

FORSVARSBYGG

NAWSARH EBA RYGGE

LYDTEKNISKE FORHOLD

ADRESSE COWI AS
 Karvesvingen 2
 Postboks 6412 Etterstad
 0605 Oslo
 TLF +47 02694
 WWW cowi.no

INNHold

1	Innledning	2
2	Forskrifter og grenseverdier	2
3	Luftlydisolasjon og trinnlydnivå	3
3.1	Dekkekonstruksjoner	6
3.2	Skillevegger og dører	8
3.3	Hangarer	8
3.4	Møterom med behov for økt skjerming	9
3.5	Skilleflate mellom OPS og Briefing/NAV	10
3.6	Treningsrom	10
3.7	Overnattingsrom	10
3.8	Garasje legebil	11
3.9	Tekniske rom	11
3.10	Toalett og garderober	11
4	Romakustikk	12
4.1	Grenseverdier	12
4.2	Generelt	13
4.3	Prinsippløsninger	13
5	Støy fra tekniske installasjoner	13
5.1	Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	13
5.2	Lydnivå utenfor vinduer	15
6	Lydnivå fra utendørs lydkilder	16
6.1	Grenseverdier og grunnlag	16

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.
A054651	NOT001

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
01	15.02.20187	Lydrapport Rygge Tilbudsgrunnlag	Karoline Rasmussen	Daniela Toledo Helboe	Daniela Toledo Helboe

6.2	Beregningsmetode	17
6.3	Underlag mottatt fra SINTEF	17
6.4	Sikkerhetsmarginer	18
6.5	Fasadeveggkonstruksjon og lydkrav til vinduer	18
7	Støy på arbeidsplassen	19
7.1	Forskrift om tiltaks- og grenseverdier	19
7.2	Tiltaksverdier	19
7.3	Grenseverdier for støy	19
7.4	Støydemping i hangarer	19
8	Vedlegg 1 – Definisjoner	20

1 Innledning

Dette premissnotatet tar for seg aktuelle krav til rom- og bygningsakustikk, støy fra tekniske installasjoner og utendørs lydkilder, støy på arbeidsplasser og vibrasjoner. Bygningsmessige løsninger som tilfredsstillende kravene må vurderes av totalentreprenør i detaljprosjektfase.

2 Forskrifter og grenseverdier

I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" er det gitt funksjonskrav med hensyn til tilfredsstillende lydforhold i bygninger. Veiledning til forskriften (VTEK10) viser til Norsk Standard NS 8175:2012 "Lydforhold i bygninger – Lydklassifisering av ulike bygningstyper" for tallfestet grenseverdier.

I NS 8175:2012 er det gitt grenseverdier for lydklasse A til D for ulike bygningstyper, hvor klasse A gir de beste lydforholdene og klasse D de dårligste. VTEK10 spesifiserer at myndighetens minstekrav til bygninger oppfylles ved å legge grenseverdier for klasse C til grunn.

I VTEK10 spesifiseres det at lydforhold i bygninger/bruksområder som ikke dekkes av NS8175 skal være tilfredsstillende for bygningens/brukerområdets funksjon. Dette må vurderes og defineres på bakgrunn av ulike brukerforutsetninger.

Grenseverdier for lydklasse C i henhold til NS 8175:2012 for de aktuelle bruksområdene er gjengitt i etterfølgende kapitler. Det suppleres med anbefalte grenseverdier der standardens krav ikke er tilpasset bruksområdet.

For eksponering for støy på arbeidsplasser gjelder grenseverdier fra FOR-2011-12-06-1358 (Forskrift om tiltaks- og grenseverdier), kapittel 2. Disse bør følges i hangarer og er gitt i eget kapittel om støy på arbeidsplassen.

Krav om vibrasjoner, jf. TEK10 §13-6, er gitt i eget avsnitt om trimrom.

3 Luftlydisolasjon og trinnlydnivå

Krav til luftlydisolasjon og trinnlydnivå for aktuelle bruksområder i henhold til NS 8175 er gjengitt i henholdsvis Tabell 1 og Tabell 2.

