

Test af kerner fra 2020 BSMstrækninger Opgave udført for Vejdirektoratet

Rev.02: Komplet rapport inkl. data fra Hjallerup-strækningen





Test af kerner fra 2020 BSM-strækninger

Opgave udført for Vejdirektoratet

Rekvirent:

Vejdirektoratet Att.: Finn Thøgersen Carsten Niebuhrs Gade 43 1577 København V

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut Gregersensvej 4 2630 Taastrup Byggeri og Anlæg

Kvalitetssikring:

Sagsansvarlig: Ole Grann Andersson, tlf. 7220 3209, olan@teknologisk.dk Godkendt af: Maria Felsgård-Hansen, tlf. 7220 1326, mafe@teknologisk.dk

Opgavenr.: 984132

Versionsnr.: Rev.02. Denne endelige version omfatter alle 4 strækninger inkl. korrekte data fra Hjallerup samt enkelte redaktionelle rettelser i sammenfatningen.

30. september 2021

Resultater af Instituttets 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. Instituttets 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.	Indlednir	ng	4
2.	Baggrund	d	4
3.	Prøvning	sprogram	6
4.	Opbored	le kerner	7
5.	Data fra	laboratorietests på BSM-kerner	13
	5.1.	Stivhedsmodul (ITSM), MPa	13
	5.2.	Spaltetrækstyrke og vandfølsomhed	14
	5.3.	Marshall-stabilitet på borekerner	14
6.	Sammen	fatning	15
7.	BILAG 1,	Delresultater fra laboratorietests	16
8.	BILAG 2,	Fotos af borekerner – serie A, Rennebjergvej, BSM-KMA	17
9.	BILAG 3:	Fotos af borekerner - serie B, Rennebjergvej, BSM In-situ	18
10.	BILAG 4:	Fotos af borekerner - serie C, Buesøvej, BSM-KMA	19
11.	BILAG 5:	Fotos af borekerner – serie D, Hjallerup, BSM insitu	20

1. Indledning

Efter aftale med Finn Thøgersen, Vejdirektoratet, har Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg i august og september måned 2021 gennemført en opgave med laboratorieprøvning af opborede kerner fra et udvalg af BSM-strækninger udlagt i 2020.

2. Baggrund

Teknologisk Institut har for Vejdirektoratet gennemført laboratorieprøvning af en række forskellige strækninger, hvor BSM (Bitumen Stabiliseret Materiale) blev udlagt – efter såvel KMA-metoden (produceret på et Kold Mix Anlæg) som efter in-situ-metoden (opfræsning, blanding og udlægning i én arbejdsoperation med speciel maskine). Der er for alle disse strækninger i 2020 udført omfattende laboratorietests af det producerede BSM-materiale og udført komprimeringskontrol med Troxler isotopsonde. Prøvningerne er opsummeret i TI-rapporten "Dokumentation af BSM i 2020, samlet oversigt over BSM-prøvning for Vejdirektoratet", dateret 21. december 2020.

Som opfølgning er det, bl.a. på opfordring fra Vejregelgruppe Dimensionering, besluttet at udtage borekerner fra strækningerne 2, 3, 5 og 8 (se fig. 2.1) til nærmere afprøvning af især det indbyggede materiales stivhedsmodul ved forskellige temperaturer.



Fig. 2.1: Oversigtskort over BSM-strækninger 2020. Blå er KMA, grønne er in-situ.



Vejdirektoratet har på denne baggrund rekvireret en entreprenør til at udtage Ø150 mm borekerner fra begge strækninger på Rennebjergvej i Slagelse Kommune (både KMA og in-situ strækning – mrk. 2 og 3 på fig.2.1) og Buesøvej i Lejre Kommune (KMA, mrk. Nr. 5 på fig. 2.1).. Borekerner fra motorvejen ved Hjallerup (in-situ, mrk. nr. 8 på fig. 2.1) er efterfølgende udtaget af den på strækningen udførende BSM-producent, Arkil Asfalt. Rapporten omfatter således totalt to strækninger med hver af de to BSM-koncepter (KMA / In-situ).

