

- MJUKA FLEXIBLA BELÄGGNINGAR -

UPPFÖLJNING AV PROVBELÄGGNING MED ALTERNATIVT BITUMEN TILL MJOG 16



Författare

Per Tyllgren, Skanska

Datum

2007-08-15

Beteckning

ra070815a

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	2
1. INLEDNING.....	3
1.1 BAKGRUND.....	3
1.2 SYFTE.....	3
1.3 UPPDRAG.....	3
2. GENOMFÖRANDE.....	4
2.1 Borrning.....	4
2.2 Provning.....	5
Fotografering.....	5
Sammansättning.....	6
Hållfasthet.....	8
Viskositet.....	9
3. DISKUSSION.....	10
4. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING.....	12
LITTERATUR.....	13

FIGURER

<i>Tabell 2-1: Vägsektioner för MJOG 16 och olika bindemedel på väg 709. Start i beläggningsskarv vid Bergby i riktning mot Örbyhus.</i>	<i>4</i>
<i>Tabell 2-2: Bitumenhalt i massa 2006 och i borrkärnor 2007 enligt FAS Metod 48-02 men utan korrigering.</i>	<i>7</i>
<i>Tabell 2-3: Hållfasthet i Marshallprover efter lagring på laboratorium.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabell 2-4: Hållfasthet i borrkärnor från beläggning 330 dagar efter tillverkning... ..</i>	<i>8</i>
<i>Tabell 2-5: Viskositet hos bitumen extraherat från massa uttagen vid asfaltverk och från utläggning på väg.....</i>	<i>9</i>
<i>Diagram 2-1: Kornfördelning i de tre beläggningmaterialen 2006 och 2007.....</i>	<i>7</i>
<i>Bild 2-1: Karta över vägavsnitt med provbeläggning på väg 709. De röda linjerna markerar ungefärligt läge för MJOG med ROD och kort avsnitt med ökad bindemedelshalt.</i>	<i>4</i>
<i>Bild 2-2: Sektion 2/850 med MJOG (vänster vägsida) och MJOG/ROD (höger vägsida) och sektion 3/780 med MJOG/ROD+0,3 (bilden tagen söderut). Foto: Bengt Magnusson, Vägverket.....</i>	<i>5</i>
<i>Bild 2-3: Borrkärnor från ovansidan (t. v.) och undersidan med vidhängande bärlagergrus</i>	<i>5</i>
<i>Bild 2-4: Provkroppar vars ovansidor representerar synintrycken från vägytorna. Bruksanrikningen på MJOG är tydlig.</i>	<i>6</i>

SAMMANFATTNING

En alternativ mjukgörare, ROD, provades för tillverkning av MJOG 2006 i Uppland. Efter ett års trafik togs borrprover för undersökning. Rapporten redovisar resultaten från laboratorieprovningar och okulära bedömningar. Konventionellt tillverkad MJOG är mjukare och har en fetare yta än motsvarande tillverkad med ROD. Inga stensläpp kan skönjas ännu men det finns anledning att överväga försegling av MJOG med ROD i förebyggande syfte.

Utförandet av provytorna beskrivs i rapporten *Provbeläggning med alternativt bitumen till MJOG 16*. MJOG och MJOG/ROD hade snarlika egenskaper under utförandet. De första laboratorieprovningarna bekräftade förundersökningarna i rapporten *Jämförande klimatundersökning mellan ROG 11 och MJOG 11*.

Efter ett år under trafik kunde man okulärt skönja olikheter men inte större än vad som kan förekomma i en och samma produktion. I juli 2007 togs borrprover för att jämföra beläggningarnas egenskaper på laboratorium.

Hållfasthet och styvhet i provkropparna visade sig vara helt jämförbara och normala för massatypen. Sammansättningarna stämde väl med nytillverkad massa, bortsett från något högre fillerhalt.

Emellertid skiljer sig viskositeterna i återvunnet bitumen väsentligt åt. V6000 har ökat från 6800 till 9500 mm²/s, vilket är förväntat och normalt. V6000/ROD däremot har gått från ca 10000 i ny vägmassa till ca 40 000 mm²/s efter ett år på vägen. Normalt värde för basbitumenet 160/220 ligger på ca 55 000, vilket innebär att merparten av mjukgöringseffekten har klingat av.

