

Høj udnyttelse af restprodukter i ny vej til Lynetteholmen

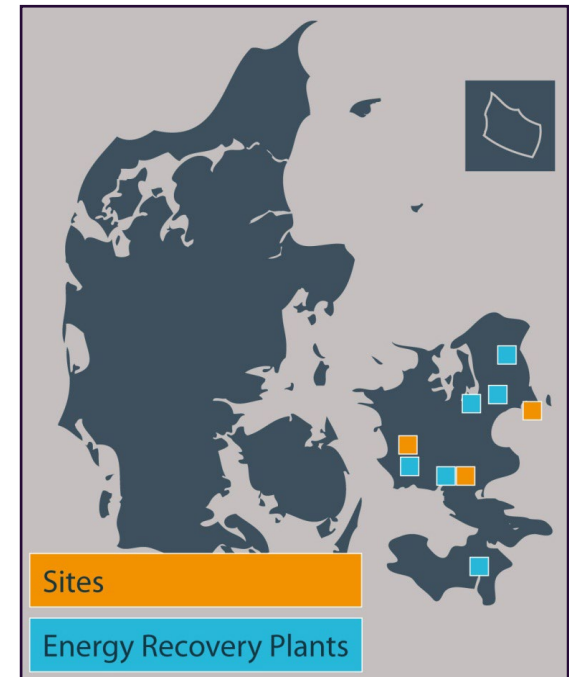
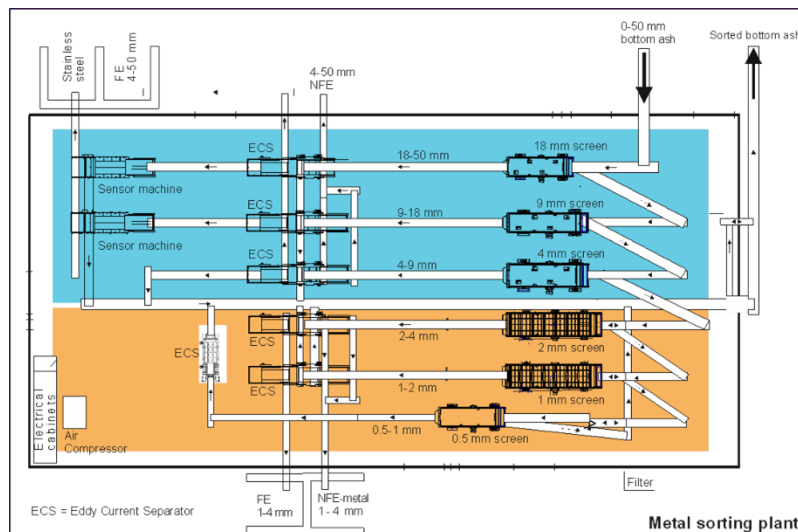


