

## Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj

Miljøteknologi  
J.nr. MST-5100-00020  
Ref. JJ  
Dato: 5. februar 2010

Notatet beskriver hvordan en arbejdsgruppe med repræsentanter for Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen har analyseret muligheder for at justere eller ændre den vægtningsfunktion, som bruges til at beregne støjbelastningstallet for vejprojekter. Gruppen har drøftet forskellige muligheder, og valgte efter en række analyser at fastholde den hidtidige metode til beregning af støjbelastningstallet med en justering, der svarer til justeringen af grænseværdien.

### 1. Baggrund

Ved miljøvurdering af vejprojekter benyttes en enkel metode til at bedømme den totale støjbelastning fra projektet. Hver enkelt bolig vægtes med en faktor (genefaktor), der afhænger af støjniveauet, sådan at stærkt støjbelastede boliger tildes en større vægt end mindre støjbelastede. Til sidst summeres det vægtede antal boliger, og man får *støjbelastningstallet* for det pågældende vejprojekt. Støjbelastningstallet benævnes SBT, og det er oprindeligt beskrevet i Vejreglen "Støj-hensyn ved nye vejanlæg" fra 1989 [1].

Vægtningen er udtryk for, hvor generende støjen opleves. Da vægtningen blev fastlagt i 1989 tog man udgangspunkt i de dengang kendte undersøgelser af gener fra vejstøj, og den havde tæt sammenhæng med grænseværdien på 55 dB. Det blev besluttet, at vægtningen skulle fortsætte med at øges over det støjniveau, hvor 100 % af beboerne i et område erklærer at være generet af vejstøj, for at afspejle den større grad af gene for hver enkelt af disse personer, som alle var stærkt generet af støjen.

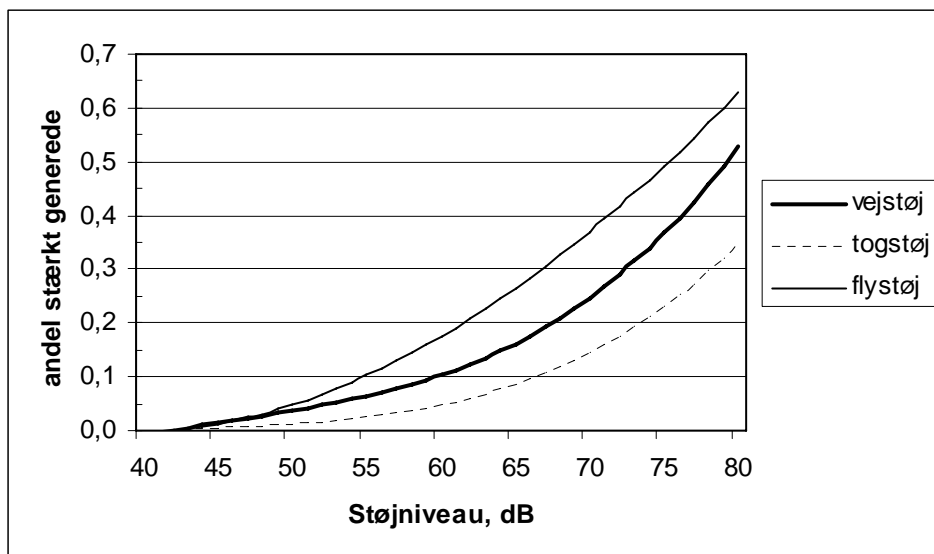
Miljøstyrelsen indførte i "Støj fra veje", vejledning 4/2007, en ny indikator for vejstøj ( $L_{den}$ ) og grænseværdien blev justeret til 58 dB for at afspejle det samme beskyttelsesniveau som den tidligere grænse på 55 dB (der gjaldt for  $L_{Aeq,24h}$ ).

Arbejdsgruppen så på, hvordan støjbelastningstallet kunne tilpasses den nye indikator og grænseværdi, og hvordan ny viden om vejstøjens virkning på mennesker kunne udnyttes. Gruppen bestod af Lene Michelsen og Jørgen Kragh, Vejdirektoratet, og Jørgen Jakobsen, Miljøstyrelsen.