Der er i alt modtaget 9 kerner fra hver af de tre første strækninger, samt 10 kerner fra Hjallerupstrækningen. Enkelte kerner har dog været nedbrudt/knækket under opboringen og har efterfølgende måttet frasorteres, ligesom en enkelt kerne fra Rennebjergvej KMA-strækningen tydeligvis er fejlboret, så kernen er udtaget i et stykke med traditionelt GAB-bærelag og derfor ikke indgår i prøvningen.



3. Prøvningsprogram

Ifølge aftale med rekvirenten havde undersøgelsen følgende formål:

For hver af nedenstående 4 udvalgte 2020-BSM-strækninger indleverer Vejdirektoratet til Teknologisk Institut 9 stk. intakte kerner i Ø150 mm tykkelse. Kernerne udtages af VD's opboringsentreprenør fra følgende 2020-BSM-strækninger:

- A. Rennebjergvej nord, Slagelse, BSM-KMA
- B. Rennebjergvej syd, Slagelse, BSM-in-situ
- C. Buesøvej, Lejre, BSM-KMA
- D. Hjallerup-motorvejen, BSM in-situ.

For hver af disse 4 borekerneserier udføres følgende program:

• Kerner: Renskæring, dimensioner, densitet, fotos, komprimeringsgrad i fht 2020 referenceværdier.

• Stivhedsmodul på 3 kerner, t= 20°C og t=10°C, jf. DS/EN 12697-26, IT-CY (for vurdering af temperaturafhængighed).

• Spaltetrækstyrke våd/tør (25°C), og beregning af vandfølsomhedstal, jf. DS/EN 12697-12, (3 tørre og 3 våde kerner, for bedømmelse af holdbarhed).

• Marshall-stabilitet. Bestemmelse af Marshall-stabilitet, jf. DS/EN 12697-34 (25°C), på 3 kerner fra hver af de i alt 4 borekerneserier.

De opnåede data fra de enkelte strækninger fremgår af de efterfølgende afsnit.



4. Opborede kerner

Alle de af Teknologisk Institut modtagne borekerner er opboret med en diameter på ca. 143 mm. Fotos af de opborede kerner fremgår af efterfølgende fire "gruppebilleder". Det skal for god ordens skyld bemærkes, at en større andel af kernerne – specielt fra Rennebjergvej og Buesøvej - ikke indeholdt BSM-lagets fulde lagtykkelse, idet en del af bunden af kernerne var beskadiget under opboringen. Dette skyldes formodentligt dels vrid/beskadigelse under selve optagningen af de lange kerner, og dels (og væsentligst), at der antageligvis er brugt lige så meget kølevand under opboringen, som normalt anvendes til varmblandet asfalt.

Sydafrikanske Sabita's TG2-manual fra 2020 anfører om dette punkt: When the standard method of extracting 100 mm diameter cores from HMA is adopted, the amount of water added whilst drilling should be kept to an absolute minimum and the rate of penetration kept sufficiently low to prevent erosion and damage. After extraction, core samples must be wrapped individually in a soft cloth and carefully packed for transporting to the laboratory.

Endelig er det sandsynligt, at der for at få kernerne ud af boret typisk er blevet anvendt en frem-ogtilbage-køring af boret, indtil kernen falder ud - og måske endda faldt ned i borehullet igen, hvorefter den blev samlet op med trådbøjler el. lign. Dette kan givetvis også være en medvirkende årsag til det opnåede nedbrud af kernebunde, trods ellers "sunde", intakte BSM-belægninger. Formodningen bekræftes yderligere af, at borekerner fra Rennebjergvej in-situ strækningen har intakt BSM hvor der forekommer et intakt gammelt asfaltlag under BSM-laget. (Ovennævnte kan måske efterfølgende give inspiration til overvejelser om udarbejdelse af en specifik prøvningsmetode for opboring og optagning af BSM-kerner). Det er oplyst, at Arkil ved den afsluttende opboring i Hjallerup har fulgt TG2-manualen. Fotos af de fire kerneserier er gengivet i det efterfølgende (alle kerner i fig. 4.1-4.3 står omvendt på SMA-slidlaget):



Fig. 4.1: De 9 kerner opboret I BSM-KMA på Rennebjergvej. Èn kerne er GAB og to er for korte til at der kan afskæres et intakt BSM-prøvelegeme med højde 60 mm.



