

(under utarbetning)

**Bullerreducerande beläggning
E4, Rotebro – Bredden
2014-2017**



Av
Torbjörn Jacobson, Trafikverket
Nils-Gunnar Göransson, VTI

Senast reviderad 2015-08-19

Uppdragsgivare:	Trafikverket Torbjörn Jacobson
TRV-beteckning	Dnr: 2014/44543
VTI-beteckning:	Dnr: 2014/0431-9.1; Proj.nr: 201938

Förord

Det finns sätt att sänka ljudnivån på våra vägar. Provsträckor med dränerande, bullerreducerande vägbeläggning har på senare år testats med goda resultat. Provvägen i Stockholm bygger på positiva erfarenheter från E4 förbi Huskvarna. I detta fall testas betydligt längre provsträckor vid högre hastighet och mer trafik. Uppdragsgivare är Trafikverket och projektet ska vara klart i slutet av 2017.

- Förprovning, mottagningskontroll, tillverkning och utläggning av asfalt har utförts av PEAB Asfalt, under ledning av Lars Jansson och Björn Persson.
- Besiktningar har utförts av Torbjörn Jacobson, TRV.
- Vägytemätningar har utförts av Thomas Lundberg, Stig Englund och Nils-Gunnar Göransson, VTI.
- Friktionsmätningar har utförts av Håkan Wilhelmsson, VTI.
- Bullermätningar har utförts av Piotr Mioduszewski, Tekniska Universitetet i Gdansk och sammanställts av Ulf Sandberg, VTI samt av Roger Nilsson på Skanska.
- Utrinngstester har utförts av Andreas Waldemarson, VTI.

Det bör påpekas att samtliga resultat från uppföljningarna ännu inte har utvärderats och fler mätningar ska utföras under hösten. Rapporten kommer därför att publiceras i slutet av 2015.

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
INLEDNING, SYFTE OCH BAKGRUND.....	6
BESKRIVNING AV PROVVÄGEN.....	7
UTFÖRANDET	7
PROVSTRÄCKOR.....	7
KRAV PÅ DRÄNASFALTEN	7
FÖRPROVNING OCH ANALYS AV BORRKÄRNOR UTFÖRD AV PEAB	9
STRÄCKORNAS PLACERING PÅ E4, ROTE BRO	15
UPPFÖLJNING AV PROVVÄGEN.....	16
BESIKTNING - OKULÄR BEDÖMNING	17
VÄGYTEMÄTNING MED LASER	18
MÄTNINGAR AV SPÅR, IRI, TEXTUR, HOMOGENITET, UTGLESNING OCH PM10	19
UTGLESNING (STENLOSSNING)	30
VÅTFRIKTION	32
BULLERMÄTNING	35
PERMEABILITET (UTRINNINGSTEST).....	38
FORTSÄTTA MÄTNINGAR 2015	41
SAMMANFATTANDE KOMMENTARER	42
BILAGA 1 IAKTTAGELSER I SAMBAND MED VÄGYTEMÄTNINGAR.....	44

Sammanfattning

Projektet syftar till att öka andelen bullerreducerande beläggningar på gatu- och vägnätet. För att kunna göra detta behöver de koncept som finns idag vidareutvecklas med avseende på akustisk och teknisk livslängd. Om öppna, dränerande beläggningar ska fungera under svenska förhållanden måste specialbindemedel användas, ballasten ha god vidhäftningsförmåga, beläggningen ha ett porsystem som inte pluggas igen och vägen ha bra förutsättningar med avseende på dränering.

Denna lägesrapport fokuserar på provvägen på E4 mellan trafikplatserna Rotebro och Bredden i Stockholms län. Där lades sommaren 2014 på en sträcka av 1,4 km dränerande asfaltbeläggningen i två lager lagda i sex körfält. När dränasfalt läggs i två lager (80 mm) får den större bullerreducerande effekt än vid ett lager.

Bakgrunden till provvägsförsöket på E4, Rotebro - Bredden är de goda resultaten från provvägen på E4 genom Huskvarna (2,7 km). Den har legat i 5 år och uppfyller fortfarande de bullerkrav som föreskrevs i upphandlingen. Hållbarheten har också varit bra med i ringa till måttlig stenlossning eller andra defekter.

Denna lägesrapport tar upp många aspekter vid användning av dränasfalt:

- Relevanta krav vid upphandling
- Relevanta laboratoriemetoder
- Förberedande arbeten på vägen
- Utförandeskedet
- Fältmetoder för uppföljning och värdering
- Hållbarhet
- Bullerreduktion
- Permeabilitet
- Rengöring av beläggningen

Uppföljningarna 2014 och hittills 2015 visar att provvägen erhållit goda akustiska och tekniska egenskaper. Bullerreduktionen låg efter trafikpåsläpp på ca 7 dB(A). Efter ett års trafik hade bullerreduktionen försämrats med ca 0,5 dB(A), ett bra värde för dränasfalt. Ingen större stenlossning eller andra defekter har observerats på vägen det första året. Beläggningen har också bra homogenitet, friktion, jämnhet och spårutveckling. Provvägen kommer att följas upp till och med 2017.

Inledning, syfte och bakgrund

Trafikbuller är ett stort problem i tätorter. Ett sätt att minska på störningarna är att använda bullerreducerande asfaltbeläggning. Dränasfalt lagd i två lager är den asfaltkonstruktion som ger störst bullerreduktion och därmed bäst lämpade för vägar med höga bulleremissioner. Dränasfalt har en ensartad materialsammansättning med en stor andel av grovballast och låg andel av finballast/ filler. På så sätt får den en hög hålrums halt med kanaliserade porer, vilka kan absorbera däcksbuller och leda bort vatten. Problemet med öppna beläggningar är att de åldras snabbare än täta och att vatten kan bli instängt. Följden är att risken för stensläpp/ potthål ökar med följd att bulleregenskaper försämras. På relativ kort tid sikt kan beläggningen få omfattande stenlossning och potthål, vilket kräver åtgärder i tidiga skeden.

Projektet syftar till att öka andelen bullerreducerande beläggningar på vägnätet. För att kunna göra detta behöver de koncept som finns idag vidareutvecklas med avseende på akustisk och teknisk livslängd. Goda erfarenheter har uppnåtts vid provvägsförsöket på E4, Huskvarna där ett antal provsträckor med två lager av dränbeläggning testats under 5 år. Bullerreduktion var efter 1 år ca 7 dB(A) och efter 3 år ca 5-6 dB(A). Efter 5 års trafik låg bullerreduktion i genomsnitt på 4-5 dB(A) med de högsta värdena i K2:an (snabbkörfältet). Ingen större stenlossning har observerats under de 5 åren vägen följts upp, förutom några hundra meter i början av objektet norr ifrån (K1, skadorna uppkom redan under byggskedet, ska åtgärdas 2015).

De försök som ingått i Trafikverkets FOI-projekt visar att om öppna, dränerande beläggningar ska fungera under svenska förhållanden måste en rad förutsättningar/ villkor uppfyllas, t ex bra dränering, specialbindemedel, hög bindemedels- och hålrums halt samt god vidhäftning mellan stenmaterial och bindemedel. Utifrån de positiva erfarenheter som erhöles i Huskvarna och på ett försök i Norrbotten, väg 97, Sävast-Boden initierade Trafikverket, Region Stockholm ett större försök med bullerreducerande asfalt på E4, norr om trafikplats Rotebro.

Planeringen av provvägen har bedrivits av en arbetsgrupp med representanter från Trafikverket (Investering, Underhåll och Planering), VTI och Peab Asfalt. Efter förprovning av asfaltmassa, provyta och ingående material samt iordningsställande av vägen (fräsning, tvärfall, tätning av yta m.m.) lades beläggningen, två lager av dränasfalt, i juli 2014.

Ett stort antal parametrar kommer att följas upp de närmaste 4 åren:

- Bulleremissioner med två mätmetoder
- Defekter: stenlossning och potthål
- Spårutveckling och jämnhet (IRI)
- Makrotextur
- Friktion
- Partikelgenerering, PM10 (en del i ett annat projekt)
- Effekt av tvättning på dränbeläggningen
- Effekt av försegling på buller och beständighet
- Analys av porerna i beläggningen genom skiktröntgen
- Utrinngstest (snabbanalys av vägens dränerande förmåga)

Beskrivning av provvägen

Provvägen ligger på E4:an mellan trafikplats Rotebro och trafikplats Bredden med 3 körfält i vardera riktningen. Längden på provvägen är ca 1450 m. Vägsträckan trafikeras av över 70 000 fordon per medeldygn varav ca 10 % är tunga fordon. Fördelningen mellan körfälten bedöms vara 30, 40, 30 %. Skyltad hastighet är 80 km/h under vinterperioden och 100 km/h resterande del av året. Från november till mitten av april är c:a 55 % av personbilarna utrustade med dubbdäck. Målet med de förberedande arbetena innan provbeläggningarna lades var att öka tvärfallet till 3,0 %, täta till underlaget, justera räckan och förbättra dräneringen i sidoområdet. Även vägrenarna belades med två lager av dränbeläggning så att vattnet ska kunna rinna ut i innerslätten.

Utförandet

Dränasfalten lades under andra halvan av juli 2014 utan några större problem. Entreprenör var Peab Asfalt. Det rådde en värmebölja med ca 30 °C under arbetena, vilket medförde att bindemedlet blev än mer kladdigt än vid mer normala temperaturer. Vägen var delvis avstängd för trafik under utförandet. Det undre dränerande lagret fick inte trafikeras innan det övre lagret hade lagts och även det övre lagret fick ligga ett tag innan trafiken släpptes på. Några mindre skadade ytor uppstod i sydligaste delen av provvägen när några betongfundament och klisterremсор togs bort inför trafikpåsläppet. I övrigt såg vägbanan bra ut.

För entreprenörens del innebär beläggningsarbeten med dränasfalt att det tar längre tid och kräver mer planering än för konventionell tät asfalt. Det kräver även mer provning av framförallt asfaltmassa. Även logistiken påverkas genom att asfaltverket låses upp vid tillverkningen av dränmassan. Med tanke på allt arbete och de störningar som uppkom i olika skeden av lägningsprocessen så fick beläggningen en jämn och homogen yta samt förväntade goda bulleregenskaper.

Provsträckor

- Antal: 6 st
- Dubbeldrän: 30 mm ABD 11 (slitlager) ovanpå 50 mm ABD 16
- Försegling av några sträckor med Fog Seal planeras 2015

Krav på dränasfalten

En sammanställning av kraven i Tekniska Beskrivningen (TB) för provvägen E4, Rotebro redovisas i nedanstående stycken. I bilaga 1 redovisas hela TB:n.

Bindemedel

- Nynas Endura D1, krav på ett stort antal bindemedelsparametrar, se bilaga 1

Ballast (ABD 16):

- Flisighetsindex: ≤ 10 .
- Krossytegrad: $C_{50/10}$.
- Kulkvarnsvärde: ≤ 14 .
- Los Angelesvärde: ≤ 20 .

Ballast (ABD 11):

- Flisighetsindex: ≤ 10 .
- Krossytegrad: $C_{50/10}$.
- Kulkvarnsvärde: ≤ 6 .
- Los Angelesvärde: ≤ 15 .

