

Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj

Støjskærmes indvirkning på årsmiddelværdier

Jørgen Kragh^a, Gilles Pigasse^a, Jakob Fryd^b

a) Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut, kragh@vd.dk, gip@vd.dk

b) Vejdirektoratet, Vejplan- og miljøafdelingen, jaf@vd.dk

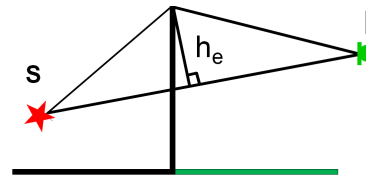
Vejdirektoratet har udgivet rapporten ”Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj - Støjskærmenes indvirkning på årsmiddelværdier”, Vejdirektoratets rapport 196, der blandt andet indeholder retningslinjer for, hvor lange og hvor høje det er effektivt at opføre støjskærme mellem en vej og et boligområde. Målet er at planlægge hurtigt, og på et overordnet niveau, kan afgøre hvordan en støjskærm udformes og placeres mest hensigtsmæssigt. Det vil være til nytte ved udarbejdelse af støjhandlingsplaner, i VVM-undersøgelser og i kommune- og lokalplanlægning. Rapporten giver forhåbentlig også en bedre forståelse af hvordan støjskærme virker.

Ny beregningsmetode giver mindre virkning af støjskærme

I 2007 besluttede Miljøstyrelsen at vi skal angive niveauer af støjen fra veje på en ny måde, nemlig som det gennemsnitlige støjniveau L_{den} over et døgn, se fakta boks. Samtidig fik vi en ny og bedre beregningsmodel, Nord2000. Med den kan vi i modsætning til tidligere beregne støjs udbredelse under forskellige forhold. Støjniveauet beregnes som gennemsnitsværdien over alle dage i et vejrmæssigt referenceår, dvs. med vinden kommende fra forskellige retninger. Det har betydning for støjniveauet, herunder for virkningen af støjskærme.

L_{den} : Som indikator for støjen fra veje anvendes L_{den} , det gennemsnitlige støjniveau over et døgn efter at der er lagt et tillæg til det fysiske støjniveau i aften- og nattetimerne på henholdsvis 5 dB og 10 dB fordi mennesker er mere følsomme over for støj om aftenen og om natten end over for støjen om dagen [1].

Vejdirektoratets erfaring med Nord2000 er, at der er lidt flere støjbelastede boliger langs statsvejene end hidtil kortlagt. Det skyldes at støjskærme har mindre virkning end beregnet med den gamle model, fordi en støjskærm virker mindre effektivt, når der regnes med alle



Figur 1: Skærmens effektive skærmhøjde h_e er skærmkantens afstand fra linjen mellem kilden S og boligen I

de vejsituationer, der forekommer i løbet af et år. Indtil 2007 beregnede vi for svag vind vinkelret på vejen, i retningen fra vejen mod beregningspunktet.

Beregninger

Der blev indledningsvist fastlagt og gennemregnet en række tilfælde som hver repræsenterer typiske støjudebredelsesforhold mellem vej og omgivelser, dvs. hvor vejen er i plant terræn, på dæmning eller i afgravning, og med støjskærme i forskellig højde og længde [2]. Af resultaterne udledte vi nogle lovmæssigheder om skærmens virkning

For at afprøve de udledte lovmæssigheder i lidt større skala, udvalgte vi derpå nogle typiske tilfælde med forskellig placering af boligområder i forhold til vej og skærm, og forskellig skærlængde og -højde. Ved hjælp af programmet SoundPLAN blev støjniveauet og virkningen af skærmen beregnet ved hver bolig.

De gennemregnede tilfælde er med plant terræn i modsætning til virkelighedens ofte kuperede terræn. Resultaterne er derfor kun retningsgivende og den endelige beslutning om afskærmning ved bebyggelser og vejprojekter bør baseres på en egentlig beregning for den konkrete situation.

