



Dokumentation af BSM In-situ,
udlagt på Ørbækvej i Faaborg-
Midtfyns Kommune
Prøvning udført for Vejdirektoratet



TEKNOLOGISK
INSTITUT

December 2020



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Dokumentation af BSM In-situ, udlagt på Ørbækvej i Faaborg-Midtfyns Kommune.

Prøvning udført for Vejdirektoratet

Rekvirent:

Vejdirektoratet
Videnskoordinering og vejstandarder
Carsten Niebuhrs Gade 43, 5. sal
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 Felsing-Hansen, tlf. 7220 1326, mafe@teknologisk.dk

Opgavenr.: 2008194 - H

Versionsnr.: 01

10. december 2020

Resultater af Institutets 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. Institutets 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.	Ørbækvejs oprindelige opbygning	6
4.	BSM in-situ renoveringen – trin for trin.....	8
5.	Laboratoriedata fra BSM in-situ på Ørbækvej	10
5.1.	Sammensætningskontrol, BSM	10
5.2.	Referencedensitet	11
5.3.	Stendensitet og hulrumsberegning.....	12
5.4.	Vandfølsomhed	12
5.5.	Stivhedsmodul.....	13
6.	Afsluttende arbejder	14



1. Indledning

Efter aftale med Henrik Majlund, Vejdirektoratet, har Teknologisk Institut, Byggeri og Anlæg i perioden juli 2020 gennemført den i denne rapport beskrevne prøvning og dokumentation af BSM in-situ fremstillet af Arkil Asfalt på en delstrækning af Ørbækvej i Faaborg-Midtfyns kommune. Laboratorieprøvningen er gennemført som en del af Teknologisk Instituts kontraktopgave for Vejdirektoratet om BSM-laboratorydelser inkl. udredning og afrapportering, 2020.

De i denne rapport omtalte prøvningsmetoder følger retningslinjer som anvendt i BSM-tests i Vejdirektoratets gennemførte forsøgsrække i 2019-20. Rapporten fra 2019-forsøgene er publiceret på:

- Vejdirektoratets vejregel-hjemmeside: <https://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=BSM&docid=vd20200010-full> - såvel som på:

- Teknologisk Instituts hjemmeside: <https://www.teknologisk.dk/projekter/koldblandet-asfalt-baerelag-bsm/41567?cms.query=BSM>

2. Baggrund

Denne rapport indgår som en delrapport i Vejdirektoratets videns- og dokumentationsarbejde for indsamling af danske erfaringer for anvendelse af Bitumen-Stabiliseret Materiale, BSM.

Rapporten belyser de fundne data og opnåede erfaringer fra udførelsen af en BSM In-situ strækning, som er udført af Arkil Asfalt på en del af Ørbækvej i Faaborg-Midtfyns kommune.

