

Notat om: Klimavejen - status på deltagelse i udviklingsprojekt		
Sagsbehandler: Birgit Gerd Knudsholt	Dato:	29-06-2017
Til: TMU	J. nr.:	05.00.00-P08-1-17

Rødovre Kommune indgik i 2014 i et udviklingsprojekt om støjreducerende drænasfalt til regnvandhåndtering sammen med Teknologisk Institut, Vejdirektoratet, HOFOR, Asfaltindustrien og NCC.

Baggrunden for at Rødovre gerne ville indgå i projektet omkring klimavejen var blandt andet, at der i Rødovre er mange boliger, der er udsat for vejstøj. I Støjhandlingsplanen fremgår de belastede boliger i Rødovre Kommune. Her fremgår det ligeledes, at vi vil anvende støjreducerende asfalt, men at det er dyrere at vedligeholde drænasfalt for at bevare den støjreducerende virkning og at tyndlagsasfalt er den mest anvendte løsning. Et andet prioriteret område er klimatilpasning, hvor de senere års kraftige skybrud også har betydet oversvømmelser i Rødovre.

Ud over disse konkrete resultater om støjreducerende asfalt og vedligeholdelse af denne samt forsinkelsen af regnvand og bassinvolumen har Teknisk Forvaltning også opnået en faglig sparring med andre fagpersoner og et større netværk omkring disse problemstillinger.

Projektet med analyser er nu gennemført, og slutrapporten vil blive udformet, som en praktisk manual, desuden er der udarbejdet flere artikler, der beskriver udviklingsprojektet mere udførligt (vedlagt). Projektet vil også blive præsenteret på Vejforum i december måned.

Projektets overordnede mål var, at udvikle en mere holdbar og støjreducerende drænasfalt, som gør det muligt for overfladevand, at sive igennem asfalten og ned i vejens bærende lag. Herfra skal det afledes forsinket til afløbsnettet. I den forbindelse er der udviklet permable bærelag til vejaksen som tillader, at vandet kan sive ned i vejen uden, at bæreevnen forsvinder. Igennem projektet er der blive målt på, hvor stor renseseffekt, der kan opnås, ved at overfladevandet siver igennem de bærende lag i vejen.

"Klimavejen" er således et koncept som både har til mål, at reducere støjen fra vejtrafikken, samt bidrage direkte til afledning af overfladevand og øge magasinvolumet for opmagasinering af overfladevand, som med stor fordel kan anvendes ved skybrud, hvor ledningskapaciteten er utilstrækkelig.

Projektet er medfinansieret igennem Miljøstyrelsens Program for Grøn Teknologi i 2013.

Der er udlagt en forsøgsstrækning på Korsdalsvej.

Belægningen har vist sig robust og holdbar over for busstrafik og relativ høj trafikintensitet. Der er således ikke opstået signifikant sporkøring efter et års trafikpåvirkning.

Asfalten har et hulrumsniveau på op mod 25 % og med en 40 mm tyk belægning svarer det til 10 liter pr m². Dette er i sig selv ikke et enormt volumen, men måske lige nok til at undgå de indledende "First Flush" relaterede overløbsskader. Større effekt kan opnås ved at kombinere med en underbygning af tilsvarende permeable lag.

Der er opnået gode overfladeegenskaber, som ses tydeligt ved et simpelt forsøg, hvor en påkastet spand fuld vand straks forsvinder fra overfladen. Der er også udført reelle udløbstests med "Becker" metoden, som bl.a. også anvendes i Holland. Testbelægningen på Korsdalsvej udviser en gennemsnitlig udløbstid på 22 sekunder for en 100 mm vandsøjle, hvilket efter hollandsk erfaring er meget flot.

På forsøgsbelægningen er der udført støjmåling og konstateret en pæn støjreduktion i størrelsesorden ca. 4 dB. På grund af drænasfaltens "æggebakkestruktur" opnås i modsætning til andre asfalttyper ikke blot en reduceret støj udvikling af dæk/vejstøjen, men også en reel reduktion af støjen fra motor, udstødning og andre

kilder. Drænasfalten mindsker tydeligt de generende, højfrequente hvislelyde, men sænker støjen mest i området omkring 1.000 Hz, hvor det menneskelige øre har størst følsomhed.

Målingerne viser, at der, konservativt set, i hvert fald ikke opnås forøget rullemodstand ved at udskifte et traditionelt asfaltbetonslidlag med den multifunktionelle drænasfaltbelægning. En udskiftning vil således ikke medføre en efterfølgende forøgelse af trafikens CO₂-udledning.

Klimavejen – Nyt udviklingsprojekt hvor asfalt udvikles med CT-scanning

Et højaktuelt emne i de danske kommuner er gennemførelse af nødvendige klimatilpasningsløsninger, så man er bedre rustet til de fremtidige klimaændringer med mere ekstremnedbør og deraf følgende afvandingsproblemer. Udviklingsprojektet "Klimavejen" arbejder med optimerede klimatilpasningsløsninger, hvor vejbelægningen bliver en del af afvandingsløsningen. Projektets specifikke mål er at udvikle en langtidsholdbar drænasfalt, som både formår at forsinke ekstremnedbør og samtidigt er et miljørigtigt tiltag ved at udvise støjreducerende egenskaber.



Niels Skov Dujardin,
Teknologisk Institut
ndu@teknologisk.dk

Asfaltudviklingen

Stort hulrum og stor mængde højmodificeret bitumen er fremgangsmåden til at opnå en lang strukturel- og funktionel holdbarhed.

Asfaltudvikling

Udviklingen er centreret om opnåelse af belægninger med lang strukturel og funktionel levetid, hvor resistens over for stentab og tilstopning er de store udfordringer. Projektet udnytter avanceret teknologi i form af CT-scanning af asfaltkerner i optimeringen af hulrumsstrukturen og oprensningssproceduren, en billeddannelsesteknik som med sin ikke-destruktive natur kan sammenligne asfaltkerner udsat for laboratorieforsøg med samme asfaltkerners initialstruktur.

