

# Støy som parameter i snøproduksjon



## Forord

Dette verktøyet er utarbeidet ved Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT) på Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). I utarbeidelsen har bidragsytere som Trondheim og Oslo kommune vært behjelpelige med informasjon hva gjelder deres snøproduksjonsanlegg og støyforurensning. Rambøll, ved Frederik Sardinoux, har vært behjelpelig med informasjonsdeling fra et konsulentselskaps ståsted og gjengen i Gode idrettsanlegg har bidratt med gode innspill og verdifulle tilbakemeldinger underveis i prosessen. En stor takk til alle sammen!

A handwritten signature in black ink, reading "Ole Arenth". The signature is written in a cursive style with a large, sweeping flourish above the name.

Ole Jørgen Bogen Arenth, august 2023

Forskningsassistent ved Senter for idrettsanlegg og teknologi

## Om dette verktøyet

Dette verktøyet omhandler støyforurensning. Det presenteres en innføring i hvordan støyforurensning kan hensyntas eller reduseres i prosjektering av anlegget. I tillegg redegjøres det for myndighetskrav, og foreslås hvordan disse kan imøtekommes, skulle de komme i veien for drift av allerede etablert anlegg.

Planlegger du å bygge ut ditt snøproduksjonsanlegg eller skal du bygge et nytt anlegg? Har du tatt hensyn til parameteren støy? Å gjøre støyutredninger er anleggseiers ansvar og ikke nødvendigvis en enkel oppgave. Velger en å sitte på kompetansen innad i eksempelvis kommunen, og dermed sette seg inn i beregningsmetoder og simuleringer av støyforurensning, eller må en ha hjelp av konsulenter til en analyse av støyforurensning?

Se for deg følgende scenario: Du har brukt millioner på å bygge snøproduksjonsanlegg. Plutselig får du en henvendelse fra statsforvalteren om at du pålegges å utrede for støyforurensning på ditt anlegg. Du gjør som statsforvalteren sier, da dette er lovfestet: Du som anleggseier er ansvarlig for støykartlegging dersom det pålegges av forurensningsmyndighet.<sup>1</sup> Etter kartlegging ser en gjerne tre alternativer:

- Nedstenging. Deler av anlegget, eller hele anlegget, har et for høyt lydnivå og må stenges ned. Du kan ikke lenger produsere snø til alle døgnets tider og du er nødt til å begrense produksjonskapasiteten til anlegget. I et snøproduksjonsanlegg er det gjerne start og stopp av anlegget som er særlig tidskrevende. En ønsker derfor gjerne å begrense dette til et minimum.
- Ombygging av anlegg. En må bytte ut produksjonsenheter,<sup>2</sup> alternativt endre produksjonsmetoden for å være innenfor grenseverdier for støyforurensning.
- Ingen begrensninger. Anlegget kan drive som før, uten begrensninger tilknyttet støyforurensning.

---

<sup>1</sup> Forurensningsforskriften § 5-17 gir statsforvalter og Miljødirektoratet forvaltningsmyndighet av at forurensningsforskriften følges opp.

<sup>2</sup> Når det kjøpes inn produksjonsenheter er det viktig å være klar over lydnivået og dermed støyforurensning forårsaket av snøproduksjon. For beskrivelse av type produksjonsutstyr og støy, se kapittel «Tiltak for å redusere støy i snøproduksjonsanlegget».

# Innholdsfortegnelse

Støy som parameter i snøproduksjon .....	1
Om dette verktøyet .....	3
Støy og lyd .....	5
Myndighetskrav .....	6
Forurensningsloven .....	6
Plan- og bygningsloven.....	7
Fremgangsmåter for kartlegging av støybegrensninger i idrettsanlegg .....	8
Måling av støynivå .....	8
Teoretisk simulering av støyforurensning.....	9
Hvorfor er det viktig å ta hensyn til støy i prosjektering av anlegget? .....	10
Støyreducerende tiltak i snøproduksjonsanlegget.....	11
Valg av produksjonsmetode .....	11
Utforming av anlegg .....	11
Støyskjerming .....	12
Referanser.....	14

## Støy og lyd

Uønsket lyd er subjektivt, men også definisjonen på støy (Gjestland, 2023). Folkehelseinstituttet definerer støy som uønsket lyd eller lyd som kan gi helseskade. Søvnforstyrrelser, redusert livskvalitet og redusert helse er alle mulige konsekvenser av støy. Av forurensningsloven er støy kategorisert som forurensning (Folkehelseinstituttet, 2023).

