller finkorniga jordarter). Vägavsnittet går på bank, 1,5 till 0,5 meter övergående i skärning 0 till 0,5 meter, med ett 610 mm obundet grusmaterial i överbyggnaden. De bundna lagren bestod ursprungligen av 110AG22 utfört 1997 samt 100 MABT16 utfört 1998. 17 år senare (2015) förstärktes objektet fläckvist samt med en heltäckande 30 mm tjock ABb16 (B70/100).

Medelårsdygnstrafiken utgörs idag av cirka 860 fordon varav c:a 11,5 procent är tunga. En smärre trafikökning har skett under årens lopp både vad gäller personbilar och lastbilar.

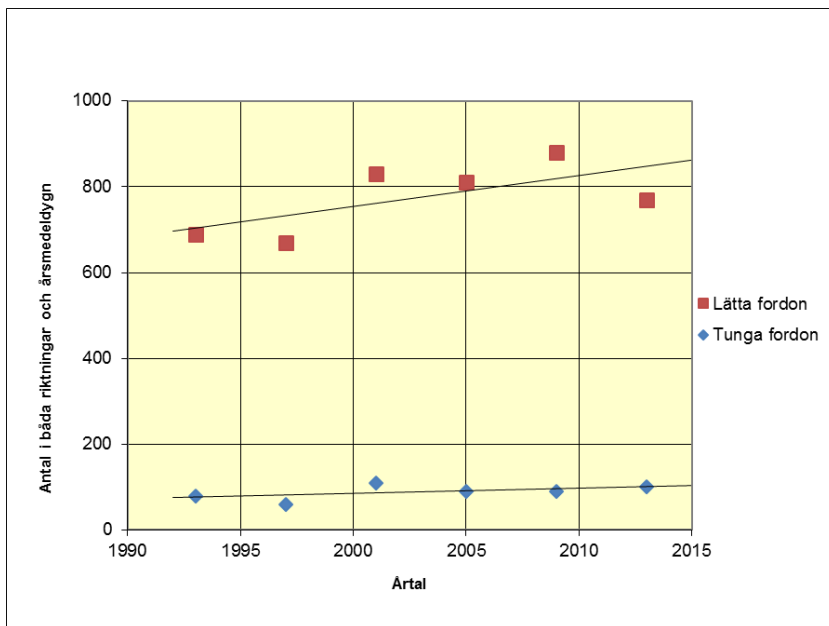


[Källa: Trafikverket]



Avsnitt:	10440002
Löpande längd:	81 260 – 82 900
Hastighetsgräns:	80 km/h
Väggategori:	Regional väg, viktigt transportstråk
Vägbredd:	8,00 m
Region:	Öst
Kommun:	Karlskoga
Driftområde:	Nora
Trafik - Fordon:	870 (±26 %) år 2013
Trafik - Tung:	100 (±30 %) år 2013 motsvarande 11,5 %

1.1 Trafik



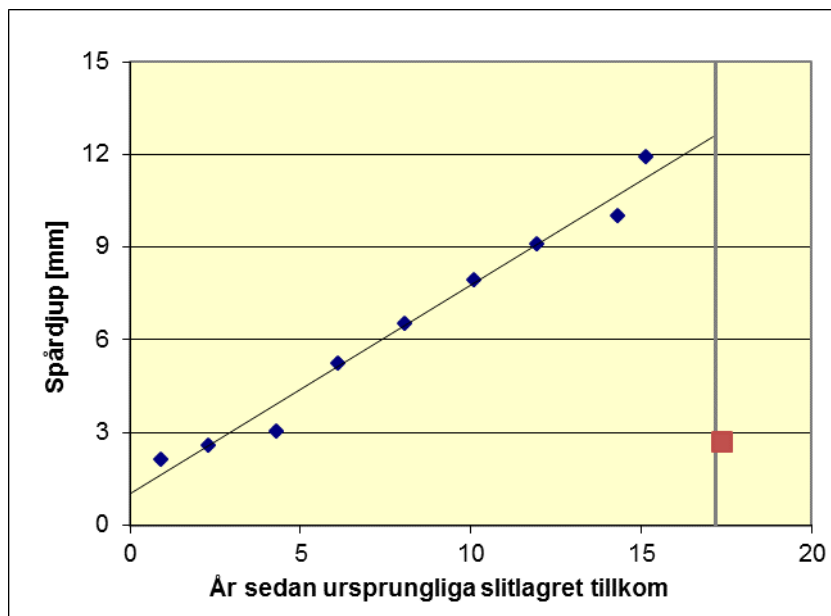
Cirka 11 % av den totala trafikbelastningen har under åren bestått av tunga fordon (3,8 tunga axlar per fordon), vilket för övrigt är en tämligen normal till låg siffra för den här typen av väg. Antalet lätta fordon har ökat med 7,2 (0,84 %) per år, medan de tunga fordonen ökat med 1,2 (2,27 %) i medeltal.