Klimavejen er et 3-årigt udviklingsprojekt, som gennemføres under Miljøstyrelsen, med deltagelse af Vejdirektoratet, NCC, Rødovre kommune, HOFOR, Asfalt Industrien og Teknologisk Institut (projektledelse).

I projektet udvikles og afprøves specielle polymermodificerede bindemidler og asfalsammensætninger, der optimerer drænlagets funktionalitet og strukturelle holdbarhed. Udfordringen med nuværende

permeable belægninger er, at de stopper til, så den lyddæmpende og drænende effekt over tid ophører. Derfor renses de ved højtrykspuling, som er hård ved bitumenhinderne, der i forvejen er udsatte grundet det store hulrum i denne type belægninger.

Løsningmodellen i dette projekt er at udvikle en belægning med en hulrumsprocent på mellem 20 % og 25 % og samtidigt et højt indhold af bitumen med god elasticitet. Et stort hulrum (med store porediametre) giver gode dræningsegenskaber og forsinke den tilstopning, der opstår i åbne belægninger, hvilket resulterer i færre oprensningstiltag. Samtidig vil et stort hulrum opfange meget af dæk/vejbane støjen og give en mere støjsvag belægning. Et højt bitumenindhold med gode elastiske egenskaber vil give tykkere og mere fleksible bitumenhinder, hvilket øger modstandsdygtigheden over for stentab og dermed resulterer i en længere strukturel holdbarhed.

For ikke at introducere øget støjudbærelse og stor rullemodstand i overfladen



Figur 1. Testbelægning på Korsdalsvej i Rødovre.



Figur 2. Forskel på rampe af tæt asfalt og permeabel testbelægning.

blev mixdesignet baseret på en maksimal stenstørrelse 11 mm, som var kompromiset mellem stort hulrum og fornuftige overfladeegenskaber. Bitumen er en polymerbitumen med højt elastomer indhold, som gør den smidig og fleksibel, hvilket giver gode strukturelle egenskaber. Der vil i projektet blive afprøvet mere ekstreme modificeringer af bitumen sammensætningen, men den mest lovende af de oprindelige 15 asfaltblandinger er blevet udlagt som testbelægning på Korsdalsvej i Rødovre kommune (figur 1).

Som det kan ses af figur 2, er testbelægningen udført, så overfladen er permeabel, og vandet dræner igennem, men den opnåede permeabilitet skal måles sammen

med overfladeegenskaberne friktion og støj. Ud over initialmålingerne skal prøver af asfalten undersøges ved accelererede nedbrydningstest, samt oprensningseffekten når porestrukturen højtryksspules eller suges for vejsnavs. For at følge asfaltens udvikling igennem forskellige laboratorieforsøg bliver avanceret billedannelsesteknik i form af CT-scanning taget i brug.

CT-scanning

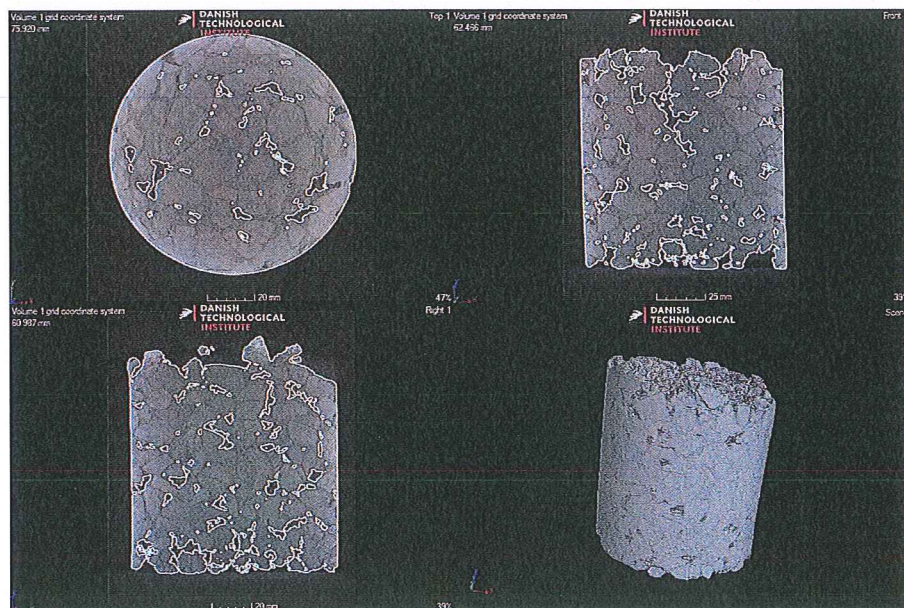
Teknologisk Institut råder over CT-scannere, som er konstrueret til materialeprøvning. Disse scannere giver et meget detaljeret 3D-billede af asfaltens strukturelle sammensætning og er ikke destruktive, så

en specifik kernes initialstruktur kan sammenlignes med samme kernes struktur efter kontrollerede laboratorieforsøg. På denne måde kan det bl.a. undersøges:

