



SINTEF

Prosjektnotat

SINTEF Digital
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Hørselsskaderisiko ved eksponering til støy fra F-35

VERSJON
1.0

DATO
2022-12-06

FORFATTER(E)
Truls Gjestland
Tron Vedul Tronstad
Idar L N Granøien
Odd K Pettersen

OPPDRAGSGIVER(E)
Forsvarsbygg

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
Prosjekt 100816
Sturla Johnsen

PROSJEKTNUMMER
102002427-9

ANTALL SIDER:
10

Sammendrag

Notatet gir en nærmere utdypning av den tidligere foreslåtte grensen for eksponering til støy fra kampflyet F-35 som skal gi rimelig sikkerhet mot støyinduserte hørselsskader. Det konkluderes med at grensen på L_{pASmax} 115 dB og maks stigerate på 60 dB/s gir en god margin mot skaderisiko for de aller fleste. Også personer som mangler beskyttelse i form av stapediusrefleksen vil være sikret mot skade.

Det konkluderes videre med at en økning av maksnivået til L_{pASmax} 120 dB bare vil gi en marginal økning i skaderisikoen.

For å sikre at Arbeidstilsynets krav på L_{pCpeak} 130 dB blir overholdt må eksponeringsnivået ikke overskride L_{pASmax} 110 dB. Peak-kravet anses lite relevant for denne typen støy, men kravet innebærer at alt personell bør bruke hørselsvern ved opphold på flysiden.

UTARBEIDET AV
Truls Gjestland

SIGNATUR

GODKJENT AV
Erik Swendgaard

SIGNATUR

PROSJEKTNOTAT
Nr 1

GRADERING
Fortrolig

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001



SINTEF

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
1.0	2022-11-25	Nytt dokument



SINTEF er blitt bedt av Forsvarsbygg om å gi en vurdering av mulig skaderisiko ved eksponering til støy fra de nye kampflyene, F-35. Forsvarsbygg har stilt fire konkrete spørsmål som er forsøkt besvart med henvisning til tilgjengelig litteratur.

Spørsmål 1:

Hvor trygg er Forsvarsbygg for at den angitte grensen for flystøy, $L_{p,ASmaks}$ 115 dB, er tilstrekkelig å unngå varig hørselskade?

Krog et al. (2011) utarbeidet en rapport for Forsvarsbygg der ulike helsevirkninger på grunn av støy fra jagerfly ble beskrevet og vurdert. De viste blant annet til en NOU om Forsvarets områder for lavflyging. Der heter det: *Eksponering for relativt kortvarige lyder kan gi en skade uavhengig av hyppighet og varighet hvis det maksimale lydnivået overskrider 115 – 120 dBA. Impulsllyder som varer i brøkdeler av ett sekund kan gi skade hvis toppverdien overskrider 130 - 140 dBC peak. Enkelte mennesker kan få sin hørsel skadet ved lavere nivåer.* (NOU 2001:15). Det sies ikke noe om tidskonstanten for lydnivået, men det vises til en del rapporter om militær lavtflyving der det vanligvis benyttes tidskonstant "slow". I NOU-en konkluderes det slik: *Dersom overflyging kun skjer sporadisk og ingen blir utsatt for hyppig gjentagne overflyginger ved lav høyde og maksimumsnivåer over 115 dBA, anses muligheten for permanent hørselstap som minimal.* I sin rapport konkluderte Krog et al. *Eksponering for relativt kortvarige lyder kan gi en skade uavhengig av hyppighet og varighet hvis det maksimale lydnivået overskrider $L_{Amax} = 115-120$ dB.*

Folkhälsomyndigheten i Sverige har gitt anbefaling om eksponering til høye lydnivå (Folkhälsomyndigheten 2014). Publikasjonen har ikke bindende regler, men inneholder såkalte «allmänna råd». Her anbefales en grense på $L_{pA,Fmax}$ 110 dB i lokaler der både barn og voksne har adgang. Hvis barn under 13 år ikke har adgang, anbefales en grense 5 dB høyere. Vi har ikke funnet indikasjoner på at barn er mer mottakelig for støyindusert hørselsskade enn voksne. Den lavere grensen er antakelig et uttrykk for et ønske om en enda større sikkerhetsmargin. Den svenske anbefalingen gjelder for lokaler og plasser (inne og ute) «der hög musik spelas, t.ex. diskotek, konsert- och träningslokaler». Vi må derfor kunne anta at anbefalingen i første rekke gjelder for relativt hyppig eksponering og ikke for tilfældige, enkeltstående hendelser.

