

VTI notat 1-2004

Tillståndsuppföljning av observationssträckor

Datainsamling, lägesrapport 2003-12



Foto: N-G Göransson, VTI

Författare	Nils-Gunnar Göransson Lars-Göran Wågberg
FoU-enhet	Drift och underhåll
Projektnummer	60124
Projektnamn	Tillståndsuppföljning av observationssträckor
Uppdragsgivare	Vägverket

Förord

Vägverket finansierar VTI:s uppföljning av observationssträckor. 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 skall 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 nybyggd och framåt i tiden.

Årligen sammanställs en lägesrapport, i form av VTI notat, som huvudsakligen beskriver insamlingen av nya data. Kontaktperson från VV:s sida är Sten Pettersson och projektledare vid VTI är Lars-Göran Wågberg. För insamling, bearbetning och sammanställning av uppgifter och mätresultat svarar Nils-Gunnar Göransson.

Ett stort tack riktas till personal inom VV som bistått med allehanda uppgifter samt till de medarbetare vid VTI som medverkat vid mätningar som ligger till grund för innehållet i databasen. Mätningar, under år 2003, med:

- vägytemätningsbil, utfördes av Inger Forsberg, Thomas Lundberg och N-G Göransson
- fallvikt, utfördes av Håkan Carlsson, Sven-Åke Lindén och Mikael Bladlund
- tvärprofilmätare, utfördes av Romuald Banek

De okulära tillståndsbedömningarna, besiktningarna, gjordes av författarna till föreliggande notat.

Linköping december 2003

Nils-Gunnar Göransson
Forskningsingenjör

Lars-Göran Wågberg
Forskningsledare

Innehållsförteckning		Sid
	Sammanfattning	5
1	Inledning	7
2	Projektbeskrivning	8
3	Verksamheten under år 2003	8
3.1	Åtgärdade objekt	11
3.2	Mätprogram	11
3.2.1	Mätning av bärförmågan med KUAB-FWD	11
3.2.2	Mätning av vägytan med LASER-RST	12
3.2.3	Okulär bedömning av tillståndet	13
3.2.4	Registrering av tvärprofil (spårdjupsmätning)	13
3.2.5	Mätning av trafik	14
3.3	Databas	14
4	Referenser	16
	Bilaga	

Sammanfattning

Målsättningen med projektet är att samla in, bearbeta och leverera högkvalitativa data, primärt till utveckling av tillståndsförändringsmodeller. Uppföljningen av observationssträckor (100 meter långa) har, på uppdrag av Vägverket, pågått sedan 1984. Inriktningen är i första hand fokuserad på nedbrytningen som orsakas av tung trafik. De första åren utfördes mätningar på ett begränsat antal sträckor. Antalet har sedan, efterhand som projektet fortskridit, utökats och uppgick vid utgången av år 2003 till 655 stycken fördelade över 66 olika objekt, ingående i det statliga belagda vägnätet. Under årens lopp har antalet bevakade sträckor ändrats så till vida att några utgått och andra tillkommit. Största förändringen inträffade i början av år 2001 då en översyn gjordes av samtliga sträckor och antalet, som fortsättningsvis skulle bevakas, minskades radikalt. Förändringarna gjordes dock på sådant sätt att högkvalitativa och användbara data fortfarande erhålls från de sträckor som är kvar i uppföljningsprogrammet. Idag är 359 aktiva, fördelade på 36 objekt.

Som exempel på användning kan nämnas att VTI under år 2000, på uppdrag av KFB, utvecklade sprickinitierings- och sprickpropageringsmodeller för sprickor som uppstår på grund av trafikbelastning. Tillvägagångssättet liknade till stor del det som tidigare använts inom EU-projektet PARIS (Performance Analysis of Road Infrastructure). Till grund för dessa modeller låg data som samlats in i detta projekt. Ett annat exempel är att VV gett VTI i uppdrag att validera beräkningshjälpmedlet för dimensionering av vägars bärighet, PMS Objekt. Ett arbete som pågår under 2003 och 2004.

Under år 2003 genomfördes följande aktiviteter:

- **Besiktning** av samtliga sträckor (undantaget de som åtgärdades under 2002). Vid denna, som görs till fots, identifieras, klassificeras och kvantifieras förekommande skador och defekter enligt "Bära eller brista", handboken för tillståndsbedömning av belagda vägar.
- Mätning med **vägytemätbil** (RST) genomförs av ekonomiska skäl endast ca vartannat år. Det innebar att mätningar gjordes på knappt hälften av objekten. Spårbildning och utveckling av längsojämheter följer ett relativt linjärt förlopp varför förlusten av årliga mätdata bedöms kunna accepteras i detta läge.
- På objekt som åtgärdats under år 2002 samt på de två som tillkom då, genomfördes **fallviktsmätning** (KUAB-FWD) och vägytemätning.
- På två av objekten som åtgärdades under år 2003 utfördes **tvärprofilering** (PRIMAL) före åtgärd.
- **Klimatdata** hämtades från SMHI:s väderstationer (enligt 'Årstabellen').
- Uppföljning av under året utförda **underhållsåtgärder**.
- Insamlad data bearbetades, kvalitetskontrollerades och samlades i **data-basen, LTPP-2003** (Microsoft Access 2000).

Saknas i årets program gör insamling av ny trafikdata. Överföring av den uppgraderade databasen till Vägverkets hemsida kommer att ske i början av år 2004. Som ledning till innehållet finns där också en manual att tillgå. I detta notats bilaga kan exempel på uppföljning och tillståndsutveckling studeras.

1 Inledning

Det är ofta svårt att motivera och generera medel för underhåll av befintliga gator och vägar. 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, presentationer m.m., en del som består av prognosmodeller för vägkonstruktioners tillståndsutveckling och livslängd samt kostnadseffekter av olika tillstånd hos vägen.

Den administrativa delen av planeringssystem är av mer allmän karaktär vilket innebär att de 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, både kvalitativt och kvantitativt, 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 och sprickor samt ojämnheter i vägens längdriktning. Hänsyn måste tas till om spårbildning i huvudsak orsakats av trafik med dubbdäcksförsedda fordon eller av tung trafik. Modeller för sprickor bör dels omfatta tidpunkten för den första sprickans tillkomst, dels hur sprickorna därefter utvecklas.