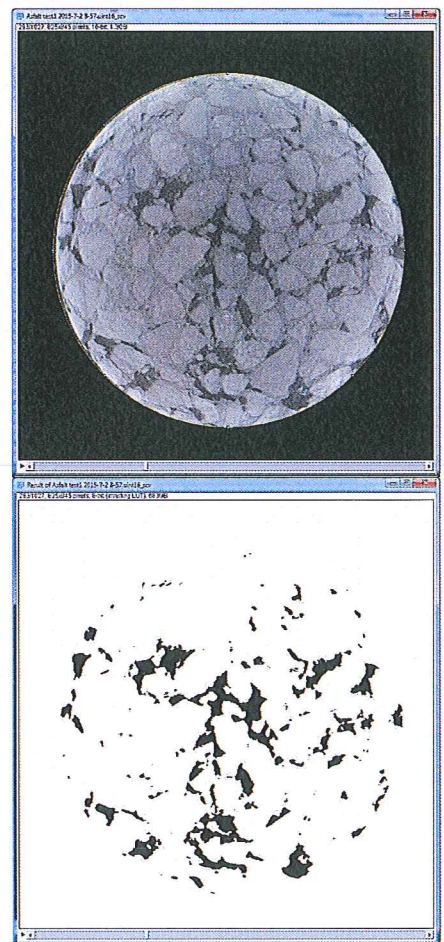
- Hvordan luftporestrukturen ændres ved nye asfaltsammensætninger
- Hvilken udvikling asfalten har ved accelererede nedbrydningsforsøg
- Hvordan porerne stopper til, samt hvilken effekt det har at rense porerne
- Hvad vedligeholdelsestiltag med "rejuvenators" gør ved hulrummene.

Alle disse informationer kan anvendes til at optimere næste generation af åbne belægninger og bestemme de bedste metoder til renhold og vedligehold, så der samlet set udvikles en belægning med væsentlig længere holdbarhed og fornuftige livscyklusudgifter.

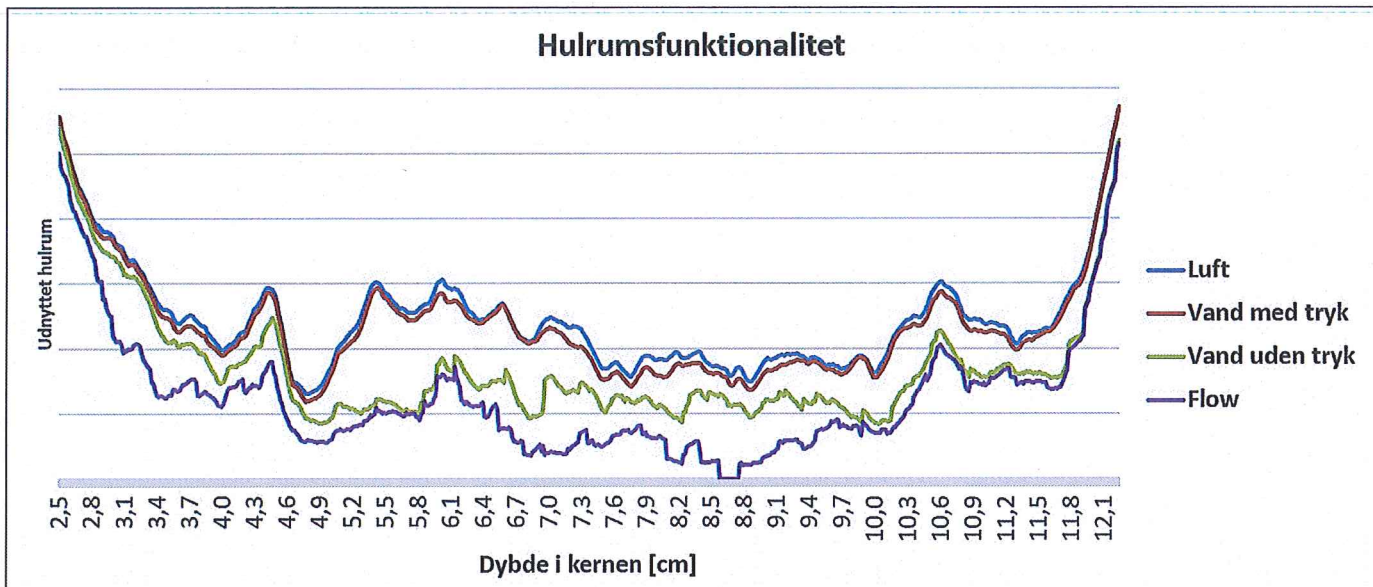
For at afprøve CT-scanning som værktøj til asfaltudvikling har NCC i projektets indledende fase konstrueret nogle asfaltkerner, som Teknologisk Institut har scannet for at se, hvilke informationer denne metode kan give om asfalten. CT-scanning



Figur 3. Rå data fra CT-scannet asfaltkerne.



Figur 4. Hulrumsbestemmelse på ét enkelt CT-slice.



Figur 5. Hulrummets funktion igennem kernen under forskellige antagelser om vand og flow.

CT-Scanning

Denne ikke-destruktive billeddannelsessteknik, muliggør sammenligning af asfaltlegemers initialstruktur og udviklingen gennem kontrollerede laboratorieforsøg.

af en ca. 13 cm høj Ø 10 cm asfaltkerne giver ca. 716 mio. voxels (3 dimensionale pixels) med en isotrop voxelsstørrelse på ca. 0,15 mm. Ideelt betyder det, at bestanddele ned til 0,15 mm kan skelnes fra hinanden. I realiteten er opløsningen knap

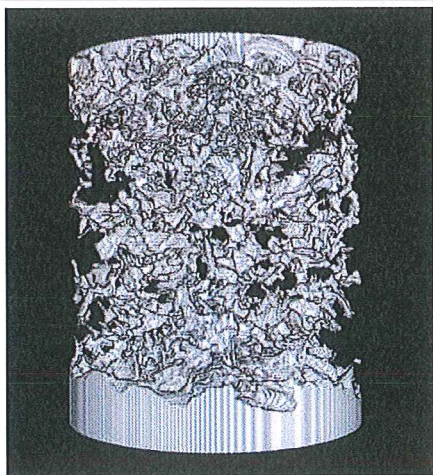
så høj, men dog rigelig god til at adskille sten, bitumen og hulrum fra hinanden. Se scannings eksempel på figur 3.

