

Asfaltarmering i danmark

Udvikling fra 2014 til i dag

De traditionelle programmer til beregning af belægningsopbygninger som f.eks. MMOPP baserer sig på empiriske metoder, som viser sig at være for simplificerede i forhold til at indregne værdien af en asfaltarmering som S&P's armeringsnet af glasfiber og kulfiber. Det har derfor ikke været muligt for de projekterende at vælge armeringsnet som en aktiv del af belægningsopbygningen, når de dimensionerer med den eksisterende software. Det var S&P's motivation til at indgå et udviklingssamarbejde med DTU.



AF JENS ADAMSEN
S&P Reinforcement
jens.adamsen@
sp-reinforcement.eu

Indledning

I 2014 startede S&P Reinforcement sine aktiviteter i Norden. Der er sket meget siden den gang, og markedet for asfaltarmering har rykket sig langt. Vi er i dag seks medarbejdere, som er fuldtidsbeskæftigede i S&P Reinforcement Nordic, idet administrative funktioner og marketing varetages af moderselskabet Simpson Strongties medarbejdere.



AF KLAVS OLSEN
S&P Reinforcement
klavs.olsen@
sp-reinforcement.eu

Udfordringer

De eksisterende dimensioneringsprogrammer baserer sig på, at man vælger nogle asfaltlag, som har et forudsat E-modul, som vil være proportionalt med lagets tykkelse. Da et armeringsnet ikke følger til tykkelsen af den samlede asfaltopbygning, vil det være nærliggende at give nettet en fiktiv, meget lille tykkelse. Dermed vil dimensioneringsprogrammet multiplicere nettets E-modul med en meget lille faktor, hvorved det ingen effekt vil få i beregningen. Derudover er beregningsprogrammerne begrænsede til E-moduler, der er meget lavere end E-modulerne for S&P Reinforcements armeringsnet.

I 2014, da S&P Reinforcement begyndte, var det forholdsvis ukendt at armere asfaltbelægninger i Danmark, og især asfaltentreprenørerne var skepti-

ske overfor, at der kom nogle og ville lægge noget ind imellem deres asfaltlag. Der har da også vist sig enkelte begyndervanskeligheder hist og her, men efterhånden er armeringen blevet accepteret som et vilkår på mange projekter, og asfaltentreprenørerne er blevet gode til acceptere det ekstra element som asfaltarmeringen trods alt er for dem. I begyndelsen fik vi primært lov til at være med til at reparere meget dårlige veje, men efterhånden kommer vi med på flere og flere nye projekter, hvor armeringen får lov at vise sit fulde potentiale. Der er selvfølgelig rigtig mange eksisterende veje, hvor asfaltarmering kan forlænge levetiden betragteligt. Selv på meget nedbrudte veje kan asfaltarmering have sin berettigelse. Den største gevinst for CO₂-udledning og bæredygtighed opnår man ved at indarbejde armering i vejprojektet. Dermed opnår man forbedret bæreevne og revneforebyggelse i hele vejens levetid. Hvis man indarbejder armeringsnet i vejprojektet, har man mulighed for at placere det i den optimale dybde i belægningen, og man vil derved kunne bevare nettet og dets egenskaber intakt, når man evt. fræser af til nye slidlag. Også på vejområdet gælder det jo, at forebyggelse er bedre end helbredelse.

LEVETID

InfraLCA beregninger viser at belægningers levetid har stor indflydelse på udledt mængde af CO₂. Lang levetid reducerer udledningen betydeligt.

Historie/motivation

Baggrunden for at indgå et udviklingsarbejde med DTU var motiveret af, at der ikke fandtes noget lineærelastisk dimensioneringsprogram hvor man kunne beregne med et armeringsnet. Vi havde gennemgået flere programmer MMOPP, PMS-Objekt, BISAR m.fl., men programmerne havde ofte begrænsninger i relation til input parameter så som lille tykkelse (< 1 mm) eller højt E-modul (≥ 73.000 MPa).

Men da vi kom i dialog med Eyal Levenberg (DTU-professor) viste det sig, at han havde programmeret et 5 lags lineærelastisk program ELLEA1 [1] hvor man kunne indtaste armeringens fysiske egenskaber. Efterfølgende har Eyal lavet et specialkursus hvor to studerende, Maja Østergaard Sørensen og Julius Nielsen, undersøgte effekten ved brug af lineærelastisk teori.

Konklusion blev at man skulle indarbejde de nyeste teorier i form af viskoelastisk teori og hastighedsbestemte belastninger ved et rullende hjul for at kunne bestemme effekten af S&P asfaltarmering. Dette blev startskuddet til vores DTU Ph.d.-projekt som Innovationsfonden har valgt at støtte og hvor Julius er vores Ph.d.-studerende.