[Källa: Trafikverket]

Mätår	ADT(OS) Fordon	ADT(OS) Lastbilar
1993	770±(17%)	80±(31%)
1997	730±(17%)	60±(40%)
2001	940±(31%)	110±(30%)
2005	900±(16%)	90±(22%)
2009	970±(15%)	90±(23%)
2013	870±(26%)	100±(30%)

1.2 Laser RST

1.2.1 Spårdjup, TRUT, mätbredd 3,2 m, 17 lasrar

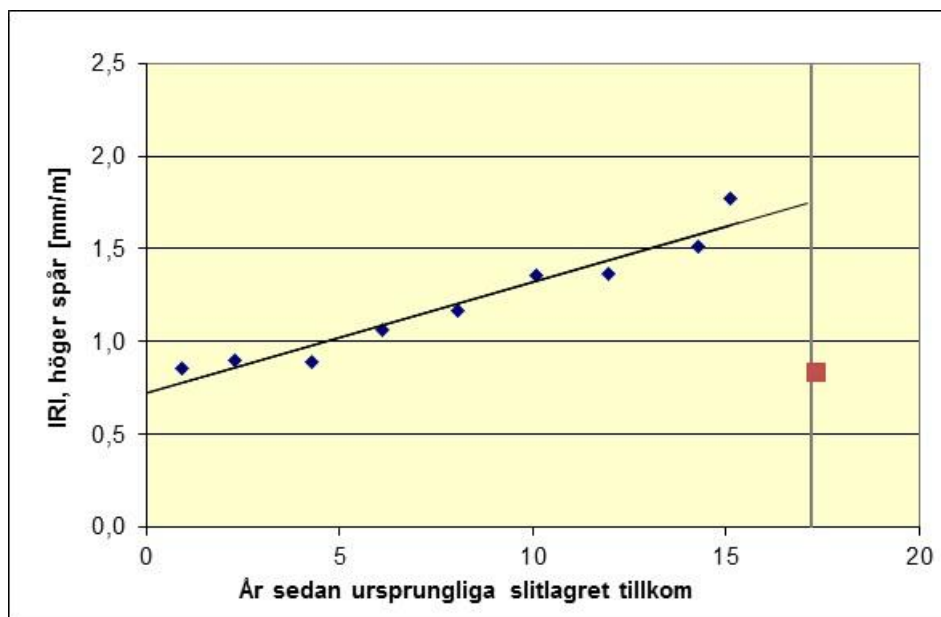


- Om spårdjupsutvecklingen antas vara linjär kan den sedan det ursprungliga slitlagrets tillkomst beskrivas enligt formeln:

$$\text{TRUT} = 0,6765 * \text{år} + 1,0169 \quad (R^2 = 0,9799)$$

- Det innebär således en ökning av spårdjupet med c:a 0,68 mm/år och hade en initial efterpackning motsvarande 1,0 mm. Åldern för slitlagret blev drygt 17 år. Det totala spårdjupet uppgick då till 12,6 mm.

