



# Håndbog: Hvordan kan støjgenerne fra vejtrafik reduceres

Hans Bendtsen, Senior Konsulent @ FORCE Technology

Christer P. Volk, Torben Holm Pedersen, Sebastian Eggers og Truls Gjestland



Akustik & SenseLab

Greve kommunes støjråd 2 februar 2023

# FAMOS projektets udfordring!

- Vejmyndighedernes opgaver:
  - Planlægge og bygge nye veje
  - Udvide eksisterende veje
  - Vedligeholde og forbedre eksisterende veje
- Støjdæmpning er ofte en udfordring
- Teknisk gennemførlige og økonomisk mulige tiltag bruges til at reducere støjen
- Der kan stadig være behov for en yderligere reduktion af støj genererne for at opnå acceptable forhold for mennesker, der bor langs veje
- **FAMOS projektets formål:**
- At analysere og teste om ikke-akustiske moderatorer for støjgener kan være et værktøj til at reducere genererne uden yderligere at reducere støjniveauet





# FAMOS projektets partnere og rekvirenter

## Projekt partnere:

- FORCE Technology i Danmark (Projekt leder)
- LÄRMKONTOR i Tyskland
- SINTEF i Norge



## Projekt periode:

- December 2019 to Marts 2022

## Budget :

- 300.000€

## Hjemmeside:

<https://famos-study.eu/>

## Udført for:

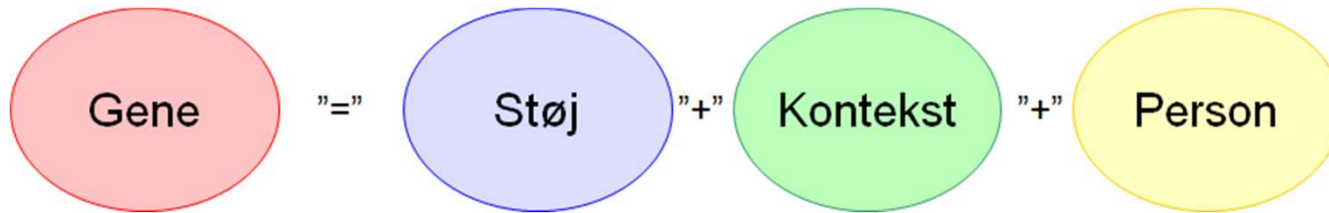
- CEDR Conference of European Directors of Roads
- Transnational Road Research Programme Call 2018: Noise and Nuisance

## Finansieret af CEDR medlemmer fra:

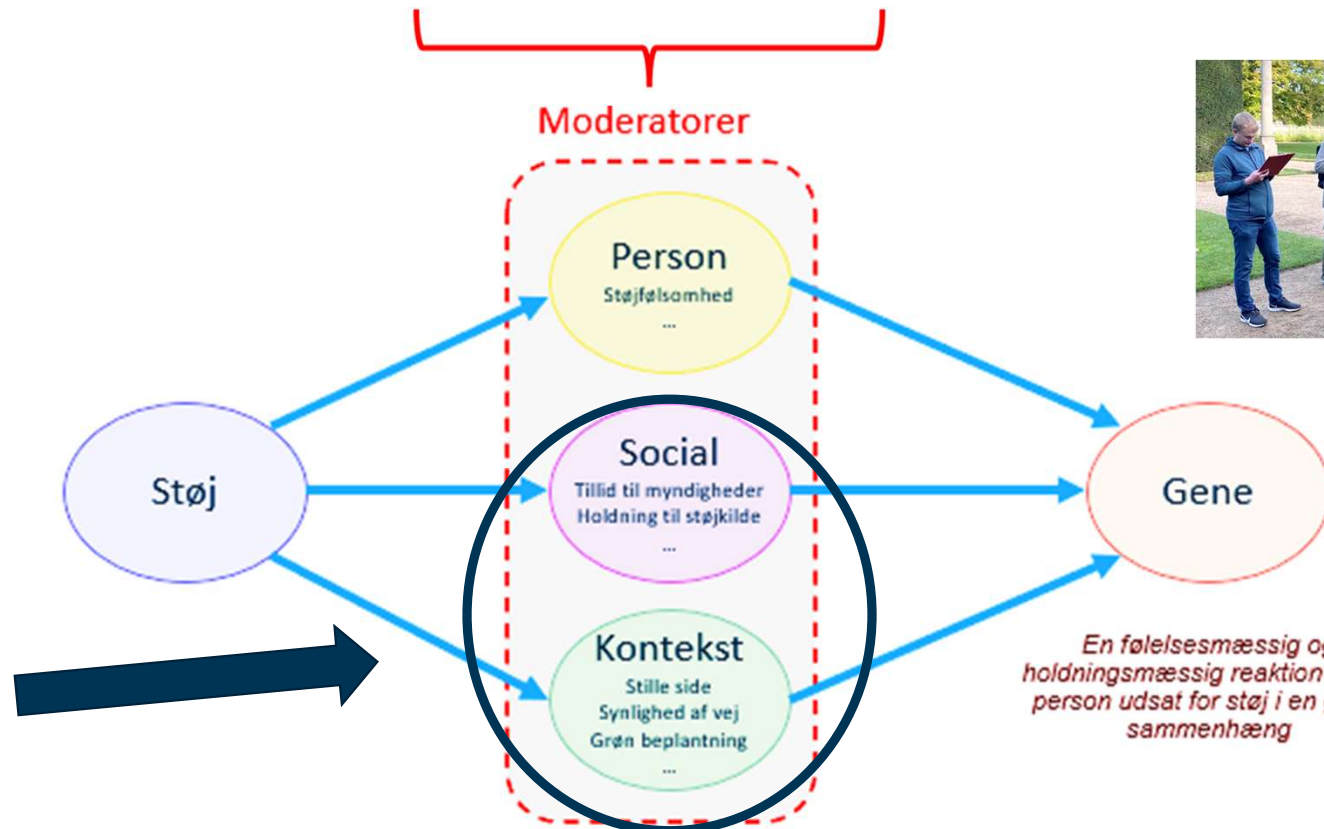
- Belgien – Vallonien
- Danmark
- England
- Holland
- Irland
- Norge
- Sverige



