



Laboratoriekontrol af BSM-KMA udlagt på Hldv. 416, Viborg N VD-entreprise 53 Opgave udført for SR-Gruppen

24. september 2021



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Laboratoriekontrol af BSM-KMA udlagt på hldv. 416, Viborg Nord.

VD-entreprise 53

Opgave udført for SR-Gruppen

Rekvirent:

SR-Gruppen
Att.: Morten Larsen
Fuglesangsalle 14
6600 Vejen

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 4
2630 Taastrup
Byggeri og Anlæg

Kvalitetssikring:

Sagsansvarlig: Ole Grann Andersson, tlf. 7220 3209, olan@teknologisk.dk
Laboratorieansvarlig/KS-godk.: Signe Hellested Jensen, tlf. 7220 1515, sje@teknologisk.dk

Opgavenr.: 991934

Versionsnr.: 01

24. september 2021

Resultater af Institutts opgaveløsning beskrevet i denne rapport, herunder fx vurderinger, analyser og udbedringsforslag, må kun anvendes eller gengives i sin helhed, og må alene anvendes i denne sag. Institutts navn eller logo eller medarbejderens navn må ikke bruges i markedsføringsøjemed, medmindre der foreligger en forudgående, skriftlig tilladelse hertil fra Teknologisk Institut, Direktionssekretariatet.



Indhold

1.	Indledning	4
2.	Baggrund	4
3.	Opgavebeskrivelse	5
4.	Prøveudtagning, produktion og udlægning.....	6
5.	Analyseresultater	9
5.1.	Vandindhold.....	9
5.2.	Spaltetrækstyrke og vandfølsomhed	9
5.3.	Stivhedsmodul.....	9
5.4.	Marshall stabilitet	10
6.	Komprimeringskontrol	10
7.	Sammenfatning.....	10
8.	BILAG A: Eurofins' komprimeringskontrol	11
9.	BILAG B: SR-Gruppens kontrolplan (uddrag vedr. laboratorieprøvning)	14



1. Indledning

Efter aftale med Morten Larsen, SR-Gruppen A/S, har Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg den 16. og 17. september 2021 udtaget laboratorieprøver af nyproduceret BSM fra belægningsarbejdet ved hovedlandevej 416, Viborg Nord og efterfølgende gennemført laboratorieprøvning af BSM-materia-lerne.

2. Baggrund

Belægningsarbejdet er en del af Vejdirektoratets entreprise 53, 2021: "Klimavenlige slidlag og BSM 2021", Hldv. 416, km 39,950 - 41,110, ved Viborg. Denne entreprise er Vejdirektoratets første egentlige BSM-udbud.

Belægningsarbejdet omfattede udlægning af BSM-KMA bærelag på en 1.160 m lang strækning i 8,5 m bredde. Strækningen er en del af Nordre Ringvej mellem Aalborgvej og Løgstørvej (se kort indsat).