En närmare studie av provkropparnas ytor visar att MJOG har en karakteristisk anrikning av bitumenbruk i ytan, vilket saknas på MJOG/ROD. Ökad bitumenhalt med 0,3 vikt% resulterade i något mer bitumenbruk hos MJOG/ROD men fortfarande mindre än för MJOG.

Trots den stora skillnaden i viskositet har alltså MJOG-beläggningarna helt likartade hållfasthetsvärden. Förklaringen kan ligga i att sammansättningen och beläggningssmassans struktur (hålrum, kontaktytor) gör draghållfasthet och töjningar mindre påverkade av bitumenets styvhet. Det innebär att eftergivligheten i beläggningarna kan vara jämförbar medan förmågan att hålla kvar stenmaterial i ytan kan vara olika. Anrikningen av bitumenbruk i ytan betraktas som viktig för förmågan att motstå vinterns påkänningar, i första hand dubbslitaget.

Det är inte säkert men det finns risk att stenmaterial kan börja släppa från beläggningssytorna med MJOG/ROD den kommande vintern. Sprickbildning och förmågan till läkning av dessa bör rimligtvis också påverkas i ett längre tidsperspektiv men provningar och synintryck visar inga tecken på det ännu.

Med tanke på att en trafikökning kan förväntas under kommande vinterperiod, när den nya anslutningen till E4 öppnas, och att trafikrytmen är påtagligt hög på den smala och bitvis kurviga vägen, bör man överväga att försegla MJOG/ROD, åtminstone vissa delar, och kanske ytbehandla hela vägavsnittet.

I bedömningen av ROD som permanent konsistensgivare i mjukbitumen kan konstateras att ämnet inte har fortvarig mjukgörande effekt. Däremot har ämnet sannolikt andra mjukgörande och aktiverande egenskaper som kan nyttjas inom materialkoncepten Mjuka Flexibla Beläggningar och asfaltåtervinning.

1. INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Efter en förundersökning på laboratorium [1] utfördes provbeläggning med alternativ mjukgörare, ROD (rapsoljederivat), blandad med basbitumenet 160/220 till en mjukbitumenkvalitet motsvarande V6000. Försöket inflikades i en ordinarie upphandlad beläggningssentreprenad med tillverkning av MJOG 16 med V6000 på väg 709 mellan Bergby och Örbyhus i Uppland. Vägverket Region Mälardalen upphandlade och Peab Asfalt utförde, bl. a. med ett av sina ångvärmeverk. Vägen förstärktes samtidigt med sammanfräsning av befintligt överbyggnad och påförande av nytt grusbärlager. Några trummor lades om och diken skars rena.

Vägavsnittet knyts hösten 2007 samman med den nya E4-sträckningen norr om Björklinge med en nybyggd anslutningsväg. Det väntas öka trafikmängden på den gamla vägen till byn Örbyhus och Örbyhus golfklubb.

Utförandet dokumenterades i en rapport, som också redovisar inledande provningar [2].

1.2 SYFTE

För att dokumentera utfallet av jämförelsen bestämdes att göra okulär bedömning och laboratorieprovning av borrhärdar efter ett års trafik. Avsikten var att beskriva och förklara eventuella förändringar för att slutligen bedöma ROD som alternativ mjukgörare i mjukasfalt.

1.3 UPPDRAG

Skanska VTC Nord i Farsta fick uppdraget att ta ut borrhärdar i de tre utförda beläggningssentreprenaderna och sända proverna till Skanska VTC Syd i Malmö för undersökning av pressdraghållfasthet, viskositet i återvunnet bitumen och sammansättning. Återvunnet bitumen skulle också sändas till Vägverkets laboratorium i Jönköping.

2. GENOMFÖRANDE

2.1 Borrning

Med assistans av en TMA-bil från Vägverket Produktion i Tibro borrades 2007-07-10 sammanlagt 24 provkroppar upp från de tre MJOG-recepten.



Bild 2-1: Karta över vägavsnitt med provbeläggning på väg 709. De röda linjerna markerar ungefärligt läge för MJOG med ROD och kort avsnitt med ökad bindemedelshalt.

Start vägojekt: 0/000 MJOG/ROD:  Provtagingsställen: 

Tabell 2-1: Vägsektioner för MJOG 16 och olika bindemedel på väg 709. Start i beläggningsskarv vid Bergby i riktning mot Örbyhus.