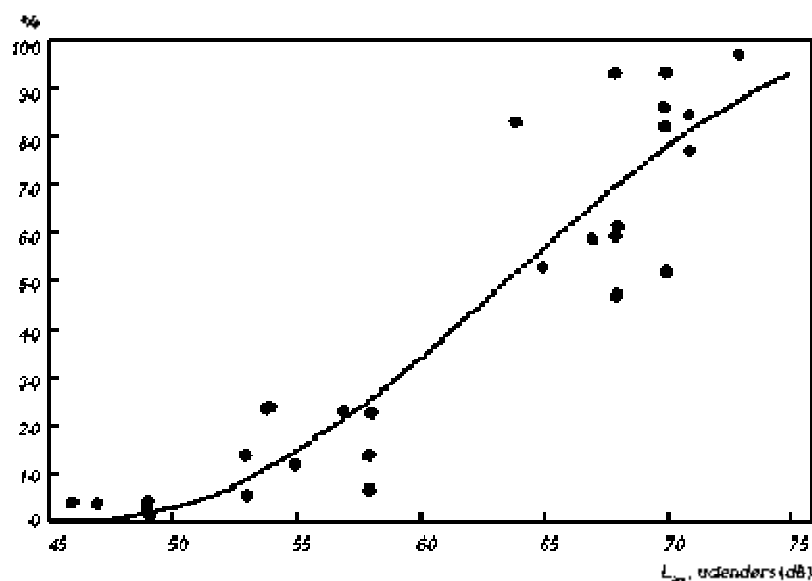
### 2. Vejstøjens genevirkning

Den generelle genekurve publiceret i bl.a. "Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance" (EU Kommissionen, februar 2002 [3], den grundlæggende artikel er ref. [2]), betragtes for tiden som den bedste viden om støjens genevirkning, især fordi den er baseret på et meget stort antal undersøgelser, som hver er baseret på større eller mindre befolkningsgrupper i forskellige lande.

Figur 1 viser de generelle genekurver for støj fra veje, jernbaner og flytrafik. Resultatet af en af de tidligere geneundersøgelser, der lå til grund for den oprindelige vægtningsfunktion, er vist i Figur 2. Kurverne for vejtrafikstøj i Figur 1 og Figur 2 er forskellige, især ved de højeste niveauer, hvor den nye, generelle kurve viser en betydeligt lavere andel stærkt generede end den tidligere kurve, som var mere stejl.



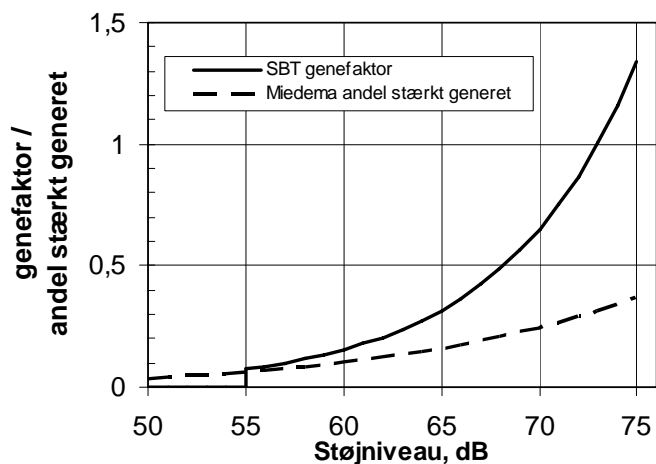
Figur 1: Andel af personer som oplever at være stærkt generet (Highly Annoyed) af støj fra henholdsvis flytrafik, veje eller jernbaner. Gengivet efter Miedema [ 3]



Figur 2: Procent personer der føler sig stærkt generet af vejtrafikstøj ved forskellige støjniveauer, her gengivet fra "Støjensyn ved nye vejanlæg" [1]