1.2.2 Längsojämnheter, mätt i höger hjulspår, IRIH

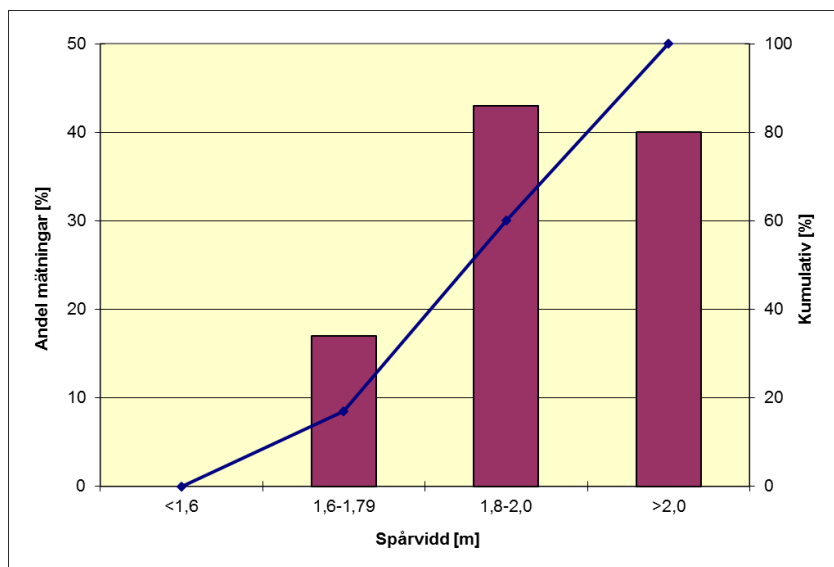


- Om ojämnhetsutvecklingen antas vara linjär kan den sedan det ursprungliga slitlagrets tillkomst beskrivas enligt formeln:

$$\text{IRIH} = 0,0599 * \text{år} + 0,7221 \quad (\text{R}^2 = 0,9385)$$

- Det innebär således en ökning av IRIH med 0,060 mm/m och år samt en begynnelsenivå på 0,722. Åldern för slitlagret blev drygt 17 år. De långsgående ojämnheter uttryckt i IRI uppgick då till 1,75 mm/m.

1.2.3 Spårvidd



Av sträckorna (10 st. i båda riktningarna) uppvisade alla vid de fem senaste vägytemätningarna (2006, 2008, 2010, 2012 och 2013) en spårvidd från 1,6 m och uppåt vilket bör betyda att spårbildningen till allra största delen berott på deformationer som orsakats av den tunga trafiken.

1.2.4 Digitala stillbilder



Sträcka 1, norrut



Sträcka 10, söderut

Från vägytemätningen i juli 2015.

1.2.5 Samverkan mellan textur i höger hjulspår och sprickindex

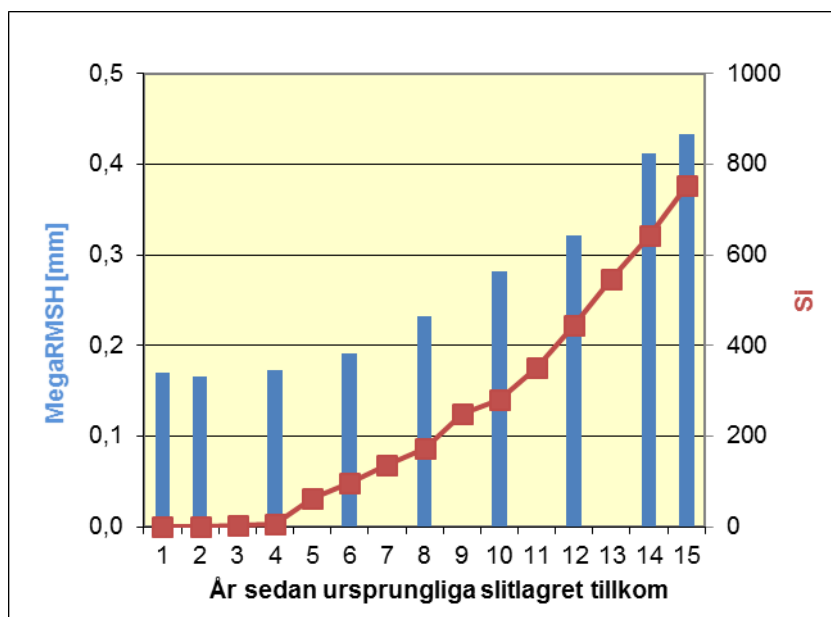
1.2.5.1 Megatextur, våglängd 50-500 mm, höger hjulspår

