

2023:01232 - Åpen

# Rapport

## Metode for å beregne samlet støybelastning

### Forfattere

Truls Gjestland

Herold Olsen

Leo Heggem Hauge

[Institute]

Postadresse:  
[Institute Address Street]

[Institute Address Zip]  
Sentralbord: [Institute Phone]  
E-mail: [InstituteEmail]

Foretaksregister:  
[VAT Number]

# Rapport

## Metode for å beregne samlet støybelastning

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2023:01232	102024869	1.0	2023-11-17

**EMNEORD:**  
støy

**FORFATTER(E)**  
Truls Gjestland  
Herold Olsen  
Leo Heggem Hauge

**OPPDRAGSGIVER(E)**  
Miljødirektoratet

**OPPDRAGSGIVERS REF.**  
Merete Gynnild

**ANTALL SIDER:**  
9

**GRADERING**  
Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen

**ISBN**  
978-82-14-07834-3

### SAMMENDRAG

Rapporten beskriver en metode for å vurdere samlet støybelastning ved samtidig eksponering fra flere ulike typer støykilder. Rapporten har illustrerende regneeksempler. Dette er en revidert utgave av SINTEF rapport 2019:01179.



**UTARBEIDET AV**  
Truls Gjestland

**KONTROLLERT AV**  
Rolf Tore Randeberg

**GODKJENT AV**  
Stian Husevik Stavland

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2023-11-17	Første utgave

# Innholdsfortegnelse

<b>1. VURDERING AV SAMLET STØYBELASTNING VED EKSPONERING FRA ULIKE KILDER.....</b>	<b>4</b>
1.1. Bakgrunn .....	4
1.2. Om grenseverdier, samlet støybelastning og vurderingsnivå .....	4
1.3. Beregning av samlet støybelastning i forbindelse med støyretningslinjen T-1442 .....	5
1.4. Maksimumsnivå .....	6
1.5. Praktiske beregningseksempel.....	6
<b>2. OPPSUMMERING .....</b>	<b>8</b>
<b>Begrepsavklaring.....</b>	<b>8</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>9</b>

# 1. VURDERING AV SAMLET STØYBELASTNING VED EKSPONERING FRA ULIKE KILDER

## 1.1. Bakgrunn

Når det planlegges ny støyfølsom bebyggelse i et område med støy fra flere typer kilder blir det ofte satt krav om at samlet støybelastning skal beregnes. Dette kommer eksempelvis tydelig frem i T-1442, kapittel 2.5. Det har vært noen uklarheter om og hvordan denne størrelsen skal beregnes. Begrepet *samlet støybelastning*, tidligere kalt *sumstøy*, ble introdusert for å muliggjøre en overordnet vurdering av støysituasjonen.

Dette notatet beskriver metodikk for beregning av samlet støybelastning.

## 1.2. Om grenseverdier, samlet støybelastning og vurderingsnivå

I utgangspunktet var bruk av støysoner ment å skulle reflektere hvilken reaksjon man kunne forvente i den eksponerte befolkningen. I forordet til tidligere utgaver av retningslinjen het det at yttergrensen for gul støysoner var lagt slik at inntil 10 % av befolkningen ville kunne være sterkt plaget av støyen [4]. Den opprinnelige tanken bak støyretningslinjen T-1442 var at grenseverdiene for de ulike kildene skulle representere tilnærmet lik «støybelastning» for de som ble eksponert til den aktuelle støyen.

Den internasjonale standarden ISO 1996-1 (sist revidert:2016) beskriver hvordan miljøstøy kan måles, karakteriseres og vurderes [1]. Støy fra ulike kilder kan bli omregnet til et vurderingsnivå (rating level) som så benyttes for å finne ut hvor plagsom støyen på stedet vil oppleves. Praktiske undersøkelser har vist at støy fra ulike kilder oppleves forskjellig selv om de har samme fysiske nivå. Omregning fra det virkelige nivået til et vurderingsnivå vil derfor være kildeavhengig dersom vurderingsnivået skal gi et riktig bilde av hvordan støyen oppleves [2]. Det er dette som er grunnlaget for metoden for å beregne *samlet støybelastning*.