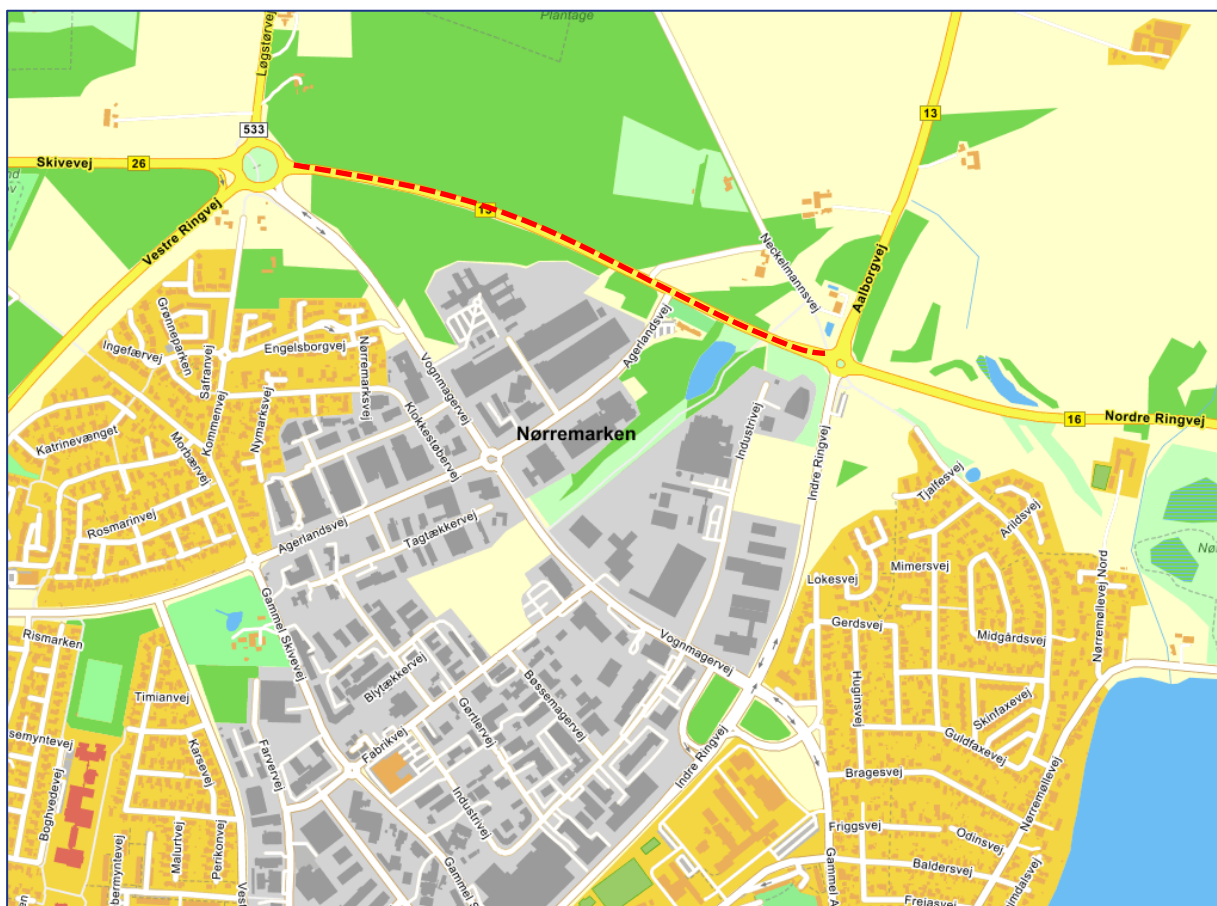


Fig. 2.1: Oversigtskort. BSM-strækningen forløber mellem de to rundkørsler ved hhv. Aalborgvej og Løgstørvej.



3. Opgavebeskrivelse

Ifølge aftale med rekvirenten havde undersøgelsen følgende formål:

Det er aftalt at opgaven omfatter prøveudtagning og laboratoriekontrol af begge dagsproduktioner. For hver af de to dagsproduktioner udføres følgende:

- Prøveudtagning af en BSM-KMA prøve i plastspande med tætsluttende låg. *Prøver er udtaget ved KMA-anlæg.*
- Hurtig transport af prøver mellem Viborg og TI Taastrup hver af de to dage, så prøvelegemer kan fremstilles i laboratoriet indenfor ca. 4 timer fra udtagning.
- Bestemmelse af BSM-materialets vandindhold som basis for indstampning
- Fremstilling af 9 stk Ø150 mm x 60 mm vibrationsindstampede prøvelegemer (2x60 sek)
- Curing/hærdning af prøvelegemer i ventileret ovn og efterfølgende bestemmelse af vægt og dimensioner
- Bestemmelse af spaltetrækstyrke v/25°C på 3 tørre og 3 vådt lagrede prøver, samt beregning af vandfølsomhed
- Bestemmelse af stivhedsmodul ved 20°C (3 legemer)
- Bestemmelse af Marshall-stabilitet v/ 25°C (tre legemer, efter stivhedsmodulbestemmelse)
- Udarbejdelse af samlet rapport.



4. Prøveudtagning, produktion og udlægning

Der er udtaget prøver af den nyproducerede BSM om morgenen både torsdag den 16. og fredag den 17. september. Prøverne er efter aftale med rekvirenten udtaget ved KMA-anlægget, som var opstillet i et hjørne af PEAB's fabriksareal på Egelundsvej 3 i Viborg. Efter prøveudtagning blev prøverne hastertransporteret til Teknologisk Instituts laboratorium i Taastrup, hvor prøvelegemer forskriftsmæssigt blev fremstillet indenfor max. 4 timer fra prøveudtagningen.



Fig. 4.1: Produktion af BSM på SR-Gruppens mobile KMA-anlæg.



Fig. 4.2: Meget homogen og ensartet BSM-produktion.