INSTITUT



Fig. 4.2: De 9 kerner fra BSM-in-situ på Rennebjergvej. Flere kerner har gammel asfalt under BSM.



Fig. 4.3: De 9 kerner fra BSM-KMA på Buesøvej.



INSTITUT



Fig. 4.4: BSM insitu kerner fra Hjallerup-motorvejen.

Laglykkeisei (Lola	ii, iiiii) ai opoorede	Kerner										-
Serie A	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GNSN	
SR-Gruppen, KMA	Slidlag	61	45	53	49	37	47	47	50	68	51	1
Rennebjergvej	BSM-KMA	42	125	52	117	108	137	130	139	144	110	
Serie B	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GNSN	1
Arkil, Insitu	Slidlag	32	33	29	30	31	32	26	28	29	30	1
Rennebjergvej	BSM insitu	78	105	105	117	96	124	101	112	101	104	1
	Bund, asfalt	104	43	50	0	18	0	0	0	0	24	
Serie C	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	GNSN	1
SR-Gruppen, KMA	Slidlag	52	55	48	48	52	50	49	51	65	52	1
Buesøvej	BSM-KMA	121	121	100	80	118	110	84	98	82	102]
Serie D	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	GNSN
Arkil, Insitu	Slidlag	31	31	31	29	34	32	31	31	30	30	31
Hjallerup	Bindelag	68	59	64	72	62	64	57	54	60	81	64
	BSM insitu	98	89	95	101	96	96	88	85	90	111	95
Signaturforklaring, BSM-kernetilstand			Bund let bes	kadiget			Bund knækket	/beskadiget			BSM OK	1
BSM-beska	idiget - ikke brugbar		Bund udvas	ket/skadet og	konisk		Bund af GAB, f	ejlboret		GI. asfalt un	der BSM	

agtykkelser	(total, m	nm) af op	borede	kerner

Fig. 4.4: Oversigt over lagtykkelser af de enkelte lag for hver af de fire borekerneserier. Signaturforklaringen angiver farvekoderne for kernernes individuelle tilstand.



TEKNOLOGISK



Fig. 4.5: Eksempler på borekerner: C6 t.v. og B3 med underliggende rest af gl. varmbl. asfalt t.h.

Ved besigtigelse af de mange mere eller mindre beskadigede borekerner kunne man fristes til at tro, at BSM-lagenes bund er svag og usammenhængende. Dette afkræftes imidlertid ved besigtigelse af fotos fra borehullerne fra de enkelte positioner.

Det fremgår f.eks. af fig. 4.6, som viser hullet fra ovenfor viste kerne C6, at borehullets sider er pæne og intakte og ikke indikerer øget porøsitet eller svaghed. Borekernernes skader må således i det væsentlige tilskrives den anvendte opboringsprocedure.



TEKNOLOGISK



Fig. 4.6: Borehul ved kerne C6 – intakte sider af borehullet, som ikke indikerer nedbrydning.

Efter opmåling og fotografering af kernerne blev kernerne tilsavet, så der blev opnået BSM-kerner med en højde (lagtykkelse) på ca. 60 mm. Alle prøvelegemer er således fremstillet af de øverste 60 mm af BSM-laget. De enkelte kerners dimensioner og densitet efter tilsavning fremgår af efterfølgende tabel, fig. 4.7.