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

Detta notat behandlar i huvudsak den insamling av data som skett under år 2003 som tillsammans med tidigare års arbete kan ligga till grund för prognosmodeller som beskriver tillståndsförändring och/eller förutsäger livslängder för beläggningsåtgärder och vägkonstruktioner.

2 Projektbeskrivning

Sedan 1984 pågår vid VTI projektverksamhet med målsättningen att samla in, bearbeta och leverera högkvalitativa data till utveckling av tillståndsförändringsmodeller för belagda vägar. Med hjälp av denna typ av modeller skall man kunna förutsäga tillståndets förändring i tiden samt kunna bestämma den lämpligaste underhållsåtgärden och lämpligaste tidpunkten för densamma. Stommen i modellerna förväntas bestå av data som beskriver vägens aktuella tillstånd, dess styrka alternativt nominella uppbyggnad, trafikbelastning samt rådande klimat. Detta innebär att en databas byggs upp innehållande en mängd data som beskriver en vägs tillstånd från nybyggd fram till dagsläget.

I föreliggande notat, lägesrapport, beskrivs i första hand insamlingen av nya data som skett under år 2003. Föregående års lägesrapporter har tidigare publicerats som VTI notat (Göransson & Wågberg 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002) (Wågberg, 1991). Arbete inom modellutveckling har publicerats som VTI notat (Djärf, 1988, 1993, 1997) (Wågberg, 2001).

Insamlingen av data förväntas fortsätta flera år framåt i tiden. Från och med 2002-02-11 blev databasen LTPP-2001.mdb tillsammans med Manual till LTPP-2001.pdf (Göransson & Wågberg, 2002) tillgängliga via VV:s hemsida (www.vv.se/publ_blank/bokhylla/ATB/atb_vag/db.htm). Tanken är att databasen ska uppdateras årligen. Således ändras årtalet i namnet efter det senaste år som ingående data omfattar.

3 Verksamheten under år 2003

Arbetet omfattar uppföljning av tillståndsutvecklingen på ett stort antal, 100 meter långa, observationssträckor (i de flesta fall i båda köriktningarna). Detta arbete består av insamling 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 följs utförda underhållsåtgärder ingående.

Uppföljningsarbetet påbörjades 1984 på ett begränsat antal observationssträckor. Under årens lopp har antalet utökats kontinuerligt och uppgår, vid årsskiftet 2003/2004, till 655 st. fördelade över 66 objekt. Placering av objekten och deras namn samt antal ingående sträckor framgår av *figur 1*. Dock har uppföljningen avslutats på ett antal under de senaste 10 åren, *diagram 1*. Inga objekt varken avslutades eller tillkom under året vilket innebär att 359 sträckor fördelade över 36 objekt kommer att vara aktiva.

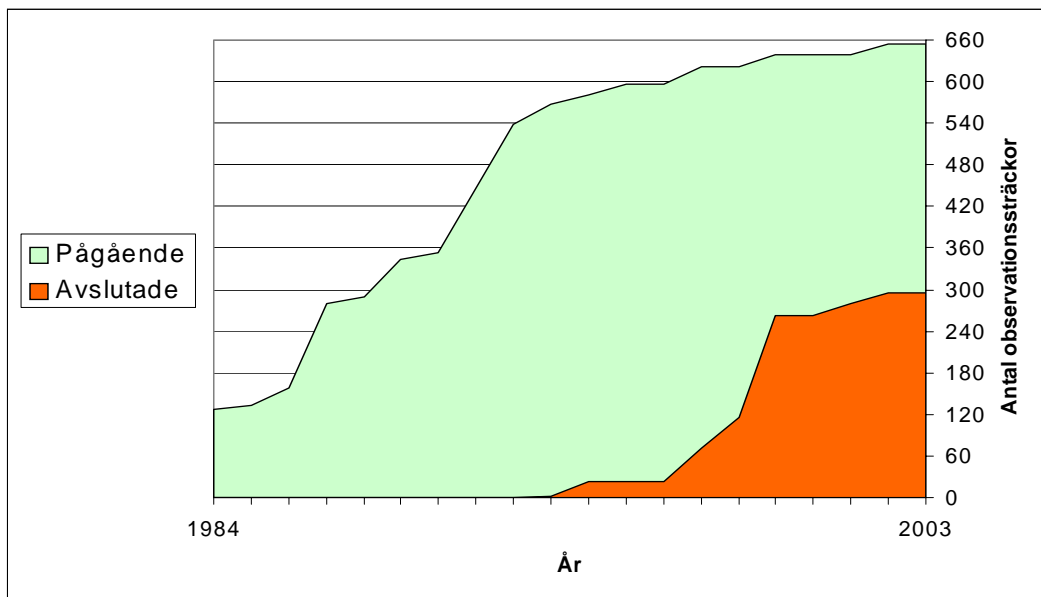
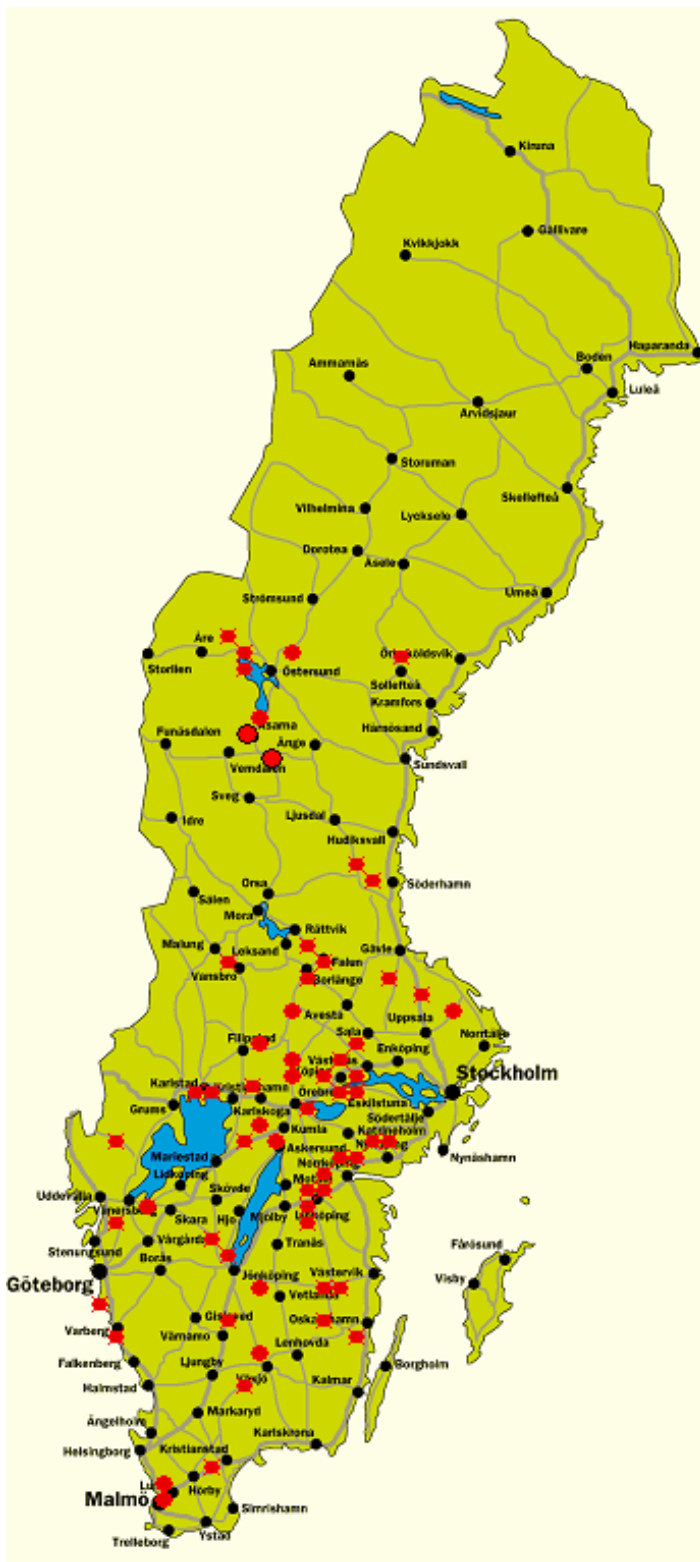


