

# Mätning av buller och rullmotstånd

## Gummiasfaltbeläggningar



Mätning av buller



Mätning av rullmotstånd

Ulf Sandberg



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Utförda mätningar och provningar i fält .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Buller .....</b>	<b>2</b>
2.1	Mätmetod och mätutrustning.....	2
2.2	Resultat.....	3
2.3	Diskussion och slutsatser.....	6
<b>3</b>	<b>Rullmotstånd.....</b>	<b>10</b>
3.1	Mätmetod och mätutrustning.....	10
3.2	Resultat.....	10
3.3	Diskussion.....	12
3.4	Slutsats och rekommendationer.....	12

# 1 Utförda mätningar och provningar i fält

VTI har på olika uppdrag av Trafikverket utfört återkommande mätningar avseende buller, rullmotstånd och friktion på ett urval av utförda gummi-asfaltbeläggningar, liksom på ett stort antal konventionella vägbeläggningar. Denna rapport fokuserar dock på gummi-asfaltbeläggningarna.

## 2 Buller

### 2.1 Mätmetod och mätutrustning

På ett antal av de objekt som utförts i Sverige har bullermätningar utförts. Bullermätningarna har utförts enligt CPX-metoden, med utrustning enligt *Figur 1* från Tekniska Universitetet i Gdansk (TUG). Denna metod är ännu inte formellt standardiserad men tillämpas ändå i stor utsträckning såväl nationellt som internationellt, baserad på ett utkast till en standard [ISO 11819, 2000]. Den innebär att man mäter ljudnivån i två mikrofoner, placerade nära utanför provdäcket (Se *Figur 1*) vid körning över den aktuella mätsträckan och registrerar den A-viktade ljudtrycksnivån i dB som medelvärde över sträckan. Oftast skriver man enheten som dB(A) för att markera att ljudet har A-viktats enligt en internationell norm för det s.k. A-filtret.



*Figur 1. Mätvagn för bullermätning i stängt läge (mätning) och i öppet läge.*

Det bör noteras att CPX-metoden innebär att man mäter enbart buller från däck/vägbana. Eftersom vid motorvägs- eller landsvägstrafik däck/vägbanebullret dominerar över övrigt fordonsbuller är felet på detta vid klassificering av vägbeläggningar relativt litet. Emellertid bör man vid hastigheter vid 30 km/h vara medveten om att vägbeläggningsskillnaderna torde överdrivas något med CPX-metoden, liksom är fallet vid 50 km/h om den tunga trafiken dominerar eller trafiken inte går med i huvudsak konstant fart.

Två referensdäck har använts och avses bli använda även fortsättningsvis enligt en kommande ISO-specifikation 11819-3:

- **SRTT** (kommer eventuellt att benämnas **P** i kommande standard): Detta är ett däck "Standard Reference Test Tire" (SRTT) standardiserat år 2007 av ASTM i dess standard nr F2493. Dimension: P225/60R16. Tillverkas av Goodrich/Michelin i USA. SRTT avser att representera personbilsdäck av en blandning av sommardäck och odubbade vinterdäck.

- **AAV4** (kommer eventuellt att benämnas **H** i kommande standard): AAV4 avser att representera tunga lastbilsdäck. Det är inget tungt lastbilsdäck, utan är avsett för lätta lastbilar, men det har valts ut för att bulleregenskaperna liknar de som tunga lastbilsdäck har. Dimension: 195R14C. Däcket finns att köpa på marknaden såsom Avon AV4 "Supervan".

Under år 2007 fanns emellertid inte ännu beslut om att AAV4 skulle användas utan det året användes ett annat bildäck med i här aktuellt avseende liknande egenskaper. Det betecknas här GYMT och dess mönster visas tillsammans med SRTT och AAV4 i *Figur 2*.



*Figur 2. De tre referensdäck som har använts, från vänster SRTT, AAV4 och GYMT. Se vidare texten.*

Hastigheterna har varit 30, 50, 70, 80, 90 eller 110 km/h, med vanligen två av dessa använda, anpassat till aktuellt hastighetsbegränsning (30 och 50, 50 och 80 eller 80 och 110, ibland har 70 ersatt 80 km/h). Då 70 eller 90 har använts har bullernivåerna interpolerats eller extrapolerats till 80 km/h. Felet i en sådan inter/extrapolation (med max 10 km/h) anses vara försumbart jämfört med andra felkällor.