Asfaltmassa (ABD11 och 16):

- Hållrumshalt: ≥ 23 vol-% (gäller för borrhärnor).
- Bindemedelshalt: $\geq 6,6$ % vid korndensitet $2\,650\text{ kg/m}^3$.
- Fiberhalt, max tillåten avrinning: 0 %.
- Effekt med och utan vidhäftningsmedel ska verifieras med rullflaska.
Täckningsgraden ska vara ≥ 70 % efter 72 tim. Jämförande provning ska göras mellan aktuellt stenmaterial, standardbitumen (70/100) och aktuella vidhäftningsmedel.
- ITSR: ≥ 75 % efter 7 dygns lagring.
- Kornkurvan för aktuella öppna massor med nominell max stenstorlek 11 respektive 16 mm ska ligga innanför nedanstående gränsvärden:

Tabell 1. Krav på kornstorleksfördelning.

Sikt (mm)	Andel passerande i viktprocent, min-max	
	Öppen 11	Öppen 16
22,4	100	100
16	100	85 - 99
11,2	85 - 99	40 - 80
8	15 - 35	15 - 40
4	7 - 15	7 - 15
2	7 - 15	7 - 15
0,5	5 - 10	7 - 12
0,125	3 - 6	6 - 13
0,063	2 - 4	2 - 4

Kontrollsiktar är markerade med fetstil.

- Andelen material > 4 mm ska vara minst 85 %.
- Asfaltmassan/ beläggningens kohesion ska testas och utvärderas med Cantabro test SS-EN 12697-17. Provning ska utföras på torra respektive konditionerade provkroppar enligt ITSR med 7 dygns vattenlagring. Största tillåtna viktförlust (avnötning) är **20 vikt %** på konditionerade provkroppar. Angivet värde avser medelvärde av 5 provkroppar. Skillnaden mellan max och minvärde får max vara 15 vikt %.
- Inblandning av asfaltgranulat är inte tillåtet.

Förprovning och analys av borrhärlor utförd av PEAB

Nedanstående provningsresultat och arbetsrecept är hämtade från en sammanställning som redovisades av PEAB vid ett miniseminarium den 8 december 2014. Peab har valt att benämna dränasfalten för Swesilencer 11 och 16 mm.

Provningarna visar att kraven i den tekniska beskrivningen är uppfyllda. Hålrums halten påverkas dock av storleken (diametern) på provkroppen och av hur många sidor av provkroppen som sågats (ändyta och mantelyta). Sågade ytor ger en lägre hålrums halt än icke sågade ytor, vilka är mer skrovliga på ytan.

Rullflaska

	Täckningsgrad 72 timmar
Wetfix BE	0
Wetfix BE, Cement	70
Wetfix AP17, Cement	55
Prov från asfaltmassa	80

- Tillsatt mängd Wetfix BE 0,3 % av bindemedelshalten
- Tillsatt mängd cement 1 %.

Bitumenspecifikation

Nynas Endura D1 är ett högmodifierat bindemedel med mycket god beständighet mot åldring, lämpligt att använda till bullerdämpande beläggningar.

Länk: [Nynas Endura D1](#)

Stenmaterial

	11-16 Vidbo	8-11 Harbo
Flisighetsindex SS-EN 933-3	3	6
Kulkvarnsvärde SS-EN 1097-9	8,5	3,8
Los Angeles tal SS-EN 1097-2	16	11

Hålrums, provyta, Vidbo

Hålrums (%)	Swesilencer 11	Swesilencer 16
Pkt 1	20,4	23,6
Pkt 2	22,7	21,9
Pkt 3	24,0	22,3
Pkt 4	23,0	21,5
Medelvärde	22,5	22,3

ITSR och Cantabro, provyta

	Swesilencer 11	Swesilencer 16
ITSR, 6 dygn	98	90
ITSR, 7 dygn	102	102
Cantabro, 7 dygn	13,8	19,5

Hålrums 11-massa, provyta 2 och 3, diameter 100 mm

	Hålrums	Marshall
Provyta 140716	26,4 (23,5)	22,7
Provyta 140716	22,2	
Provyta 140717	21,6	24,2
Provyta 140717	22,2	

Hålrums 16-massa, borrhärdar, diameter 100 mm

Datum	Hålrums	Marshall
140716	20,2	24,9
140716	15,0 (Vibrerat)	
140716	17,5 (Oscilerat)	
140716	22,0	
140717 (receptändring)	20,6	26,9
140717 (receptändring)	21,0	
140717 (receptändring)	22,9	
140717 (receptändring)	19,5	
MEDELVÄRDE	21,0	

Hålrums 11-massa, diameter 100 mm

Datum	Hålrums	Skrymdensitet	Kompaktdensitet
140718 (100 mm)	22,8	1,878	2,431
140718 (100 mm)	24,4	1,835	2,427

Packningsförsök, diameter 100 mm, borrhärdar Swesilencer 11

Punkt	Hålrums	Skrym	Kompakt (2,425)
A1 vid skarv	22,1	1,873	2,404
A2 vid skarv	22,0	1,895	2,428
A3 vid skarv	23,2	1,867	2,431
A1 hjulspår	25,3	1,805	2,415
A2 hjulspår	25,4	1,823	2,443
A3 hjulspår	25,5	1,804	2,423
A1 dragmitt	24,9	1,821	2,423
A2 dragmitt	27,5	1,754	2,421
A3 dragmitt	23,3	1,844	2,403
MEDEL	24,4		2,421

Packningsförsök, diameter 150 mm, borrhärdar Swesilencer 11

Punkt	Hålrums	Skrym	Kompakt (2,425)
A1 vid skarv	23,0	1,866	2,422
A2 vid skarv	26,3	1,789	2,426
A3 vid skarv			
A1 i hjulspår	28,2	1,745	2,432
A2 i hjulspår	27,1	1,771	2,428
A3 i hjulspår	26,1	1,790	2,422
A1 dragmitt	26,6	1,774	2,416
A2 dragmitt	26,6	1,782	2,430
A3 dragmitt	25,8	1,794	2,416

***Packningsförsök, diameter 150 mm,
Swesilencer 16 på vägren södergående***

Punkt	Hålrums	Skrym	Kompakt (2,455)
A1, 40 cm fr. skarv K1	22,9	1,890	2,450
C1, 40 cm fr. skarv K1	24,0	1,865	2,454
E1, 40 cm fr. skarv K1	24,2	1,865	2,460
A2, dragmitt	21,3	1,941	2,466
C2, dragmitt	19,3	1,977	2,450
E2, dragmitt	20,4	1,944	2,444
A3, 40 cm fr. kant	21,6	1,922	2,452
C3, 40 cm fr. kant	22,0	1,916	2,456
E3, 40 cm fr. kant	22,3	1,908	2,455
MEDEL	22,0	1,914	2,454

***Packningsförsök, diameter 100 mm, borrhärlar
Swesilencer 16, på vägren södergående***

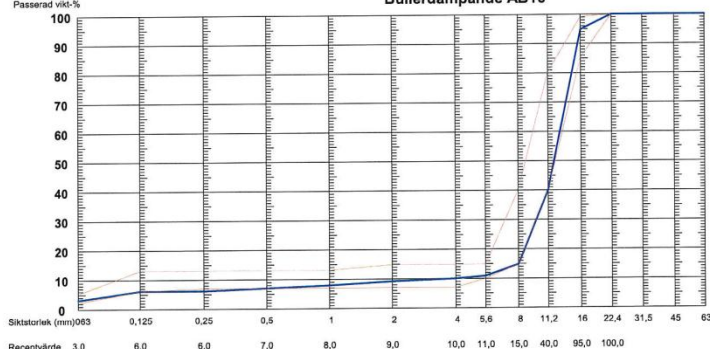
Punkt	Hålrums	Skrym	Kompakt (2,455)
B1, 40 cm fr. skarv K1	21,9	1,900	2,432
D1, 40 cm fr. skarv K1	21,9	1,899	2,431
F1, 40 cm fr. skarv K1	23,0	1,870	2,429
B2, dragmitt	19,7	1,963	2,443
D2, dragmitt	20,4	1,936	2,433
F2, dragmitt	20,2	1,943	2,434
B3, 40 cm fr. kant	20,0	1,951	2,440
D3, 40 cm fr. kant	21,3	1,918	2,437
F3, 40 cm fr. kant	21,4	1,910	2,431
MEDEL	21,1	1,921	2,434

Arbetsrecept, Beläggningssmassa Swesilencer 16



Arbetsrecept Beläggningssmassa (987)			
Produkt Swesilencer 16 Endura D1 Leverantör Peab Asfalt Vidbo Objekt SST Grupp AB16 2014		Beställare PEAB Asfalt AB Entreprenör PEAB Asfalt AB Fr.o.m datum 2014-07-07 T.o.m datum	
Stenmaterial Leverantör Korndensitet (g/cm³) Flisighetsindex (FI) Krossytegrad (C) Los Angeles värde (LA) Kulkvarnsvärde (AN)	Eke Grus Vidbo 2,72 10 Krossa.berg 20 (10 - 14 mm) 14,0 (11,2 - 16 mm)	Tillsatsmedel Wefix BE Cement Fiber Övrigt SS-EN 12697-13 Temperaturmätning (°C) SS-EN 12697-1 Min bindemedelshalt (%) SS-EN 12697-8 Min hålrumshalt (%) SS-EN 12697-8 Max hålrumshalt (%)	0,3% 1 % 0,8 % 150-190 5,8 20 26
Beläggningssmassa / Beläggning Bindemedelsdensitet (Mg/m³) Bindemedelshalt (vikt-%) Skrymdensitet (Mg/m³) Kompaktdensitet (Mg/m³) Marshallhålrum (vol-%) Vidhäftningstal (ITSR %)	1,020 6,4 1,880 2,455 23,4 >75	Notering	
Kontrollpunkt 0.063 0.5 2 4 5.6 8 11.2 16 22.4 31.5 Passerad vikt-% 3 9 10 15 40 95			

Kornstorleksfördelning

Gränslinje
Bullerdämpande AB16
 Ort och datum
 Stockholm 2014-07-15

 Lars-Göran Persson
 Digitalt utfärdad signatur

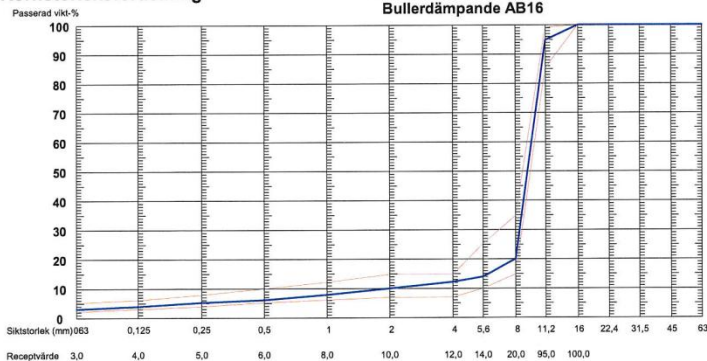
PEAB Asfalt AB Väglaboratoriet Västberga Box 42202 126 17 Stockholm	Besöksadress Drivhjulsv.11, Hägersten Styrelsens säte Båstad	Telefon nr 0733-84 85 70 Telefax nr 08- 709 78 49	Org.nr 556098-8122 VAT nr 556098812201	E-post förnamn.efternamn@peabasfalt.se Internet adress www.peabasfalt.se
---	---	--	---	---

