

Kan man måle støjen fra E45?

Beregning af vejstøj sker efter den fælles nordiske beregningsmodel Nord2000. Vejdirektoratet oplever ofte, at naboer til vejprojekter ikke har tillid til resultater baseret på beregninger. Derfor igangsatte Vejdirektoratet et udviklingsprojekt, hvor der blev udført langtidsmålinger af støjen på fem forskellige lokaliteter mellem Randers og Vejle i forbindelse med en VVM-undersøgelse for udbygning af motorvej E45. I denne artikel beskrives de variationer i støjen, som naboer til vejen oplever.



AF PER FINNE
FORCE Technology
pfi@force.dk

Hvorfor beregner vi støjen i stedet for at måle?

I Danmark beregnes støj fra veje som et årgennemsnit (L_{den}). Støjens årgennemsnit udtrykker med ét tal langtidsstøjpåvirkningen af mennesker og er internationalt anerkendt som en god indikator for graden af gene, som mennesker oplever ved forskellige støjniveauer, og for de helbredsmæssige effekter af støj.

På borgermøder bliver Vejdirektoratet ofte mødt med spørgsmål om, hvorfor støjen ikke måles. Det er der mange gode grunde til, blandt andet er det svært at finde egnede måledage, hvor vejret er nogenlunde gennemsnitlig for hele året eller bare årstiden. Det kræver mange måledage og er dermed meget dyrt.

Beregning af støjen i Danmark sker med beregningsmodel Nord2000, som internationalt betragtes som en avanceret model og et bedre alternativ til langvarige, dyre støjmålinger. Nord2000's resultater er blevet eftervist med kontrollerede tests, hvor beregningsresultater er sammenlignet med måleresultater.

Når man er nabo til en motorvej, kan man tydeligt høre, hvordan støjen varierer i løbet af døgnet, fx afhængig af skiftende vindretning eller trafikintensitet. Det er vores erfaring, at borgere har svært

ved at forholde sig til beregningsresultater, der viser et årgennemsnit.

Der er behov for at vise naboerne, at der er god sammenhæng mellem de beregnede årsmiddelværdier og den varierende støj, man oplever fra en motorvej. Derfor har Vejdirektoratet gennemført et udviklingsprojekt, hvor der er udført langtidsmålinger af støjen langs motorvej E45 på fem forskellige lokaliteter mellem Randers og Vejle i forbindelse med VVM-undersøgelse for udbygningen af motorvejen.

Måleresultaterne vil senere blive sammenlignet med beregnede værdier for de fem målesteder.

Hvilke forhold har indflydelse på støjen?

Mange forhold har betydning for støjen fra en vej. De vigtigste er: Trafikmængder og -hastigheder, vejbelægningen, vind- og vejrforhold og ikke mindst områdets topografi. Bygninger og støjskærme kan også have stor betydning.

Den ideelle situation for at sammenligne målinger og beregninger er en måleposition med fri udsigt til hele vejen (alle vejbaner) og uden for mange terrænspring mellem vej og målested. I praksis kan det være vanskeligt at opfylde, og man må typisk gå på kompromis med målebetingelserne med øget usikkerhed på målingerne og beregnede værdier til følge.



AF JAKOB FRYD
Vejdirektoratet
jaf@vd.dk



**AF LENE NØHR
MICHELSEN**
Vejdirektoratet
lmi@vd.dk

I forbindelse med de udførte målinger blev en række parametre registreret:

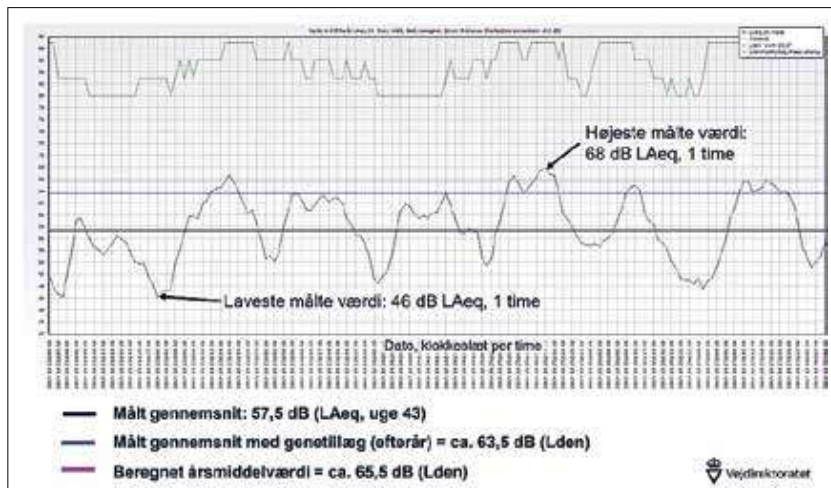
- Trafikdata fra nærliggende tællestationer, det vil sige trafikmængder og gennemsnitshastigheder for hver af de tre køretøjskategorier (person- og varebiler, sololastbiler og busser samt større lastbiler). Trafikdata blev registreret pr. 15 minutter for hvert kørselsforhold.
- Støjniveauet (LAeq pr. minut) blev målt på facaden af den nærliggende bolig. Støjniveauer blev logget hvert minut og efterfølgende omregnet til timeværdier pr. hele time over måleperioden.
- Terrænforhold, beliggenhed af bygninger og veje fremgår af Kortforsyningens kortmateriale, som normalt anvendes til støjmålinger og -beregninger. Kortene har en passende opløsning til at udføre detaljerede beregninger af støjens udbredelse.
- De meteorologiske data, primært vindhastighed og -retning, blev leveret af DMI fra de nærmeste stationer.

Sammenlignende målinger/ beregninger

For at kunne sammenligne målte og beregnede resultater skal måleresultaterne normeres, så de repræsenterer årsmiddelværdien L_{den} , som er den formelle betegnelse for støjbelastningen ved en bolig. I denne situation blev det valgt at sammenligne måleresultaterne med de værdier, som blev beregnet i forbindelse med den udførte VVM-undersøgelse, hvilket svarer til trafiksituationen i 2018.

Målingerne blev hvert sted gennemført over to perioder á cirka 2,5 måned, henholdsvis sommer og efterår i 2019. Perioderne blev valgt for at opnå størst sandsynlighed for at opfylde de fire mest betydende vejrklasser (M8, M13, M18 og M24) og dermed opnå mindst usikkerhed på målingerne, når de skal sammenlignes med årsgennemsnittet (Boks 3). Timeværdien af støjen blev på baggrund af de meteorologiske forhold i den givne time associeret med én af de fire vejrklasser.

Middelværdierne af de normaliserede støjniveauer for hver meteorologisk klasse



Figur 1: Udsnit af måleresultater for uge 43/2019. De målte timeværdier af LAeq er vist med tynd, sort streg. Middelværdien for perioden er vist med tyk sort streg (57,5 dB) og korregeret med 5 dB for aftenperioden og 10 dB for natperioden fås den blå linje (63,5 dB). Den lyse, røde linje viser den tilsvarende beregning af L_{den} (65,5 dB) baseret på årsmiddelværdier. Endeligt indikerer den grønne streg i toppen af vejret (vejrklassen) var gunstig for lydudbredelse mellem vej og naboposition. Jo højere placering på grafen, desto bedre lydudbredelse (medvind).

blev beregnet for henholdsvis dag-, aften- og natperioden. Herefter blev årsmiddelværdien beregnet for hver af de tre perioder af døgnet ved at vægte bidragene fra hver vejrklasser med den hyppighed, hver af vejrklasserne forekommer i løbet af det meteorologiske referencenår (Boks 3).

Endelig blev den resulterende årsmiddelværdi fastlagt ved at vægte middelværdierne for hver periode af døgnet med periodens længde (dag: 12 timer; aften: 3 timer; nat: 9 timer) og med de nævnte tillæg på 5 dB og 10 dB til niveauerne i aften- og natperioden.

