

## **FREMTIDENS STØJ FRA VEJTRAFIK -belægninger og køretøjer**

Hans Bendtsen, seniorforsker  
Forskningssektionen  
Trafiksikkerheds og miljøafdelingen  
Vejdirektoratet  
Niels Juelsgade 13  
1020 København K  
Tel: 33 41 31 50, fax: 33 93 07 12

### **1. Baggrund**

Hvad bliver egentlig den fremtidige støjudsendelse fra biltrafik ? Dette er hovedspørgsmålet, som jeg vil forsøge at belyse på de kommende sider.

Når der udarbejdes trafikplaner eller planlægges nye vejanlæg og trafikomlægninger, udarbejdes der ofte en prognose for den fremtidige trafik. Den prognosticerede trafik kan bl.a. benyttes til at dimensionere anlægget samt til at foretage miljømæssige konsekvensberegninger fx. af støjen. I den sammenhæng er det vigtigt at kende det fremtidige støjniveau.

I forbindelse med det trafik og miljøhandlingsplan arbejde, der foregår i mange danske byer, melder det samme spørgsmål sig ligeledes. Idet eventuelt reducerede støj emissioner fra biler, er et af de virkemidler, der kan forbedre byernes støjsituation.

Støj fra vejtrafik beregnes med den fælles nordiske beregningsmetode (3) som senest blev revideret i 1989. I det følgende gives der, på baggrund af en række nye nordiske forsknings og udviklings projekter, nogle vurderinger af, hvordan vejtrafikstøjen kan forventes at udvikle sig i fremtiden.

Min baggrund for at skrive denne artikel er bl.a. at jeg er projektleder på en række danske projekter om udvikling af støjreducerende vejbelægninger (2), deltagelse i et nordisk ekspertseminar om fremtidens støj (1) samt deltagelse i den nordiske arbejdsgruppe som vedligeholder støjberegningsmodellen.

### **2. Støjkilder**

Den støj der udsendes fra biler kommer fra 2 primære støjkilder:

-Motorstøjen der kommer fra motorblokken samt ventilation, luftindsugning og udstødningssystem.

-Dæk-vejbanestøjen der dannes, når dækkene ruller hen over vejbanen.

Ligeledes optræder der aerodynamisk støj, men den er normalt ikke væsentlig i forhold til de 2 primære støjkilder.

Figur 1 viser henholdsvis motorstøjens og dæk-vejbanestøjens betydning for den samlede støjudsendelse afhængigt af trafikens hastighed. Ved lave hastigheder, typisk bykørsel under 50 km/t, er motorstøjen dominerende. Ved hastigheder over 60 km/t, typisk det overordnede vejnet, bliver dæk-vejbanestøjen dominerende. For veje med megen tung trafik vil motorstøjen dog også være væsentlig ved hastigheder over 60 km/t.

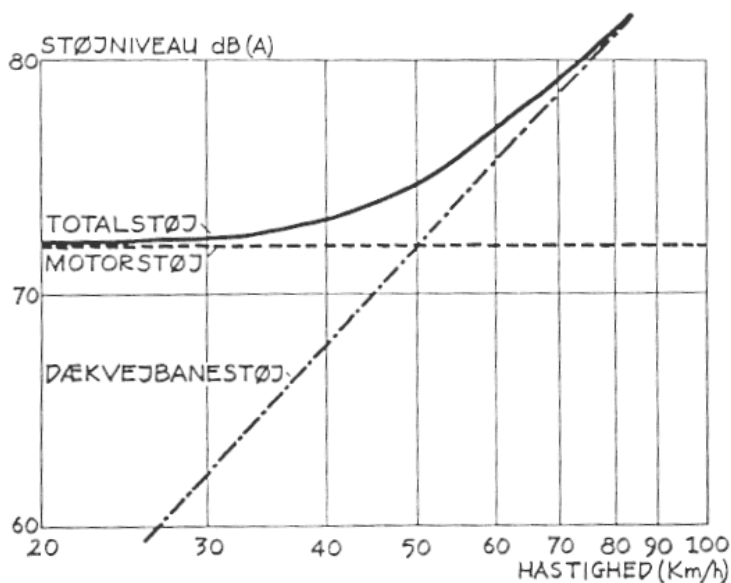


Fig. 1. Principiel illustration af motorstøj og dæk-vejbanestøjs betydning for den samlede støjudsendelse afhængigt af trafikens hastighed.