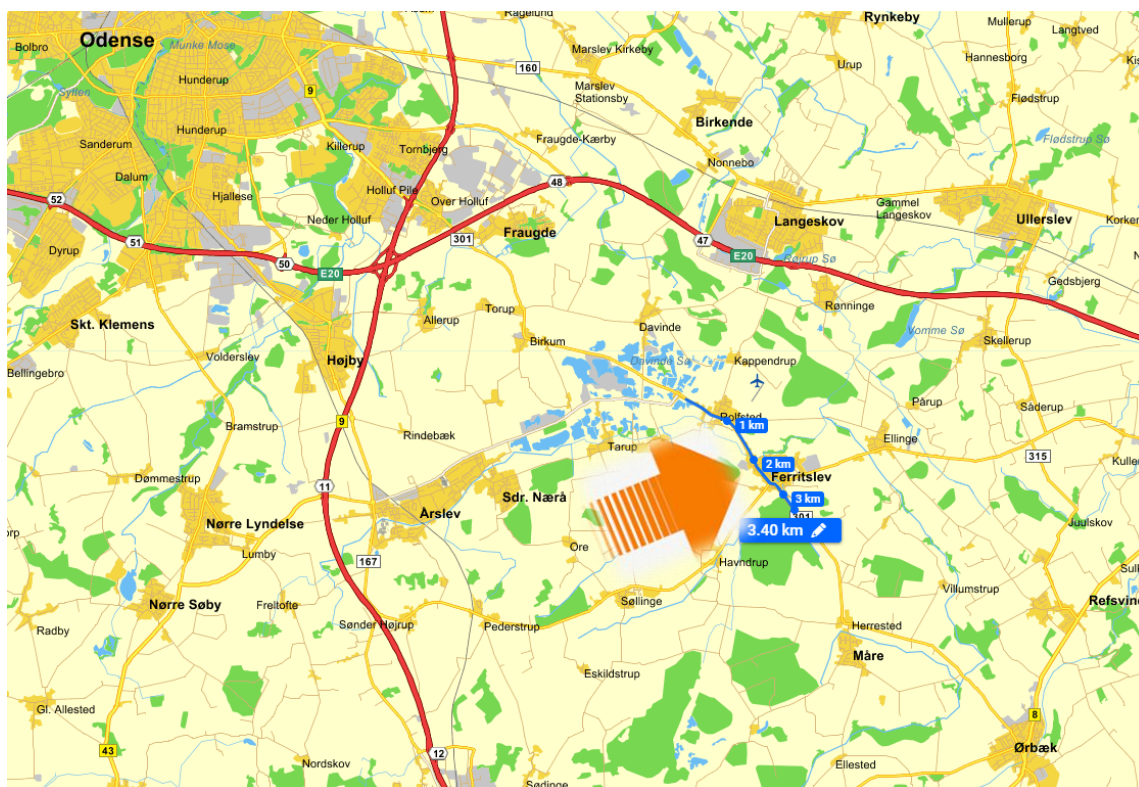


Fig. 2.1: BSM-arbejdet er udført på den blåmarkerede del af Ørbækvej, som forbinder Odense og Ørbæk. Den berørte strækning er ca. 3,4 km lang og passerer byerne Rolfsted og Ferritslev. (Kortkilde: Krak.dk)



Fig. 2.2: Projektet omfatter en ca. 3.400 m lang strækning af Ørbækvej, startende i den nordlige ende ca. 100 m syd for Rolighedvej og afsluttende ca. 500 m syd for Ferritslev. Strækningen har en vej-bredde på ca. 8 meter (Kortkilde: Krak.dk).



3. Ørbækvejs oprindelige opbygning

Ørbækvejs aldrende belægning har igennem nogen tid været udfordret. Det blev derfor besluttet, at vejbelægningen skulle fornyes ved udførelse af BSM-in-situ-stabilisering i 12 cm dybde, afsluttet med et nyt fulddækkende slidlag af 80 kg/m² varmblandet skærvemastiks, SMA 8. Da vejens eksisterende bredde var ca. 8 m, var der ikke behov for overvejelser om samtidig sideudvidelse.

De indledningsvis udførte prøveboringer viste, at den gamle opbygning i det væsentlige bestod af 12-27 cm gammel asfalt, gennemsnitligt ca. 16 cm, udlagt ovenpå et groft stabilt grus bærelag.



Fig. 3.1: Eksempler på borekerner af gamle asfalt fra henholdsvis den nordlige og sydlige del af strækningen. Enkelte steder kunne ikke optages intakte kerner.



Fig. 3.2: Ørbækvej-strækningen før reovering, set fra nordlige del mod syd (Kilde:Google maps 2019)



Fig. 3.3: En stor del af Ørbækvej-strækningen ligger i åbent land (Kilde: Google maps, 2019).



Fig. 3.4: Strækningen løber i den sydlige del også midt gennem Ferritslev by (Kilde: Google maps, 2019).



