

Cocee - CO₂ emission reduction by exploitation of rolling resistance modelling of pavements

Cocee projektet er et samarbejdsprojekt mellem Roskilde Universitet, DTU-BYG, NCC Roads og Vejdirektoratet. Derudover er også Per Ullidtz og Jesper Larsen partnere i projektet. Projektet er støttet af Det Strategiske Forskningsråd.

Projektets overordnede mål er at udvikle nye belægningstyper, som giver en lav rullemodstand og dermed reducerer bilisternes brændstofforbrug. En sådan reduktion har en positiv indvirkning på miljøet og klimaet gennem en reduktion af CO₂ og drivhusgasser.

Effekten af de nye belægningstyper samt en kortlægning af det eksisterende vejnets indflydelse på bilisternes brændstofforbrug skal optimeres ved at de nye belægningstyper, samt modellering af rullemodstand og brændstofforbrug, skal indgå i Vejdirektoratets vejman.dk system. Det betyder, at det nye koncept omkring rullemodstand skal sammenlægges med eksisterende nedbrydnings- og optimeringsmodeller.

Man kan selvfølgelig spørge sig selv om der er noget at hente? Vi ved at ca. en tredjedel af Danmarks CO₂ emission kommer fra transportsektoren, hvoraf hele 95% af det udledes af vejtransporten. Undersøgelser udført i 2010 og præsenteret ved vejforum i 2010 viser, at der er en god mulighed for at spare ca. 3 – 4 % på brændstofforbruget, hvis vores vejbelægnings har en rullemodstand som er lavere end den vi ser i dag. En sådan reduktion vil give en brændstoffbesparelse på 48 millioner liter pr år, svarende til 45.000 ton mindre drivhusgasser pr. år.

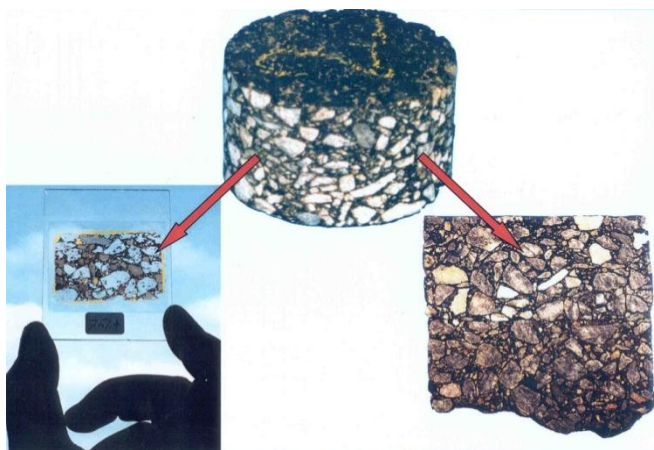
Cocee projektet har nu været i gang i et år hvor fokus har været rettet mod en større videns indhentning samt ikke mindst at få ansat de PhD og Postdoc positioner som projektet har fået støtte til. En vigtig pointe i den sammenhæng er, at RUC bidrager med en ekstra PhD udover de PhD'er der blev ansøgt om midler til, hvormed projektet har fået tilført yderligere forskningsmæssige ressourcer.

Det betyder, at når alle positioner er besat vil projektet have ikke mindre end 3 Postdoc og 4 PhD inkl. en erhvervs-PhD forankret i NCC-Roads. Dette alene signalerer en stor forskningstyngde i projektet og store forventninger til at projektet skaber nye værdier, til gavn for den danske vejsektor.

Projektets status og fremtidige aktiviteter.

1. Nye belægningstyper

Projektet har til opgave at udvikle nye belægningstyper, som i hele levetiden giver bilisterne en lav rullemodstand, uden at egenskaber som friktion, jævnhed, sporkøring, bæreevne og støj forringes. Det betyder, at der skal sættes nogle krav til at belægningserne kan modstå mekanisk og miljømæssig slid og ældning.



Figur 1, Tynd og plan slib

Når grundforskning, som det der foregår i Cocee skal iværksættes, er det væsentligt at den korrekte platform etableres. I Cocee's delprojekt om nye belægningstyper, er det besluttet at platformen tager udgangspunkt i følgende materiale parametre:

Først og fremmest antages det, at belægninger med lav rullemodstand skal bestå af tilslagsmaterialer med små sten i størrelsesordenen 6 – 8 mm. En ting er at skabe sådanne belægningstyper som har en umiddelbar lav rullemodstand, men den reelle udfordring er at belægningerne bevarer denne egenskab, samtidig med, at de opfylder kravene til de andre funktionaliteter, i hele levetiden. Dette kræver en nøjagtig og specifik kornstørrelsesfordeling og en meget stærk ældningsresistent mørtel. Cooe projektet anser derfor følgende parameter som absolut vitale, for at kunne producere en belægning med lang holdbarhed på rullemodstanden.