Densitet og højder	Densitet og højder: Tilsavede BSM-borekerner for laboratorietests (øverste 60 mm) - Kernediameter ca. 143 mm.												202	2020 data	
Serie A	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9		GNSN	Troxler	Ref.vibr.	
SR-Gruppen, KMA	Lagtykk (mm)		61,6		62,2		61,5	61,7	61,6	61,7		61,7			
Rennebjergvej	Densitet (Mg/m³)		1,954		2,034		2,011	1,942	2,029	1,942		1,985	1,969	1,868	
Serie B	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9		GNSN			
Arkil, Insitu	Lagtykk (mm)	60,4	60,8	60,7	60,4	60,7	60,6	60,7	60,7	60,7		60,6	1		
Rennebjergvej	Densitet (Mg/m³)	2,055	2,069	2,073	1,978	2,239	2,04	2,039	2,06	2,037		2,066	2,036	1,920	
														1	
Serie C	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9		GNSN			
SR-Gruppen, KMA	Lagtykk (mm)	61,5	61,2	61,7	60,5	61,4	61,5	61	61,4	61,7		61,3	1		
Buesøvej	Densitet (Mg/m³)	2,045	2,027	2,035	1,947	2,007	1,964	2,085	1,994	1,982		2,010	1,929	1,915	
Serie D	Kerne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	GNSN			
Arkil, Insitu	Lagtykk (mm)	60,4	60,7	60,3	60,7	61,1	60,5	60,8	60,6	60,2	60,3	60,6	1,858 (h)		
Hjallerup	Densitet (Mg/m³)	1,949	1,993	2,058	2,068	1,954	2,107	1,975	2,028	2,061	1,949	2,014	1,865 (v)	1,847	

Fig. 4.7: Lagtykkelser og densiteter på de 4 borekerneserier.

Figur 4.7 viser i tabelform de opnåede densiteter (geometrisk, jf. DS/EN 12697-6) på de fire borekerneseriers testlegemer, vist for hver enkelt kerne og lag, samt middelværdier. Til sammenligning er yderst til højre i tabellen indsat værdier for opnåede densiteter fra komprimeringskontrol med Troxler isotopsonde, samt laboratorie-referencedensiteter fra udførelsen i 2020 (jf. afrapporteringer fra udførelsen af de enkelte strækninger).



TEKNOLOGISK

Det ses, specielt for serie A-C, at der er fornuftig korrelation imellem de gennemsnitligt opnåede densiteter bestemt på borekerner (2021) og tørdensiteter bestemt med Troxler (2020). Dette underbygger, at hurtige Troxler-målinger kan benyttes i stedet for at skulle afvente styrkeopbygning før der efterfølgende kan udtages borekerner.

De i 2020 opnåede referencedensiteter fra vibrationsindstampning i laboratoriet af nyproduceret BSM ligger lidt lavere end de i praksis på borekerner opnåede densiteter (se fig. 4.7, kolonnen længst til højre). Dette skal dog ses i lyset af, at der på daværende tidspunkt i 2020 i laboratoriet blev fulgt en indstampningsmetode, som angivet af Wirtgen/Sabita, hvor densiteten fra modificeret Proctor-forsøg styrer laboratorieindbygningen. Denne metode er i de senere danske forsøg blevet erstattet af en ny, alternativ tilgang, hvor der uanset Proctor-værdier komprimeres med vibration med fast energi på 2x60 sekunder (fast komprimeringsenergi, som f.eks. også anvendt ved Marshall-indstampning og vibrationsindstampning af varmblandet asfalt). Den nye metode (ny prVD prøvningsmetode er under udarbejdelse) giver højere densiteter og ville givetvis ligge tæt op ad borekernedensiteterne.



Fig. 4.8: Data og beskrivelser fra de i 2020 udførte BSM-teststrækninger er gengivet i dokumentationsrapporten fra 2020, som kan downloades fra Vejdirektoratets og Teknologisk Instituts hjemmesider.



5. Data fra laboratorietests på BSM-kerner

De opnåede resultater fra laboratorietests af BSM-kernerne fremgår af de efterfølgende delafsnit.

På grund af kernernes varierende tilstand fra opboringen, er variationen imellem de enkelte kerner større end typisk set for laboratoriefremmstillede prøvelegemer. De bedste (mest intakte) legemer fra hver serie er først anvendt til ikke-destruktiv stivhedsmodulbestemmelse ved 10°C, herefter ved 20°C og til sidst som del af vandfølsomhedstesten. De dårligste kerner (med størst afskalninger) er anvendt til Marshall-stabilitetstesten. For BSM-KMA på Rennebjergvej er vandfølsomhed og Marshallstabilitet kun udført som dobbeltbestemmelser, grundet at 2 prøvelegemer måtte frasorteres og et var fejlboret.