Ved et gitt ekvivalentnivå vil for eksempel flystøy oppleves mer plagsomt enn veitrafikkstøy som igjen oppleves mer plagsomt enn støy fra skinnegående trafikk og så videre. Støy som er av impulsiv karakter oppleves mer plagsomt enn støy uten typiske impulser, og innslag av rentoner oppleves mer plagsomt enn om slike toner ikke finnes.

I de fleste tilfelle vil det være en kildetype som er dominerende, og man kan benytte etablerte sammenhenger mellom støyinnivå og støyplage, såkalte dose-responskurver, for å finne hvilken reaksjon man kan forvente i en støyeksponert befolkning. Slike kurver benytter gjerne DENL [ $L_{den}$ ] (tidsveid ekvivalentnivå) som støyparameter, og "grad av støyplage" eller "andel sterkt plaget" for å beskrive reaksjonen [3]. Standard dose-responskurver er altså kilde-spesifikke.

Når man beregner støy i et bestemt punkt fra for eksempel veitrafikk, tar man med bidraget fra alle nærliggende veitrafikkstøykilder.

Tilsvarende kan man summere støy fra ulike kilder hvis man benytter seg av prinsippet om vurderingsnivå. Bidragene fra hver av kildene blir da omregnet som om de kom fra den samme type referansekilde, og derved kan de summeres på effektbasis.

Den teoretiske bakgrunnen for en slik beregning er at man antar at støy fra ulike kildetyper kan summeres på en måte som reflekterer hvor plagsom den enkelte kilden oppleves. Metoden med bruk av vurderingsnivå fra en referansekilde er mye benyttet og den er forankret i internasjonale standarder [1].

Prinsippet for metoden er at støybidraget fra den enkelte kilde erstattes av bidraget fra *en like plagsom* referansekilde. Deretter adderes de omregnede bidragene på vanlig effektbasis. Grunnlaget for å regne om fra en type kilde til en annen finnes i standarden ISO 1996-1, Annex A og Annex G [1].

### 1.3. Beregning av samlet støybelastning i forbindelse med støyretningslinjen T-1442

For beregning av samlet støybelastning foreslås det at en omregner kildene til et vurderingsnivå og sammenligner denne med én grenseverdi, uavhengig av kildetype.

Omregningen til vurderingsnivå gjøres etter følgende formel, ref. ISO 1996-1:

$$L_{\text{ref}} = L_{\text{kilde}} + k_{\text{kilde}}[\text{dB}]$$

$L_{\text{kilde}}$  vil normalt være et tidsveid ekvivalentnivå,  $L_{\text{den}}$ . Korreksjonsfaktoren,  $k_{\text{kilde}}$  er beskrevet i standarden. Når alle kilder er regnet om til en felles referanse, kan de enkelte bidragene adderes på effektbasis for å beskrive samlet støybelastning.

Standarden har tabeller over korreksjonsfaktorer for ulike kilder. Korreksjonsfaktoren for en del forhold er gitt som et intervall. For å kunne gjøre beregninger i forhold til et fastlagt regelverk, er det imidlertid nødvendig å benytte faste verdier for kildekorreksjonen.

Ved bruk av metoden med omregning til en felles referansekilde er det nødvendig å samordne dette med T-1442 slik at resultatene og utstrekningen av de ulike støysonene blir de samme om man ser på kildene hver for seg.

Tabell 1 viser aktuelle verdier for kildekorreksjon.

Tabell 1. Kildekorreksjon for omregning til referansekilde (veitrafikk) iht. grenseverdier gitt i T-1442:2021.

Kildetype	T-1442:2021/ $k_{\text{kilde}}$ [dB]
Veitrafikk	0
Flytrafikk	3
Jernbanetraffic	-3
Industri	0
Impulsiv støy	5
Rentoner	5

Veitrafikk er satt som referansekilde (kildekorreksjon 0 dB), og man kan derfor beskrive samlet belastning som om alle kilder blir erstattet av like plagsomme veitrafikkstøykilder.