Lyd oppstår ved at vibrerende objekter skaper trykkbølger i lufta. Disse trykkbølgene oppfatter ørene som lyd. For å beskrive lyd kan frekvens, lydtrykk, lydenergi og tidsperiode for lyden måles og gis en verdi (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023). Grenseverdiene en finner i lovverket er gjerne definert med et **lydtrykk** (dB), mens lyden fra støykilder som snøproduksjonsutstyr burde oppgis i **lydenergi** (W).<sup>3</sup>

**Lydtrykk** vil avhenge av omgivelsene lyden er emittert i samt av avstanden en har målepunktet fra lydkilden. Vi har at lydtrykket i et lite kott vil være høyere enn lydtrykket i en stor hall dersom lydens energi er lik (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023). Lydtrykk oppgis gjerne i desibel (dB).

**Lydenergien** til lydkilden endres ikke selv om omgivelsene endres, i motsetning til lydtrykket. Dette medfører at lydenergi er et velegnet mål på hvor mye støy f.eks. en lanser eller viftekanon vil emitte. Lydnivået kan brukes sammen med omgivelsene til å kartlegge lydtrykket ved støyfølsomme områder (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023). Lydenergi oppgis gjerne i watt (W).

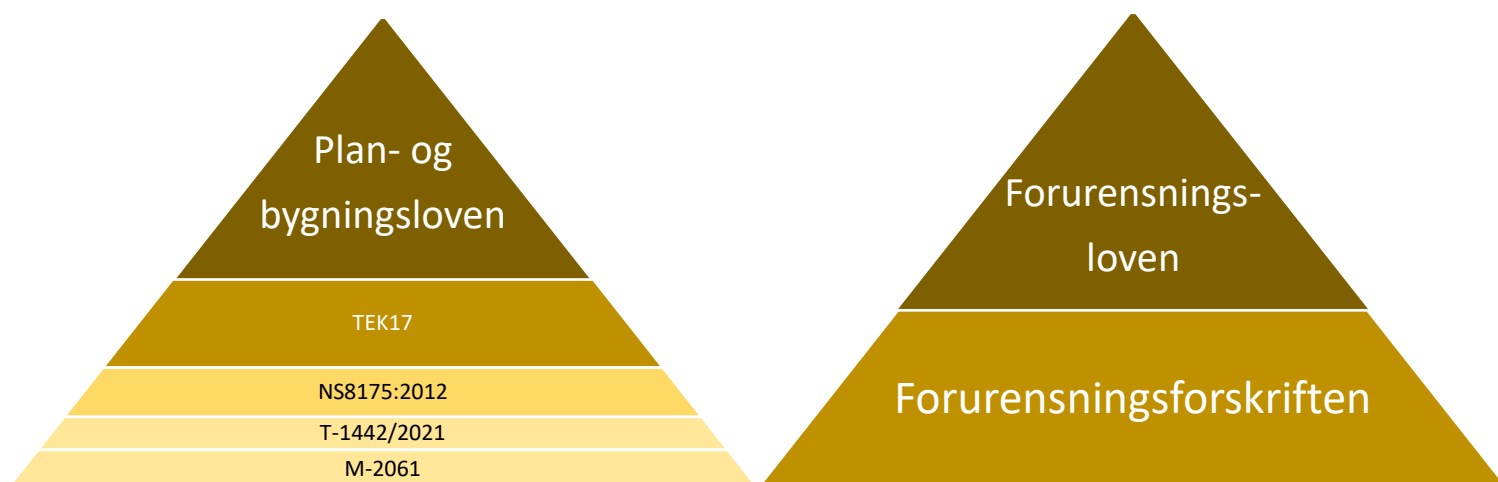
---

<sup>3</sup> Ved innhenting av informasjon angående produksjonsutstyr burde lydenergien oppgis av leverandør. Det samme gjelder dokumentasjon på at f.eks. internasjonal standard ISO 9295, er fulgt. Dette gir et godt grunnlag for å kunne sammenligne forskjellige alternativer, og å si noe om lydtrykket som vil oppstå på en spesifikk lokasjon.