Da det især er hulrumsstrukturen, der er interessant i Klimavejen, er CT-scanningerne efterbehandlet, så det kun er hulrumsstrukturen i asfalten, der fremstår. Se eksempel på figur. 4. Med informationen om, hvordan hulrummet ser ud i 3 dimensioner, kan det med forskellige antagelser beregnes, hvor stor del af hulrummet der benyttes til vandafledning. I figur 4 vises andelen af hulrum benyttet til vandafledning under antagelse af at:

- Luft = vand løber i alle hulrum
- Vand med tryk = vand kan løbe både op og ned
- Vand uden tryk = Vand løber kun nedad
- Flow = Vand løber kun nedad, og der skal være sammenhængende hulrum fra toppen af kernen til bunden af kernen.

Som det kan ses af grafen i figur 5, er der et dyk i hulrum omkring 5 cm nede, hvilket giver en flaskehals som lukker en stor del af flowet. Denne flaskehals kan tilskrives en stor del af forskellen mellem hulrum (figur 6) og flow (figur 7). Årsagen til flaskehalsen kan identificeres ved at kigge på CT-scanningen, og derved kan årsagen til det manglende flow blive adresseret direkte i udviklingen af asfaltrecepten og udlægningsprocedure.

De indledende test med CT-scanning af asfalt har vist et stort potentiale for at indhente detaljerede informationer om asfaltens sammensætning med en ikke-destruktiv metode. Denne teknik åbner op for at følge, hvordan asfalt deformerer, når den bliver sporkørt, hvordan bitumen skylles ud af åbne belægninger, eller hvordan hulrumsstrukturen tilstoppes. Og i alle tilfælde kan resultaterne sammenlignes med den eksakte initialstruktur på asfalten. Dette værktøj åbner døren for en hel række nye undersøgelser, og Klimavejen bliver det første projekt, der får gavn af testmetoden.



Figur 6. Hulrum benyttet med antagelse af at vand løber i alle tilgængelige hulrum.



Figur 7. Hulrum, som giver flow fra top til bund, under antagelse af at vand ikke løber opad.



Klimavejen

til bedre klimatilpasning og støjmiljø i byer

Klimaforandringernes ekstreme "monsterregn" skaber store udfordringer i de større byer, hvor det eksisterende kloaknet ofte må give op. Et nyt, robust belægningskoncept med permeabel belægning medvirker til at afbøde skadeseffekten og sikrer samtidigt lavere trafikstøj.

Af teamleder Thomas Pilegaard Madsen og faglig leder Ole Grann Andersson, Teknologisk Institut.

Klimaforandringernes "monsterregn" er et stigende problem. De nuværende afløbssystemer i byerne er slet ikke dimensioneret til at kunne håndtere så meget vand på så kort tid. Det resulterer derfor i lokale oversvømmelser.

Nedbør blandet med opstigende kloakvand skaber store skader på kældre og lavtliggende byområder. Separatkloakering af regn- og spildevand er besværligt og omkostningstungt i milliardklassen. En løsning til at imødegå problemet kan derfor være at benytte en permeabel belægning, som midlertidigt kan opstuve og rumme regnvand. Vejbelægningen indgår på denne måde som et aktivt element i afvandingssystemet. Vandet kan efterfølgende nedsives eller på anden vis bortledes.

Det er dette emne, som deltagerne i udviklingsprojektet "KLIMAVEJEN" har arbejdet med. Projektet er støttet af Miljøsty-

relsen og har deltagelse af NCC, Vejdirektoratet, Rødovre Kommune, HOFOR, Asfaltindustrien og Teknologisk Institut.

Permeabel vejbelægning er løsningen

Ved anvendelse af en permeabel drænasfaltbelægning med ca. 25 procent hulrum, kan en hel del regnvand midlertidigt opstuves i vejbelægningen. Herved tages toppen af monsterregn-problemet. Magasin-effekten kan øges ved at kombinere flere lag drænasfalt med et underliggende, permeabelt grusbærelag – som et usynligt forsinkelsesbassin.

Drænasfalt har tidligere været udfordret på holdbarheden. I projektet KLIMAVEJEN er der derfor sat stort fokus på at udvikle en ny, robust drænasfalttype, med forventet levetid på niveau med traditionelle asfaltslidlag.


Projektet omfatter et omfattende udviklingsforløb i laboratoriet, hvor helt nye testmetoder er taget i brug. Efterfølgende er konceptet afprøvet på en fuldskala teststrækning i Rødovre Kommune. Resultatet af KLIMAVEJEN er blevet en ny, multifunktionel belægning, som både kan dræne regnvand effektivt bort og samtidigt giver en tydelig støjreduktion – ikke blot af dæk-/vejstøjen, men også motorstøjen hen over belægningen. Projektets slutrapport vil blive udformet som en praktisk manual.

Klimavejskonceptet, med den tilhørende praktiske manual, må ses som et oplagt emne til kommunernes palette af mulige LAR-løsninger (LAR = Lokal Afledning af Regnvand).



Måling af belægningens rullemodstand med specialudviklet måletrailer. Målingen dokumenterede, at belægningstypen trods den relativt grove overflade ikke vil forøge trafikens brændstofforbrug og CO₂-udledning.

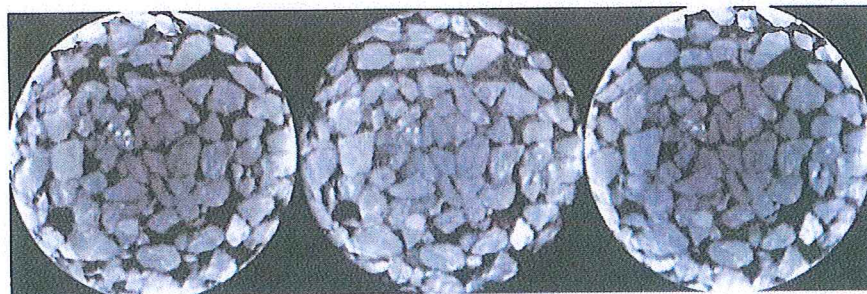



 Multifunktional drænasfalt: Nydelig, plan og ensartet belægning med tydelig hulrumstruktur på teststrækningen på Korsdalsvej i Rødovre. Nyt, robust KLIMAVEJ koncept.