Ovenstående antyder, at målinger af vejstøjer en omstændelig affære. Med fem nabopositioner og fem kontrolpositioner

ved vejen, er der registreret omkring 36.000 timeværdier, som hver især skal normeres med hensyn til trafik og vejr for at bestemme L_{den} . Vi kan ikke vise hovedresultaterne endnu, da kvalitetssikringen ikke er afsluttet, men Figur 1 viser et udsnit af resultaterne for én af positionerne. I ugens løb er der målt timeværdier af LAeq mellem 46 og 68 dB. Man ser tydeligt, hvordan støjniveauet hænger sammen med vejrklassen, og hvordan aften- og natillægget hæver støjniveauet for perioden i forhold til de målte værdier.

Eksempler på variationer dag/nat

Som supplement til de uovervågede målinger blev der udført nogle overvågede »

PROJEKTET OM "LANGTIDSMÅLING AF STØJ FRA E45"

Projektets målinger blev gennemført i 2019 på baggrund af en "måleforskrift" udarbejdet af Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for støjmålinger. Målinger blev udført af SWECO (efter udbud), og beregninger og databehandling udføres af FORCE Technology. Dele af resultatbearbejdningen og endelig kvalitetssikring pågår stadig. Der blev målt i fem nabopositioner langs E45 beliggende mellem 125 og 200 meter fra vejen. Målemikrofonen var opsat på en facade vendt mod vejen for at mindske refleksioner fra andre bygninger og for at mindske baggrundsstøjs indflydelse på målingen. Herudover blev der ved hver naboposition målt i en ekstra position helt tæt ved vejkanthen for at kontrollere eventuelle uregelmæssigheder fra vejen (kilden). Ved hver af de fem nabopositioner blev der yderligere målt to gange i en sammenhængende, overvåget to-timers periode både i dagperioden mellem klokken 15 og 17 og om natten mellem klokken 02 og 04. Formålet var at registrere typiske kortvarige variationer i støjen.

STØJINDIKATOREN, L_{DEN}

L_{den} står for Day-Evening-Night Level og anvendes i de fleste lande til at betegne støjbelastningen fra trafik (veje, jernbaner, lufthavne og flyvepladser). Ved beregning af L_{den} vægtes støj, der foregår om aftenen, 5 dB højere end støjen i dagtimerne. Den støj, der foregår om natten, vægtes 10 dB højere end i dagtimerne. Med andre ord vil en støjkilde vægte 10 gange mere, hvis den forekommer om natten end om dagen. Datagrundlaget for L_{den} består af årgennemsnitlige trafikale og meteorologiske data.

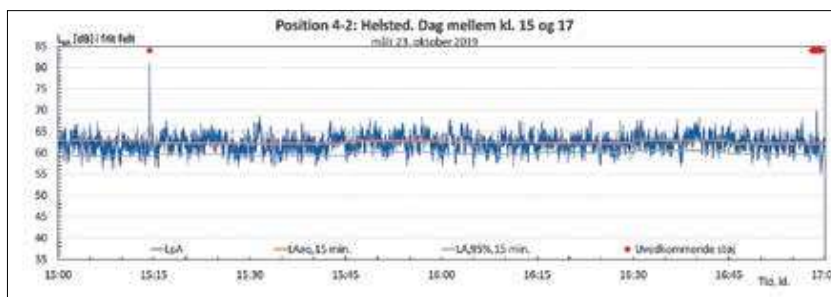
målinger over nogle timer om natten og om dagen. Variationer i støjen vises her fra en af positionerne, hvor lydudbredelsesforholdene var forholdsvis enkle. Målepositionen er på en husgavl 125 meter fra vejkannten, og der var relativ fri udsigt til vejbanerne over et stort vinkelområde.

Figur 2 viser variationer i støjen i dagperioden mellem klokken 15 og 17. Vejrklassen var under målingen M13, altså gunstig for lydudbredelsen. Det ses, at variationerne er meget små på grund af den nogenlunde konstante trafik. De orange linjer viser pr. 15 minutter LAeq for støjen, og det ses, at denne stort set ikke varierer over perioden og ligger omkring 63 dB. Den grå kurve viser LA95%, som er den værdi, der er overskredet i 95 % af tiden (også pr. 15 minutter). LA95% er en god tilnærmelse til de typiske lavest målte støjniveauer og ligger her omkring 60 dB.