## Myndighetskrav

- Det er myndighetskrav tilknyttet støy både i forurensningsloven og i plan- og bygningsloven. Dette kapittelet forsøker å presentere de viktigste momentene rundt disse støykravene. De aktuelle paragrafene kan leses i sin helhet på [rettsdata.no](https://rettsdata.no) eller [lovdata.no](https://lovdata.no). Se Figur 1, Tabell 1 og Tabell 2 for en kort sammenfatting av hvilke bestemmelser som gjelder for støy. Hvordan disse bestemmelsene kan følges opp av anleggseier presenteres i kapittel «

Fremgangsmåter for kartlegging av støybegrensninger i idrettsanlegg». **Legg merke til at det er anleggseier som har ansvar for at støyforurensning holdes innenfor gitte grenseverdier.**



Figur 1: Hierarki over bestemmelser med lover, forskrifter, standarder, retningslinjer og veiledere som angår støyforurensning.

Forurensningsloven og plan- og bygningsloven gir begge myndighetskrav tilknyttet støy. Forurensningsloven gir ansvarsforhold og tiltaksgrenser for støyforurensning mens plan- og bygningsloven definerer grenseverdier som skal følges for støyfølsom bebyggelse.

### Forurensningsloven

Støy omfattes av forurensningsloven av forurensningsloven § 6, linje 2. Videre i lovteksten finner en § 9, § 10, § 49 og § 50 alle relevante for støy. I paragrafene kan en lese om bestemmelser hva gjelder kartlegging, handlingsplaner og tiltaksgrenser for støyforurensning.

Ifølge forurensningsforskriften<sup>4</sup> § 5-12 er anleggseier ansvarlig for kartlegging av utendørs støyforhold. Dette skal gjøres etter metode beskrevet i EU-direktiv 2002/49/EC,

---

<sup>4</sup> Hjemmel i lov 13. mars 1981 nr. 6 Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven), § 9-2.

forurensningsforskriften § 5-13. Av § 5-15 er det anleggseier som skal dekke kostnadene for kartlegging av støyforurensning ved sine anlegg.

Av forurensningsforskriften § 5-7 kan måling av støynivå benyttes som supplement til beregning av støynivå, der hvor det er tvil om den faktiske situasjonen blir beskrevet på en god nok måte.

## Plan- og bygningsloven

I plan- og bygningsloven refereres det til Byggteknisk forskrift<sup>5</sup> (TEK17) når det kommer til forurensning. Videre har vi i TEK17 at grenseverdier for støyforurensning er lagt frem i NS 8175, og at disse skal oppfylles. Fra TEK17 har vi:

§ 13-6. Lyd og vibrasjoner: «Lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstillende lydklasse C i Norsk Standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger for ulike bygningstyper».

Fra NS 8175 kan en lese at lydklasse C tilsvarer tilfredsstillende lydforhold for en stor andel av berørte personer, dvs. 90 % vil være lite eller ikke plaget av luftbåren lydoverføring (NS8175:2012). Tabell 1 viser til fastsatte grenseverdier for «øvrige industri» hentet fra NS8175:2012.

Tabell 1: Gjengivelse av grenseverdier, i desibel, tilhørende gjennomsnittsmåling av støy iht. NS 8175 klasse C.

*d = dag (kl. 7-19), k = kveld (kl. 19-23), n = natt (kl. 23-07). Helligdag inkluderer søndag.*

Lydkilde	Uteoppholdsareal og utenfor vindu støyføl. bruksmål			
	Hverdag	Lørdag	Helligdag	Utenfor soverom
Ind. drift helkont.	$L_{dkn} = 55$	$L_{dkn} = 55$	$L_{dkn} = 55$	$L_n = 45$
Øvrig industri	$L_{dn} = 55$ og $L_k = 50$	$L_{dkn} = 50$	$L_{dkn} = 50$	$L_n = 45$

Det er derimot både i Miljødirektoratet sin veileder M-2061 og i deres retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, som skal følge opp NS8175:2012, lagt opp til egne grenseverdier tilhørende bygg- og anleggsstøy.<sup>6</sup> Disse grenseverdiene er vist i Tabell 2 under.

Tabell 2: Gjengivelse av grenseverdier, i desibel, tilhørende gjennomsnittsmåling av støy fra bygge- og anleggsvirksomhet (M-2061). *d = dag (kl. 7-19), k = kveld (kl. 19-23), n = natt (kl. 23-07). Helligdag inkluderer søndag.*

<sup>5</sup> Hjemmel i lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).