Det er oplyst af SR-Gruppen, at BSM-materialet var produceret på basis af lokal genbrugsasfalt opfræsset på strækningen og efterfølgende nedknust til et 0/16 mm materiale. Genbrugsmaterialet blev ved BSM-produktionen tilsat 0,8% cement som klæbeaktiv filler, ca. 2,2% skumbitumen (40/60) samt ca. 3,4% procesvand.

De efterfølgende fotos illustrerer udlægningsforløbet.



Fig. 4.3: Udlægning af BSM i fuld bredde efter affræsning af al gammel asfalt.



Fig. 4.4: Udlægning af BSM i 8,5 m bredde med højkomprimeringsstrygejern.



Fig. 4.5: Effektiv komprimering af BSM med tung oscillerende tromle.



Fig. 4.6: Meget homogen overflade



Fig. 4.7: Vue af belægning under afsluttende tromling, set i retning mod vest (Løgstørvej).



5. Analyseresultater

De opnåede data fra laboratorieprøvningen er i det efterfølgende oversigtsmæssigt sammenholdt med de jf. SR-Gruppens entreprisespecifikke kontrolplan gældende kravværdier.

5.1. Vandindhold

Der er for de udtagne BSM-prøver i f.m. prøvelegemefremstillingen fundet følgende vandindhold:

Prod.dato:	16/9	17/9
Vandindhold (%)	5,4	5,9

Tabel 5.1: BSM-materialets vandindhold.

5.2. Spaltetrækstyrke og vandfølsomhed

Følgende data er fundet ved bestemmelse af spaltetrækstyrke af tørre og vådt lagrede prøvelegemer, jf. DS/EN 12697, med testtemperatur 25°C:

Prod.dato:	16/9	17/9	Kontrolplan krav
Densitet (Mg/m ³)	2,042	2,056	-
Spaltetrækstyrke, tør (kPa)	270	325	≥ 200
Spaltetrækstyrke, våd (kPa)	252	278	
Vandfølsomhedstal, ITSr (%)	93,3	85,3	≥ 70

Tabel 5.2: Spaltetrækstyrketal og vandfølsomhedstal for BSM fra de to produktionsdage.

Det ses af ovenstående, at begge produktionsdage udviser fint høje spaltetrækstyrkeværdier og tilsvarende høje vandfølsomhedstal

5.3. Stivhedsmodul

Følgende data er fundet ved bestemmelse af stivhedsmodulet på de Ø150 mm cylindriske prøvelegemer jf. DS/EN 12697-26, IT-CY, ved 20°C:

Prod.dato:	16/9	17/9	Kontrolplan krav
Stivhedsmodul _{20°C} (MPa)	1.514	2.295	≥ 800

Tabel 5.3: Stivhedsmoduler bestemt på vibrationsindstampede prøvelegemer ved 20°C.

Det ses af ovenstående tabel, at begge dage udviser fint høje stivhedsmoduler. Forskellen imellem de to dages stivhedsmoduler skal givetvis tilskrives, at der på entreprisens anden dag blev anvendt genbrugsasfalt (knust, affræset asfalt) med et større indhold af knuste sten fra det underliggende makadam-lag.



5.4. Marshall stabilitet

Følgende data er fundet ved bestemmelse af Marshall-trykstyrke på Ø150 mm cylindriske prøvelegemer jf. DS/EN 12697-34 ved 25°C:

Prod.dato:	16/9	17/9	Kontrolplan krav
Marshall-stabilitet _{25°C} (kN)	23,8	19,4	≥ 12
Marshall-deformation (mm)	2,8	3,2	-

Tabel 5.4: Marshall-stabilitet ved 25°C på Ø150 mm prøvelegemer (efter forudgående bestemmelse af stivhedsmodul på samme prøvelegemer).

6. Komprimeringskontrol

Eurofins' laboratorium har for SR-Gruppen udført komprimeringskontrol af det indbyggede BSM-lag med Troxler isotopsonde i 6 målepunkter. De fundne densiteter er efterfølgende korrigeret for vandindholdet, så der opnås indbyggede tørdensiteter. Nedenstående nøgledata viser det opnåede komprimeringsresultat:

Prøve nr.	1	2	3	4	5	6
Tørdensitet (Mg/m ³)	2,033	2,015	1,954	2,003	2,019	2,006
Komprim. grad (%)	99,7	98,8	95,8	98,2	99,0	98,3
Konklusion	Middelkomprimering: 98,3%. Krav jf. kontrolplan min. 95% Mindste enkeltværdi: 95,8%. Krav jf. kontrolplan min. 92%					

Tabel 6: Opnået komprimering



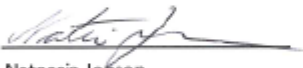
Set i forhold til SR-Gruppens godkendte kontrolplan for entreprisen kan det konstateres, at der er opnået et fint, højt komprimeringsniveau på strækningen. For flere detaljer omkring de enkelte prøvningers stationering m.v. henvises til Eurofins komplette rapport, gengivet i bilag A.