# Moderatorer af støjgener



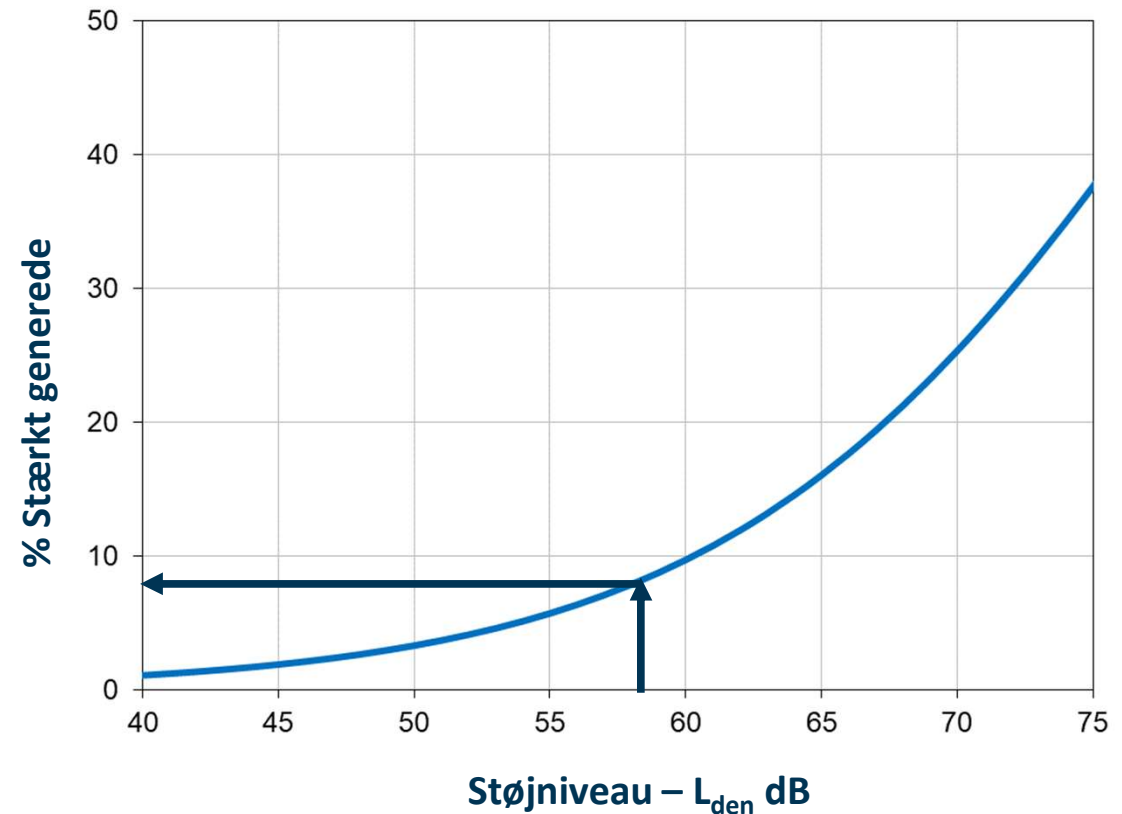
FAMOS handler om moderatorer, der kan påvirkes af vejmyndighederne



*En følelsesmæssig og holdningsmæssig reaktion fra en person udsat for støj i en given sammenhæng*

# EU's dosis-respons kurve for støj fra vejtrafik

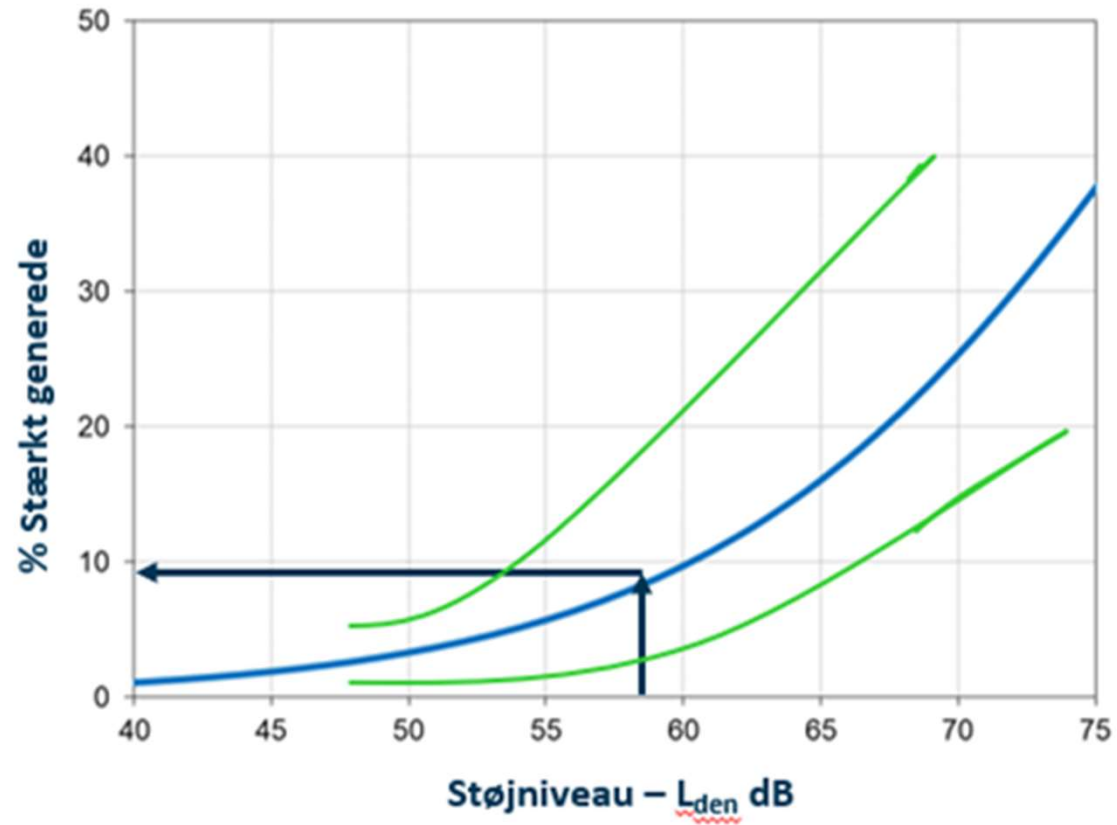
- Baseret på 26 spørgeskema undersøgelser primært i Europa med over 19.000 svar udført før 2002
- "Hvor generet er du af støjen"
- Beregning af støjen på facaden
- 7.9% er stærkt generet ved 58 dB
- Anvendes af Miljøstyrelsen i Danmark



European Commission: Position paper on dose-response relationships between transportation noise and annoyance, 2002

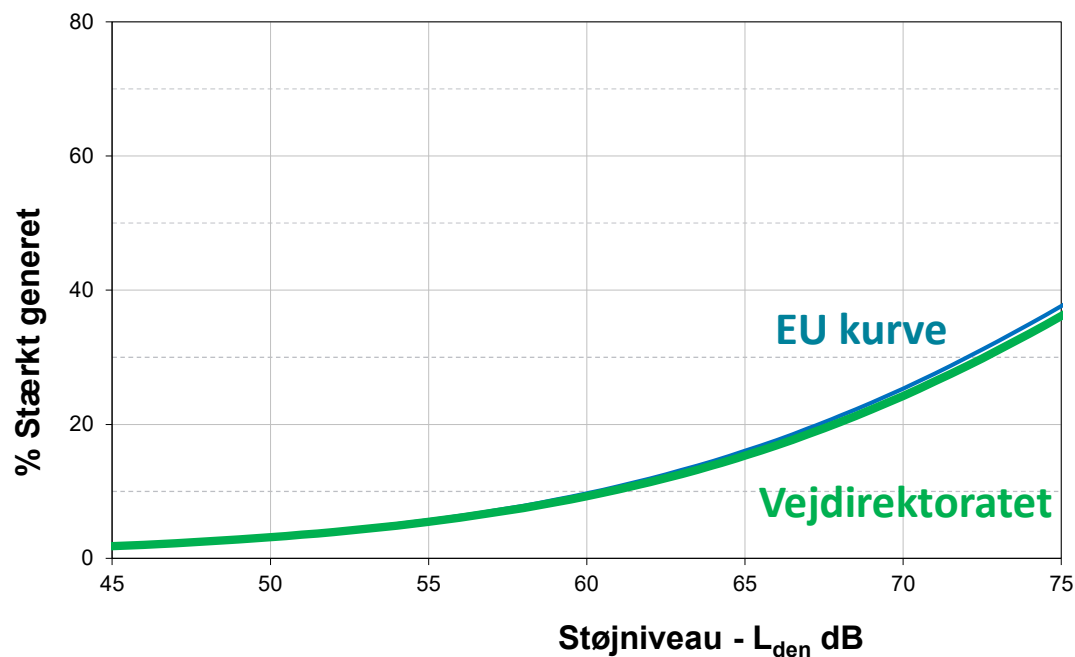
Støj fra veje. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4 2007