Tabell 1 - Laveste grenseverdier for veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w , for aktuelle bruksområder etter NS8175:2012 klasse C

Type brukerområde	Kommentar	Klasse C R'_w dB
Mellom kontorer Mellom kontorer og fellesarealer (fellesgang, korridor) uten dørforbindelse		37
Mellom vanlige kontorer som foran, og fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad 1)		24
Mellom møterom og andre rom/korridor uten dørforbindelse	Også aktuelt for kontorlandskap, Briefing/NAV, OPS og oppholdsrom/kjøkken i 2.etasje	44
Mellom møterom og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad 2)	Også aktuelt for kontorlandskap, Briefing/NAV, OPS og oppholdsrom/kjøkken i 2.etasje	34
Mellom samtalerom o.l. kontorer med behov for økt skjerming og andre rom, samt møterom med videokonferanse uten dørforbindelse	Også aktuelt for TV-stue	48
Mellom rom som foran, med behov for økt lydskjerming og korridor med dørforbindelse (se merknad 3)	Også aktuelt for TV-stue	34
Mellom gjesterom Mellom gjesterom og fellesareal/kommunikasjonsvei, som felles oppholdsrom, korridor, trapperom, trapp o.l. uten dørforbindelse	Også aktuell for overnattingsrom, men krav i prosjektet er strengere enn det som NS 8175 fastsetter - se eget avsnitt om dette	52
Mellom gjesterom og kommunikasjonsvei, som trafikkert fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad 4)	Aktuelt for overnattingsrom	44

Tabell 1 – Forts.

Type brukerområde	Kommentar	Klasse C R'_w dB
Mellom undervisningsrom Mellom undervisningsrom og personalrom/fellesareal/felles oppholdsrom, uten dørforbindelse	Aktuelt for Simulatortrening og møterom 01.037	48
Mellom undervisningsrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad 2)	Aktuelt for Simulatortrening og møterom 01.037	35
Mellom spesialrom som musikkrom, rom for kroppsøving eller andre spesialrom med støyende aktiviteter, og et annet undervisningsrom/personalrom/fellesareal	Aktuelt for treningsrom Aktuelt mellom dokk og arbeidsplasser (OPS, kontorer) og mellom dokk og oppholdsrom (TV-stue, oppholdsrom) Aktuelt for garasje, men se separat avsnitt om denne	60
I spesialrom som foran fra fellesgang / korridor med dørforbindelse (se merknad 5)	Aktuelt for treningsrom Aktuelt mellom dokk og korridor Aktuelt for garasje, men se separat avsnitt om denne	50

- > Merknad 1: For vanlige kontorer i klasse C bør det brukes en dør med $R_w \geq 28$ dB.
- > Merknad 2: For å opprettholde kravet i klasse C bør det brukes en dør med $R_w \geq 33$ dB.
- > Merknad 3: Mellom rom med økt lydskjerming og korridor i klasse C bør det eventuelt brukes to dørblad med $R_w \geq 28$ dB for begge, eventuelt en enkelt dør med $R_w \geq 33$ dB.
- > Merknad 4: For å oppnå samlet lydisolasjon for en vegg med dørforbindelse mellom gjesterom og korridor i klasse C bør det brukes en dør med $R_w \geq 43$ dB. Dersom det er sluseløsning kan det benyttes en dør med $R_w \geq 33$ dB mot korridor og en intern dør med $R_w \geq 28$ dB mot soverom.
- > Merknad 5: For å oppnå lydisolasjon etter grenseverdi i klasse C bør det brukes 2 dører med $R_w \geq 28$ dB, henholdsvis $R_w \geq 33$ dB.

Tabell 2 - Høyeste grenseverdier for trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, for aktuelle bruksområder etter NS8175:2012 klasse C.

Type brukerområde	Kommentar	Klasse C $L'_{n,w}$ dB
Mellom kontorer Mellom et kontor og møterom I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor	Aktuelt for kontorer, møterom, kontorlandskap, lager, verksteder	63
I møterom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor		58
Mellom gjesterom I gjesterom fra fellesareal/kommunikasjonsvei, som felles oppholdsrom, korridor, trapperom, trapp o.l.	Aktuelt for overnattingsrom	58
Mellom to undervisningsrom I undervisningsrom fra fellesareal/felles oppholdsrom	Aktuelt for Simulatortrening fra naborom	63
I undervisningsrom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor/trapperom	Aktuelt for Simulatortrening fra korridor	58
Mellom spesialrom som musikkrom, rom for kroppsøving eller andre spesialrom med støyende aktiviteter I undervisningsrom/personalrom/fellesareal fra spesialrom (som over)	Aktuelt for trimrom Aktuelt for Simulatortrening fra garasje	53
I spesialrom som foran fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse		58

Videre har brukerne behov for økt skjerming utover det som er gitt i NS 8175 for møterom 01.034 og overnattingsrom. Brukerkrav er gitt i Tabell 3 og må legges til grunn i detaljprosjekt.