Reperterbarheten vid denna typ av mätningar är vanligen ungefär 0,1-0,2 dB(A), räknat som standardavvikelse. Reproducerbarheten, med avseende på mätningar vid olika tillfällen samma år, bedöms vara ca  $\pm 0,5$  dB(A) med 95 % konfidens. Om man inkluderar variationer från år till år torde det angivna onoggrannhetsvärdet behöva ökas på till ca  $\pm 1,0$  dB(A). Huvuddelen av dessa fel uppkommer av en inte fullt kontrollerad variation med temperatur och på grund av förändringar hos referensdäcken.

## 2.2 Resultat

I *Tabell 1-4* redovisas resultaten årsvis av de bullermätningar som VTI/TUG utfört på gummi-asfaltbeläggningar under åren 2007-2010. Resultaten har jämförts med konventionella ABS-beläggningar, dvs stenrika beläggningar med tät gradering, där ABS 16 av 2-6 års ålder har utgjort en referens. Vanligen har referensvärdet utgjorts av medelvärdet av bullernivåer uppmätta på ett antal olika ABS 16-beläggningar. På det viset är referensvärdet mycket stabilt. Bullerreduktionsvärdena är medelvärden för de 2 eller 3 hastigheter som användes vid mätningarna. Oftast ser man ingen nämnvärd effekt av hastigheten på reduktionsvärdena.

En intressant iakttagelse är att mätningen som hann genomföras 2008 på den nylagda öppna beläggningen i Norrköping, innan den fick fräsas bort, uppvisade en bullerreduktion på 2-6 dB, beroende på var längs sträckan man mätte. Då var ändå beläggningen inte helt torr i bottenkiktet, eftersom beläggningsarbetet blev utfört så sent på hösten att torra dagar knappt förekom, vilket torde ha begränsat bullerreduktionen något. Beläggningen var således extremt inhomogen, men hade mycket effektiva partier.

Tabell 1. Resultat av utförda bullermätningar på gummi-asfaltbeläggningar 2007 redovisade såsom skillnader i ljudnivå i dB mellan referensbeläggning ("medelålders" ABS 16) och aktuell beläggning. Medelvärde för 50 och 80 km/h. Positiva värden innebär bullerreduktioner.

Beläggning Typ	Ålder	Väg	A-vägd ljudnivå		Anm.
			Däck SRTT	Däck GYMT	
ABS 16	3-4 år	E4,E18,RV34	Ref	Ref	Off. svensk referens. Tre olika vägar*
ABS 16	Nylagd	RV32 Eksjö	0,9	-0,7	
ABS 11	1 år	Lokal, Malmö	1,2	0,9	Ellenborgsvägen, Malmö (end 50 km/h)
GAP 16	Nylagd	RV32 Eksjö	0,9	-0,2	
GAP 16	Nylagd	E6 Motorväg	1,4	-1,0	
GAP 11	Nylagd	E6 Motorväg	2,4	-0,7	
GAÖ 11	Nylagd	Ådalsvägen	5,8	1,0	Ådalsv. i Löddeköping. Första 300 m
GAÖ 11	Nylagd	Ådalsvägen	5,6	0,8	Samma som föregående. Sista 300 m

\* Medelvärde av mätningar på E4 Nyköping (motorväg), E18 Bålsta (motorväg) och RV 34/23 Linköping/Slaka (tvåfältsväg).

Tabell 2. Resultat av utförda bullermätningar på gummi-asfaltbeläggningar 2008 redovisade såsom skillnader i ljudnivå i dB mellan referensbeläggning ("medelålders" ABS 16) och aktuell beläggning. Medelvärde för 50 och 80 km/h. Positiva värden innebär bullerreduktioner.

