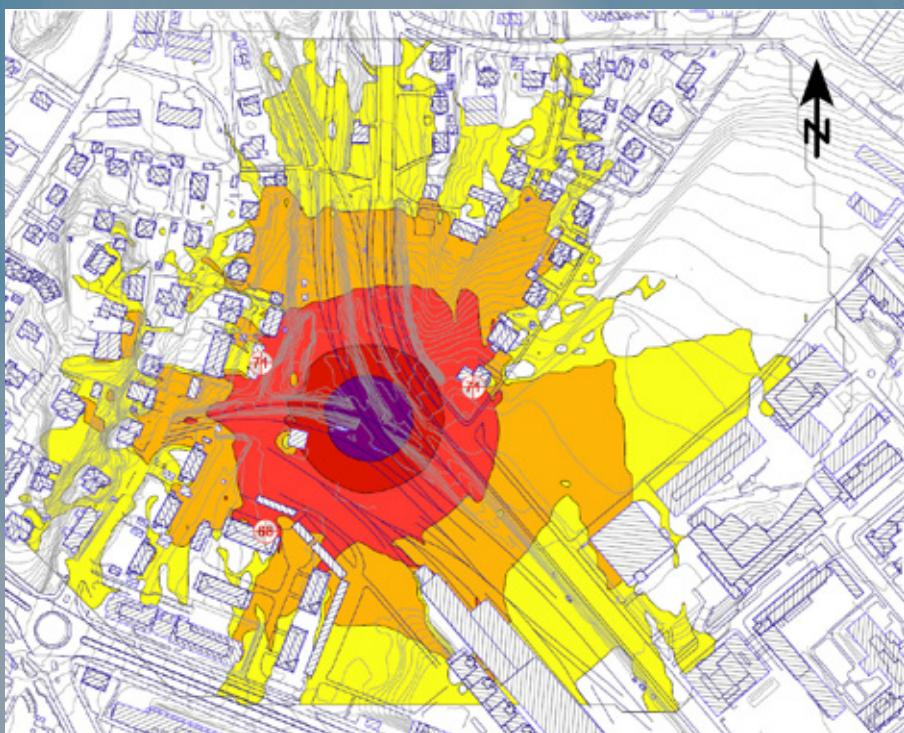


# Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet



NFFs tekniske rapporter er utarbeidet av fagpersoner oppnevnt av utviklingskomiteen i NFF. Innholdet er i samsvar med kjent viten på det tidspunkt redigering ble avsluttet. Feil eller mangler kan likevel forekomme. NFF, forfattere eller fagkomiteen har intet ansvar for eventuelle feil eller mangler i rapporten og mulige konsekvenser av disse.

Det forutsettes at rapporten benyttes av kompetente, fagkyndige personer med forståelse for de begrensninger og forutsetninger som legges til grunn.

© Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk - NFF

ISBN 978-82-92641-31-6

Forsidebilde: Brekke & Strand Akustikk AS

Tilrettelegging og produksjon:  
Helli - Visuell kommunikasjon /  
[www.helli.no](http://www.helli.no)

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk (NFF) er en åpen forening for personer og virksomheter knyttet til eller interessert i aktiviteter som angår norsk bergeteknologi.

En sentral del av foreningens arbeid gjelder utviklingsprosjekter til nytte for bransjen. Dette skjer i nært samarbeid med relevante aktører, og de oppnådde resultater gjøres kjent gjennom NFF sine publikasjoner, håndbøker eller tekniske rapporter.

Teknisk rapport nr. 15 er utarbeidet av Ole Anton Engen (Brekke & Strand Akustikk AS), Vidar Tveiten (Vidar Tveiten AS) og Fridtjof Andreassen (Aas-Jakobsen AS). I tillegg har Clas Ola Høsøien (Multiconsult AS) bidratt spesielt.

NFF ved utviklingskomiteen har fungert som referansegruppe og for kvalitetssikring av rapporten.

#### **NFF – Utviklingskomiteen**

**Mars 2014**

## INNHold

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INNLEDNING.....                                                        | 4  |
| 2     | REGELVERK.....                                                         | 4  |
| 2.1   | Retningslinje for behandling av støy i arealplanleggingen, T-1442..... | 4  |
| 2.1.1 | Formål .....                                                           | 4  |
| 2.1.2 | Grenseverdier.....                                                     | 5  |
| 2.1.3 | T-1442. Formell status.....                                            | 7  |
| 3     | FORSKRIFTER SOM BEGRENSNING AV STØY I OSLO.....                        | 7  |
| 4     | STØYENDE AKTIVITETER.....                                              | 8  |
| 4.1   | Luftoverført støy .....                                                | 8  |
| 4.2   | Strukturoverført støy .....                                            | 9  |
| 4.3   | Demping av støy som funksjon av avstand .....                          | 10 |
| 4.4   | Forholdet til bakgrunnsstøy .....                                      | 10 |
| 5     | PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV STØYENDE ARBEIDER .....                | 11 |
| 5.1   | Konsekvenser av manglende planlegging .....                            | 11 |
| 5.2   | Søknad om dispensasjon fra grenseverdier .....                         | 12 |
| 6     | AVBØTENDE TILTAK.....                                                  | 12 |
| 6.1.1 | Informasjon .....                                                      | 12 |
| 6.1.2 | Valg av utstyr og metoder .....                                        | 12 |
| 6.1.3 | Lokal skjerming.....                                                   | 13 |
| 6.1.4 | Arbeidstidbegrensinger .....                                           | 13 |
| 6.1.5 | Alternativt oppholdssted.....                                          | 13 |
| 6.1.6 | Fasadetiltak .....                                                     | 13 |
| 7     | STØYBEREGNINGER OG FORHÅNDSPROGNOSER .....                             | 14 |
| 7.1   | Forhåndsprognoser for luftoverført støy .....                          | 14 |
| 7.2   | Forhåndsprognoser for strukturoverført støy.....                       | 15 |
| 7.3   | Målinger under drift.....                                              | 19 |
| 8     | VEDLEGG .....                                                          | 20 |
| 8.1   | Eksempel på forenklet støyberegning.....                               | 20 |
| 8.2   | Eksempel på støykart .....                                             | 23 |
| 9     | BEGREPER OG DEFINISJONER.....                                          | 25 |
| 9.1   | Lydtekniske begreper .....                                             | 25 |
| 9.2   | Definisjoner .....                                                     | 25 |

## 1 INNLEDNING

Ved gjennomføring av bygge- og anleggsarbeider stilles det i dag strenge krav til at hensynet til ytre miljø er ivarettatt.

Arbeidene skal gjennomføres slik at naboer og berørte parter ikke sjeneres unødvendig.

Bygge- og anleggsstøy kan i perioder være det dominerende lydbilde i tettbygde strøk. Dette vil ofte gi begrensninger i tillatt arbeidstid for ulike aktivitet.

Miljøverndepartementet har utarbeidet retningslinjer som kan være en mal for de støykrav som legges til grunn i anbudsdokumenter, kontrakter og miljøoppfølgingsprogrammer.

Rapporten gir en innføring i de retningslinjer og forskrifter som gjelder og konsekvensene av disse samt anbefalinger knyttet til planlegging og gjennomføring av støyende arbeider.

## 2 REGELVERK

Det er i hovedsak to myndigheter som regulerer støy fra bygg- og anleggsvirksomhet, lokal helsemyndighet med hjemmel i folkehelseloven og lokal planmyndighet med hjemmel i plan og bygningsloven. Hvordan dette er organisert og praktiseres i den enkelte kommune kan variere noe. Det vanlige er at kommuneoverlegen har delegert myndighet til å ivareta støy fra bygge- og anleggsarbeider. Av den grunn er det viktig å kartlegge hvordan bygg- og anleggsstøy håndteres i den aktuelle kommune ved planlegging av støyende arbeider.

Retningslinjene som omhandler bygg- og anleggsstøy er planretningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet. I tillegg er det utarbeidet en veileder, M-128 som gir en faglig utdyping av prinsipper og anbefalinger gitt i T-1442.

Oslo kommune har egen støyforskrift: «Forskrift om begrensning av støy» (Støyforskriften). Støyforskriften har et eget kapittel om bygge- og anleggsstøy.

Støyforskriften i Oslo forvaltes av helsetjenesten gjennom bydelsoverlegen / kommuneoverlegen.

### 2.1 Retningslinje for behandling av støy i arealplanleggingen, T-1442

Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanleggingen (T-1442) inkluderer retningslinjer for begrensning av støy fra bygg- og anleggsvirksomhet.

#### 2.1.1 Formål

Formålet med retningslinjene å sikre at det blir tatt nødvendig hensyn til støy både i planleggingsfasen og i selve gjennomføringen av arbeidet. Retningslinjene skal være et hjelpemiddel for

- planlegging
- utforming av kontrakter/avtaler
- formidling av informasjon til myndigheter og naboer
- valg/kjøp av utstyr, valg av arbeidsprosess, o.l.

Retningslinjene T-1442 skal gi tiltakshaver og den utførende rom for fleksible løsninger og grunnlag for å etablere en ryddig og forutsigbar gjennomføringsprosess med hensyn til støy. Dette skal sikre mindre ulemper for anleggets naboer og bidra til å unngå problemer i selve anleggsfasen.

Ved grensesettingen i retningslinjene forutsettes det generelt at det er en balanse mellom de samfunnsmessige fordelene som støykildene gir, kostnadene ved avbøtende tiltak og de ulempene som støyen forårsaker. Dette gjelder også for bygg- og anleggsvirksomhet.