Diagram 1 Pågående respektive avslutad uppföljning av observationssträckor för åren projektet har pågått.



Figur 1 Observationsobjektens/-sträckornas läge.

Län	Väg	Objekt	Antal
C	292	Gimo	9
C	E4	Månkarbo	10
D	20	Eskilstuna	14
D	53	Kvicksund	18
D	53	Nyköping	10
E	34	Brokind	16
E	E4	Herrbeta	17
E	1173	Rejmyre	9
E	34	Skeda Udde	15
E	34	Skeda Udde	1
E	215/1153	Skärblacka	6
E	36	Tift	12
E	55	Åby	7
F	195	Bankeryd	13
F	31	Nässjö	11
F	E4	Värnamo	21
F	E4	Värnamo	8
G	126	Moheda	11
G	23	Ålmhult	11
H	33	Ankarsrum	10
H	34	Måliilla	10
H	E22	Oskarshamn	11
H	33	Vimmerby	12
L	E22	Linderöd	12
M	103	Lund	6
M	11	Staffanstorp	9
N	E6	Frillesås	14
N	E6	Tvååker	10
P	166	Dals Ed	6
P	45	Lilla Edet	12
P	46	Trädet	9
R	44	Grästorp	10
R	E20	Hova	8
S	E18	Karlstad	13
S	E18	Kristinehamn	10
S	63	Saxån	3(11)
T	50	Askersund	6
T	207	Hjälmarsberg	11
T	205	Laxå	8
T	205	Gällersåsen	10
T	50	Lindesberg	10
T	68	Lindesberg	11
U	252	Hallstahammar	9
U	53	Kvicksund	11
U	580	Köping	8
U	67	Sala	10
W	80	Bjursås	10
W	60	Borlänge	1
W	60	Borlänge	10
W	60	Borlänge	1
W	850	Falun	1
W	60	Ludvika	10
W	880	Svärdsjö	1
W	266	Sörbo	12
W	71	Äppelbo	7
X	83	Arbrå	10
X	301	Bollnäs	13
X	67	Hedesunda	11
Y	90	Sollefteå	8
Z	675	Kaxås	12
Z	45	Lit	10
Z	321	Mattmar	12
Z	E14	Mattmar	10
Z	45	Svenstavik	11
Z	45	Åsarne	8
Z	45	Överhogdal	8
Uppföljning avslutad			

3.1 Åtgärdade objekt

Av underhålls- och/eller förstärkningsprogrammet år 2003 berördes 31 observationssträckor fördelade över 5 objekt, *tabell 1*. Observationsobjektet vid Köping U-580-1 är fortfarande föremål för utredning pga. belastningsskador (spår och sprickor/krackeleringar).

Tabell 1 Åtgärdsprogrammet.

Objekt	Beteckning	Åtgärd
Skeda Udde	E-RV34-2	Remixing Plus (70ABS16), pga. spårbildning, belastningsskador
Nässjö	F-RV31-1:06-07	Eliminering av sporadiskt förekommande block
Grästorp	R-RV44-1	Novachip11, slitlager på bindlager från 2001
Lindesberg	T-RV68-1:09	Fläckvisa förseglingar (max 4 mm), pga. stensläpp
Mattmar	Z-E14-1:07-09	AG16 + ABT16, pga. belastningsskador (spår och krackeleringar)

E-RV34-2 vid Skeda Udde presenteras närmare i *bilaga 1* där en beskrivning av objektet görs samt en sammanställning av ett urval insamlad data (RST-mätningar, tvärprofil, tillståndsbedömning och trafik) visas.

3.2 Mätprogram

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

3.2.1 Mätning av bärförmågan med KUAB-FWD

Mätningarna med **fallvikt**, tillverkad av KUAB, utfördes i egen regi. Fallvikten är uppbyggd enligt 2-massesystemet och utrustad med belastningsplatta som mäter 30 cm i diameter. Mätning utfördes, i höger hjulspår, i 5 förutbestämda sektioner (i vardera riktningen där så förekommer) per sträcka. Vid slag nummer 3 registrerades kraften (fallhöjd vald så kraften hamnar omkring 50 kN) samt nedsjunkning i belastningscentrum samt 20, 30, 45, 60, 90 och 120 cm från centrum. Dessutom registrerades luft-, yt-, beläggningstemperatur och väderförhållanden samt tidpunkten för varje belastning.