Det foreslås at samlet støybelastning bare beregnes for samferdselskilder (fly, vei, bane) og industri (inklusive havner og terminaler). Dette på grunn av manglende erfaringsgrunnlag og veletablerte dose-responskurver for øvrige kilder.

## 1.4. Maksimumsnivå

Grenseverdiene er definert som av en kombinasjon av ekvivalentnivå og maksimumsnivå. Støybidragene i form av ekvivalentnivå fra ulike kilder kan adderes til et vurderingsnivå, men dette gjøres ikke med maksimumsnivåer. Støykonturer for maksimumsnivået til hver enkelt kilde beregnes enkeltvis og "legges oppå hverandre", og den samlede maksimumskonturen er gitt av yttergrensen for dette settet av konturer. Denne konturen kombineres så med konturen for samlet belastning for definisjon av aktuelle støysoner.

Maksimumsnivåene fra ulike kilder skal ikke adderes, og ved opptelling av støyhendelser skal kildene behandles hver for seg.

## 1.5. Praktiske beregningseksempel

Beregninger av samlet støybelastning gjøres på følgende måte:

1. Omregning av alle støybidrag til et vurderingsnivå fra felles referansekilde (i praksis veitrafikkstøy),  
$$L_{ref} = L_{kilde} + k_{kilde} \text{ [dB]}$$
2. Omregning til lineært nivå.  $L_{lin} = 10^{\left(\frac{L_{ref}}{10}\right)}$
3. Summering av alle delbidrag.  $L_{sum,lin} = \sum L_{lin,i}$
4. Samlet vurderingsnivå, konvertering til dB.  $L_{sum} = 10 \times \log(L_{sum,lin})$

**Eksempel 1.** En bolig er eksponert for  $L_{den}$  55 dB veitrafikkstøy og  $L_{den}$  55 dB flystøy.

1. Vei: 55 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (55 + 0) = 55 dB  
Fly: 55 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (55 + 3) = 58 dB (kildekorreksjon fra Tabell 1)
2.  $L_{lin,vei} = 10^{\left(\frac{55}{10}\right)} = 316\ 228$   
 $L_{lin,fly} = 10^{\left(\frac{58}{10}\right)} = 630\ 957$
3.  $L_{sum,lin} = 316\ 228 + 630\ 957 = 947\ 185$
4.  $L_{sum} = 10 \times \log(947\ 185) = 59,8 \text{ [dB]}$

**Eksempel 2.** En bolig er eksponert for  $L_{den}$  54 dB veitrafikkstøy og  $L_{den}$  50 dB jernbanestøy.

1. Vei: 54 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (54 + 0) = 54 dB  
Bane: 50 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (50 - 3) = 47 dB (kildekorreksjon fra Tabell 1)
2.  $L_{lin,vei} = 10^{\left(\frac{54}{10}\right)} = 251\ 189$   
 $L_{lin,bane} = 10^{\left(\frac{47}{10}\right)} = 50\ 118$
3.  $L_{sum,lin} = 301\ 307$
4.  $L_{sum} = 54,8 \text{ [dB]}$

**Eksempel 3.** En bolig er eksponert for  $L_{den}$  55 dB veitrafikkstøy,  $L_{den}$  55 dB jernbanestøy og  $L_{den}$  55 dB flystøy.

1. Vei: 55 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (55 + 0) = 55dB  
Bane: 55 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (55 - 3) = 52 dB (kildekorreksjon fra Tabell 1)  
Fly: 55 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (55 + 3) = 58 dB (kildekorreksjon fra Tabell 1)
2.  $L_{lin,vei} = 10^{\left(\frac{55}{10}\right)} = 316\,228$   
 $L_{lin,bane} = 10^{\left(\frac{52}{10}\right)} = 158\,489$   
 $L_{lin,fly} = 10^{\left(\frac{58}{10}\right)} = 630\,957$
3.  $L_{sum,lin} = 1\,105\,674$
4.  $L_{sum} = 60,4$  [dB]