Slaggegrus fra Afatek

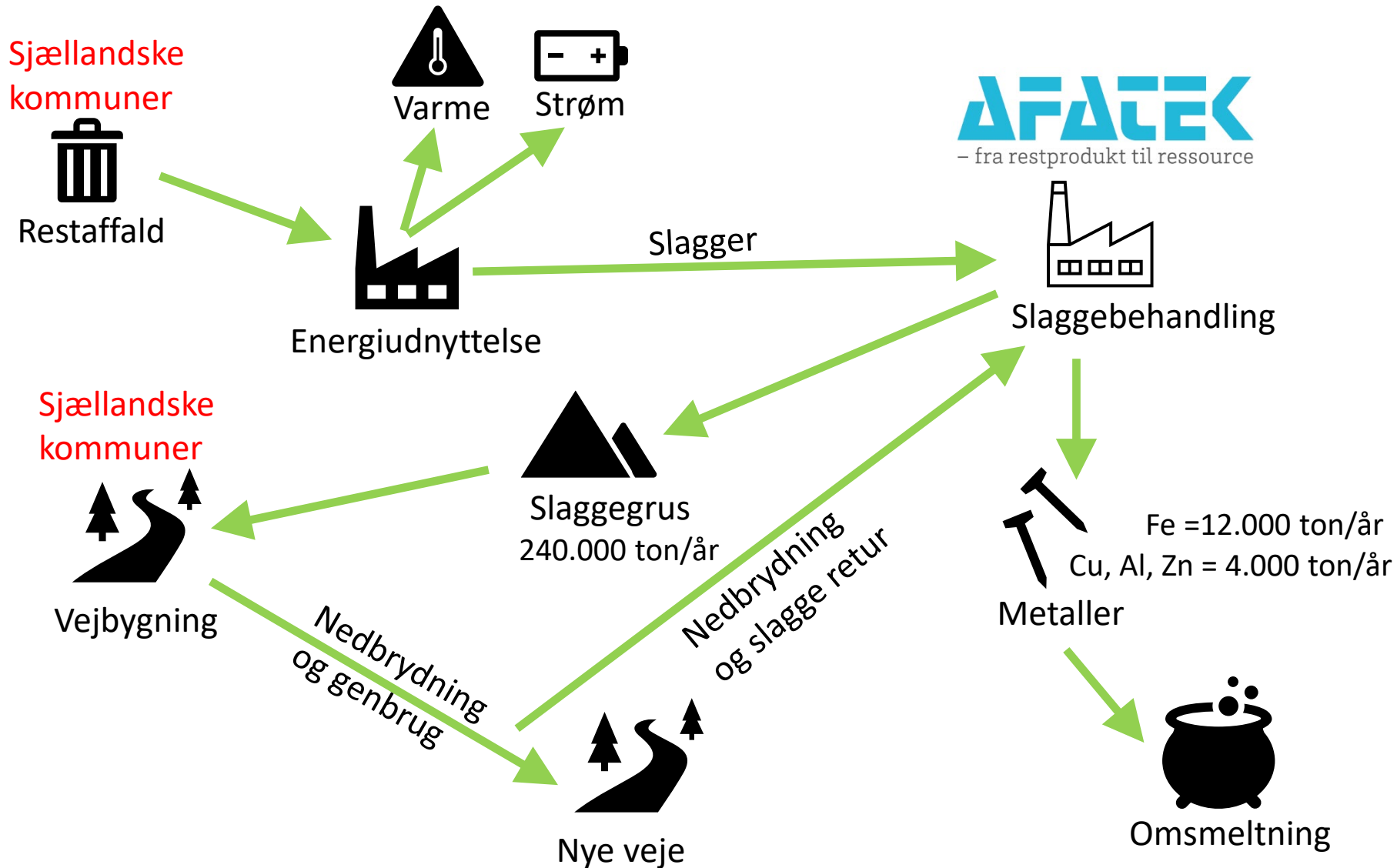
- Certificeret og deklareret produkt med miljøvaredeklaration (GWP = -9,97 kg CO₂-eq/ton).
- Gode erfaringer med anvendelse i bundsikringslag og ubundne bærelag.
- Laboratorieforsøg med anvendelse som tilslag til bitumenbundet materiale (BSM).
- Eksisterende VD udbudsforskrifter for slaggegrus til bundsikring og som tilslag til BSM.
- VD udbudsforskrift for slaggegrus i bærelag klar i 2023.

Om Afatek – nogle hovedtal

- Behandler årligt ca. 240.000 tons slagge fra 6 forbrændingsanlæg = 40 % af markedet
- 4 slaggepladser. Al behandling forgår på pladsen i København
- Et nyt avanceret metalsorteringsanlæg blev taget i drift i 2016 - genvindingsgrad for metaller >90 %
- Genvinder årligt ca. 12.000 tons jern, 4.000 tons metaller af alle typer – også rustfrit stål (bl.a. for at sikre ren slaggegrus)