Arbetsrecept, Beläggningssmassa Swesilencer 11



Arbetsrecept Beläggningssmassa (988)		Beställare PEAB Asfalt AB	
Produkt Swesilencer 11 Endura D1		Entreprenör PEAB Asfalt AB	
Leverantör Peab Asfalt Vidbo		Fr.o.m datum 2014-07-07	T.o.m datum
Objekt SST Grupp AB16 2014			
Stenmaterial		Kompaktdensitet (Mg/m ³)	2,425
Leverantör	Eke Grus Vidbo	Marshallhållrum (vol-%)	23,1
Korndensitet (g/cm ³)	2,72	Vidhäftningstal (ITSR %)	>75
Krossytgrad (C)	kross.berg		
Speciellt stenmaterial		Tillsatsmedel	
Leverantör	Swerock Harbo	Wetfix BE	0,3%
Korndensitet (g/cm ³)	2,65	Cement	1 %
Flisighetsindex (FI)	10	Fiber	0,6 %
Krossytgrad (C)	kross.berg		
Kulsvämsvärde (AN)	6,0 (8 - 11,2 mm)	Övrigt	
Los Angeles värde (LA)	15 (10 - 14 mm)	SS-EN 12697-13 Temperaturmätning (°C)	150-190
		SS-EN 12697-1 Min bindemedelshalt (%)	6,0
Beläggningssmassa / Beläggning		SS-EN 12697-8 Min hållrumshalt (%)	20
Bindemedelsdensitet (Mg/m ³)	1,020	SS-EN 12697-8 Max hållrumshalt (%)	26
Bindemedelshalt (vikt-%)	6,6		
Skrymdensitet (Mg/m ³)	1,865		
		Notering	
Kontrollpunkt 0.063 0.5 2 4 5.6 8 11.2 16 22.4 31.5 Passerad vikt-% 3 10 12 20 95			

Kornstorleksfördelning

Gränslinje
Bullerdämpande AB16Ort och datum
Stockholm 2014-07-15

Lars-Göran Persson
Digitalt utfärdad signaturPEAB Asfalt AB
Väglaboratoriet Västberga
Box 42202
126 17 StockholmBesöksadress
Drivhjulsv.11, Hägersten
Styrelsens säte
BåstadTelefon nr
0733-84 85 70
Telefax nr
08-709 78 49Org.nr
556098-8122
VAT nr
55609812201E-post
förnamn.efternamn@peabasfalt.se
Internet adress
www.peabasfalt.se

Provtagningsplan



Peab Asfalt

Rev. 35

12-09-20

Provtagningschema för kvalitetsprovning

Objekt

SST Grupp AB16 2014

Byggherre

Trafikverket

Entreprenör

Peab Asfalt AB

Upprättad

14-06-10

Revision

Revisions dat.

Gällande handlingar

TRVKB 10

TB Bullerreducerande beläggning

Noteringar

ITSR provplatta

Cantabro 2 provkroppar per körfält

Objektbeskrivning													Analysbeskrivning										Krav																				
													Massa		Börning			Stenmtrl.		Bindemedel																							
Nr	Delobjekt/åtgärd	Kategori	Leverantör	Massa	Stenmax	Bindem.	Tjockl.	Skrym	Bredd	Bredd	Yta	Mängd	Konkurva Bmh	Marshall-hållrum	Hållrum väg	Håll skerv	Dyn.kryp / Styvhet*	ITSR (väg)	Cantabro	Håll specialsten	Kulkvam	Moc	LA	FI	Mjukp.förändring	Penetration	Fullständig	Elastisk återgång	ITSR	Kulkvam	MDE	LA	FI	Mjukp.förändring	Prall	Dyn.kryp	Skivom ADT < 1000						
1a	E4 Rotebro-Bredden	A	Vidbo	ABD	11	Endura D1	30	1,900	4,5	1,0	34800	1984	3	2	12				8	1		1	1			1		75	6		15	10											
2a	E4 Rotebro-Bredden	A	Vidbo	ABD	16	Endura D1	50	1,900	4,5	1,0	34800	3306	5	3	12				8	1		1	1			1		75	14		20	10											
3a	E4 Rotebro-Bredden, justering																																										
													69600	5290	8	5	24	0	0	0	0	#	0	2	0	2	2	0	0	2	0												

Datum

Datum

Bindem

160/220	0
70/100	0
50/70	0
Endura D1	339

Underskrift entreprenör

Underskrift byggherre

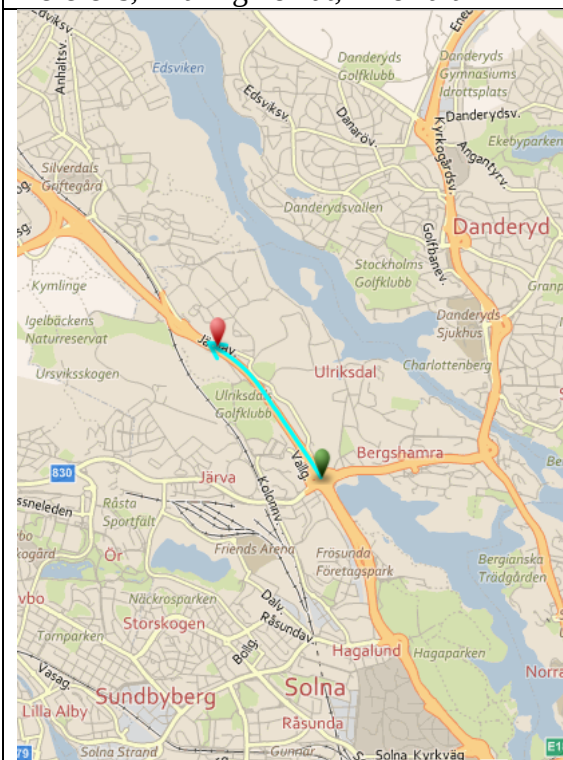
Detta är en överenskommelse om att provtagningsplanen ej utförts av analyserande laboratorium i egenskap av ackrediterat organ.

Överenskommelsen gäller efter delgivandet av denna text tills annat uttalas av beställaren.

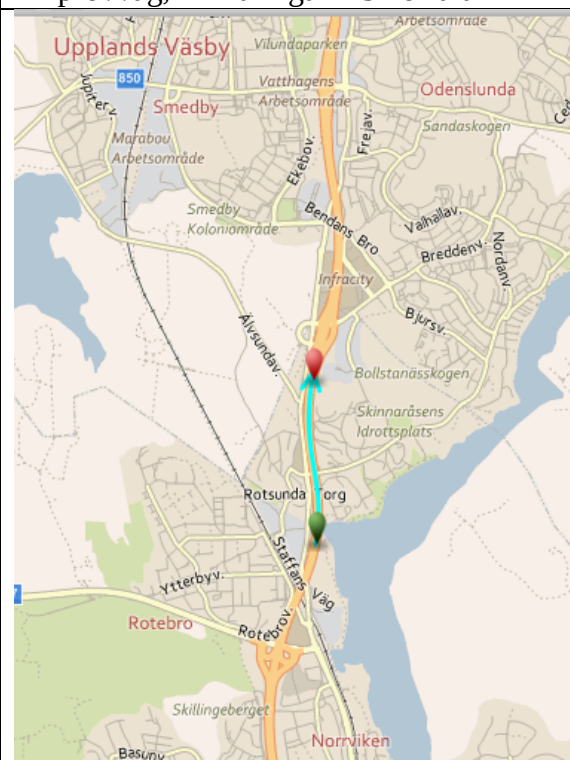
Sträckornas placering på E4, Rotebro

Riktning	Benämning	GPS-pos. Start [N]	GPS-pos. Start [E]	Längd [m]
Norrut	Ref	N:6586110	E:671140	1676
Norrut	K1	N:6596900	E:665362	1465
Norrut	K2	N:6596902	E:665358	1465
Norrut	K3	N:6596903	E:665354	1466
Söderut	K1	N:6598359	E:665307	1447
Söderut	K2	N:6598358	E:665311	1447
Söderut	K3	N:6598357	E:665314	1446

Referens, riktning norrut, 1 körfält



E4 provväg, 2 riktningar * 3 körfält



[Källa: Trafikverket]

Uppföljning av provvägen

Provvägen kommer följas upp med avseende på en rad parametrar:

- ✓ Besiktning, okulär bedömning
- ✓ Stenlossning och andra defekter
- ✓ Vägytemätning med laser:
 - Spår djup (TRUT)
 - Ojämnheter (IRI)
 - Makrotextur (MPD)
 - Utglesning (stenlossning)
 - Homogenitet (kontrollmetod, textur)
 - Utglesning (stenlossning)
 - Partiklar, PM10
- ✓ Våtfriktion
- ✓ Bullermätning
- ✓ Permeabilitet (utrinningstest)
- ✓ Laboratorieprovning av borrhärnor
- ✓ Tvättning av vägen

Besiktning - okulär bedömning

Tabell 2. Besiktningstillfällen.

Nr	År	Vecka, nr	Datum
1	2014	35	30 augusti
2	2015	23	4 juni

Vid **besiktningen i augusti 2014** observerades endast några smärre skadade ytor (mekaniska skador som sannolikt uppkom i byggskedet) i södra delen av provvägen. De åtgärdades under hösten 2014. I övrigt var beläggningen homogen med få lossnade stenar (mätning av stenlossning redovisas i ett senare skede i rapporten).

Vid **besiktningen i juni 2015** observerades någon enstaka, mindre beläggningsskada, sannolikt orsakad av mekaniska åverkan från trafiken. De få skador som uppkommit påverkar inte trafiken.



Bild 1. Foton tagna vid besiktningen i augusti 2014. Homogen yta till vänster med få partiklar som släppt. Till höger exempel på skada (ytlaget släppte lokalt när klisterremsorna togs bort).

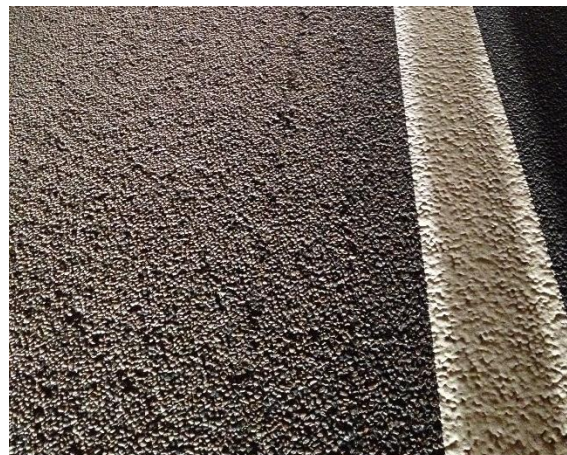


Bild 2. Foton tagna vid besiktningen i juli 2015. Några mindre ytor med stensläpp observerades på vägen. Uppkommer skador av större omfattning så åtgärdas det.

Vägytemätning med laser

VTI:s vägytemätbil har i standardversionen 17 st fast monterade avståndsmätande lasrar som används för att registrera ojämnheter i tvärled. Totala spårdjupet TRUT för 3,2 m mätbredd redovisas och har medelvärdesbildats för 20 meter. IRI, International Roughness Index är ett ojämnhetsmått i längsled och mäts i hjulspåren, IRIV samt IRIH och har medelvärdesbildats för 20 meter. Makrotexturen i form av Mean Profile Depth mäts i båda hjulspåren samt mellan hjulspåren, MPDV, MPDH samt MPDM, och har medelvärdesbildats för 20 respektive 1 meter. För beräkning av utglesning krävs en "0-mätning" för att sedan kunna beräknas för varje nästkommande mättillfälle. Homogenitetsmättet är ett tämligen nytt sätt att kontrollera eventuella separationer i asfaltmassan efter utläggningen. Insamling av partiklar, PM 10, sker vid varje mättillfälle. De senare metoderna är ännu på försöksstadiet.

