

Optimering af støjreducerende tyndlagsbelægninger

Seniorforsker Hans Bendtsen
Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut
Guldalderen 12, P.O. Box 235, 2640 Hedehusene, Denmark
Telefon: 4630 7000, www.vd.dk, E-mail: hbe@vd.dk

Der er et stigende fokus i Danmark på mulighederne for at anvende tyndlagsbelægninger, der er optimeret til at reducere støj. Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut har i 2005 offentliggjort to nye tekniske notater om internationale erfaringer med støjreducerende tyndlagsbelægninger baseret på litteraturstudier samt studiebesøg i Frankrig og i USA. Formålet har været at fremskaffe den nyeste internationale viden, som kan danne baggrund for en fortsat udvikling og optimering af støjreducerende egenskaber og holdbarhed for tyndlagsbelægninger i Danmark og Holland.

Arbejdet er gennemført inden for rammerne af det samarbejde om forskning og udvikling som Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut (DRI) og det hollandske vej og vandbygningsinstitut (DWW) gennemfører i perioden 2004 til 2007 kaldet: "the DRI-DWW noise abatement programme" [1].

1. Baggrund og historie

Tyndlagsbelægninger blev introduceret og anvendt i stor skala i begyndelsen af 1990'erne i Frankrig og andre Europæiske lande. Hovedformålet var at opnå en holdbar belægning med en god friktion som samtidig havde en relativ lav pris. Sidst i 1990'erne begyndte man i Holland og i andre lande at arbejde med at modificere tyndlagsbelægningernes overfladestruktur for at opnå en støjreduktion. I Holland var baggrunden, at der kunne opstå problemer med at bevare den støjdæmpende effekt af drænasfalt på bygader, fordi belægningernes porer blev tilstoppet. I Frankrig er tyndlagsbelægninger ligeledes gennem de senere år udviklet som virkemiddel til at reducere støj, både på bygader og på landeveje/motorveje.

I processen med at optimere støjreduktionen er eksisterende recepter blevet modificeret og ændret. Dette kan have konsekvenser for holdbarheden, friktionen og andre relevante parametre.

Brug af tyndlagsbelægninger er ikke helt ny i Danmark. Det nye ligger i, at der nu i forsknings- og udviklingsprojekter samt i asfaltbranchen arbejdes på at optimere disse belægningers støjreducerende egenskaber.

2. Mekanismer for generation af dæk-vejbanestøj

To af de væsentlige mekanismer, som er betydningsfulde for genereringen af dæk-vejbanestøj, er følgende:

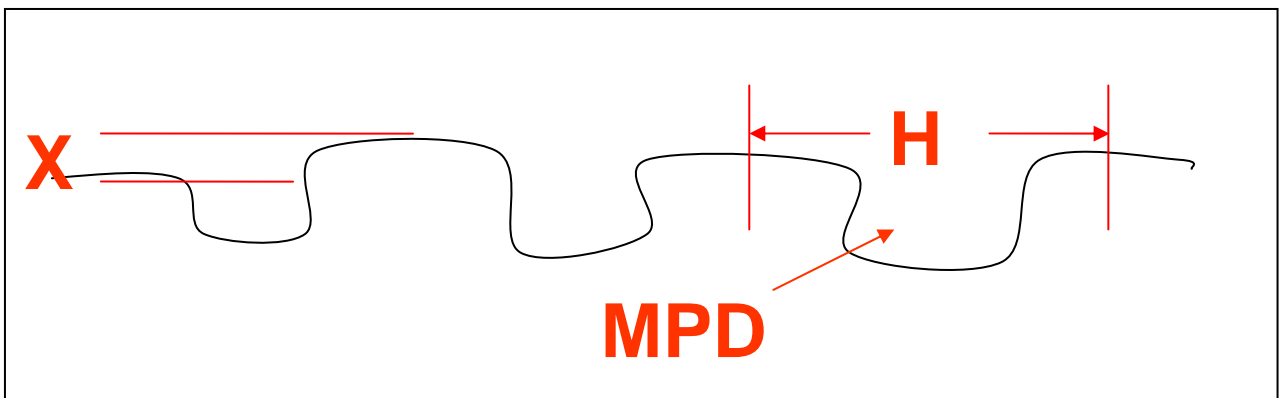
1. Støj fra vibrationer i dækkene, som genereres ved kontakten mellem gummiblokkene i dækkets overflade og vejbelægningens overflade. Disse vibrationer i dækkets sider sætter den omgivende luft i bevægelse, hvorved der udsendes støj fra dækkene. Denne støj ligger i frekvensområdet under omkring 1000 Hz. Jo mere jævn en belægningsoverflade er jo mere reduceres dækvibrationerne og dermed støjen.
2. Støj fra luftpumpning som forekommer, når et dæk ruller hen over en vejoverflade. Idet dækkets gummiblokke rammer belægningsoverfladen trykkes de sammen, hvorved den