7. Sammenfatning

Teknologisk Institut har i opgave for SR-Gruppen udtaget materialeprøver af BSM-materialet udlagt 16-17/9-2021 på Vejdirektoratets entreprise 53, Hldv. 416, km 39,950 - 41,110, ved Viborg. Der er foretaget laboratorieprøvning til bestemmelse af BSM-materialets spaltetrækstyrke (tørt og vådt lagret), vandfølsomhed, stivhedsmodul og Marshall-stabilitet. Alle data overholder fint de jf. kontrolplanen gældende krav. Tilsvarende viser Eurofins' komprimeringskontrol, at der for udlægningen er opnået et fint, højt komprimeringsniveau, som ligeledes overholder kontrolplanens krav. Det kan således konkluderes, at alle data fint overholder gældende krav og grænseværdier.



8. BILAG A: Eurofins' komprimeringskontrol

 eurofins	<input type="checkbox"/> INDUSTRIVEJ 1 DK-9440 AABYBRO TLF: +45 98 21 32 00 AABYBRO@EUROFINS.DK	<input checked="" type="checkbox"/> GUNNEKÆR 25 DK-2630 RØDDOVRE TLF: +45 36 72 70 00 ROEDOVRE@EUROFINS.DK						
VBM Laboratoriet								
SR-Gruppen A/S Fuglesangsalle 14								
DK-6600 Vejen	Dato: 23. september 2021							
Att: Morten Larsen	VBM sag: 4327 4 V R-21-5246B							
	Side: 1 af 2 + bilag 1							
Prøvningsrapportnr.: R-21-5246B	NB: Denne rapport erstatter tidligere fremsendte rapport R-21-5246A							
Rekvirent SR-Gruppen A/S - Hldv. 416 km 39950-41110 , Nordre ringvej - Viborg MG								
Rapport indhold Komprimeringskontrol, feltprøvning.								
Materialer Bitumen stabiliseret materiale								
Prøvningsperiode Start 18. september 2021 Slut 23. september 2021								
Anvendte metode referencer								
<table border="1"><thead><tr><th>Metode Navn</th><th>Beskrivelse</th></tr></thead><tbody><tr><td>DS/EN 1097-5</td><td>Vandindhold (2013)</td></tr><tr><td>prVI 99-10</td><td>Densitet og vandindhold efter isotopmetoden (2011)</td></tr></tbody></table>	Metode Navn	Beskrivelse	DS/EN 1097-5	Vandindhold (2013)	prVI 99-10	Densitet og vandindhold efter isotopmetoden (2011)		
Metode Navn	Beskrivelse							
DS/EN 1097-5	Vandindhold (2013)							
prVI 99-10	Densitet og vandindhold efter isotopmetoden (2011)							
Rapport bemærkning <ul style="list-style-type: none">- Referencer til de(n) anvendte referenceværdi(er) i forbindelse med komprimeringskontrol fremgår af de enkelte kontrolafsnit på efterfølgende sider.- b-version oprettet, da adresse på rekvirent er ændret								
Med venlig hilsen Eurofins VBM Laboratoriet  Natassia Jensen								
<small>Prøvningsrapporten må kun bruges i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt iddraget. Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de prøvede emner. Med mindre andet foreligger, vil resterende prøvemateriale blive bortkastet efter 1 måned.</small>								



Prøvningsrapport nr.: R-21-5246A

Dato: 23. september 2021

Komprimeringskontrol feltprøvning.