- Spårdjup (TRUT)
- Ojämnheter (IRI)
- Makrotextur (MPD), ytskrovlighet
- Utglesning (stenlossning, ny metod under utarbetning)
- Homogenitet (ny metod för kontrollmetod av defekter genom texturmätning)
- PM10 (på försöksstadiet)



Bild 3. VTIs mätbil för vägytemätning med laser (foto Ulf Sandberg VTI).

Tabell 3. Mättillfällen.

Nr	År	Vecka nr	Datum	Anm.
1	2014	35	27 augusti	
2	2015	21	20 maj	Före tvättning
3	2015	26	22 juni	Efter tvättning
4	2015		September	

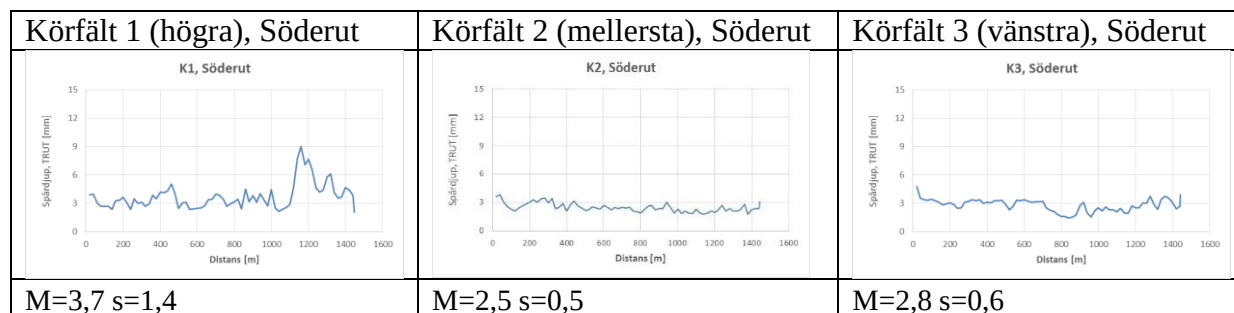
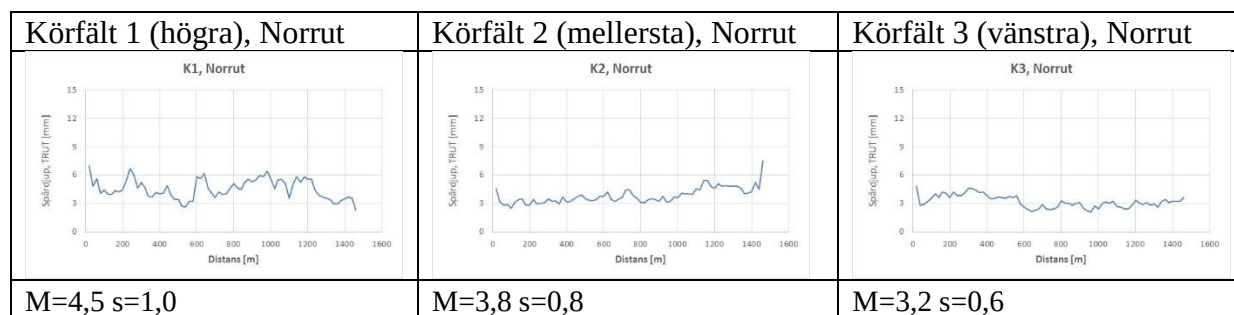
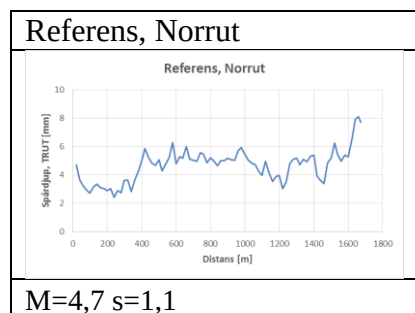
Mätningar av spår, IRI, textur, homogenitet, utglesning och PM10

Spårdjup (TRUT)

Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade för respektive körfält och sträcka.

M=medelvärde i [mm]; s=standardavvikelse

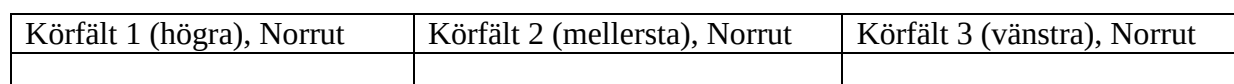
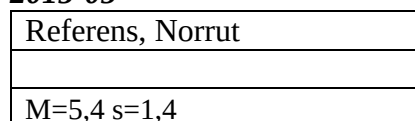
2014-08



Kommentarer

Spårdjupen låg mellan 2,5-4,5 mm hösten 2014. Det kan tyckas vara mycket men i detta fall är det två lager av dränasfalt (50 + 30 mm) som lagts. Det ger en större efterpackning än enbart ett lager asfalt. Genom att dränasfalt har en mer ensartad kornstorleksgradering än t ex ABS så bör den vara något mer svårpackad.

2015-05



M=5,5 s=1,2	M=5,9 s=1,1	M=3,3 s=0,9
Körfält 1 (högra), Söderut	Körfält 2 (mellersta), Söderut	Körfält 3 (vänstra), Söderut
M=4,6 s=1,2	M=5,3 s=0,8	M=4,1 s=1,1

Kommentarer

Spårdjupet har ökat mest i i körfält 2 (båda riktningarna), vilket är naturligt eftersom detta körfält är mest trafikerat, både vad gäller tung trafik och personbilar försedda med dubbdäck. Ökningen uppgår till 2,1 mm i norrgående riktning respektive 2,8 mm i södergående.

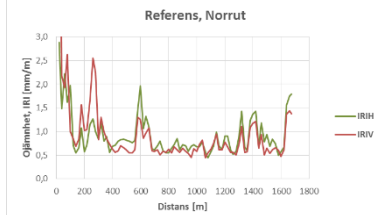
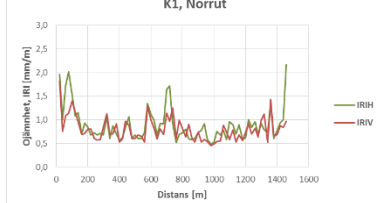
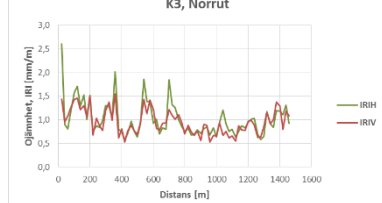
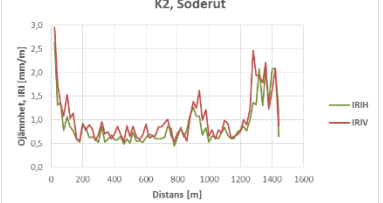
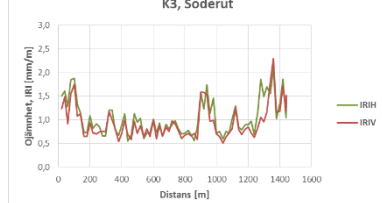
Ojämnheter (IRIH och IRIV)

Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade för respektive körfält och sträcka.

IRIH=Höger hjulspår; IRIV=Vänster hjulspår

M=medelvärde i [mm/m]; s=standardavvikelse i [mm/m]

Mätning 2014-08

Referens, Norrut  IRIH: M=0,92 s=0,44 IRIV: M=0,94 s=0,81		
Körfält 1 (högra), Norrut  IRIH: M=0,89 s=0,36 IRIV: M=0,80 s=0,26	Körfält 2 (mellersta), Norrut  IRIH: M=0,78 s=0,20 IRIV: M=0,86 s=0,39	Körfält 3 (vänstra), Norrut  IRIH: M=1,01 s=0,37 IRIV: M=0,95 s=0,27
Körfält 1 (högra), Söderut  IRIH: M=0,92 s=0,36 IRIV: M=0,84 s=0,36	Körfält 2 (mellersta), Söderut  IRIH: M=0,87 s=0,44 IRIV: M=1,01 s=0,49	Körfält 3 (vänstra), Söderut  IRIH: M=1,04 s=0,38 IRIV: M=0,94 s=0,36

Kommentarer

Ojämnheten i längsled (IRI) låg mellan 0,8-1,0 mm/m hösten 2014. Det visar att vägytan är jämn och med råge klarar kraven i TDOK 2013:0525, krav på jämnhet i längsled, < 1,4 mm/m. De högsta IRI-värdena ligger i början och slutet av provsträckorna söderut. Längre norrut hamnade IRI-värdena på ca 0,7 mm/m.

2015-05

Referens, Norrut
IRIH: M=0,94 s=0,47 IRIV: M=0,94 s=0,71

Körfält 1 (högra), Norrut	Körfält 2 (mellersta), Norrut	Körfält 3 (vänstra), Norrut
IRIH: M=0,87 s=0,38 IRIV: M=0,79 s=0,26	IRIH: M=0,81 s=0,24 IRIV: M=0,88 s=0,42	IRIH: M=1,02 s=0,38 IRIV: M=0,96 s=0,29

Körfält 1 (högra), Söderut	Körfält 2 (mellersta), Söderut	Körfält 3 (vänstra), Söderut
IRIH: M=0,95 s=0,38 IRIV: M=0,89 s=0,37	IRIH: M=0,96 s=0,49 IRIV: M=1,08 s=0,47	IRIH: M=1,09 s=0,39 IRIV: M=0,99 s=0,35

Kommentarer

Ojämnheten (IRI) har ökat mest i i körfält 2 (söderut). Nivån är dock fortsatt låg, vilket visar att vägytan är jämn. Ökningen uppgår till 0,09 mm/m i höger hjulspår i södergående riktning, från 0,87 till 0,96. På körfält 1 (söderut) observerades i början på sträckan en del ytlig stenlossning som kan bero på att makadam i stödremsan vid påfarten vid Bredden kommit upp på körfältet (K1) och i sin tur krossat ur partiklar i dränbeläggningen (se bild 2).