<sup>6</sup> På Miljødirektoratets nettside viser de til at bygge- og anleggsvirksomhet er definert som: «Midlertidige aktiviteter knyttet til å føre opp og ferdigstille bebyggelse, bygging av samferdselsanlegg og annen infrastruktur, inkludert rivning, ombygging og vedlikehold av tilsvarende konstruksjoner».

Lydkilde	Bolig, fritidsbolig, sykehus og pleieinst.		Skole og barnehage
	Hverdag	Helligdag	Brukstid
Bygge- og anleggstøy	$L_d = 65, L_k = 60, L_n = 45$	$L_{dk} = 55, L_n = 45$	$L = 55$

Hvilken definisjon et snøproduksjonsanlegg skal falle under, om det skal være «bygg- og anleggstøy», «industri med helkontinuerlig drift» eller «øvrige industri», er ikke fastsatt. I tidligere utførte utredninger ser vi at:

- Granåsen snøproduksjonsanlegg har blitt definert til å falle inn under bygg- og anleggstøy (Tabell 1), og ikke grensene gitt i NS 8175 klasse C (Tabell 2).
- Holmenkollen og Lillomarka har blitt kategorisert som øvrige industri. I reguleringsbestemmelser er anlegget derfor satt til å måtte oppfylle grensene gitt i NS 8175 klasse B, fem desibel strengere grenseverdier enn klasse C (Tabell 1).

## Fremgangsmåter for kartlegging av støybegrensninger i idrettsanlegg

Det er to forskjellige metoder for beregning av støy på ditt anlegg: Måling av støy og teoretisk simulering av støy. Måling av støy vil være særlig aktuelt ved korrektive avgjørelser, altså dersom ditt anlegg allerede er bygget og en ønsker å finne ut om grenseverdiene oppfylles. Teoretisk simulering på sin side egner seg godt i prosjektering. Ved kartlegging vil vindretning med hastighet, underlag, skydekke, lufttemperatur, luftabsorbasjon og bakgrunnsstøy påvirke støyforurensninga.

### Måling av støynivå

Støysensorer plasseres på støyfølsomme områder hvor en ønsker å kartlegge støyforurensning. Et eksempel er vist i Figur 2. Støy måles så over en tidsperiode, dataene behandles og en finner gjennomsnitt for ulike tidsperioder. Verdiene for disse tidsperiodene blir deretter sammenlignet med myndighetskrav for å undersøke hvorvidt grenseverdiene overskrides. Hvis verdier er over myndighetskrav er anleggseier ansvarlig for å gjennomføre tiltak, se kapittel «Myndighetskrav».