SINTEF har tidligere gjort en vurdering av risiko for hørselsskade ved eksponering til støy fra F-35. Dette spørsmålet er behandlet i prosjektnotat 2020-02-05 «Risiko for hørselsskade som følge av støy fra F-35 ved avgang». Notatet konkluderte med at en grenseverdi på $L_{p,ASmaks}$ 115 dB ved avgang gir en god margin i forhold til denne risikoen. Det er også krav til stigeraten for støysignalet. Denne konklusjonen var basert på observasjoner fra Tyskland og publisert av tyske miljømyndigheter (Spreng & Emmert, 1988) (Ising *et al.* 1990). En tilsvarende grense er anbefalt av tyske miljømyndigheter i en publikasjon fra 2000 (Ortscheid & Wende, 2000). Denne anbefalingen fra tyske Umweltbundesamt refererer til støy fra militær lavtflygingsaktivitet som vi anser sammenliknbar med avgangsstøy fra F-35. Anbefalingen sier at for å unngå akutt hørselsskade ved 'enkeltstående, sjeldne' eksponeringer må støynivået (ved øret) ikke overstige $L_{p,ASmaks}$ 115 dB, og samtidig må stigeraten til støysignalet ikke overskride 60 dB/sek. Stigeraten ved avgang vil være betydelig lavere. Vi har ikke kjennskap til nyere forskning som har konkludert med lavere grenser.

Kravet til begrenset stigerate for signalet er tatt med på grunn av den såkalte stapediusrefleksen. En liten muskel i mellomøret, stapediusmuskelen, blir aktivert ved høye lydnivå slik at lydoverføringen fra



trommehinnen til indreøret dempes. Dempingen er frekvensavhengig, størst for lave frekvenser, og i størrelseordenen 15-35 dB. Stapediusrefleksen sørger altså for en viss beskyttelse av hørselen mot høye lydnivå. Aktiveringen skjer imidlertid ikke momentant. Hvis lydnivå stiger svært raskt, rekker ikke muskelen å bli aktivert, og den ekstra dempingen uteblir.

Det har vært påpekt at en del mennesker mangler denne stapediusrefleksen. Det kan f.eks. skyldes genetiske forhold, tidligere hørselsskade, bruk av spesielle medisiner, eller andre forhold. Disse vil derfor ikke ha samme beskyttelse ved den foreslåtte maksimums eksponeringsgrensen. Grensen er imidlertid funnet ved å studere responsen i store befolkningsgrupper som hadde vært eksponert for høye støynivå. Man må kunne anta at også i disse gruppene var det personer med manglende stapediusrefleks.

Den samme anbefalingen fra tyske Umweltbundesamt sier at ved eksponering til overflyving med hyppigere frekvens og med stigerater høyere enn 60 dB/s må nivået ikke overskride $L_{p,ASmaks}$ 105 dB. Beregning av støy ved lavt-flyving over Evenes viser at man ikke kommer i nærheten av slike stigerater for signalet. Grensen på $L_{p,ASmaks}$ 105 dB er derfor ikke relevant for Evenes.

Mulighetene for at tredjeperson skulle kunne utsettes for hørselsskadelig støy fra F-35 ble aktualisert ved utbygging av kampflybasen på Ørland. Der viste det seg at store områder utenfor selve basen kunne få svært høye støynivå ved avgang. Dette var områder som skulle være åpent tilgjengelig for publikum. Det var altså snakk om mulig sporadisk eksponering for personer som tilfeldigvis befant seg innenfor disse støysonene.

Den tyske anbefalingen benytter uttrykket 'enkelstående og sjeldne' eksponeringer uten å definere dette nærmere. På Evenes kan det være snakk om 300-350 avganger pr år med F-35. Normalt vil det være to fly som opererer sammen slik at det i snitt vil være aktivitet bare annenhver dag.