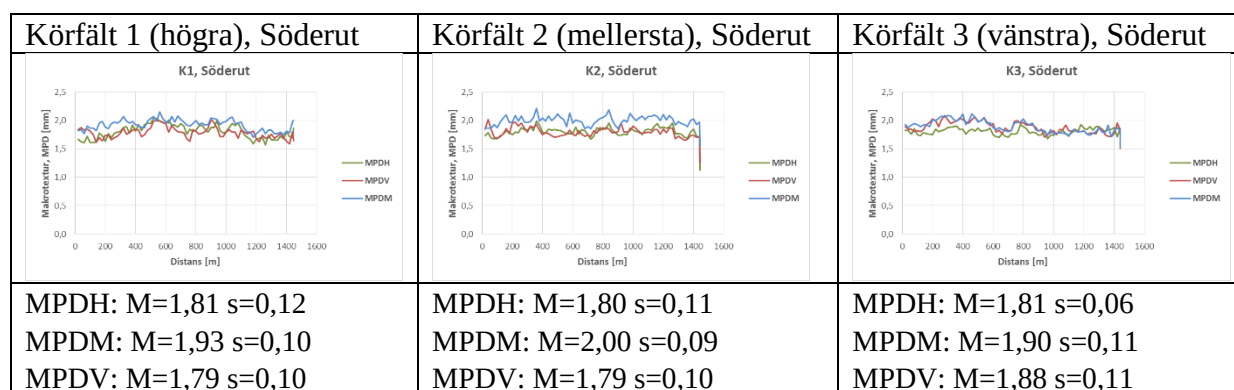
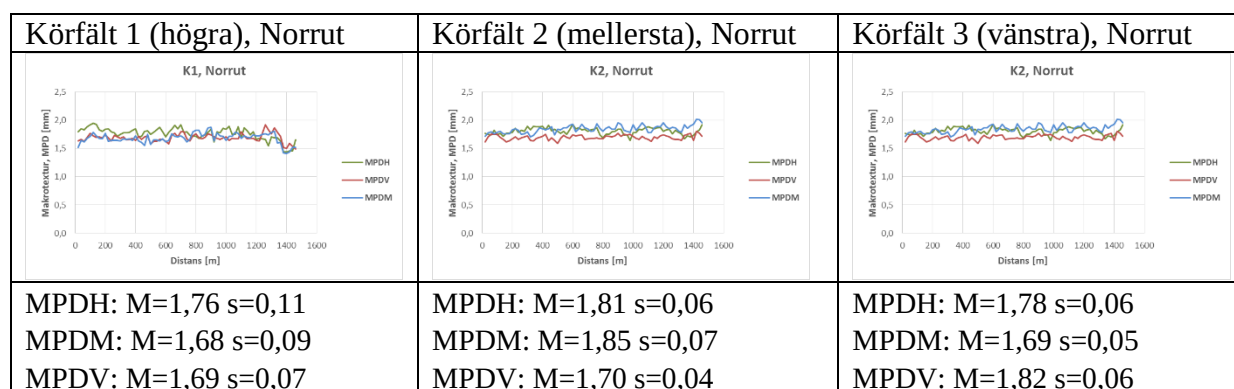
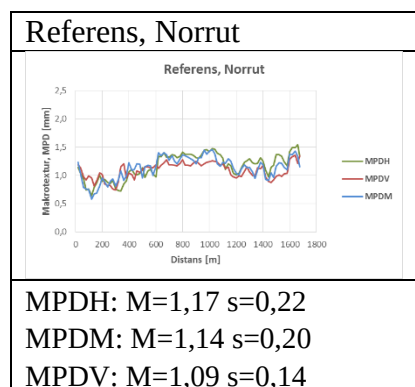
Makrotextur (MPDH, MPDM och MPDV)

Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade för respektive körfält och sträcka (medelvärdebildat per 20-meter).

MPDH=Höger hjulspår; MPDM=Mellan hjulspår; MPDV=Vänster hjulspår

M=medelvärde i [mm]; s=standardavvikelse i [mm/m]

2014-08



Kommentarer

Dränerande asfalt erhåller relativt höga MPD-värden pga. porerna i ytan. Enligt mätningar från E4, Hallunda är rullmotståndet ungefär lika mellan dränasfalt och ABS trots skillnader i texturen. MPD-värdena blir med tiden lägre i hjulspåren än ytorna utanför. Efter vinterns slitage från dubbdäckstrafiken kommer också texturen att minska.

2015-05

Referens, Norrut
MPDH: M=1,12 s=0,16 MPDM: M=1,08 s=0,19 MPDV: M=1,04 s=0,10

Körfält 1 (högra), Norrut	Körfält 2 (mellersta), Norrut	Körfält 3 (vänstra), Norrut
MPDH: M=1,36 s=0,06 MPDM: M=1,55 s=0,10 MPDV: M=1,33 s=0,08	MPDH: M=1,31 s=0,07 MPDM: M=1,62 s=0,10 MPDV: M=1,29 s=0,06	MPDH: M=1,48 s=0,06 MPDM: M=1,57 s=0,06 MPDV: M=1,54 s=0,07

Körfält 1 (högra), Söderut	Körfält 2 (mellersta), Söderut	Körfält 3 (vänstra), Söderut
MPDH: M=1,54 s=0,15 MPDM: M=1,74 s=0,12 MPDV: M=1,52 s=0,18	MPDH: M=1,34 s=0,11 MPDM: M=1,78 s=0,11 MPDV: M=1,34 s=0,11	MPDH: M=1,59 s=0,08 MPDM: M=1,80 s=0,10 MPDV: M=1,68 s=0,10

Kommentar

Yttexturen (MPD) har minskat mest i hjulspåren i körfält 2. Minskningen uppgår till mellan 0,41 och 0,50 mm, från 1,78 till 1,32. Orsaken är slitaget från dubbdäckstrafiken. I princip samtliga stenrika beläggningar erhåller första året en betydande minskning av texturen genom att stentopparna slits ned och stenmaterialet även får möjlighet att orientera sig genom trafikarbetet från den tunga trafiken.

För att få en jämförelse mot omgivande beläggning mättes den efterföljande beläggningen i K2 norrut, vilket är en ABS 16 från 2010 (enligt PMSV3). MPD uppmättes till 0,90 i hjulspåren och 1,13 mellan hjulspåren. Även motvarande sträcka söderut (före provbeläggningen), vilket är en nästintill nylagd ABS16 mättes. MPD hamnade på c:a 1,5 både i och mellan hjulspåren. Dränasfalt får högre textur pga. porerna i ytan. Det påverkar dock inte rullmotståndet nämnvärt.

2015-06

Körfält 1 (högra), Norrut	Körfält 2 (mellersta), Norrut	Körfält 3 (vänstra), Norrut
MPDH: M=1,34 s=0,10 MPDM: M=1,62 s=0,07 MPDV: M=1,37 s=0,07	MPDH: M=1,28 s=0,07 MPDM: M=1,68 s=0,08 MPDV: M=1,30 s=0,08	MPDH: M=1,56 s=0,09 MPDM: M=1,64 s=0,07 MPDV: M=1,53 s=0,08

Körfält 1 (högra), Söderut	Körfält 2 (mellersta), Söderut	Körfält 3 (vänstra), Söderut
MPDH: M=1,51 s=0,18 MPDM: M=1,80 s=0,11 MPDV: M=1,54 s=0,14	MPDH: M=1,31 s=0,09 MPDM: M=1,83 s=0,12 MPDV: M=1,30 s=0,10	MPDH: M=1,65 s=0,13 MPDM: M=1,85 s=0,15 MPDV: M=1,59 s=0,10

Kommentarer

Effekten av tvättning över hela sträckorna har endast haft en viss påverkan på yttexturen (MPD) mellan hjulspåren. Ökningen uppgår till c:a 0,06 mm över hela sträckornas längd, vilket tyder på att smuts avlägnats från de delar av körbanan som inte trafikeras.

Effekt av tvättning över de första 400 meterna

K1 (högra), Norrut, Vä spår	K1 (högra), Norrut, Me spår	K1 (högra), Norrut, Hö spår
MPDH: före=1,32 efter=1,31	MPDH: före=1,46 efter=1,60	MPDH: före=1,40 efter=1,39
K2 (mellersta), Norrut, Vä sp	K2 (mellersta), Norrut, Me sp	K2 (mellersta), Norrut, Hö sp
MPDH: före=1,28 efter=1,29	MPDH: före=1,51 efter=1,61	MPDH: före=1,30 efter=1,31
K3 (vänstra), Norrut, Vä sp	K3 (vänstra), Norrut, Me sp	K3 (vänstra), Norrut, Hö sp
MPDH: före=1,59 efter=1,60	MPDH: före=1,57 efter=1,66	MPDH: före=1,45 efter=1,48
K1 (högra), Söderut, Vä sp	K1 (högra), Söderut, Me sp	K1 (vänstra), Söderut, Hö sp
MPDH: före=1,63 efter=1,63	MPDH: före=1,69 efter=1,80	MPDH: före=1,56 efter=1,55

K2 (mellersta), Söderut, Vä sp	K2 (mellersta), Söderut, Me sp	K2 (mellersta), Söderut, Hö sp
Söderut, K2, vänster spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,41 / 1,34	Söderut, K2, mellan spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,70 / 1,74	Söderut, K2, höger spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,44 / 1,35
MPDH: före=1,41 efter=1,34	MPDH: före=1,70 efter=1,74	MPDH: före=1,44 efter=1,35

K3 (vänstra), Söderut, Vä sp	K3 (vänstra), Söderut, Me sp	K3 (vänstra), Söderut, Hö sp
Söderut, K3, vänster spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,73 / 1,73	Söderut, K3, mellan spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,85 / 1,96	Söderut, K3, höger spår MPD [mm] Distan [m] 2015-05-20 2015-06-22 1,59 / 1,62
MPDH: före=1,73 efter=1,73	MPDH: före=1,85 efter=1,96	MPDH: före=1,59 efter=1,62

Kommentar

Effekten av tvättning över de första 400 m in på sträckorna har enbart påverkat yttexturen (MPD) mellan hjulspåren. Ökningen uppgår till c:a 0,10 mm, vilket tyder på att den smuts som dragits in från angränsande beläggning avlägnats från de delar av körbanan som inte trafikeras. När det gäller hjulspåren har trafiken i vått väder en rengörande effekt, trycket och suget under däckerna är mycket högt. Det kan även vara så att smutsen i hjulspåren sitter hårdare fast och därmed är svår att tvätta bort.

Utglesning (stenlossning) – mätning med laser

VTI håller på att utveckla en mätmetod för bedömning av stenlossning baserad på lasermätning. En första mätning utfördes sensommaren 2014. Den kommer att vara referens för fortsatta mätningar. Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade för respektive körfält och sträcka. En beskrivning av metoden och mätningar från 2014 och 2015 kommer att presenteras så fort resultaten är utvärderade.

M=medelvärde i [%]; s=standardavvikelse i [%]

Referens, Norrut
2014
Höger: M=??? s=???
Mellan: M=??? s=???
Vänster: M=??? s=???

Körfält 1 (högra), Norrut	Körfält 2 (mellersta), Norrut	Körfält 3 (vänstra), Norrut

Mätningar 2014 och 2015

Kommentarer

Har inte utvärderats ännu.