Beläggning Typ	Ålder	Väg	A-vägd ljudnivå		Anm.
			Däck SRTT	Däck AAV4	
ABS 16	1-5 år	Se anm.*	Ref	Ref	Off. svensk referens. Fem olika vägar*
ABS 16	Nylagd	RV34, E18	0,9	-0,1	Två olika sträckor**
ABS 11	2 år	Lokal, Malmö	1,5	0,5	Ellenborgsvägen, Malmö (end 50 km/h)
ABS 11	Nylagd	E22, RV68	2,3	1,1	Tre olika sträckor***
GAP 16	Nylagd	E18 motorväg	2,3	0,5	E18 Järva Krog - Bergshamra
GAP 11	Nylagd	LV262, lokal	3,3	0,9	LV262 Edsberg-Danderyd
GAÖ 11	Nylagd	E22 Norrköp.	4,1	2,2	Samma som nästa objekt. Riktn österut
GAÖ 11	Nylagd	E22 Norrköp.	5,6	3,4	Samma som föregående. Riktn västerut
GAP 16	1 år	RV32 Eksjö	0,8	0,7	
GAP 16	1 år	E6 motorväg	0,7	-0,9	E6 Yttre ringvägen i Malmö
GAP 11	1 år	E6 motorväg	0,9	-0,3	E6 Vellinge
GAÖ 11	1 år	Ådalsvägen	4,1	3,1	Ådalsv. i Löddeköping. Första 300 m
GAÖ 11	1 år	Ådalsvägen	4,6	3,4	Samma som föregående. Sista 300 m

\* Medelvärde av mätningar på E4 Botkyrka (motorväg), två sträckor på E18 Bålsta (motorväg), RV 34/23 Linköping/Slaka (tvåfältsväg) och RV32 Eksjö (tvåfältsväg).

\*\* Medelvärde av mätningar på RV34/23 Kisa-Vimmerby (tvåfältsväg) och E18 Järva Krog – Bergshamra (motorv.)

\*\*\* Medelvärde av mätningar på RV68 Avesta (tvåfältsväg) och två sträckor på E22 Norrköping (motorväg)

Tabell 3. Resultat av utförda bullermätningar på gummi-asfaltbeläggningar 2009 redovisade såsom skillnader i ljudnivå i dB mellan referensbeläggning ("medelålders" ABS 16) och aktuell beläggning. Medelvärde för 50 och 80 km/h. Positiva värden innebär bullerreduktioner.

Beläggning typ	Ålder	Väg	A-vägd ljudnivå		Anm.
			Däck SRTT	Däck AAV4	
ABS 16	4-5 år	Se anm.*	Ref	Ref	Off. svensk referens. Fyra olika vägar*
ABS 16	Nylagd	RV32	0,6	-0,7	RV32 Boxholm (tvåfältsväg)
ABS 11	3-7 år	Se anm.**	1,2	0,7	Fem olika vägar**
ABS 11	Nylagd	LV180+RV32	1,7	0,5	Boråsvägen, Alingsås & RV32 Boxholm
ABS 16 kgo	Nylagd	E22	2,1	1,1	KGO III, E22 Bräkne-Hoby Karlskrona
GAP 8	Nylagd	LV180	3,9	1,5	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAÖ 8	Nylagd	LV180	4,0	2,1	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAP 11	Nylagd	LV180	2,3	0,1	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAÖ 11	Nylagd	LV180	0,4	-0,5	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAP 11	Nylagd	E6 motorv.	2,3	0,4	E6 Göteborg, Olskroken-Ullevi
GAP 11	2 år	E6 motorv.	2,4	1,5	E6 Vellinge
GAÖ 11	2 år	Ådalsvägen	4,2	3,5	Ådalsv. i Löddeköping. Första 300 m
GAÖ 11	2 år	Ådalsvägen	5,4	4,3	Samma som föregående. Sista 300 m
GAP 11	Nylagd	E6 motorv.	3,9	2,1	E6 Vellinge
GAP 16	2 år	E6 motorv.	2,0	0,4	E6 Yttre ringvägen i Malmö

\* Medelvärde av mätningar på E4 Botkyrka (motorväg), E22 Lund (motorväg), och två olika mätningar på RV 34/23 Linköping/Slaka (tvåfältsväg).

\*\* Medelvärde av mätningar på E6 Göteborg (2 st olika riktn på Ullevi-Örgrytemoten, motorväg), Ellenborgsvägen i Malmö (lokalgata), och två olika riktningar på Viksjöleden i Järfälla.

Tabell 4. Resultat av utförda bullermätningar på gummi-asfaltbeläggningar 2010 redovisade såsom skillnader i ljudnivå i dB mellan referensbeläggning ("medelålders" ABS 16) och aktuell beläggning. Medelvärde för 50 och 80 km/h. Positiva värden innebär bullerreduktioner.