Udvikling med state-of-the-art teknologi

Porerne i toppen af en drænasfalt vil erfaringsmæssigt stoppe til med tiden og kræver derfor regelmæssig oprensning, typisk 1-2 gange årligt. I KLIMAVEJEN er der hos Teknologisk Institut anvendt en ny teknologi med CT-scanning af asfaltprøver. Det er herved muligt at "kigge ind" i belægningen og se eksakt hvor og hvordan vejsnavset sætter sig. Denne teknik kan benyttes både til optimering af belægningens hulrum og til at finde frem til den mest effektive oprensningstype.

Det kan måske for nogle virke lidt uoverskueligt at anvende en belægning, som årligt kræver oprensning af hulrummene. En enkel metode til at imødegå dette kan dog være blot at tegne en flerårig funktionskontrakt med belægningens asfaltentreprenør, som så påtager sig funktionsansvaret.



 Med avanceret CT-scanningsteknik kan metoden til oprensning af drænasfalt optimeres. Billedet viser et "røntgen-tværsnit" i den samme drænasfaltkerne før tilstopning, efter tilstopning og efter oprensning.

Store sten i belægningen giver størst hulrumspor for vandafledning, men giver til gengæld mere rumlestøj end en finkornet belægning. Den specielle KLIMAVEJ drænasfalt består derfor af sten op til 11 mm og konstrueres bl.a. med en særlig filter-sammensætning og en speciel, polymermodificeret bitumen, der sikrer ekstra lang levetid.

I projektet er der også set på miljøforhold og godkendelser omkring en eventuel nedslivningsløsning, vintervedligehold og snerydning og praktiske ideer til sammenkobling med eksisterende afvandingssystemer.

Bedre støjmiljø - uden at påvirke trafikens CO₂-udledning

Med det nye belægningkoncept er opnået en reduktion af trafikstøjen på ca. 4 dB i forhold til en traditionel slidlagsasfalt.

”Klimavejskonceptet, med den tilhørende praktiske manual, må ses som et oplagt emne til kommunernes palette af mulige LAR-løsninger.”

Drænasfalten fremtræder jo som en lidt grovere belægning end traditionelle asfaldslidlag. Man kunne derfor frygte, at den nye belægningstype ville forøge rullemodstanden – og altså resultere i at bilmotorens brændstofforbrug og CO₂-udledning blev forøget. Avancerede målinger på teststrækningen, udført af udenlandske målespecialister, dokumenterer dog, at dette ingenlunde er tilfældet.

AKVAVEJEN – Unik løsning med lokal vandrensning

Regnvandet kan efter forsinkelsen gennem belægningen opsamles og bortledes på traditionel vis til kloaksystemet. Alternativt kan vandet, afhængig af de lokale forhold, afledes gennem nedslivning eller til nærliggende recipient/vandløb. Endelig kan vandet efter lokal rensning nedslives eller anvendes til rekreative formål. Den sidstnævnte løsning er i projektet AKVAVEJEN afprøvet på en fuldskala teststrækning, som netop er indviet i Taarnby Kommune.

Projektet AKVAVEJEN kan ses som en videreudvikling af KLIMAVEJ-teknologien. Vi vil komme med en nærmere beskrivelse af projektet AKVAVEJEN i et kommende nummer af ASFALT, når der er indhøstet nogle praktiske erfaringer fra projektet.

Læs mere om projekterne på

KLIMAVEJEN
www.teknologisk.dk/projekter/klimavejen/35032

AKVAVEJEN
www.teknologisk.dk/projekter/projekt-akvavejen/36225



KLIMAVEJEN

– Nyt multifunktionelt belægningskoncept til klimasikring i byer

Denne artikel beskriver et nyudviklet, multifunktionelt belægningskoncept, som kan reducere skadeeffekten af de klimaskabte ekstremnedbørsmængder og samtidigt sikre et bedre støjmiljø i byområderne – og med stor sandsynlighed uden at gå på kompromis med levetid og holdbarhed sammenlignet med traditionelle asfaltslidlag. Et oplagt emne til kommunernes palette af mulige LAR-løsninger.



Af faglig leder
Ole Grann Andersson,
Teknologisk Institut
olan@teknologisk.dk

Klimaproblemet: For meget regnvand på ganske kort tid

Klimaforandringerne medfører ikke blot betydeligt øgede nedbørsmængder, men også hyppigere forekomst af ekstremnedbørsmængder ("monsterregn"), som de nuværende afløbssystemer i byerne slet ikke er dimensioneret til at kunne håndtere. De seneste års stigende skybrud og voldsomme ekstremnedbørsmængder forårsager lokale oversvømmelser og store skader på kældre og lavtliggende byområder. Det er endnu kun få steder i storbyerne, hvor der er foretaget separatkloakering af regn- og spildevand.

Det betyder, at ekstremnedbørsmængdernes skadeeffekt ud over selve vandpåvirkningen øges betydeligt med sygdomsrisici og behov for mere omfattende rensningstiltag, da der i givet fald ofte er tale om opstigende kloakvand. Det er skønmæssigt vurderet, at kloakkerne skal kunne håndtere mindst 30% mere regnvand, end

det i dag er muligt, hvilket for storbyerne vil medføre enorme ekstraomkostninger i milliardklassen.