Intensjonen er at retningslinjen skal motivere tiltakshaver og andre involverte til å tenke helhet og sikre at hensyn til omgivelsene blir ivarettatt med rutiner for varsling, mottak og behandling av klagesaker, vurdering og dokumentasjon av alternative arbeidsmetoder og overvåkning med målinger der det er behov for dette. Den skal også fungere som en mal for støykrav som kan legges til grunn i kontrakter, konkurransegrunnlag og i plan for ytre miljø.

Retningslinje T-1442 er et hjelpemiddel for god planlegging, formidling av informasjon, valg av utstyr og arbeidsmetoder, i tillegg til at den er en norm for anbefalte støygrenser.

Bygge- og anleggsvirksomhet bør derfor så langt det lar seg gjøre, ikke gi støy som overskrider grenseverdiene gitt i Retningslinje T-1442.

## 2.1.2 Grenseverdier

Grenseverdiene er satt for å definere nivåer hvor det kan være behov for å sette inn spesielle tiltak eller begrensninger. Grenseverdiene er satt som ekvivalente støynivåer. Det ekvivalente støynivået er et mål for det gjennomsnittlige nivået for varierende støy over en bestemt tidsperiode.

Grenseverdiene gitt i retningslinjen er vist i tabell 1-3. Definisjoner av de ulike begrep er gitt i T-1442. I vedlegget er en del av de mest relevante definisjoner gjengitt.

Grenseverdiene for dag og kveld skjerpes når anleggsperioden overstiger 6 uker.

Korreksjonsverdiene for skjerpelsene er vist i tabell 2. Det bemerkes at korreksjonsverdiene i tabell 2 gjelder for hele anleggets varighet. Dersom flere bygg- og anleggsprosjekter berører samme nabolag samtidig, eller med opphold mindre enn 1 måned, skal disse behandles på samme måte.

Det kan være naturlig å gjøre unntak fra dette ved arbeider hvor aktiviteten beveger seg gjennom et område. Eksempel på dette er drivning av tunnel eller asfalteringsarbeider der enkelte naboer kun vil være berørt av anlegget i en begrenset del av anleggsfasen. Dette bør i så fall dokumenteres med antatt varighet og vil være viktig i en vurdering av om det er behov for dispensasjon eller alternativt spesielle tiltak ovenfor berørte naboer.

Tabell 1: Anbefalte basis støygrenser utendørs for bygg- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå i dB, frittfeltverdi og gjelder utenfor rom for støyfølsom bruk. Støygrensene for dag og kveld skjerpes når anleggsperiodens lengde overstiger 6 uker, se Tabell 2.

| Bygningstype                                         | Støykrav på dagtid<br>( $L_{pAeq,12h}$ 07-19) | Støykrav på kveld ( $L_{pAeq,4h}$ 19-23)<br>eller søn/helligdag ( $L_{pAeq,16h}$ 07-23) | Støykrav på natt<br>( $L_{pAeq,8h}$ 23-07) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner | 65                                            | 60                                                                                      | 45                                         |
| Skole, barnehage                                     | 60 i brukstid                                 |                                                                                         |                                            |

Tabell 2: Korreksjon for anleggsperiodens eller driftsfasens lengde (avrundes til hele uker/måneder). Skjerpning av støygrensene fra Tabell 1 på dag og kveld for drift som gir støyulempen i lengre tid enn 6 uker.

| Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde | Grenseverdiene for dag og kveld i Tabell 2 skjerpes med |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Fra 0 til og med 6 uker                    | 0 dB                                                    |
| Fra 7 uker til og med 6 måneder            | 3 dB                                                    |
| Mer enn 6 måneder                          | 5 dB                                                    |

Dersom lyden inneholder tydelige innslag av impulslyd eller rentoner, kan grensene bli skjerpet med 5 dB. Maksimalt støynivå,  $L_{AFmax}$ , på natt bør ikke overskride grensen for ekvivalentnivå med mer enn 15 dB.

Med impulslyd menes lyd fra aktiviteter som spunting, peling, piggging m.v.

Rentoner vil en ofte ha fra utstyr som vifter og pumper.

For kontorer med «arbeidsplass med krav om lavt støynivå» anbefales en grenseverdi på  $L_{pAeq,T}$  45 dB i brukstid (se tabell 3 nedenfor) som i praksis overskrides når utendørs støy overskrider  $L_{pAeq}$  75 dB.

I tillegg er det grenseverdier for innendørs støy. Disse skal ikke korrigeres for langvarige arbeider, men skjerpes med 5 dB ved tydelig bore- og/eller piggelyd, noe som kan være aktuelt ved tunneldriving. Grensene er vist i tabell 3.

Tabell 3: Anbefalte innendørs støygrenser for bygge- og anleggsvirksomhet

| Bygningstype                                                                | Støykrav på dagtid ( $L_{pAeq,12h}$ 07-19) | Støykrav på kveld ( $L_{pAeq,4h}$ 19-23) eller søn/helligdag ( $L_{pAeq,16h}$ 07-23) | Støykrav på natt ( $L_{pAeq,8h}$ 23-07) |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus, pleieinstitusjoner | 40                                         | 35                                                                                   | 30                                      |
| Arbeidsplass med krav om lavt støynivå                                      | 45 i brukstid                              |                                                                                      |                                         |

Avvik tillates normalt for kortvarig aktivitet på inntil 2 uker ved at støygrensene heves med f.eks. 5 dB

Det settes ingen grenseverdi for maksimalnivåer innendørs, men høye maksimalnivåer vil lett gi overskridelse av ekvivalentnivået (gjennomsnittsnivået i de ulike tidsperiodene).

Tabell 4 viser sammenhengen mellom støynivå og driftstid for å overholde grenseverdiene på dagtid

Tabell 5 viser tilsvarende forhold på kveldstid.

### Sammenhengen mellom driftstid og ekvivalentnivå

Tabell 4

| Ekvivalentnivå dBA | Maksimal driftstid innenfor grenseverdien, dagtid |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| 65                 | 12 timer                                          |
| 68                 | 6 og ½ time                                       |
| 71                 | 3 og ¾ time                                       |
| 74                 | 1 time og 30 minutter                             |
| 77                 | 45 minutter                                       |
| 80                 | 22 minutter                                       |
| 83                 | 11 minutter                                       |
| 86                 | 5 minutter                                        |

Tabell 5

| Ekvivalentnivå dBA | Maksimal driftstid innenfor grenseverdien, kveld |
|--------------------|--------------------------------------------------|
| 60                 | 4 timer                                          |
| 63                 | 2 timer                                          |
| 66                 | 1 time                                           |
| 69                 | 30 minutter                                      |
| 72                 | 15 minutter                                      |
| 75                 | 8 minutter                                       |
| 78                 | 4 minutter                                       |
| 81                 | 2 minutter                                       |

Tabellene viser maksimal driftstid innenfor grenseverdi for støy på henholdsvis dagtid og kveld.

Tabellene refererer seg til støy ved fasade på nærmeste berørte bolig.

Tabellene er basert på at det er stille øvrig del av dagtid eller kveld.

Tabellene viser at 3 dB økning av støynivå medfører en halvering av tillatt arbeidstid hvis anbefalingene skal overholdes.

Eksempelvis vil en aktivitet på dagtid som gir et støynivå omregnet til ekvivalentnivå på 77 dBA kun kunne pågå i 45 minutter hvis grenseverdien i T-1442 ikke skal overskrides. Ved ønske om lengre driftstid kreves dispensasjon.

I henhold til definisjonen på ekvivalent lydnivå skal dette basere seg på en kontinuerlig måling over tid. Dette kan være et problem da det ved en langtidsmåling lett kommer inn andre støykilder som forstyrer. Mer praktisk kan det derfor være å måle over kortere tid og supplere disse med beregninger.

I kapittel 8 er det vist et eksempel som også illustrerer dette.

### 2.1.3 T-1442. Formell status

T-1442 en retningslinje, og ingen forskrift, og er i utgangspunktet ikke bindende. Det kan da ikke søkes dispensasjon fra grenseverdiene med henvisning kun til retningslinjen. Mange kommuner legger imidlertid T-1442 til grunn i sin saksbehandling etter plan og bygningsloven. Det er derfor viktig å kjenne til den praksis som den enkelte kommune legger til grunn.

Dersom grenseverdier blir tatt inn som bestemmelser i en reguleringsplan blir disse juridisk bindende. Formelt kan det da være kommunestyret som er avgjørende myndighet noe som vil være en uhensiktsmessig løsning.

Det er ulik praksis i forhold til hvilken myndighet som i slike tilfeller får et delegert ansvar for å behandle søknader om dispensasjon.

Det frarådes således å ta inn grenseverdier fra T-1442 i reguleringsbestemmelser.

Fylkesmannen har ansvaret for å føre tilsyn om rett bruk av retningslinjene og er ankeinstans etter reglene i Forvaltningsloven.

## 3 FORSKRIFTER SOM BEGRENSNING AV STØY I OSLO

Forskrift om begrensning av støy- et tillegg til helseforskriftene i Oslo kommune fra 1974 er fortsatt gjeldende i Oslo.

Oslo kommunes forskrift er juridisk bindende og søknad om dispensasjon avgjøres av bydelen eller Helse og velferdsetaten om flere bydeler berøres.

I tabell 6 er gjengitt de grenser som Oslo kommunes forskrift om begrensning av støy gir for støy fra bygg- og anleggsvirksomhet. Forskriftens støykrav gjelder for all støyende byggeaktivitet og det skal søkes om dispensasjon fra forskriften i situasjoner der forhåndsberegningene viser at støykravene sannsynligvis vil overskrides. Det skal også søkes om forhåndsgodkjenning for arbeider som forårsaker impulsiv støy (smell fra sprengning, fallhammer o.l.).

