

NYT OM STØJREDUCERENDE VEJBELÆGNINGER

Seniorforsker Hans Bendtsen
Afdelingen for Trafiksikkerhed og Miljø
Vejdirektoratet Niels Juels Gade 13
1020 København K
Tel: 33 93 33 38, Fax: 33 93 07 12
E-mail: HBE@VD.DK

0. Abstract

Dæk-vejbanestøjen er den ene af de to dominerende støjkloder fra vejtrafik. Trafiksikkerheds og Miljøafdelingen i Vejdirektoratet har i de seneste 7 år gennemført et forsøg, med det mål at udvikle støjreducerende vejbelægninger til hovedlandeveje (80 km/t), som kunne bevare en støjreduktion i hele belægningens levetid. I hele perioden har de udlagte drænasfalt belægninger haft en støjreduktion på 3 - 4 dB(A) i forhold til en reference belægning. Forsøget har samtidig givet et indblik i hvordan støjuddannelsen udvikles, efterhånden som belægninger ældes. I projektet er ligeledes inkluderet et forsøg på bygader (50 km/t) hvor en drænasfalt gav en støjreduktion på 3 dB(A). Denne reduktion forsvandt dog i løbet af 2 år, formodentlig fordi belægningens porer blev tilstoppet. Der inddrages internationale erfaringer fra dette forskningsområde, og der opstilles vejledninger i hvordan støj fra vejbelægninger kan inddrages i praktisk planlægning og vedligeholdelse af veje.

1. Problemformulering

Omkring ½ mill. boliger i Danmark er belastet med støj fra veje på over 55 dB(A), som er den vejledende grænseværdi. I "Trafik 2005" opstilles den målsætning, at antallet af stærkt støjbelastede boliger (med over 65 dB(A)) skal reduceres med 65 % inden år 2010. Der kræves en indsats på mange områder for at nå dette mål.

Det er vejmyndighederne der bestemmer hvilke belægningstyper der anvendes ved bygning af nye veje samt ved udskiftning af belægninger på eksisterende veje. Hovedformålet med de projekter der gennemgås i det følgende er at fremskaffe viden vejbelægninger og deres støjmessige egenskaber herunder at udvikle støjreducerende belægninger. En viden der kan give vejmyndighederne et aktivt værktøj, som kan anvendes til at give et bidrag til at reducere vejstøjsproblemet omfang og dermed opfylde målsætningen i "Trafik 2005".

Den støj der genereres, når bilers dæk ruller hen over vejbanen, er en af de væsentligste kilder til den samlede støj, der kommer fra vejtrafik. For veje med hastigheder over 50 km/t er dæk-vejbanestøjen den dominerende støjkilde, hvorimod motorstøj er dominerende ved lavere hastigheder. Det er derfor væsentligt, at undersøge mulighederne for at reducere dæk-vejbanestøjen. Der er siden 1990 gennemført 2 danske forsøg med følgende formål:

- At udvikle og afprøve støjreducerende vejbelægninger på henholdsvis en bygade med hastighed på 50 km/t (Østerbrogade) og på en hovedlandevej med hastighed på 80 km/t (ved Viskinge).

- At afprøve finkornet drænasfalt med et stort indbygget hulrum og kommunikerende porer under danske forhold, da den internationale litteratur indikerer, at disse belægninger kan være støjreducerende (3).
- At undersøge langtidsholdbarheden af en eventuel støjdæmpning i hele belægningernes levetid.
- At sammenholde målinger af støj med målinger af belægningernes asfalttekniske egenskaber.

Forsøgene blev fulgt af en tværfaglig gruppe med repræsentanter fra Vestsjællands Amt, Københavns kommune, Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut, Asfaltindustrien, Miljøstyrelsen samt DELTA Akustik og Vibration.



2. Forsøg på hovedlandevej

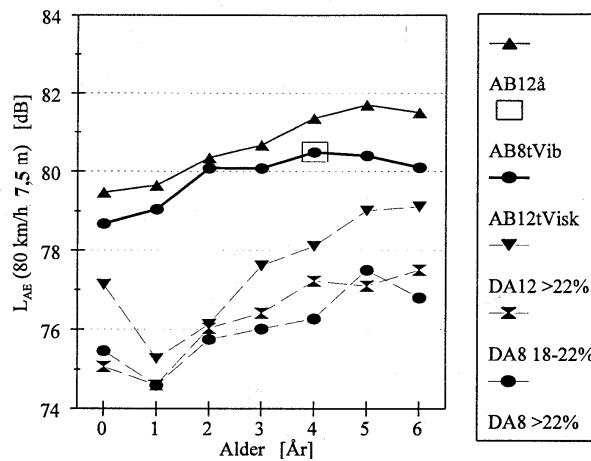
Figur. 1 Forsøgsstrækningen ved Viskinge hvor støjdæmpningen af 3 drænasfalter og en åben belægning testes ved landevejstrafik med hastighed omkring 80 km/t.