Målsättningen är att mätningar ska utföras på våren före åtgärd samt på hösten nästkommande år efter åtgärd. Eventuellt nya objekt mäts på hösten året efter de är medtagna i uppföljningsprogrammet, eller tidigare om tidsvinst kan göras vid resa till andra objekt *tabell 2*.

Tabell 2 Utförda mätningar och anledning till mätning.

Objekt	Beteckning	Vår	Höst
Brokind	E-RV34-1:10-16		Åtgärd 2002
Skeda Udde	E-RV34-2	Åtgärd 2003	
Bankeryd	F-195-1		Åtgärd 2002
Moheda	G-126-1		Åtgärd 2001
Målilla	H-RV34-1		Åtgärd 2002
Saxån	S-RV63-1:07-09		Åtgärd 2001
Lindesberg	T-RV68-1		Åtgärd 2000/2001
Köping	U-580-1	Åtgärd 2004?	
Mattmar	Z-E14-1:07-09	Åtgärd 2003	
Åsarna	Z-RV45-3	Nytt objekt	
Överhogdal	Z-RV45-4	Nytt objekt	

Som nämndes inledningsvis utförs mätningarna efter ett förutbestämt program, dock inom given budget. Denna vår har mätning av ett objekt som redovisas i *tabell 3* uppskjutits till hösten 2004.

Tabell 3 Uppskjuten mätning.

Objekt	Beteckning	Anm.
Grästop	R-RV44-1	Tunnskiaktsbeläggning 2003 och tidigare bindlager 2001, mäts hösten 2004?

3.2.2 Mätning av vägytan med LASER-RST

LASER-RST har i standardversionen 17, på mätbil fast monterade, lasrar som används för att registrera ojämnheter i **tvärled**. Med VTI-forskningsbil finns dessutom möjligheten att använda 19 fast monterade lasrar. Mätbredden med 17 är 3,2 m, emedan 19 ger 3,6 m. En registrering sker varje 10:e cm i färdriktningen, varefter bl.a. spårdjupet beräknas (trådprincipen). Medelvärde för respektive sträcka och körriktning erhålls.

En stor mängd data beskriver även ojämnheter i **längsled**, där innefattas hela längsprofilen, med registrering var 10:e cm.

Mätobjektet videofilmas samtidigt som mätning sker. Kameran är placerad ovanpå bilen och riktad framåt. Bilden visar samtidigt ett urval mätdata. Dessutom sparas en digital videobild från varje 20-meterssektion.

Målsättningen är att ungefär hälften av objekten ska mätas under året, med andra ord sker mätning vart annat år. De objekt som ska åtgärdas innevarande år (samt närliggande objekt) mäts på våren. Detta år mättes 166 sträckor fördelade över 16 objekt, alla i båda körriktningarna, med tonvikt på de nordligt belägna. Mätning efter åtgärd sker nästkommande år, företrädesvis på hösten.

Sträckorna mäts alltid minst två gånger med 17 lasrar, varefter spårdjupet beräknas för 11 respektive 17 lasrar. Dessutom sker mätning minst två gånger med 19 lasrar, varefter spårdjupet beräknas för 15 respektive 19 lasrar. Vid utvärderingen jämförs data från mätningarna och riktigheten kontrolleras. I databasen sparas de mätningar, för lika antal lasrar, som givit störst spårdjup.

3.2.3 Okulär bedömning av tillståndet

Instruktionen för den **besiktning** som ligger till grund för tillståndsbedömningen lyder sålunda:

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 spårbild.
2. Vilken skadetyper/defekt eller typ av lagning/försegling som ev. upptäckts avgörs (enligt "Bära eller brista", Wågberg, 2003):
 - Längsgående spricka i spår
 - Tvärgående spricka i spår
 - Spricka i spårkant
 - Krackelering
 - Spricka ej i spår (exempelvis 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 ev. lagningsgrad i %.
 1. Hårfin, slutet/slutna. Inget material har lossnat från beläggningen
 2. Öppen/öppna. Inget eller endast lite material har lossnat från beläggningen
 3. Avsevärt öppen/öppna. Material har lossnat från beläggningen
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, då risken för uppkomna skador 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 risk för "läkning" av eventuella sprickor under varma sommardagar förekommer. Samtliga besiktningar utförs av endast två samtränade personer (författarna), vilket borgar för hög kvalitet vad gäller enhetlig bedömning av exempelvis svårighetsgrad.

3.2.4 Registrering av tvärprofil (spårdjupsmätning)

Tvärprofilen mäts med ett på en mätvagn monterat mätjul som registrerar ytans profil i förhållande till en från mottagarstativet projicerad laserstråle. PRIMAL, VTI:s profilmätare används vid dessa mätningar. Utrustningen placeras ut vid 5 förutbestämda sektioner i vardera riktningen där så förekommer. Tvärsektionerna kan efter registrering sedan ritas upp i diagramform vilket gör att spårdjup, -area och -vidd lätt kan bestämmas.

Profilmätningen utförs innan en åtgärd ska utföras eller om uppföljningen ska avslutas, då spårdjupet är som störst, samtidigt med att fallviktsmätningen görs med tanke på att skyltningen (vägavstängningen) då kan samordnas. Under året utförda/slopade mätningar visas i *tabell 4*.

Tabell 4 Utförda/slopade mätningar.

Objekt	Beteckning	Anm.
Skeda Udde	E-RV34-2	Åtgärd 2003; utfördes
Grästorp	R-RV44-1	Åtgärd 2003; slopades (heltäckande åtgärd, bindlager, så sent som 2001)
Köping	U-580-1	Åtgärd 2004?; utfördes
Mattmar	Z-E14-1:07-09	Åtgärd 2003; slopades (endast 3 sträckor)

3.2.5 Mätning av trafik

VTI:s utrustning för **differentierad trafikräkning** används för detta ändamål, när inte någon av VV:s fasta mätstationer finns i direkt anslutning till observationssträckorna. Insamling av data sker under 2 normaldygn (tisdag-torsdag) på hösten. Målsättningen är att varje objekt skall mätas ungefär vart fjärde år. Denna har dock måst släppas när inte kostnaden rymts inom budgeten. Detta år mättes inget objekt.