Figur 1 illustrerer, at selvom der blev opfundet en bil, som slet ikke frembragte motorstøj, vil der stadig eksistere et væsentligt støjproblem pga. dæk-vejbanestøjen.

### 3. Dæk-vejbanestøj - Danske forsøg

Når bilers dæk ruller hen over vejbelægningen udsendes der støj, som afhænger af køretøjets hastighed (se figur 1). Støjniveauet afhænger ligeledes af karakteren af vejbelægningens overflade. Som støjmæssig reference belægning anvendes normalt en tæt asfaltbeton med en maksimal stenstørrelse på 12 mm. (AB12t). De støjniveauer, der beregnes med den nordiske beregningsmodel, må anses at svare til en sådan reference belægning.

Forsøg har vist, at der generelt gælder følgende:

- En ru og ujævn belægningsoverflade giver mere støj end en jævn og glat belægningsoverflade. Fx. er asfaltbeton med nedtromlede skærver (ABS) typisk en mere støjende belægning.

- Drænasfalt, der er en belægning med åbne porer i hele slidlagets tykkelse, er mindre støjende end en tæt belægning.

I Danmark er der i første halvdel af 90'erne gennemført 2 forsøg med anvendelse af drænasfalt, hvor der samtidigt er foretaget støjmålinger og belægningstekniske undersøgelser. Ved begge forsøg er der anvendt en tæt asfaltbeton som støjmæssig reference. Forsøgene er udført i et samarbejde mellem Miljøstyrelsen, Vejdirektoratet, Københavns Kommune, Vestsjællands Amt, Asfaltindustrien samt Delta Akustik og Vibration.

Det ene forsøg er gennemført på en Københavnsk bygade med en skiltet

hastighed på 50 km/t og en døgntrafik på 29.500 køretøjer. Der blev udlagt et 40 mm tykt slidlag af drænasfalt med en lille maksimal stenstørrelse på kun 8 mm og et indbygget hulrum på 24 %

Da belægningen var få måneder gammel, blev der målt en støjdemping på 4 dB(A). De efterfølgende målinger viste at støjdempingen aftog med tiden. Efter 3 år var støjdempingen helt forsvundet. Dette skyldes at belægningens porer er blevet tilstoppet med støv og snavs fra vejen, hvorved den åbne struktur er blevet ændret til en mere tæt overflade.

Det andet forsøg gennemføres på hovedlandevej nr 120 ved Viskinge, hvor der ud over en reference belægning er udlagt 3 forsøgsstrækninger med drænasfalt med relativt stort indbygget hulrum og en strækning med en åben asfaltbeton, som ikke har drænende egenskaber. Belægningerne er kort beskrevet i tabel 1. På disse strækninger er hastigheden 80 km/t og trafikmængden er 6.350 køretøjer pr. døgn.

Navn	maks sten	hulrum	tykkelse
AB12t (ref)	12 mm	5 %	38 mm
DA8 18-22%	10 mm	21 %	44 mm
DA8 > 22%	10 mm	23,5 %	41 mm
DA12 > 22%	12-16 mm	21 %	43 mm
AB12å	12-16 mm	11,2 %	34 mm

Tabel 1. Beskrivelse af forsøgsbelægniger ved Viskinge.