Ved sporadisk eksponering til avgangsstøy fra F-35 vil en grense på $L_{p,ASmaks}$ 115 dB gi en god sikkerhet mot varig hørselsskade.

Spørsmål 2:

Hvilken risiko er det for varig hørselsskade ved eksponering ved høyere maksimumsnivå, for eksempel 120 dB? Kan dere sin noe mer om dette?

Det er svært utfordrende å forske på hvilken skade eksponering til ulike stoffer eller påvirkninger kan medføre for mennesker. Av etiske grunner kan man ikke bevisst utsette mennesker for stimuli som kan være potensielt skadelig. I noen sammenhenger kan man gjøre forsøk med dyr (selv om det også kan være etisk betenkelig) og så overføre resultatene til mennesker, men man må som oftest nøye seg med å bare konstatere hvilke stimuli som erfaringsmessig ikke har medført noen skade.

Enkelte ganger kan man studere virkningen av en utilsiktet stimulering. I forbindelse med hørselsskade har man tilfeller hvor en person har vært utsatt for en eksplosjon eller liknende og blitt eksponert til støynivå som langt overskrider antatt sikre grenser. Det er imidlertid en kjent sak at det er store individuelle forskjeller når det gjelder følsomhet for støy, så det er vanskelig å trekke generelle konklusjoner ut fra enkeltstående skadetilfeller.



Tidligere hadde man et noe annet syn på å utføre eksponeringsforsøk som kunne medføre permanent helseskade. Det finnes derfor en del erfaringsmateriale, spesielt innen militære. Nixon *et al.* (1993) har rapportert laboratorieforsøk der personer ble eksponert til opptak av overflyvingsstøy. Deres konklusjon var at nivå opptil $L_{p,ASmaks}$ 130 dB (midlingstiden var ikke angitt) medførte svært liten risiko for hørsesskade. Wu *et al.* (1989) har observert virkningen av eksponering til avgangsstøy ved å studere forekomsten av temporært terskelskift, TTS. Det er vanlig antatt at forekomst av temporært terskelskift, TTS gir en økt risiko for å utvikle permanent terskelskift, PTS. Wu *et al.* konkluderte med at støytopper opptil $L_{p,ASmaks}$ 128 dB ga minimal risiko for permanent skade.

Det kan bemerkes at man i den senere tid også er blitt mer tilbakeholdene med å gjennomføre forsøk som fremkaller TTS. Selv om virkningen av støyeksponeringen tilsynelatende forsvinner etter noe tid, er man ikke sikker på om det likevel kan være noen form for skjult skade som man ikke umiddelbart vil oppdage («hidden hearing loss»). Dette kompliserer ytterligere mulighetene til å fastlegge grensene for sikker støyeksponering.

Den anbefalte grensen for eksponering til støy fra militær flyaktivitet med minimal risiko for permanent hørselsskade, $L_{p,ASmaks}$ 115 dB, er funnet ved å se på større befolkningsgrupper i områder der det har forekommet regelmessig lavtflyvingsaktivitet og å sammenlikne hørselshelsen for grupper med ulik eksponering. Grensen er fastsatt med «god margin» med hensyn på skaderisiko (engelsk: adequate margin of safety).

Man sammenliknet to grupper hvorav den ene hadde vært eksponert til maksimumsnivå opptil 115-116 dB og den andre maksimumsnivå opptil 125 dB. Man så på forekomst av støyindusert hørselstap blant skolestartere, altså barn i 5-6 års alderen. Disse unge ble valgt for å unngå personer som var blitt støyskadet i yrkessammenheng. I gruppen med lavest eksponeringsnivå fant man ingen støyskader, mens i den andre gruppen var det omkring 4 % som hadde symptomer på klare støyinduserte hørselstap. Ut fra disse observasjonene valgte man $L_{p,ASmaks}$ 115 dB som sikker grense.

Det er påvist at omkring 5 - 15 % av en normalbefolkning har manglende stapediusrefleks ved eksponering til rentoner opp til 105 dB (Flamme *et al.* 2017) (McGregor *et al.* 2018). Forutsatt at dette har gyldighet for støy fra jagerfly med høyere nivå, kan man anta at de skadetilfellene man fant i gruppen som var eksponert til maksnivå på 125 dB, tilhørte nettopp disse med defekt stapediusrefleks. Dersom det er tilfelle, vil en maksgrense på $L_{p,ASmaks}$ 115 dB innebære en sikkerhetsmargin på minst 10 dB for en normalthørende.