Med det formål at undersøge mulighederne for at reducere støjen på veje med høj fart har Vejdirektoratet i samarbejde med Vestsjællands Amt i 1990 etableret en forsøgsstrækning på hovedlandevej nr. 120 ved Viskinge. Der blev udlagt følgende 5 belægninger, alle med en tykkelse på ca. 4 cm:

- En tæt asfaltbeton (AB12t) som støjmæssig reference. Internationalt anvendes denne belægningstype som støjmæssig reference.
- En finkornet drænasfalt (maksimal kornstørrelse 8 mm) med kommunikerende porer og et indbygget hulrum omkring 20 % (DA8 18-22%). Det var forventningen at

belægninger med finkornet drænasfalt ville have en støjreducerende effekt.

- En finkornet drænasfalt (maksimal kornstørrelse 8 mm) med kommunikerende porer og et stort indbygget hulrum over 22 % (DA8 >22%).
- En lidt mere grovkornet drænasfalt (maksimal kornstørrelse 12 mm) med kommunikerende porer og et stort indbygget hulrum over 22 % (DA12 >22%).



- En åben asfaltbeton (maksimal kornstørrelse 12 mm), som følgegruppen mente kunne have en mindre støjreducerende effekt, pga. den åbne overfladestruktur (AB12å).

Måleresultat hovedlandevej

Figur 2 Støjniveauet for forsøgsstrækningerne ved Viskinge i dB(A) ved 80 km/t for perioden år 0 til år 6 (udtrykt som L_{AE} værdier) (1,7).

Støjniveauet ved referencebelægningen (AB12t) er gradvist øget med ca. 2 dB(A) i løbet af femårs perioden. Figur 2 indikerer, at støjniveauet fra referencebelægningen har stabiliseret sig omkring 80,4 dB(A) i løbet af belægningens første 4 leveår. Disse målinger indikerer, at støjen for alle belægningstyperne udvikler sig med omkring 2 dB(A) i de første 2 til 4 år af

belægningens levetid.

Belægning	år 0	år 1	år 2	år 3	år 4	år 5	år 6
DA8 18-22%	+3,6	+4,4	+4,0	+3,7	+3,3	+3,4	+2,6
DA8 >22%	+3,2	+4,4	+4,3	+4,1	+4,2	+3,0	+3,3
DA12	+1,5	+3,8	+4,0	+2,5	+2,4	+1,4	+1,0
AB12å	-0,8	-0,6	-0,3	-0,6	-0,9	-1,2	-1,4

Tabel 1 Udviklingen i støjdæmpningen fra år 0 til år 6 i dB(A) ved 80 km/t i forhold til de årlige støjniveauer ved referencebelægningen (AB12t) (1,7).

Åben asfaltbeton

Støjniveauet ved den åbne asfaltbeton (AB12å) er ligeledes øget med godt 2 dB(A) i perioden. I løbet af perioden har den åbne belægning været lidt mere støjende end referencen. Det øgede støjniveau er omkring 1 dB(A).

Forventningerne om at denne åbne belægning skulle have en vis støjdæmpende effekt er afkræftet. Det er formodentlig belægningens lidt grove overfladestruktur med 12 mm sten, som er årsagen til dette. Det kan dog ikke afvises, at der stadig kan findes et lille støjreducerende potentiale i belægninger med åbne overflader med lille stenstørrelse i størrelsesordenen 5 til 8 mm. Der er behov for yderligere forskning på dette felt !

Drænasfalt

Støjniveauet ved drænasfaltbelægningerne har i alle årene været lavere end ved referencebelægningen. For de 2 finkornede belægninger (DA8) var støjreduktionen i år 0 henholdsvis 3,2 og 3,6 dB(A). I år 1 og 2 er dæmpningen steget til henholdsvis 4,0 og 4,4 dB(A) for i de efterfølgende 4 årige periode at falde til 2,6 og 3,3 dB(A) hvilket stort set svarer til situationen i år 0.