### 3. De første forsøg med ændret vægtningsfunktion

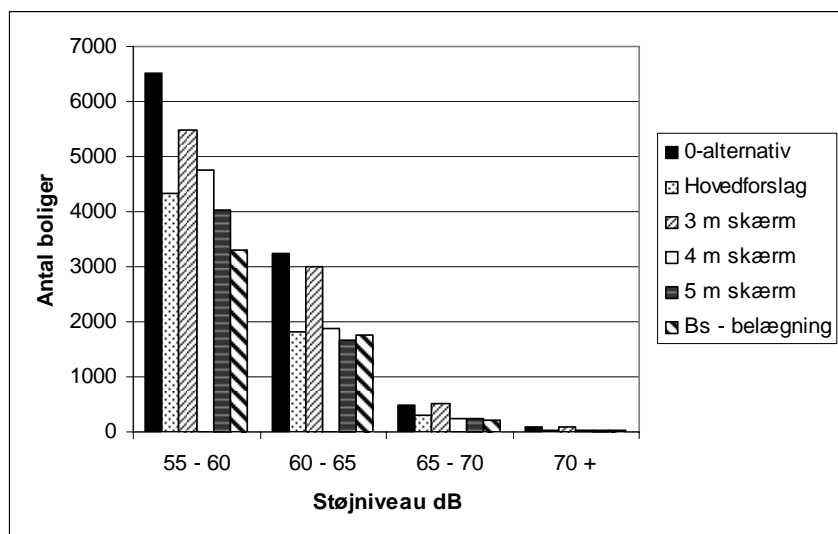
Som et første bud på nye genefaktorer valgte arbejdsgruppen at se på den generelle kurve over andelen af "stærkt generede" personer (Highly Annoyed) ved forskellige støjniveauer fra vejtrafikstøj [3]. Kurven for vejstøj fra Figur 1 er gengivet i Figur 3 sammen med den nuværende genefaktor-kurve. Det ses, at kurven over "stærkt generede" er mere flad og ikke øges så meget ved stigende støjniveau som genefaktoren.



Figur 3: Sammenstilling af kurven for for genefaktor til beregning af støjbelastningstallet SBT fra [1], og Miedema's generelle kurve for andelen af stærkt generede personer fra [3]

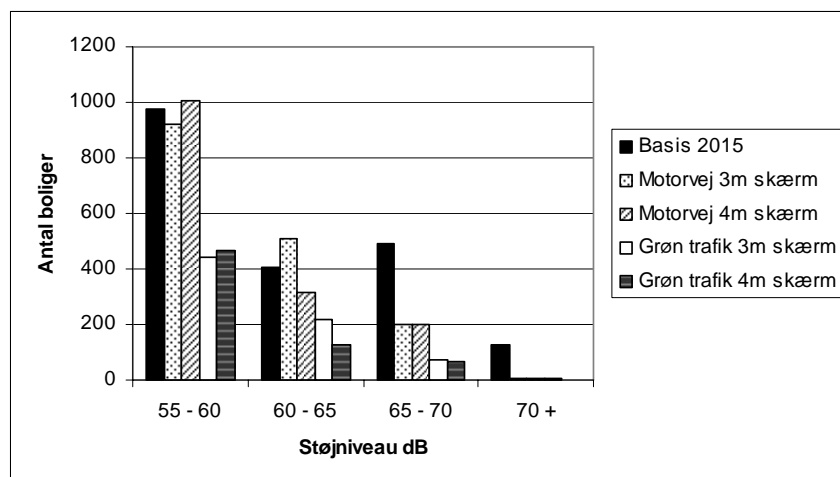
Det udvalgte nye bud på genefaktorer blev undersøgt ved at gennemregne data fra nogle af Vejdirektoratets VVM-redegørelser for større vejprojekter. I VVM-redegørelserne sammenlignes den samlede støjbelastning, udtrykt ved SBT, for to eller flere alternative udformninger af et vejprojekt, og arbejdsgruppens beregninger giver mulighed for at se om en ny vurderingsmetode får bedømmelsen til at falde anderledes ud.

I VVM-redegørelsen tælles antallet af boliger i klasser – som regel 5 dB brede – med forskellig støjbelastning. Figur 4 og 5 viser opgørelser af støjen fra to sådanne redegørelser. Figur 4 viser forskellige alternativer for en eksisterende vej, som udvides samtidigt med, at der opføres støjskærme, eller som forsynes med støjreducerende drænasfalt. 0-alternativet (hvor vejen ikke udbygges, og der regnes med den eksisterende støjafskærmning men den fremskrevne trafikmængde) har forholdsvis mange stærkt støjbelastede boliger, hvor støjen er over 65 dB. Det er karakteristisk for mange eksisterende veje, at der er boliger tæt på vejen, og at de med den stigende trafik efterhånden er blevet stærkt støjbelastede.



Figur 4. Fra VVM redegørelse for udbygning af Motorring M3, hvor antallet af støjbelastede boliger i 0-alternativet sammenstilles med hovedforslaget, tre alternativer med forskellig skærmhøjde og et alternativ hvor den udbyggede vej belægges med særligt støjreducerende drænasfalt (Bs).