Se nedanstående 1.3 för förklaring av sprickindex, Si

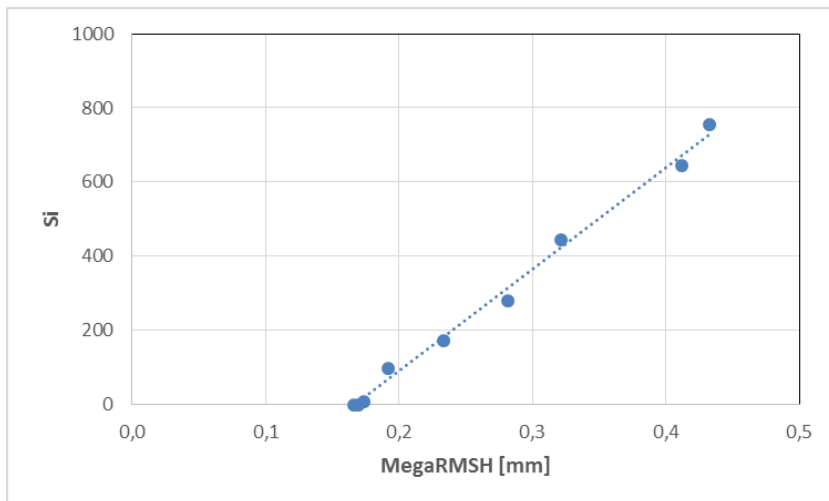
[Mega texture, Root Mean Square for right wheel track, wave length band 50 to 500 mm]

Utdrag från [VTI rapport 719](#) (Lundberg, Sjögren, Andrén, 2015).

Megatextur är ett mått som beskriver ojämnheter inom våglängdsintervallet 50 mm till 500 mm, dvs. det täcker ojämnheter större än ytans makrotextur men mindre än de ojämnheter som täcks av IRI. Exempel på egenskaper som måttet ska fånga är beläggningsskarvar, broskarvar, slaghål och större beläggningsskador (krackelering och långt gångna ytskador). Måttet är relativt okomplicerat med ett direkt samband mellan storlek och upplevelsen av måttet. En väg med låga megatexturvärden upplevs som bra i jämförelse med en väg med höga megatexturvärden under förutsättning att övriga karakteristika för vägen är likartad. Detta innebär att man skulle kunna använda ett absolut gränsvärde i en underhållsstandard för att avgöra underhållsbehovet. Ett förhöjt Megatextur värde är alltid önskat till skillnad från t.ex. olika nivåer hos makrotextur.



Kommentar: En ökad sprickutveckling (Si), medförde en ökad Megatextur (MegaRMSH), vilket följer de erfarenheter som är beskrivna i VTI rapport 719. Anledningen till att texturmåttet är begränsat till höger hjulspår är avsaknaden av värden för väster hjulspår som började registreras på senare tid.



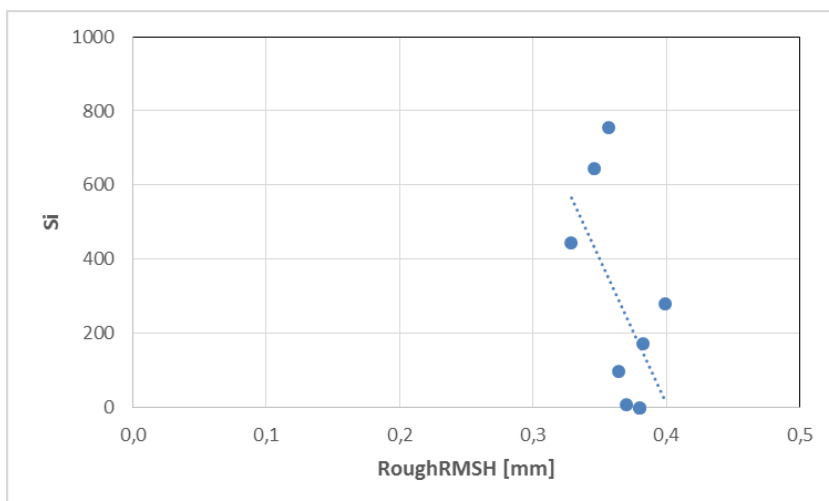
- Om förhållandet mellan sprickindexets och megatexturens utveckling antas vara linjärt kan det beskrivas enligt formeln:

$$Si = 2745 * \text{MegaRMSH} - 460 \quad (R^2 = 0,9938)$$

- Ett starkt samband kan konstateras vilket bör kunna användas i större utsträckning än idag är fallet, när det gäller att hitta nivåer för när en åtgärd ska sättas in p.g.a. strukturella problem (sprickor, krackeleringar)
- År 1 till 4 är ytan oskadad, år 5 till 6 börjar skador uppkomma i begränsad omfattning för att sedan eskalera under de nästkommande åren