# Særlige situationer



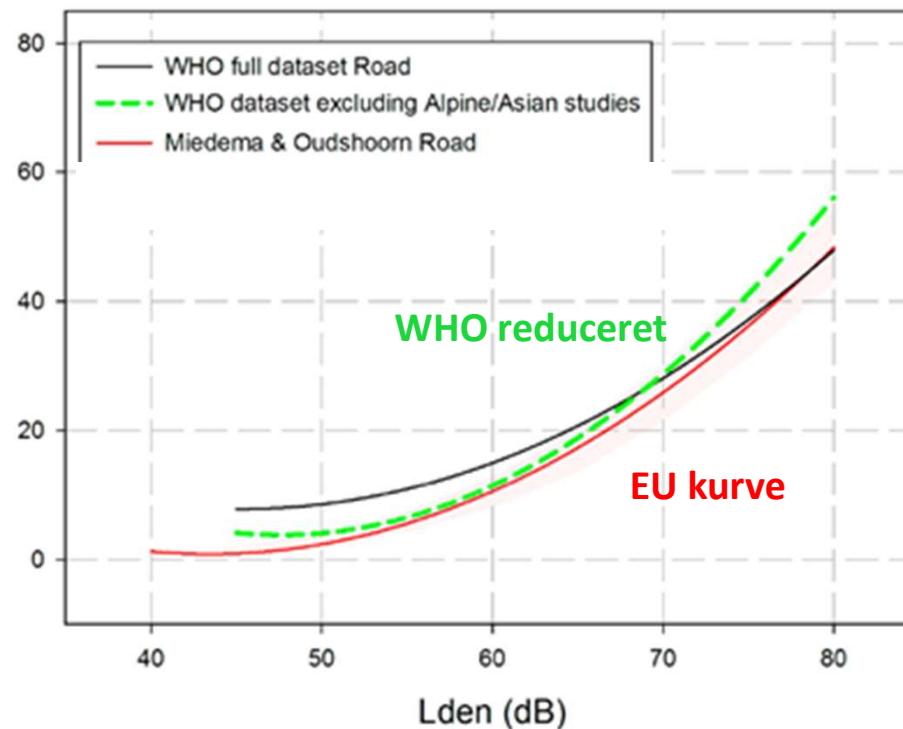
# Nyere undersøgelser

Vejdirektoratet 2015 og 2016 – 9631 svar fra bygader



Støjgener fra byveje og motorveje. Vejdirektoratet., Rapport 551 - 2016

WHO reduceret 2018 - 6775 svar



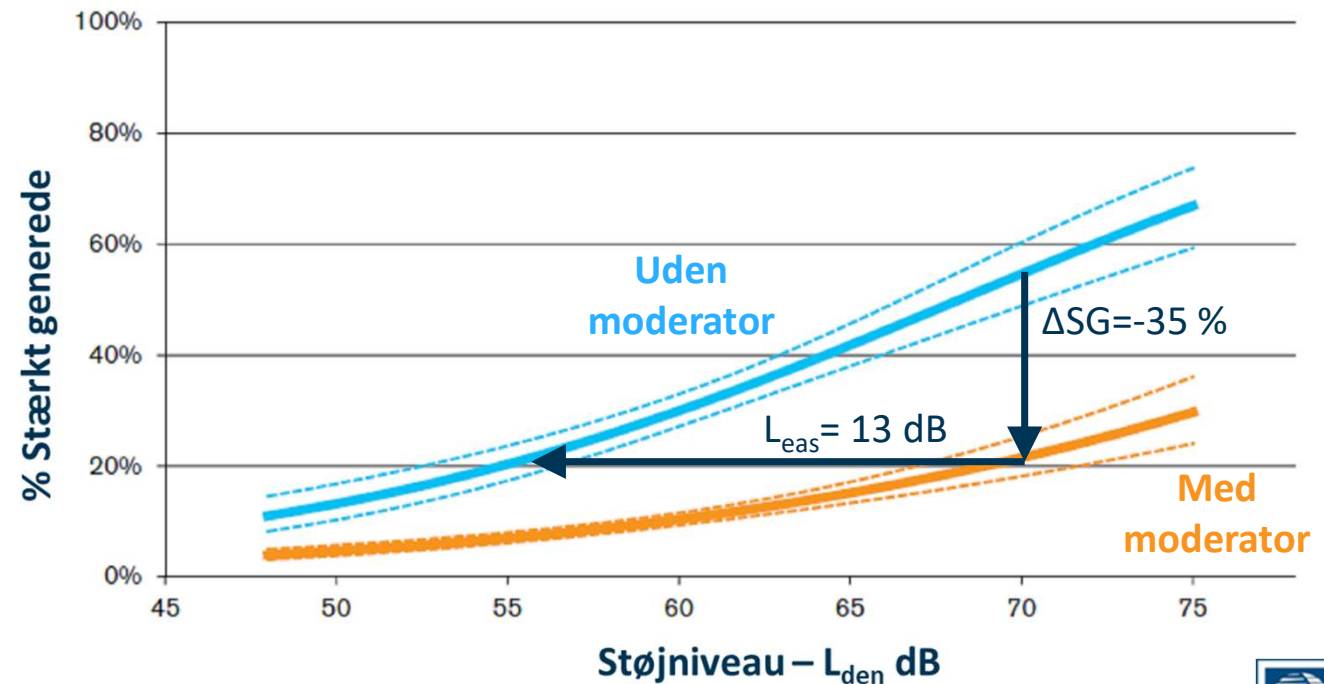
World Health Organization (WHO) Environmental: Noise Guidelines for the European Region, 2018  
Genevirkning af vejtrafikstøj – et litteraturstudie .TEKNISK NOTAT, FORCE Technology. 26-1-2021,. Se: [www.mst.dk](http://www.mst.dk)



# Størrelsen af en moderator



- Geneækvivalent støjniveauændring  $L_{eas}$
- Det (hypotetiske) skift i støjniveau, der vil give samme ændring i gener som tilstedeværelsen af en moderator





