

8-1 Støyberegning etter Nordisk beregningsmetode

Det vises til [Håndbok 064](#)

Når du har gjennomgått denne modul skal du

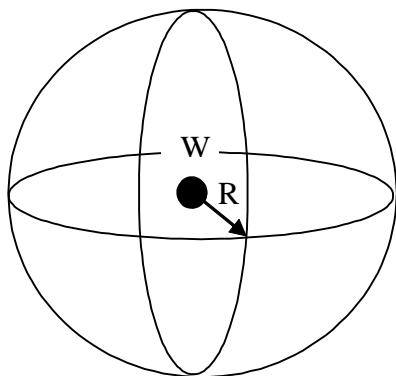
Kjenne til fenomenet lyd generelt og måleenheten for støy, deciBel (dB).

Kunne beregne utendørs støy fra vegtrafikkstøy for enkle forhold.

Kunne beregne virkningen av støyskjermingstiltak.

Grunnleggende om støy

Lyd eller støy i luft oppstår fordi vi får plutselige endringer i lufttrykket. Lydkilden lager hurtige trykkvariasjoner og disse bre seg raskt utover som lydbølger. Trykkvariasjonen skyldes at energi tilføres i kildepunktet, og vi registrerer en lydeffekt(W) i luften målt som Watt per m². Tenker vi oss at vi har en lydkilde i et punkt, som en høyttaler, vil lydbølgene bre seg utover i rommet som ringer i vannet, eller retttere sagt på kuleflater med radius lik avstanden til kilden. Når avstanden til kilden øker vil derfor støyen avta fordi lydeffekten stadig fordeles på større og større flate. Lydintensitet(L) er definert som Lydeffekt/Areal (med benevnning Watt/m², og L vil reduseres til en 4-del når avstanden fra kilden dobles fordi arealet av kuleflate blir 4 ganger så stor når avstanden dobles. (se figur).



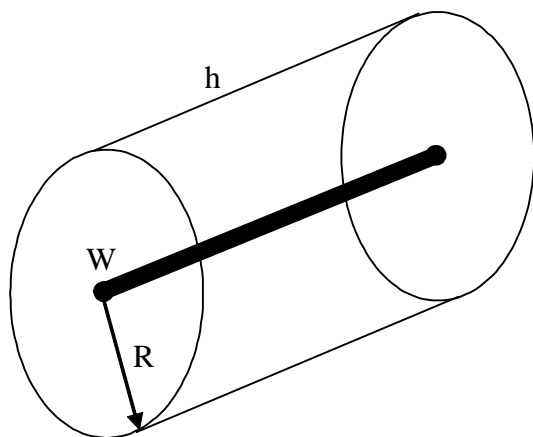
Lydintensiteten i avstand, R:

$$L_1 = W/4\pi R^2$$

Lydintensitet i dobbel avstand, 2R:

$$L_2 = W/4\pi(2R)^2 \\ = W/(4\pi R^2)4 = L_1/4$$

Støy fra en veg er ikke en punktkilde, som over, men en linjekilde fordi mange punktilder beveger seg langs vegen samtidig. Støyen vil da bre seg utover på sylinderflater istedenfor kuleflater, og da vil støyen halveres når avstanden fra kilden dobles, fordi sylinderflaten er en funksjon av radius(R) i 1.potens og ikke 2. potens som for kuleflaten (se fig. under).



Lydintensiteten i avstand, R:

$$L_1 = W/2\pi Rh$$

Lydintensitet i dobbel avstand, 2R:

$$L_2 = W/4\pi(2R)h = \\ W/(2\pi Rh)2 = L_1/2$$

DeciBel er målenheten for støy.

Den laveste lydintensiteten som menneskets øre kan oppfatte er definert som 0 deciBel(dB) og smertegrensen ligger ved ca. 140dB øverst på en logaritmisk skala. Tilsvarende lydeffekt er vist i følgende tabell:

Lydintensitet (Watt/m ²)	DeciBel
10 ⁻¹²	0
10 ⁻¹¹	10
10 ⁻¹⁰	20
10 ⁻⁹	30
10 ⁻⁸	40
10 ⁻⁷	50
10 ⁻⁶	60
10 ⁻⁵	70
10 ⁻⁴	80
til	
10 ²	140

Omregning fra lydintensitet til dB skjer pr. definisjon etter formelen $10 \lg(L/L_0)$ der L_0 (10^{-12}) er laveste hørbare lydintensitet og L er aktuell eller målt lydintensitet. Merk at summen fra to lydkilder med 10dB forskjell ikke øker den høyeste støynivå nevneverdig (kun 0,4 dB), og at summen av to like støykilder kun gir en økning på 3dB, som skyldes bruk av logaritmisk skala.