Drænasfalten med maksimal kornstørrelse på 12 mm (DA12) gav som ny en dæmpning på 1,5 dB(A) og havde således et 2 dB(A) højere støjniveau end de 2 finkornede drænasfalter. I år 1 og 2 var dæmpningen stort set det samme for de 3 drænasfalter, hvorefter støjniveauet for DA12 i de efterfølgende år igen stiger. I år 6 er dæmpningen for DA12 kun på 1,0 dB(A).

Figur. 3 Nærbillede af nyudlagt finkornet drænasfalt med maksimal stenstørrelse på 8 mm samt et indbygget hulrum på 23,5 %

**Udvikling i
hulrumsprocent**



Slidlag	DA8 18-22%		DA8 >22%		DA12	
	år 0	år 2	år 0	år 2	år 0	år 2
Sten < 2 mm %	10,0	15,5	8,0	13,8	10,0	14,9
Filler vægt-%	4,5	6,4	4,8	7,7	5,2	7,9
Hulrum %	21,0	18,1	23,5	19,3	20,5	17,0
Darcy cm/sek	0,26	0,05	0,22	0,06	0,27	0,06

Tabel 2 Faktorer der knytter sig til drænasfaltens hulrum i år 0 og i år 2 ved Viskinge.

Der er foretaget en række målinger af belægningernes fysiske struktur (se tabel 2).

Det ses, at drænasfaltbelægningernes indhold af meget fint materiale (filler) er steget fra et vægtindhold omkring 5 % til 7,5 %. Indholdet af sten under 2 mm er ligeledes steget med omkring 50 %. Hulrumsprocenten er faldet med 3 - 4 procent. Disse resultater kan tolkes som, at snavs mv. har sat sig i drænbeltbelægningernes porer som små sten og filler, og har reduceret hulrummet. Darcy værdien, der er et udtryk for belægningernes evne til at lade vand strømme igennem og dermed ligeledes et udtryk for størrelsen og mængden af sammenhængende hulrum, er reduceret kraftigt.

Det kan forklares ved, at snavset især har sat sig i de helt små porer, som forbinder de forskellige hulrum i belægningen. Trods disse hulrums markante reduktion, er der ikke sket nogen reduktion i drænbeltbelægningernes støjdemping i forhold til referencebelægningen i perioden fra år 0 til år 2 !

Første hypotese om gentætning

En hypotese kan være, at gentætningen især er sket i bunden af de ca. 4 cm tykke belægninger. Det vil i så fald betyde, at det tætte lag i bunden af belægningen i år 2 reducerer vandgennemstrømningen (Darcy værdien) markant, samtidig med at der stadig er en åben pore struktur i belægningernes øvre lag, der kan reducere støj fra luftpumpning og derved give en støjreduktion.

Dette understøttes af en hypotese om, at der løbende foregår en rensning af belægningernes porer når regnvand med stor kraft presses ned i belægningsstrukturen af bilenes dæk, hvorved der foregår en højtryksspuling. Jo større hastighed jo større tryk. En samlet hypotese kunne være, at drænbeltbelægningernes øvre lag holdes åbne af højtryksspulingen.

3. Forsøg på bygade

Vejdirektoratet har i et samarbejde med Københavns kommune i 1991 etableret en forsøgsstrækning på Østerbrogade med stor trafik og en hastighed omkring 50 km/t. På strækningen lå der oprindeligt en gammel nedslidt vejbelægning med revner og forsætninger, som af flere omgange var blevet repareret. Den blev medtaget som et eksempel på gamle belægninger.

Der blev anvendt en 4 cm tyk drænasfalt med et indbygget hulrum på 24% svarende til den mest porøse finkornede drænasfalt (DA8 >22%) ved Viskinge og samme maksimale kornstørrelse på 8 mm. Der blev anvendt modificeret bitumen for at sikre en god holdbarhed.

Støjmålinger

Alder	Gammel	AB12t Ref.	Dræn-asfalt	Støjdæmp- ning
år 0	75,0	70,8*	68,0	2,8

Alder	Gammel	AB12t Ref.	Dræn-asfalt	Støjdæmp- ning
år 1	-	70,8*	69,8	1,0
år 2	-	71,2	71,0	0,2
år 3	-	72,8	72,7	0,1

Tabel 3 Måleresultater for Østerbrogade i dB(A) (angivet som L_{Aeq} værdier). * Disse værdier er skønnede(1,8).