Permeabel vejbelægning

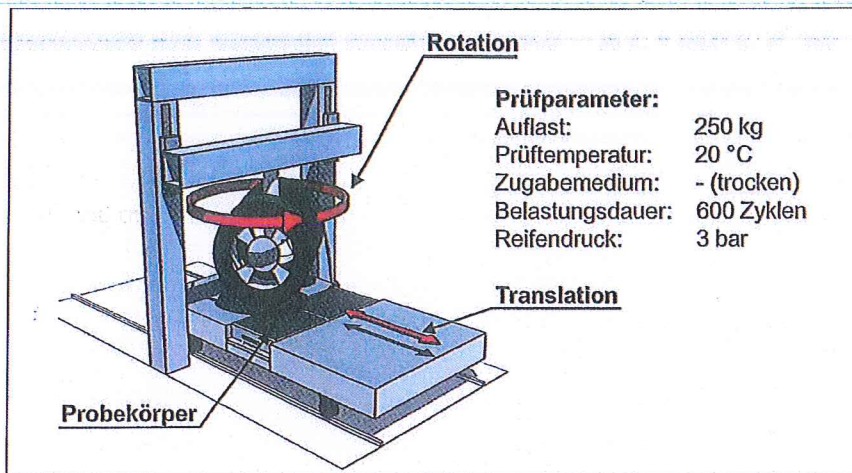
De fleste skader fra klimaforandringernes regnskyl skyldes principielt ikke den samlede regnmængde, men at "monster-

regnskylle" har så stor intensitet, at afledningskapaciteten overstiges markant. Ved at lade vejbelægningen indgå som et "aktivt" element i regnvandshåndteringen, gennem anvendelse af en drænasfalt med stort porehulrum på 20-25%, kan der opnås en form for "usynligt forsinkelsesbassin", der tager toppen af monsterregnen.

I mange tilfælde kan det måske være

Figur 1. Klimaforandringerne medfører kraftigere ekstremnedbørsmængder, som skaber omfattende oversvømmelsesskader. Nye tiltag er påkrævet, da kloaknettet ikke kan følge med de stigende regnintensiteter.





Figur 2. Ved udviklingen af den nye multifunktionelle drænasfalt er bl.a. anvendt prøvning af dæk-vrid-modstand med den nyudviklede tyske ARTe test. Projekterfaringerne viser, at ikke alle traditionelle asfalt-testmetoder er egnede til drænasfaltoptimering.

tilstrækkeligt at benytte det øverste asfaltslidlag som forsinkelsesbassin, men med en mere omfattende opbygning med drænasfaltslidlag, drænasfalt bærelag og dræn-stabil grusbærelag vil der kunne

opnås et betydeligt vandreservoir og dermed forsinkelseeffekt, hvis vandet efterfølgende opsamles og bortledes gennem kloaksystemet.

Alternativt kan der være mulighed for,

afhængig af de lokale forhold, at aflede regnvandet videre gennem nedsvivning, afledning til nærliggende recipient eller gennem opsamling og lokal rensning, hvorefter det rensede vand kan nedsives eller anvendes til rekreative formål. Disse muligheder er omfattende beskrevet i projektets slutrapport.

Trafikstøj også problematisk i byområder

Støj fra vejtrafik udgør også et problem for det omgivende bymiljø. Flere undersøgelser dokumenterer, at belastningen fra trafikstøj kan have væsentlige sundhedsmæssige konsekvenser for beboerne i form af hovedpine, stress og øget risiko for hjerte-/karsygdomme. Ved at anvende en drænasfalt med stort porevolumen kan støjen reduceres.

Problemet er blot, at sådanne belægninger med tiden tilstoppes af "vejsnavs" og nedfaldne blade. For at modvirke dette anvendes regelmæssig (1-2 gange årlig) rensning med spule-/sugebil. Drænasfaltens udfordring er desuden, at det store

Figur 3. Multifunktionel drænasfalt: Nydelig, plan og ensartet belægning med tydelig hulrumsstruktur. Trods relativt tung trafik med hyppig busdrift kunne der efter et år ikke konstateres signifikant sporkøring på teststrækningen på Korsdalsvej i Rødovre.





Figur 4. Rullemodstandsmåling med avanceret måletrailer fra T.U. Gdansk i Polen.

hulrumsniveau medfører øget oxidation og hærdning af bindemidlet. Når der så samtidigt spules jævnlige med højtryk, går det ud over belægningens levetid.

Det har derfor været et klart mål i projektet at optimere belægningssammensætningens robusthed, så der kan opnås forventede levetider på niveau med traditionelle asfaltslidlag.

Projektet "Klimavejen" – Multifunktionel drænasfalt

"Klimavejen" er et netop afsluttet 3-årigt forsknings- og udviklingsprojekt, som er gennemført med støtte fra Miljøstyrelsens MUDP-ordning. Projektet er gennemført med deltagelse fra Vejdirektoratet, NCC, Rødovre Kommune, HOFOR, Asfaltindustrien og Teknologisk Institut (projektlejledning). I forbindelse med projektafslutningen er der udarbejdet en rapport, som vil blive udgivet i regi af Miljøstyrelsen. Denne rapport er søgt udarbejdet som en form for "Kogebog" til hjælp ved kommunernes løsning af de klimaskabte regnvandsproblemer ("LAR-løsninger"), da der p.t. ikke foreligger samlede løsningsbeskrivelser.

I projektet er der udviklet et nyt koncept for multifunktionel drænasfalt, som kan anvendes såvel alene som i kombination med en permeabel underbygning (drænasfalt bærelag og dræn-stabil grus). Den multifunktionelle drænasfalt er udviklet med henblik på at sikre et højt hulrumsniveau med gode drænegenskaber, samtidigt med at der sikres en god støjreduktion fra trafikstøjen. Da udbredelse af drænasfalt hidtil har været stærkt begrænset i Danmark af hensyn til levetiden, er der i dette projekt desuden lagt stor vægt på at optimere levetiden.