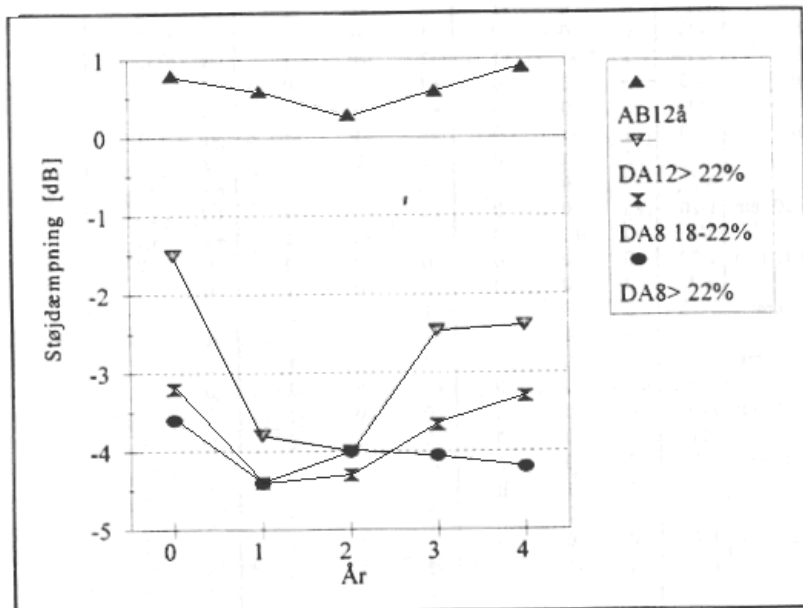


Fig. 2. Støjdemping i forhold til en tæt asfaltbeton (AB12t) målt på forskellige forsøgsstrækninger på en hovedlandevej ved Viskinge med en hastighed på 80 km/t (2).

Der er foretaget støjmålinger årligt samt da belægningerne var et par måneder gamle. Støjdempingen i forhold til reference strækningen (AB12t) fremgår af figur 2, hvoraf det bl.a. ses, at de 2 drænasfalter med lille maksimal stenstørrelse (DA8 18-22% og DA8 >22%) alle årene har en støjdemping på omkring 4 dB(A). Drænasfalten med en større

stenstørrelse (DA12>22 har en lidt mindre støj dæmpning på omkring 3 dB(A). Den åbne belægning, som har en relativ stor maksimal stenstørrelse (12-16 mm), har derimod et forøget støjniveau på ca 1 dB(A).

Forklaringen på at drænasfalten på hovedlandevejen efter 4 år stadig har bevaret en støj dæmpning på 4 dB(A) samtidig med at støj dæmpningen på bygaden forsvandt efter 2 år er formodentlig, at på veje med høj fart har drænasfalt en selvrensende effekt. Den består i, at bilernes dæk i forbindelse med regnvejr, med stor kraft presser vand med i belægningens porer, hvorved der opnås en form for højtrykspuling, som løbende fjerner støv og snavs. På bygader er farten så lav, at der formodentlig ikke er styrke nok på denne rensmekanisme.

Det planlægges at fortsætte målingerne ved Viskinge i de kommende år, for at afdække hvordan støjreduktionen udvikler sig i belægningernes resterende levetid. Bygadeforsøget er afsluttet, men der arbejdes på at igangsætte nye forsøg, hvor andre finkornede åbne belægninger med et muligt støj dæmpende potentiale, samt eventuelt drænasfalt, kombineret med mekanisk rensning afprøves.

#### 4. Generel støjkorrektur for vejbelægninger

Vægbelægning		Ålder [år]	Korrektionsterm i dB(A) för viss andel (%) tunga fordon								
Nr	Typ (här anges även max. stenstorlek)		0-60 km/h			61-80 km/h			81-130 km/h		
			0-5%	6-19%	20-100%	0-5%	6-19%	20-100%	0-5%	6-100%	
1.a	Asfaltbetong, tät, slät (max 12-16 mm)	1-20	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref	
1.b	D:o, nylagd	<1	0	0	-1	-2	-1	-1	-2	-2	
2.a	Asfaltbetong, tät, slät (max 8-10 mm)	1-20	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	
2.b	D:o, nylagd	<1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-2	
3.a	Skelettasfalt (mastic) (max 12-16 mm)	1-20	0	0	0	+1	0	0	+1	0	
3.b	D:o, nylagd	<1	0	0	0	+1	0	0	+1	0	
4.a	Skelettasfalt (mastic) (max 8-10 mm)	1-20	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	
4.b	D:o, nylagd	<1	-2	-1	0	-2	-2	-1	-2	-2	
5.	Bituminiserad chip-sten (BCS)	0-20	+1	0	0	+2	+1	0	+2	+1	
6.a	Ytbehandling, enkel (Y1), max 16-20 mm	1-20	+1	0	0	+2	+1	0	+2	+1	
6.b	D:o, nylagd	<1	+2	+1	0	+3	+1	-1	+2	+1	
7.a	Ytbehandling, enkel (Y1), max 10-12 mm	1-20	0	0	0	0	0	0	0	0	
7.b	D:o, nylagd	<1	0	0	0	0	0	-1	0	0	
8.a	Ytbehandling, enkel (Y1), max 6-9 mm	1-20	0	0	0	-1	0	0	-1	0	
8.b	D:o, nylagd	<1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	
9.a	Ytbehandling, dubbel (Y2), max 16-20mm	1-20	0	0	0	+1	0	-1	0	0	
9.b	D:o, nylagd	<1	+1	0	0	+1	0	-2	0	0	
10.a	Ytbehandling, dubbel (Y2), max 10-12mm	1-20	0	0	0	0	0	-1	0	-1	
10.b	D:o, nylagd	<1	0	0	0	0	-1	-2	0	-1	
11.a	Dränasfalt, max 14-16mm (≥20% hålrum)	3-7	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	
11.b	D:o, "modelgammal"	1-2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	
11.c	D:o, nylagd	<1	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-3	
12.a	Dränasfalt, max 8-12 mm (≥20% hålrum)	3-7	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	
12.b	D:o, "modelgammal"	1-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	
12.c	D:o, nylagd	<1	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-5	-5	
13.	Cementbetong, tät, slät, max 20-80 mm	0-40	+2	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	
14.	Cementbetong, tät, slät, max 12-18 mm	0-40	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	
15.	Cementbetong, slipad (slipning ej sliten)	0-5	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1	
16.	Gatsten, kullersten (äldre typ)	0-90	+3	+3	+2	+5	+4	+3	+5	+4	
17.	Cementblocksten (modern typ)	0-20	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 2. Faktorer til korrektur af støjniveauer beregnet med den nordiske beregningsmodel under hensyntagen til vejbelægningens type (4). Belægningstyperne er angivet på svensk. En dansk oversættelse findes i bilag 1.