Det kan konkluderes, at støjdæmpningen for drænasfalten i forhold til en referencebelægning (AB12t) var på ca. 3 dB(A) da belægningerne var nye. Dæmpningen aftog i år 1 til ca.1 dB(A) for stort set at forsvinde i år 2 og år 3.

Hvis der foretages en sammenligning mellem den gamle belægning og referencebelægning, der støjmæssigt “er faldet til” efter 3 år, har den nedslidte gamle belægning et ca. 2 dB(A) højere støjniveau.

Hulrummets udvikling

Lige som ved Viskinge er der foretaget undersøgelser af udviklingen af drænasfaltens indbyggede hulrum og resultaterne, som fremgår af tabel 4, er analoge til tendenserne fra Viskinge.

Slidlag	DA8	
	år 0	år 2
Sten < 2 mm	10,0	14,5
Filler vægt-%	8,1	10,1
Hulrum %	24,1	23,5
Darcy cm/sek	0,36	<0,1

Tabel 4 Faktorer der knytter sig til drænasfaltens hulrum i år 0 og i år 2 på Østerbrogade (1).

Resultaterne indikerer, at der er sket en mindre tilstopning af de sammenhængende porer i drænasfalten, hvor støjdæmpning i år 2 stort set var forsvundet. I Viskinge skete der i de 2 første år en større tilstopning af drænbælgningerne, idet hulrummet faldt med ca. 4 % mod kun under 1 % på Østerbrogade, samtidig med at der stadig i år 2 var en støjreduktion på 4 dB(A).

Anden hypotese om gentætning

En hypotese kan være, at gentætningen på Østerbrogade især er sket i toppen af den ca. 4 cm tykke belægning. Det vil i så fald betyde, at det tætte lag i toppen af belægningen i år 2 reducerer vandgennemstrømningen (Darcy værdien) markant, samtidig med at der stadig er en

åben pore struktur i belægningernes nedre lag og dermed et stort målt hulrum på 23,5 %. Er belægningen blevet tæt i overfladen, kan den ikke reducere støj fra luftpumpning, hvorfor der ikke forekommer en støjreduktion.

En forklaring kan være, at drænelagets øvre lag på Østerbrogade modsat ved Viskinge ikke holdes åbne af højtryksspulingen, fordi trykket ikke er stort nok pga. trafikens lavere hastighed.

4. Hovedkonklusion

Efter 6 års støjmålinger er hovedkonklusionen for finkornet drænasfalt, at der stadig er en 3 dB(A) støjreduktion på hovedlandeveje. På byveje er den oprindelige støjreduktion på ca. 3 dB(A) efter 2 år formindsket til 0 dB(A), formodentlig pga. tilstopning af den øverste del af belægningens porer. Det er endnu ikke muligt, at sige noget om effekten i den resterende del af belægningens levetid, men målingerne ved Viskinge fortsættes i efteråret 1997.

Undersøgelserne har vist, at det er meget betydningsfuldt, hvilken belægning, der anvendes som reference. Forsøgene ved Viskinge har vist, at støjniveauet fra vejbelægninger udvikler sig de første 3-4 år af belægningens levetid. Der er tale om en stigning på omkring 2 dB(A).

Støj klassificering

De seneste års forskning har vist, at det er muligt groft at opdele vejbelægninger i 3 støjmæssige klasser:

1. De særligt støjende, som har en meget grov overfladestruktur. Det er f.eks. åbne belægninger med stor maksimal stenstørrelse typisk 12 til 20 mm, samt asfaltbeton med nedtromlede skærver og overfladebehandling (OB) med stor stenstørrelse. Støjniveauet forøges 1 til 3 dB(A) i forhold til tætte belægninger. Nedslidte gamle belægninger har ligeledes et forøget støjniveau.
2. Normale belægninger, der har en tæt overfladestruktur. Det er f.eks. tæt asfaltbeton med lille maksimal stenstørrelse typisk 8 til 12 mm. Støjniveauet fra sådanne belægninger svarer til niveauet fra en referencebelægning (AB12t).
3. Støjreducerende belægninger med en overfladestruktur, stort indbygget hulrum og lille maksimal kornstørrelse. Når belægningerne er i første halvdel af deres levetid, reduceres støjniveauet på hovedveje med høj fart 3 til 4 dB(A) i forhold til tætte belægninger.