Det gjøres oppmerksom på at støygrensene etter Oslo kommunes forskrift er relatert til målte verdier for en vilkårlig halvtime med følgende mikrofonposisjon:

- a) I en avstand 3,5-4 m fra fasade eller
- b) 0,5 m foran et åpent vindu

Støygrensene inkluderer således 2-3 dB i refleksjonsbidrag.



Målinger foran åpent vindu er praktisk metode f.eks. ved høye boligblokker.

Merk at kravene i forskriften gjelder mest støyende halvtime i løpet av dag/kveld/natt, i motsetning til grenseverdiene i T-1442, som gjelder ekvivalentnivå i hele dag-, kvelds- og nattperioden.

Forskriften sier også at støy som har karakteren av "rask hammerlyd" og/eller støy som er av rentonekarakter skal betraktes som 5 dB mer støyende enn den målte verdi.

Målinger i henhold til denne forskriften er vesentlig enklere enn det som kreves etter T-1442.

Tabell 6: Grenser for tillatt støy - som A-veide nivåer (dBA) – fra bygge- og anleggsvirksomhet i Oslo <sup>1,2)</sup>

|                                  | <b>Årstid, Sommer / Vinter (16.05-15.09 / 16.09-15.05)</b> |                         |                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>Bygningstype</b>              | <b>Dag 06-18 Leq</b>                                       | <b>Kveld 18-22, Leq</b> | <b>Natt 22-06, Lmaks</b> |
| Boliger <sup>3</sup>             | 70                                                         | 65                      | 55/60                    |
| Sykehus                          | 50/55                                                      | 50/55                   | Forbud                   |
| Skoler <sup>4</sup>              | 60/65                                                      | 60/65                   | -                        |
| Kontorer, forretninger, industri | 70                                                         | -                       | -                        |

<sup>1)</sup> Tabellen gjelder ikke impulsiv støy

<sup>2)</sup> For kortvarige arbeider på dagtid gjøres følgende lempninger: ved arbeider som totalt pågår kortere tid enn 1 uke, innrømmes et tillegg på 5 dB(A), ved arbeider som totalt pågår kortere tid enn 2 timer/dag, innrømmes et tillegg på 5 dB(A). For kvelds- og nattetid gis ingen lempninger for kortvarige arbeider.

<sup>3)</sup> "Stille periode" mellom kl. 23 – 01. I denne periode skal all bygg- og anleggsstøy innstille.

<sup>4)</sup> Ved skoler er det ingen restriksjoner i feriene.

Oslos forskrift om begrenning av støy har ingen grenser for innendørs støy, men grenseverdiene i T-1442 tabell 3 legges ofte til grunn også i Oslo.

## 4 STØYENDE AKTIVITETER

### 4.1 Luftoverført støy

Alle aktiviteter vil i noen grad generere luftlyd. Det er enkelte arbeidsoperasjoner som erfaringsmessig genererer høye luftlydnivåer. Mange av disse kildene er også impulsivstøykilder, eller har det som i Osloforskriften beskrives som "karakter av rask hammerlyd". Eksempler på operasjoner som forårsaker høye luftlydnivåer er:

- Spunting
- Peling
- Piggig
- Boring
- Sprengning
- Massehåndtering (spesielt steinarbeidende maskiner)
- Tunnelventilasjon

Vanligvis vil aktivitetene listet opp være dimensjonerende for et anlegg. For enkelte deler av anleggsområdet, for eksempel riggområder, kan mindre støyende arbeider også skape konflikt hvis avstand til berørte naboer er liten. Eksempel på dette er inn- og ut transport av masser eller ventilasjonsanlegg for tunneldrift.

Transport på offentlige veg er å regne som vegtrafikkstøy, men i de tilfeller der trafikkbelastningen øker vesentlig på grunn av anleggstrafikken kan det være aktuelt å regne den som bygg- og anleggsstøy. Transport inne på anleggsområdet er alltid å regne som bygg- og anleggsstøy.

Støy fra sprengning i dagen er som regel ikke dimensjonerende.

I punkt 4.3 er det tatt med en tabell som illustrerer hvordan lydnivået dempes som funksjon av avstand.

Tunnelvifter med duk og inntak vil ofte gi luftoverførte støynivåer over grenseverdiene gitt i T-1442. Oftest vil man ved god planlegging av nødvendig støyisolering i forkant kunne unngå overskridelser. Dette ved hjelp av riktig plassering, lokal skjerming eller støydemping. Det er her vesentlig å se på det komplette ventilasjonsanlegget med inntak og duk. Bildet under viser eksempel på tunnelvifte med støyisolert duk, lydfelle og skjermet luftinntak.



Foto:Veidekke

#### 4.2 Strukturoverført støy

Strukturoverført støy skyldes vibrasjoner som forplanter seg i bakken, kommer inn i bygninger via fundamentering og avstråles inne i bygget. Støyen måles som luftoverført støy innendørs i henhold til tabell 3. Støykilder er typisk operasjoner som forårsaker høye vibrasjonsnivåer i grunnen, og det er vanlig at støyen er hørbar inne i bygget og ikke utenfor. Ved driving av tunnel er ofte strukturoverført støy den største utfordringen.

Typiske aktiviteter som kan generere strukturstøynivå i tillegg til luftoverført støy er:

- Spunting/peling
- Boring
- Pigging
- Sprengning

For de fleste operasjoner som gjøres i dagen vil luftoverført støy være dimensjonerende. Dette da tapet ved overføring av vibrasjoner i grunnen ofte er større enn tapet ved overføring av lyd i luft. Boring og, pigging ved driving av tunnel er ofte de mest aktuelle kildene for strukturoverført støy. Sprengning vil også generere strukturlyd, men håndteres vanligvis etter regelverk som gjelder fare for skade på bygninger, ikke støy.

### 4.3 Damping av støy som funksjon av avstand

Den praktiske tilnærmingen til avstandsdamping er å regne med en reduksjon på 6 dB pr. dobling av avstanden fra støykilden. Dette forutsetter at kilden er en punktkilde. Stasjonære støykilder kan for praktiske formål regnes som punktkilder når avstanden fra målepunkt/beregningspunkt til kilden er vesentlig større enn dimensjonene på kilden. Skal du "regne deg vekk" fra en lastebil må støynivået være målt i en større avstand enn for å "regne seg vekk" fra en gressklipper.

For linjekilder, som en vegtrase, er avstandsdempingen 3 dB per avstandsdobling.

I tabell 7 er det satt opp et eksempel på reduksjon i lydtrykk som funksjon av avstand for en gitt lydkilde.

Tabell 7: Lydtrykk fra samme punktkilde i forskjellige avstander (kildeeffekt  $L_w = 122$  dB, forutsatt+ halvkuleutbredelse).

| Avstand (m) | $L_p$ (dB) |
|-------------|------------|
| 10          | 94         |
| 20          | 88         |
| 40          | 82         |
| 80          | 76         |
| 160         | 70         |

### 4.4 Forholdet til bakgrunnsstøy

I enkelte situasjoner vil bakgrunnsstøy kunne maskere bygg- og anleggsstøy. Dette gjelder spesielt ved arbeider i nærheten av store samferdselsanlegg. Dette kan gi grunnlag for å lempe på eventuelle krav til arbeidstidsbegrensninger i forbindelse med dispensasjonsbehandlingen. Lemping av krav på grunn av høye bakgrunnsstøynivåer må evalueres i hvert enkelt tilfelle. Maskering er vanskelig å forutsi uten å kjenne til både frekvensinnhold og tidsforløp til støyen. Grad av maskering vil normalt ikke være mulig å fastslå kun ut i fra gjennomsnittsnivået ( $L_{pAeqT}$ ).

## 5 PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV STØYENDE ARBEIDER

Målet er å gjennomføre anlegget innen akseptable rammer, både for utbygger og for berørte naboer.

I planleggingsfasen er det viktig å identifisere hvilke arbeider som kan overskride grenseverdiene hos naboer.

Samtidig er det viktig å få oversikt over hvilken praksis lokale myndigheter har i forhold til bygg- og anleggsstøy. Dette gjelder både dispensasjonshåndtering og krav til avbøtende tiltak. For store anlegg er det spesielt viktig å vite hvilke rammebetingelser anlegget vil få med hensyn på arbeidstider.

Generelle arbeidstidsbegrensinger vil være styrende for fremdriften. Disse bør være avklart i konkurransegrunnlaget og bli en del av kontrakten.

Viktige momenter som må avklares er:

- Hva vil være dimensjonerende aktiviteter med tanke på støy.
- Oversikt over forventet støynivå og utbredelse.
- Hvilke naboer vil bli berørt og hvilke behov har naboene.
- Hvilke avbøtende tiltak er nødvendige og mulig å få til.
- Hvilke arbeidstidsbegrensinger og andre avbøtende tiltak må forventes.
- Er det arbeider som av sikkerhetsmessige, eller andre særlige hensyn, må utføres på natt.
- Hvilke begrensninger og tiltak skal være definert i et anbudsdokument og i kontrakt.

Det er viktig i forhold til myndigheter, og i forhold til naboer, å ha gode begrunnelser for å overskride grenseverdiene. Dette gjelder særlig ved kveldsarbeid, ved behov for nattarbeider og ved langvarige arbeider.

For å vurdere de praktiske konsekvenser av eventuelle restriksjoner er det viktig at kompetanse fra gjennomføring av anleggsarbeider trekkes inn i de ulike planleggingsfasene.

### 5.1 Konsekvenser av manglende planlegging

Bygge- og anleggsstøy ansees som helseskadelig, spesielt hvis støyen forårsaker søvnforstyrrelser, eller ved veldig høye nivåer. Myndigheter har i begge tilfeller mulighet til å innskrenke arbeidstider og i verste fall midlertidig stoppe anlegget.