3.3 Databas

Microsoft Access 2000, ett databashanteringssystem för relationsdatabaser för Microsoft Windows, används. 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**, *tabell 5*, som i sin tur kan kombineras med s.k. **frågor**. Detta under förutsättning att någon post är gemensam för den eller de tabeller som önskas kombineras. Frågorna används även vid urval, grupperingar och beräkningar. 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 sprickinitierings- och sprickpropageringsmodeller för sprickor som uppstått på grund av trafikbelastning. Tillvägagångssättet liknade till stor del det som tidigare använts inom EU-projektet PARIS (Performance Analysis of Road Infrastructure). Uppgifter har i ett flertal olika sammanhang använts av uppdragsgivaren, Vägverket. Databasen har dessutom, under flera år, legat som grund till flera doktorand- och examensarbeten vid tekniska högskolan i Stockholm, Lund, Linköping, Dalarna och Helsingfors. På senare tid har även företag i asfaltbranschen visat intresse och uttryckt sin uppskattning för LTPP-databas. En årligen uppdaterad databas tillsammans med en manual (Göransson & Wågberg, 2002), är tillgänglig via VV:s hemsida på Internet.

Tabell 5 Databasens innehåll.

Tabell	Antal poster (ökning 2002)	Innehåll
Objekt	66	Läge, klimat m.m. för varje objekt
Sträcka	655	Undergrund, överbyggnad m.m. för varje sträcka
Åtgärd	2 930 (31)	Asfaltbundna lager för varje sträcka
FWDpunkter	40 600 (1130)	Fallviktsdata från varje mätpunkt
RST-11	14 600 (332)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 11 lasrar, 3,2 m mätbredd
RST-15	4 940 (308)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 15 lasrar, 3,6 m mätbredd
RST-17	5 100 (332)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 17 lasrar, 3,2 m mätbredd
RST-19	3 450 (308)	Data för varje sträcka, riktning och mättillfälle; 19 lasrar, 3,6 m mätbredd
Profillinjer	21 900 (230)	Tvärprofildata från varje mätsektion
Trafikårsmedel	650	Trafikdata för varje sträcka
Besiktningar	48 700 (2 680)	Varje enskild observation per sträcka
Väderårsmedel	1 990 (75)	Årssammanställning från SMHI:s mätstationer
Sprickindex	8 040 (329)	Indexering av belastningsskador efter grad och utbredning per sträcka och besiktningstillfälle

4 Referenser

- Djärf, L: **Asfaltbelagda vägars nedbrytning**. VTI notat V77, 1988. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1988.
- Djärf, L et consortes: **Projekt ”Modellutveckling”, delprojekt inom huvudprojektet ”Dimensionering vid förbättring och underhåll”**. Lägesrapport mars 1992. VTI notat V207, 1993. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1993.
- Djärf, L: **Tillståndsförändrings-(nedbrytnings-)modeller för asfaltbelagda och ytbehandlade vägar**. VTI notat 51-1997. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1997.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Överbyggnadsåtgärder – datainsamling. Lägesrapport 1991–12**. VTI notat V163, 1992. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1993.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Överbyggnadsåtgärder – datainsamling. Lägesrapport 1992–12**. VTI notat V209, 1993. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1993.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1993-12**. VTI notat 19-1994. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1994.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1994-12**. VTI notat 7-1995. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1995.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1996-02**. VTI notat 12-1996. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1996.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1997-01**. VTI notat 28-1997. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1997.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Dimensionering vid förbättring och underhåll – Datainsamling. Lägesrapport 1998-02**. VTI notat 1-1998. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1998.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Tillståndsuppföljning av observationssträckor – Datainsamling. Lägesrapport 1999-02**. VTI notat 1-1999. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1999.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2000-02**. VTI notat 9-2000. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 2000.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2001-02**. VTI notat 7-2001. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 2001.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Datainsamling, lägesrapport 2002-02**. VTI notat 3-2002. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 2002.
- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Manual till den svenska nationella LTPP-databasen**. VV:s hemsida (pdf-fil).

- Göransson, N-G & Wågberg, L-G: **Tillståndsuppföljning av observationssträckor. Databasinsamling, lägesrapport 2002-12.** VTI notat 1-2003. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping 2003.
- Holen, Å: **Simulerad rätskenemätning baserad på längdprofilmätning med Laser RST.** VTI notat 43-1995. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1995.
- Jansson, H & Djärf, L & Göransson, N-G: **Effekt av olika förstärkningsåtgärder på asfaltbelagda vägar. Delrapport 1.** VTI notat 41-1998. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1998.
- Jämsä, H, Wågberg, L-G, Hudson, R, Spoo, H & Göransson, N-G: **Development of Deterioration Models for Cold Climate Using Long-Term Pavement Field Data.** VTI särtryck 277, 1997. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 1997.
- Jämsä, H: **Crack Initiation Models for Flexible Pavements.** Helsinki University of Technology. 2000.
- Offrell, P: **Crack Geometry Analysis in Asphalt Cores Using Computerised Tomography.** Kungliga Tekniska Högskolan, 2000.
- Wågberg, L-G: **Överbyggnadsåtgärder. Lägesrapport 1991-03.** VTI notat V143, 1991. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping. 1991.
- Wågberg, L-G: **Utveckling av nedbrytningsmodeller. Sprickinitiering och sprickpropagering.** VTI meddelande 916, 2001. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 2001.
- Wågberg, L-G: **Bära eller brista. Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar.** Svenska Kommunförbundet, VTI, Vägverket. 1991.
- Wågberg, L-G: **Bära eller brista. Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar - ny omarbetad upplaga.** Svenska Kommunförbundet, VTI, Vägverket. 2003.
- Öberg, Gudrun (redaktör): **Statliga belagda vägar. Tillståndet på vägytan och i väggroppen, effekter och kostnader.** VTI notat 44-2001. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping. 2001.
- PARIS, Performance Analysis of Road Infrastructure, Final Report.** Project funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 4th Framework Programme. 1998.