Beläggning typ	Ålder	Väg	A-vägd ljudnivå		Anm.
			Däck SRTT	Däck AAV4	
ABS 16	2-6 år	8 st olika*	Ref	Ref	Off. svensk ref.*
ABS 11	1 år	LV180	2,0	1,9	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAP 8	1 år	LV180	2,3	2,0	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAÖ 8	1 år	LV180	2,3	2,0	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAP 11	1 år	LV180	1,8	1,6	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAÖ 11	1 år	LV180	2,1	1,9	LV180, Boråsvägen, Alingsås
GAÖ 11	3 år	Ådalsvägen	0,3	0,0	Ådalsv. i Löddeköping. Första 300 m
GAÖ 11	3 år	Ådalsvägen	1,2	0,7	Samma som föregående. Sista 300 m

\* Bl a E4 Jönköping, E4 Lövsjö, E22 Hörby, LV127 Vetlanda, RV34/23 Linköping

## 2.3 Diskussion och slutsatser

### Intressanta frågeställningar

Speciellt intressanta frågeställningar är följande:

1. Ger inblandningen av gummi en högre bullerreduktion i nytillstånd? Om så är fallet, gäller det såväl de täta som öppna varianterna?
2. Är det skillnad i beständighet hos bullerreduktionen jämfört med motsvarande beläggningar utan gummi?

För att kunna besvara frågorna måste man definiera vilka konventionella beläggningstyper som det är relevant att jämföra med. För detta ändamål används följande jämförelseobjekt:

**GAP:** Här används ABS som jämförelse, med samma maximala stenstorlek  
**GAÖ:** Här används ABD (enkellagers dränasfalt) som jämförelse, med samma maximala stenstorlek

Man bör dock hålla i minnet att det är inte bara gummit som skiljer en GAP från en ABS eller en GAÖ från en ABD; det är även vissa smärre skillnader i andelen sand, bitumen och kornfördelning som är nödvändiga för en bra funktion hos gummiasfalten.

### Ger inblandningen av gummi en högre bullerreduktion i nytillstånd?

I *Tabell 5-14* har tillgängliga resultat av bullermätningar och beräkningar sammanställts på ett sätt som gör GAP och ABS jämförbara. Notera att om inte annat angivits är samtliga bullerreduktionsvärden angivna i förhållande till medelvärde för ett stort antal ABS16 av "medelålder" (2-8 år)

*Tabell 5. Sammanställning av mätresultat avseende buller för GAP16 jämfört med ABS16 (avser CPX-metoden och medelvärde av bullernivåer uppmätta vid 50 och 80 km/h). Samtliga beläggningar är uppmätta i nytillstånd. Med bullerreduktionsvärden redovisade som  $x,x / y,y$  avses at  $x,x$  gäller bildäck som representerar personbilar och  $y,y$  bildäck som representerar lastbilar.*

Beläggning (ny)	Uppmätt bullerreduktion [dB]	Fördel relativt konv. beläggn.	Anmärkning
GAP16 RV32	0,9 / -0,2		
GAP16 E6	1,4 / -1,0		
GAP16 E18	2,3 / 0,5		
<b>GAP16 medelv.</b>	<b>1,5 / -0,2</b>	<b>0,6 / 0,2</b>	
ABS16 RV32	0,9 / -0,7		
ABS16 RV34	0,8 / -0,4		
ABS16 E18	1,2 / 0,1		
ABS16 E6	0,6 / -0,7		
<b>ABS16 medelv.</b>	<b>0,9 / -0,4</b>		

Tabell 6. Sammanställning av bullermätresultat för GAP11 jämfört med ABS11 (avser CPX-metoden och medelvärde av bullernivåer uppmätta vid 50 och 80 km/h). Samtliga beläggningar är uppmätta i nytillstånd. Med bullerreduktionsvärden redovisade som x,x / y,y avses at x,x gäller bildäck som representerar personbilar och y,y bildäck som representerar lastbilar.

Beläggning (ny)	Uppmätt buller-reduktion [dB]	Fördel relativt konv. beläggn.	Anmärkning
GAP11 E6 Malmö	2,4 / -0,7		
GAP11 LV262	3,3 / 0,9		
GAP11 LV180	2,3 / 0,1		
GAP11 E6 Gbg	2,3 / 0,4		
<b>GAP11 medelv.</b>	<b>2,6 / 0,2</b>	<b>0,6 / -0,7</b>	
ABS11 RV68	1,6 / 1,5		
ABS11 E22-1 Nrsk	3,2 / 1,3		
ABS11 E22-2 Nrsk	1,6 / 0,7		
ABS11 LV180	1,8 / 0,4		
ABS11 RV32	1,8 / 0,7		
<b>ABS11 medelv.</b>	<b>2,0 / 0,9</b>		

Tabell 7. Sammanställning av bullermätresultat för GAP8 jämfört med ABS8 (avser CPX-metoden och medelvärde av bullernivåer uppmätta vid 50 km/h). Samtliga beläggningar är uppmätta i nytillstånd. Med bullerreduktionsvärden redovisade som x,x / y,y avses at x,x gäller bildäck som representerar personbilar och y,y bildäck som representerar lastbilar.