På nordisk plan er der foretaget en sammenfatning af både nordisk og international viden om dæk-vejbanestøj (4). På den baggrund er der opstillet nogle generelle faktorer, som kan bruges til korrektion af beregnede støjniveauer under hensyntagen til vejbelægningens type (se tabel 2). Korrektionen er afhængig af trafikens hastighed, andelen af tunge køretøjer og belægningens alder.

Det fremgår af tabel 2 at støjniveauet kan variere så meget som plus/minus 5 dB(A) i forhold til en reference belægning. Der er en tendens til at støjniveauet stiger 1 til 2 dB(A) i de første par år af en belægnings levetid, for derefter at stabilisere sig. Denne tendens fremgik også af de ovennævnte danske forsøg. Ønsker man at foretage målinger for at kontrollere støjen fra en ny vej med ny belægning, vil man således de første år af belægningens 10 til 15 årige levetid måle et lavere støjniveau, end det der forekommer i størstedelen af belægningens levetid.

Brosten (type 16) på bygader (under 60 km/t) har fx. et forøget støjniveau på 3 dB(A). På landeveje (80-90 km/t) har asfaltbeton med nedtromlede skærver (type 5) og overfladebehandling med stor maksimal stenstørrelse (type 6) et forøget støjniveau på 1 til 2 dB(A). Drænsfald med lille maksimal stenstørrelse (type 12) har tilsvarende en støjreduktion på 1 til 3 dB(A). Denne reduktion er mindre end de 4 dB(A), der er målt over en årrække på det danske hovedlandevejs forsøg.

Tabellen må betragtes som retningsgivende, og kan anvendes, hvis der ikke foreligger konkrete måleresultater for en aktuell vejbelægning.

## **5. Støj og belægningsstrategi**

Støjudsendelsen fra en given trafik på en vej kan variere med op til plus/minus 5 dB(A) afhængigt af typen af den aktuelle vejbelægning.

Det må konkluderes, at den samlede viden om forskellige vejbelægninger og støj i dag er så god, at det nu også er muligt at medtage støj som en dimensionerende parameter, når der skal vælges vejbelægninger, både til nye veje og i forbindelse med vedligeholdelse af eksisterende veje.

Der er et behov for yderligere forskning inden for området i de kommende år inden for følgende hovedtemaer:

-Udvikling af støjreducerende belægninger til bygader, hvor støjreduktionen holder længe.

-Undersøgelse af langtidsholdbarheden af drænsafalts støjreduktion på landeveje.

## **6. Skærpede støj emissions krav**

Myndighederne har gennem mange år stillet krav til hvor meget nye biler må støje. Via EU medlemskabet følger Danmark de almene EU krav på dette område. Kravene fremgår af tabel 3. Kravene gælder for typogodkendelse af nye køretøjer. Der går således godt 15 år efter ikrafttrædelses tidspunktet, inden alle gamle biler er udskiftet med nye, som opfylder de skærpede krav.