Bilaga

- 1 Beskrivning av objekt E-RV34-2
 - 1.1 Laser RST (11 lasrar)
 - 1.1.1 Spårdjup, mätbredd 3,2 m
 - 1.1.2 IRIH
 - 1.2 Tvärprofilmätning
 - 1.2.1 Spårdjup, hela körfältet
 - 1.2.2 Spårvidd
 - 1.3 Tillståndsbedömning – Belastningsskador
 - 1.4 Trafikmätning över två vardagsdygn

1 Beskrivning av objekt E-RV34-2

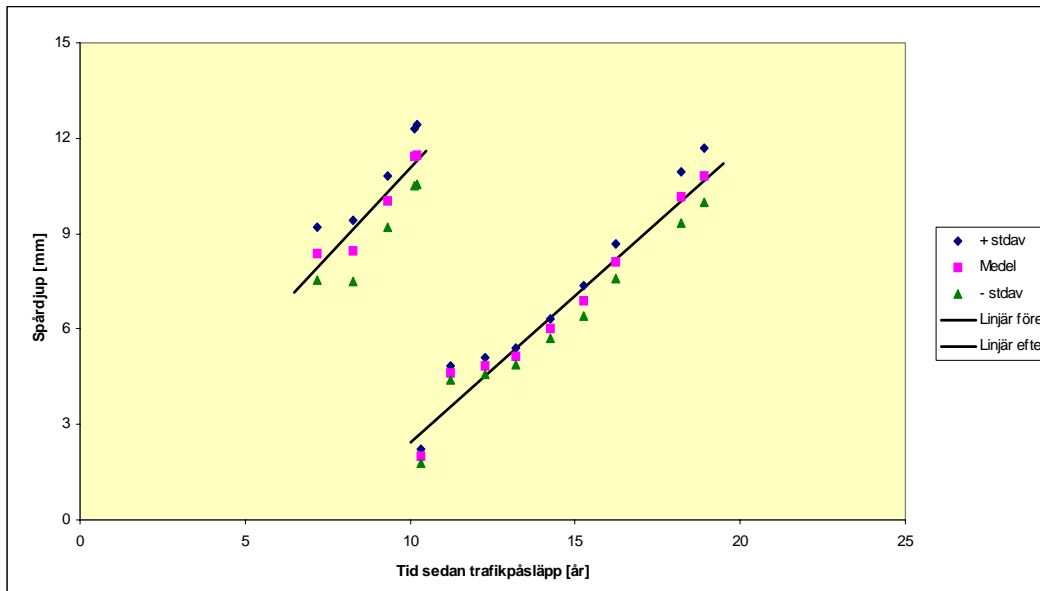
Väg 34 mellan Kisa och Linköping, delen Sundsholm–Linköping, öppnades för trafik 1984. De 15 observationssträckorna är utspridda över 2 360 m. Konstruktion består av en 800 mm tjock grus/bitumen överbyggnad på undergrund av lera. Avsnittet ligger mestadels på bank, 0,5 till 2,5 m, med 670 mm obundet material i överbyggnaden. De bundna lagren bestod ursprungligen av 95 mm AG och 35 mm ABT12. På hösten 1994 sattes en beläggningsåtgärd in då spårdjupet uppgick till ca 15 mm och bärighetsskador i form av sprickor i hjulspår upptäckts. Åtgärden utfördes med Pyropaver, där i medeltal ca 18 kg ABT16 per m² tillsattes. Nio år senare (2003) är spårdjupet omkring 14 mm och bitvis är bärighetsskador i form av sprickor och krackeleringar betydande.

Medelårscygnstrafiken utgörs av ca 4 700 fordon, varav ca 10 procent är tunga. Vägbredden är 9 m, med normalektion som betecknas K7,5 + 2V0,75.

Str	Undergrundsmtl	Bank/Skärn	Förstärkningsl:r	Bärlager	Beläggningslager
1	Lera	Bank 1,5 m	Enligt BYA, kap.352, 550 mm	Enligt BYA, kap.353, 120 mm	220AG, 95 mm (1984) 80HABT12 35 mm, (1985) Pyropaver 18MABT16, (1994)
2	Lera	Bank 0,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
3	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
4	Lera	Bank 2,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
5	Lera	Bank 3 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
6	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
7	Lera (II-III)	Skärn 0,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
8	Lera	Bank 2,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
9	Lera	Bank 3,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
10	Lera	Bank 2,5 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
11	Lera	–	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
12	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
13	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
14	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan
15	Lera	Bank 1 m	Enligt ovan	Enligt ovan	Enligt ovan

1.1 Laser RST (11 lasrar)

1.1.1 Spår djup, mätbredd 3,2 m



- Om spår djupsutvecklingen antas vara linjär, kan den **före** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$RUT_{\text{före}} = 1,103 * \text{år} \quad (R^2 = 0,9104)$$

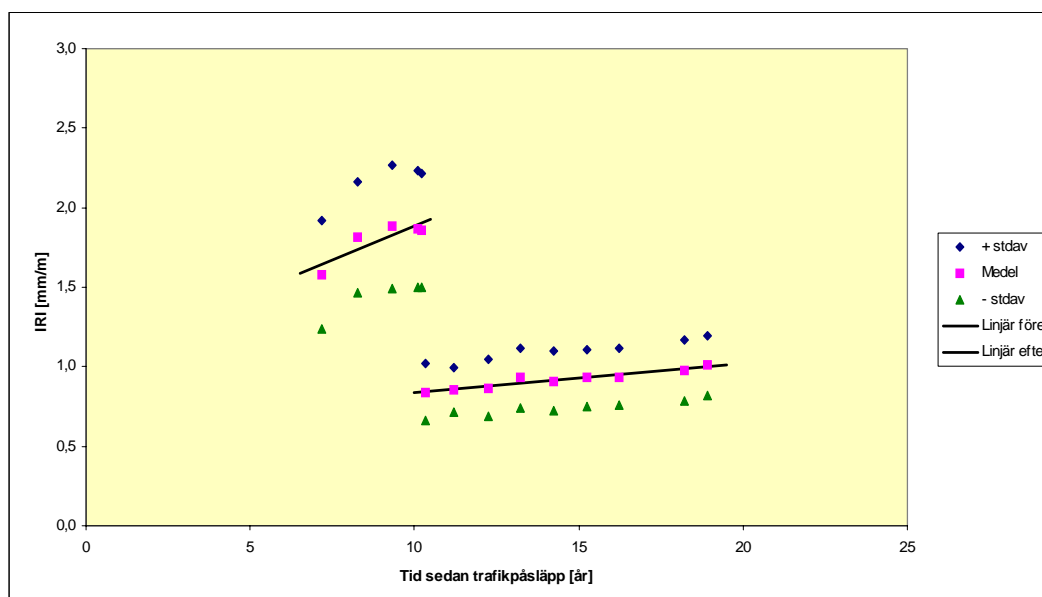
Det innebär således en ökning av spår djupet med ca 1,10 mm/år