Når eksponeringsnivået øker ut over den valgte maksgrensen, vil sikkerhetsmarginen avta, men det er naturligvis ikke slik at det umiddelbart inntreffer en stor skade. En skade inntreffer gradvis, og det finnes ingen fast terskel for «skade»/«ikke skade».



SINTEF har tidligere foreslått at man benytter samme eksponeringsgrense som anbefalt av tyske miljømyndigheter, nemlig $L_{p,ASmaks}$ 115 dB. Ut fra foreliggende opplysninger kan man fastslå at denne grensen har «god margin» for mulig skaderisiko.

Økningen i skaderisiko fra 115 dB til 120 dB vil være helt marginal, men det finnes ikke data som kan gradere skaderisikoen.

Spørsmål 3:

FD har besluttet at ROS analysen også skal omfatte arbeidstakere på flysiden. Dette inkluderer også bl.a. piloter, kabinpersonalet og handlingsansatte. Her er det ulike regelverk for de berørte, ettersom reguleringsplanen viser til $L_{p,ASmaks}$ 115 db, mens arbeidsmiljøloven med forskrift viser $L_{p,C, peak}$ 130 dB. Hvilke konsekvenser har det å legge til grunn toppverdi av lydtryknivå $L_{p,C,peak}$ 130 dB vs. $L_{p,ASmaks}$ 115 dB? Er det sammenheng i faregrunnlag for varig hørselskade ved $L_{p,C,peak}$ 130 dB og $L_{p,ASmaks}$ 115 dB? Kan dere si noe mer om $L_{p,C,Peak}$ 130 dB er relevant for flystøy?

I den siterte publikasjonen fra det tyske Umweltbundesamt (Ortscheid & Wende, 2000), er støy fra militær flyaktivitet vurdert spesielt i forhold til personer som har arbeid på eller ved en flystasjon og derfor regelmessig risikerer eksponering til høye støynivå med spesielt høye stigerater, > 60 dB/sek. For slike tilfeller anbefales en grense på $L_{p,AS,max}$ 105 dB.

I de tidligere norske bestemmelsene om støy på arbeidsplassen var kravet til maksimalnivå definert som $L_{p,AF,max}$ 110 dB (Arbeidstilsynet, 1982). I de nyeste bestemmelsene er grensen nå endret til $L_{p,C,peak}$ 130 dB (Arbeidstilsynet).

Grunnen til at man tidligere benyttet A-veiing og tidskonstant «fast» var først og fremst hensynet til måleinstrumentet. A-filter og tidskonstant «fast» var i praksis det eneste som var allment tilgjengelig. Det var først etter at det ble vanlig med digitale måleinstrumenter at det var mulig å måle peak-verdier. I en overgangsfase tillot man imidlertid fortsatt at kravet $L_{p,AF,max}$ 110 dB ble benyttet. Vi må derfor kunne gå ut fra at dette kravet er minst like strengt som $L_{p,C,peak}$ 130 dB.

De tyske anbefalingene fra Umweltbundesamt setter grensen for maksimalnivå $L_{p,AS,max}$ 105 dB i arbeidsmiljøsammenheng. Her må man merke seg de ulike midlingstidene. I flystøysammenheng er det vanlig å benytte lang integrasjonstid, altså tidskonstant «slow», mens i de fleste andre sammenhenger benyttes tidskonstant «fast». Det tyske kravet $L_{p,AS,max}$ 105 dB («slow») må sammenliknes med Arbeidstilsynets krav på $L_{p,AF,max}$ 110 dB («fast»). Et maksimalnivå målt med tidskonstant «slow» vil alltid være mindre eller lik nivået målt med tidskonstant «fast». Forskjellen mellom de to verdiene vil være kildeavhengig. Spreng (2003) har oppgitt verdier mellom 1,3 dB og 3 dB for militær lufttrafikk. SINTEF har gjort egne målinger på Ørland og funnet forskjeller mellom 1,3 dB og 4,7dB for avgangstøy fra F-35. Når det i regelverket er brukt en differanse på 5 dB, henger det antakelig sammen med at slike grenseverdier gjerne oppgis i 5 dB trinn.