90dB +100dB tilsvarer

$0,001 + 0,010 \text{ W/m}^2 = 0,011 \text{ W/m}^2$ som omregnet blir

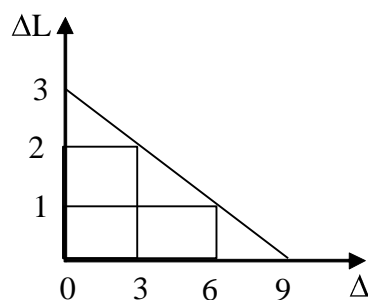
$10 \lg(0,011/10^{-12}) = 100,4\text{dB}$, altså $100 + 0,4\text{dB}$

og

90 +90dB tilsvarer $0,001 + 0,001 \text{ W/m}^2 = 0,002 \text{ W/m}^2$ som omregnet blir

$10 \lg(0,002/10^{-12}) = 93\text{dB}$, altså $90 + 3\text{dB}$.

En dobling lydintensiteten i W/m^2 eller en økning i 3dB er det som skal til for at menneskets øre oppfatter en endring av støynivået, men for at vi skal føle at støynivået dobles må støynivået øke med 10dB. Når vi skal summere støynivåer kan vi forenklet bruke denne figuren:



Summen av to støykilder med differansen $\Delta = L_1 - L_2$ er

$$L = L_1 + \Delta L$$

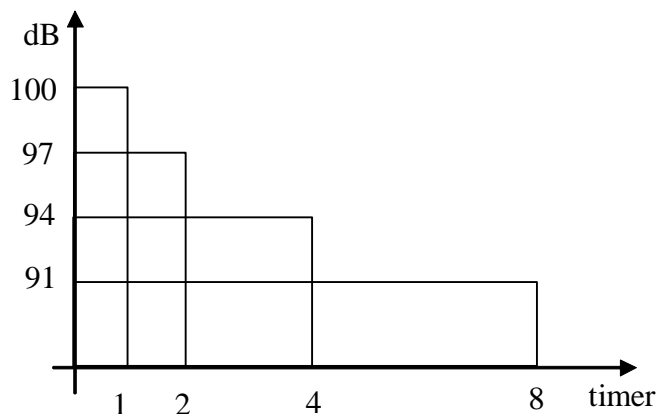
Eksempel:

$$\Delta = 75 - 72 = 3, \text{ altså } \Delta L = 2$$

$$L = 72 + 75\text{dB} = 75 + 2 = 77\text{dB}$$

Differanse (Δ) mellom to støykilder, L_1 og L_2 der $L_1 > L_2$

Ekvivalent støynivå, eller støydose, er knyttet til tid, og er en slags gjennomsnittsverdi knyttet til en bestemt tidsperiode. Vi bruker ofte tidsperiode som 8 timer (arbeidsdag) eller døgn (24 timers nivå), og vi kan illustrere dette ved at et lydnivå på 100dB i 1time fordelt på 2 timer vil halveres eller altså reduseres med 3 dB. Vi sier at vi har et ekvivalentnivået 97 dB over 2 timer tilsvarer 100dB over 1time. Dobler vi tiden 2 ganger til 8 timer, vil ekvivalentnivået halveres to ganger eller reduseres med 6 dB til 91 dB, som vist i figuren.