- Om spår djupsutvecklingen antas vara linjär, kan den **efter** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$RUT_{\text{efter}} = 0,9235 * \text{år} - 6,8116 \quad (R^2 = 0,9666)$$

Det innebär således en ökning av spår djupet med ca 0,92 mm/år

1.1.2 IRIH



- Om ökningen av IRIH (International Roughness Index i höger hjulspår) antas vara linjär, kan utvecklingen av längsojämheter **före** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$IRIH_{före} = 0,0847 * \text{år} + 1,0348 \quad (R^2 = 0,7538)$$

Det innebär således en ökning av IRIH med ca 0,085 mm/m och år

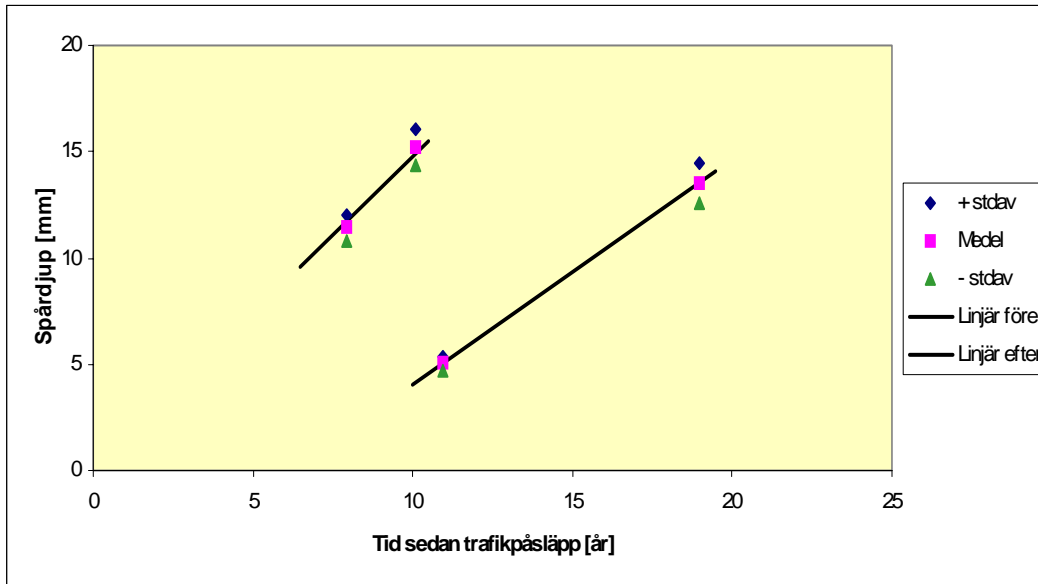
- Om ökningen av IRIH antas vara linjär, kan utvecklingen av längsojämheter **efter** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$IRIH_{efter} = 0,0179 * \text{år} + 0,6568 \quad (R^2 = 0,9281)$$

Det innebär således en ökning av IRIH med ca 0,018 mm/m och år

1.2 Tvärprofilmätning

1.2.1 Spår djup, hela körfältet



- Om spår djupsutvecklingen antas vara linjär, kan den **före** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$SPÅR_{före} = 1,480 * \text{år}$$

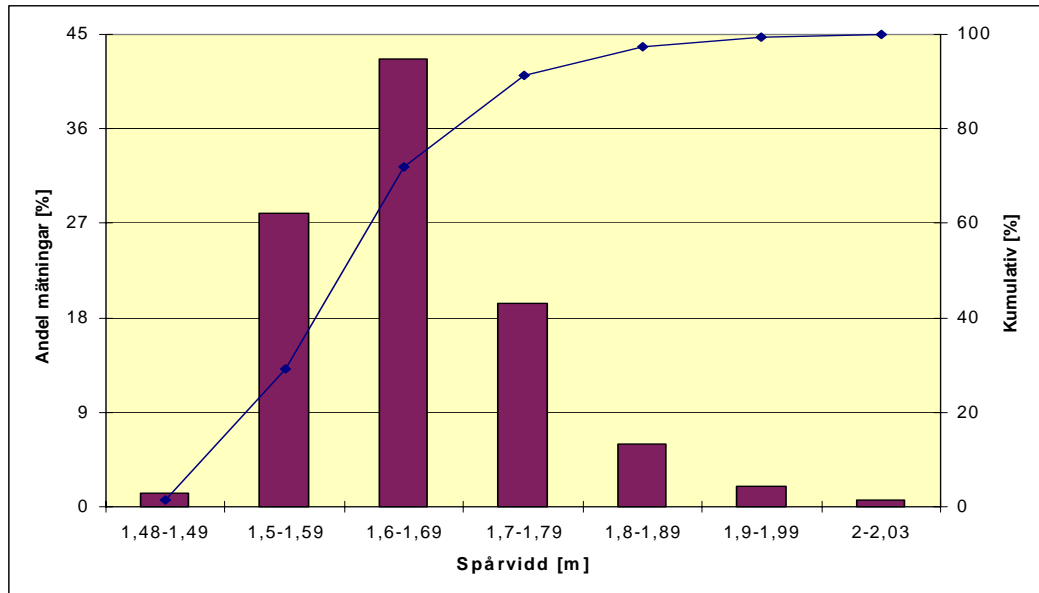
Det innebär således en ökning av spår djupet med ca 1,48 mm/år

- Om spår djupsutvecklingen antas vara linjär, kan den **efter** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$SPÅR_{efter} = 1,0579 * \text{år} - 6,5232$$