# FAMOS project organisation

**WP0 Projektleidelse** (FORCE Technology)

**WP1 Jagt på moderatører og dokumentation**  
(SINTEF)

**WP2 Analyse af moderatørers effekt**  
**Supplerende undersøgelser i "marken"**  
(FORCE Technology)

**WP3 Modeludvikling og analyser**  
(FORCE Technology)

**WP4 Håndbog, rapport og formidling**  
(Lärmkontor)



# WP1 - Jagt på moderatører, data og dokumentation

International litteraturundersøgelse

Kilder:

- Fields/Wyle/SINTEF verdensomspændende database om støjgeneundersøgelser
- FORCE's litteraturdatabase
- Relevante internationale tidsskrifter
- Konference proceedings:
  - Inter.noise konferencer
  - Euronoise konferencer
  - ICBEN konferencer
- Personlig kontakt til de centrale forskere



# Resultatet

- Mere end 142 relevante undersøgelser blev fundet
- Resultater og data blev uddraget:

- CTL – The Community Tolerance Level

$$\%HA = 100 * e^{-\left(\frac{1}{10^{0.1(L_{den}-L_{ct}+4.7 \text{ dB})}}\right)^{0.3}}$$

- Logistisk tilpasning

$$A = \frac{u}{1 + e^{-s(E-f)}}$$

- Nogle eksempler følger:

Sato, T.; Yano, T.; Yamashita, T.; Kawai, K.; Rylander, R.; Björkman, M.; Christensson, E. Cross-cultural comparison of community responses to road traffic noise in Gothenburg, Sweden and Kumamoto, Japan. In Proceedings of the 7th Congress Noise as a Public Health Problem, Sydney, Australia, 22–26 November 1998; pp. 561–564.

Schomer, P.; Mestre, V.; Fidell, S.; Berry, B.; Gjestland, T.; Vallet, M.; Reid, T. Role of community tolerance level (CTL) in predicting the prevalence of the annoyance of road and rail noise. *J. Acoust. Soc. Am.* **2012**, *131*, 2772–2786. [CrossRef]

Schuemer-Kohrs, A.; Vallet, M. Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. *J. Sound Vib.* **1997**, *206*, 685–695. [CrossRef]

Schultz, T.J. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.* **1978**, *64*, 377–405. [CrossRef]

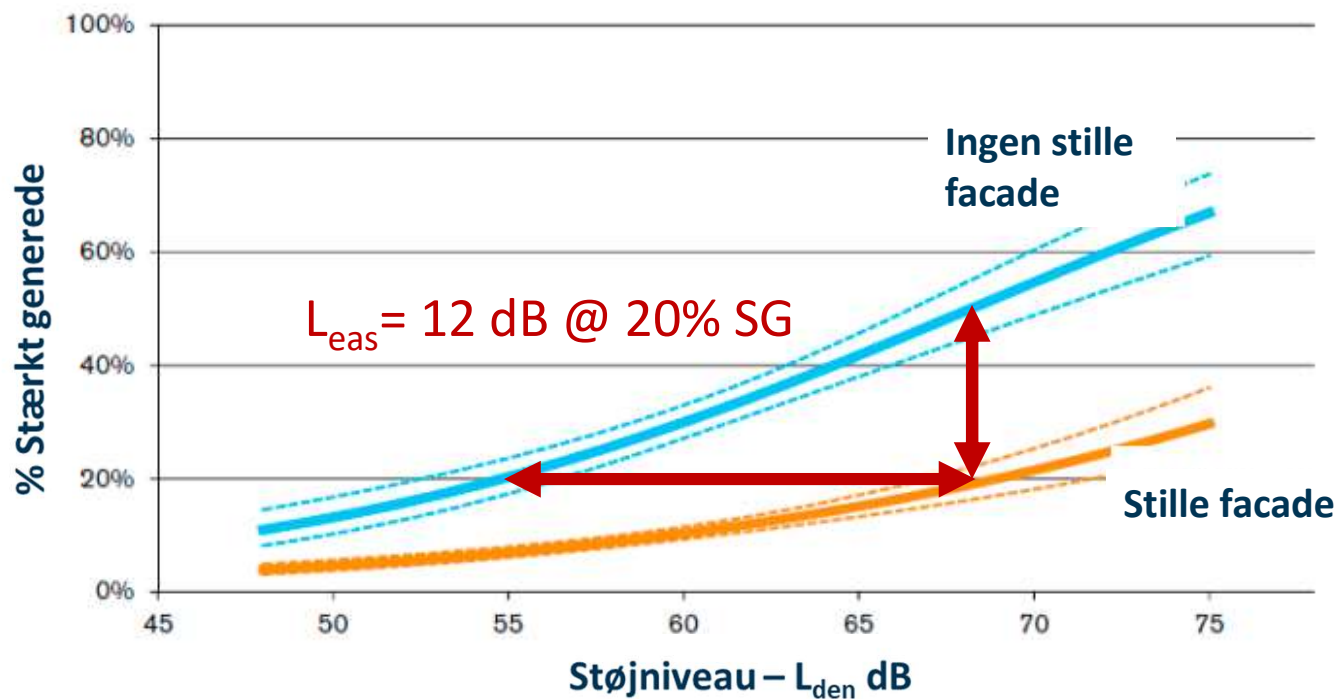
Shimoyama, K.; Nguyen, T.L.; Yano, T.; Morihara, T. Social Surveys on Community Response to Road Traffic in Five Cities in Vietnam; Proc. Internoise-14: Melbourne, Australia, 2014.

Socio-Acoustic Survey Data Archive. Available online: [http://www.incej.or.jp/old/04/04\\_page/04\\_doc/bunkakai/shachodata/?page\\_id=972](http://www.incej.or.jp/old/04/04_page/04_doc/bunkakai/shachodata/?page_id=972) (accessed on 15 December 2019).

T. B. Björner. "Combining socio-acoustic and contingent valuation surveys to value noise reduction". Transportation research part D, pp341-356, 2004 online www.sciencedirect.com