Et krav til maksimalt tillatt nivå for flystøy på $L_{p,AS,max}$ 105 dB i arbeidsmiljøsammenheng er litt strengere enn det tidligere kravet til Arbeidstilsynet på $L_{p,AF,max}$ 110 dB som igjen skal være sammenliknbart med det



nye kravet på $L_{p,C,peak}$ 130 dB. Det må imidlertid presiseres at kravet på $L_{p,AS,max}$ 105 dB gjelder for signal med spesielt høy stigerate.

En gjennomgang av relevant litteratur viser at det er vanskelig å fastlegge kravet til peaknivå med stor grad av nøyaktighet. Det finnes lite erfaringsmateriale, og etiske hensyn begrenser hva som kan gjøres av forsøk.

I et udatert notat fra Folkehelseinstituttet som er utarbeidet for Avinor: *Hørselsskadelig støy fra jagerfly*, blir det kunnskapsbaserte grunnlaget for å fastlegge grenseverdier diskutert. FHI mener at støy fra jagerfly må kunne anses som kontinuerlig lyd, og at en vurdering av støyens peakverdi derfor er mindre egnet. FHI viser til bestemmelsene i Arbeidsmiljøloven om en grense på $L_{C,peak}$ 130 dB. De hevder at: *selv om grensen for toppnivå er tiltenkt impulslyder gjelder den også som grense for kortvarige kontinuerlige lyder, men den er ikke ideell i slik henseende (vår understrekning)*.

Verdens helseorganisasjon, WHO, publiserte en rapport i 2000, *Guidelines for community noise*, der de oppgir "guideline values" for en rekke støysituasjoner. For impulsstøy fra leker, fyrverkeri og skytevåpen anbefales en grense på $L_{AF,max}$ 140 dB (for voksne) og 120 dB (for barn) for å unngå skade på hørselen (WHO, 2000).

Verdens helseorganisasjon kom med oppdaterte støyretningslinjer i 2018, *Environmental Noise guidelines for the European Region*. (Rapporten er publisert av Europakontoret til WHO og har ikke fått tilslutning fra de andre regionkontorene). I denne rapporten er det en betinget anbefaling om å følge retningslinjene fra 2000 når det gjelder enkeltstøyhendelser og impulslyder (WHO, 2018).

I et EU-direktiv fra 2003 anbefales en grense på $L_{C,peak}$ 135 dB for å unngå hørselsskader i arbeidsmiljø sammenheng (EU Directive 2003/10/EC).

Helsedirektoratet har utarbeidet en veileder for å forebygge hørselsskader hos publikum og ansatte ved konserter, festivaler, diskotek o.l. (Helsedirektoratet, 2011). Her anbefales en grense $L_{C,peak}$ 130 dB. Vi må kunne anta at denne grensen gjelder for relativt hyppige hendelser.

Arbeidsmiljøloven setter en lovpålagt grense på $L_{C,peak}$ 130 dB. Det er ikke tatt noe forbehold om at denne grensen bare gjelder for impulsaktig støy.

Hvis man tar i betraktning at det normalt er 15-20 dB forskjell mellom størrelsene $L_{A,fast}$ og $L_{C,peak}$, ser man at det er et ganske stort sprik mellom disse anbefalingene. Det skyldes nok at dels er det etisk umulig å fastlegge grensene mer eksakt, og dels at man har lagt inn ulike sikkerhetsmarginer i de anbefalte grensene.

SINTEF har gjort egne opptak av avgangsstøy fra F-35 på Ørland. Opptakene ble gjort for enden av rullebanen i varierende avstand ut til siden. Vi har analysert opptak av 5 avganger. Opptakene ble analysert med A- og C-filter og ulike tidskonstanter. Resultat for de målingene som lå nærmest grenseverdien i Arbeidsmiljøloven $L_{p,C,peak}$ 130 dB, er vist i nedenstående tabell.