luft der er mellem gummiblokkene presses ud til omgivelserne. Når gummiblokkene igen slipper belægningsoverfladen suges der igen luft ind mellem gummiblokkene. Disse hurtige bevægelser i luften resulterer i højfrekvent støj over 1000 Hz. Hvis belægningen har en åben overfladestruktur eller har en porestruktur vil luftpumpningen i større grad foregå ved at luft presses ned i belægningen og suges op igen, hvilket vil reducere niveauet af den støj der genereres.

Når der tales om støjdæmpning er det altid nødvendigt at anvende en fast referencebelægning. I Danmark anvendes normalt en tæt asfaltbeton med 11 mm maksimal skærvestørrelse (AB11t). Dette svarer til den referencebelægning der anvendes i den Nordiske beregningsmetode for vejtrafikstøj. I andre lande anvendes andre referencer og derved opnås andre støjdæmpninger. Det er meget vigtigt at være opmærksom på dette forhold, når udenlandske resultater skal vurderes.

3. En deskriptiv japansk model

På Inter.noise konferencen i 2004 præsenterede nogle japanere en deskriptiv model til at beskrive genereringen af dækvejbane støj med fokus på vejbelægningens overfladestruktur [2]. Denne model er ikke dækkende for drænasfaltbelægninger, hvor flere forhold som belægningens tykkelse er af betydning, men den kan anvendes til at illustrere og anskueliggøre støjudsendelsen fra andre belægningstyper så som tyndlagsbelægninger.



Figur 1. Deskriptiv japansk model, der viser nogle overflade parametre, som har betydning for dæk-vejbane støjen [2].

Der er defineret et specielt mål for ujævnhed kaldet **X**, som beskriver forskellen på højden af de højeste punkter på belægningens overflade. Desuden er der defineret et mål kaldet **H**, for at beskrive den gennemsnitlige afstand mellem de højeste punkter på belægningsoverfladen. Endelig anvendes Mean Profile Depth (**MPD**), der måles med laserudstyr, som et udtryk for den samlede åbenhed af en belægningsoverflade. På denne baggrund kan der skitseres følgende retningslinier for mulighederne for at reducere dæk-vejbanestøjen:

1. Ved at reducere **X** forskellen på højden af de højeste punkter på belægningens overflade så reduceres den vibrationsgenererede støj. Dette kan opnås ved at anvende stenmateriale med plane flader og en så kubisk form som muligt, samt ved at sikre en god komprimering af belægningen i forbindelse med udlægningen.
2. Ved at reducere **H** den gennemsnitlige afstand mellem de højeste punkter på belægningsoverfladen, reduceres den vibrations genererede støj ligeledes. Dette kan opnås ved at anvende en så lille maksimal stenstørrelse som muligt.

3. Ved at forøge størrelsen af fordybningerne i belægningens overflade (forøge **MPD**) kan støjen fra luftpumpning reduceres. Dette kan opnås ved at anvende recepter med et så stort indbygget hulrum som muligt.