Slaggegrus – Cirkulær økonomi



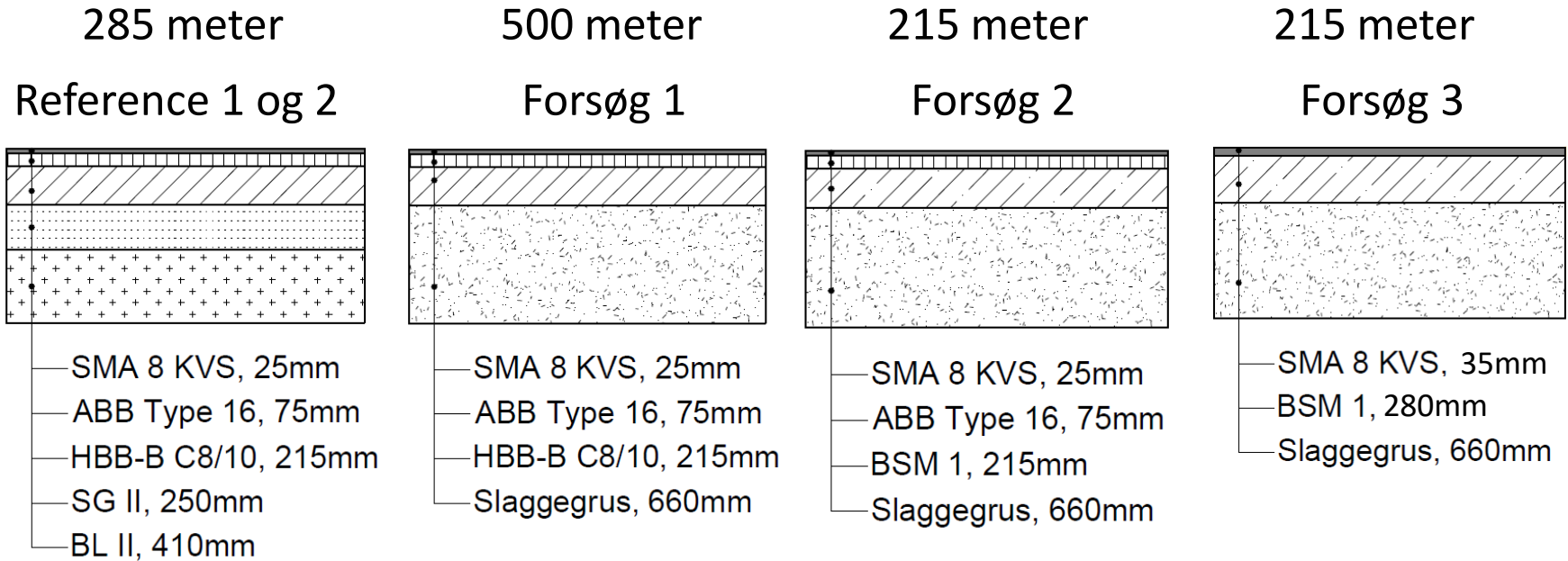
Baggrund for projektet

- Opfyldning på Lynetteholmen – tilførsel af jord.
- Ny transportvej over Prøvestenen.
- Mangel på naturmaterialer til vejbyggeri.
- Projektgruppe: By og Havn, Afatek, Teknologisk Institut, Vejdirektoratet, Boes Consulting.
- Entreprenører: Munck (bundsikring og ubundet bærelag af slaggegrus), SR-Gruppen (BSM slaggegrus).
- Ønske om bedre udnyttelse af restprodukter i vejkonstruktioner.
- Forsøg med anvendelse af slaggegrus i videst mulige omfang i transportvejen.

Transportvej på Prøvestenen



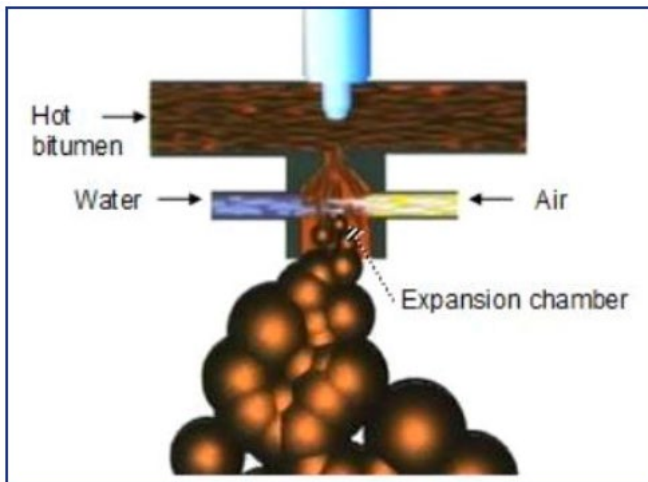
Prøvestenen – vejopbygning og dimensionering



