

Ny vejregel

for in situ fremstillet BSM

Bærelagsmaterialet BSM (Bitumen Stabiliseret Materiale) har efterhånden vundet indpas til vedligehold og konstruktion af danske veje. I 2021 udkom den første udbudsforskrift for BSM fremstillet på mobil anlæg (BSM-KMA) [1]. Ved udgangen af 2022 udkom næste udbudsforskrift for in situ fremstillet BSM [2], hvor den eksisterende belægning opfræses og bitumenstabiliseres i én arbejdsoperation, direkte på den gamle vej. Da BSM fremstilles uden opvarmning, opnås store energi- og CO₂-besparelser [3]. Med de nye BSM udbudsforskrifter og en 2022-opdateret håndbog for dimensionering af vejbefæstelser [4] er grundlaget skabt for at bygherrer nu kan udbyde BSM-løsninger på vej-regel-grundlag.



AF HENRIK MAJLUND
Vejdirektoratet
henm@vd.dk



**AF OLE GRANN
ANDERSSON**
Teknologisk Institut
olan@teknologisk.dk

BSM er et relativt nyt produkt på det danske marked. BSM har igennem de seneste år vundet hastig udbredelse i den danske vejsektor, med baggrund i et omfattende prøvnings- og dokumentationsprogram gennemført i regi af Vejdirektoratets vejregelarbejde og med Teknologisk Institut som test- og udviklingslaboratorium. BSM fremstilles i en uopvarmet proces, typisk på basis af knust genbrugsasfalt. Som bindemiddel tilsættes ca. 2-2,5% ny vejbitumen. Ved tilsætning af vand og trykluft omdannes den varme bitumen (eneste varme komponent) til skumbitu-

men. Herved øges bindemidlets volumen kraftigt (10-50 gange), så der opnås bedre fordeling og "smøreeffekt" i blandingen. Desuden tilsættes knap 1 % cement som klæbeaktiv filler, samt lidt vand som "smøremiddel" for komprimeringen. Slutproduktet bliver et punktvis bundet bærelagsmateriale, som kan indgå i vejopbygninger i stedet for traditionelle, varmblandede asfaltbærelag, eller som supplement til disse.

BSM kan fremstilles på to forskellige måder – enten som BSM-KMA på et mobil Kold Mix Anlæg, eller in situ direkte på vejen, fremstillet med specielle »



Øverst: Princip for fremstilling af BSM-in situ med CRi-maskine.
Nederst: Princip for fremstilling af BSM-in situ med WR-maskine
Kilde: Wirtgen



Fræseforsøg: I forgrunden to 1m-fræsere med henholdsvis standard- og finvalse. I baggrunden en Wirtgen CRi BSM fræse-/stabiliseringsmaskine.



Principskitse, fremstilling af BSM-in situ direkte i fræsekammeret. Kilde: Wirtgen.

fræse-/stabiliseringsmaskiner. Slutproduktet bliver – uanset valgt fremstillingsmetode – det punktvis sammenbundne, men stærke og sporkøringsresistente bærelagsmateriale BSM. Da det således gælder, at "BSM er BSM" uanset metodevalg, kunne man jo umiddelbart tænke, at det var unødvendigt at udarbejde to forskellige udbudsforskrifter for de to BSM-varianter. Årsagen ligger dog i detaljen: Når man fremstiller BSM ved KMA-metoden, bliver produktet fremstillet af forud affræset og knust genbrugsasfalt. Derfor er det relativt enkelt at udtage prøver af genbrugsasfalten, så der ved store jobs kan fremstilles et specifikt mix-design (optimering af produktionsrecept) i laboratoriet inden arbejdet igangsættes.

Når BSM fremstilles in situ er det imidlertid ikke muligt forud at udtage prøver af det affræsedede materiale, da dette kun eksisterer ganske få sekunder før BSM-fræse-/stabiliseringsmaskinen har omdannet det til ny BSM direkte i fræsekammeret. Man kunne selvfølgelig forestille sig, at den store BSM-fræse-/stabiliseringsmaskine måske kunne "komme forbi" til en lille prøvefræsning et par uger eller tre før BSM-arbejdet skal udføres, så der kunne udtages affræset materiale til laboratorieforsøg. Dette vil imidlertid hurtigt blive en meget omkostningstung proces med megen maskinspildtid involveret, hvilket hverken er hensigtsmæssigt for entreprenøren eller bygherren. Det kunne derfor være oplagt at undersøge, om

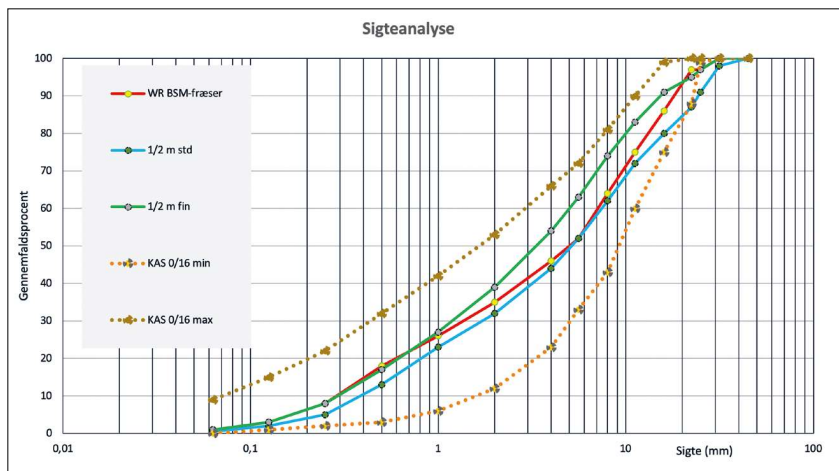
man ikke blot kunne foretage eventuelle prøvefræsninger (til mix-design) med en standard 1-meter fræsemaskine, som er ret udbredt tilgængelig over hele landet.