Fra teori til praksis

Når man skal komme fra teori til praktisk anvendelse af den ny viden, er det vigtigt at man har eftervist sin teoretiske model ved feltforsøg. Dette er i vores projekt gennemført ved målinger på DTU – Smart Road, som har leveret input data fra sensorer. Data fra prøvestrækningens 5-6 sensorer skal så matches med modellen og dermed validere at det beregnede passer med det målte.



Figur 1: Illustration af armeret vej.



Figur 2: Feltmålinger fra Smart Road.

Det var fra starten klart at armerings-effekten ville være afhængig af at asfalten er et viskoelastisk materiale, hvis egenskaber og nedbrydning er påvirket af temperaturforhold og belastningshastighed. J. M. Kirk som fastlagde de danske mekanistiske dimensioneringskriterier for fleksible befæstelser, viste at asfalten nedbrydes mest ved høje temperatur [2], hvilket også andre lande er kommet frem til.

Derfor blev den mekanistiske model baseret på viskoelastisk asfalt, elastiske ubudne lag og hastighedsbestemte belastninger ved et rullende hjul, hvilket betyder at der anvendes de nyeste teorier indenfor fleksible belægninger.

Figur 3 viser hvordan armering mindsker asfaltmaterialets deformation i indflydelseszone (Zol) og dermed reduceres tøjningen i asfalten, og giver større modstand mod revnedannelse. Da armeringsfibrene ikke er temperaturafhængige, øges effekten ved lave hastigheder og stigende asfalttemperatur. »

CARBOPHALT® G

Tøjningsberegninger viser at S&P Carbophalt® G har potentiale til at øge asfaltens levetid flere gange.

ASFALTARMERINGSHÅNDBOGEN

Den nye udgave af Asfaltarmeringshåndbogen kan bestilles via vores hjemmeside, og du er selvfølgelig også velkommen til at ringe eller skrive til os.

bygningsmaterialer og tykke konstruktioner eller også kan man bruge asfaltarmering og samtidig spare på de traditionelle vejbygningsmaterialer.

Målinger på DTU Smart Road belægningen viser en reduktion af tøjningen i bunden af strækningen med Carbophalt G 200/200 armering i sammenligning med den uarmerede belægning med samme opbygning.

Beregner man levetiden baseret på tøjningen der danner grundlag for tallene i figur 4 og på baggrund af 25 OC (> 100

mm) i forhold til MMOPP [3] og de danske dimensioneringsregler, så får man at den armerede strækning vil have en levetid der er fire gange større. Er dette så kun teori? Nej, E20-M40 strækningen ved Fredericia, hvor en 100 meter lang strækning blev bæreevnearmeret tilbage i 2016, har nu modstået belastning fra 14 millioner Æ10 uden tegn på udmattelsesrevner, og dermed er levetiden øget med en faktor 6.

Fremtid

Fremtiden er her og nu, og anvendelse af lokale materialer og genbrugsmaterialer i vejkassen er på dagsorden for at reducere CO₂ udledningen. Men disse tiltag bidrager ikke til holdbarheden. Der skal tænkes i nye løsninger og materialer så som S&P asfaltarmering for yderligere store reduktioner, hvis vi skal nå vores ambitiøse klimamål. Der er således et stort potentiale i at indarbejde asfaltarmering som en helt naturlig del af fremtidens grønne

infrastruktur. Asfaltarmering med S&P Reinforcements produkter kan med fordel også bruges i forbindelse med brugen af andre nye metoder som HBB, BSM og Remix, da nettet er fuldt fræsbart. Dog vil det være mange flere år før der bliver grund til at anvende disse løsninger på en armeret belægning. ●

Referencer

1. Levenberg, E. "ELLEA1: Isotropic Layered Elasticity in Excel: Pavement analysis tool for students and engineers"; <https://orbit.dtu.dk/>
2. Nielsen, J., Olsen, K., Levenberg, E., Skar, A. "Fleksible belægninger med asfaltarmering - Mekanisk beregningsmodel"; Trafik og Veje, april 2020
3. Busch, C. "Har vi dimensioneret alle belægninger forkert de sidste 50 år?"; Trafik og Veje, juni/juli 2021
4. Nielsen, J., Levenberg, E., Skar, A. International Journal of Pavement Engineering "Mechanistic modelling of grid-reinforced milled-and-overlaid asphalt pavements"
5. VEJLEDNING: "MMOPP DIMENSIONERINGSPROGRAM FOR VEJBEFÆSTELSER"; <https://www.vejdirektoratet.dk/>

Viborg

fire lokationer med 96
Bikeep docks



Jens Peter Hansen

kontakt@bikeep.dk | 24 48 16 04
www.bikeep.dk

PRØV BIKEEP VED

- ✓ Lemvig
- ✓ Grenå
- ✓ Hessel
- ✓ Viby
- ✓ Trustrup
- ✓ Trekroner
- ✓ Vinge
- ✓ Viborg
- ✓ Roskilde
- ✓ Hereskoven og Værløse stationer