Hvis både myndigheter og naboer er informert i forkant, og tilstrekkelige avbøtende tiltak er iverksatt, bør man kunne unngå slike situasjoner. I tillegg vil utbygger/entreprenør da ha grunnlaget for et godt samarbeid med de som er berørt av anlegget. Hvis konflikter likevel oppstår er det viktig at utbygger/entreprenør kan dokumentere at tilstrekkelige tiltak har vært iverksatt og at bygg- og anleggsstøy har vært håndtert i henhold til gjeldende regelverk.

Hvis bygg- og anleggsstøy er tatt inn som en del av de krav som er gjort gjeldende for et prosjekt kan planmyndighet anse manglende håndtering i byggefasen som et brudd på reguleringsbestemmelsene.

Lokal helsemyndighet har hjemmelsgrunnlag til å fatte enkeltvedtak etter folkehelseloven hvis støyen ansees som helseskadelig.

## 5.2 Søknad om dispensasjon fra grenseverdier

Følgende forhold bør normalt omtales ved en søknad om dispensasjon fra gitte støykrav:

- Sted og tidsrom (dato og klokkeslett) samt varighet for det arbeidet det søkes om dispensasjon for.
- Varighet for den totale bygge- og anleggsperiode.
- Kart som viser lokaliteten og antall berørte naboer.
- Oversikt over maskiner og utstyr med beregning av støynivå.
- Begrunnelse for at det søkes om avvik fra grenseverdiene i T-1442.
- Beskrivelse av mulige avbøtende tiltak som gjennomføres.
- Forslag til hvordan informasjon til naboer er tenkt løst.

For behandling av søknader er det ulik praksis i de enkelte kommuner. Dette må også avklares.

## 6 AVBØTENDE TILTAK

### 6.1.1 Informasjon

Det viktigste avbøtende tiltak er korrekt og troverdig informasjon og varsling av naboer.

All erfaring tilsier at god informasjon er det viktigste tiltaket for å forhindre klager og konflikt. Ved god informasjon vil naboene få større forståelse for hvorfor arbeidene utføres. Dette gjelder spesielt ved nattarbeider. Det er også viktig at de vet når støyen opphører. Dette vil gi naboene mulighet til å planlegge og innrette seg etter arbeidene.

Informasjonen bør normalt inneholde følgende:

- Hva skal gjøres.
- Når skal de forskjellige arbeidsoperasjonene gjennomføres.
- Varighet av de aktuelle arbeidsoperasjoner.
- Hvorfor det skal gjennomføres.
- Kontaktperson hos entreprenør og/eller tiltakshaver. I enkelte kommuner også informasjon om kontakt til saksbehandler hos kommunene.
- Eventuelt tilbud om alternativ oppholdssted ved behov.

Informasjonen bør komme i god tid før anlegget starter og følges opp regelmessig der det er langvarig arbeid.

Det er viktig at den informasjon som sendes ut stemmer med den faktiske situasjon.

For langvarige arbeider bør man i tillegg opprette rutiner for å varsle naboer om igangsettelse, varighet og arbeidstider for de mest støyende arbeidsoperasjonene. Dette kan gjøres på hjemmeside, via SMS eller per brev.

### 6.1.2 Valg av utstyr og metoder

Dersom støy er et stort problem for omgivelsene bør man så langt det lar seg gjøre velge støysvake arbeidsmetoder og eventuelt også sette spesielle krav til valg av utstyr hvis det foreligger praktiske løsninger som kan gi redusert støy. Eksempel på mer støysvak metode kan være bruk av hydraulisk nedpressing av spunt fremfor tradisjonell slagspunting.

Et krav om bruk av støysvake arbeidsmetoder eller krav til spesielle tiltak for støydemping av utstyr må være nærmere definert i kontrakt.

### 6.1.3 Lokal skjerming

På enkelte anlegg kan det være aktuelt å bruke lokal støyskjerming. Dette kan gjøres ved å sette opp midlertidige støyskjermer hos berørt nabo eller ved anleggsgrensen. Lokale skjermer kan også brukes inne på anleggsområdet for å skjerme spesifikke arbeidsoperasjoner.

Eksempel på dette er at man ved knusing av masser legger opp massene som en skjerm mellom knuseverket og berørt bebyggelse, samt at man ved uttak av masser planlegger dette slik at eksisterende terrengskjerming opprettholdes lengst mulig.

### 6.1.4 Arbeidstidbegrensinger

I byområder og område med tett bebyggelse er det vanlig å begrense sterkt støyende aktiviteter til dag (0700 - 1900). Avhengig av hvilke støynivåer som gjelder og hvilke naboer anlegget har kan det bli satt krav til at det også skal være definerte stille perioder i løpet av dagen. Dette er perioder der de mest støyende arbeidene skal opphøre.

Ved overskridelse av grenseverdier har de aktuelle myndigheter mulighet til å gi begrensninger i arbeidstider. Slike begrensninger må være basert på en helhetsvurdering hvor man ser på ulempene for berørte parter i forhold til konsekvensene for anlegget.

Når man innfører arbeidstidsbegrensninger er det viktig at dette er tilpasset det aktuelle arbeidsstedet. Enkelte typer støyfølsom bebyggelse kan ha andre behov enn boliger. Dette gjelder for eksempel sykehjem, barnehager, skoler og kontorer. Er nabolaget preget av kontorer og bygninger til undervisningsformål kan det være riktig med lengre arbeidstider på kveld og ettermiddag, enn det vil være i boligområder. For bygg til undervisningsformål kan eksempelvis eksamensdager være spesielt kritiske.

Sterkt støyende arbeider kan kun unntaksvis utføres på natt. Gjennomføring av slike arbeider skal som regel begrunnes med "fare for liv og helse" eller "vesentlige samfunnsmessige interesser". Av arbeider som har vesentlige samfunnsmessige interesser er for eksempel arbeider som krever stenging av større samferdselsanlegg. Slike arbeider vil man ofte tillate gjennomført på natt da konsekvensene ved stengning er store for et større antall personer. Prosesser som av tekniske eller sikkerhetsmessige grunner må gå døgntilstand vil også kunne gis dispensasjon slik at disse kan pågå på natt.

### 6.1.5 Alternativt oppholdssted

Ved sterkt støyende arbeider på natt, eller hvis man har naboer med særskilte behov, er det aktuelt å tilby alternativt opphold.

I spesielle situasjoner kan det også være aktuelt å tilby alternativ bolig. Dette kan være der anlegget har lang varighet og støynivåene er høye og/eller at det foregår støyende aktivitet på natt.

### 6.1.6 Fasadetiltak

For nye anlegg som typisk anlegg for veg og bane, som lett utløser krav om lokale støytiltak for permanent situasjon, er det et mulig tiltak å etablere disse tidlig slik at støytiltakene har effekt også i anleggsfasen.

Fasadetiltak eller midlertidige støyskjermer kan også vurderes der enkeltboliger er støyutsatt over lange tidsrom på nattetid, for eksempel nær riggområder.

## 7 STØYBEREGNINGER OG FORHÅNDSPROGNOSER

I planlegging av støyende arbeider er støyberegninger og forhåndsprognoser et godt hjelpemiddel. I henhold til T-1442 skal det alltid gjøres prognoser i forkant. Den viktigste hensikten med støyprognoser er å identifisere hvilke naboer som blir berørt av anlegget og hvor høye støynivåer disse naboene vil bli utsatt for. Støyprognoser brukes gjerne som dokumentasjon til dispensasjonssøknader og ved varsling av naboer. Støyprognoser kan også benyttes til å estimere effekten av ulike tiltak som skjerming eller valg av mer støysvake metoder.

### 7.1 Forhåndsprognoser for luftoverført støy

I veileder til T-1442, TA-2115, er det lagt føringer for hvordan beregninger av støy skal gjennomføres. Hvilket ambisjonsnivå man legger seg på ved beregninger og forhåndsprognoser avhenger av anleggets varighet, naboskap og forventet støynivå. For eksempel er det nyttig med detaljerte forhåndsprognoser ved langvarige støyende arbeider der man har støyfølsom bebyggelse som nabo. Det samme gjelder ved kortvarige støyende arbeider på natt.

For enkelte arbeider vil det være tilstrekkelig med konservative overslagsberegninger for å vise at man ikke overskrider grenseverdiene. En metode for dette er gitt i TA-2115. For andre anlegg er det å anbefale at man gjennomfører støyberegninger etter Nordisk beregningsmetode for industristøy. Dette gjøres i et dataverktøy som baserer seg på en 3D modell av terreng og bygninger.

De viktigste inngangsdataene i beregningene er:

- lydeffektnivåer på forskjellig maskiner/operasjoner
- Driftstider
- Plassering/kjørebane
- Terreng
- Bygg

En konservativ overslagsberegning kan gjennomføres basert på forventet lydeffektnivå for den mest støyende aktiviteten og avstand til nabo. Eksempel på lydeffektnivåer fra en del anleggs-aktiviteter som kan brukes i en forenklet beregning er gitt i tabell 8.

Tabell 8: Lydavstråling fra forskjellige bygg- og anleggsilder.

| Maskintype                                                                                               | Maskin beskrivelse                           | Masse bearbeiding | Lydeffektniva ( $L_{WA}$ )<br>dB |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Gravemaskin                                                                                              | Normal                                       | Løsmasse<br>stein | 105<br>113                       |
| Hjullaster                                                                                               | Normalt                                      | Løsmasse<br>stein | 108<br>113                       |
| Lastebil/dumper                                                                                          |                                              | Løsmasse          | 108                              |
| Doser                                                                                                    |                                              | Løsmasse<br>stein | 108<br>115                       |
| Mobilkran<br>Tårnkran                                                                                    |                                              |                   | 108<br>95                        |
| Kompressor                                                                                               |                                              |                   | 105                              |
| Betongarbeid<br>Betongpumpe                                                                              | Håndverktøy/vib<br>-rator                    |                   | 105<br>110                       |
| Piggmaskin, hydr<br>Piggmaskin, hydr<br>Spunting, fallodd<br>Spunting, lufthammer<br>Spunting, vibrolodd | Liten<br>stor<br>3000 kg lodd<br>500 kg lodd |                   | 115<br>122<br>130<br>130<br>125  |
| Tunnelvifte                                                                                              | Udempet<br>Dempet                            |                   | 120<br>110                       |

Tallene er hentet fra M-128 som har en mer fullstendig liste.