Beläggning (ny)	Uppmätt buller-reduktion [dB]	Fördel relativt konv. beläggn.	Anmärkning
GAP8 LV180	3,9 / 1,5		Lagd 2009 i Alingsås. Endast 50 km/h
<b>GAP8</b>	<b>3,9 / 1,5</b>	<b>-1,0 / -1,2</b>	
ABS8 RV13 Höör	4,9 / 2,7		Lagd 2010 väster om Höör. Endast 50 km/h
<b>ABS8</b>	<b>4,9 / 2,7</b>		

Slutsatsen av ovanstående är att GAP16 och GAP11 ger en marginell förbättring jämfört med motsvarande ABS för personbilar men ingen eller mycket ringa försämring för lastbilar. GAP8 ger en försämring jämfört med ABS8 för såväl personbilar som lastbilar på ca 1 dB. Man bör således undvika GAP8 om bulleregenskaperna är av vikt, medan gummi-asfalt med större sten är neutral i förhållande till ABS.

En spekulation om orsaken till förhållandena är att anledningen är att gummi-asfalt ger lite lägre makrotextur än motsvarande ABS. Samtliga observationer enligt Tabell 5-14 skulle kanske kunna förklaras av en sådan makrotexturskillnad. Emellertid har texturmätningar inte gjorts på dessa beläggningar, annat än i några få fall, eftersom Trafikverket inte ville beställa sådana. Det är dock författarens uppfattning grundad på fältobservationer att gummi-asfalten ger en något lägre textur än motsvarande ABS.

Tabell 8-16 sammanfattar motsvarande studier av GAÖ11 och GAÖ8. I Tabell 8 avviker GAÖ11 i Alingsås så dramatiskt från de andra, och från vad man kan vänta sig, att den inte har tagits med i beräkningen. Det förutsattes att något misstag har begåtts vid mätningen,

förmodligen att mätningen inte skedde på rätt sträcka. Det var nämligen svårt att identifiera mätsträckorna i Alingsås. De mätningar som har gjorts på ABD11 har gjorts i andra projekt men med samma utrustning och personal.

*Tabell 8. Sammanställning av mätresultat avseende buller för GAÖ11 jämfört med ABD11 (CPX-metoden och medelvärde av bullernivåer uppmätta vid 50 och 80 km/h). Samtliga beläggningar är uppmätta i nytillstånd. Med bullerreduktionsvärden redovisade som x,x / y,y avses at x,x gäller bildäck som representerar personbilar och y,y bildäck som representerar lastbilar.*

Beläggning (ny)	Uppmätt buller-reduktion [dB]	Fördel relativt konv. beläggn.	Anmärkning
GAÖ11 Ådalsv.	5,7 / -,-		Lastbilsdäcket var av annan typ
GAÖ11 E22 Nrk	5,6 / 3,4		Endast riktning västerut
GAÖ11 LV180	0,4 / -0,5		Bortses ifrån denna, misstänkt fel
<b>GAÖ11 medelv.</b>	<b>5,7 / 3,4</b>	<b>2,7 / 0,8</b>	
ABD11 Eklandag.	3,3 / 2,3		Endast 50 km/h. Lagd av NCC, i Göteborg
ABD11 E22 Lund	2,6 / 2,8		Lagd av PEAB
<b>ABD11 medelv.</b>	<b>3,0 / 2,6</b>		

*Tabell 9. Sammanställning av mätresultat avseende buller för GAÖ8 jämfört med ABD8 (CPX-metoden och medelvärde av bullernivåer uppmätta vid 50 km/h). Samtliga beläggningar är uppmätta i nytillstånd. Med bullerreduktionsvärden redovisade som x,x / y,y avses at x,x gäller bildäck som representerar personbilar och y,y bildäck som representerar lastbilar.*

Beläggning (ny)	Uppmätt buller-reduktion [dB]	Fördel relativt konv. beläggn.	Anmärkning
GAÖ8 LV180	4,0 / 2,1		Endast 50 km/h
<b>GAÖ8</b>	<b>4,0 / 2,1</b>	<b>?</b>	
<b>Finns inget</b>	<b>jämförbart</b>	<b>objekt</b>	

Med reservation för att underlaget är mycket knappt kan följande slutsatser dras av ovanstående analyser avseende GAÖ11 och GAÖ8.