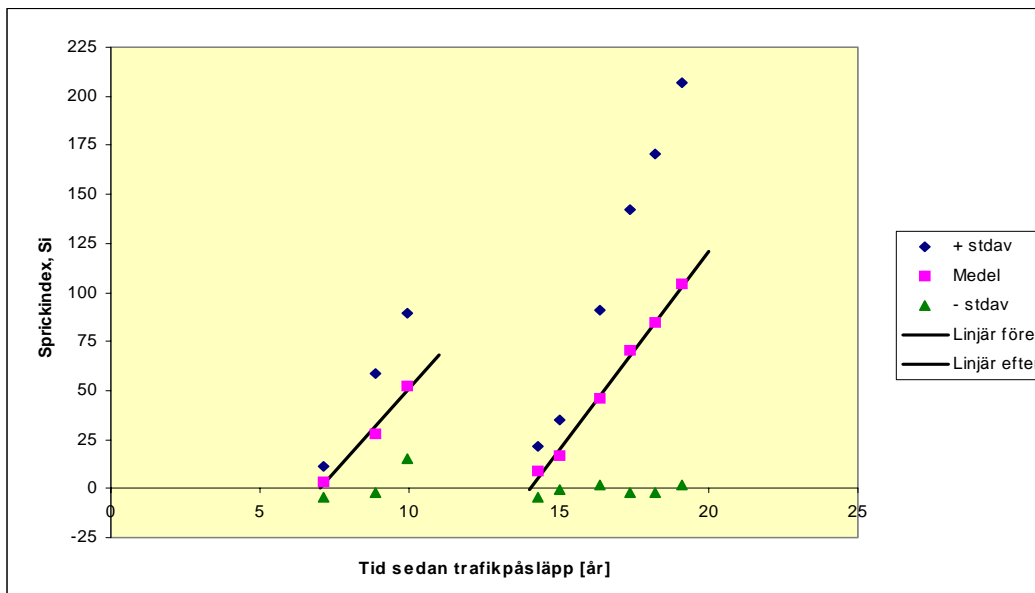
Det innebär således en ökning av spår djupet med ca 1,06 mm/år

1.2.2 Spårvidd



Ungefär 70 % av mätta tvärprofiler (totalt 150 st.) uppvisar en spårvidd överstigande 1,59 m vilket bör betyda att spårbildning i första hand berott på deformationer från den tunga trafiken.

1.3 Tillståndsbedömning – Belastningsskador



De första belastningsbetingade sprickorna upptäcktes på hösten 1991 när vägen trafikerats i drygt sju år. Efter drygt nio år sätts första åtgärden in (Pyropaver). Då har medeltalet för sprickindex nått 34, alltså en spricktillväxt på Si 17 per år. Efter ytterligare sju år uppstår sprickorna ånyo. Spricktillväxten uppgår nu i medeltal till Si 20 per år. Nästa åtgärd planeras nio år efter den första, då sprickindex uppnått 105. Några sträckor är dock alltså fria från belastningsbetingade sprickor vilket gör att spridningen mellan sprickindex för olika sträckor är stor.

- Om spricktillväxten antas vara linjär, kan den **före** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$Si_{före} = 16,98 * \text{år} - 118,88 \quad (R^2 = 0,98)$$

Det innebär således en ökning med Si 17 per år

- Om spricktillväxten antas vara linjär, kan den **efter** åtgärden beskrivas enligt formeln:

$$Si_{före} = 20,234 * \text{år} - 238,48 \quad (R^2 = 0,996)$$

Det innebär således en ökning med Si 20 per år

Sprickindex beräknades enligt:

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

där

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

$$LSpr \text{ (Långsgående sprickor)} = LSpr_{låg} + 1,5 * LSpr_{medel} + 2 * LSpr_{svår}$$

$$TSpr \text{ (Tvärgående sprickor)} = TSpr_{låg} + 1,5 * TSpr_{medel} + 2 * TSpr_{svår}$$

$$Låg, medel, svår = \text{svårighetsgrad enligt "Bära eller brista"}$$

1.4 Trafikmätning över två vardagsdygn

Objekt: SKEDA UDDE
 Strbet: E-RV34-2:05
 Mätstart datum: 1993-11-01
 Mätstart veckodag: MÅ
 Mätslut datum: 1993-11-03
 Mätslut veckodag: ON
 Antal dygn: 2
 Riktning: B
 Antal riktningar: 2

(MV=1 ÖVR=2)

Tunga axlar:	2460	Båda riktn./dygn
Tunga fordon:	533	Båda riktn./dygn
Axelpar:	5022	Båda riktn./dygn
Fordon:	4269	Båda riktn./dygn

Lätta fordon	Kod	Typ av fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Antal fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Axlar totalt	
Personbil	12	1	2		7255	14510	0	14510	
Personbil + släpvagn	121	1	2	1	206	412	206	618	
	122	1	2	2	10	20	20	40	
					Summa:	7471	14942	226	15168
					Axlar/fordon:	2,03			

Tunga fordon	Kod	Typ av fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Antal fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Axlar totalt	
Lastbil	22	2	2		293	586	0	586	
	23	2	3		75	225	0	225	
	24	2	4		0	0	0	0	
Buss	42	4	2		41	82	0	82	
	43	4	3		2	6	0	6	
					Summa:	411	899	0	899
					Axlar/fordon:	2,19			

	Kod	Typ av fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Antal fordon	Axlar dragbil	Axlar släp	Axlar totalt	
Lastbil + släpvagn	221	2	2	1	7	14	7	21	
	222	2	2	2	21	42	42	84	
	223	2	2	3	56	112	168	280	
	224	2	2	4	79	158	316	474	
	231	2	3	1	1	3	1	4	
	232	2	3	2	10	30	20	50	
	233	2	3	3	73	219	219	438	
	234	2	3	4	306	918	1224	2142	
	243	2	4	3	4	16	12	28	
	244	2	4	4	5	20	20	40	
Dragbil + påhängsvagn	321	3	2	1	7	14	7	21	
	322	3	2	2	10	20	20	40	
	323	3	2	3	21	42	63	105	
	324	3	2	4	1	2	4	6	
	326	3	2	6	2	4	12	16	
	331	3	3	1	1	3	1	4	
	332	3	3	2	13	39	26	65	
	333	3	3	3	7	21	21	42	
	335	3	3	5	2	6	10	16	
	343	3	4	3	1	4	3	7	
Lastbilar övrigt	523	5	2	3	12	24	36	60	
	533	5	3	3	7	21	21	42	
	534	5	3	4	2	6	8	14	
Buss + släpvagn	421	4	2	1	7	14	7	21	
					Summa:	655	1752	2268	4020
					Axlar/fordon:	6,14			