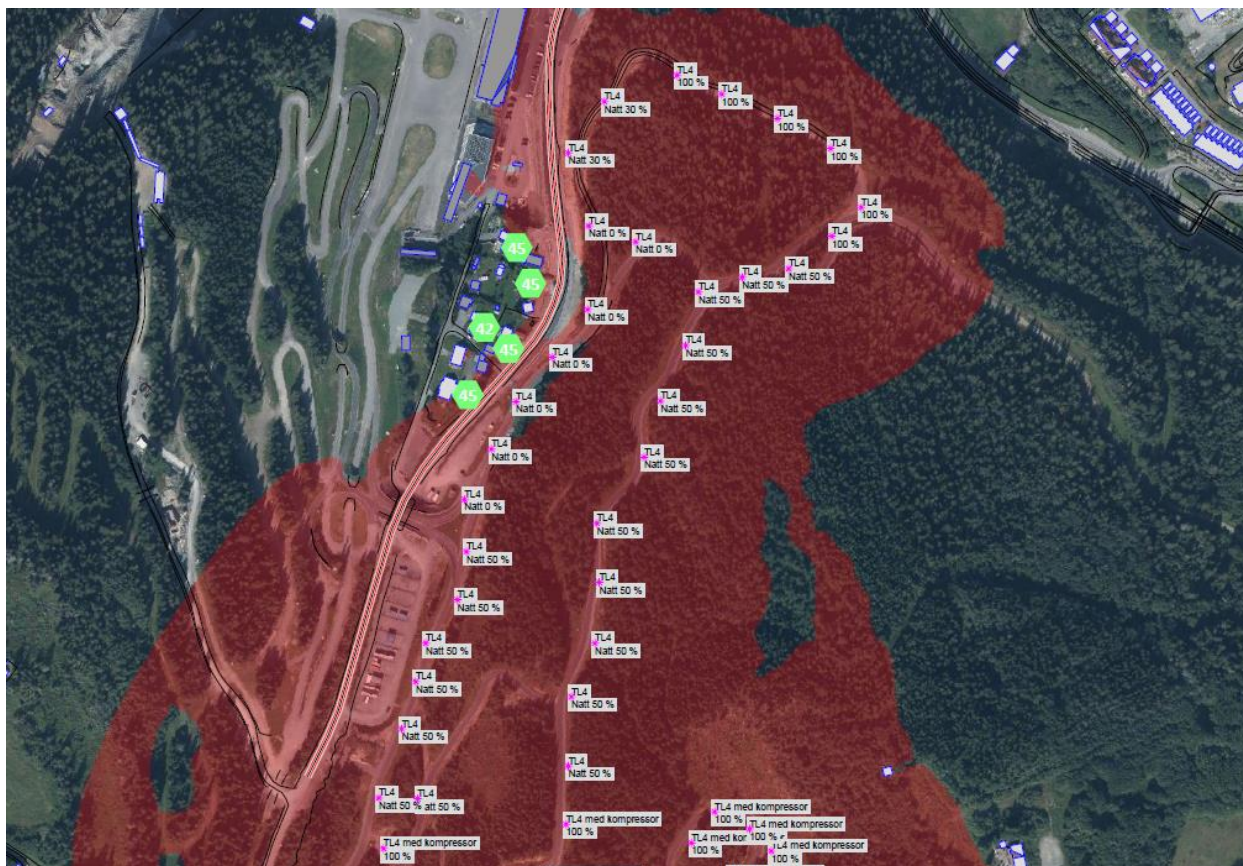


Figur 2: Lydsensor er plassert på bolighus. Foto: Hentet fra rapport C-rap-002 Trondheim kommune (Rambøll Norge AS, 2021)

## Teoretisk simulering av støyforurensning

For å finne ut om et planlagt anlegg vil overstige grenseverdier for støyforurensning vil en teoretisk simulering være hensiktsmessig. Dette vil gi et bilde på hvor støyende drift vil være. Det er verdt å merke seg at det alltid vil være usikkerhet tilknyttet beregninger av støynivå, men det kan gi et godt bilde på situasjonen. Fremgangsmåte for teoretisk simulering av støyforurensning er gitt under:

1. Samle inn data fra leverandør av snøproduksjonsutstyr hva angår lydnivå. Hvis det skal lages en anbudsinnbydelse vil støy være en naturlig faktor å ha med. Her kan det være aktuelt å bruke matematisk beregning for å finne maksimalt støynivå leverandører kan ha på utstyr som skal med i anbudet.
2. Kartlegg støyfølsomme områder i nærheter av ditt snøproduksjonsanlegg og bruk kart med høydekurver sammen med et simuleringsprogram for å regne ut støysoner i nærheten av ditt anlegg. Her vil det være aktuelt å innhente ekstern kompetanse, skulle anleggseier inneha kompetansen internt. Simuleringsprogram innebærer programvare som bruker f.eks. ISO 9613-2:1996.



Figur 3: Støysoner med nedjustert kapasitet i % for produksjonsenheter. Foto: Hentet fra rapport C-not-001 Trondheim kommune (Rambøll Norge AS, 2022).

## Hvorfor er det viktig å ta hensyn til støy i prosjektering av anlegget?

Kostnaden tilknyttet endringer i et prosjekt følger gjerne en eksponentiell kurve: Sent i prosjektet er det betydelig mer kostbart å gjøre endringer enn tidlig i prosjektet. Dette betyr at det allerede i prosjektering burde undersøkes om anlegget vil kunne bli pålagt begrensninger som skyldes støyforurensning. Andre gode grunner til å ta hensyn til støy er:

- 1) Å kunne produsere snø 100 % av tida, og slippe driftsstans på kveldstid eller helligdager for å være innenfor fastsatte støygrenser. Driftsstans vil gjerne medføre ekstraavgifter, da oppstart og stans kan være tids- og arbeidskrevende.
- 2) Omdømmet til anlegget. Et godt omdømme fra produksjonsstart vil kunne hindre at anlegget må bygges om for å være i tråd med støybegrensninger. Naboer og andre vil da få et negativt inntrykk av anlegget, noe som kanskje vil føre til negativ oppmerksomhet fra nyheter og media.
- 3) For å respektere bokvaliteten til personer i nærmiljøet. Støy, spesielt på nattetid, har gjerne negativ helsekonsekvens for de berørte.