Figur 5 viser resultater for en ny vej. Basis-scenariet, som betegner den eksisterende vej med fremskrevet trafikmængde, sammenlignes med henholdsvis et forslag om udbygning til motorvej med to forskellige højder af støjskærme, og med et forslag til udbygning uden motorvej men med forbedret kollektiv trafik ("Grøn trafik"), hvor vejen også analyseres med to højder af skærme.



Figur 5. Fra VVM redegørelse for ny højklasset vej i Frederikssundsfingeren. Antallet af støjbelastede boliger i basis-scenariet sammenstillet med et udbygningsforslag til motorvej med to forskellige højder af støjskærme, og med et udbygningsforslag uden motorvej (Grøn trafik) også med to højder af skærme

For projektet i Figur 5 ses det, at begge hoved-alternativer (Motorvej og Grøn trafik) "fjerner" mange stærkt støjbelastede boliger med støj i intervallerne 65 – 70 dB og over 70 dB. Alternativet uden ombygning til motorvej giver derudover en væsentlig reduktion af antallet af støjbelastede boliger over hele skalaen.

For de to vejprojekter er den samlede støjbelastning beregnet, udtrykt henholdsvis ved det nuværende SBT, og ved brug af en ny faktor for "stærkt generede". Resultaterne er vist i Tabel 1.

Projekt	Alternativ	SBT	"stærkt generede"
Udbygning M3 Rapport VD 264/2002	0-alternativ	1.706	1.404
	Hovedforslag	1.033	864
	- med 3 m støjskærm	1.560	1.261
	- med 4 m støjskærm	1.079	913
	- med 5 m støjskærm	942	791
	- støjsvag belægning	867	719
Højklasset vej i Frederikssundsfingeren Rapport VD 310/2006	Basis 2012	538	350
	Motorvej, 3 m skærme	308	239
	Motorvej, 4 m skærme	273	215
	Grøn trafik, 3 m skærme	134	106
	Grøn trafik, 4 m skærme	111	90

Tabel 1. Sammenligning af alternativer i to vejprojekter ved brug af henholdsvis SBT og antallet af boliger vægtet med faktoren for "stærkt generede" fra [3].

Tabellen viser, at alternativerne i de to vejprojekter ikke rangordnes anderledes, hvis forslaget til ny faktor for "stærkt generede" benyttes.

Arbejdsgruppen har også set på seks andre vejprojekter, hvor billedet var det samme. For alle de undersøgte vejprojekter forblev den støjmæssige rangordning af alternativerne i hvert projekt

uændret ved at skifte til den nye genefaktor, mens de totale støjmæssige fordele (bedømt som den procentvise reduktion af SBT) gennemgående blev mindre.

Alle beregninger blev gentaget med nogle andre vægtningsfunktioner, herunder også en vægtning svarende til Miedemas generelle kurve for andelen af "generede" personer i stedet for andelen af "stærkt generede". Denne kurve er baseret på det samme grundlag som kurven for "stærkt generede", men inkluderer både personer der er generet og stærkt generet af støjen ved et bestemt støjniveau, så ved samme støjniveau er der en højere andel "generede" end "stærkt generede". Hverken denne eller de andre undersøgte vægtninger førte til en anden rangordning af alternativerne inden for de enkelte projekter.

Arbejdsgruppen undersøgte så nogle ekstreme situationer for yderligere at belyse eventuelle forskelle mellem de to vægtningsmetoder, den oprindelige og Miedemas kurve for "stærkt generede". Der blev konstrueret en række fiktive projekter med fokus på de mest støjbelastede boliger. Den nye genefaktor (Miedemas andel "stærkt generede") gav ikke en rimelig vurdering af støjforholdene i alle situationer, for eksempel: I et fiktivt projekt, hvor