Homogenitet (kontrollmetod av textur på nylagda beläggningar)

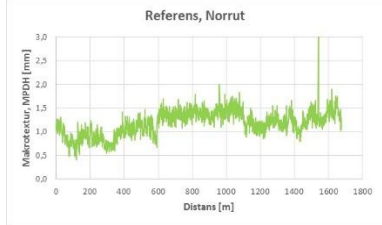
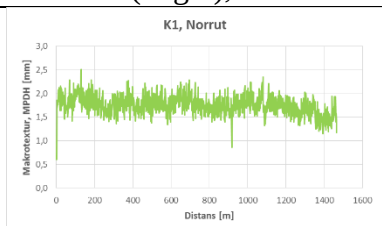
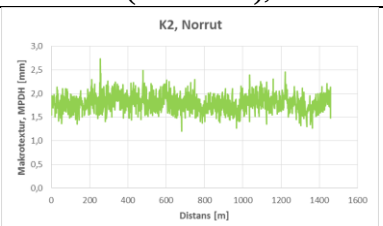
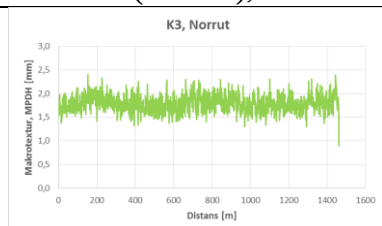
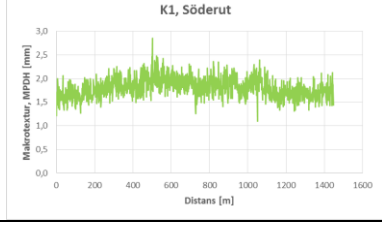
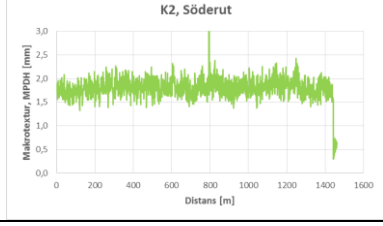
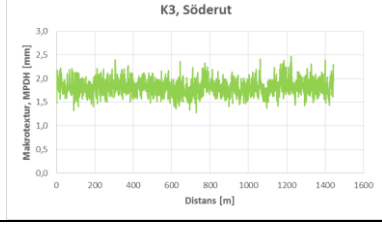
En kontroll av beläggningens homogenitet utfördes enligt den metod som är beskriven i VTI Notat 35-2012 "Kontrollmetod för nya vägbeläggningar –Makrotextur"

www.vti.se/sv/publikationer/pdf/kontrollmetod-for-nya-vagbelaggnings.pdf

Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat för respektive sträcka, MPD i höger hjulspår, **enmetersvärden**.

MPDH=Höger hjulspår

M=medelvärde i [mm]; s=standardavvikelse i [mm]; V=varians i [%]

Referens, Norrut  MPDH: M=1,18 s=0,26 V=21,9		
Körfält 1 (högra), Norrut  MPDH: M=1,75 s=0,20 V=11,3	Körfält 2 (mellersta), Norrut  MPDH: M=1,80 s=0,18 V=9,9	Körfält 3 (vänstra), Norrut  MPDH: M=1,79 s=0,18 V=9,9
Körfält 1 (högra), Söderut  MPDH: M=1,80 s=0,20 V=11,2	Körfält 2 (mellersta), Söderut  MPDH: M=1,79 s=0,23 V=13,1	Körfält 3 (vänstra), Söderut  MPDH: M=1,82 s=0,17 V=9,4

Kommentar

- Referenssträcka: Två procent av vägytan är underkända (83 st 20-meterssträckor).
- Provsträckorna (K1, K2 och K3) norr- och söderut: Inga underkända vägytor (146 st 20-meterssträckor)

Sammantaget är samtliga provsträckor godkända enligt den nyligen utvecklade kontrollmetoden för homogenitet. Enligt okulär bedömning så upplevs ytorna med dränbeläggning vara homogena.

PM10 (på försöksstadiet)

Kommentar

På VTIs mätbil har numera utrustning för mätningen av partiklar (PM10) installerats. Partikelhalterna (vägdamm från främst slitagepartiklar) på en väg/ gata är som störst under senvintern/våren när vägytan torkat upp och vid kall väderlek. De mätningar som utförts i detta projekt har utförts huvudsakligen under sommarhalvåret.

Resultaten har ännu inte utvärderats.

Utglesning (stenlossning)

Antalet stenar (8/11 mm) räknas inom en ram som mäter 200*200 mm och eventuella saknade stenar noteras. Det är foton från den okulära besiktningen som analyseras i kontorsmiljö.

Andelen stenar som fattas uttrycks i procent. Metoden (SS-EN 12272-2, sk. "franska fönstret") är ursprungligen framtagen för att användas på ytbehandling, vilken även den har en hög stenhalt (stenmosaik).



Bild 4. Foto taget i K3 norrut, 2014. Stenhalten är hög och de öppna porerna syns mellan partiklarna. Antalet partiklar, 8/11 är ungefär 250 st.

Kontrollen utfördes utmed 4 linjer per sträcka och 3 mätningar per linje vilket gav 12 mätningar sammantaget. Dessutom utfördes 3 mätningar på vägrenarna.

Tabell 4. Mättillfällen, utglesning.

Nr	År	Vecka nr	Datum
1	2014	35	30 Augusti
2	2015	23	5 Juni

Sammanställning över respektive körfält och sträcka

Nedan presenteras, i tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade på körfält och riktning. Värdena representerar medelvärden för den procentuella utglesningen (andel partiklar 4/8 mm som saknas i vägytan).

Mätning: september 2014

K1 norrut	K2 norrut	K3 norrut	Vägren norrut	K1 söderut	K2 söderut	K3 söderut	Vägren söderut
--------------	--------------	--------------	------------------	---------------	---------------	---------------	-------------------

0,3 %	0,7 %	0,7 %	0,9 %	0,3 %	0,6 %	0,5 %	0,7 %
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Mätning: juni 2015.

K1 norrut	K2 norrut	K1 söderut	K2 söderut
0,8 %	1,2 %	0,8 %	1,2 %

Kommentarer

Inom ramen (200/200 mm) ryms ca 250 st partiklar (8/11 mm). I genomsnitt saknades någon enstaka partikel (1-2 st) vid mätningen 2014. Noterbart var att utglesningen låg något högre på vägrenen än i körfälten. Redan efter läggningen av beläggningen noterades lokala luckor (ungefär som en enkrona) i vägytan, dvs. det saknades några stenar i beläggningen redan från början.

Vid mätningen efter vintern, juni 2015 var utglesningen något större med 2-3 st saknade partiklar. Omräknat i procent blir det 0,8-1,2 % av samtliga partiklar, en mycket låg siffra för stenrika beläggningar efter första vinterns trafik. Det finns dock lokala ytor med något större utglesning (2-3 %) men det finns även ytor med i stort sett ingen utglesning. Noterbart är att det enbart är partiklar från det översta skiktet av slitlagret som släppts. Slitlagret innehåller ca 4-5 lager av partiklar i sortering 8/11 mm.

Våtfriktion

Mätningarna i undersökningen följer Trafikverkets metodbeskrivning "Bestämning av friktion på belagd väg", TDOK 2014:0134, Version 1.0, 2014-07-01 och avser våtfriktion. Vid mätningarna har VTI:s friktionsmätbil "SAAB Friction Tester" använts. Metoden bygger på skiddometerprincipen, dvs. mät hjulet tvingas via utväxling att rotera med periferihastighet som är långsammare än referenshjulens. Mät hjulet kommer därvid att bromsas och rotera med ca 17 % slip (fast slip), vilket vid normala hastigheter visat sig kunna ge maximal friktion.



VTI:s friktionsmätbil "SAAB Friction Tester" (XYX 154)

Foto: Sven-Åke Lindén

Mät hjulets däck benämns T3 (Trelleborg T49 71J) och har dimensionen 4.00-8 med ett inre lufttryck av 140 kPa och ett mönsterdjup på c:a 3 mm. Vattenfilmen framför mät hjulet har en tjocklek av 0,5 mm och mätningarna utförs vid en hastighet av ca 70 km/h i höger hjulspår.



Bromsade mät hjulet



Foto: Sven-Åke Lindén

Datainsamlingsenhet, interiör

Friktionsmätningarna redovisas dels i form av medelvärden över hela mätsträckan som är 500 m lång, dels som max- och minvärden från medelvärden över 20 meter långa sträckor. För att beskriva variationen längs mätsträckan redovisas standardavvikelsen och mätresultaten redovisas även i diagramform.

Tabell 5. Mättillfällen - friktion och väderobservationer.

Nr	År	Vecka nr	Datum	Tid	Vägyta	Luft-/Yttemp
1	2014	38	16-17/9	21:27-00:46	Torr	10/13 °C
2	2015	21	18-19/5	23:25-00:45	Torr	5/6 °C

Startpunkter för friktionsmätning.

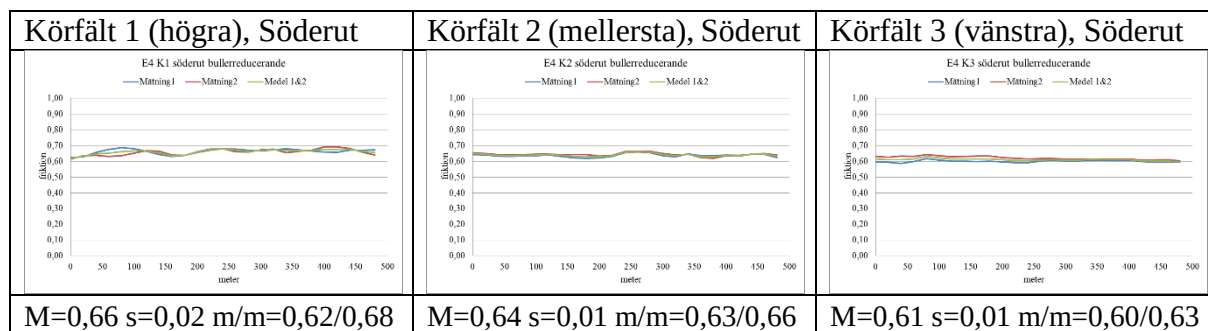
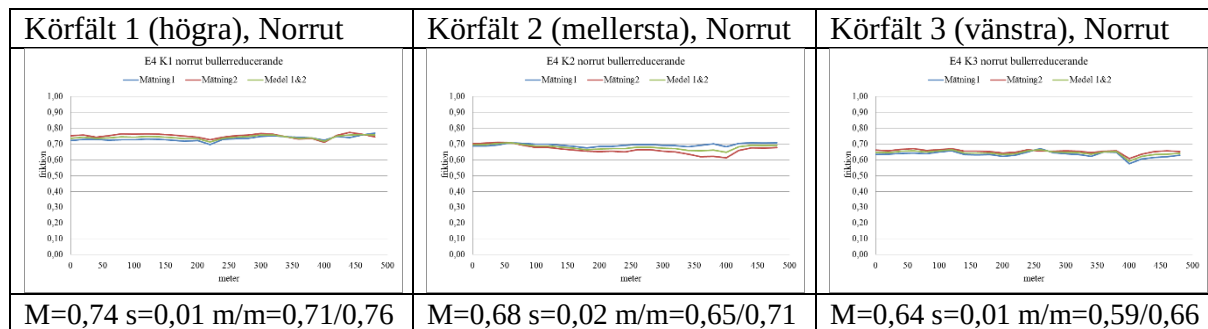
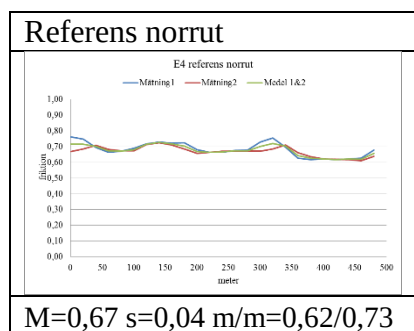
Riktning	Benämning	Kännetecken	Sektion [c:a]
Norrut	Ref	I Portal [1000 m till Helenelund]	-
Norrut	K1/K2/K3	2:a Portal [Upplands Väsby syd]	600 m från start
Söderut	K1/K2/K3	Skylt [Stockholm 22]	700 m från start

Sammanställning över respektive körfält och sträcka

Nedan presenteras, i diagram och tabellform, en sammanställning över mätresultat uppdelade för respektive körfält och sträcka. De enskilda mätsträckorna, 500 m långa, kan anses representera hela körfältets längd.