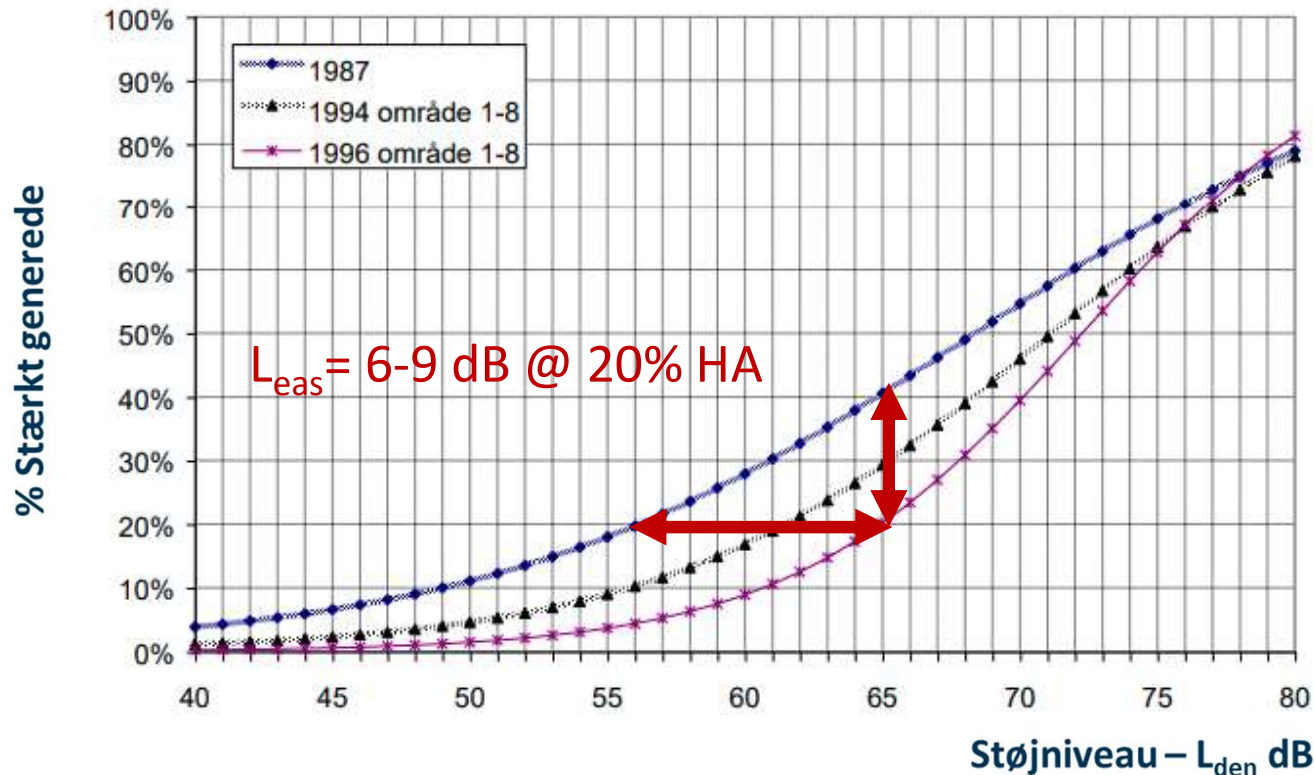
T. Gjestland and F. B. Gelderblom. "Prevalence of Noise Induced Annoyance and Its Dependency on Number of Aircraft Movements," Acta Acustica united with Acustica, vol. 107, pp. 2073–2077, 2017.

## Moderator: Adgang til en stille facade



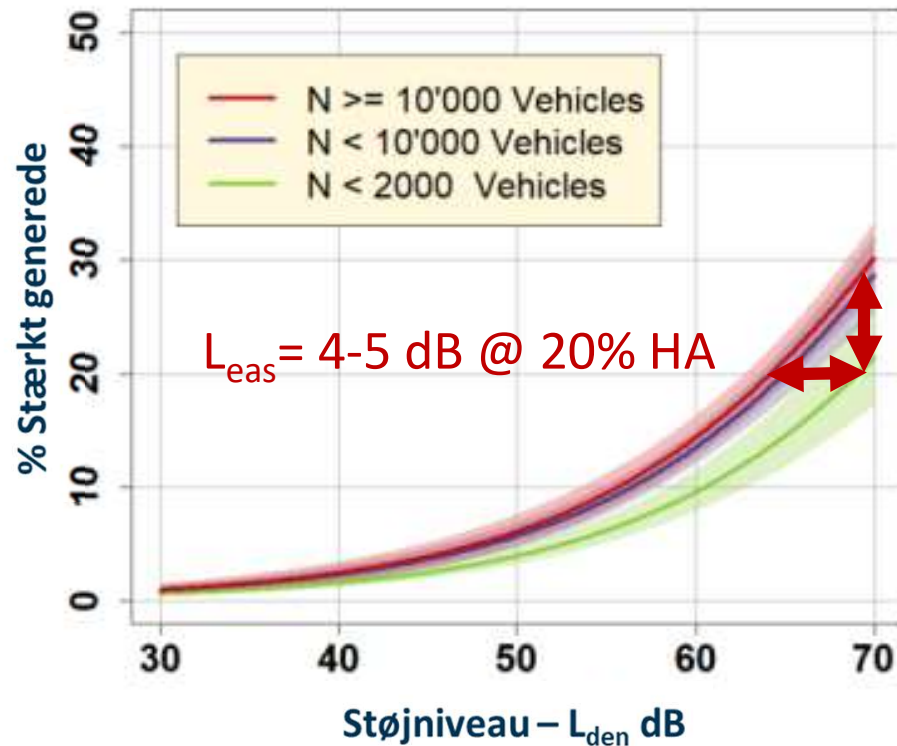
- Dansk undersøgelse fra Vejdirektoratet

# Moderator: Støj i kvarteret – lydlandskab i kvarteret



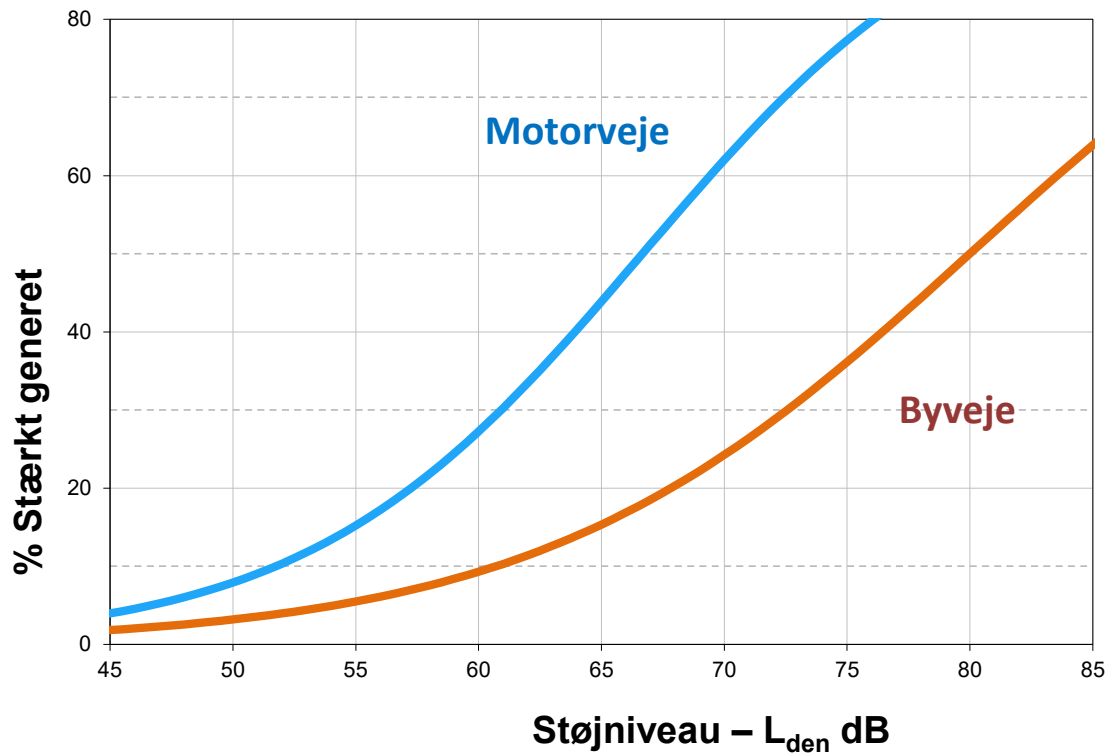
- Fra 1987 til 1996 trafiksituationen i området blev væsentligt forbedret – en stor vej blev lagt i en tunnel
- Støjen i bydelen blev reduceret markant
- Norsk undersøgelse