- Kornstørrelsesfordeling
- Mørtel sammensætning
- Filler type
- Tilslagsmateriale > 2 mm
- Bitumen, type og kvalitet

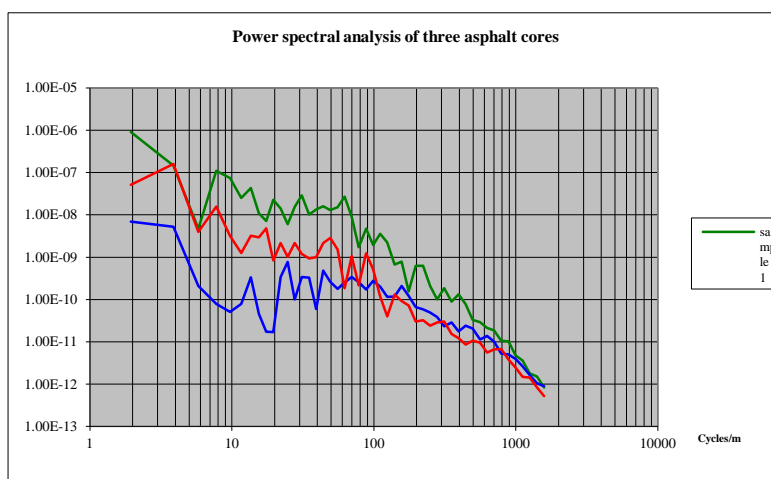
Som udgangspunkt, vil der blive kikket på asfaltprodukter med tilslagsmateriale i størrelsesorden 0/8 og 0/6 mm

Mørteldelen af asfaltmaterialet har lige så stor betydning som tilslagsdelen, fordi denne er en betydende faktor for asfaltmaterialets stabilitet og dermed mindsker deformation. Ligeledes har kvaliteten af mørtlen en betydning for hvorledes bitumen og stendelen i belægningen bindes sammen. Det er vigtigt, at der er en god og stærk binding, når man taler små sten og skal forhindre rivninger og stentab. Endvidere er det af stor betydning at det tilslagsmateriale som anvendes, er af en sådan kvalitet at polering af stenen mindskes mest mulig eller helt undgås.

Til at evaluere potentielle materialer og sammensætning af materialer til den optimale asfaltbelægning med reduceret rullemodstand, vil blive benyttet traditionelle laboratorieundersøgelser.

Da det er væsentligt at sikre en korrekt fordeling af tilslagsmaterialet vil undersøgelserne også omfatte både visuelle og mikroskopiske undersøgelser af materialerne ved brug af tynd og planslip som vist i figur 1 (ref.1)

En af de store udfordringer i Cooe projektet er hvordan rullemodstanden, for en given belægningstype, kan fastsættes på baggrund af laboratorieprøver. En af de muligheder der undersøges er brugen af laser teknologi. Vejteknisk Institut har tidligere benyttet denne teknik til at fastsætte borekerners teksturfordeling. Dog kræves der en pålidelig korrelation mellem tekstur og rullemodstand, for at kunne omsætte tekstur til rullemodstand – denne omsætningsfaktor eksisterer ikke i dag.



Figur 2, spektralanalyse af belægningstekstur

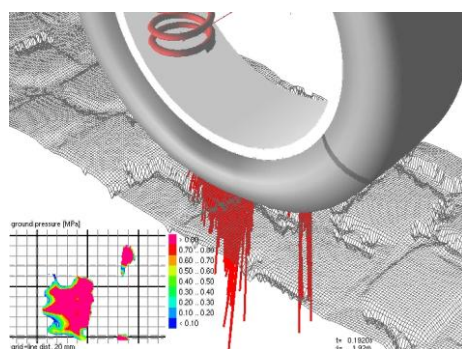
I figur 2 er vist kompleksiteten i tekturen af forskellige belægningstyper.

Figuren viser tydeligt hvordan teksturen kan rangeres, når vi kikker på det vi kalder makroteksturen, men denne ændres, når vi bevæger os ned i teksturstørrelsen. Opgaven som skal løses er, hvilken kombination af tekstur som giver den mindste rullemodstand, uden at belægningen mister sine andre egenskaber.