## Støyreduserende tiltak i snøproduksjonsanlegget

Ved å ta strategiske valg rundt produksjonsmetode, utforming av anlegg og støyskjerming vil en kunne påvirke hvor mye støyforurensning anlegget avgir. Nedenfor følger en oversikt over ulike strategiske valg en kan gjøre, både i prosjektering, men også etter at anlegget er satt i drift.

I prosjekteringsfasen kan det være hensiktsmessig å simulere støyen som vil bli sluppet ut fra anlegget. Dette vil gi et støykart og fungere som et beslutningsunderlag når det kommer til valg av leverandører og produksjons- og distribusjonsmetode.

### Valg av produksjonsmetode

I et anlegg er det gjerne viftekanoner og luftkompressorer som har høyest støyverdi. Det er derfor under gitt noen kombinasjoner av produksjonsmetoder hvor støynivå er forsøkt illustrert basert lydnivå. Viftekanoner er sagt å støye mer enn lanser på grunn av viftestøy. Lokal kompressor på produksjonsenhetene støyer mer enn kompressor plassert i et sentralt kompressorhus (dette kan enkelt lydisoleres). Tabell 3 gir en sammenligning av produksjonsmetodene, mens Figur 4 gir en illustrasjon av effektnivåer rundt en enkelt viftekanon.

Tabell 3: Sammenligning av produksjonsmetode og nivå på støy. Høy gir et høyere lydnivå enn lav.

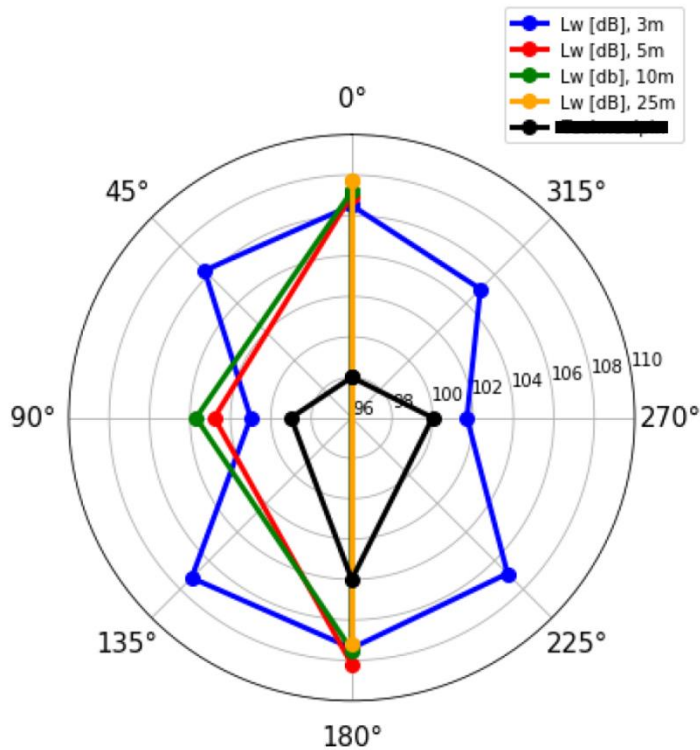
Snøproduksjon	Luftkompressor	Lydnivå	
Lanse	Lokalt på enhet	Lav	Høy
Lanse	Sentralt i kompressorhus	Lav	Lav
Viftekanon	Lokalt på enhet	Høy	Høy
Viftekanon	Sentralt i kompressorhus	Høy	Lav

### Utforming av anlegg

Plassering av snøproduksjonsutstyret vil påvirke hvor mye støyforurensning som emitteres fra anlegget. Flere produksjonsenheter gir høyere støyforurensning. En mulig løsning på dette kan derfor være å ha færre produksjonsenheter i nærheten av støyfølsomme områder, og flere i områder hvor støyforurensning ikke er et problem.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Snø produseres nå ikke i hele anlegget, noe som gjør at snø må flyttes i større grad en tidligere; høyere distribusjonskostnader må da påregnes.

Lydisolering og vinkling av produksjonsutstyr kan ha mye å si for lydnivået. Hvis f.eks. viftekanoner plasseres på riktig side av skiløypa i forhold til bebyggelse vil en kunne få et lavere nivå av støyforurensning. Figur 4 viser hvilke retninger en snøkanon avgir mest støy.