GAÖ11 förefaller ge bättre bullerreduktion i nytillstånd än vad en motsvarande enkel dränbeläggning ger. Detta kan inte bero på hålrummet, för det är något lägre på GAÖ (17 % på Ådalsvägen och 19 % på E22-an) än ABD-beläggningarna (ca 20 %). Huruvida det beror på texturen är oklart. Eftersom tjockleken på beläggningarna inte är känd kan det inte avgöras om denna faktor kan ha haft betydelse; emellertid torde den inte ensam kunna förklara GAÖ11:s fördel på upp till 2,7 dB gentemot motsvarande ABD11.

Den GAÖ11 som lades på E22-an fick allvarliga skador strax efter våra bullermätningar och togs bort bara 1-2 veckor efter detta. Orsaken är inte känd men kan ha varit mycket oförmånlig väderlek vid läggningen. Redan vid bullermätningarna konstaterades att den var mycket inhomogen.

Tills vidare är det därför författarens slutsats att gummit har en positiv effekt för den öppna beläggningvarianten som kan vara ca 2 dB för personbilar och 1 dB för lastbilar. Orsaken är okänd.

GAÖ8 verkar däremot inte ge någon fördel. Den slutsatsen kan dras, gällande det enda objekt som hittills provats, trots att inget jämförbart objekt utan gummi finns inom landet. Argumentet för detta är då att GAÖ8 gav endast marginellt lägre bullernivå (0,1-0,6 dB) än vad GAP8 gjorde. Men det rekommenderas att göra minst ett försök till och att då även anlägga ett jämförelseobjekt av typ ABD8.

Det skulle vara intressant att pröva en GAÖ16. Eftersom texturen på en gummiastfalt har en viss tendens att orientera sig på ett bättre sätt än i en beläggning utan gummi och att ge en något lägre makrotextur är det författarens uppfattning att den har en potential för att vara bättre än en ABD16.

### **Är det skillnad i beständighet hos bullerreduktionen jämfört med motsvarande beläggningar utan gummi?**

Dels är de provade beläggningarna bara 1-3 år gamla, dels är resultaten härvidlag inte entydiga. Därför får en analys av detta vänta tills 1-2 års längre erfarenhet har erhållits.

### **Slutsatser**

Slutsatsen av bullermätningarna utförda under 2007, 2008, 2009 och 2010 är att gummiastfalt av den täta typen visar endast en marginell och försumbar positiv effekt avseende bullerreduktion jämfört med motsvarande beläggningar utan gummi.

För den öppna typen, med 11 mm sten, verkar dock gummit ha en positiv effekt, som kan vara ca 2 dB för personbildäck och 1 dB för lastbilsdäck, jämfört med motsvarande konventionella dränastfalt med ett lager. Detta kan ha stora positiva effekter i cost/benefit-beräkningar.

Beträffande hållbarhet och beständighet i bullerreduktionen är det än så länge svårt att dra några slutsatser. Inga klara tendenser kan ses, vilket är naturligt med så kort livstid som hittills har kunnat observeras. Emellertid finns det egenskaper hos gummiastfalt som borde ha en positiv effekt på beständigheten. Det återstår att se om dessa förhoppningar kan infrias.

### **Rekommendationer**

Det rekommenderas att pröva en GAÖ16. Det är författarens uppfattning, baserat på de resultat och erfarenheter som redovisas ovan, att den har en potential för att vara bättre än en ABD16. En ABD16 bör då samtidigt anläggas som jämförelseobjekt. En GAÖ16 har dessutom möjlighet att hålla längre än en GAÖ11 eller ABD11. Man bör då söka "pressa upp" hålrummet till 19-20 % och lägga den som ett ca 45 mm tjockt lager.

Fler prov bör göras med GAÖ11 för att verifiera de positiva effekter som har uppnåtts enligt ovan och för att verifiera att man kan anlägga denna typ utan katastrofala fel. Man bör då söka "pressa upp" hålrummet till 19-20 %. Om man i samma objekt kan ha ena halvan 30 mm tjock och den andra halvan 40 mm tjock är det en intressant fördel.