F-35 avgang. Maksimum lydnivå [dB]

avgang	avstand	A slow	A fast	A imp	A peak	C slow	C fast	C imp	C peak
1	175	115.8	118.4	119.3	132.2	122.0	123.8	124.8	134.8
1	376	110.2	111.9	112.6	125.8	116.1	117.9	118.9	128.3
2	175	116.0	118.3	119.2	132.8	121.9	124.3	124.9	134.3
2	376	109.7	112.1	112.5	125.8	115.6	117.4	118.1	127.8
3	174	113.6	115.3	116.4	130.7	120.6	122.7	123.6	133.2
3	375	107.4	109.3	110.2	123.8	114.1	116.1	117.6	126.6
4	178	118.1	120.2	121.3	135.1	122.2	124.4	125.2	137.0
4	377	109.5	114.0	116.1	128.9	114.2	116.7	118.3	130.1
5	175	117.9	120.3	121.6	137.6	122.1	124.4	125.5	137.1
5	376	109.5	113.4	115.1	129.1	115.5	117.3	118.4	129.0

Med en streng tolkning av Arbeidsmiljøloven, det vil si at kravet til peak-verdi gjelder ubetinget, ser vi av målingene at med $L_{pAS,max} < 110$ dB vil kravet $L_{pC,peak} < 130$ dB i praksis være oppfylt. Denne grensen gjelder altså for situasjoner der personer som omfattes av arbeidsmiljøloven kan bli jevnlig eksponert til høye avgangsnivå. Det er 5 dB høyere enn den tyske anbefalingen, men det kan forsvares ut fra den relativt lave stigeraten vi har for støy ved avgang. Folkehelseinstituttet mener imidlertid at impulskravet er lite relevant for denne typen støy.

Dersom man legger eksponeringsgrensen på $L_{pAS,max} < 115$ dB vil man fortsatt ligge under kravet i EU-direktivet $L_{pC,peak} < 135$ dB.

Hørselen kan skades på to prinsipielt forskjellige måter, enten ved langvarig eksponering til høye nivå, eller ved akutt eksponering til høye impulsaktige lyder. Arbeidsmiljøloven stiller derfor krav både til ekvivalentnivå, $L_{p,A,8h}$ og $L_{p,C,peak}$.

Skader på grunn av overskridelse av ekvivalentnivåkravet oppstår etter mange års eksponering, mens skader ved overskridelse av peak-nivåkravet opptrer momentant (Fleischer et al. 2008). Kravet til maksimalnivå gjelder i første rekke impulslyd.

For personell på flyplassen og andre som jevnlig blir eksponert til flystøy i yrkessammenheng, setter Arbeidsmiljøloven en grense på $L_{p,C,peak}$ 130 dB. Folkehelseinstituttet mener dette kravet er lite relevant for denne type støy. En eksponeringsgrense på $L_{p,AS,max}$ 110 dB vil sikre at denne grensen ikke overskrides. Personell på flysiden bør derfor alltid benytte hørselsvern.



Spørsmål 4:

Kan dere også si noe om lydnivåer på Evenes ved T & G og low pass flyvning?

Det er gjort beregninger av maksnivå ved avgang som viser at grensene på henholdsvis $L_{p,AS,max}$ 115 dB og $L_{p,AS,max}$ 110 dB vil bli overskredet på deler av området rundt terminalen. Det samme vil være tilfelle for touch-and-go der selve flyvingen minner om en avgang, men med noe mindre pådrag. Arealene som får støynivå over de aktuelle grensene, blir altså noe mindre.

Vi har innhentet opplysninger og hvordan low-pass overflyving kan praktiseres. Den mest støyende er beregnet ved overflyving i 500 knop og 200 ft høyde over rullebanen. Resultatene viser at maksimalnivået ikke går over $L_{p,AS,max}$ 100 dB og stigeraten for signalet i et punkt 120 m ut til siden for rullebanen vil være omkring 40 dB/sek. Ved lavere hastigheter vil også motorpådrag være lavere som gir mindre utstrålt støy. Slik overflyving vil altså ikke medføre noen spesiell hørselsskaderisiko.

Low-pass overflyving vil ikke medføre noen spesiell hørselsskaderisiko for hverken publikum eller ansatte ved flyplassen. Støy i forbindelse med touch-and-go er sammenlignbar med avganger.