Figur 4: Støysoner rundt en viftekanon: Lydeffektnivå basert på lydmålinger utført i ulike avstander og retninger fra én snøkanon. Hentet fra rapport C-rap-001 Trondheim kommune (Rambøll Norge AS, 2022).

## Støyskjerming

Skjermer, busker, trær o.l. absorberer støy. Asfalt og betong reflekter støy bra. I Holmenkollen er blant annet snøhauger brukt til å dempe lyden fra snøproduksjonsutstyr – og når nok snø er produsert, doseres snøhaugen ut i løypa. Lokale tiltak som støyvegger og skjerming vil fungere som støyreducerende tiltak, men dette kan bli kostbart. Ting å tenke på når det kommer til støyskjerming er blant annet estetisk fremtoning, drenering, nytte av støydemping, vedlikehold, sikkerhet og miljø (U.S. Department of Transportation, 2023).

Det første tiltaket for støyskjerming med støydempende vegg stammer fra USA og ble bygd i 1960. Støyskjerming hadde allerede vært på agendaen til en forskningsgruppe i 1950 som så på å redusere støy fra en motorvei, men ble først realisert i 1960 (Wagner, 2023). Av alternativer for støyskjerming har vi blant annet:

**Jordvoll** er masse som blir samlet i en haug og skal fungere som støyskjermende tiltak. Ved bygging av et anlegg kan en ha overskuddsmasse; denne kan benyttes som en jordvoll for å reflektere og dermed redusere støy i støyfølsomme områder (U.S. Department of Transportation, 2023).

**Støydempende vegg** er en vegg laget av f.eks. tre, plast, metall, betong eller et annet materiale som skal fungere som en reflektor av støy. Desto høyere veggen er, desto mindre støy vil bli sendt til støyfølsomme områder. Dette følger av diffraksjon.<sup>8</sup> Tykkelsen på veggen vil ha innvirkning på hvor mye støy som passerer gjennom veggen (U.S. Department of Transportation, 2023).

**Vegetasjon** reduserer støy og nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy oppgir en reduksjon i lydnivå på 3–6 dB ved tett vegetasjon på mer enn 50 meter mellom støykilde og mottaker (Statens Vegvesen, 1996).

---

<sup>8</sup> Diffraksjon ved støyskjermene vegg er når lyden tar en annen bane etter å ha passert toppunktet på veggen. En mengde av lyden vil bli sendt i skyggesiden av veggen uavhengig av hvor høy veggen er (Wagner, 2023). Les om diffraksjon på [snl.no/diffraksjon](https://snl.no/diffraksjon).



## Referanser

- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2023, August 7). *Noise - Basic Information*. Retrieved from [https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/noise/noise\\_basic.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise/noise_basic.html)
- Folkehelseinstituttet. (2023, August 9). *Støy, helseplager og hørselstap i Norge*. Retrieved from Folkehelse rapporten: <https://www.fhi.no/he/folkehelse rapporten/miljo/stoy/?term=>
- Fuhrmann, H. (1996). *Basisschnee: Einführung in Nivologie*. Salzburg: Salzburg : VSI.
- Gjestland, T. (2023, August 9). *Støy*. Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/st%C3%B8y>
- Rambøll Norge AS. (2021). *Granåsen - Langtidsmåling av støy fra snøproduksjon*. Trondheim: Rambøll Norge AS.
- Rambøll Norge AS. (2022). *Granåsen - Beregning av støy fra snøkanoner og lanser*. Trondheim: Rambøll Norge AS.
- Rambøll Norge AS. (2022). *Granåsen - Vurdering av støy fra tråkkemaskiner*. Trondheim: Rambøll Norge AS.
- Statens Vegvesen. (1996). *Nordisk beregningsmetode for veitrafikkstøy*. Oslo: Vegdirektoratet.
- U.S. Department of Transportation. (2023, August 9). *Noise Barrier Design Handbook*. Retrieved from Federal Highway Administration: [https://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise\\_barriers/design\\_construction/design/design04.cfm](https://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise_barriers/design_construction/design/design04.cfm)
- Wagner, K. (2023, August 9). *Building the Wall: Highway Sound Barriers and the Evolution of Noise* . Retrieved from 99% Invisible: <https://99percentinvisible.org/article/building-wall-highway-sound-barriers-evolution-noise/>
- Wolfspurger, F., Ryhner, H., & Schneebeli, M. (2019). *Slope preparation and grooming. A handbook for practitioners*. Davos: WSL - Institute of Snow and Avalance Research SLF.