Minst ett mer prov bör göras med GAÖ8 för att se om man inte kan uppnå betydligt bättre bullerreduktion än enligt ovan, vilket borde vara klart möjligt, och man bör då även samtidigt anlägga ett jämförelseobjekt av typ ABD8.

Det är mycket viktigt att i samtliga fall bör texturmätningar göras ungefär samtidigt med bullermätningar. Sådana kan ge förklaringar till observerade effekter.

För samtliga provsträckor av öppen typ måste man ha en längd på minst 300 m, gärna ca 600 m, för att kunna bortse från tilltappande övergångseffekter ca 50-100 m intill varje skarv mot en tät beläggning.

Det är viktigt att för forskarna redovisa beläggningsparametrar för varje testobjekt såsom tjocklek och hålrum eftersom dessa kan förklara observerade effekter.

### 3 Rullmotstånd

#### 3.1 Mätmetod och mätutrustning

På några av de objekt som utförts i Sverige har av rullmotstånd utförts. Rullmotståndet (rolling resistance = vanligen förkortat RR) är liksom bulleremissionen en energiförlust som uppkommer av interaktionen mellan däck och vägyta. Det vanligaste måttet är rullmotståndskoefficienten (RRC) som definieras som kvoten mellan kraften som "bromsar" hjulets rullning och vertikalkraften på däcket, dvs lasten. Enheten är dimensionslös eftersom den är kraft i Newton dividerad med kraft i Newton.

Mätningarna har utförts enligt en metod som utnyttjar en trailer, med utrustning enligt *Figur 3* från Tekniska Universitetet i Gdansk (TUG). Inuti trailern finns ett bildäck som är provobjekt plus ett antal komplicerade anordningar för att mäta kraften med vilken hjulet "bromsas" av rullningen samt för att kompensera för bl a inverkan av vägens lutning. Denna metod är inte standardiserad men har tillämpats i stor utsträckning vid mätningar i VTI:s regi sedan 2005. Det finns ännu ingen standardiserad mätmetod för rullmotstånd, annat än metoder för mätning på laboratorietrummor, vilka inte är tillämpliga här.

Liksom för buller är valet av provdäck kritiskt. I brist på andra utprovade referensdäck användes de två däck SRTT och AAV4 som även används vid bullermätning, plus ett tredje däck MPRC "Michelin Primacy", som är med för att det under några år och även i ett annat VTI-projekt har använts som provdäck. Se *Figur 4*. Det däcket ger därför en tråd tillbaka till tidigare mätningar.

Däcken SRTT och MPRC är avsedda att representera personbilsdäck, där SRTT har mycket låg RRC men där MPRC har "normal" RRC. Däcket AAV4 är ett däck för lätta lastbilar, men dess minsta förekommande dimension passar även stora personbilar, så det används här som representant för lastbilsdäck. För bulleremission har detta däck visa sig fungera bra som "proxy" för lastbilsdäck.