Usikkerheten i de beregnede nivåer vil være avhengig av kvaliteten på inngangsdataene. Den viktigste kilden til usikkerhet er lydeffektnivået til de forskjellige arbeidsoperasjonene. Det som kjennetegner mange av de mest støyende aktivitetene er at disse preges av prosesstøy og ikke av maskinstøy. Dette gjelder i særdeleshet spunting, peling og massehåndtering der grunnforholdene er den mest avgjørende faktoren for støynivået. Kildeeffektnivåene kan variere kraftig. Dette vil føre til økt usikkerhet i de beregnede nivåer. Beregningsusikkerhet i Nordisk beregningsmetode for industristøy er i seg selv liten sammenlignet med usikkerheten i inngangsdataene.

I vedlegg 1 er det vist et eksempel på forenklet støyberegning etter TA-2115.

## 7.2 Forhåndsprognoser for strukturoverført støy

I dag finnes det ingen standardisert norsk, nordisk eller internasjonal metode for å beregne strukturoverført støy.

Det er teoretisk mulig å beregne vibrasjonene som oppstår ved kilden ut fra data for ladning fra sprengning eller kraft fra boring, pigging eller TBM, og deretter beregne vibrasjonsoverføring til bygning, og resulterende avstrålt støy inne i bygningen.



Dette er imidlertid svært usikre beregninger ettersom vibrasjonsoverføring vil være avhengig av faktorer som type bor, bordiameter, kraftpåtrykk og hastighet, bergartens/grunnens densitet og bølgehastighet, fundamentering av bygningene, og bygningens konstruksjon. For å øke sikkerheten er det vanlig å sammenligne beregningsresultatene med erfaringsdata fra tidligere målinger og gjøre beregninger basert på avstand mellom kilden og mottaker. Nedenfor er det angitt noen sammenhenger mellom lydnivå og drivemetode. Merk at alle tall knyttet til lydnivå, inkludert avstandsdemping, er A-veide lydtryknivåer.

### **Boring og pigging - konvensjonell driving**

Det foreligger blant annet måleresultater fra tunnelprosjekter i Norge og Sverige [4, 5, 6] som gir et lydnivå fra boring på ca.  $L_{pA} = 46$  dB på 10 m avstand, og en avstandsdemping som ligger mellom 5 og 6 dB per avstandsdobling. Forutsetning for disse verdiene er boring i hard bergart og mottakerrom i kjeller fundamentert direkte på fjell. Med dette som utgangspunkt vil boring kunne gi lydnivåer som overskrider grenseverdien på natt i avstander opp til 110-120 m. Både utgangsnivå og avstandsdemping vil imidlertid være avhengig av faktorene som er listet opp i forrige avsnitt, og verdiene som er angitt her bør brukes med forsiktighet. Det bemerkes at utgangsnivået ikke gjelder pigging. For pigging er det foreløpig ikke etablert en tilsvarende sammenheng, men enkelte målinger tyder på at pigging kan gi lydnivåer som er 5-10 dB høyere enn boring ved korte avstander (opp til ca. 30 m).

### **Driving med TBM**

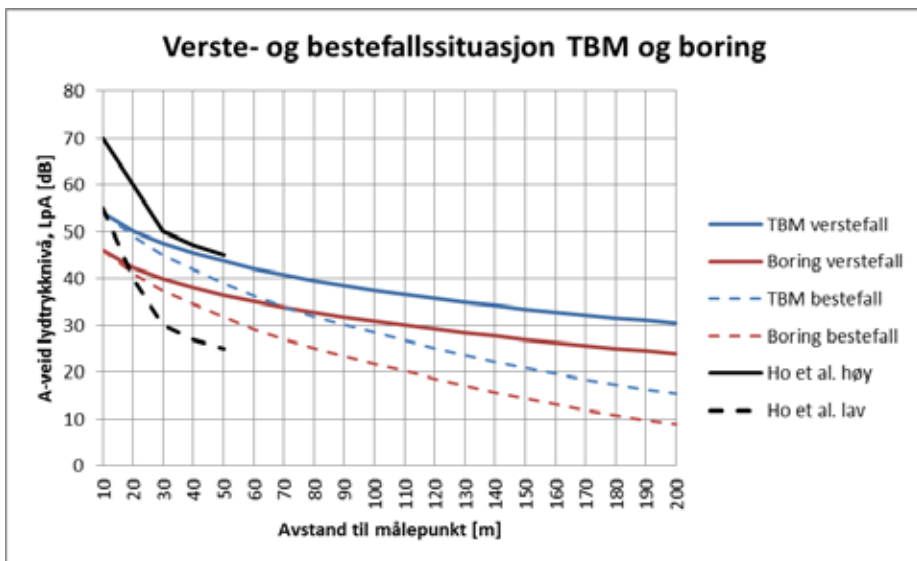
Fra de samme tunnelprosjektene [4, 5, 6] kan det utledes en tilsvarende sammenheng for driving med TBM. Utgangsnivået er funnet å være ca.  $L_{pA} = 54$  dB på 10 m avstand, og samme avstandsdemping som for boring, det vil si mellom 5 og 6 dB per avstandsdobling. Forutsetninger er som over: Boring i hard bergart og mottakerrom i kjeller fundamentert direkte på fjell. I tillegg gjelder verdi for utgangsnivå for TBM med borehodediameter på 10-11 m. Med mindre diameter på borehodet vil rotasjonshastigheten kunne økes, noe som igjen vil føre til høyere lydnivåer. I [7] er det angitt at hver dobling av rotasjonshastigheten gir en økning i lydnivået på 4-5 dB.

Det er videre presentert resultater fra TBM-driving i Sveits hvor det er målt lydnivåer i nederste etasje i bygning fundamentert på løsmasser over fast fjell. Resultater fra denne målingen er lagt til grunn for estimering av en "bestefallssituasjon" for både TBM og konvensjonell driving.

### **Boring og TBM sammenstilt**

Figuren nedenfor oppsummerer verdiene angitt i de foregående avsnittene om konvensjonell driving og TBM-driving. Merk at pigging ikke inngår i sammenstillingen. Merk også forutsetningene som ligger til grunn for sammenstillingen.

Verstefallssituasjon gjelder som nevnt for mottakerrom fundamentert direkte på fjell, og bestefallssituasjon mottakerrom fundamentert på løsmasser over fjell. Kurver for "Ho et al." er hentet fra [7].



Figur 1: Beste- og verstefallssituasjon beregnet for TBM og boring ved ulike avstander.

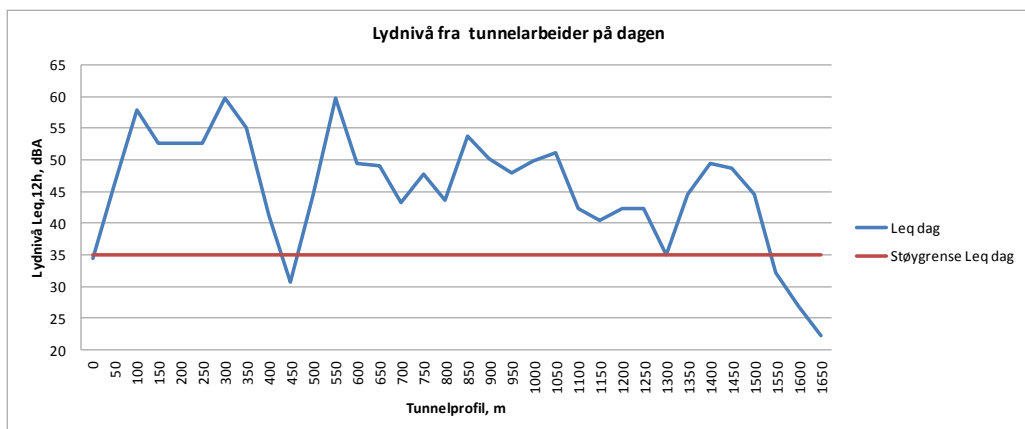
#### Videreutvikling av beregningsmetodikk

Uansett om metodene brukt for å estimere lydtryknivå i berørt bebyggelse er usikre, vil man ved hjelp av beregninger og forhåndsprognoser kunne gi et noenlunde fornuftig estimat av forventet lydtryknivå.

Det er ønskelig å øke mengden erfaringsdata ved å gjennomføre flere målinger, både ved boring, pigging og TBM-driving, for å gjøre beregningsmetodikken sikrere. Særlig er datagrunnlaget for pigging spinkelt. Lydnivå fra sprengning er ikke omtalt. Dette skyldes at sprengning anbefales håndtert etter NS 8141, som gjelder rystelser og å unngå skade på bygning, ettersom sprengninger vil være en sjelden hendelse sammenlignet med boring og pigging, og derfor vesensforskjellig fra andre aktiviteter ved konvensjonell driving.

#### Prognose for støybelastning ved driving av tunnel.

Figur 2 viser beregnet støynivå hos mest utsatte nabo langs et tenkt lengdeprofil for en tunnel. For den enkelte nabo vil lydtrykket plottet mot tunnelprofilen se annerledes ut, da enkelthus kun vil være berørt av arbeider i en kortere del av tunnelen. Hvis man vet fremdriften er det da mulig å estimere hvor lang tid enkelthus vil være berørt av støynivåer over grenseverdi.