Tabell 3 - Brukerkrav for laveste veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w .

Type brukerområde	Kommentar	Klasse C R'_w dB
Mellom rom med behov for økt skjerming og andre rom (uansett dørforbindelse)	Aktuelt for møterom 01.034	52
Mellom overnattingsrom/gjesterom, uten dørforbindelse		55

3.1 Dekkekonstruksjoner

3.1.1 Gulv på grunn

Flankeforholdet for vegger og behov for trinnlyddemping er avhengig av tykkelsen til betongplaten. Det anbefales at gulv på grunn løses med tilstrekkelig tykk betongplate for å sikre flankeforholdet for vegger med luftlydisolasjonskrav opp til $R'_w \geq 48$ dB, slik at det kun er behov for slissing av betongplaten ved høyere lydkrav.

For å sikre tilfredsstillende trinnlydnivåer (se verdiene i Tabell 2) vil man måtte vurdere flytende gulv eller trinnlyddempende beleg. Nødvendig trinnlyddemping må beregnes i detaljprosjekt med utgangspunkt i valgt tykkelse til betongplaten. Totalentreprenør må velge en konkret løsning.

I detaljprosjekteringen må det sikres at mekanisk kobling mellom gulv unngås dersom slissing av gulv velges som løsning.

3.1.2 Etasjeskiller mellom 1. og 2. etasje

Generelt

Etasjeskiller mellom 1. og 2. etasje kan vurderes løst med HD320/HD265, endelig løsning velges i detaljprosjekt. I detaljprosjektet må det også vurderes hvorvidt det trengs tiltak for at den endelige løsningen skal tilfredsstillende vertikale luftlydisolasjon for rom med høye krav (f.eks. $R'_w \geq 60$ dB for trimrom).

For å sikre tilfredsstillende trinnlydnivåer (se verdiene i Tabell 2) vil man måtte vurdere flytende gulv eller trinnlyddempende beleg. Nødvendig trinnlyddemping må beregnes i detaljprosjekt. Totalentreprenør må velge en konkret løsning.

Trimrom

Dekke under trimrom skal dimensjoneres slik at det kan tåle vibrasjoner og rytmisk last fra sports- og treningsaktiviteter. I tillegg til at dekket skal tåle belastningen må det være stivt nok til å redusere følbare vibrasjoner i størst mulig grad. Det vises til funksjonskrav fra teknisk forskrift TEK10 §13-6:

«byggverk (...) skal planlegges, prosjekteres og utføres slik at personer sikres tilfredsstillende lyd- og vibrasjonsforhold ut fra forutsatt bruk.»

Det er antatt slag og smell fra f.eks. vektapparater, tredemøller og liknende til gulvet i trimrommet. På grunn av dette anbefales det at man utreder vibrasjonsdempende gulv, som også skal ha formål om å sikre at krav på $R'_w \geq 60$ dB tilfredsstilles vertikalt. Vibrasjonsnivå vurderes etter NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 "Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner". Denne standarden viser til grenseverdier fra ISO 10137:2007 "Bases for design of structures serviceability of buildings and walkways against vibrations".

Valg av løsning må utredes i detaljprosjektet og må sees i sammenheng med beregnet egenfrekvens for dekkekonstruksjonen. Begrensinger i spennvidde koordineres med RIB. Totalentreprenør må i sin detaljprosjektering utføre en dynamisk analyse for trimrommet, ref. Eurokode 1, NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008 "Laster på konstruksjoner - Del 1-1: Allmenne laster - Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger":

«hvis det forventes at det oppstår resonansvirkninger fra synkronisert, rytmisk bevegelse blant folk eller fra dansing eller hopping, bør lastmodell omfatte særskilt dynamisk analyse».

Overnevnt analyse er et krav i prosjektet og må sendes til Byggherre for kontroll.