VBM sag: 4327 4 V R-21-5246A

Rekvirent: SR-Gruppen A/S

Udført dato: 18. september 2021

Lokation: 4 - Hldv. 416 km 38950-41110 , Nordre ringvej - Viborg

Udført af: ABSQ

Sted: Se bilag 1

VBM Prøvenr	R-21-5246A-	1	2	3	4	5
Materiale		BSM	BSM	BSM	BSM	BSM
Mrk		-	-	-	-	-
Niveau		OK BSM	OK BSM	OK BSM	OK BSM	OK BSM
Densitet og vandindhold, isotopmetoden.						
MÅLERESULTATER						
Dybde:	cm	10	10	10	10	10
Vandindhold:	%	4,1	4,0	4,8	4,6	4,4
Våddensitet:	kg/m ³	2117	2096	2048	2096	2107
Tørdensitet:	kg/m ³	2033	2015	1954	2003	2019
BEREGNEDE RESULTATER						
Anvendt Ref værdi	Mg/m ³	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
Komprimerings grad	%	99,7	98,8	95,8	98,2	99,0
VBM Prøvenr	R-21-5246A-	6				
Materiale		BSM				
Mrk		-				
Niveau		OK BSM				
Densitet og vandindhold, isotopmetoden.						
MÅLERESULTATER						
Dybde:	cm	10				
Vandindhold:	%	4,6				
Våddensitet:	kg/m ³	2098				
Tørdensitet:	kg/m ³	2006				
BEREGNEDE RESULTATER						
Anvendt Ref værdi	Mg/m ³	2,04				
Komprimerings grad	%	98,3				

.....Simpelt gns og min værdi.....		Statistisk beregning.....		
Enhed	Gennemsnit	Minimum værdi	Spredning	Konstant x spredning	Karakteristisk, K
%	98,3	95,8	1,3	2,5	95,8


Kommentarer og observationer til Kontrolafsnit

- BSM (Bitumen stabiliseret materiale)
- Vandindhold er bestemt i laboratoriet p.g.a. Materiale type.
- 2,04 Mg/m³: Den anvendte reference værdi er oplyst af kunden. Den anvendte reference værdi ? (ukendt) = 100% komp grad.



KRØK



		VBM Laboriet	
Beliggenhedsplan			
Sagsnr.:	24327004	Rap.nr.	12-21-5246B
		Bilag	1

https://map.krak.dk/print?profile=dk_krak&dname=krak.dk

1/1



9. BILAG B: SR-Gruppens kontrolplan (uddrag vedr. laboratorieprøvning)

Kontrolplan									
Entreprise: Klimavenlige slidlag og BSM 2021 Entreprise 53			Entreprenør: SR-Gruppen A/S Arbejde: BSM-KMA				Udgave: 1 Dato: 19.08.2021		
L.nr.	Ref. til AAB/SAB	Emne	Kontrolmetode	Prøvningsfrekvens	Acceptkriterium	Dokumentation	Bemærkninger	Ansvarlig	Udført
		Hvad og hvor kontrolleres	Hvordan kontrolleres	Hvornår kontrolleres og frekvens				Initialer	Dato
9.		Indirekte trækstyrketør [ITS _{dry}] på Ø150 mm prøvelegeme	Laboratorie måling	Dagligt under produktion	≥ 200kPa	Laboratorierapport fra Teknologisk Institut			
10.		Vandfølsomhed [ITSR] på Ø150 mm prøvelegeme	Laboratorie måling	Dagligt under produktion	≥ 70%	Laboratorierapport fra Teknologisk Institut			
11.		Stivhed [S] På Ø 150 mm prøvelegeme	Laboratorie måling	Dagligt under produktion	≥ 800 MPa	Laboratorierapport fra Teknologisk Institut			
12.		Marshall- stabilitet På Ø 150 mm prøvelegeme	Laboratorie måling	Dagligt under produktion	≥ 12.000 N	Laboratorierapport fra Teknologisk Institut			
13.		Reference densitet for isotopsonde måling	Laboratorie måling	Dagligt under produktion	Ingen	Laboratorierapport fra Teknologisk Institut			

Kontrolplan									
Entreprise: Klimavenlige slidlag og BSM 2021 Entreprise 53			Entreprenør: SR-Gruppen A/S Arbejde: BSM-KMA				Udgave: 1 Dato: 19.08.2021		
L.nr.	Ref. til AAB/SAB	Emne	Kontrolmetode	Prøvningsfrekvens	Acceptkriterium	Dokumentation	Bemærkninger	Ansvarlig	Udført
		Hvad og hvor kontrolleres	Hvordan kontrolleres	Hvornår kontrolleres og frekvens				Initialer	Dato
14.		Komprimering	Isotopsonde måling og vandindhold bestemmelse ved laboratorie måling.	Efter endt indbygning	Gennemsnit af måleserie ≥ 95,0 Mindsteværdi af måleserie ≥ 92,0	Laboratorierapport fra Eurofins			