Fundne lovmæssigheder

Skærmens effektive højde, se Figur 1

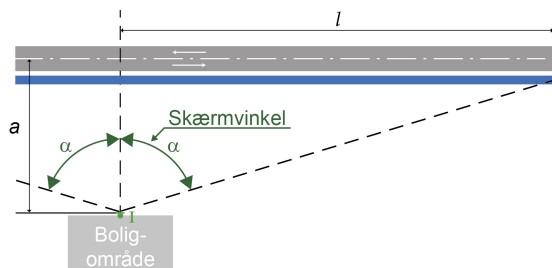
Det teoretiske udgangspunkt er en vej i niveau med et plant terræn, hvor skærmen er placeret tæt ved vejkanterne. En uendelig lang skærm langs med en motorvej giver her en indsætningsdæmpning på omkring 2 dB pr. meter effektiv højde af skærmen op til 4 m. Når den effektive højde af skærmen er over 4 m er den ekstra indsætningsdæmpning ca. 1 dB pr. meter. Det

gælder for skærmhøjder op til 10 m og for afstande 50 - 200 m fra skærmen. Ved en landevej med to spor er indsætningsdæmpningen 3 - 5 dB større fordi kilderne her er nærmere ved skærmen.

Skærmvinklen, se Figur 2

En skærm er ikke uendelig lang. Skærmens udstrækning i forhold til et bestemt punkt, kan karakteriseres ved skærmvinklen. Med en skærmvinkel på 75° er indsætningsdæmpningen cirka tre fjerdele af virkningen af en uendelig lang skærm. Med en skærmvinkel på 60° er indsætningsdæmpningen det halve og med 45° skærmvinkel en fjerdedel af virkningen af en uendelig lang skærm.

Med 45° skærmvinkel bliver indsætningsdæmpningen højst 3 dB, lige meget hvor høj skærmen er, og det nytter ikke at gøre skærmen højere end 2 - 3 m. Den lyd, der kommer fra de uskærmede dele af vejen dominerer alligevel det samlede støjniveau.



Figur 2: Plan med skærmvinklen α markeret. En skærmvinkel på 45° svarer til at skærmen er forlænget $l = a$ forbi boligen. 60° svarer til $l = 1,7 \cdot a$; 75° til $l = 3,7 \cdot a$. Det totale afskærmede vinkelområde er $2 \cdot \alpha$

Vej i afgravning

En skærm på kanten af en afgravning er mere effektiv end en skærm placeret tæt ved vejen, især når skærmen er lav, og når det omgivende terræn som ønskes skærmet ligger højere end vejen.

Vej på dæmning eller bro

En skærm langs en vej på dæmning er mindre effektiv end en skærm langs en vej i niveau med terrænet, og skærmens virkning er mindre, jo højere dæmningen er. Det er det modsatte

af, hvad mange forventer, og skyldes at overfladen af terrænet på skråningen giver en vis støj dæmpning, når der ikke er en skærm. Når skærmen så er der, bortfalder terrændæmpningen mere eller mindre, og til gengæld får man en skærmdæmpning. Men den samlede virkning af skærm og terræn er altså mindre end ved en vej i niveau.

En skærm langs en vej på en bro er derimod lige så effektiv som en skærm langs en vej i niveau, for dér er der ingen terrændæmpning der bortfalder når skærmen bygges.

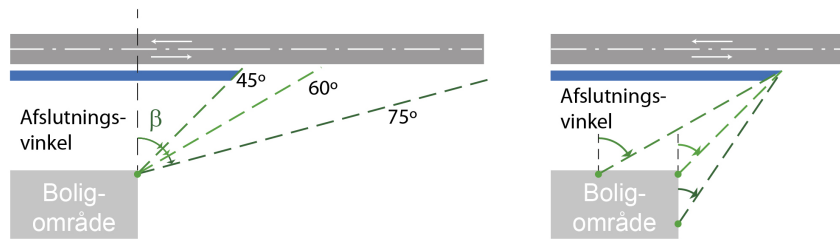
Et bud på en forklaring

Figur 3 viser bidraget til støjniveauet henholdsvis 100 m og 200 m fra vejmidten, når en bil kører forbi, afhængigt af hvor bilen befinder sig. Resultaterne gælder for en enkelt bolig i det idealiserede tilfælde med en uendelig lang og 4 m høj skærm. Den lodrette akse viser bidraget til støjniveauet pr. grad i forhold til gennemsnittet for hele forbikørslen. Støjniveauet er vist som funktion af immissionsvinklen vist i Figur 4. De stiplede kurver viser støjen ved svag medvind vinkelret på vejen, de fuldt optrukne kurver årsmiddelværdien af støjniveauet. Ved svag medvind er bidraget fra hver grad omtrent det samme, inden for ± 1 dB, bortset fra lige omkring -90° til $+90^\circ$, hvorfra bidragene er meget mindre. For årsmiddelværdien derimod er bidragene fra immissionsvinkler omkring 0° betydeligt mindre, op til 10 dB, end fra vinkelområderne mellem 75° og 85° . Når støjniveauet beregnes som årsmiddelværdi og ikke udelukkende ved svag medvind kommer der altså betydeligt større bidrag fra "de yderste" vinkelområder.