Konceptudvikling med omfattende laboratorieprøvning

For at minimere generering af trafikstøj bør der anvendes en drænasfalt med lille maksimalkornstørrelse (f.eks. 5 eller 8 mm), så der opstår færrest mulige vibrationer (rumlestøj), når dækket passerer hen over vejoverfladen. Samtidigt kræver en effektiv og hurtig vandafledning, at belægningen har relativt store og gennemgående luftporer, hvilket peger i retning af stenstørrelser på 16 mm eller endnu grovere. Efter en serie indledende screeningsforsøg er det endelige valg faldet på en drænasfalt type 11 som bedst mulige kompromis.

For at øge levetiden i forhold til i Danmark tidligere forsøgsvis anvendte drænasfalttyper er bindemiddelindholdet hævet med ca. 0,5% (svarende til en relativ forhøjelse på ca. 10%), samtidigt med at der er anvendt polymermodificeret bitumen med ekstremt højt indhold af fleksibel og elastisk polymer indblandet i en lidt blødere bitumen end traditionelt anvendt. Herved opnås en ekstremt smidig og fleksibel belægning, som også forventes at have betydeligt større ældningsmodstand og robusthed over for højtryksrensning. Der er i projektet gennemført omfattende laboratorietests, herunder sporkøringstests og test af dæk-vridningsmodstand med den nyudviklede tyske "ARTE-test".

Disse to laboratorietests indikerede dog indledningsvis en relativt lav modstand over for sporkøring og vridpåvirkning. Disse tendenser kunne dog slet ikke ses på den udførte fuldskalastrækning. Dette indikerer derfor, at man ved optimering af drænasfalt bør tage sig i agt og ikke bør stole på alle de traditionelle asfalttestmetoder, da drænasfaltens styrke og holdbarhedsegenskaber på vejen bl.a. er afhængig af sidestøtte og forhold, som ikke genskabes korrekt i alle nedskalerede laboratorietests. Der blev efterfølgende udført dynamisk krybetest på drænasfalten med Nottingham Asphalt Tester (NAT), og disse tests udviste normale stabilitetsegenskaber. NAT bør derfor foretrækkes ved fremtidig drænasfaltoptimering.

ber på vejen bl.a. er afhængig af sidestøtte og forhold, som ikke genskabes korrekt i alle nedskalerede laboratorietests. Der blev efterfølgende udført dynamisk krybetest på drænasfalten med Nottingham Asphalt Tester (NAT), og disse tests udviste normale stabilitetsegenskaber. NAT bør derfor foretrækkes ved fremtidig drænasfaltoptimering.

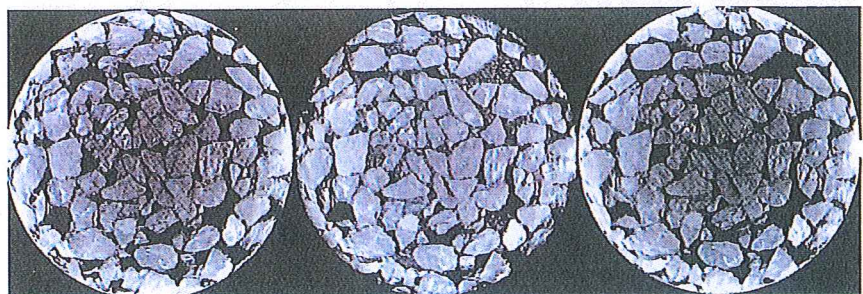
Velfungerende forsøgsbelægning i Rødovre

For at kunne iagttage belægningskonceptets funktionsegenskaber under reel trafikpåvirkning blev der i efteråret 2015 udført en forsøgsbelægning på en kortere delstape af Korsdalsvej i Rødovre. Til trods for at der her blev anvendt endnu blødere bitumen end i laboratorieforsøgene, har belægningen i praksis vist sig robust og holdbar over for tung busstrafik og relativ høj trafikintensitet. Efter et års trafikpåvirkning var der således ikke signifikant sporkøring på strækningen.

Gode overfladeegenskaber opnået i praksis

Den multifunktionelle drænasfalt har i sig selv – trods det forhøjede bindemiddelindhold – et hulrumsniveau på op imod 25%. Dette betyder, at en 40 mm tyk belægning har en vandopstuvningskapacitet på ca. 10 mm – eller 10 liter pr. m². Dette er i sig selv ikke et enormt volumen, men måske lige nok til at undgå de indledende "First Flush" relaterede overløbsskader. Større effekt kan dog nemt opnås ved at kombinere med en underbygning af tilsvarende permeable lag.

De gode drænegenskaber ses tyde-



Figur 5. Med Teknologisk Instituts CT-skannere er ny teknologi introduceret. Billedet viser ikke-destruktiv CT-skanning af samme borekerne af den multifunktionelle drænasfalt – snit i ca. 1,5 cm's dybde under belægningsoverfladen: Initialt (t.v.), efter tilstopning (midt), og efter oprensning (t.h.). Et vigtigt værktøj i fremtidens belægningsoptimering.

ligt ved et simpelt forsøg, hvor en påkasted spand fuld vand straks forsvinder fra overfladen. Der er også udført reelle udløbstests med "Becker" metoden, som bl.a. også anvendes i Holland. Testbelægningen på Korsdalsvej udviser en gennemsnitlig udløbstid på 22 sekunder for en 100 mm vandsøjle, hvilket efter hollandsk erfaring er meget flot (en tilstoppet belægning bruger mere end 75 sekunder for de 100 mm vandsøjle).

Med hensyn til trafikstøj så er der på forsøgsbelægningen udført støjmåling med Vejdirektoratets CPX-støjmåletrailer "Deci-Bella". Ved omregning af de opnåede data til "SPB-værdier" (svarende til hvad der opleves i vejsiden) er der konstateret en pæn støjreduktion i størrelsesorden ca. 4 dB. På grund af drænasfaltens "æggebakkestruktur" opnås i modsætning til andre asfaltyper ikke blot en reduceret støj udvikling af dæk/vejstøjen, men også en reel reduktion af støjen fra motor, udstødning og andre kilder. Drænasfalten mindsker tydeligt de generende, højfrekvente hvislelyde, men sænker støjen mest i området omkring 1.000 Hz, hvor det menneskelige øre har størst følsomhed.