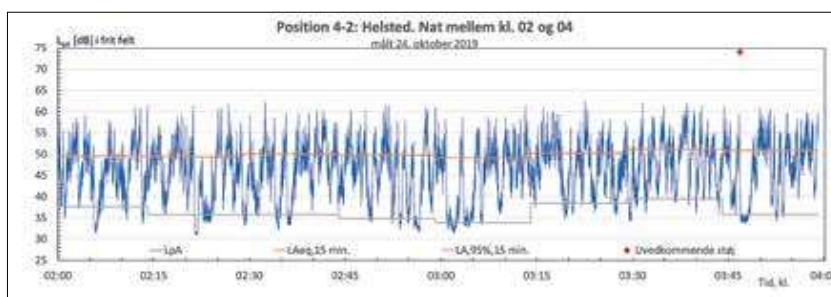
Maksimalværdierne (LAmax) ligger typisk omkring 68 dB.

De røde markeringer viser hændelser, som ikke er relateret til E45 som fx en cykel- eller knallertpassage tæt ved mikrofonen eller fuglekvidder.

Om natten (Figur 3) ses betydeligt større variationer, omend det gennemsnitlige støjniveau over perioden er mindre (LAeq=50 dB). Vejrklassen var M8, altså ugunstig lydudbredelse (modvind). Variationerne kan henføres til mere spredt trafik i perioder uden væsentlig vejstøj. LAeq pr. 15 minutter for støjen varierer



Figur 2: Variationer i støjen i dagperioden mellem klokken 15 og 17.



Figur 3: Variationer i støjen i natperioden mellem klokken 02 og 04.

stort set ikke over perioden og ligger på 50 dB (mellem 49 og 51 dB). LA95% varierer betydeligt mere end om dagen - mellem 34 og 39 dB - og ligger gennemsnitligt på 36 dB. Maksimalværdierne ligger typisk omkring 62-63 dB.

Foreløbig konklusion

Dette projekt prøver som noget nyt at anvende den internationale standard ISO 1996-2 til at fastlægge årsmiddelværdier

af L_{den} ud fra langtidsmålinger af støj fra vejtrafik for at kunne sammenligne resultaterne med beregninger. Projektet har indsamlet værdifulde erfaringer med at udføre langtidsmålinger, ligesom måleresultaterne har givet øget indsigt i den faktiske variation af støjen over tid. Denne viden kan være med til at forbedre forklaringerne på, hvordan støjbelastningen opgjort som årsmiddelværdi (L_{den}) faktisk opleves. ●

VEJRKLASSER

Det gennemsnitlige støjniveau over et gennemsnitsår bestemmes for forskellige vejrforhold. De resulterende støjniveauer kombineres under hensyntagen til den statistiske hyppighed, hvormed de optræder. Gennemsnitsåret er defineret ved meteorologiske observationer mellem 1995 og 2004 for landet som helhed. Vejrforholdene karakteriseres ved ni forskellige vejrklasser, hvoraf de hyppigst forekommende er benævnt M8, M13, M18 og M24. Ifølge den internationale standard ISO 1996-2 (2017) "Akustik – Måling, beskrivelse og vurdering af ekstern støj - Del 2: Bestemmelse af lydtrykniveau" omfatter disse fire vejrklasser følgende vejrforhold:

Vejrklasse	Udbredelse	Egenskab
M24	Meget gunstig	Stærk medvind
M18	Gunstig	Svag medvind
M13	Neutral	Ingen vind
M8	Ugunstig	Modvind

Medvind betyder, at vinden blæser fra vejen hen mod målepositionen. Hvis disse fire vejrklasser forekommer hyppigt i måleperioderne, er muligheden for at bestemme årsmiddelværdien god.