## Moderator: Trafikmængde



- Støjgenen afhænger af trafikmængden
- SIRENE projektet fra Schweiz)
- Undersøgelser fra Vejdirektoratet viser lignende resultater

# Motorveje og byveje, Vejdirektoratet 2015 og 2016



Støjgener fra byveje og motorveje.. Vejdirektoratet., Rapport 551 – 2016  
Genevirkning af vejtrafikstøj – et litteraturstudie .TEKNISK NOTAT, FORCE Technology.  
26-1-2021,. Se: [www.mst.dk](http://www.mst.dk)



# Litteraturstudiets konklusioner

Resultaterne fra undersøgelser af støjgener viser:

- Graden af støjgene påvirkes af et sæt ikke-akustiske faktorer - moderatorer
- Størrelsen af effekten varierer
- Forskellige undersøgelser finder forskellige størrelser af effekterne
- Brugen af disse moderatorer afhænger af lokale forhold





# WP2 – Metoder til at supplere data

Mini spørgeskema undersøgelse i Hamburg omkring A6

- Se resultater FAMOS projekt rapport



# Lydvandring

- En systematisk procedure bruges til at opnå en holistisk vurdering af det lokale lydbillede
- Personer på stedet udfylder spørgeskema på en tablet



- 18 almindelige personer (ikke-eksperter) vurderede lyden ved hvert målested
- Støjmålinger blev foretaget samtidigt
- 6 positioner med forskellige moderatorer
- Besvarelser analyseres systematisk



# Lyttetest i laboratoriet med optagelse af video og støj i felten



# Audio-visuel lyttetest i laboratoriet



- 10 situationer med forskellige moderatorer
- 24 lyttere – almindelige personer (ikke eksperter)
- Video af trafikken præsenteret med stereo lyd
- $L_{Aeq} = 45, 50, 55, \dots 75$  dB
- Testpersonerne vurderer "oplevelsen" gennem besvarelse af et spørgeskema
- Systematisk analyse af besvarelser

## WP3 – Modeludvikling

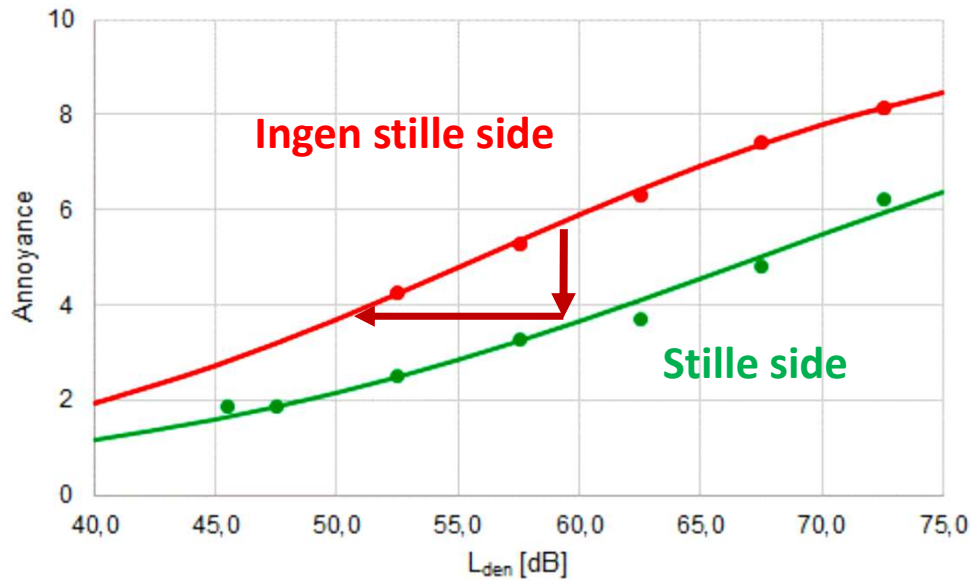
- Udvikle modeller for effekten af moderatorer
- Dosis-respons-kurver for moderatorer
- Rå data fra to store danske spørgeskema undersøgelser
- I alt 6316 respondenter
- Spørgeske metode i henhold til ISO 15 666 standard