M=medelvärde; s=standardavvikelse; m/m=min- resp max-värde

2014-09



Kommentar

Jämna och bra friktionsvärden uppmättes på samtliga provsträckor. Friktionen är något högre på provsträckorna med dränasfalt jämfört med referensen av ABS 16.

2015-05

Referens norrut
M=0,66 s=0,03 m/m=0,63/0,74

Körfält 1 (högra), Norrut	Körfält 2 (mellersta), Norrut	Körfält 3 (vänstra), Norrut
M=0,64 s=0,01 m/m=0,63/0,65	M=0,66 s=0,00 m/m=0,65/0,67	M=0,68 s=0,01 m/m=0,68/0,70

Körfält 1 (högra), Söderut	Körfält 2 (mellersta), Söderut	Körfält 3 (vänstra), Söderut
M=0,65 s=0,01 m/m=0,63/0,69	M=0,68 s=0,01 m/m=0,67/0,71	M=0,72 s=0,01 m/m=0,70/0,73

Kommentarer

Även vid denna mätning uppmättes jämna och bra friktionsvärden på samtliga provsträckor. Friktionsvärdena låg mellan 0,63-0,73 om samtliga provsträckor beaktas. Om respektive körfält studeras var för sig är spridningen mindre, 0,03-0,06 enheter. Referensen av ABS16 låg mellan 0,63-0,74. Skillnaden är liten mellan dränasfalten och referensen av ABS16.

Bullermätning

VTI har utfört bullermätningar enligt CPX-metoden (ISO/CD 1819-2). Vid mätningen användes ett däck som anses motsvara ljudnivån från personbilsdäck och ytterligare ett däck som motsvarar ljudnivån från ett tungt fordon. Mätningarna utfördes vid 80 och 100 km/h.

Mätningarna är utförda av Piotr Mioduszewski vid Tekniska Universitetet i Gdansk. Ulf Sandberg, VTI, har därefter sammanställt resultaten. De resultat som redovisas i detta skede är en kort sammanställning av mätresultaten.

VTI kommer i höst att utvärdera resultaten mer ingående. Skanska har också utfört bullermätningar med sin utrustning som ännu inte lagts in i rapporten. Dessutom har Sollentuna kommun gjort mätningar vid fasad (är en viktig bit av utvärderingen), vilka ännu inte lagts in i rapporten.



Bild 5. Mätning av buller enligt CPX-metoden (ISO/CD 1819-2). Bild: Ulf Sandberg, VTI.

Tabell 6. Mättillfällen - bullermätningar.

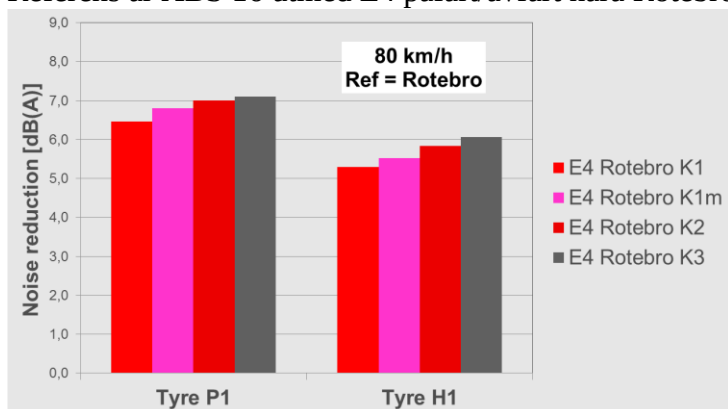
Nr	År	Vecka nr	Datum	Företag
1	2014	34	22 augusti	VTI
2	2015	22		VTI
3	2015	29		VTI
4				Skanska
5				Skanska
6				Skanska
7				Sollentuna kommun

Sammanställning över respektive körfält i båda riktningar – mätning i augusti 2014

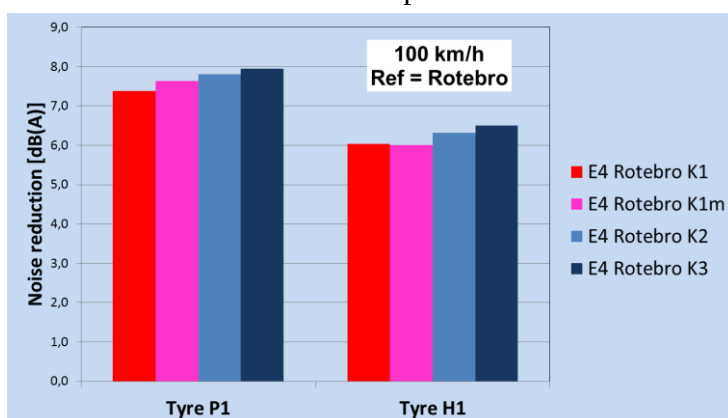
I följande diagram redovisas medelvärden för norr-och södergående körfält. Referensen är ABS16 på E4 nära Rotebro och fyra väldefinierade vägavsnitt (referenser) vilka VTI har använt under flera år vid utvärdering av bullerreduktion. På så sätt får vi en koppling till bullerresultaten från provvägen vid Huskvarna. Vid varje mätning korrigeras också värdena till referenstemperaturen 20 °C.

Bullerreduktion vid 80 km/h, medel norr/södergående

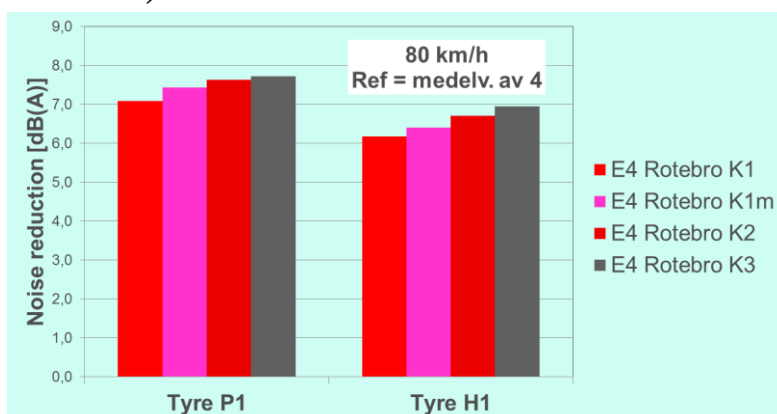
Referens är ABS 16 utmed E4 påfart/avfart nära Rotebro.

**Bullerreduktion vid 100 km/h, medel norr/södergående**

Referens är ABS 16 utmed E4 påfart/avfart nära Rotebro.

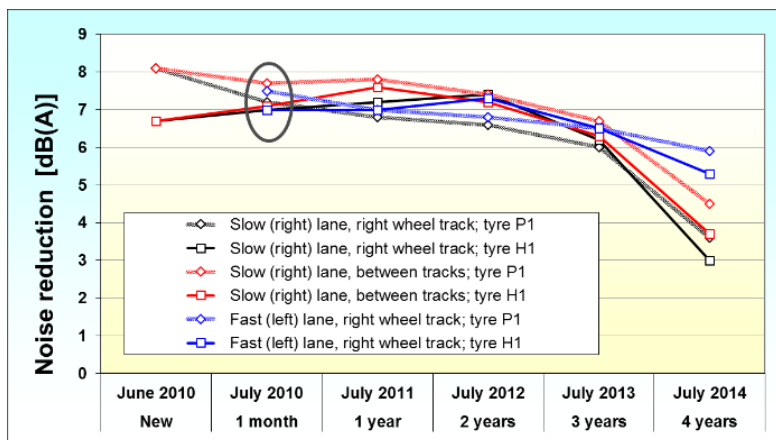
**Bullerreduktion vid 80 km/h, medel norr/ södergående**

Referens är medelvärde av 4 st ABS 16 på olika vägar i södra Sverige (samma som för E4 Huskvarna).



Jämförelse med E4 Huskvarna

I följande diagram redovisas bullermätningarna från Huskvarna.



Övriga observationer från mätningen vid E4 Rotebro

Enligt noteringar från operatören så varierade bullervärdena vid mätningen mer än normalt inom sträckorna och framför allt i K1 och södergående riktning.

Sammanställning av bullervärden över respektive körfält i båda riktningar – mätning i maj 2015

Beläggning, sträcka, körfil, hjulspår	Riktning	CPX levels for tyre P1 (SRTT)				CPX levels for tyre H1 (AAV4)			
		80	100		Medelv	80	100		Medelv
Dubbeldrän, huvudsträcka, K1, höge	Norr & söder	6,3	7,0		6,6	5,8	6,0		5,9
Dubbeldrän, huvudsträcka, K1, mitt	Norr & söder	5,9	6,9		6,4	5,2	5,7		5,5
Dubbeldrän, huvudsträcka, K2, höge	Norr & söder	5,8	6,3		6,1	5,1	5,4		5,2
Dubbeldrän, huvudsträcka, K3, höge	Norr & söder	6,5	7,3		6,9	5,9	6,2		6,0
Reduktion jfr med ref = ABS16	Norr & söder	6,1	6,9		6,5	5,5	5,8		5,7

Kommentarer

Som tidigare nämnts så har resultaten ännu inte i sin helhet eller mer detaljerat utvärderats.

Mätningen i augusti 2014 visade att resultaten i detta tidiga skede stämde väl överens med resultaten från provvägen i Huskvarna när den var nylagd. Bullerreduktion låg på 5-8 dB(A) beroende på körfält, hastighet och typ av däck (personbil eller tungt fordon). Medelvärdet hamnade på 6,6 dB(A). Som väntat var bullerreduktionen större för mätningarna med personbilsdäck jämfört med däck för tunga fordon (drygt 1 dB(A)). Andelen tunga fordon är ca 10 % vid provvägen.

Vid **mätningen i maj 2015** så låg medelvärdet på 6,1 dB(A), dvs. 0,5 dB(A) lägre än vid den första mätningen sommaren 2014. En reduktion på 0,5 dB(A) efter första vinterns trafik är en liten försämring jämfört med de dränbeläggningar som lades för ca 10 år (ofta 2,5 dB(A)). Förändringen beror sannolikt på den igentäppning av vägsmutts i porerna som sker under vintern, och då huvudsakligen i början på dränsträckorna. Därför tvättades vägbanan i början av juni 2015.

I samband med förseglingsförsök i höst kommer förnyade bullermätningar att utföras.

Permeabilitet (utrinningstest)

Tabell 7. Mättillfällen - permeabilitet.

Nr	År	Vecka nr	Datum	Syfte
1	2014	35	30 Augusti	Initialmätning
2	2015	23	Juni	Före tvättning
3	2015	24	Juni	Efter tvättning



Bild 6. Mätning av dräneringseffekten hos beläggningen genom utrinningstest (E4, Huskvarna).

Dräneringsförmågan hos beläggningen har testats genom SS-EN 12697-40. Metoden är en fältkontroll av dräneringsförmågan hos asfaltbeläggningar som är designade för permeabla ändamål, dvs. öppna beläggningar. Resultaten avser mätningar i norrgående riktning.

Tabell 8. Mätningar utförda den 31 augusti 2014.