4. BSM in-situ reoveringen – trin for trin

Ved det konkrete arbejde blev de øverste ca. 12 cm af den eksisterende asfaltbelægning gennemfræsset og bitumenstabiliseret i én kontinuerlig arbejdsoperation med Arkil Asfalts Wirtgen CRI maskine, som in-situ fremstiller BSM. Forinden gennemfræsningen blev der udspredd cement i en mængde sv.t. at opnå ca. 1% cement som klæbeaktiv filler i den færdige BSM-belægning.

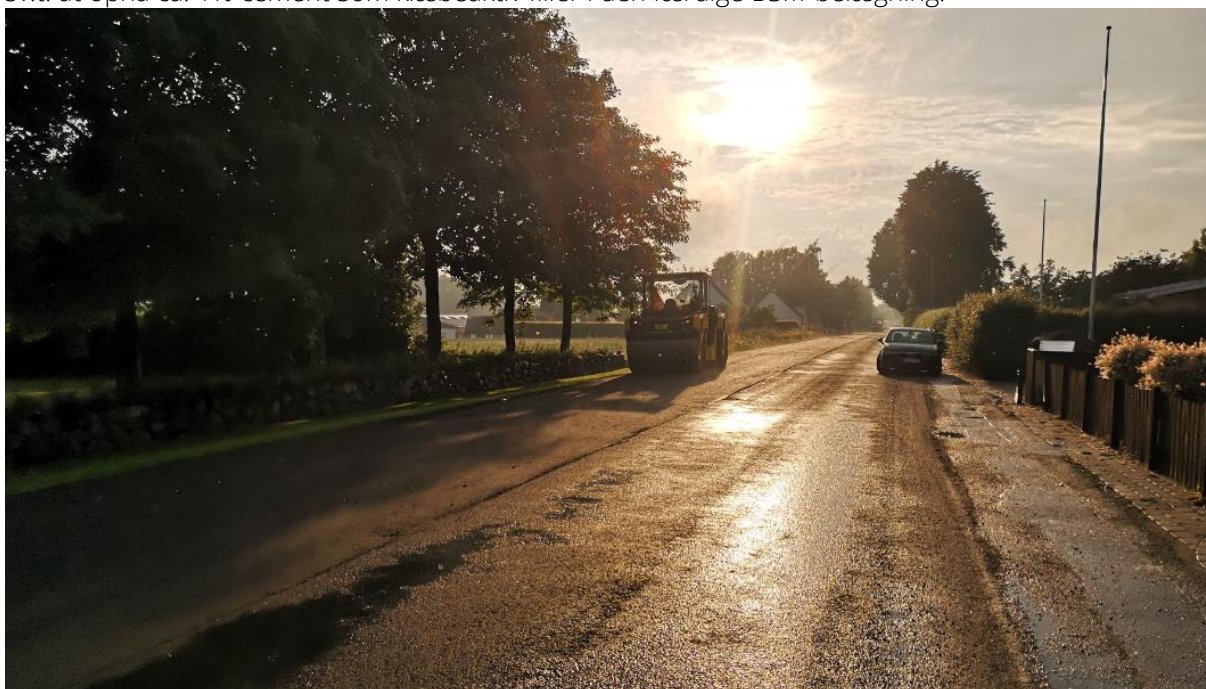


Fig. 4.1: Komprimering af BSM i lyset af nedgående sol – arbejdet blev gennemført som natarbejde.

Ved BSM-arbejdet benyttes et længere "maskintog" (fig. 4.2) bestående af (1) cementspreder (klæbeaktiv filler), (2) vandtankvogn (procesvand), (3) bitumentankbil, (4) Wirtgen CRI-fræse/mixer BSM-maskine (hvor den netop affræsede asfalt stabiliseres med en lille mængde varm, opskummet bitumen), (5) asfaltudlægger (udlægger den netop producerede BSM i korrekt mængde og profil) samt efterfølgende både (6) glatvalset vibrationstromle og (7) tung gummihjulstromle for at sikre god komprimering i hele lagets dybde. Afslutningsvis blev der på traditionel vis udlagt et varmblandet asfaltslidlag af typen SMA 8 i en mængde af 80 kg/m², efterfulgt af ny vejmarkering.