Hvis vi ved brug af teksturanalyser som den der er vist i figur 2 kan kortlægge de mest optimale tekstursammensætninger, har vi en mulighed for at designe de bedste belægningstyper til gavn for rullemodstand.

2. Modellering af rullemodstand

Delprojektet undersøger fysikken i kontaktzonen mellem dæk og vej. Modelleringen vil kombinere den molekylære struktur i dæk og vej for derigennem at kunne optimere de parametre som har en indflydelse på rullemodstanden. Forskningen vil omfatte både nye og brugte dæk, fordi dækegenskaberne ændres i takt med ældning og slid. Det antages, at CO₂ emissionen fra vejtransporten ikke er lineær relateret til rullemodstand, men i høj grad er afhængig af de enkelte køretøjer samt sammensætningen af trafikken. Derfor vil sådanne parametre indgå i modelleringen.



Figur 3 – Modellering af dæk og vejbane (Austrian Institute of Technology)

Delprojektet vil give svar på følgende spørgsmål:

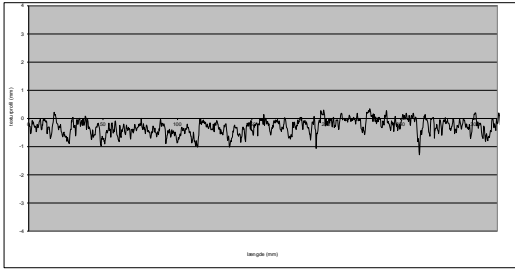
- Hvilke parametre skal males og med hvilken nøjagtighed. Dette omfatter også dæktryk og dæktype (diameter og bredde).
- Betydningen af luft, dæk og overfalde temperaturer og dets indflydelse på mega-tekstur og rullemodstand
- Designet af en matematisk model, som indeholder variable med betydning for rullemodstand.

For at kunne udarbejde en robust belægningsoptimering og brugeromkostningsmodel er det væsentligt at kunne modellere brændstofforbrug i forhold til belægningstilstand. Modelleringen vil indeholde et antal modeller til beregning af brændstofforbrug med varieret kompleksitet.

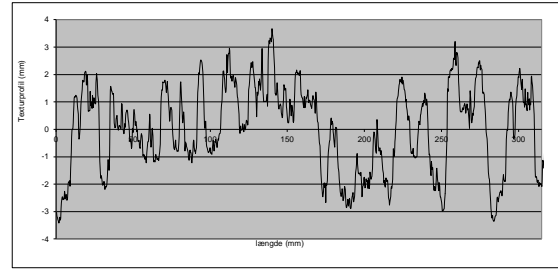
Betydningen af belægningens stivhed i forhold til rullemodstand, har været diskuteret. Undersøgelser fra 2009 og 2010 har vist, at hvis vi udelukkende ser på det statslige vejnet, er betydningen af bæreevnen marginal, set i forhold til belægningernes tekstur.

I EU projektet 'TYROSAFE' (ref. 2) vises, at den altdominerende tekstur der har indflydelse på rullemodstanden er makro- og megateksturen. Det er kendt, at deformationen i et dæk er betinget af variationen i disse to teksturstørrelser. Denne deformation giver energitab, hvormed rullemodstanden øges.





Figur 4, Tekstur af vejbelægning tæt asfalt



Figur 5, Tekstur af overfladebehandling

3. Slid og ældning

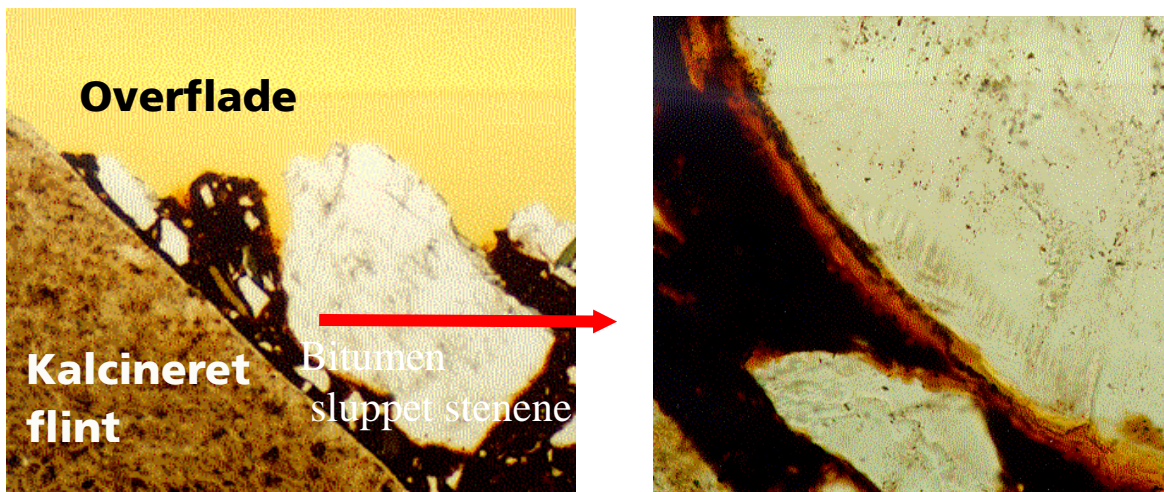
Vejbelægningsens tilstand ændres med tiden på grund af slid og ældning.