I forbindelse med vegtrafikkstøy brukes døgnekvivalent støynivå over 24 timer ($L_{pAeq24h}$), men også ekvivalentverdien L_{den} (for day-evening-night), som er en veiet verdi mellom de tre periodene på døgnet. Sammenhengen mellom de to verdiene er:

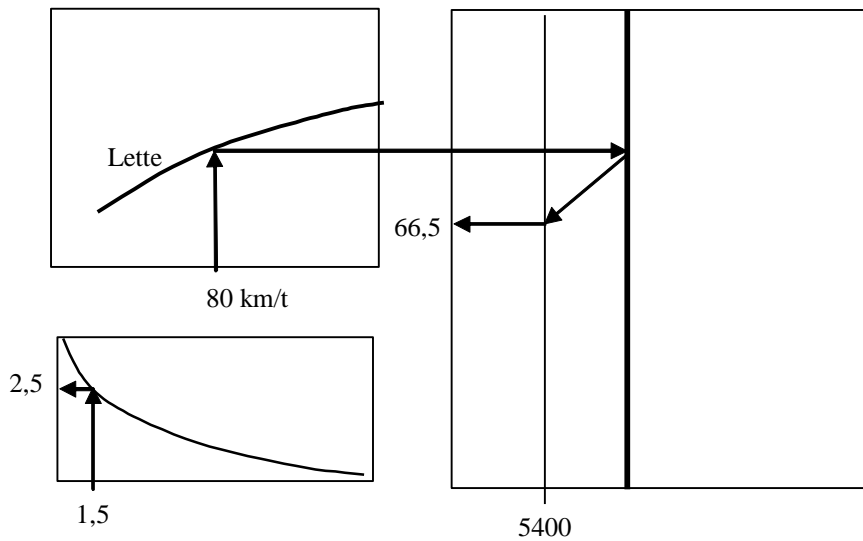
$$L_{den} = 3 + L_{pAeq24h}$$

Støy angir vi også som A-verdi eller som deciBelA (dBA) som er en A-veiet verdi eller målt med A-filter for best å etterligne ørets oppfattelse av lyd, ellers kan man måle støy kun som lydeffekt, men fordi støy er bølger av ulike frekvenser brukes altså en veiekurve som filtrerer bort bølger med enkelte frekvenser som øret ikke oppfatter så godt.

Beregningsmetode

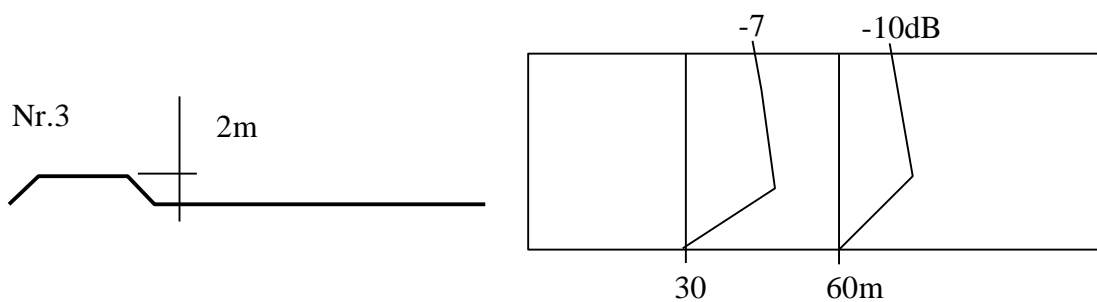
Støymåling utendørs er ofte lite pålitelig fordi støy varierer sterkt med klimatiske forhold som trykk, temperatur og vind. Det er derfor vanligere å bruke "Nordisk beregningsmetode" (Håndbok-064 fra Statens vegvesen) til formålet, som inneholder forenklet og komplett metode. Vi skal se på **forenklet metode** (side 65 - 100), som starter med å finne støynivået 10m fra vegens senterlinje på grunnlag av årsdøgntrafikken (ÅDT), andel tunge kjøretøy og fartsnivået, se figur 4.1 på side 67. Vi finner støynivået fra tunge og lette kjøretøy hver for seg og summerer disse til et totalnivå. Et eksempel illustrerer bruken av figuren. Med ÅDT= 6000 og 10% tunge (altså 600 tunge og 5400 lette kjøretøy) og et fartsnivå på 80 km/t får vi ved å starte med farten, gå opp til kurven for lette og videre til den kraftige linjen (for ca. 8800 kjt.) i diagrammet til høyre, herfra følger vi en linje parallelt med de skrå linjene til den skjærer linjen for vårt trafikk tall (5400) og antall decibel finnes på den vertikale aksene, nemlig 66,5. Vi gjør det samme for tunge kjøretøy og finner 65 dB, altså har vi to verdier med en differanse på 1,5 og utfra diagrammet nederst til venstre (i fig. 2.3) finner vi en verdi på 2,5 dB som skal tillegges den største av de to verdiene i summen, altså $66,5 + 2,5 = 68$ dB.