Beläggning	Sida	Sektion (m)			Sektion provpkt	
		Start	Slut	Längd	1.	2.
MJOG	h	0	2080	2080		
MJOG/ROD	h	2080	3832	1752	2500 4 prover	2850 4 prover
MJOG	h	3832	7290	3458		
MJOG	v	0	3057	3057	2500 4 prover	2850 4 prover
MJOG/ROD	v	3057	3593	536		
MJOG/ROD +0,3	v	3593	3824	231	3680 4 prover	3780 4 prover
MJOG/ROD	v	3824	4300	476		
MJOG	v	4300	7290	2990		



Bild 2-2: Sektion 2/850 med MJOG (vänster vägsida) och MJOG/ROD (höger vägsida) och sektion 3/780 med MJOG/ROD+0,3 (bilden tagen söderut). Foto: Bengt Magnusson, Vägverket

Två provkroppar togs från respektive hjulspår från två sektioner på vardera beläggning. Provkropparna tejpades runt borrhölet, märktes och placerades i plaströr inför transporten till Malmö.

2.2 Provning

Fotografering

När proverna packats upp och innan förstörande provning påbörjades dokumenterades provkropparnas utseende, främst ytorna med fotografier.



Bild 2-3: Borrhölet från ovansidan (t. v.) och undersidan med vidhängande bärlagergrus

En närmare betraktelse av provkropparnas ovansidor bekräftar synintrycken från vägytorna. MJOG har den karakteristiska feta bruksanrikningen, som uppstår under varma somrardagar och som läker sprickor och gynnar fasthållningen av stenmaterial under vintern. Utan möjligheten till jämförelse hade man inte reagerat men MJOG/ROD har mindre bruk i ytan, något mer med förhöjd bindemedelshalt. Detta

kan fastslås med säkerhet eftersom förutsättningarna är exakt desamma i alla avseenden. Annars är skillnaden inte uppseendeväckande stor. Den kan förekomma från en dag till en annan på grund av skiftningar i stenmaterial eller väder eller andra vanliga variationer i produktionen.