Fig. 4.2: "Udlægningstog" for in-situ BSM produktion og udlægning (kilde: Wirtgen).



Fig. 4.3: BSM in-situ udlægningstoget i fuld gang på Ørbækvej. Arbejdet blev udført som natarbejde ultimo juni, hvor der kun er ganske kort tid mørkt.



Fig. 4.4: Efter CRI-maskinens forvandling af gammel asfalt til ny BSM in-situ, blev den friske BSM udlagt med en bagvedkørende traditionel asfaltudlægger.



5. Laboratoriedata fra BSM in-situ på Ørbækvej

Dette afsnit beskriver de fundne data fra en laboratorieprøve udtaget af BSM-produktionen på Ørbækvej-projektet i Faaborg-Midtfyns Kommune natten mellem 29. og 30. juni 2020.

5.1. Sammensætningskontrol, BSM

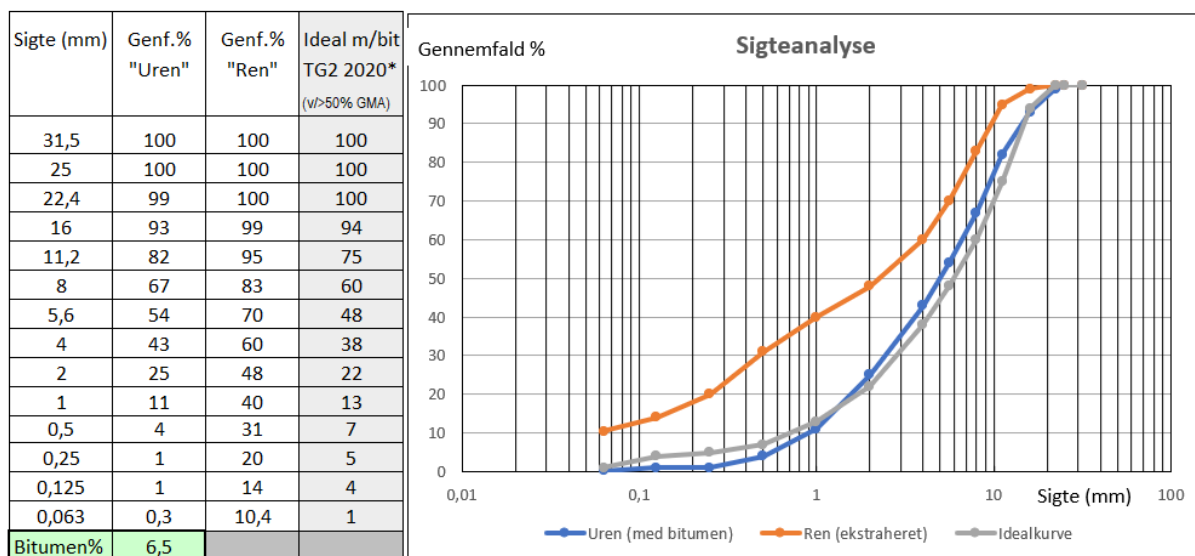
Arkil Asfalt udtog i dette tilfælde laboratorieprøven af det friskproducerede BSM-materiale ved asfaltudlæggerens strygejern. Prøven blev udtaget i lufttætte plastspande med låg og hastet til Teknologisk Instituts laboratorium i Taastrup, hvor prøveemnefremstilling forskriftsmæssigt kunne foretages tidligt næste morgen, indenfor ca. 4 timer fra prøveudtagningen.

Følgende data er opnået for sigteanalyse af det in-situ fremstillede BSM-produkt, henholdsvis før og efter ekstraktion, samt bestemmelse af prøvens samlede bindemiddelindhold (bitumenindhold fra genbrugsasfalten plus indhold fra tilsat skumbitumen i BSM). Anvendte testmetoder: DS/EN 12697-1:2020, DS/EN 12697-2:2019.