Referanser

Arbeidstilsynet (1982) **Støy på arbeidsplassen. Forskrifter med kommentarer.**

<https://www.nb.no/items/914c829a0baed0900d5d408577f4180f?page=0&searchText=oaiid:%22oai:nb.bisys.no:999211153694702202%22>

Arbeidstilsynet **Støy. § 2-2 Grenseverdier for støy.**

<https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-tiltaks--og-grenseverdier/2/2-2/>

EU Directive 2003/10/EC **Minimum health and safety requirements regarding exposure of workers**

Flamme, G. A.; Deiters, K. K.; Tasko, S. M.; Ahroon, W. A. (2017); **National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2012**, Int J of Audiology, vol 56,

<https://doi.org/10.1080/14992027.2016.1257164>

McGregor, K. D.; Flamme, G. A.; Deiters, K. K.; Tasko, S. M.; Ahroon, W. A.; Theman, C. L.; Murphy, W. J. (2018); **Acoustic Reflexes are Common but Not Pervasive: Evidence Using a Diagnostic Middle Ear Analyzer**, Int J of Audiology, vol 57,

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6719315/>

Fleischer, G.; Müller, R. (2008) **Acoustics versus insight: Strategies against noise-induced auditory damages**, 9th IC BEN Congress, Foxwood, CT, USA http://www.icben.org/2008/PDFs/Fleischer_Mueller.pdf

Folkehelseinstituttet (udatert) **Hørselsskadelig støy fra jagerfly**, utarbeidet på oppdrag fra Avinor.



Folkhälsomyndighetens författningssamling (2014) **Folkhälsomyndighetens allmänna råd om höga ljudnivåer**, Publikasjon FoHMFS 2014:15,
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/af078ffb8b8c41e5ad7c35de0e20420d/fohmfs-2014-15.pdf>

Helsedirektoratet. (2011). Musikkannlegg og helse. Veileder til arrangører og kommuner (IS-0327).
<https://www.helsedirektoratet.no/veiledere/musikkannlegg-og-helse>

Ising, H., Rebentisch, E., Poustka, F., Curio, I (1990) **Annoyance and health risk caused by military low-altitude flight noise**, International Archives of Occupational and Environmental Health, 62: 357.
<https://doi.org/10.1007/BF00381365>. Springer Verlag 1990

Krog, N.H., Schwarze, P., Engdal, B., Aasvang, G-M. (2011) Virkninger av støy fra jagerfly på befolkningen nær militære flyplasser. Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo
<https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2011/virkninger-av-stoy-fra-jagerfly-pa-befolkningen-nar-militare-flyplasser-pdf.pdf>

Lärmmedizinisches Gutachten C8; Verlängerung der Start-/Landebahn des Flughafens Frankfurt-Hahn. ULR:
<http://www.hahnplus.de> (März 2004)

Nixon, C. W.; West, D. W.; Allen, N.E. (1993), **Human auditory response to aircraft flyover noise**, 6th ICBCN Congress, Nice, France

NOU 2001:15 Norges offentlige utredninger: **Forsvarets områder for lavflyging**

Ortscheid, J.: Wende, H. (2000), **Fluglärmwirkungen**, Umweltbundesamt, Berlin Tyskland
http://www.gesundheitsfoerdernde-hochschulen.de/Inhalte/G_Themen/G13_Laerm/UBA_2000.pdf

Spreng, M.L.S.; Emmert, B. (1988): **Mögliche Gehörschäden durch Tieffluglärm**, Forschungsbericht 10501213/04, Umweltbundesamt, Berlin, Tyskland

Spreng, M.L.S. (2003), **Lärmmedizinisches Gutachten C8; Verlängerung der Start-/Landebahn des Flughafens Frankfurt-Hahn**. <http://www.hahnplus.de>

WHO (2000) **Guidelines for Community Noise**, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

WHO (2018) **Environmental noise guidelines for the European Region**,
doi:http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1

Wu, Y. X., Liu, X. L., Wang, B. G., & Wang, X. Y. (1989): **Aircraft noise-induced temporary threshold shift**. Aviation, Space and Environmental Medicine 60, 268-270.