# Eksempler på dosis-respons kurver fra modellen

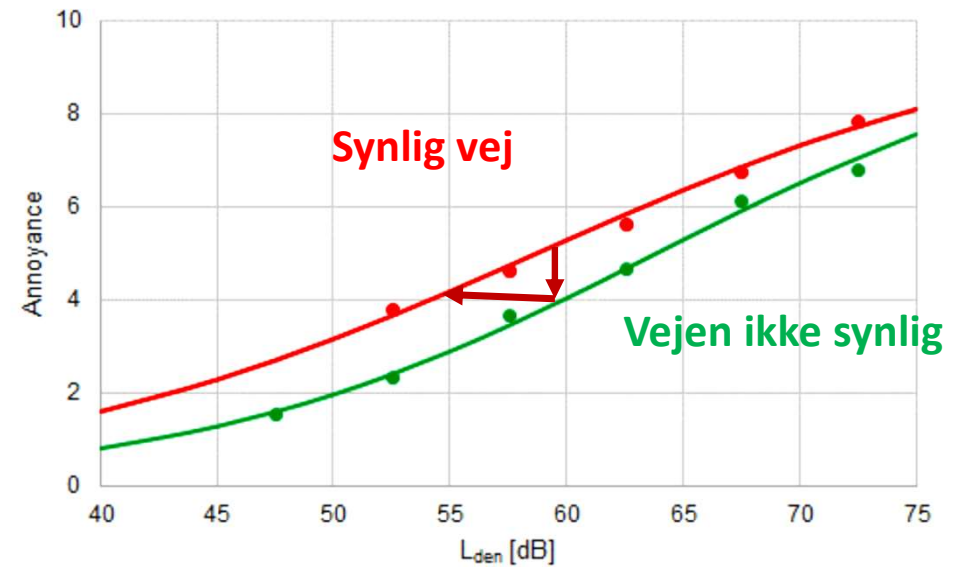
## Adgang til en stille side

$$L_{\text{eas}} = 10 \text{ dB} \quad (8.0\text{-}11.8 \text{ dB})$$



## Vejen ikke synlig

$$L_{\text{eas}} = 4 \text{ dB} \quad (2\text{-}6 \text{ dB})$$



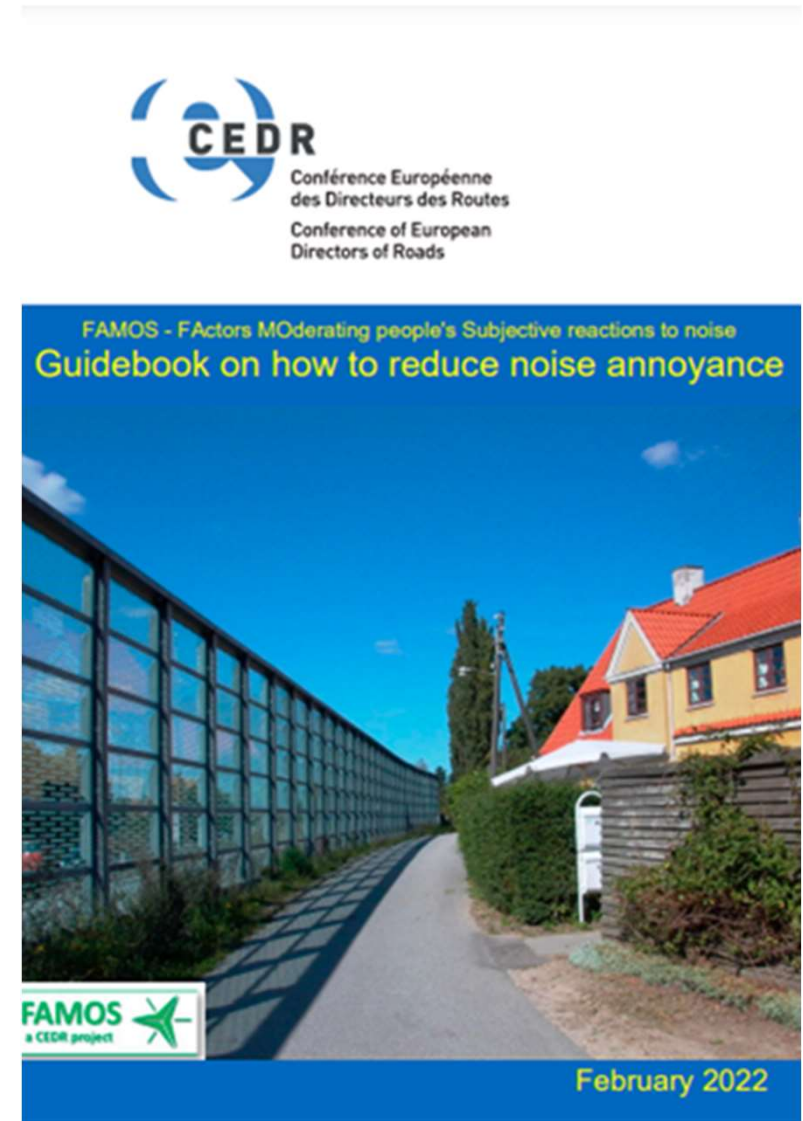
# FAMOS håndbog

Praktisk vejledning om, hvordan støjgener fra vejtrafik kan reduceres ved at anvende ikke-akustiske moderatorer

Effekten af moderatorerne  $L_{eas}$  vurderet på baggrund af:

- Resultater fundet i litteraturundersøgelsen
- Resultater fra mini interview, lydvandring og lyttetest
- Resultater af modelleringen
- Nogle eksempler:

23



# Tillid / Accept

- Folks holdning til myndigheder og vejere
- **L<sub>eas</sub> skift på 20 dB from højeste tillid til laveste tillid**
- Værktøjer: God, ærlig og inkluderende offentligheds proces



Se ON-AIR Guidance  
Book  
Udgivet af CEDR



CEDR Contractor Report 2017 - 03



ON-AIR  
Guidance Book on the Integration of Noise  
in Road Planning

September 2017





# Forventninger til trafiksikkerhed

- Oplevet trafiksikkerhed i nabolaget
- $L_{eas}$  5 – 8 dB
- Værktøjer: Generelt trafiksikkerhedsarbejde, hastighedsreduktion og kontrol, trafiksanering mv.



# Vegetation og grønt / visuelt udseende af omgivelserne

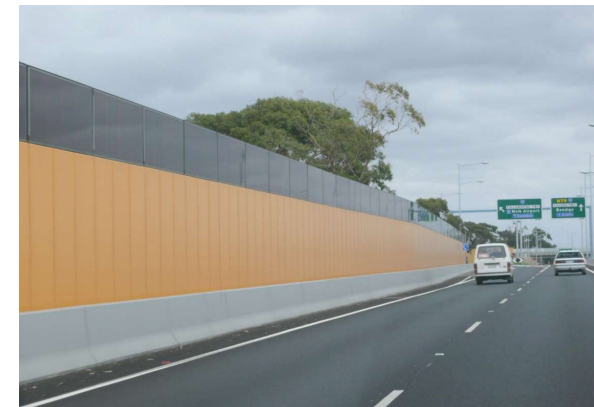
- **Tilstedeværelse af beplantning/grønt  $L_{eas}$  op til 10 dB**
- Værktøjer: Grøn vegetation, træer, buske, græs, etc.
- **Synlighed af vejen  $L_{eas}$  2-10 dB**
- Værktøjer: Gemme vejen bag grøn beplantning, et hegn, en solfanger, en støjskærm, en bygning, etc.



# Støjskærme



- **Visuelt udseende:  $L_{eas}$  2 dB**
- Værktøjer: Design og materiale valg, skærm, jordvold, grøn, solfangere, mv.
- **Forventninger til støjreduktion :  $L_{eas}$  5-10 dB**
- Værktøjer: God offentlig information og borger involvering, give folk "ejerskab" til støjskærm, etc.