Det gjøres oppmerksom på at ved stor spennvidde kan det oppstå høye dominerende vibrasjonsnivå ved resonansfrekvenser og sine harmoniske komponenter (komponenter ved 6-10 Hz eller høyere). Det er derfor viktig at det velges en løsning for overgulv som kan dempe lave egenfrekvenser, for eksempel påstøp på stålfjærer.

Tilfredsstillende vibrasjonsnivå ved aktivitet i trimrom må dokumenteres med målinger. Måleresultater må sendes oppdragsgiver.

Takterrasse

Det er planlagt takterrasse over spiserom 01.004 mellom akse 6-9 og O-Q. Med tanke på komfort og mulighet for møter/samlinger er det ønskelig med lavt trinnlydsnivå i rom 01.004 fra takterrassen, det legges også vekt på at det forventes videoutstyr i rommet.

Det er også planlagt takterrasse over kontorlandskap 01.017, Briefing/NAV 01.020, OPS 01.021 mellom akse 1-FF og M-Q. Krav til trinnlydnivå gitt i Tabell 2 må tilfredsstilles.

Løsninger for takterrasse må utarbeides i detaljprosjektfase.

Teknisk rom

Det er planlagt teknisk rom over deler av møterom og kontorer i 1. etasje, ved akse 6-8. Lydisolerende tiltak på dekkekonstruksjoner må dimensjoneres når støynivå i teknisk rom er kjent.

3.2 Skillevegger og dører

Følgende avsnitt viser krav som legges til grunn for de enkelte romtypene på Rygge helikopterbase. Vurdering av hvilke vegger og dørklasser som benyttes for å overholde grenseverdiene tas i detaljprosjekteringen.

Det påpekes at indre plate i flankerende konstruksjon (fasade, korridorvegg, himling, osv.) generelt må brytes for vegger som har lydisolasjonskrav $R'_w \geq 37$ dB. Alternativt må det benyttes to lag gips på den indre side av den flankerende konstruksjonen, som vil være tilstrekkelig for å oppnå lydkrav opp til $R'_w = 44$ dB. For vegger med strengere lydkrav må de indre plater utføres med splitt.

Videre detaljer inkludert tilslutninger og gjennomføringer i vegger må vurderes i detaljprosjekteringen.

3.3 Hangarer

3.3.1 Skilleflater mellom hangarer og tekniske verksteder/lager

Det er ønskelig å etablere en direkte forbindelse mellom hangarene og tekniske verksteder/lager (01.049 / 01.047).

Hangarene ansees som spesialrom med støyende aktiviteter. Støynivåer i hangarene er per i dag ukjent.

Tekniske verksteder/lager er midlertidige arbeidsplasser hvor det forventes mer eller mindre støyende aktiviteter som skal støtte aktivitetene i hangarene. Det forutsettes at disse rommene ikke skal oppfylle krav til gruppe I i henhold til forskrift om tiltaks- og grenseverdiene.

Aktuelt krav fra NS 8175 mellom et støyende rom og en arbeidsplass er $R'_w \geq 60$ dB. Dette vil medføre høye krav (ev. med sluseløsning) til dørforbindelse.

Verkstedene benyttes i praksis kun i korte perioder av gangen og det er ønskelig med direkte forbindelse slik at dørene kan stå åpne. Dette medfører at en sluseforbindelse vil være vanskelig å tilpasse den daglige bruken. Videre vil det ikke oppleves høy lydisolasjon dersom dørene står åpne. Det vurderes derfor at lydreduksjonstall for samlet skilleflate på $R'_w \geq 35$ dB vil være tilstrekkelig. Denne løsningen er et fravik fra dagens gjeldende forskriftens krav men vurderes som akseptabel.

3.3.2 Skilleflater mellom hangarer og tekniske kontorer

Det er ønskelig å etablere en visuell forbindelse mellom hangarene og tekniske kontorer, inklusivt OPS.

Hangarene ansees som spesialrom med støyende aktiviteter. Støynivåer i hangarene er ukjent.

Tekniske kontorer er midlertidige arbeidsplasser. Det er ønskelig med rom som er støyskjermet fra hangarene med tanke på muntlig kommunikasjon i korte perioder, f.eks. telefonsamtaler med leverandører. Det kreves at dette kan gjøres uten å gå glipp av aktivitetene i hangarene og det er derfor planlagt vinduer mellom tekniske rom og kontorer. Det forutsettes at disse rommene ikke skal oppfylle krav til gruppe I i henhold til forskrift om tiltaks- og grenseverdiene, og at arbeidstakere oppholder seg i disse rom i kortere perioder av gangen.