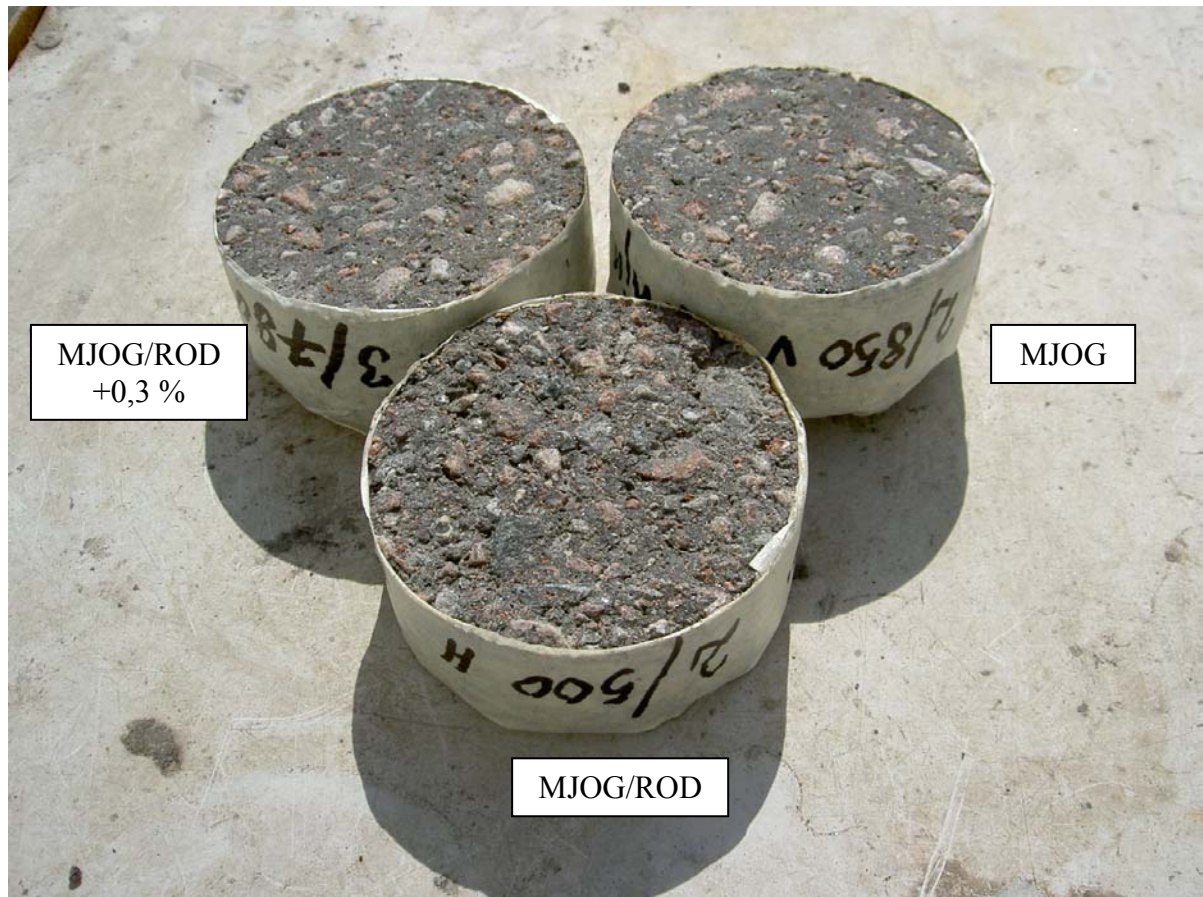


Bild 2-4: Provkroppar vars ovansidor representerar synintrycken från vägytorna. Bruksanrikningen på MJOG är tydlig.

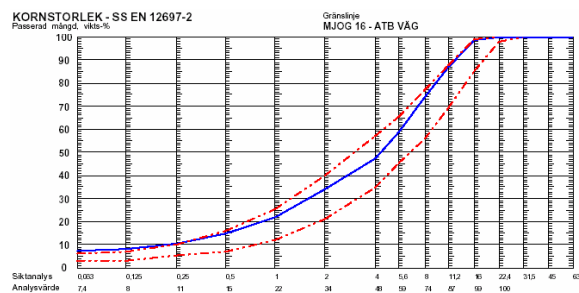
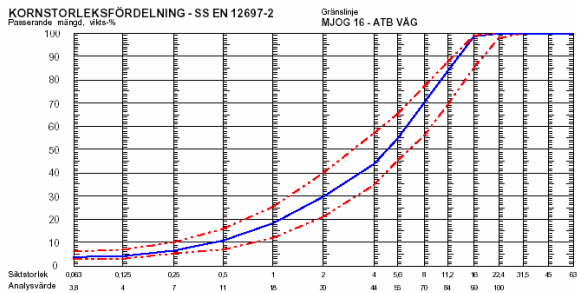
Sammansättning

Kornkurvorna är helt snarlika för respektive recept. Förändringen med ökad fillerhalt är också densamma. Det kan komma från bärlagergruset, nedkrossning av stenmaterial och nedträngning av vägdamm och det är helt normalt för den här typen av vägkonstruktioner.

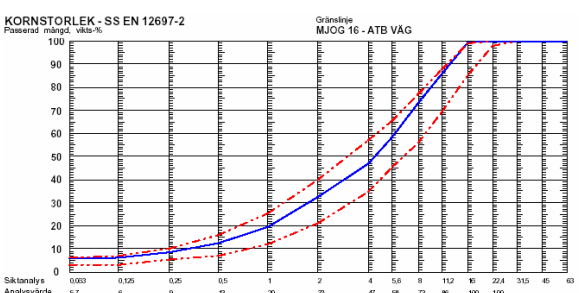
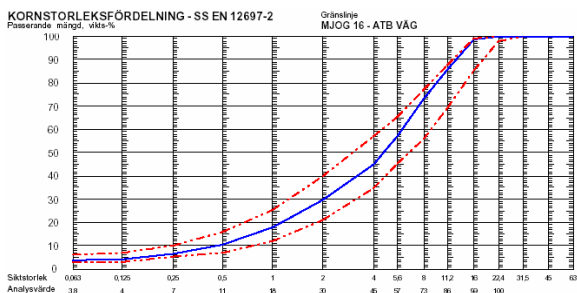
Från massa vid verk 2006