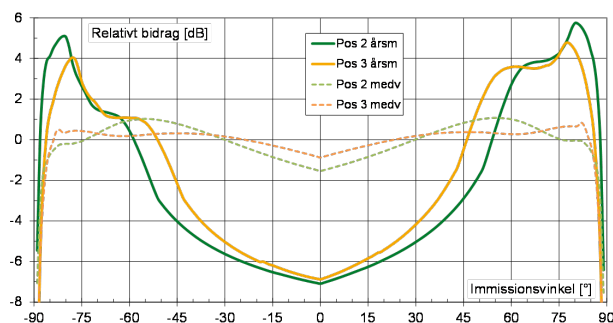
Typisk boligområde

Figur 5 viser skærmens afslutningsvinkel. Den venstre del af figuren viser afslutningsvinklen ved forskellige forlængelser af skærmen forbi det yderste hus i boligområdet, den højre at skærmens afslutningsvinkel er forskellig set fra forskellige boliger i området.

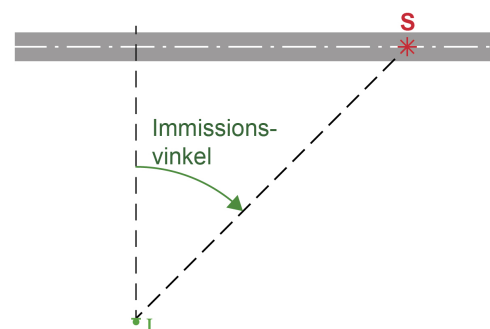
Der er 75 m fra vejmidten til facaderne i husrækken nærmest vejen. Årsmiddelværdien af L_{den} blev beregnet ved samtlige boliger, dels uden en skærm og dels med en 3 m, en 4 m



Figur 5: Beregningerne er udført a) uden skærm og b) med en skærm forlænget hhv. 0° , 45° , 60° og 75° . Skærmens afslutningsvinkel β blev defineret som vist til venstre i figuren, med udgangspunkt i facaden nærmest vejen af boligen nærmest skærmens afslutning. Den højre del af figuren viser hvordan skærmens afslutningsvinkel er forskellig for forskellige boliger



Figur 3: Det relative bidrag pr. grad til støjniveauet L_{den} 100 m (Pos. 2) og 200 m (Pos. 3) fra vejmidten som funktion immissionsvinklen fra -90° til $+90^\circ$. Uendelig lang 4 m høj skærm. De fuldt optrukne kurver viser årsmiddelværdier, de stiplede kurver niveauerne ved svag medvind vinkelret på vejen



Figur 4: Plan med immissionsvinklen. Når en bil S kører forbi, varierer immissionsvinklen over en større eller mindre del af intervallet $\pm 90^\circ$