En komplet oversigt over del-bestemmelser før afskæring af outliers fremgår af bilag 1.

Strækning	ITSM 10°C kerner	ITSM 20°C kerner	ITSM 20°C 2020 lab.
A. Rennebjergvej KMA	2.937	1.771	1.144
B. Rennebjergvej Insitu	3.060	1.677	799
C. Buesøvej, KMA	2.427	1.411	773
D. Hjallerup-motorvej	2.435	1.685	619 og 1.460
Middel	2.715	1.636	959

5.1. Stivhedsmodul (ITSM), MPa

Fig. 5.1.1: Gennemsnitligt opnåede stivhedsmoduler ved 10 og 20°C på borekerner, samt 2020-målinger på laboratorieindstampede prøvelegemer.

Det ses af data i fig. 5.1.1, at der for de fire strækninger i gennemsnit er opnået et stivhedsmodul ved 10°C på ca. 2.700 MPa og ved 20°C på ca. 1.600 MPa.

<u>Stivhedsmodulet stiger således med ca. en faktor 1,7 ved at sænke temperaturen fra 20 til 10°C,</u> hvilket størrelsesordensmæssigt stemmer pænt overens med tidligere (2020) bestemmelser på laboratorie-fremstillede prøvelegemer (faktor 1,8).

Ved sammenligning af de to kolonner længst til højre ses desuden, at de opnåede stivhedsmoduler ved 20°C på borekerner i gennemsnit også er en faktor ca. 1,7 gange højere end hvad der blev opnået på laboratorieindstampede og curede prøvelegemer ved 20°C i 2020.

Ud fra disse data må det konkluderes, at

- BSM's stivhedsmodul tydeligt er temperaturafhængigt og at
- Det i marken opnåede stivhedsmodul er i praksis væsentligt højere end de initialt i laboratoriet bestemte værdier.
- Stivhedsmodulerne indikerer, at man ved dimensionering af BSM bør regne med højere Emoduler end oprindeligt antaget i 2020 ud fra FWD-målinger og MMOPP-beregninger.

INSTITUT

Strækning	Spaltetræk-	Spaltetræk-	Vandfølsom-	Vandfølsomhed	
	styrke, tør (kPa)	styrke, våd (kPa)	hed, ITSR (%)	lab. 2020 (%)	
A. Rennebjergvej KMA	298	210	71	75	
B. Rennebjergvej Insitu	348	325	93	91	
C. Buesøvej, KMA	375	259	69	93	
D. Hjallerup-motorvej	278	225	81	76	
Anbefalet krav TG2	>225	>125	<u>></u> 70		

5.2. Spaltetrækstyrke og vandfølsomhed

Fig. 5.2.1: Gennemsnitligt opnåede data for spaltetrækstyrke ved 25°C af tørt/vådt lagrede kerner, samt beregnet vandfølsomhedsmodstand (ITSR). Til sammenligning er angivet de i 2020 fundne lab.data og sydafrikanske Sabita's anbefalinger (TG2 2020).

Det ses af fig. 5.2.1, at alle fire kerneserier overholder TG2's anbefalede kravværdier for såvel den tørre som våde spaltetrækstyrke. Ved sammenligning med laboratoriedata fra vibrationsindstampede prøver i 2020 ses for Hjallerup-strækningen og de to Rennebjergvej-strækninger god overensstemmelse, hvorimod vandfølsomhedstallet for kernerne fra Buesøvej ligger lavere end fundet i 2020. Alle spaltetrækstyrkeværdier ligger langt over TG2's anbefalede krav-værdier og antyder dermed, at der (i hvert fald over tid) sker en større styrkeudvikling af BSM i marken end opnået på laboratorieindstampede og -curede (ovnhærdede) legemer.

5.3. Marshall-stabilitet på borekerner

Strækning	Marshall-stabilitet, 25°C (kN)
A. Rennebjergvej KMA	12,5 (8,3 – 16,7)
B. Rennebjergvej Insitu	14,6
C. Buesøvej, KMA	13,2
D. Hjallerup-motorvej	15,9

Fig. 5.3.1: Marshall-stabilitet ved 25°C på borekerner (Ø143 x 60 mm).