Af tabel 3 fremgår det at støjkravene over en 20 årig periode fra 1970 er blevet skærpet med henholdsvis 5 dB(A) for personbiler og ca 6 dB(A) for lastbiler, samt et yderligere skærpelse på 3-6 dB(A)

Bil type	1970	1982	1989	1997
Personbiler	82	80	77	74
Små lastbiler	89	86	83	77
Mellemstore lastbiler	89	86	83	78
Store lastbiler	91	88	84	80

*Tabel 3. EU's støjkrav angivet som maksimale dB(A) niveauer gennem tiden ved typegodkendelse af nye biler (5). Kravene til busser er nogenlunde identiske med det der gælder for lastbiler.*

er vedtaget til ikrafttræden i starten af 1997. Man kunne umiddelbart forvente at dette 15 år senere når alle gamle biler er udskiftet, vil medføre nogle tilsvarende reduktioner i de støjniveauer som mennesker der bor langs vejnettet er udsat for. I det følgende vil jeg diskutere denne problematik.

Støjkravene i tabel 3 skal opfyldes under en speciel testmetode (5). Der anvendes en vejstrækning med en belægning af tæt asfaltbeton, svarende til de reference belægninger, som blev anvendt i de føromtaltte undersøgelser af vejbelægninger og støj. Den bil der skal testes køres med en jævn hastighed på 50 km/t i andet gear til en linie på tværs af teststrækningen, hvorefter bilen bringes til fuld acceleration. (Biler med 5 gear eller flere afprøves ligeledes i 3 gear). Efter yderligere 10 meters kørsel måles støjen i en afstand af 7,5 m fra vejen. Det målte maksimalstøjniveau anvendes til at kontrollere om køretøjet overholder EU's grænseværdier.

Testmetoden tager således udgangspunkt i at biler kører under hård acceleration, en situation hvor motorstøjen er den helt dominerende og dæk-vejbanestøjen er ubetydelig. Denne testmetode er ikke optimalt dækkende for hvordan biler faktisk kører på vejnettet:

-På landeveje hvor hastigheden er væsentlig større (80-110 km/t) er dæk-vejbanestøjen den dominerende støjkilde (se figur 1).

-Ved bykørsel med hastigheder på 40-60 km/t kører trafikken generelt relativt jævnt og roligt i forhold til testmetodens hårde accelerationer som sjældent forekommer.

I en norsk undersøgelse er der på 5 biler målt støj både under typisk bykørsel og ved anvendelse af EU's testprocedure (6). Resultatet viste, at der var en dårlig sammenhæng mellem de typer to målinger.

Bilproducenter optimerer støjmassigt deres nye køretøjer, således at de opfylder EU's krav. Dvs. at motorstøj, især under hård acceleration, reduceres, hvorimod der ikke gøres specielt meget ud af at reducere dæk-vejbanestøjen.

## **7. Ekspertseminar om fremtidens støj**

I 1993 blev der i Göteborg afholdt et nordisk ekspertseminar, der havde til formål at klarlægge de deltagende eksperters vurdering af, hvad de skærpede emissionskrav til køretøjer får af betydning for den fremtidige støjudsendelse fra vejtrafik. Seminaret tog udgangspunkt i resultaterne i en række nye nordiske forsknings- og udviklingsprojekter (6,7,8,9,10), som generelt indikerer, at der ikke i de seneste 10-

15 år er sket nogen markant reduktion af vejtrafikstøjen.

Med udgangspunkt i situationen i 1990 blev der opstillet 3 scenarier, hvor det første (Scen 0) tager udgangspunkt i de allerede vedtagne støjgrænser som fremgår af tabel 3. Udgangspunktet for det andet scenario (Scen 1) er nogle opstramminger og teknologiske