Figur 2: Eksempel på beregnet støynivå innendørs hos nærmeste nabo. Grafen viser hvordan lydnivået vil variere med lengdeprofilen. Blå graf representerer lydtrykket hos den til enhver tid mest støyutsatte nabo.

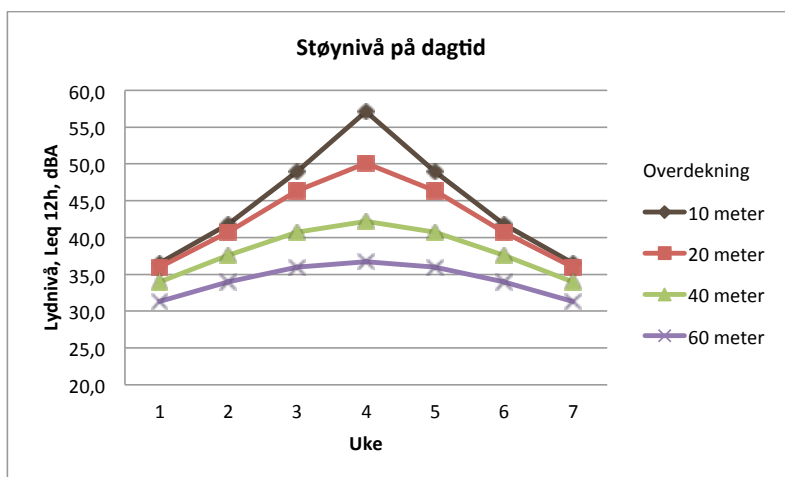
I figurene 3 og 4 er det vist hvordan støymbelastningen for en enkeltadresse over en tunnel kan variere over tid ved ulik overdekning.

Det er beregnet støynivåer på dag og kveld med følgende antagelser vedrørende drift:

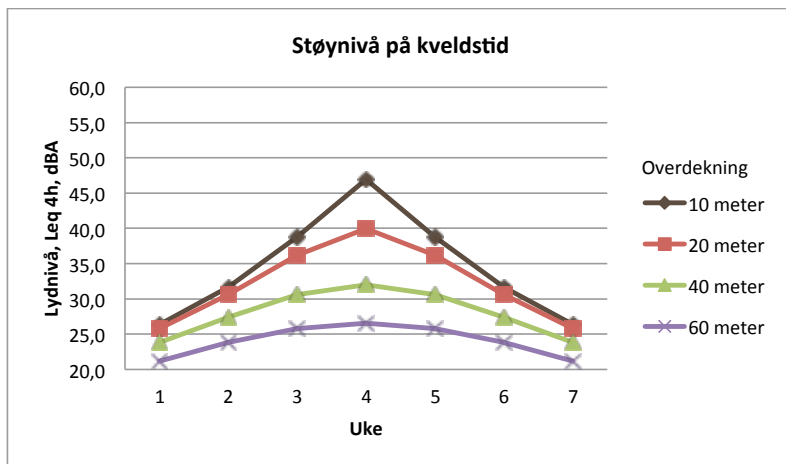
Fremdrift: 20 meter pr uke.

Aktivitet dag: 1 sprengning, 2 timer pigging, 4 timer boring.

Aktivitet kveld: 1 time pigging, 2 timer boring.



Figur 3



Figur 4

### 7.3 Målinger under drift

For kontroll av gitte eller avtalte begrensninger for støyende aktiviteter, etterprøving av beregnede støynivåer og dokumentasjon ved klager kan det være aktuelt å gjennomføre målinger av bygge- og anleggsstøy.

Måleresultatene kan brukes ved videre planlegging av arbeider på det aktuelle anlegget, eller ved planlegging av tilsvarende arbeider ved andre anlegg. Målinger er nyttige for å kalibrere beregninger der arbeidene skal foregå over langt tid. Samtidig vil man ved henvendelser eller klager kunne dokumentere de faktiske forhold. Dokumentasjonen vil da kunne brukes både til informasjon av naboer, samt ovenfor myndigheter. Ved en konflikt kan kommunen kreve kontinuerlig overvåkning og hyppig rapportering av støynivå.

Målinger kan gjennomføres på forskjellige måter. Hovedtypene er kontinuerlig overvåkning eller manuelle kortidsmålinger.

Begge metodene har sine fordeler og ulemper. Kontinuerlige målinger vil være mer omfattende, og kostbare. Samtidig kan slike målinger være utfordrende å gjennomføre der det er andre støykilder tilstede. Det kan være et problem å finne ut hva som faktisk er målt. I slike situasjoner vil kontinuerlige målinger kreve mer etterarbeid for å fjerne eventuelle andre støykilder. Dette kan gjøres ved hjelp av lydopptak. Ofte er resultatene av målingene heftet med en større usikkerhet enn manuelle målinger. Den store fordelen med kontinuerlige målinger er at disse ofte har vesentlig større tillitt hos berørte naboer.

Manuelle kortidsmålinger gir ofte bedre sikkerhet da man har kontroll på kilden og hva det måles på. Samtidig har man da også mulighet til å innmåle støykildene, noe som vil være nyttig sammenligning med inngangsdata brukt i beregningene. Problemet med kortidsmålinger er at de ikke alltid gir et godt totalinntrykk av støybelastningen fra anlegget.

Måleresultater må utføres med godkjent, kalibrert, utstyr og i henhold til gjeldende standarder. Krav til målinger er beskrevet i M-128, veileder til T-1442. Måleutstyret skal minimum tilfredsstille kravene til integrerende lydnivåmålere av type 2 iht. internasjonal standard EN 61672-1.

## 8 VEDLEGG

### 8.1 Eksempel på forenklet støyberegning

Det er ofte behov for å gjøre enkle overslagsberegninger i en tidlig planleggingsfase slik at en får opp et førsteinntrykk på støynivå og mulige konflikter i forhold til støygrenser. En metode for dette er gitt i TA-2115. Denne enkle beregning kan utføres av personell uten spesiell akustisk kunnskap.

Metoden har tre hovedelementer:

- En tabell som viser avstrålt lyd fra maskiner og prosesser (tabell 55 i TA-2115)
- Et skjema som fylles ut for den enkelte situasjon, her tas det hensyn til de viktigste faktorer som påvirker støynivå omkring anlegget
- En figur som viser hvor mye lydnivået dempes (fig 112 i TA-2115) som funksjon av avstand fra støykilden.

Denne enkle metoden gir «konservative» verdier

Eksempel 1:

Det skal etableres et tunnelverrslag med to tunnelvifter udempet 120 dB som skal gå døgnekstetuerlig, omlastestasjon i fjell og massetransport ut med dumper 113 dB mellom kl 0700 – 2300 og en anleggsperiode som forventes å være over 6 mnd. For enkelthetsskyld er det ikke regnet med annen skjerming-

**Resultat:**

**Viftestøy vil overskride grenseverdi i en avstand under 1000 m fra støykilden**

Eksempel 2

Samme grunnlagsdata men med demping av støy fra vifte, luftinntak og duk ned til 100 dB

**Resultat:**

**Viftestøy vil overskride grenseverdi i en avstand under 230 m fra støykilden. Dette viser hvor god effekt støydemping har på støynivået.**

Eksempelene baserer seg på veileder TA-2115 [2].

Denne er fra mars 2014 erstattet av veileder M-128 [8].

## Eksempel 1

### Forenklet støyberegning fra tunneltverrslag

#### Beregning av støy fra Bygge- og anleggsvirksomhet

Forenklet metode

Kryss av for

Dominerende støykilde:

Andre omtrentlige støykilder

|                       | Døgnperiode<br>Tidsrom, t | Dag<br>07-19 | Kveld*<br>19-23 | Natt<br>23-07 |
|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------------|---------------|
|                       |                           |              |                 |               |
|                       |                           |              |                 |               |
| Tunnelvifte udelempet |                           | 120          | 120             | 120           |
| Lastebiler            |                           | 113          | 113             |               |

\*Eller søn-/helligdag hvis mer kritisk

|    |                                                                                                                                                                                                             |                                                 |               |     |       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|-----|-------|
| 1  | Lyddavstråling fra dominerende støykilde                                                                                                                                                                    |                                                 | 120           | 120 | 120   |
|    | Velg lydeffektivitet for mest dominerende kilde fra Tabell 55                                                                                                                                               |                                                 |               |     |       |
| 2  | Korreksjon for antall kilder                                                                                                                                                                                |                                                 | 3             | 3   | 3     |
|    | Dersom flere omtrent likeverdige støykilder dominerer                                                                                                                                                       | Antall kilder                                   | Tillegg, dB   |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 2                                               | 3             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 3                                               | 5             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 4                                               | 6             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 5-6                                             | 7             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 7-15                                            | 10            |     |       |
| 3  | Korreksjon for driftstid                                                                                                                                                                                    |                                                 | 0             | 0   | 0     |
|    | Hvor stor del av tiden er dominerende kilde(r) i drift                                                                                                                                                      | % driftstid                                     | Reduksjon, dB |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 100-75                                          | 0             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 74-35                                           | -3            |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 34-15                                           | -6            |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 14-5                                            | -10           |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Mindre enn 5                                    | -15           |     |       |
| 4  | Skjermeffekt                                                                                                                                                                                                |                                                 | 0             | 0   | 0     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Geometri                                        | Reduksjon     |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Direkte sikt fra lydkilde til mottaker av lyden | 0             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Ingen del av lydkilden er synlig fra mottaker   | -6            |     |       |
| 5  | Sammenlagt verdi (1+2+3+4)                                                                                                                                                                                  |                                                 | 123           | 123 | 123   |
| 6  | Grenseverdiene i retningslinjenes tabell 4, dB                                                                                                                                                              |                                                 | 65            | 60  | 45    |
| 7  | Korreksjon for anleggsperiode                                                                                                                                                                               |                                                 | 5             | 5   | 0     |
|    | Anleggsperiodens eller driftfasens lengde (avsnitt 4.2.3 i retningslinjene)                                                                                                                                 | Lengde                                          | Tillegg, dB   |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 0-6 uker                                        | 0             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 7 uker til 6 mnd                                | 3             |     |       |
|    |                                                                                                                                                                                                             | over 6 mnd                                      | 5             |     |       |
| 8  | Behov for avstandsdempning (5 minus 7 minus 5)                                                                                                                                                              |                                                 | -63           | -68 | -78   |
| 9  | Grenseverdiene overskrides dersom avstander er mindre enn (meter)                                                                                                                                           |                                                 | 370           | 110 | >1000 |
|    | Verdiene fra linje 8 settes inn i figur 112 som gir minimumsavstand mellom kilde og mottaker (beregningsposisjon)                                                                                           |                                                 |               |     |       |
| 10 | Sluttkommentar                                                                                                                                                                                              |                                                 |               |     |       |
|    | Dersom det ligger bygning eller rom for støyfølsom bruk innenfor avstandene i 9, betyr det at komplette beregninger og/eller målinger må gjennomføres, for å avklare mulige behov for støyreduksjons tiltak |                                                 |               |     |       |