Eksempel på bruk av figur 4.1 i håndbok-064



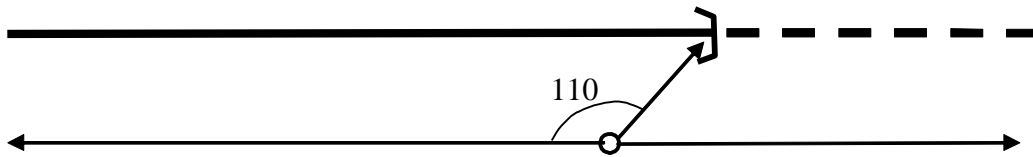
Den støyverdien vi har funnet (68dB) gjelder fra en uendelig lang rett veg i 10 meters avstand fra vegens senterlinje. Dersom vi befinner oss lenger unna vegen må vi redusere støynivået i henhold til **avstandsdemping og markdemping**. Begge disse verdier kan vi samlet lese av i diagrammer fra side 70 i håndbok-064. Her finner vi verdier for støydemping for ulike terrengprofiler både for MYK og HARD mark. Det gjelder å finne et profil som ligner det aktuelle for vår veg, og dersom vi antar at vegen vår går på 2m fylling og terrenget er dekket av vegetasjon (MYK mark) velger vi "typeprofil" nr. 3 på side 70 og kan i skjema på motstående side lese av støydemping -10dB ved 60m og -7 ved 30m avstand i 2meters høyde over terrengnivå.

Eksempel på bruk av figur for mark- og avstandsdemping



Utgangsverdien er nå dempet til $68-10=58$ dB ved 60m avstand til vegens senterlinje, men vegen er forutsatt å være uendelig lang eller at vi har 180 graders utsyn til vegen, men hvis denne sikten er begrenset ved at vegen går inn i en tunnel på den ene siden så vil vinkelen reduseres til f.eks 110 grader (se figur under), og støyen skal reduseres med 2dB i henhold til **siktinkel** (fig. 2.20, side 36).

Mottakerens utsyn til vegen angitt som siktinkel i grader



Mottakeren opplever nå et støynivå på $58-2=56$ dB dersom vegen ikke går i **stigning**, for da må det også korrigeres i henhold til fig. 2.25 på side 39, som ved for eksempel 6%stigning (og 10% tunge kjøretøy) gir +3dB, og vi havner på $56+3=59$ dB. Til slutt må vi legge til fasaderefleksjon dersom mottakeren befinner seg ved en bygning, og dette tillegget er på +3dB (en dobling av støynivået fordi mottakeren mottar både direkte støy fra kilden og refleksjonen fra fasaden). Støynivå ved fasade brukes også som utgangspunkt for beregning av innendørs støynivå, som normalt dempes med 25dB av en normal vegg med lukkede vinduer. Dermed ender vi i vårt eksempel på $59+3=62$ dB når vi har tatt hensyn til alle korreksjoner som er følgende:

- Mark- og avstandskorreksjon (fra side 70)
- Korreksjon for siktinkel (side 36)
- Korreksjon for stigning (side 39)
- Korreksjon for fasaderefleksjon (alltid +3dB)

MERK også at vegstrekningen kan settes sammen av strekninger med ulike tverrsnitt. Dersom tunnelen over ble erstattet av en veg i plan med flat mark (ikke 2m fylling som venstre del), så ville mark- og avstandsdemping på denne strekningen være -15dB i 60m avstand (typeprofil nr.1) istedenfor -10dB, og vinkelkorreksjonen ville bli -4dB for 70grader (istedenfor -2) og dermed har vi to støykilder: den venstre med $68-10-2+3+3=61$ og den høyre med $68-15-4+3+3=55$ dB, men mottakeren opplever summen av disse kildene, som da blir 62 (den største) +1dB (fordi forskjellen er 7) = 63dB.

Støyskjerming utføres normalt ved skjermvegger som plasseres ved vegkant. Effekten av skjermen beregnes ut fra typeprofilnr. 8 til 15, fra side 74. Merk at støyskjermens høyde bestemmes ut fra en nulllinje som trekkes fra kilden i vegbanens senterlinje 0,5m over vegbanen til mottakerpunkt, såkalt effektiv skjermhøyde.