1.2.5.2 Grov Makrotextur, våglängd 10-100 mm, höger hjulspår

[Macro texture, Root Mean Square for right wheel track, wave length band 10 to 100 mm]



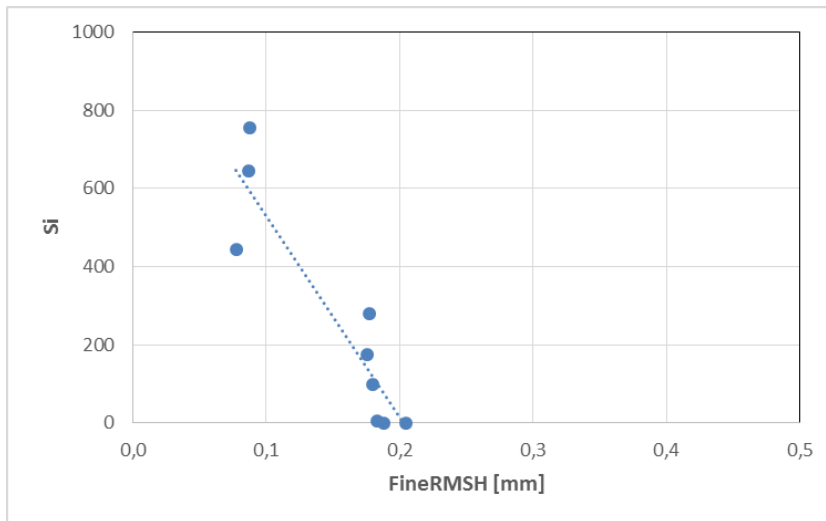
- Om förhållandet mellan sprickindexets och den grova makrotexturens utveckling antas vara linjärt kan det beskrivas enligt formeln:

$$Si = -7699 * \text{RoughRMSH} + 3093 \quad (R^2 = 0,3265)$$

- Ett mycket svagt samband kan konstateras, i stort sett ingen förändring under perioden. Ej lämpligt mått för att bedöma mängden eller storleken av belastningsrelaterade skador från tung trafik

1.2.5.3 Fin Makrotextur, våglängd 2-10 mm, höger hjulspår

[Fine texture, Root Mean Square for right wheel track, wave length band 2 to 10 mm]

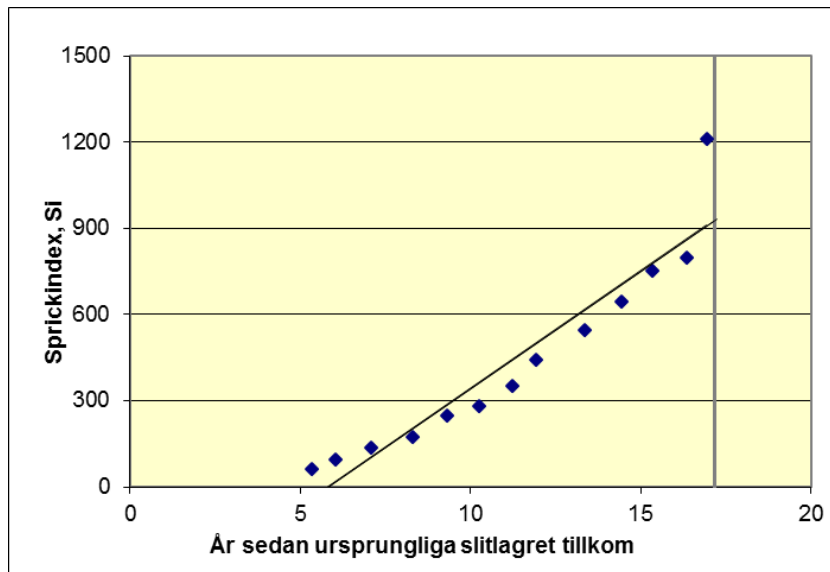


- Om förhållandet mellan sprickindexets och den fina makrotexturens utveckling antas vara linjärt kan det beskrivas enligt formeln:

$$Si = -5132 * FineRMSH + 1042 \quad (R^2 = 0,3265)$$

- Ett visst samband kan konstateras, förändringen lär dock inte bero på sprickutvecklingen utan är snarare ett uttryck för ”slätare och slätare” yta