Det fremgår af figur 5.3.1, at der for de fire borekerneserier er opnået en gennemsnitlig Marshall-stabilitet ved 25°C på ca. 14 kN. Det skal her bemærkes, at der for serie A kun var to prøvelegemer til rådighed, som ikke var ideelt intakte (derfor er både middel og enkeltværdier angivet i tabellen). For serie D (Hjallerup) er kerne 6 frasorteret som outlier, da den har afvigende høj styrke og stivhedsmodul og samtidigt visuelt mere ligner en GAB end BSM og måske derfor kan være fejlboret. Alle borekerner viser således stabilitetsværdier langt over 10 kN. TG2 angiver ikke anbefalede kravværdier for Marshall-test, ligesom der heller ikke blev gennemført Marshall-stabilitetstest på de laboratorieindbyggede prøvelegemer i 2020.



6. Sammenfatning

Der er medio 2021 opboret 9-10 kerner i hver af de 4 testede BSM-strækninger udlagt i 2020. Alle strækningernes produktionsdata fremgår af tidligere udarbejdede TI-rapporter, udarbejdet for Vejdirektoratet.

Ved test på prøvelegemer udsavet af de øverste 6 cm af BSM-borekerner ses følgende:

- Stivhedsmodul ved 20°C på ca. 1.600 MPa
- Stivhedsmodul ved 10°C på ca. 2.700 MPa. Der ses for stivhed ved 10°C en faktor på ca. 1,7 gange stivheden v/20°C, hvilket dokumenterer, at BSM dimensioneringsmæssigt ikke opfører sig som et ubundet materiale. Stivhedsmodulerne er i øvrigt væsentligt højere end først antaget ud fra traditionel dansk beregning fra faldlodsmålinger.
- Spaltetrækstyrkeværdier langt over sydafrikanske TG2 2020's anbefalede krav
- Vandfølsomhedsdata lidt lavere end initialt, men OK i fht. vejl. kravværdi \geq 70%.
- Marshall-stabilitet v/25°C på ca. 14 kN pænt høje værdier, trods ikke-ideelle prøvelegemer.
- Densitetsbestemmelser målt på borekerner fra 2021 stemmer i det væsentlige overens med Troxler isotopsonde-data fra samme strækninger i 2020 og bekræfter, at hurtige Troxler-målinger (korrigeret for vandindholdet) kan erstatte borekerner, som skal afvente styrkeopbygning før opboring.



7. BILAG 1, Delresultater fra laboratorietests

Nedenstående tabel giver et overblik over samtlige delresultater fra bestemmelser af stivhedsmoduler, Marshall-stabiliterer, spaltetrækstyrker og vandfølsomhedstal.

Ved databehandling og konklusioner i rapporten er de i tabellen orange-markerede data frasorteret som outliers. De gulmarkerede felter angiver de i rapporten anvendte data efter evt. frasortering af outliers.