Hvis man ser bort fra drænasfalt, så har belægningstykkelsen faktisk intet direkte med støjjudsendelsen at gøre. Men indirekte er der en relation. Som det fremgår af ovenstående, er det godt for støjreduktionen at anvende en lille maksimal stenstørrelse fx på 4, 6 eller 8 mm. Da belægninger, som en tommelfinger regel, normalt konstrueres med en tykkelse på 3 gange stenstørrelsen, vil støjreducerende belægninger med en åben overfladestruktur normalt have en lille lagtykkelse på typisk 15 til 25 mm. Små sten og deraf følgende lille lagtykkelse, er årsagen til at nogle tyndlagsbelægninger er støjreducerende.

Det er således ikke tyndlagsbelægninger som sådan, der automatisk er støjreducerende. Det er først, når tyndlagsbelægningernes overfladestruktur er optimeret til lav støjjudsendelse, at der er tale om støjreducerende tyndlagsbelægninger.

Både i Danmark og i andre europæiske lande er der gennemført forsøg med udvikling og test af støjreducerende tyndlagsbelægninger. Med den nuværende viden, er det vor umiddelbare vurdering, at det er muligt at designe tyndlagsbelægninger med en både jævn og åben overfladestruktur, der er støjreducerende, ud fra forskellige belægningsfamilier så som:

- Åben Asfaltbeton (ABå).
- Skærvemastiks (SMA).
- Kombinationsbelægninger (TBk).

4. Internationale erfaringer

I Frankrig har forskere og asfaltproducenter i en årrække arbejdet på udvikling af støjreducerende tyndlagsbelægninger. Tynde belægninger opdeles i to klasser afhængigt af det indbyggede hulrum (se Tabel 1). Belægningerne har en tykkelse på 20 til 30 mm. Desuden arbejdes der med en type ultra tynde belægninger med tykkelser på typisk 15 til 20 mm. Klasse 2 belægningerne har så stort indbygget hulrum, at de må have ligheder med drænasfalt.

Max. stenstørrelse	Klasse 1		Klasse 2	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
6 mm	12 %	20 %	20 %	25 %
10 mm	10 %	18 %	18 %	25 %

Tabel 1. Indbygget hulrum på franske tyndlagsbelægninger målt i laboratoriet på prøve legemer produceret med en Gyrator Compactor [3].

For at sikre en god forsegling, udlægges der normalt en bitumen emulsion før udlægning af tyndlagsbelægninger. Der anvendes modificeret bitumen på steder hvor belægningerne kan blive udsat for forskydningskræfter. Ifølge det franske vejinstitut LCPC [3], har tyndlagsbelægninger, som anvendes i Frankrig, normalt en god modstandsdygtighed over for sporkøring, de reducerer opsprøjt i vådt føre og har en god friktion. Belægninger med 6 mm sten, skulle ifølge LCPC [3] have en bedre friktion end belægninger med 10 mm sten.

Tabel 2 viser nogle typiske støjreduktioner målt i Frankrig i forhold til tæt asfaltbeton med 10 mm maksimal stenstørrelse, hvilket stort set svarer til den danske referencebelægning. Støjen er målt ved 80 og 90 km/t. Generelt opnås der for tyndlagsbelægningerne støjreduktioner på 2 til 4 dB, hvilket er mindre end de 4 til 6 dB, der kan opnås med drænasfalt. Det ses, at den bedste støjreduktion opnås for belægningerne med de mindste sten samt for klasse 2 belægningerne med det største indbyggede hulrum. Støjreduktionen er generelt lidt større for personbiler end for lastbiler.