- Estimeret trafikmængde 320.000 $N_{\text{Æ}10}$ /år
- Design life 20 år
- Total design trafik 6.400.000 $N_{\text{Æ}10}$
- Trafikklasse T6
- Dimensionering af forsøgsstrækninger udført af Loudon International

Bitumenstabiliseret slaggegrus

- BSM = bitumenstabiliseret materiale.
- Ny energisparende metode
- BSM anvendes som erstatning for bærelag af varmblandet asfalt.



Kilde: Sabita TG2 2020



Kilde: Sabita TG2 2020

Forundersøgelser af Teknologisk Institut

- Omfattende prøveudtagning og prøvning med sigteanalyser, modificerede Proctorforsøg etc.
- Skumningsforsøg med forskellige bitumentyper og skumningsvandmængder.
- Forsøg med forskellige bindertyper og mængder.
- Sporkøringstest med minimal sporkøring (0,2 mm).



BSM slaggegrus fremstilling til Prøvestenen

- BSM slaggegrus blev fremstillet på et KMA-anlæg (Kalt Mix Anlæg) af SR-Gruppen.
- KMA-anlægget var opstillet hos Afatek på Selinevej og den færdige BSM blev kørt på lastbil direkte til indbygning på Prøvestenen.
- BSM recept:
 - Slaggegrus 0/31,5 mm som tilslag.
 - 2,2 % opskummet bitumen (40/60 vejbitumen med 3,4 % vand).
 - 0,8 % cement som bindemiddel.

BSM slaggegrus udlægning



BSM slaggegrus komprimering



Færdigkomprimeret BSM-belægning



Flot, næsten betonagtig overflade af BSM efter afsluttende tromling

Foto: Ole Grann Andersson, Teknologisk Institut.

BSM-belægning feltprøvning – Teknologisk Institut

| | Enhed | Prøve 1 | Prøve 2 | DK spec. Jf. AAB BSM-KMA |
|----------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| Prøvedato | dd-mm-åå | 16-08-22 | 17-08-22 | |
| Spaltetrækstyrke | kPa | 370 | 458 | ≥ 200 |
| Vandfølsomhed ITSr | % | 77,3 | 79,9 | ≥ 70 |
| Stivhedsmodul, 20 °C | MPa | 1.763 | 2.038 | ≥ 1.000 |
| Marshall stabilitet, 25 °C | KN | 35,8 | 36,4 | ≥ 12 |

- Materialeegenskaber, som ligger væsentligt over de normale, gældende vejregel-krav for BSM.
- Spaltetrækstyrke og stivhedsmodul næsten dobbelt af minimumskrav.
- Marshall-stabilitet næsten 3 x minimumskrav.
- Komprimering gennemsnit på 104 % og minimumsværdi 100 %.

BSM slaggegrus – GWP-overslag

| | BSM knust asfalt kgCO ₂ -eq/ton | | BSM Slaggegrus kgCO ₂ -eq/ton |
|----------------|---|-------------|---|
| Bitumen | 46% | 8,19 | 8,19 |
| Cement | 34% | 6,05 | 6,05 |
| Genbrugsasfalt | 12% | 2,14 | |
| Slaggegrus | | | -9,47 |
| Transport | 5% | 0,89 | 0,89 |
| Diesel | 3% | 0,53 | 0,53 |
| Samlet | 100% | 17,8 | 6,2 |

GWP (A1-A3) af BSM knust asfalt jævnfør LCA-vurdering af BSM-KMA-Bærelag, Teknologisk Institut, 22. marts 2021.

GWP (A1-A3) af BSM slaggegrus beregning af Boes Consulting.