## Eksempel 2

### Forenklet støyberegning fra tunneltverrslag

#### Beregning av støy fra Bygge- og anleggsvirksomhet

Forenklet metode

Kryss av for

Dominerende støykilde:

Andre omtrentlige støykilder

|                     | Dagnperiode<br>Tidsrom, kl | Dag<br>07-19 | Kveld*<br>19-23 | Natt<br>23-07 |
|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|---------------|
|                     |                            |              |                 |               |
|                     |                            |              |                 |               |
| Tunnelvifte udeмпet |                            | 100          | 100             | 100           |
| Lastebiler          |                            | 113          | 113             |               |

\*Eller søn/helligdag hvis mer kritisk

|    |                                                                                                                                                                                                             |                                                  |               |     |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|-----|-----|
| 1  | Lydavstråling fra dominerende støykilde                                                                                                                                                                     |                                                  | 100           | 100 | 100 |
|    | Velg lydeffektnivå for mest dominerende kilde fra Tabell 55                                                                                                                                                 |                                                  |               |     |     |
| 2  | Korreksjon for antall kilder                                                                                                                                                                                |                                                  | 3             | 3   | 3   |
|    | Dersom flere omtrent likeverdige støykilder dominerer                                                                                                                                                       | Antall kilder                                    | Tillegg, dB   |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 2                                                | 3             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 3                                                | 5             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 4                                                | 6             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 5-6                                              | 7             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 7-15                                             | 10            |     |     |
| 3  | Korreksjon for driftstid                                                                                                                                                                                    |                                                  | 0             | 0   | 0   |
|    | Hvor stor del av tiden er dominerende kilde(r) i drift                                                                                                                                                      | % driftstid                                      | Reduksjon, dB |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 100-75                                           | 0             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 74-35                                            | -3            |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 34-15                                            | -6            |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 14-5                                             | -10           |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Mindre enn 5                                     | -15           |     |     |
| 4  | Skjermeffekt                                                                                                                                                                                                |                                                  | 0             | 0   | 0   |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Geometris                                        | Reduksjon     |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Direkte sikt fra støykilde til mottaker av lyden | 0             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | Ingen del av støykilden er synlig fra mottaker   | -5            |     |     |
| 5  | Sammenlagt verdi (1+2+3+4)                                                                                                                                                                                  |                                                  | 103           | 103 | 103 |
| 6  | Grenseverdiene i retningslinjenes tabell 4, dB                                                                                                                                                              |                                                  | 85            | 90  | 45  |
| 7  | Korreksjon for anleggsperiode                                                                                                                                                                               |                                                  | 5             | 5   | 0   |
|    | Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde (avsnitt 4.2.3 i retningslinjene)                                                                                                                                | Lengde                                           | Tillegg, dB   |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 0-6 uker                                         | 0             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | 7 uker til 6 mnd.                                | 3             |     |     |
|    |                                                                                                                                                                                                             | over 6 mnd.                                      | 5             |     |     |
| 8  | Behov for avstandsdempning (6 minus 7 minus 5)                                                                                                                                                              |                                                  | -43           | -48 | -58 |
| 9  | Grenseverdiene overskrides dersom avstander er mindre enn (meter)                                                                                                                                           |                                                  | 50            | 80  | 230 |
|    | Verdiene fra linje 8 settes inn i figur 112 som gir minimumsavstand mellom kilde og mottaker (beregningsposisjon)                                                                                           |                                                  |               |     |     |
| 10 | Sluttkommentar                                                                                                                                                                                              |                                                  |               |     |     |
|    | Dersom det ligger bygning eller rom for støyfølsom bruk innenfor avstandene i 9, betyr det at komplette beregninger og/eller målinger må gjennomføres, for å avklare mulige behov for støyreduksjons tiltak |                                                  |               |     |     |

## **8.2 Eksempel på støykart**

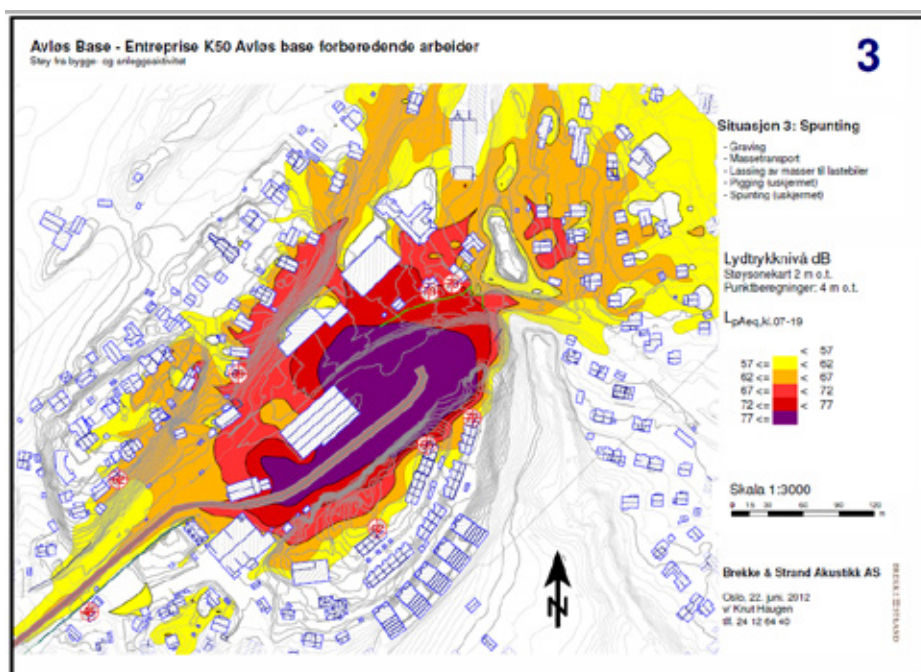
Figur 5 viser et typisk støykart for en situasjon med spunting, pigging og diverse andre aktiviteter på dagtid. Støykartet viser hvor stort influensområdet er og hvor høye støynivåer man kan forvente i de forskjellige områdene. Dette danner grunnlaget for hvilke naboer som skal ha informasjon og hvilke tiltak som kan iverksettes. Legg merke til midlertidig skjerm satt opp i grensen av anleggsområdet. Støyberegninger egner seg også godt for å vise resultatene av eventuelle avbøtende tiltak.





Figur 4: Bildet viser anleggsområdet som ligger til grunn for figur 5.

Foto: Brekke &amp; Strand Akustikk



Figur 5: Figuren viser støykart utarbeidet for en sammensatt situasjon der det vil drives spunting, pigging m.m. Støykartet viser influensområdet, og da hvilke naboer som er berørt. I tillegg er det i beregningsmodellen lagt inn punkter på enkelthus for å finne støynivå på utvalgte adresser.

## 9 BEGREPER OG DEFINISJONER

Lydtekniske begreper og tilhørende definisjoner er gitt i M-128 og TA-2115.

Her er gjengitt noen av begrepene med tilhørende definisjonene.

### 9.1 *Lydtekniske begreper*

#### **Lyd**

Lyd (luftlyd) er det vi oppfatter når raske variasjoner i lufttrykket kommer til trommehinnen i øret vårt og setter den i bevegelse. Disse trykkvariasjonene sprer seg fra lydkilden som små bølger i lufta. Trykkløst er i det hørbare området når svingningene skjer oftere enn 20 ganger i sekundet, og mindre enn 20 000 ganger i sekundet. Antall svingninger pr sekund er det vi kaller lydens frekvens, og har enheten Hz (hertz). Frekvensen bestemmer lydens tonehøyde. Langsomme svingninger gir inntrykk av dyp (lavfrekvent) lyd (bass). Raskere svingninger gir en forskyvning mot diskanten.

#### **Støy**

Støy er definert som uønsket lyd. Hva som er uønsket lyd, vil variere fra person til person, og fra situasjon til situasjon. Det som er ønsket lyd (vellyd) i et tilfelle kan være støy i et annet tilfelle. Spiller naboen høy musikk når du skal sove, vil du trolig definere dette som støy. Dersom du selv spiller høy musikk som du liker, oppfatter du det ikke som støy.

#### **Strukturlyd**

Strukturlyd er lyd som overføres gjennom svingninger i faste stoffer (for eksempel i gulv/vegg i en bygning).