Det betyder at selvom delprojektet om nye belægningstyper vil udvikle de mest optimale løsninger for at kunne reducere rullemodstanden, så er det væsentligt at studere ændringen af disse belægninger med tiden.

Selvom ældningen skyldes flere års nedbrydning og en komplet kortlægning af ældningsprocessen ligger udenfor projektets tidsramme, anses accelererede ældningsforsøg og modellering at være den mest farbare vej for at få kortlagt denne proces samt effekten af denne på rullemodstanden.

Modelleringen af belægningsmaterialer vil benytte sig af de seneste modelleringer af viskøse materialer som er baseret på molekylær modellering. Modellerne vil beskrive vejbelægningsens holdbarhed samt ændringer af disse over tid. Modellerne vil være af en sådan karakter at de kan anvendes i belægningsvedligeholdelsessystemer som vejman.dk og derigennem spille en væsentlig rolle i forbindelse med de økonomiske analyser, der foretages i sådanne systemer.

Som nævnt tidligere i dette indlæg, er det væsentligt at få skabt en stærk binding mellem bitumen, mørtel og stenmatrixen i belægningen. Dette delprojekt vil derfor, når bitumen modellen er på plads, regne på kontaktzonen mellem mørtlen og stenene. Mesoskopisk modellering vil blive benyttet, til at bestemme de mekaniske spændinger i overfladen af stenene. Det der altid er det spændende spørgsmål er, hvordan hænger sådanne modelleringer sammen med virkeligheden. Et af de værktøjer som vil blive anvendt til at hjælpe med at besvare dette spørgsmål er tyndslib teknologien, som er udviklet på Vejteknisk Institut. Som det fremgår af figur 5 er det muligt at synliggøre hvis bitumenen slipper stenene. Dette kan være en værdifuld information i forbindelsen med modelleringsprocessen.



Figur 5 Tyndslib af belægning som viser at bitumen har sluppet stenene

4. Måling af rullemodstand

Delprojektets opgaver vil omfatte indhentning af måledata samt udførelse af målinger på udvalgte vejbelægninger i Danmark. Behovet for måledata er nemlig blevet forstærket af den ekstra PhD som RUC tilfører Cooe, idet det ekstra Ph.D.-stipendium omfatter modellering af bilers rullemodstand og brændstofforbrug. Cooe-projektet har igennem det første år etableret strategiske alliancer med AIT (Austrian Institute of Technology) og VTI (The Swedish National Road and Transport Research Institute) for at understøtte tilgangen af måledata og modellering af køretøjer. Det samarbejde har gjort det klart, at det er nødvendigt at supplere allerede eksisterende målinger med målinger hvor registreringen af vejoverfladerne foretages med en væsentlig større detaljeringsgrad, end hvad der på nuværende tidspunkt er mulighed for i Danmark.

I dag eksisterer 3 udstyr til måling af rullemodstand – disse tre udstyr er blevet sammenlignet i MIRIAM projektet i 2011. Med udgangspunkt i resultaterne herfra vil Cooe drage nytte af den viden der er skabt, på baggrund af de sammenlignende målinger og finde måder hvorpå disse målinger kan suppleres. Her tænkes specielt på en bedre måling af vejbelægningernes tekstur ved anvendelsen af en egentlig 3-D måling af et område som minimum er på størrelse med et dæks trædeflade



Figur 6 De tre måleudstyr som eksisterer i dag (fra venstre: BRRC i Belgien, TUG Polen og Bast i Tyskland)

Ref 1. Vibeke Wegan, Carsten Bredahl Nielsen “Microstructure of polymer modified binders in bitumen mixtures”

Ref 2. Kane, Scharnigg, Schwalbe, Report on different parameters influencing skid resistance, rolling resistance and Noise, Tyrosafe Deliverable D10, 2009