Sammensætningskontrol

Sigteanalyse og bindemiddelindhold

Lab.nr. 2008194-H30



*) TG2's idealkurve for BSM med >50% impact crushed genbrug (Table 4.7, TG2 Manual, Sabita, 2020)

Fig. 5.1.1: Sigteanalyse og bindemiddelindhold for BSM-In-situ produceret 29-30/6-2020, både "urene" sigtekurver for den "rå" BSM med bitumen og sigtekurver for det "rene" stenmateriale efter udvaskning af bitumen.

I figur 5.1.1 er der til sammenligning med de to dagsproduktioners opnåede sigtekurver tillige indsat en "idealkurve" fra sydafrikanske Sabita's TG2-manual, 2020, for "uren"/"rå" BSM, hvis denne er fremstillet på min. 50% genbrugsasfalt og efterbehandlet gennem en slagknuser. Det ses – som ventet – at den in-situ fremstillede BSM's "urene" sigtekurve er mindre finstofholdig end denne "idealkurve", hvilket viser, at CRi-maskinens behandling af genbrugsasfalten er en smule mindre nedknusende end for et traditionelt affræset og efterfølgende knust genbrugsasfaltmateriale. Ved betragtning af den "rene"



sigtekurve for den producerede BSM ses endvidere, at der kun forekommer få reelle stenpartikler større end 11,2 mm.



Fig. 5.1.2: Der forekom enkelte store sten i BSM-materialet, som blev frasorteret før analyse gennemførelsen.

5.2. Referencedensitet

Der er på materialet dels foretaget vibrationsindstamping af Ø150 mm prøvelegemer efter TG2/-Wirtgens metode, dels fremstillet Ø100 mm Marshall-legemer ved 2x50 og 2x75 slag (DS/EN 12697-30:2018). Alle indbygningsformer er foretaget ved 20°C jf. Wirtgens retningslinjer og TG2-manualen.

Det blev allerede i 2019 konstateret, at standard-referenceindbygningsmetoden med vibration indtil en fast referencedensitet er opnået, virker "svag", set i forhold til alternativ Marshall-indstamping. Ved testserien er derfor anvendt såvel vibration som Marshall-indstamping ved 2x50 slag og 2x75 slag.

De opnåede densiteter er følgende (geometrisk bestemt, DS/EN 12697-6:2020):

Dato / metode	Vibration	Marshall 2x50 slag	Marshall 2x75 slag
29-30/6-2020	1,930	1,950	2,007

Tabel 5.2.1: Laboratoriebestede referencedensiteter ved vibration og Marshall-indstamping. Alle densiteter er oplyst i Mg/m³.



5.3. Stendensitet og hulrumsberegning

Der er på det ekstraherede stenmateriale foretaget bestemmelse af stendensitet (DS/EN 1097-6), efterfulgt af hulrumsberegning på basis af DS/EN 12697-8:2018. Resultatet fra produktionen 11/6 og 12/6 fremgår af efterfølgende tabel:

Kontroldata			Vibration		Marshall 2x50		Marshall 2x75	
Dato	Bit%	Stendens. Mg/m ³	Densitet Mg/m ³	Hulrum %	Densitet Mg/m ³	Hulrum %	Densitet Mg/m ³	Hulrum %
29-30/6- 2020	6,5	2,723	1,930	21,4	1,950	20,6	2,007	18,3

Tabel 5.3.1: Hulrumsberegning på basis af tre forskellige referencedensiteter.

Som det fremgår af ovenstående, har BSM-materialet uanset valgt referencedensitetsmetode et ret stort hulrum på omkring 20%, hvilket dog erfaringsmæssigt ikke er overraskende eller unormalt for det punktvis bundne materiale. Samme niveau ses typisk fra andre BSM-produktioner, uanset om der anvendes in-situ eller KMA-metode (Kold Mix Anlæg: produktion på separat mobilt blandedanlæg).