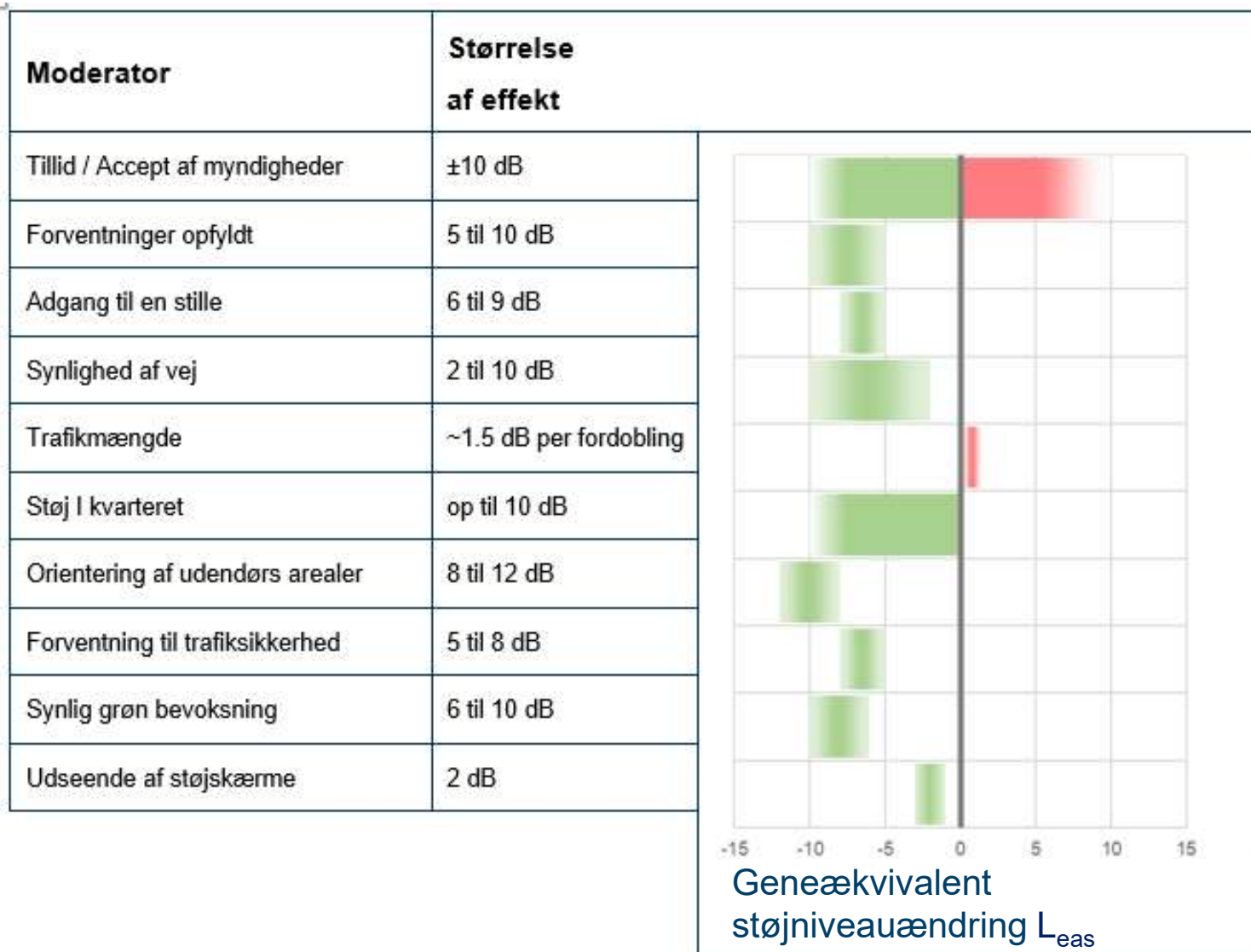
# Adgang til stille side/orientering af boliger



- $L_{eas}$  5-10 dB
- Værktøjer:
  - Støjfølsomme rum væk fra støjkilde
  - Støjbeskyttelse til altaner
  - Lokal støjskærm i haven
  - Lokal støjskærm på terrasse mod gaden



# Sammenfatning

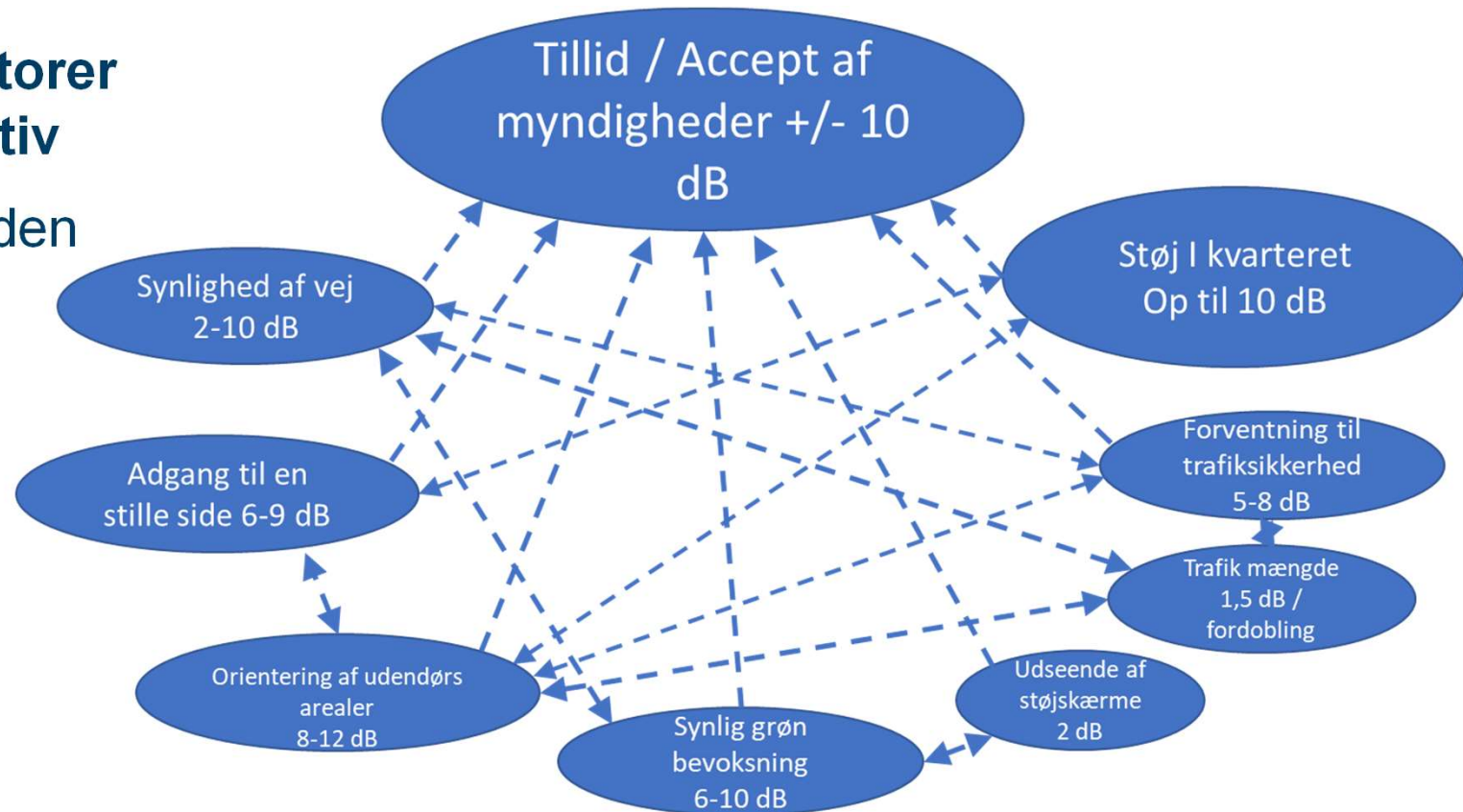


# Der er sammenhænge og interaktioner



## Effekten af moderatører er ikke direkte additiv

- Moderatører med den højeste effekt bør overvejes først



Oversigt ikke baseret på modelberegninger



# Perspektiv

- Håndbogen er baseret på den bedste viden om i dag og FAMOS-modellering
- Opdatering mulig!
- Fremtidige støjgene undersøgelser bør omfatte spørgsmål om de moderatorer, der er afdækket i FAMOS
- Spørgeskemaer bør standardiseres (ISO 15666) for at gøre det muligt at sammenligne resultater



**Tak for opmærksomheden!  
Tid til spørgsmål og kommentarer?**

**Hans Bendtsen: [hacb@forcetechnology.com](mailto:hacb@forcetechnology.com)**

**Torben Holm Pedersen: [thp@forcetechnology.com](mailto:thp@forcetechnology.com)**