Praktisk anvendelse

Med den viden som i dag findes, får vejbyggere og planlæggere nye muligheder, når trafikens støjudsendelse skal vurderes. Skal der vælges belægning til en ny vej i nærheden af et boligområde, er der støjmæssigt et spektrum på op til 5-7 dB(A) mellem den mest støjende asfaltbeton med nedtromlede skærver og en nyere støjreducerende drænasfalt. En tilsvarende støjreduktion kan i stedet opnås ved at reducere trafikken med 80% eller sænke hastigheden fra 110 til 55 km/t.

Når nedslidte belægningsarter skal fornyes, kan støj ligeledes spille en rolle ved valget af fremtidig belægning. Eksempelvis kan der, mindst de første 6 år, opnås en støjreduktion på 3 - 4 dB(A) i forhold til tæt asfaltbeton, svarende til en halvering af trafikken.

Der skal altid foretages en samlet vurdering, hvor forhold som pris, styrke, levetid vintervedligeholdelse og friktion m.v. medtages. Det nye er, at støj nu kan medtages som en aktiv parameter i disse vurderinger.

5. Fremtidig forskning

Forsøgene har vist nye områder, hvor der er behov for yderligere forskning og udvikling på området. Støjreduktion på bygader, rensning af drænasfalt, støjens temperaturafhængighed, støjreduktion på motorveje, langtidsholdbarhed af støjdæmpning, finkornede åbne belægningsarter, bilisters støjkomfort samt økonomiske helhedsvurderinger er blandt de relevante nye temaer.

Målingerne på forsøgsstrækningen ved Viskinge fortsættes i 1997. I 1997 igangsætter Grenå kommune i samarbejde med Vejdirektoratet et forsøg, hvor der udlægges en finkornet drænasfalt og en referencebelægning på en bygade (hastighed 50-60 km/t), med en væsentlig mindre trafikbelastning end på Østerbrogade. Formålet er bl.a. at teste en hypotese om, at der ved en mindre trafikmængde kan opnås en længere levetid for belægningens støjreduktion.

I Holland afprøves nogle belægningsarter der består af 2 lag drænasfalt på bygader. I forsøgene indgår rensning af belægningerne. Det er lykkedes at bevare en væsentlig støjreduktion i en årrække. Disse belægningstyper kunne afprøves under danske trafik og vejforhold.

6. Litteratur

1. Bendtsen, Hans. *Forsøg med støjreducerende vejbelægningsarter - Statusrapport 1996*. Rapport nr. 45. Vejdirektoratet 1996.
2. Bendtsen, Hans. *Fremtidens støj fra vejtrafik - belægningsarter og køretøjer*. Paper til Trafikdage på AUC 1995. Konferencerapport 2. Transportrådet og Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet.
3. Sandberg, Ulf; Bendtsen, Hans; Johansen, Johnny; Kragh, Jørgen; Storeheier, Svein Å. *Lågbullerbeläggningsarter*. Et nordisk samarbejdsprojekt under NKTF. VTI rapport nr. 388, 1993.NKTF.
4. Bendtsen, Hans. *Støjdæmpende vejbelægningsarter ved bygader*. Vejdatalaboratoriet, Statens Vejlaboratorium, Københavns Kommune - Vejafdelingen, Vestsjællands Amtskommune, Planstyrelsen. Rapport 101, 1991.
5. Bendtsen, Hans; Kragh, Jørgen. *Dæk-vejbanestøj*. En støjundersøgelse af udvalgte danske vejbelægningsarter. Vejdatalaboratoriet, Statens Vejlaboratorium, Driftsområdet,

Vejdirektoratet, Miljøstyrelsen. Rapport 88, 1990.

6. Kragh, Jørgen. *Støjdæmpning ved hjælp af porøse vejbelægninger*. Vejdatalaboratoriet, Statens Vejlaboratorium, Planstyrelsen, Vestsjællands Amtskommune. Rapport 98, 1991.
7. Kragh, Jørgen; Jessen, Birger Bech. *Måling af støj fra biler på forsøgsstrækninger på hovedlandevej 120, Viskinge, 1996*. Rapport AV 1140/96. DELTA Akustik & Vibration.
8. Kragh, Jørgen; Jessen, Birger Bech. *Dæmpning af trafikstøj ved drænasfalt på Østerbrogade over en periode på 3 år*. Rapport AV 1104/94. DELTA Akustik & Vibration.