Mätordning	Riktning	Sektion	Körfält	Utrinningstid	
				sek	l/min
1	Norrut	0/100	K3	13	18,5
2			K2	12,6	19,0
13			K1	11,6	20,7
14			VG	12,1	19,8
15			VG	15,8	15,2
16			VG	17,7	13,6
3		0/460	K3	10,4	23,1
4			K2	12,5	19,2
17			K1	13,6	17,6
18			VG	13,1	18,3
5		1/000	K3	9,1	26,4
6			K2	18,9	12,7
19			K1	12,8	18,8
20			VG	13,7	17,5

7	Söderut	0/350	K3	7,9	30,4
8			K2	7,9	30,4
21			K1	11,5	20,9
22			VG	15,1	15,9
9		0/700	K3	8,3	28,9
10			K2	11,8	20,3
23			K1	8,6	27,9
24			VG	11,1	21,6
11		1/370	K3	12,9	18,6
12			K2	10,7	22,4
25			K1	14,2	16,9
27			K1	15,1	15,9
26			VG	9,9	24,2
28			VG	17,1	14,0
Medel				12,5	20,3
Stdav				2,9	4,9

Kommentarer

De relativt höga värdena på uttrinningskapaciteten (liter/min) visar att beläggningen överlag har ett sammanhängande porsystem, vilket leder bort vattnet från vägytan. Det finns inga krav på vattenavrinning från vägen utan metoden är en relativ, produktionsnära kontroll för att verifiera att beläggning fått avsedd vattenavrinning. Det är också en jämförande metod över tid för att se om porerna pluggats igen av smuts och om beläggningen måste tvättas eller om det är dags för en bullermätning.

Tvättning av beläggningen i juni 2015.

En tvättning av provsträckorna utfördes med Skanska utrustning i början av augusti. Syftet med tvättning är att försöka rensa porerna från de finkorniga partiklar (bland annat slitagerester) som främst under vintern kan fastna i den öppna beläggningen. En tvättning kan eventuellt återställa dräneringsförmågan, vilket har positiv effekt på vattenavrinning och buller.

Tabell 9. Mätningar utförda den 4-5 juni 2015, före tvättning.

Mätordning	Riktning	Sektion	Körfält	Utrinningstid	
				sek	l/min
1	Norrut	0/100	K3	37,9	6,3
2			K3	49,8	4,8
3			K2	23,4	10,3
4			K2	60,0	4,0
5		0/300	K3	37,7	6,4
6			K3	26,9	8,9
7			K2	55,4	4,3
8			K2	63,9	3,8
9		1/200	K3	19,9	12,1

10			K3	19,2	12,5
11			K2	27,0	8,9
Medel				38,3	7,5
Stdav				16,5	3,2

Tabell 10. Mätningar utförda den 9 juni 2015, efter tvättning.

Mätordning	Riktning	Sektion	Körfält	Utrinningstid	
				sek	l/min
1	Norrut	0/100	K3	45,6	5,3
2			K3	48,0	5
3			K2	60	4
4			K2	60	4
5		0/300	K3	22,6	10,6
6			K3	24,7	9,7
7			K2	50,9	4,7
8			K2	43,6	5,5
9		1/200	K3	27,2	8,2
10			K3	21,7	11,1
11			K2	39,1	6,1
12			K2	42,2	5,7
Medel				40,5	6,7
Stdav				13,7	2,6

Kommentarer

Mätningarna från juni 2015 visar att permeabiliteten försämrats, mest i början av sträckorna, jämfört med den första mätningen från 2014. Det är sannolikt vägsnits som främst vintertid genom trafikarbetet täpper till en del av porerna. Effekten av tvättningen av dränbeläggningen är ringa enligt resultaten från mätningarna. Permeabiliteten (dräneringsförmågan) ligger ungefär på samma nivå innan som efter tvättningen. Mätningarna visar dock att beläggningen fortfarande har en dränerande förmåga även om den inte är lika stor som när beläggningen lades.

Fortsatta mätningar 2015

Vägen kommer under hösten 2015 att följas upp genom friktionsmätning (studera polering), vägytemätningar (spår, IRI, PMD), besiktning och utvärdering av borrhärdar genom skiktröntgen. I det senare fallet är syftet att studera porstrukturen i de dränerande lagren (vart tar smutsen vägen). Trafikarbetet varma sommardagar kan också ha påverkat beläggningens sammansättning, t ex. avseende hållrumshalten genom efterpackning och viss omlagring.

En sträcka på provvägen kommer förseglas med Fog-Seal i syfte att förebygga stenlossning. I samband med det försöket kommer bullermätningar genomföras före och efter åtgärd.

Sammanfattande kommentarer

Bakgrunden till provvägsförsöket på E4, Rotebro är de goda resultaten från provvägen på E4, genom Huskvarna (2,7 km). Den har legat i 5 år och klarar fortfarande de bullerkrav som föreskrivits i upphandlingen. Det finns ett domstolsbeslut som säger att bullerreduktionen inte får vara sämre än 3 dB(A) på någon del av körfälten. Då måste beläggningen åtgärdas. Sedan 2010 har bullerreduktionen försämrats med ca 3-4 dB(A) i långsamkörfältet K1 och ca 2 dB(A) snabbkörfältet, K2. Det kan också nämnas att K1:an under första och tredje året fick en viss stenlossning, framförallt på en kortare sträcka, vilket medförde att den förseglades inför fjärde vintern i syfte att motverka vidare stenlossning. Åtgärden gav ett bra resultat men åtgärden försämrade bullerreduktionen med någon decibel. I K2:an har ingen nämnvärd stenlossning observerats. Trafikbelastningen är dock markant högre i K1:an där merparten av den tunga trafiken går. Försöken i Huskvarna visar således att trafikvolymen har en inverkan på både akustiska och tekniska egenskaperna hos dränbeläggningen. Samtidigt visar försöken att dränasfalt kan få lång livslängd på en högt trafikerad väg om förutsättningarna är de rätta.

Syftet med provvägsförsöken är att dränasfalt ska få acceptabla akustiska och tekniska egenskaper. En öppen beläggning kan dock inte få lika lång livslängd som en tät genom att bindemedlet åldras snabbare. I länder (södra Europa) med lindrigare vintrar får dränasfalt ca 70 procents livslängd, jämfört med täta asfaltbeläggningar, vilket anses vara acceptabelt.

Medelvärdena av bullerreduktionen vid E4, Rotebro låg på 6,6 dB(A) någon månad efter trafikpåsläppet. Efter ett års trafik hade den försämrats med 0,5 dB(A). Mätningarna utfördes med två däcktyper, vid två hastigheter och på 6 körfält. Spännvidden varierar därför med någon eller i några dB(A). Störst bullerreduktion, 7,5-8 dB(A) erhöll mätningarna med personbilsdäck och vid måthastigheten 100 km/h. De mätningar som kommunen har utfört vid fastigheterna i närområdet får visa vilken effekt dränbeläggningen haft för de boende. Enligt uppgift så var bullerreduktionen vid fasad 10 dB(A) efter åtgärden 2014. Hastigheten har det senaste året sänkts på sträckan, vilket också har en positiv effekt på bullerstörningarna. Resultaten från de akustiska mätningarna bedöms hittills vara positiva och enligt förväntningarna. De ligger också på en jämförande nivå med provvägen på E4, Huskvarna trots att trafikvolymen är större på E4:an mellan tpl. Rotebro och tpl. Bredden.

Det andra syftet med provvägsförsöken är att förbättra dränasfaltens tekniska egenskaper. Den omfattande förprovning som utfördes av entreprenören visade på godkända värden för samtliga parametrar som hade ställts i tekniska beskrivningen. De analyser som var kopplade till beständigheten gav bra resultat mycket beroende av ett bindemedel med hög vidhäftningsförmåga. Ballasten har också bra egenskaper med bland annat ett lågt kulkvarnsvärde (slitstarkt material). Dränasfalten i Rotebro har generellt något högre mängd bindemedel (0,3 % procentenheter) jämfört med Huskvarna i syfte att förbättra dränbeläggningens hållbarhet ytterligare.

Jämfört med äldre specifikationer så har det i provvägsförsöken ställts högre krav på bindemedels- och hålrumshalt samt ett nytt krav på bindemedelsavrinning. De har implementerades i regelverket (Bitumenbundna lager, TDOK 2013:0529, version 1).

Uppföljningarna av vägytan 2014 och hittills 2015 visar överlag på positiva resultat. Stenlossningen första vintern har varit ringa med några undantag. Lokalt har mekaniska skador observerats. De åtgärdas om de påverkar trafiken. Friktionen ligger på motsvarande nivåer som referensen med ABS 16. Vägytan är homogen enligt mätningarna av makrotextur.

Spår djupet efter ett års trafik låg mellan 3,3-5,9 mm beroende på körfält, mest i K2:an och minst i K1:an (högra körfältet) som också har lägst trafik. Hälften av spår djupet bedöms komma från efterpackning av de två lagren av dränasfalt (80 mm). IRI-värdena ligger i de flesta fall under 1,0 mm/m.

Som väntat har beläggningens dräneringsförmåga reducerats genom den smuts och de slitagepartiklar som främst under vintern genereras av trafiken. Påverkan är störst i början av sträckorna med dränasfalt där smuts från intilliggande täta ytor dras med av trafiken. Porerna i vägytan och hålrummen i beläggningen kan av den anledningen täppas till. Trafiken har dock en tvättande effekt på vägytan i hjulspåren. Vägen tvättades också maskinellt under juni 2015. Porerna (hålrummen) i dränbeläggningen kommer att analyseras på upptagna borrhärdar genom röntgenanalys. Då får vi en bild av var och i vilken omfattning smutsen fastnat i dränasfalten.

Det bör påpekas att samtliga resultat från uppföljningarna ännu inte har utvärderats och fler mätningar kommer att utföras under hösten. Rapporten kommer att publiceras i slutet av 2015.

Bilaga 1

Iakttagelser i samband med vägytemätningar

I samband med vägytemätningarna så tas digitala stillbilder var 20 meter. En sammanställning från mätningarna 2014 och 2015 redovisas i följande stycken.

Referens 1 (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
230	240	Bro
300	320	Längsgående fog i vänster spår
320	340	Längsgående fog från vänster spår mot mellan spår
340	380	Längsgående fog mellan spår
380	400	Längsgående fog från mellan spår mot höger spår
400	580	Längsgående fog i höger spår
580	595	Längsgående fog från höger spår mot mellan spår
1640	1650	Bro

Körfält 1 (högra), norrut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
365	365	Borrkärnor mellan spår
610	645	Bro
918	918	Borrkärnor mellan och i höger spår
1372	1372	Borrkärnor i området mellan och i höger spår
1418	1418	Borrkärnor i området mellan och i höger spår

Körfält 2 (mellersta), norrut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
610	645	Bro
715	715	Borrkärnor mellan spår
1433	1433	Borrkärnor i området mellan och i höger spår

Körfält 3 (vänstra), norrut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
90	90	Borrkärna i området vänster och mellan spår
610	645	Bro
916	916	Borrkärnor i området vänster och mellan spår samt i höger spår
1295	1295	Borrkärna i området vänster och mellan spår

Körfält 1 (högra) söderut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
820	875	Bro
1052	1052	Borrkärnor i vänster spår, mellan spår och i höger spår

Körfält 2 (mellersta), söderut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
458	458	Borrkärna mellan spår
820	875	Bro
1170	1170	Borrkärnor mellan spår

Körfält 3, (vänstra) söderut (2014)

Sektion		Anmärkning
Start	Stopp	
938	938	Borrkärna i området vänster och mellan spår
820	875	Bro
934	934	Borrkärna i området vänster och mellan spår