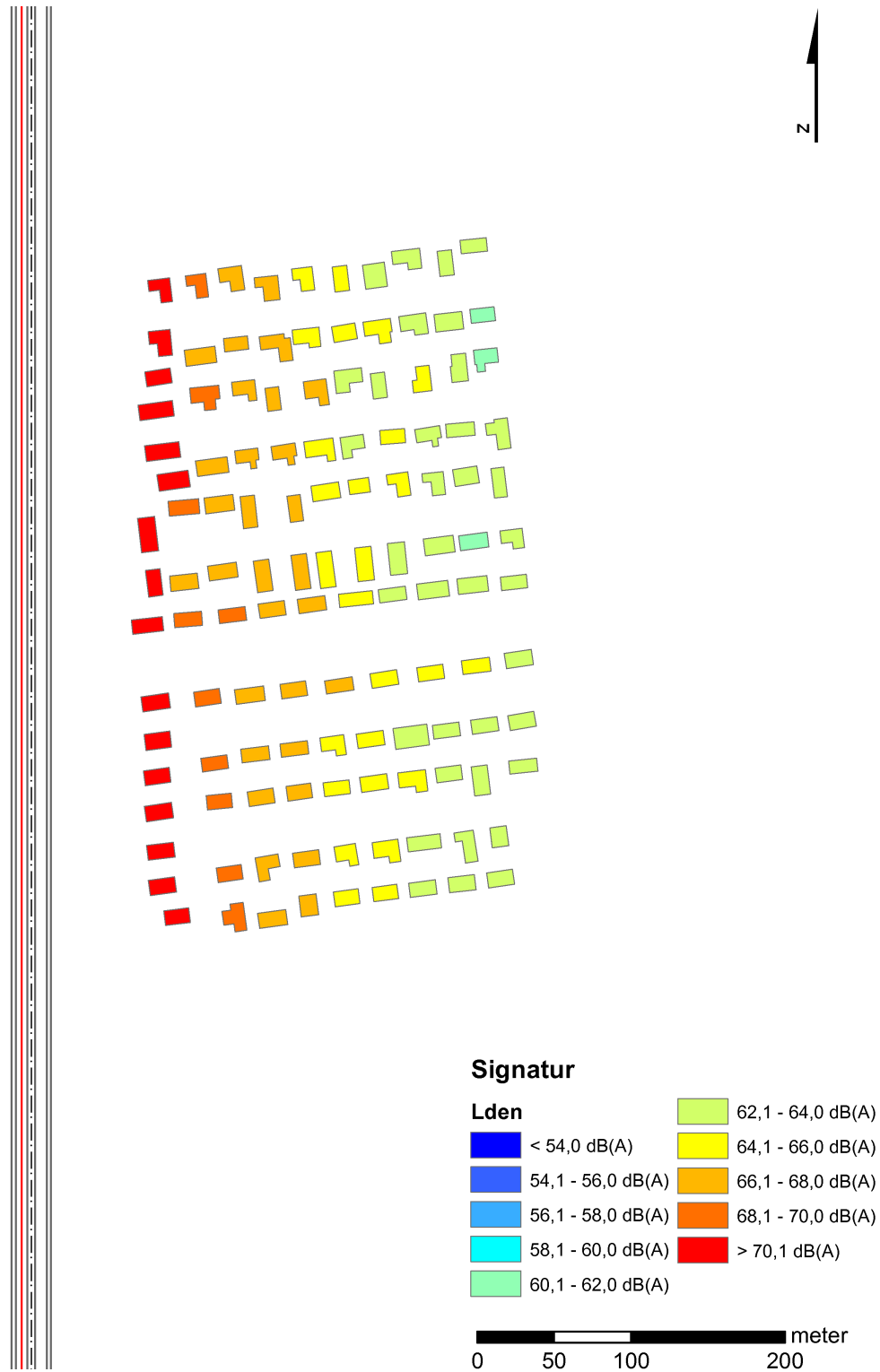
og en 6 m høj skærm placeret 12 m fra midten af en firesporet motorvej i plant terræn. For hver skærmhøjde blev der beregnet for forskellige afslutningsvinkler: 0° , 45° , 60° og 75° . Årsdøgntrafikken var 50.000 køretøjer svarende til vejtype A i Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4/2006 [3]. Figur 6 viser med farvesignatur L_{den} ved den facade af hver bolig, hvor niveauet er højest før skærmen bygges. Niveauerne er vist ved stueetagen og de varierer fra over 70 dB ved boligerne nærmest motorvejen til under 60 dB ved enkelte boliger længst fra vejen. Alle boliger er belastet med over 58 dB når der ikke er en støjskærm.

Figur 7 viser den beregnede virkning af en 4 m høj støjskærm med 60° afslutningsvinkler. Indsætningsdæmpningen er mellem 5 dB og 6 dB ved boligerne nærmest skærmen og nær områdets midte, og mindre end 1 dB ved boliger længere fra skærmen og nærmest ved skærmens ender. Flere eksempler kan ses

i en "viewer" på Vejdirektoratets hjemmeside [4]. Ved at "bladre/scrolle" mellem forskellige skærmhøjder, afslutningsvinkler og etagehøjder kan man se hvordan indsætningsdæmpningen ændres når parametrene ændres.

Figur 8 viser fordelingen af støjniveauerne. For hver værdi af støjniveauet L_{den} vist på den vandrette akse viser figuren på den lodrette akse, hvor mange af boligerne der har et højere støjniveau. Det er støjniveauerne ved boligernes 1. sal der er vist, dels uden skærm, dels med en 4 m høj skærm med forskellige afslutningsvinkler. Uden skærm er der ingen boliger med støjniveau over 72 dB, men alle boliger er belastet med over 64 dB ved 1. sal. Selv med den længste 4 m høje skærm med afslutningsvinkel 75° er niveauet over 59 dB ved alle boligerne.