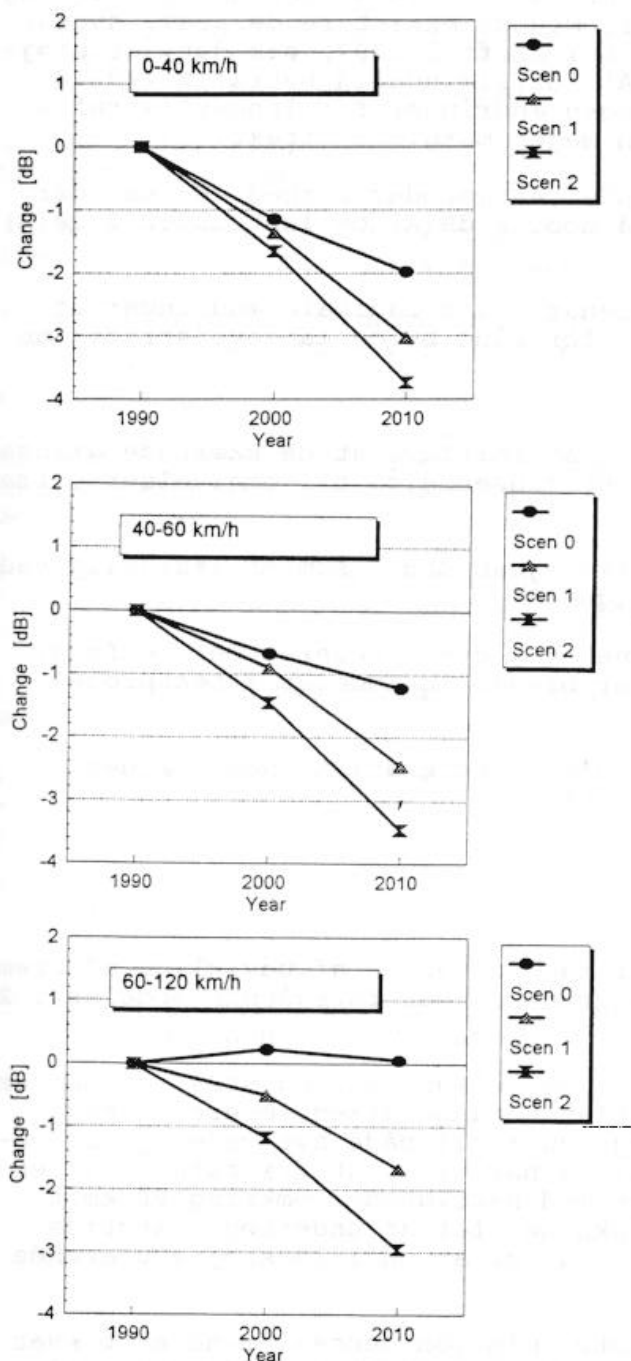


Fig. 3. Den nordiske ekspertgruppes vurdering af den fremtidige støj for en standard trafik med 10 % tunge køretøjer angivet i 3 forskellige hastighedsintervaller (1). Øverst langsom bytrafik, i midten almindelig bytrafik og nederst landevejstrafik.

forbedringer i forhold til de allerede vedtagne krav. Det tredje er et radikalt scenario (Scen 2) der kræver vidtrækkende politiske beslutninger på feltet i EU om udvikling af nye testprocedurer og skærpede krav, som tager bedre hensyn til både dæk-vejbanestøj og virkelig køremåde.

Med udgangspunkt i situationen i 1990 viser figur 3 ekspertgruppens vurdering af de fremtidige støjniveauer langs forskellige vejtyper. Forudsætningen for det følgende er, at der ikke sker nogen stigning i trafikmængde eller hastigheder. Med de eksisterende krav, hvoraf den nyeste skærpelse først træder i kraft i 1997, ses det, at støjniveauet i år 2010 falder 1 dB(A) for almindelig bytrafik (40-60 km/t), hvorimod der ikke sker nogen ændringer for landevejstrafik (60-120 km/t). Der er tale om en meget marginal effekt.

I scenario 1, hvor de eksisterende testmetoder forbedres, kan der opnås en reduktion på bygader på godt 2 dB(A) og lidt under 2 dB(A) på landeveje.

Først med en gennemførelse af scenario 2's radikale ændringer af krav og testprocedurer opnås der for både by og landevejstrafik en støjreduktion på omkring 3 dB(A).

Følgende forhold kan være med til at forklare at de skærpede grænseværdier ikke medfører reduceret støjudsendelse til omgivelserne fra vejtrafik:

-Testproceduren medtager ikke dæk-vejbanestøj, som er væsentlig ved hastigheder over 50 km/t (se figur 1)

-Der er en tendens til at dækkene er blevet bredere. Det medfører mere dæk-vejbanestøj som ikke er blevet inkluderet i testproceduren.

-Ved testproceduren måles under hård acceleration, som sjældent forekommer i almindelig trafik (6).