5.4. Vandfølsomhed

Vandfølsomheden af BSM-materialet er testet på både vibrationsindstampede prøvelegemer (Wirtgen vibrationshammer) og Marshall-indstampede prøvelegemer (DS/EN 12697-30:2018). Vandfølsomhedstesten er gennemført jf. DS/EN 12697-12:2018, idet der dog jf. Wirtgens anvisninger er anvendt en testtemperatur på 25°C og de våde legemer er vandlagret 24 timer i vandbad ved 25°C



Fig. 5.4.1: Spaltetrækstyrkebestemmelse af Marshall-indstampet prøvelegeme.

Følgende data er opnået for produktionen 29-30/6:

Indbygningsmetode:	Vibration	Marshall 2x50 slag	Marshall 2x75 slag
Spaltetrækstyrke, tør (kPa)	116	150	201
Spaltetrækstyrke, våd (kPa)	108	139	199
Vandfølsomhed (ITSR) (%)	93,1	92,4	98,9

Tabel 5.4.1: Data for spaltetrækstyrketest af tørre og våde legemer samt beregnet (modstand mod) vandfølsomhed.



Som det fremgår af tabellen, er der, uanset valgt referenceindbygningsmetode, opnået fine værdier for vandfølsomhedsmodstand (vedhæftningsevne), varierende fra 92 til 99%. Det skal bemærkes, at for de vibrationsindstampede legemer, er de opnåede spaltetrækstyrkeværdier relativt lave (stigende fra vibration via Marshall 2x50 slag til Marshall 2x75 slag), men da dette gælder både for tørre og våde legemer, influerer det ikke på vandfølsomhedsberegningen.

5.5. Stivhedsmodul

Der er for såvel de vibrations- som Marshall-indstampede prøvelegemer bestemt stivhedsmodul ved 20°C i henhold til DS/EN 12697-26:2018, IT-CY. Følgende data er opnået for stivhedsmodul ved 20°C:

Dato / indb.metode	Vibration	Marshall 2x50 slag	Marshall 2x75 slag
29-30/6-2020	680	514	819

Tabel 5.5.1: Data for stivhedsmodulbestemmelse ved 20°C.

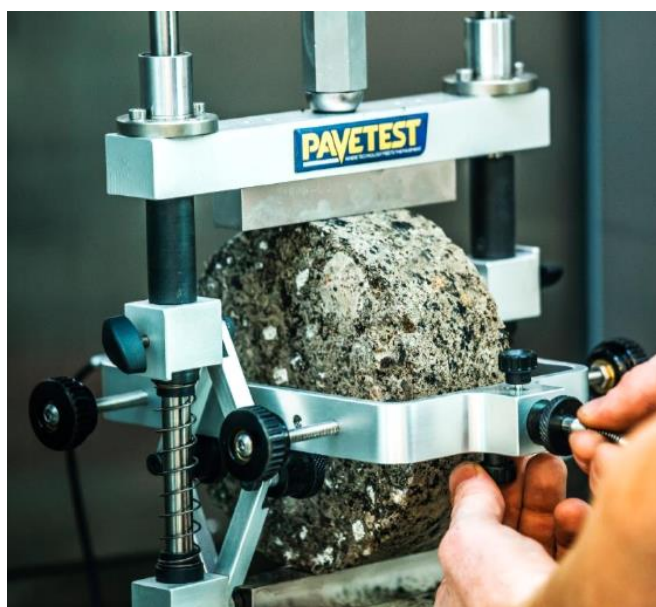


Fig. 5.5.1: Opstilling til stivhedsmodul-bestemmelse med hydraulisk DTS-30 testudstyr fra Pavetest

Det ses, at BSM-materialet gennemsnitligt udviser værdier for materialestivheden på ca. 700 MPa, hvilket umiddelbart indikerer en rimelig bæreevne.



6. Afsluttende arbejder



Fig. 6.1: Komprimering af BSM in-situ – "Grøn", bæredygtig belægning i grønne omgivelser.

I forbindelse med dette arbejde er der ikke udført komprimeringsprøvning af det udførte BSM-lag.

Belægningsarbejdet er afsluttet med et fulddækkende SMA-slidlag og ny vejmarkering.