#### **Vibrasjoner**

Generelt er vibrasjoner svingebevegelser omkring et likevekstpunkt. Bevegelsene kan være periodiske eller tilfældige.

Når en gjenstand som vibrerer gir følbare vibrasjoner som forplanter seg til mottaker, kan dette bidra til sjanse. Vibrasjon opptrer ofte samtidig med hørbar lyd (luftlyd eller strukturlyd). Spesielt ved lave vibrasjonsverdier er det stor usikkerhet i hvor mye av de opplevde ulempene som skyldes vibrasjon og hvor mye som skyldes støy.

Ved vibrasjonsundersøkelser er det som regel fire størrelser (svingeparametre) som måles: forskyvning, hastighet, akselerasjon og frekvens. Ved omregning mellom de ulike angivelsene, og ved vurdering av vibrasjonsnivået må frekvensen være kjent. Interessant frekvensområde er vanligvis 1-100Hz.

Vibrasjoner kan være kontinuerlig (fra maskiner, trafikk, m.v.) eller komme fra enkelthendelser (sprengning, jordskjelv, spunting, m.v.).

### 9.2 *Definisjoner*

#### **Ekvivalent støynivå $L_{pAeqT}$**

Det ekvivalente støynivået  $L_{pAeqT}$  er et mål på det gjennomsnittlige (energimidlede) nivået for varierende støy over en bestemt tidsperiode T. Ekvivalentnivå gjelder for en viss tidsperiode T, f.eks. ½ time, 8 timer, 24 timer.

Ekvivalentnivået uttrykker dermed den gjennomsnittlige lydenergien man har vært utsatt for over for eksempel 8 timer eller 24 timer. En dobling av lydenergien tilsvarer en økning i lydstryken på 3 dB. En slik økning medføre at påvirkningstiden må halveres dersom ekvivalentnivået skal være det samme. For eksempel vil et lydnivå på 50 dB i 24 timer tilsvare 53 dB i 12 timer, som igjen tilsvarer 56 dB i 6 timer.

**A-veid lydtryknivå**

Lydtryknivå vektet med veiekurve A. Veiekurve A etterligner ørets følsomhet ved forskjellige frekvenser. A-veid lydtryknivå er et forenklet mål på opplevd hørestyrke ved lave til middels høye lydtryknivåer.

Det er vanlig å bruke A-veide lydtryknivåer ved fastsettelse av grenseverdier uavhengig av lydtryknivå.

**Maksimal støynivå**

Maksimalt støynivå,  $L_{\max}$  er et mål for de høyeste, vanlige toppene i en varierende støy. Mer tilfeldige

Krav til maksimalt støynivå blir først og fremst brukt i nattperioden for beskyttelse mot søvnforstyrrelser. I tillegg gis det i mange tilfeller maksimalstøykrav for kilder hvor maksimalstøyhendelser er svært viktig for opplevd plage (plagegrad).

$L_{\max}$  er svært følsomt for hvordan maksimalnivå defineres, og det finnes flere ulike definisjoner som brukes for forskjellige typer formål. Det viktigste skillet går mellom hvor korte støytopper som måles. Dette bestemmes gjennom valg av tidskonstant. Tidskonstanten "fast" er den som er mest brukt i regelverkssammenheng.

$L_{AF\max}$  er A-veiet maksimalnivå målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms.

**Impulslyd**

Impulslyd er kortvarige, støtvide lydtrykk med varighet på under 1 sekund. Definisjonen av impulslyd i retningslinjen er i tråd med definisjonene i ISO 1996-1:2003. Det er her tre underkategorier av impulslyd:

- "High-energy impulsive sound": skyting med tunge våpen, sprengninger og lignende
- "Highly impulsive sound": for eksempel skudd fra lette våpen, hammerslag, bruk av fallhammer til spunting og pæling, pigging, bruk av presslufthammer/-bor, metallstøt fra skifting av jernbanemateriell og lignende, eller andre lyder med tilsvarende karakteristikk og påtrengende karakter.
- "Regular impulsive sound", eksemplifisert ved slaglyd fra ballspill (fotball, basketball osv.), smell fra bildører, lyd fra kirkeklokker og lignende.

For vurdering av antall impulslydhendelser fra industri, havner og terminaler iht tabell 1 og tabell 2 i retningslinjen er det hendelser som faller inn under kategorien "highly impulsive sound" som skal telles med. Ved mer detaljert vurdering etter ISO 1996-1:2003 og Nordtest-metode NT ACOU 112 bør all impulslyd tas i betraktning.

**Referanser**

- [1] Miljøverndepartementet. Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T-1442/2012.
- [2] Sft: Veileder til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (støyretningslinjen) TA-2115/2005. Erstattet av M-128 fra mars 2014.
- [3] Forskrift om begrensning av støy- tillegg til helseforskriften i Oslo kommune 1974.
- [4] Rapport "Jämförelse av strukturbundet buller från olika tunnelbörningsmetoder", i SBUF projekt 9035, fra Nitro Consult - Skanska, datert 18.11.1992.
- [5] Dokument UFB-30-A-32606, rev 00A "Emissions from tunnel excavation - drill and blast, TBM and mechanical excavations" i prosjekt Nytt dobbeltspor Oslo-Ski, Tunnel section, datert 20.05.2011.
- [6] Notat "Tunnel Lysaker-Sandvika. Strukturstøy fra TBM og konvensjonell tunnel drift" fra Brekke & Strand Akustikk, datert 03.04.2006.[7] Ho et al., "Ground borne noise and vibration impact from rock tunnel boring machines", foredrag Hong Kong Tunneling Conference 2009.
- [8] Miljødirektoratet: M-128 Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2012).



**Håndbøker fra NFF**

- Nr. 1: Fjellinjeksjon. Praktisk veiledning i valg av tettestrategi og injeksjonsopplegg. (kr 200,-)
- Nr. 2: Engineering Geology and Rock Engineering. NBG (kr. 500,-)
- Nr. 3: Arbeidsmiljø under jord. (kr. 150,-)
- Nr. 4: Håndbok for skytebas. (kr. 150,-)
- Nr. 5: Tung bergsikring i underjordsanlegg (kr. 150,-)
- Nr. 6: Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg (kr.150,-)
- Nr. 7: Håndbok for bestiller av bergsprengningsarbeid (kr.150,-)

**Tekniske rapporter fra NFF (kr. 100,- pr. stk)**

- Nr.01: Redningskammer for underjordsdrift
- Nr.02: Diesel under jord. Sluttrapport fra forprosjektet.
- Nr.02E: Diesel Underground – a project report.
- Nr.03: Sikker sprengning i dagen.
- Nr.04: Plastmaterialer i tunneler og bergrom – sikker håndtering i anleggsfasen.
- Nr.05: - Informasjon, takk! Råd og tips om kommunikasjon i en anleggshverdag.
- Nr.06: Sikker boring gjennom sylte.
- Nr.07: Diesel under jord
- Nr.08: Sikkerhet ved berginjeksjon
- Nr.09: Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg
- Nr.10: Rescue chamber for underground work. Translation of technical report 1
- Nr.11: Nøyaktig boring
- Nr.12: Konturkvalitet i sprengte tunneler
- Nr.13: Ventilasjon ved tunneldrift
- Nr. 14: Gruvedrift under jord
- Nr. 15: Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet

**Norwegian Tunneling Technology**

- No. 1: Hard Rock Tunnelling
- No. 2: Tunnelling Technology
- No. 3: Hydropower Tunnelling
- No. 4: Road Tunnelling
- No. 5: Tunnelling Today
- No. 6: Geology of Norway (a map)
- No. 7: Tunnelling Reviewed in the International Press
- No. 8: Subsea Tunnelling
- No. 9: Underground Storage
- No. 10: Urban Tunnelling
- No. 11: Hard Rock TBM Tunnelling
- No. 12: Water Control Tunnelling
- No. 13: Health and Safety in Norwegian Tunnelling
- No. 14: Norwegian Tunnelling
- No. 15: Sustainable Underground Concepts
- No. 16: Underground Constr. for the Norwegian Oil and Gas Industry
- No. 17: Underground Openings - Operations, Maintenance and Repair
- No. 18: Subsea Tunnels
- No. 19: Rock Support in Norwegian Tunnelling
- No. 20: Rock Mass Grouting
- No. 21: Contracts in Norwegian Tunnelling
- No.22: Norwegian Hydropower Tunnelling II
- No.23: Norwegian Tunnelling Technology

**Fjellsprenningsdagen (Høstkonferansen)**

En årlig konferansebok som er kommet fortløpende ut siden 1963.(Flere årganger er utsolgt).

**Publikasjoner kan bestilles hos: NFF, Postboks 626, NO-1303 Sandvika. E-post: [nff@nff.no](mailto:nff@nff.no)**



## REPRESENTERER FAGKUNNSKAP INNEN

- Bergsprengning og masseflytting
- Tunnel teknologi
- Bergmekanikk og Ingeniørgeologi

FJELLSPRENGNINGSFORENINGEN

AVGJØRENDE FOR FORUNDERSØKELSER, PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV

- Fjellarbeid generelt, produksjon av knust berg og mineraluttak
- Vegbygging
  - I dagen
  - Under jord
- Vannkraftutvikling med
  - Stasjonshaller
  - Overføringstunneler
  - Trykksjakter
  - Damanlegg
- Oljeprosjekter
  - Planering for landanlegg
  - Landfall av rørledninger
  - Produktlager for olje og gass
- Grunnarbeid for hus og industri
- Idrettsanlegg, lager, parkeringsanlegg i fjell, og mye mer.....

[www.nff.no](http://www.nff.no)





NORSK FORENING FOR  
FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK

e-post: [nff@nff.no](mailto:nff@nff.no)

ISBN 978-82-92641-31-6