Belægnings type	Maksimal stenstørrelse	Støjreduktion Personbiler 90 km/h	Støjreduktion Lastbiler med mere end to aksler 80 km/h
Drænasfalt	6 mm	6,0 dB	4,3 dB
Drænasfalt	10 mm	3,5 dB	3,5 dB
Tyndlag klasse 1	6 mm	2,7 dB	1,9 dB
Tyndlag klasse 2	6 mm	3,7 dB	3,1 dB
Tyndlag klasse 1	10 mm	-0,2 dB	0,2 dB
Tyndlag klasse 2	10 mm	2,2 dB	3,0 dB

Tabel 2. Typiske støjreduktioner for franske tyndlagsbelægninger og drænasfalt målt i forhold til tæt asfaltbeton med 10 mm maksimal stenstørrelse [3].

5. SILENCE et nyt EU forskningsprojekt

EU-projektet SILENCE har til formål at reducere trafikstøjen i de europæiske byer gennem et treårigt forskningsprogram. Deltagerne er fra såvel vejsektoren, bil og dæk industrien samt jernbaneindustrien og dens operatører. Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut (VI) bidrager til projektet både på den forskningsmæssige såvel som på den projektstyrende del af projektet og har desuden en central placering i projektets overordnede ledelse.

SILENCE er et integreret forskningsprojekt støttet gennem EU's 6. rammeprogram. Projektets formål er at udvikle relevante metoder og teknologier der effektivt kontrollerer og reducerer støjen fra vej og jernbanetrafikken i Europas byer. Arbejdet omhandler innovative strategier og handlingsplaner for reduktion af trafik støjen i byer samt praktiske og implementerbare værktøjer. Fra Danmark deltager udover Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut også Københavns kommune. Desuden er Malmø kommune inddraget i arbejdet. Projektet blev igangsat den 1. februar 2005 og afsluttes i 2008.

Et stort delprojektet om vejbelægningsers støj, styres af Vejteknisk Institut. Dette projekt omhandler både udvikling og afprøvning af nye vejbelægningstyper samt udviklingen af vedligeholdelsesmetoder for støjreducerende belægninger. På Europæisk plan er der en stigende interesse for at udvikle nye vejbelægningsmaterialer som bidrager til en reduktion af dækvejbanestøjen. Det er derfor vigtigt at videreudvikle og optimere disse nye materialetyper med hensyn til deres støjreducerende egenskaber. En lang række lovende belægningstyper, både drænasfalt og tyndlag, vil i 2006 blive testet i en helt speciel tromle udviklet til formålet af det

tyske vejlaboratorium (BAST). På en workshop i marts 2006 udvalgte eksperter fra Tyskland Sverige og Danmark de belægningskoncepter, som skal testes. De bedste belægninger vil efterfølgende blive udlagt og testet på rigtige veje. I Danmark skal der bl.a. etableres nye forsøgsstrækninger med optimerede støjreducerende tyndlagsbelægninger på en bygade i Københavns kommune.

Brosten og betonsten anvendes i nogle tilfælde som æstetisk og trafikalt virkemiddel på bygader. I SILENCE arbejder Vejteknisk Institut og det svenske vejteknisk institut (VTI) med at kortlægge støjen fra sådanne belægninger, samt med at udvikle og teste mindre støjende stentyper bl.a. sammen med Københavns Kommune.

6. Samarbejde med Holland

Som et led i "the DRI-DWW noise abatement programme" [1] etablerer Vejteknisk Institut sammen med Vejdirektoratet nogle nye forsøgsstrækninger med tyndlagsbelægninger optimeret for støjreduktion på en hovedlandevej ved Herning i efteråret 2006.

7. Referencer

1. The DRI-DWW Noise Abatement Program - Project description. Notat 24, 2005. Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut (<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VInot024/index.htm>).
2. International Experiences with Thin Layer Pavements. Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut, Notat 29, 2005 (<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VInot029/index.htm>).
3. French Experiences on Noise Reducing Thin Layers. Vejdirektoratet/Vejteknisk Institut, Notat 28, 2005 (<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VInot028/index.htm>).
4. SILENCE projektets hjemmeside: www.silence-ip.org