Ingen negativ effekt på rullemodstand, brændstofforbrug og CO₂-udledning

Et emne, som har stor bevågenhed i øjeblikket, er vejbelægningers rullemodstand. NCC og Vejdirektoratet har i det netop gennemførte, omfattende forskningsprojekt "COOEE" påvist, at der ved anvendelse af specielle finkornede belægninger kan opnås en reduceret rullemodstand, som dermed giver et stort potentiale for reduktion af den samlede vejtrafikens brændstofforbrug og relaterede CO₂-udledning. Da COOEE belægningerne er meget finkornede, er det næppe sandsynligt, at der kan opnås tilsvarende effekter med den grovere multifunktionelle drænasfalt.

Det er dog vigtigt at sikre, at den nye drænasfalttype ikke er så grov, så der opstår en negativ effekt i form af forøget rullemodstand og deraf afledt brændstofforbrug. I projektet "Klimavejen" er der derfor gennemført rullemodstandsmålinger af eksperter fra T. U. Gdansk, som er blandt de førende på området. Målingerne viser, at der konservativt set i hvert fald ikke opnås forøget rullemodstand ved at udskifte et traditionelt asfaltbetonslidlag med den

multifunktionelle drænasfaltbelægning. En udskiftning vil således ikke medføre en efterfølgende forøgelse af trafikens CO₂-udledning.

Udvikling med avanceret CT-skanningsteknik

Som et led i udviklingen af den multifunktionelle drænasfalt er der på Teknologisk institut taget ny teknologi i brug i form af avanceret CT-skanning af asfaltprøver. Med denne teknik er det bl.a. muligt at få et 3D billede af asfaltens opbygning og porestruktur. CT-skanning er en ikke-destruktiv teknik, som tillader, at samme borekerne kan analyseres og betragtes både før og efter tilstopning med vejsnavs, samt tillige efter der er foretaget oprensning med højtryksspuling.

Dette kan bl.a. benyttes til receptoptimering af belægningens porefordeling/størrelse, hvor vejsnavs fæstnes, og til vurdering af forskellige oprensningsprocedurers effekt. Endvidere kan man vurdere effekten af eventuelle coatings (voks, rejuvenator-emulsion etc.), som kan forsinke tilstopningen og øge levetiden præventivt.

Oprensningseffekt optimeres ved tilstopningsforsøg i laboratoriet

I projektet er der gennemført forsøg, hvor en laboratoriefremstillet "vej-slam" er påført asfaltprøver, som derefter er oprenset på forskellig vis, og hvor effekten løbende er vurderet med CT-skanning. Forsøgene har bl.a. bekræftet, hvad der er iagttaget på borekerner fra ældre, tilstoppede drænasfaltvarianter, nemlig at tilstopningen med vejsnavs oftest forekommer i en lagzone ca. 1,5 cm under belægningens top. Med den udviklede laboratorie-tilstopningsteknik kan tilstopning, som på vejen måske tager 5-7 år, simuleres i laboratoriet på et par døgn. CT-skanning er således et meget værdifuldt værktøj til fremtidens belægnings- og oprensningsoptimering.

Det er vigtigt at være bevidst om, at valg af en multifunktionel drænasfalt medfører et behov for regelmæssig oprensning for at sikre at bibeholde hulrumstrukturen og dræneffektiviteten. Det kan overvejes, om det vil være hensigtsmæssigt at tegne en form for funktionskontrakt med den udførende belægningsentreprenør, så de nødvendige årlige oprensningssomkostninger er fastlagt fra start.

Glatførebekæmpelse og vinteromkobling

Drænasfalt er en meget trafikikker belægning under normale vejforhold med dokumenteret højt friktionsniveau og mindsket opsprøjt i vådt føre. Det er dog vigtigt at tage sig i agt for, at den åbne belægning kan stille særlige udfordringer med hensyn til glatførebekæmpelse. Dels fryser en drænasfalt på grund af den åbne struktur hurtigere end en traditionel, tæt belægning, når vintervejret sætter ind, og dels vil den åbne porestruktur hurtigere dræne vejsalt væk fra overfladen, hvilket kan kræve både hyppigere saltning og større saltmængder.

Dette kan dog tilsyneladende imødegås ved at anvende en opblanding af vejsalt med et produkt som Safecote, der med sin mere geléagtige konsistens bedre fastholder saltkornene på vejoverfladen. Vejsalt kan også være skadeligt for det omgivende miljø i forbindelse med eventuel nedsvinningsløsning eller afledning til recipient. Det vil derfor være hensigtsmæssigt, hvis der i forbindelse med flerlagsopbygninger med permeable lag sikres mulighed for "vinteromkobling", således at der i vintermånederne, hvor der saltes, men til gengæld sjældent forekommer "monsterregnskyl", kan foretages omkobling af det opsamlede regnvand, så det ledes tilbage til det eksisterende kloaknet. Den permeable belægning fungerer således kun som et opsamlings- og forsinkelsesreservoir uden nedsvinningsmulighed i vintermånederne.

Konklusion på projektet

Det kan afslutningsvis konstateres, at det af Miljøstyrelsen støttede udviklingsprojekt "Klimavejen" har skabt et tiltrængt overblik over muligheder for klimatilpasningsløsninger med permeabel belægningsopbygning. Samtidigt er der med den ny, multifunktionelle drænasfaltbelægning skabt nye muligheder for anvendelse af robust og holdbar drænasfalt. Endelig er der med avanceret CT-skanningsteknologi skabt helt nye muligheder for optimering af belægnings sammensætning og oprensningsteknik.



KLIMAVEJEN