**Eksempel 4.** En bolig er eksponert for  $L_{den}$  54 dB veitrafikkstøy og  $L_{den}$  51 dB flystøy.

1. Vei: 54 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (54 + 0) = 54 dB  
Fly: 51 dB  $\rightarrow$  vurderingsnivå = (51 + 3) = 54 dB (kildekorreksjon fra Tabell 1)
2.  $L_{lin,vei} = 10^{\left(\frac{54}{10}\right)} = 251\,189$   
 $L_{lin,fly} = 10^{\left(\frac{54}{10}\right)} = 251\,189$
3.  $L_{sum,lin} = 251\,189 + 251\,189 = 502\,377$
4.  $L_{sum} = 10 * \log(502\,377) = 57,0$  dB

Samlet belastning skal bare brukes i forbindelse med døgnkravet, altså for størrelsen  $L_{den}$  i T-1442. I forbindelse med konsesjonskrav og forurensningsloven benyttes ofte krav definert som et rent ekvivalentnivå uten tidsveiting. Begrepet *samlet belastning* kan også benyttes for «vanlig ekvivalentnivå», men da må det benyttes samme enhet på alle størrelsene som legges sammen.

I praksis vil det for tilfeller ved stor differanse mellom støykildene, > 10 dB, være den kraftigste kilden som vil dominere støybildet og en beregning med samlet støybelastning vil gi lite endring.

## 2. OPPSUMMERING

T-1442 anbefaler at en beregner samlet støybelastning i situasjoner hvor det er en eller flere kilder som overlapper hverandre med støynivå i gul støysone eller høyere.

Ved beregning av samlet støybelastning er det foreslått at en tar utgangspunkt i grenseverdi fra veitrafikk som referansekilde. Samlet støybelastning kan kun gjøres når støykildene har samme beregningsenhet. Hvis for eksempel støy fra veitrafikk er oppgitt i  $L_{den}$  og industristøy i  $L_{Aeq}$ , kan det ikke beregnes samlet støybelastning med denne metoden.

Når man skal beregne eller vurdere samlet belastning fra flere ulike støykilder, går man fram på følgende måte:

- 1. Beregne støybidrag fra hver kildetype enkeltvis**
  - a. Dersom det er flere kilder av samme type adderes disse på effektbasis.
  - b. Gjør vurdering av støysoner for hver enkelt kildetype i henhold til T-1442. Ta hensyn til både ekvivalentnivå, maksimumsnivå og eventuelle særkrav om støy i helger.
- 2. Beregne samlet støybelastning**
  - a. Bruk veitrafikkstøy som referansekilde. Se Tabell 1 for korreksjonsverdier for ulike kildetyper.
  - b. Adder bidragene fra de ulike kildetyperne på effektbasis.
  - c. Vurder resultatet opp mot referansekildens grenseverdi ( $L_{den} > 55$  dB gul sone,  $L_{den} > 65$  dB rød sone).
- 3. Maksimumsnivå**
  - a. Støykonturer for maksimumsnivået til hver enkelt kilde beregnes enkeltvis og "legges oppå hverandre", men summeres ikke. Den samlede maksimumskonturen er gitt av yttergrensen for dette settet av konturer. Denne konturen kombineres så med konturen for samlet belastning for definisjon av aktuelle støysoner.

## Begrepsavklaring

- Referansekilde:** En valgt støykilde som gir like stor plagegrad i en gjennomsnittligbefolkning.
- Vurderingsnivå:** Et fiktivt lydnivå for en referansekilde som oppleves som like plagsom som den reelle kilden.

## Referanser

- [1] ISO 1996-1, *Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise*, International Standardization Organization, 2016
- [2] H. M. E. Miedema, H. Vos: *Exposure-response relationships for transportation noise*. J. Acoust. Soc. Am. 104 (1998), 3432–3445.
- [3] H. M. E. Miedema, C. G. M. Oudshoorn: *Annoyance from transportation noise, Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. Environmental Health Perspectives, vol 109 (4), 2001, 409-416
- [4] Klima- og miljødepartementet: *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*, Rundskriv T-1442, 26 jan 2005 (sist revidert 20 des 2016)
- [5] Directive 2002/49/EC *relating to the assessment and management of environmental noise* The European Parliament, 25 June 2002