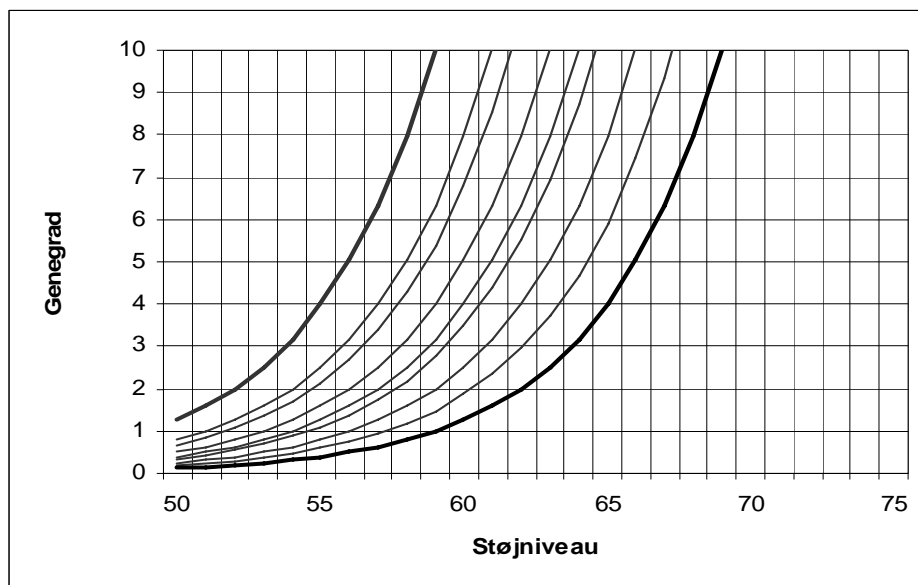
- alle boliger med mere end 70 dB får fjernet støjen, mens boliger med støjniveauer mellem 55 og 70 dB ikke berøres, indikerer den nye genefaktor *mindre* forbedring end den nuværende genefaktor, og i et andet fiktivt projekt, hvor
- støjforholdene forbedres så halvdelen af boligerne med niveauer op til 60 dB kommer i en lavere støjklasse, mens ingen boliger med højere støjniveauer påvirkes, viser den nye genefaktor *større* miljøforbedring end den nuværende genefaktor.

Arbejdsgruppen kunne derfor ikke umiddelbart anbefale, at vægtningsfunktionen til beregning af støjbelastningstallet ændres, så den svarer til Miedemas generelle kurve for "stærkt generede" personer.

#### **4. Kritik af at benytte en genekurve som vægtningsfunktion**

Et indlæg på konferencen Inter-Noise i 2006 [4] argumenterede for, at sammenhængen mellem støjniveau og andel af stærkt generede personer ikke er egnet til at give en samlet vurdering af støjbelastningen før og efter omlægning af trafikken på et vejsystem.

Figur 6 illustrerer hvor generende hver af ni personer oplever støjen, angivet på en skala fra 0 til 10. Kurven længst til venstre er svaret fra en meget støjfølsom person, som ved et støjniveau på 58 dB angiver støjen til en genegrad på 7. Kurven længst til højre er fra en person, der er meget tolerant overfor støj, og som skal belastes med hele 68 dB for at opleve en genegrad på 7 ud af 10. Ved så højt et støjniveau er reaktionen fra de øvrige otte personer røget oven ud af vurderingsskalaen.



Figur 6. Illustration af, hvor generende hver af ni forskellige personer oplever støj [4]

Hvis man sætter en genegrad på 7 som kriteriet for "stærkt generet" (i [2, 3] benyttes 7,2 på en 10-punktsskala som grænsen for stærkt generet), gælder det for vores lille befolkningsgruppe på ni personer, at et støjniveau på 58 dB opleves som stærkt generende af 11 % (nemlig én ud af ni), mens et niveau på 67 dB opleves som stærkt generende af 89 % (otte ud af ni).

Ved en omlægning af trafikken, som fører til at der kører dobbelt så mange biler i gaden, hvor de ni personer bor, vil støjen stige fra 58 dB til 61. Herved øges andelen af stærkt generede fra 11 % til 33 %. Men det tal giver ikke udtryk for, at den mest støjfølsomme af personerne er gået fra at være stærkt generet til at være udsat for ubærlig støj, og at alle ni personer er blevet mere belastede.

En kurve over sammenhængen mellem støjniveau og gene for en befolkningsgruppe er ifølge [4] udtryk for den statistiske fordeling af den individuelt oplevede støjgene hos de interviewede personer, og den kan ikke bruges som et mål for den generelle støjbelastning af alle personerne. Ved at bruge andelen af stærkt generede som målestørrelse tages der ikke tilstrækkeligt hensyn til reaktionen hos de mest støjbelastede. Hertil er der brug for en vægtningsfunktion, der øges kraftigere med stigende støjniveau.