Från provkropp 2007

MJOG



MJOG/ROD



MJOG/ROD +0,3

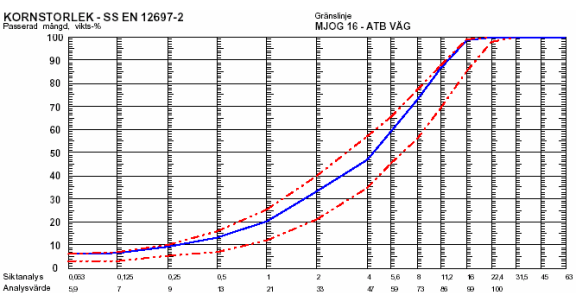
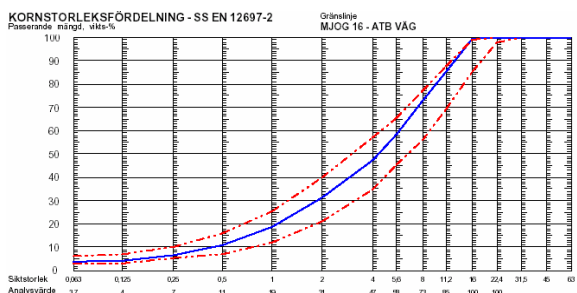


Diagram 2-1: Kornfördelning i de tre beläggingsmaterialen 2006 och 2007.

Bindemedelhalten brukar vara lägre i beläggingsanalyserna, i synnerhet efter någon tid. Det finns flera förklaringar till detta, bl.a. avgång av lätta destillat eller bortnötning av bruk, som innehåller mycket bitumen. Vid analys av borrhärdar brukar man lägga till +0,13 vikt% enligt metodanvisningarna. I det här fallet har det inte gjorts utan resultaten visas som de fallit ut i analysen.

Tabell 2-2: Bitumenhalt i massa 2006 och i borrhärdar 2007 enligt FAS Metod 48-02 men utan korrigering.

	Bitumenhalt, vikt%	
	2006	2007
MJOG	4,10	4,05
MJOG/ROD	3,93	4,09
MJOG/ROD +0,3	4,10	3,85

Resultatet visar att vanliga variationer som betingas av ofullständig blandning, separationer och tillfört omgivande material har större påverkan än eventuell avgång av bindemedel eller komponenter. Resultaten från 2007 kommer dessutom från analys

av borrhärnor från ett fåtal punkter. Enligt den här studien kan ingen förändring av bindemedelshalten upptäckas.

Hållfasthet

För att bestämma hållfastheten i borrhärnorna bestämdes brottvärde och styvhet enligt pressdragprovning (*Indirect Tensile Strength, ITS*), samma provning som gjordes för ett år sedan på Marshallinstampad, nytillverkad massa [2].

Tabell 2-3: Hållfasthet i Marshallprover efter lagring på laboratorium

	Marshallprovkroppar									
	MJOG				MJOG/ROD				+0,3	
Dagar e. tillv.	5	28	63	234	5	28	63	234	5	234
ITS (MPa)	0,15	0,20	0,21	0,24	0,15	0,23	0,33	0,56	0,13	0,56
Brottöjning (mm)	1,9	2,2	2,7	2,4	2,0	2,3	2,8	3,2	1,9	3,1
TMb (MPa)	13	14	13	16	12	16	19	28	11	29
TMm (MPa)	15	18	17	20	15	19	24	38	13	40
Hållrumshalt (%)	12,9				13,6				12,6	

Tabell 2-4: Hållfasthet i borrhärnor från beläggning 330 dagar efter tillverkning.

	Borrhärnor		
	MJOG	MJOG/ROD	+0,3
ITS (MPa)	0,26	0,28	0,29
Brottöjning (mm)	2,6	2,8	2,6
TMb (Mpa)	16	16	17
TMm (Mpa)	20	20	22
Hållrumshalt (%)	7,7	9,9	8,0

MJOG-provningen utfaller som väntat och visar inte upp några överraskningar. Marshallprovkropparna med MJOG/ROD visade tecken redan efter 63 dagar på att en förändring var på gång, vilket sedan fortsatte till närmare dubbla värdet efter 234 dagar.

Pressdragprovning av Marshallprovkroppar har varit en pålitlig metod för att återspegla inverkan av olika bitumenstyvhet. Med borrhärnor är det inte lika säkert i det avseendet men det brukar fungera även där. Marshallproverna är tillräckligt höga för att brottet ska utvecklas som ett tydligt dragbrott och massan har de bästa betingelserna för att bli ordentligt tillpackade. En fälttillverkad MJOG-produkt blir inte riktigt färdig förrän trafiken har efterpackat den och då beror utfallet på en rad omständigheter som inte kan kontrolleras. Därför brukar man inte tillmäta pressdragprovning så stor betydelse för kvalitetsbedömningen av MJOG-produkter, även om det går att genomföra. De funktionella egenskaperna säkras genom de nämnda mätbara storheterna konfördelning och bitumenets mängd och viskositet.