Den nedsatte ad-hoc BSM-vejreglarbejdsgruppe har derfor i 2022 forestået et omfattende prøvningsprogram, hvor der på en række lokationer rundt om i landet er foretaget sammenlignende analyser af affræset materiale fra henholdsvis en stor BSM-fræse-/stabiliseringsmaskine

og en lille, standard 1m-fræser. I forsøgsprogrammet er desuden set på output fra såvel en Wirtgen CRi BSM-stabiliseringsmaskine som på en Wirtgen WR-fræse-/stabiliseringsmaskine, idet begge er tilgængelige på det danske BSM-marked. For at simulere CRi- og WR- fræsernes granulater bedst muligt, blev der desuden ved de fleste forsøg foretaget fræsning med såvel en 1-meter fræser med standard valseopsætning som med en "finvalse" med forøget antal fræsetænder på valsen.

Efter et omfattende studie af opnåede kornkurver og laboratorietests fra forskellige fræsemaskiner og -opsætninger på en række forskellige belægninger rundt om i landet blev konklusionen, som håbet, at man til mix-design fint kan benytte en standard 1-meter fræser med standard fræsevalseopsætning. Dette blev herefter indarbejdet i den nye udbudsforskrift for BSM-in situ som blev udgivet af Vejdirektoratet i december sidste år.

For at kunne benytte BSM er det naturligtvis også vigtigt at kunne dimensionere vejopbygningen korrekt. BSM er imidlertid en ny belægningstype, som ikke hidtil har været indarbejdet i de danske dimensioneringsvejregler. BSM er ganske vidst bitumenbundet ligesom varmblandet asfalt, men BSM er kun punktvis sammenbundet i kornpartiklernes støttepunkter og kan derfor ikke umiddelbart karakteriseres og dimensioneres helt på samme vis som en varmblandet asfalt. Omvendt er BSM betydeligt stærkere end traditionelle, ubundne grusbærelag og skulle i så fald betragtes som en slags "grusbærelag på steroider". BSM har været anvendt med gode erfaringer igennem op mod flere årtier i fjernere verdensdele som Sydafrika, USA, Canada og Sydamerika. Som tommelfingerregel kan det på baggrund af disse erfaringer antages, at lagtykkelsen skal øges med ca. 25% hvis et varmblandet asfaltbærelag skal erstattes af et BSM-lag ved samme forventede trafikbelastning og levetid. Vejdirektoratet har derfor foretaget en omfattende række sammenlignende beregninger med



Eksempel på kornkurver opnået ved fræsning med BSM-maskine og 1m-fræser på samme asfaltbelægning.

udenlandske dimensioneringsprogrammer. På baggrund af disse er der nu udgivet et katalog for standardbefæstelser med BSM, som et element i den seneste opdatering af Vejdirektoratets Håndbog for Dimensionering af Vejbefæstelser og Forstærkningsbelægninger, der ligeledes er udgivet i december 2022.

Vejdirektoratet arbejder i år videre med at optimere den analytiske, beregningsmæssige dimensionering af BSM-belægninger. Et oplagt anvendelsesområde for BSM kunne f.eks. være de mange kilometer af landevej i åbent land, som ofte er skadet fra tunge (landbrugs-)køretøjers belastning af en gammel, ikke-ideelt opbygget vejbefæstelse. Her vil en traditionel rekonstruktion ofte være for omkostningstung i forhold til vejbudgettet. I disse tilfælde vil en BSM-løsning måske alternativt kunne benyttes både til at forbedre bæreevnen og samtidigt skabe et nyt, revnefrit – og evt. bredere – fundament. Det nye katalog for dimensionering med BSM-belægninger omfatter imidlertid kun nyanlæg. Der arbejdes derfor i år videre i vejreglarbejdet med det formål at kunne udgive et katalog for mulige BSM-belægningsløsninger til anvendelse ved renovering af eksisterende vejbelægninger.

Endelig vil der i år i vejreglarbejdets regi blive foretaget fornyet erfaringsop-

samling fra en række af de i Danmark igennem de tidligere år udførte BSM-strækninger. På baggrund af bæreevne målinger og analyse af opborede kerner vil man kunne få et fornyet indblik i danske BSM-belægnings udvikling af bæreevne og styrke-/holdbarhedsegenskaber over længere tid.

Det kan derfor afslutningsvis konkluderes, at vejreglarbejdet allerede har gjort det muligt for bygherrer at udarbejde vejregelbaserede udbudsmaterialer med det nye, CO₂-besparende bærelagsmateriale BSM.

De supplerende, igangsatte undersøgelser hen over 2023 forventes desuden at tilvejebringe yderligere vejledninger til nemmere dimensionering ved belægningsrenoveringer af eksisterende veje.

De omtalte vejregler kan i øvrigt findes på www.vejregler.dk ●

Litteraturkilder

1. Udbudsforskrift for BSM-KMA, Vejdirektoratet, december 2021.
2. Udbudsforskrift for BSM-In situ, Vejdirektoratet, december 2022
3. LCA-vurdering af BSM-KMA-bærelag, Teknologisk Institut, marts 2021
4. Håndbog for Dimensionering – Befæstelser og forstærkningsbelægninger, marts 2022