GWP af materialer i vejen

| | Ref. densitet Mg/m ³ | GWP kgCO ₂ -eq/ton | Kilde |
|----------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| SMA 8 KVS PMB | 2,30 | 85,4 | Asfaltindustrien branchegennemsnit |
| ABB 16 | 2,30 | 53,0 | Asfaltindustrien branchegennemsnit |
| HBB-B | 2,30 | 62,2 | 100 kg FutureCem 900 kg SG II |
| SG II | 2,00 | 2,6 | EPD NCC Nyrand Produktgruppe 2 |
| BL II | 1,70 | 2,6 | EPD NCC Nyrand Produktgruppe 3 |
| Slaggegrus | 1,70 | -9,97 | EPD Slaggegrus Afatek |
| BSM slaggegrus | 1,80 | 6,2 | Beregnet overslag |

GWP af materialer som vugge-port (A1-A3) scenarie.

GWP af HBB-B kun råmaterialer.

Beregning af GWP per m² vej

| Referencestrækning | | |
|--------------------|------------|--------------------------------------|
| | Tykkelse | GWP |
| Materiale | (mm) | kgCO ₂ -eq/m ² |
| SMA 8 KVS | 25 | 4,9 |
| ABB 16 | 75 | 9,1 |
| HBB-B C8/10 | 215 | 27,4 |
| SG II | 250 | 1,3 |
| BL II | 410 | 1,8 |
| Samlet | 975 | 44,5 |

| Forsøgsstrækning 1 | | |
|--------------------|------------|--------------------------------------|
| | Tykkelse | GWP |
| | (mm) | kgCO ₂ -eq/m ² |
| SMA 8 KVS | 25 | 4,9 |
| ABB 16 | 75 | 9,1 |
| HBB-B C8/10 | 215 | 27,4 |
| Slaggegrus | 660 | -11,2 |
| Samlet | 975 | 30,2 |

| Forsøgsstrækning 2 | | |
|--------------------|------------|--------------------------------------|
| | Tykkelse | GWP |
| | (mm) | kgCO ₂ -eq/m ² |
| SMA 8 KVS | 25 | 4,9 |
| ABB 16 | 75 | 9,1 |
| BSM slaggegrus | 215 | 2,4 |
| Slaggegrus | 660 | -11,2 |
| Samlet | 975 | 5,2 |

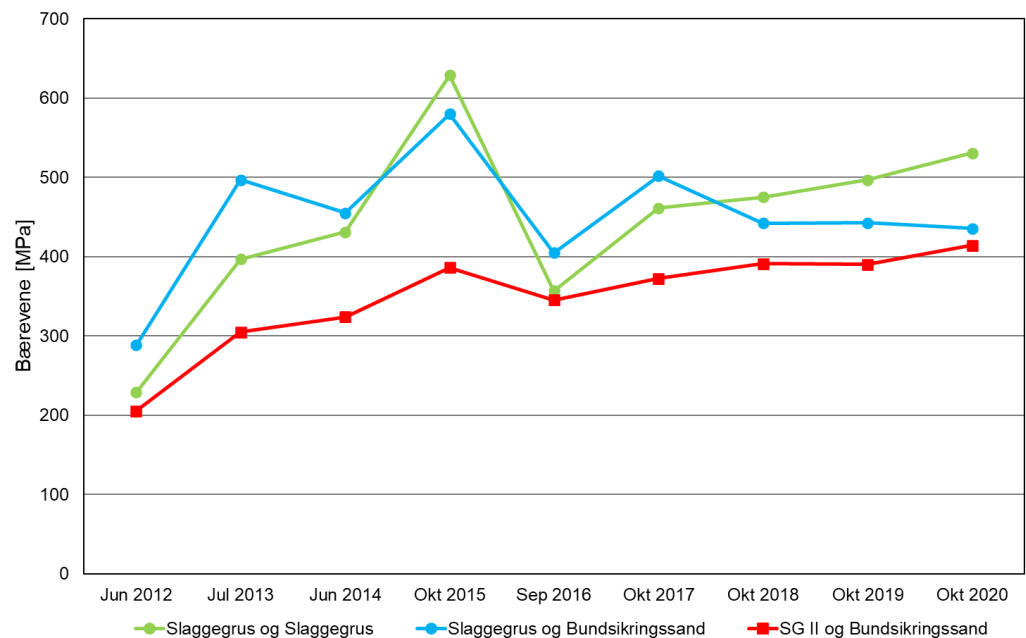
| Forsøgsstrækning 3 | | |
|--------------------|------------|--------------------------------------|
| | Tykkelse | GWP |
| | (mm) | kgCO ₂ -eq/m ² |
| SMA 8 KVS | 35 | 6,9 |
| BSM slaggegrus | 280 | 3,1 |
| Slaggegrus | 660 | -11,2 |
| Samlet | 975 | -1,2 |