Frågan är om den konsterade eftergivligheten i borrhärnorna (och Marshallproverna) också motsvaras av samma uthålliga sammanhållning och läkningsförmåga i MJOG/ROD-beläggningarna som lyckade MJOG-beläggningar är kända för. Framtiden får utvisa.

Viskositet

Provning av viskositet i återvunnet bitumen (extraherat från asfaltmassa) är inte alldeles oproblematiskt. Metoden (SS-EN 12697-3) föreskriver extraktion (upplösning) av bitumenet med metylenklorid (diklormetan), som sedan kokas bort vid ca 150 °C och en halv atmosfärs undertryck. Om det finns lättflyktiga komponenter som normalt ska ingå i bitumenet (t. ex. lösningsmedel), riskeras att de kokas bort, vilket i så fall skulle ge ett missvisande resultat. Den vanliga mjukgörande komponenten i V6000 och ROD bedöms emellertid inte påverkas särskilt mycket genom bortkokning. Misstanken kvarstår emellertid i några fall att någon annan påverkan kan ha inträffat i fallet med ROD.

Tabell 2-5: Viskositet hos bitumen extraherat från massa uttagen vid asfaltverk och från utläggning på väg.

	Kinematisk viskositet i mm ² /s					
	60 °C			97 °C		110 °C
	Depå	Ny massa	Borrprov	Depå	Ny massa	Borrprov
MJOG	5700	6800	9500	350	400	240
MJOG/ROD	5400	10000	36000	380	700	1100 ^{*)}
+0,3	”	-	40000	-	-	670

^{*)} Osäkert värde.

Värdena för Ny massa och Borrprov kommer från extraherat bitumen. I jämförelsen med Depå-värdena ska de korrigeras något i fallet 60 °C, - 250 för MJOG (V6000) och -500 för MJOG/ROD (V6000/ROD).

Ångvärmetekniken ökar viskositeten i V6000 (MJOG) ca 800 mm²/s under tillverkningen, vilket är i samma storleksordning som motsvarande förändring genom ett varmblandningsverk. Ökningen för MJOG/ROD speglar sannolikt en begynnande avaktivering.

Ett år på vägen ökar viskositeten för V6000 vid 60 °C 2700 mm²/s, vilket stämmer med tidigare studier. I extremfall har ökning på över 6 000 mm²/s noterats men då har man också konstaterat skador i form av materialsläpp. Ökningen för MJOG/ROD återspeglar den fortskridande avaktiveringen. Ett vanligt viskositetsvärde på basbitumenet 160/220 vid 60 °C är 55 000 mm²/s. Det innebär att den mesta effekten har avklingat. Frågan är om den lilla uppmjukning som finns kvar kommer att bestå.

Borrprovsvärdet för MJOG/ROD vid 110 °C borde legat på 700-800 mm²/s för att vara trovärdigt. Något kan ha inträffat med provet under beredningen av provet utan att fördenskull vara felaktigt genomförd.

3. DISKUSSION

1. Allmänna egenskaper

- Balansen mellan kornfördelning och bitumenets mängd och viskositet är nyckeln till ett lyckat MJOG-recept. Om det sedan beskrivs som läkningsförmåga eller flexibilitet i allmänhet har inte så stor betydelse eftersom det ändå inte kan mätas explicit på samma sätt som de tre mätbara storheterna. Den bästa kombinationen har dessutom tillkommit på empirisk väg, både för MJOG och tidigare för oljegrus, OG. Det är när mer eller mindre välgrundade teorier har introducerats som konceptet emellanåt har lyckats mindre bra. Det gäller för övrigt hela det kallblandade och mjuka teknikområdet, det som kallas Mjuka Flexibla Beläggningar. ROD ser inte ut att behålla sin mjukgörande effekt över tiden medan massan fungerar normalt under tillverkning och i nytillverkat skick. Efter ett år ses heller inga skador i beläggningen men det finns tecken på vad som kan komma att ske.