SR-Grp Re	ennebjerg	gvej BSM-l	KMA										
Kerne-		10°C			20°C		Kerne-	Marshall-t	test 25°C	Kerne-	Vandføls	omhed (sp	altetræk
nr	Α	В	GNSN	Α	В	GNSN	nr.	Stab (kN)	Def (mm)	nr.	tør (kPa)	våd(kPa)	ITSR (%)
A2	2695	3076	2886	1682	1753	1718	A4	16,7	5,7	A2+A6	310	186	60
A6	3214	3190	3202	1892	1969	1931	A7	8,3	5,2	A8+A9	286	233	81
A8	2862	2583	2723	1683	1649	1666	For Mars	shall-test og var	ndfølsomhed va	r der kun nok	kerner til dob	beltbestemme	else
			2937			1771	Gnsn	12,5	5,5	Gnsn	298	210	71
Sammenli	gnende væ	rdier fra 20	020 laborat	orieprøvni	ng:	1144							75
Arkil Ren	nebjergv	ej BSM Ins	situ										
Kerne-		10°C			20°C		Kerne-	Marshall-t	test 25°C	Kerne-	Vandføls	omhed (sp	altetræk
nr.	Α	В	GNSN	Α	В	GNSN	nr.	Stab (kN)	Def (mm)	nr.	tør (kPa)	våd(kPa)	ITSR (%)
B1	4229	4398	4314	2401	2370	2386	B4	14,7	5,5	B3+B1	465	532	114
B2	3321	3413	3367	1764	1785	1775	B6	13,1	5,5	B5+B2	428	444	104
B9	2799	2708	2754	1623	1537	1580	B7	15,9	5,4	B8+B9	348	325	93
Middel			3478			1913	Gnsn	14,6	5,5	Gnsn	414	434	104
	Uden B1 d	outlier da:	3060			1677				Uden B3+B	1 og B5+B2 o	utlier da:	93
Sammenli	gnende væ	rdier fra 20	020 laborat	orieprøvni	ng:	799							91
SR-Grp Bu	uesøvej Lo	eire BSM-l	КМА										
Kerne-		10°C			20°C		Kerne-	erne- Marshall-test 25°C			Vandføls	omhed (sp	altetræk
nr.	Α	В	GNSN	Α	В	GNSN	nr.	Stab (kN)	Def (mm)	nr.	tør (kPa)	våd(kPa)	ITSR (%)
C1	2800	2817	2809	1513	1498	1506	C4	10,0	5,2	C1+C5	405	276	68
C5	2466	2535	2501	1302	1330	1316	C7	16,6	5,6	C2+C3	345	242	70
C8	2045	1899	1972	996	1033	1015	C9	13,1	5,1	C6+C8	267	153	57
Middel 2427						1279	Gnsn	13,2	5,3	Gnsn	339	224	65
				Uden C8 d	outlier da	1411				Uden C6+	C7 outliers	da	69
Sammenli	gnende væ	rdier fra 20	020 laborat	orieprøvni	ng:	773							93
Auto Link		A Incites											

A KI IIja	and infancial point insta												
Kerne-	10°C 20°C						Kerne-	Marshall-t	est 25°C	Kerne- Vandfølsomhed (sp			altetræk
nr.	Α	В	GNSN	Α	В	GNSN	nr.	Stab (kN)	Def (mm)	nr.	tør (kPa)	våd(kPa)	ITSR (%)
6	3743	3765	3754	2164	2115	2140	6	21,3	4,5	1+10	292	244	84
8	2119	2297	2208	1422	1506	1464	8	15,6	5,4	2+5	305	123	40
9	2414	2390	2402	1789	1589	1689	9	16,2	3,8	3+7	263	206	78
10	2815	2576	2696	1856	1948	1902							
Middel			2765			1799	Gnsn	17,7	4,6	Gnsn	287	191	67
Uden kerne 6 outlier da: 2435				1685	Uden kerne 6 outlier, stab.: 15,9 Uden D2+5				5 outliers a	la	81		
Sammenlig	Sammenlignende værdier fra 2020 laboratorieprøvning: 619 - 1460												76

8. BILAG 2, Fotos af borekerner – serie A, Rennebjergvej, BSM-KMA



A1.jpg



A2.jpg



A3.jpg



A4.jpg



A5.jpg



A6.jpg



A7.jpg



A8.jpg



A9.jpg

9. BILAG 3: Fotos af borekerner - serie B, Rennebjergvej, BSM In-situ



Bemærk, at der sidder eksisterende, gammel asfalt under de tre første kerner. Dette har bevirket, at BSM-kernedelene er helt intakte.

Bemærk endvidere de store makadam-sten i flere kerner, som stammer fra den underliggende, gamle makadam-belægning på Rennebjergvej-strækningen.

10. BILAG 4: Fotos af borekerner - serie C, Buesøvej, BSM-KMA







C3.jpg



C4.jpg



C5.jpg



C6.jpg



C7.jpg



C8.jpg



C9.jpg



11. BILAG 5: Fotos af borekerner – serie D, Hjallerup, BSM insitu.





D4.jpg



D7.jpg



D10.jpg



D2.jpg



D5.jpg







D6.jpg



D9.jpg