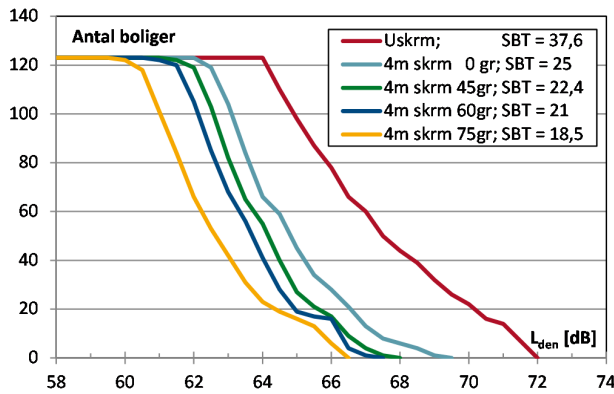
Forklaringen ved kurverne i Figur 8 angiver også den beregnede værdi af støjbelastningstallet SBT. SBT er et mål for antallet af boliger vægtet efter hvor støjbelastede de er [5]. Værdierne er angivet både for situationen uden skærm og for hvert af tilfældene med en 4 m høj skærm med afslutningsvinkler på 0° , 45° , 60° og 75° . Uden



Figur 6: Beregnet L_{den} ved stueetagens facade med det højeste støjniveau ved hver bolig ved motorvejen. Uden skærm



Figur 7: Støjskærmens virkning ved boligernes 1. sal er vist med en farvekode. Skærmen er 4 m høj med 60° afslutningsvinkler. De yderste boliger afskærmes mindre end boligerne inde i området. Flere eksempler kan ses i en "viewer" på Vejdirektoratets hjemmeside [4]



Figur 8: Antallet af boliger ved motorvejen hvor L_{den} ved 1. sal overstiger niveauet angivet på X-aksen. Uden skærm og med en 4 m høj skærm med 0°, 45°, 60° og 75° afslutningsvinkler. Forklaringen angiver også støjbelastningstallet SBT

skærm er $SBT = 37,6$. Med en 4 m høj skærm med afslutningsvinkel på 75° bliver $SBT = 18,5$ eller knapt halvdelen af SBT uden skærmen.

Afsluttende bemærkninger

Som Figur 7 og Figur 8 viser, har støjskærmen forskellig virkning ved forskellige boliger i området. Mindst virkning får man ved de yderste boliger.

Hvis man ønsker en høj indsætningsdæmpning ved de yderste boliger, skal skærmen forlænges langt forbi området. Afslutningsvinklerne skal være store. Hvis man vælger en 45° afslutningsvinkel kan man ikke få en indsætningsdæmpning på mere end 2 - 3 dB, lige meget hvor høj man gør skærmen. Det er nemlig lyden der går uden om skærmen der bestemmer støjniveauet. Selv med afslutningsvinkler på 75°, svarende til at skærmen forlænges med næsten fire gange afstanden fra bolig til skærm, mister man en fjerdedel af den mulige virkning af en uendelig lang skærm.

Virksomheden af skærmen bliver mindre, jo længere væk fra skærmen man kommer. Til gengæld aftager støjniveauet med afstanden og dermed behovet for afskærmning. Man må i hvert enkelt tilfælde afveje, hvordan behovet for beskyttelse af den enkelte bolig balancerer med de fysiske forhold og med omkostningerne ved at bygge en højere og længere støjskærm. Forhåbentlig kan Vejdirektoratets rapport 196, som er baggrunden for denne artikel, og den viewer som

Vejdirektoratet har udviklet [4], bidrage til at effektivisere planlægningen af støjskærme. En støjskærms virkning, dens indsætningsdæmpning, er nemlig en indviklet størrelse. Den kombinerer terrænvirkningen i den uskærmede situation med virkningen af at lyden afbøjes rundt om skærmen, og med den ændring af terrændæmpningen der sker, når skærmen ændrer lydets bane fra vejen til boligen.

Litteratur

- [1] *Støj fra veje*, Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4 2007.
- [2] *Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj - Støjskærms indvirkning på årsmiddelværdier*, Vejdirektoratet rapport 196. Forventes publiceret i december 2011.
- [3] *Støj kortlægning og støjbehandlingsplaner*, Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 4 2006.
- [4] <http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=296101>.
- [5] *Vejtrafik og støj - en grundbog, VD Rapport 146 1998; Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj*, Notat, Miljøteknologi, J.nr. MST-5100-00020, 5. februar 2010.