2. Sammansättning

- Massorna ser ut att vara optimalt sammansatta. Naturgruset är tydligt välgörande för konceptet, vilket är känt sedan tidigare. Det är betydligt svårare att lyckas med bergkrossat material. Uppstyvningen av V6000/ROD skapar, i varje fall i teorin, obalans mellan de tre kvalitetsparametrarna. Höjningen med 0,3 % bindemedel i MJOG/ROD gav tydlig effekt i början med en fet och tät yta, som emellertid har ”torkat upp” en del under året. Det är möjligt, men inte säkert, att också MJOG hade mått bra av en liten ökning av bitumeninnehållet. Hålrumshalten pekar på det. Trots det periodvis varma vädret i sommar har beläggningen varit långt ifrån att blöda.

3. Viskositet hos bitumen

- Förändringen av V6000 stämmer med tidigare erfarenheter och det har fungerat utan överraskningar vid det här tillfället. Det finns emellertid andra exempel med V6000 och oväntad uppstyvning och livlös massa, ofta tillsammans med bergkross, som fortfarande väntar på sin förklaring.
- I det korta perspektivet fungerar ROD påfallande väl tillsammans med bitumen. De ”gifter sig” snabbt och förutsägbart och trivs ihop i depåtankarna. Den första tiden i massan ses heller inga märkligheter. I kontakt med en påverkande faktor, i det här fallet sannolikt luftens syre, sker en förändring av ROD över tiden och därmed en avaktivering av den mjukgörande effekten. Detta lät sig inte simuleras eller accelereras med de vanliga teknikerna.
- Det är också känt att helt vanligt bitumen i kallblandad AEB Ö (Öppen Asfalt-EmulsionsBetong) kunde förändras från K&R-värde 40 till 55 °C efter några år, även innesluten i en tät överbyggnad. Också här misstänktes luftens syre spela en roll.
- Det ser ut som om bitumenkaraktären består i residualbitumenet sedan ROD-effekten klingat av, i varje fall efter något år. Det finns emellertid skäl att hålla den saken under uppsikt för de fall där just den avklingande effekten utnyttjas.

4. Brottvärde och styvhet

- Förändringen av Marshallprovkropparnas styvhet och brottvärde i fallet MJOG/ROD är mycket tydlig. Därför var det förvånande att inte motsvarande inträffade i borrhärnorna. I fallet med MJOG stämmer det hela till fullo. En förklaring kan vara att massans inre struktur med relativt få och löst sammanfogade kontaktpunkter (hålrummet skvallrar om det) inte påverkas så mycket av förändrad styvhet i bitumenet. Eftergivligheten under pressdragprovet var under alla omständigheter minst densamma för MJOG/ROD som för MJOG.

5. Observationer från vägen

- En liten men synlig bruksförlust kan skönjas i MJOG/ROD, något mindre i fallet med +0,3 %. Tillsammans med en obefintlig ”uppkokning” av bitumenbruk i sommar varslar det om kommande svårigheter att hålla fast ytligt belägna stenar, kanske redan under kommande vinter.
- I övrigt finns ännu inga tecken på sprickbildning eller ojämnheter av deformationer, utöver sådant som kommer av tjälning och överlappningar i utläggningen. Ett par ställen har reparerats med ny massa, vilket är vägskador som inte har med beläggningen att göra.

4. SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSÄTTNING

Slutsatserna av undersökningen kan sammanfattas på följande sätt:

1. ROD fungerar inledningsvis bra som bitumenmjukgörare men inte över tiden.
2. Det finns indikationer på att detta kan leda till materialsläpp i framtiden och att ytorna bör förseglas i förebyggande syfte. Helst skulle hela avsnittet ytbehandlas med tanke på den förväntade trafikökningen.
3. ROD kan fungera som temporär konsistensgivare och aktivator för t. ex. asfaltåtervinning och kallblandade lagningsmassor och beläggningar.
4. Det finns andra konsistensgivare men kanske få som kan användas lika fritt som ROD och liknande naturoljor. De vunna erfarenheterna av det här projektet är ett bra avstamp för fortsatt utveckling av Mjuka Flexibla Beläggningar.

LITTERATUR

1. Tyllgren, P. (2006). *Jämförande klimatundersökning mellan ROG 11 och MJOG 11*. Malmö. Vägverket/Skanska
2. Tyllgren, P. (2006). *Provbeläggning med alternativt bitumen till MJOG 16*. Malmö. Vägverket/Skanska