#### 3.2 Resultat

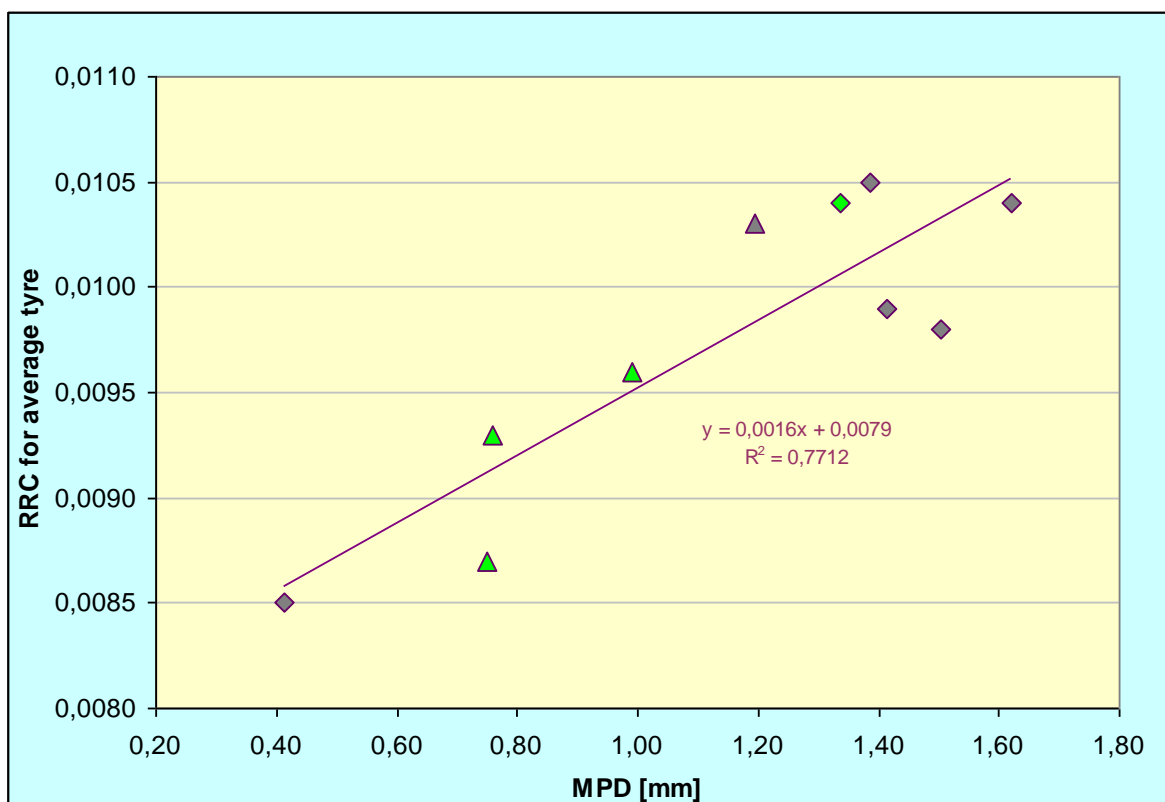
Studier i andra projekt har visat att korrelationen mellan rullmotståndskoefficienten RRC och makrotexturen representerad av medelprofildjupet MPD är mycket god. Därför har i detta projekt RRC för gummi-asfaltytorna jämförts med RRC för konventionella vägbeläggningar, i båda fallen som funktion av MPD. De gummi-asfaltbeläggningar som uppmättes var de fem längst ner i *Tabell 2*, med undantag för att ingen åtskillnad gjordes mellan de två delsträckorna på Ådalsvägen. Därutöver gjordes, för att få jämförelsematerial, mätningar på sex st konventionella beläggningar. Samtliga låg i Skåne och mätningarna gjordes år 2009 då beläggningarna var två år gamla. Resultatet visas i *Figur 5*.



Figur 3. Trailer för mätning av rullmotstånd från TUG, som använts i detta projekt. Foto från TUG.



Figur 4. De tre provdäck som använts i detta projekt.



Figur 5. Resultat av rullmotståndsmätningar på fyra GA-beläggningar i Skåne jämfört med sex konventionella beläggningar (ABS och ABT) i Skåne, i samma serie av mätningar 2009. RRC-värdena är medelvärden för de tre provdäcken och gäller provhastigheten 80 km/h. GA-beläggningarna representeras av symboler fyllda med grön färg, de konventionella av symboler fyllda med grå färg. Trianglarna är för de täta beläggningarna (GAP) medan romben är för den öppna beläggningen (GAÖ).

### 3.3 Diskussion

Man kunde kanske befara att gummi-asfalt kan ge något högre rullmotstånd än motsvarande beläggning utan gummi, eftersom gummit gör beläggningen mjukare. Bl.a. har cementbetong-industrin hävdad under lång tid att hårdheten hos cementbetongbeläggningar är så mycket större än för asfaltbeläggningar att det skulle leda till att asfaltbeläggningar har högre rullmotstånd än cementbetongbeläggningar. Om så vore fallet borde gummi-asfalt vara ännu värre än asfalt. VTI:s och andras mätningar i Europa har dock inte kunnat verifiera dylika påståenden från betongindustrin.

Enligt Figur 5 ligger GA-beläggningarna samlade runt regressionslinjen på ett sätt som inte tyder på att de skulle ha annorlunda rullmotstånd, annat än vad som följer av en annorlunda textur. Alltså skulle gummits effekt som mjukgörare inte ha någon betydelse.

### 3.4 Slutsats och rekommendationer

När det gäller rullmotstånd är gummi-asfalten neutral, dvs. den har samma egenskaper som ABS- och ABD-beläggningar. Några rekommendationer beträffande rullmotstånd är följande aktuella.