Opfølgning på vejens tilstand - Bæreevne

- Måling med faldlod udføres af Vejdirektoratet



Fotos: Vejdirektoratet



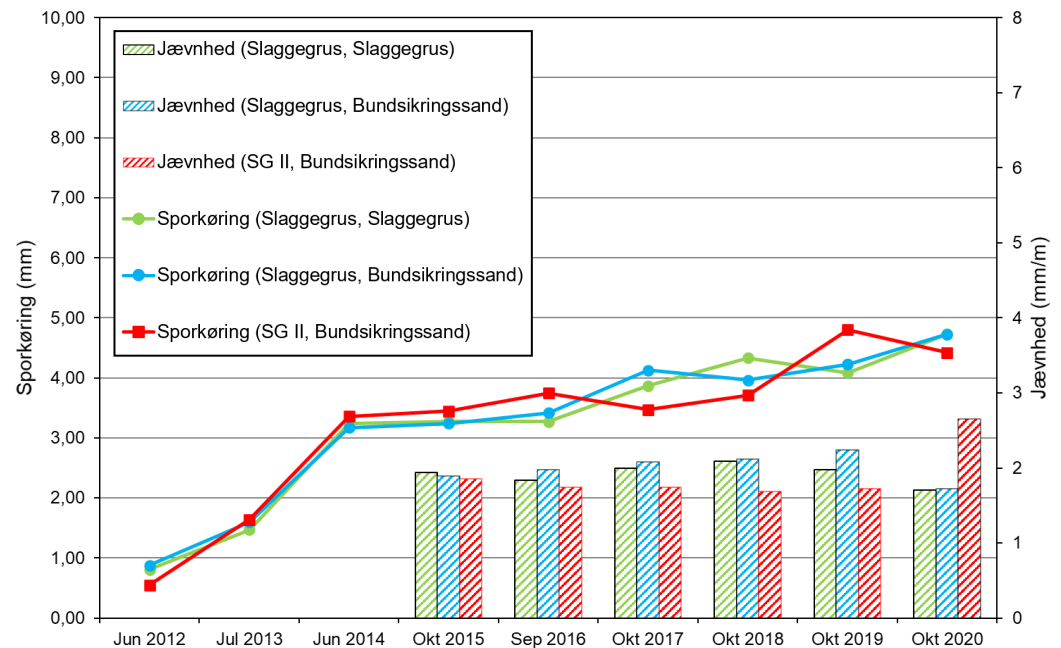
Eksempel fra målinger på Nordsøvej – udvikling i bæreevne af ubundne bærelag med slaggegrus i forhold til referencematerialer

Opfølgning på vejens tilstand - Overfladeegenskaber

- Jævnhed, sporkøring, evt. revner
- Udføres med profilograf eller ARAN af Vejdirektoratet



Fotos: Vejdirektoratet



Eksempel fra målinger på Nordsøvej – udvikling i jævnhed og sporkøring i asfalt på strækninger med slaggegrus i forhold til referencetrækning.

Konklusion

- Slaggegrus kan erstatte BL II og SG II i bundsikring og ubundet bærelag i forholdet 1:1.
- BSM slaggegrus kan erstatte bundne bærelag som HBB-B og ABB .
- Store økonomiske besparelser ved anvendelse af slaggegrus som erstatning for naturmaterialer og BSM slaggegrus som erstatning for HBB-B og bærelag af varmasfalt.
- Stort potentiale for reduktion i CO₂-udledning ved anvendelse af slaggegrus og BSM slaggegrus.
- Årlig opfølgning på vejens tilstand vil vise, om den forventede langtidsholdbarhed af løsningerne kan eftervises.

Tak for opmærksomheden

Se mere om Afatek på: www.afatek.dk

Kontaktperson i Afatek:

- Lars Holm

lh@afatek.dk