Sådan en vægtning kan ikke fastlægges ud fra undersøgelser af støjens genevirkning som den type, Miedema har sammenstillet. Den må i stedet fastlægges ud fra en politisk afvejning af, hvor mange personer der skal have formindsket deres støjbelastning for at opveje, at andre personer får forøget deres. Det illustreres i [4] med et eksempel, hvor trafikken fordeles mellem to parallelle veje med forskelligt antal boliger, og hvor en fordobling af genefaktoren sker ved en forøgelse af støjniveauet med henholdsvis

- A. 10 dB (kurven i Figur 3 over andel stærkt generede svarer til en fordobling pr. ca. 8 dB),
- B. 3 dB (3 dB stigning af støjen svarer til en fordobling af trafikken), og
- C. 1 dB.

Beregningerne i [4] viser, at vurderingsmetode A, som kræver en større forøgelse af støjen end 3 dB for at vægtningen fordobles, resulterer i, at det er mest gunstigt at koncentrere trafikken på den vej, hvor der er færrest boliger – uanset hvor høj støjen bliver her. Først med en genefaktor, der

fordobles ved mindre end en 3 dB forøgelse af støjen (metode C), kan der påvises en optimal fordeling af trafikken, der både tager hensyn til fordelingen af beboerne og til de støjniveauer, de udsættes for.

Det anbefales i [4], at sammenligning af den støjmæssige virkning i forskellige scenarier baseres på *støj-points* ("noise score"), som fordobles ved mindre end 3 dB niveauforøgelse, fordi der ellers sker systematiske fejl ved prioriteringen.

## 5. Afsluttende undersøgelser

Efter at have diskuteret indholdet af [4] gennemførte arbejdsgruppen nye beregninger for at undersøge forskellige bud på en ny vægtning til afløsning af den nuværende genefaktor, som fordobles for hver 5 dB forøgelse af støjniveauet.

Beregningerne viste, at mere "stejle" vægtningsfunktioner, med fordobling ved mindre end 5 dB støjforøgelse, ikke gav en anden rangordning af alternativerne i de foreliggende VVM-redegørelser.

Derimod blev de udvalgte ekstreme, fiktive situationer bedømt mere rimeligt. Ved de fiktive projekter, hvor:

- alle boliger med mere end 70 dB får fjernet støjen mens boliger med støjniveauer mellem 55 og 70 dB ikke berøres, indikerer en genefaktor, der firedobles for hver 5 dB støjforøgelse en *dobbelt så stor* forbedring som den nuværende genefaktor
- støjforholdene forbedres, så halvdelen af alle boliger med niveauer op til 60 dB kommer i en lavere støjklasse, mens ingen boliger med højere støjniveauer påvirkes, viser en genefaktor der firedobles ved en 5 dB støjforøgelse tydeligt *mindre* miljøforbedring, end den nuværende genefaktor.

Tankeeksperimentet med de mere ekstreme situationer understøtter kritikken i [4] af at benytte en genekurve som vægtningsfunktion, mens de realistiske eksempler fra VVM-redegørelserne tyder på, at det ikke er af afgørende betydning hvilken vægtningsfunktion, der vælges.

## 6. Konklusion

På det foreliggende grundlag har arbejdsgruppen besluttet at anbefale, at den nuværende genefaktor bevares, og altså ikke udskiftes med en vægtning svarende til den generelle kurve over andelen af "stærkt generede". En sådan ændring vil kunne medføre afgørende forringelse af støjbeskyttelsen af de stærkest belastede boliger.

Arbejdsgruppen har ikke i litteraturen fundet grundlag for at anbefale en ny vægtning med større vægt på de høje støjniveauer end den nuværende genefaktor. Derfor er det valgt at bevare den hidtidige genefaktor, som dog justeres for at tage højde for den ændrede grænseværdi.

En yderligere fordel ved at fastholde genefaktoren er, at de nuværende erfaringstal for det antal SBT pr. km, der kræves for at en støjskærm er billigere end vinduesudskiftning, fortsat kan udnyttes.

Formlen for den nye vægtningsfunktion  $G$  (justeret genefaktor) er:

$$G = 0,01 \cdot 4,22^{(L_{den} - 44)/10}$$

### **Litteratur**

- [1] Vejregler "Støjhensyn ved nye vejanlæg". Vejdirektoratet juni 1989
- [2] Miedema, H.M.E., Vos, H. (1998): "Exposure-response relationships for transportation noise". J. Acoust. Soc. Am. **106** (6)
- [3] Miedema, H.M.E., Oudshoorn, C.G.M. (2001): "Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals". Environmental Health Perspectives (109)
- [4] Probst, W. (2006): "Noise rating and noise score". Proceedings Inter-Noise 2006, Honolulu. (Paper nr. 438)