1.3 Tillståndsbedömning – Belastningsskador



- De första belastningsrelaterade sprickorna efter det ursprungliga slitlagrets tillkomst upptäcktes redan efter 5 till 6 år. Sprickindexet hade en tämligen linjär utveckling ($R^2 = 0,8956$) och ökade med hela 81,7 per år vilken är mycket hög takt. Åldern för slitlagret blev 17 år.

Sprickindex beräknades enligt:

$$Si = 2 * Kr + LSpr + TSpr$$

där

Kr (Krackelering)

$$= Kr_{låg} + 1,5 * Kr_{medel} + 2 * Kr_{svår}$$

LSpr (Längsgående sprickor)

$$= Lspr_{låg} + 1,5 * Lspr_{medel} + 2 * Lspr_{svår}$$

TSpr (Tvärgående sprickor)

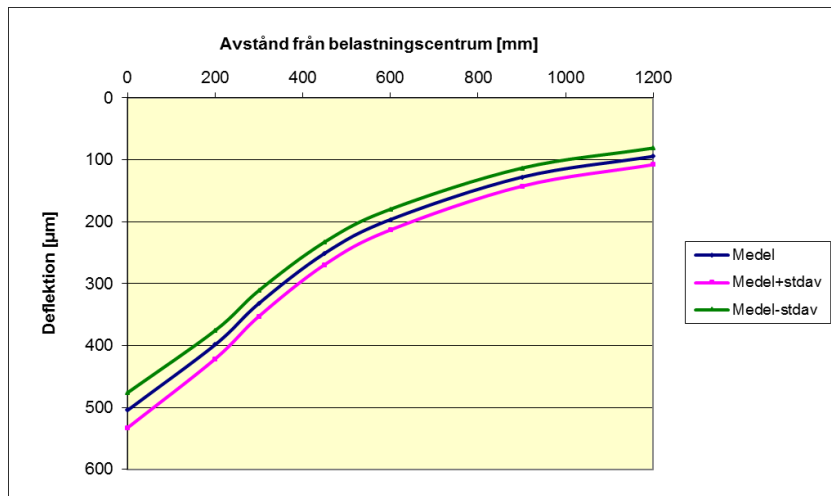
$$= Tspr_{låg} + 1,5 * Tspr_{medel} + 2 * Tspr_{svår}$$

Låg, medel, svår

$$= svårighetsgrad enligt "Bära eller brista"$$

1.4 Fallviktsmätning

1.4.1 Deflektioner



En fallviktsmätning utfördes på hösten 1999. Varje delsträcka belastades i fem sektioner i det högra hjulspåret. Av deflektionen att döma är förmågan att uppta belastning låg.

Ett vanligt använt mått för att beskriva en vägs förmåga att motstå belastning är SCI300 (Surface Curvature Index 300) som är differensen mellan deflektionen i belastningscentrum och deflektionen 300 mm därifrån.

$$\text{SCI300} = 505 - 332 = 173 \text{ [}\mu\text{m]}$$

Medelvärdet kan anses ligga på en tämligen hög nivå (svag väg) för den här typen av väg. Variationen utmed vägen är liten med en standardavvikelse på 8 µm. Den starkaste belastningspunkten hade ett SCI300 på 141 µm medan den svagaste hade ett värde på 214 µm.

1.4.2 Time-History

Eftersom kraftens och deflektionens variation under tiden för belastningsmomentet endast är kontinuerligt registrerad fr.o.m. år 2010, s.k. ”*Time history measurement*”, saknas tyvärr denna typ av data. Den enda fallviktsmätningen som utförts skedde på hösten 1999.

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
Box 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
Box 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
Box 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Medicon Village AB
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