## **8. Samlet konklusion**

En samlet konklusion på hvad der kan forventes af udvikling af fremtidens vejtrafikstøj, kan på baggrund af det foregående opdeles i 2 hovedpunkter.

1. Der findes nu så stor viden om vejbelægninger og støj, at det er muligt at medtage støj, som en blandt mange dimensionerende parametre, når der skal vælges belægninger til både nye veje og til veje, som skal vedligeholdes. Forsøg har vist, at drænasfalt har en støjreducerende virkning på veje med hastigheder omkring 80 km/t. Der er dog brug for fortsat forskning, for at undersøge langtidsholdbarheden af støjreduktionen, og for at udvikle støjreducerende belægninger til bygader.

2. Selvom EU's krav til bilers støjmission gennem årene er blevet skærpet, kan det kun forventes at få en begrænset indflydelse på støjen langs vejene. I år 2010 vil støjen være faldet 1-2 dB(A) på bygader, hvorimod der ikke forventes nogen forandringer af støjniveauet



langs det overordnede vejnet med høj fart. Konkret forventes der ingen ændringer på dette punkt næste gang (formodentlig i 1996) den nordiske beregningsmodel for vejtrafikstøj bliver revideret. I EU'er man opmærksom på problemerne omkring den anvendte testprocedure, hvorfor der på længere sigt kan forventes udvikling af nye metoder. Det kan på langt sigt medføre reduktion af vejtrafikstøjen.

## 9. Litteratur

1. Vehicle Noise Emission in the Time Period up to Year 2010. Expectations of a Nordic Group of Experts. Ulf Sandberg, Hans Bendtsen, Jørgen Kragh mf. TemaNord 1994:512.
2. Lågbullerbelägninger. Ett nordisk samarbetsprojekt under NKTF. Ulf Sandberg, Hans Bendtsen mf. VTI rapport nr 388. 1993.
3. Beregningsmodel for vejtrafikstøj. Revideret 1989. Rapport 93. 1991. Vejdatalaboratoriet/Vejdirektoratet, Planstyrelsen.
4. Korrigering i den nordiska trafikbullermodellen för inverkan av vägyta. Ulf Sandberg. VTI meddelelse nr 706. 1993.
5. Rådets direktiv 92/97/EØF af 10. november 1992 om ændring af direktiv 70/157/EØF om tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om tilladt støjniveau og udstødningssystemer for motordrevne køretøjer. De Europæiske Fællesskabers Tidende. Retsfore skrifter. L 371. 19. december 1992.
6. Noise emission levels from passenger cars - past, present and future. Truls Berge. Acoustics Research Center/SINTEF DELAB. Trondheim Norge.
7. Trafikbullerutveckling 1974-2010. Historia och tekniska möjligheter. Lars Avellán. Handlingsplan mot buller. SoU 1993:65
8. How more stringent vehicle noise emission limits in the future will influence present noise prediction models. Truls Berge. Proceedings of Inter-Noise 92, Toronto.
9. Nordisk beregningsmetode for vejtrafikstøj. Nye basisværdier efter skærpelse af støjgrænserne for biler. Jørgen Kragh mf. Rapport LI 972/81. Lydteknisk Institut, (nu DELTA Akustik og Vibration).
10. Noise Emission from Heavy Trucks Meeting the 84 and 80 dB(A) limits. Ulf Sandberg. Proceedings of Inter-Noise 92, Toronto.

## Bilag 1

Dansk oversættelse (4) af de svenske navne for belægningstyper i tabel 1.

Nr	Vejbelægningstype
1-2.	Asfaltbeton, opretning, forsegling, pulverasfalt og grusasfaltbeton, RUBIT
3-4.	Skærvemastix, ISO 10844, Stabinor, Viakotop
5.	Asfaltbeton med nedtromlede skærver. Støbeasfalt med nedtromlede skærver.
6b.	Enkel overfladebehandling nyudlagt. Cementbeton riflede på tværs.
6-8.	Enkel overfladebehandling (ældre)
9-10.	Dobbelt overfladebehandling
11-12.	Drænasfalt, Drainor, Viakodræn, Rubdræn
13-14.	Cementbeton (tæt, slidt)
15.	Cementbeton (med overfladestruktur der højst er nedslidt med 50 %)
16.	Chaussébelægning, brostensbelægning eller tilsvarende
17.	Betonbelægningssten

*Belægninger der ikke er med i tabellen antages tilhøre klasse Ia, dvs. de korrigeres ikke.*