Aktuelt krav fra NS 8175 mellom et støyende rom og en arbeidsplass er $R'_w \geq 60$ dB, som vil føre til høye krav til konstruksjonene.

Forutsatt at disse kontorene ikke er faste arbeidsplasser som skal oppfylle krav til gruppe I i henhold til forskrift om tiltaks- og grenseverdiene vurderes det at lydreduksjonstall for samlet skilleflate mot hangarene på $R'_w \geq 35$ dB vil være tilstrekkelig. Denne løsningen er et fravik fra dagens gjeldende forskriftskrav, men vurderes som akseptabel.

Oppnåelig lydkrav for den samlede konstruksjonen vil være avhengig av vindusstørrelse og lydkrav til delementene. Dette må utredes i detaljprosjektfase.

3.3.3 Skilleflate mellom hangarer og korridorer

Det er ønskelig å etablere visuell kommunikasjon mellom hangarene og korridorer. Det planlegges derfor glassfelt i dører og i vegg.

Aktuelt krav fra NS 8175 mellom et støyende rom og korridorer er $R'_w \geq 50$ dB.

Med tanke på at korridorene har korteste forbindelse med rom som ikke er faste arbeidsplasser og som ikke tilhører gruppe I i henhold til forskrift om tiltaks- og grenseverdier, kan et tilfredsstillende lydforhold oppnås ved bruk av konstruksjon med samlet lydisolasjon $R'_w \geq 35$ dB. Det samlede lydreduksjonstallet som oppnås vil være avhengig av arealforholdet mellom vegg, dør og glassfelt og lydkrav til delementene.

3.4 Møterom med behov for økt skjerming

Det er opplyst behov for økt skjerming rundt møterom 01.034 i 1. etasje. Bruker ønsker å benytte vegger med lydreduksjonstall $R'_w \geq 52$ dB, se Tabell 3. Lydkravet skal oppfylles av veggene med og uten dørforbindelse.

Krav for dører (ev. dobbeltdører) og ev. tunge konstruksjoner for å overholde samlet krav må utredes i senere prosjektfase.

Det gjøres oppmerksom på at lydkrav til vegg mellom møterom 01.034 og IKT rom 01.035 vil kunne skjerpes når støynivået i IKT-rom er kjent. Dette for å opprettholde krav til støy fra tekniske installasjoner inn i møterom.

3.5 Skilleflate mellom OPS og Briefing/NAV

Kontorlandskap OPS (rom 01.021) og møterom Briefing/NAV (rom 01.020) defineres som en enhet og brukerne har meldt behov for direkte forbindelse mellom rommene. I henhold til brukerne vil det ikke være kollisjoner med tanke på samtidig bruk – dvs. at det ikke vil foregå møter mens noen arbeider på OPS.

Mellom kontorer er minstekrav fra standarden $R'_w \geq 37$ dB. I dette tilfelle vurderes det som tilfredsstillende å sette krav $R'_w \geq 35$ dB for samlet skilleflate, siden det ikke forventes samtidig bruk av rommene.

Lydkrav til dører for å overholde grenseverdien gitt over utredes i detaljprosjektfase.

3.6 Treningsrom

Mellom treningsrom i 2. etasje og korridor er $R'_w \geq 50$ dB aktuelt krav fra NS 8175. Treningsrom er delt i 2 soner slik at det er den mindre støyende sonen som har dørforbindelse mot korridor. Videre har gang 02.003 forbindelse til rom som ikke er støyømfintlige og hele gangen kan anses som en sluse. Mellom treningsrommet og korridoren og mellom de to sonene i trimrommet, 02.022a og 02.022b, settes det krav $R'_w \geq 34$ dB til samlet skilleflate.

Dører for å overholde kravene utredes i detaljprosjektfase.

Mellom treningsrom og TV-stue er $R'_w \geq 60$ dB det gjeldende kravet. Dette må ev. løses med tunge konstruksjoner. Det gjøres oppmerksom på at det kan være behov for økt lydisolasjon mellom treningsrom og TV-stue/hangar dersom det forventes høye lydnivåer fra musikkanlegg i treningsrom. Alternativt kan en dynamikkbegrenser legges inn i musikkanlegget. Dette må sees i sammenheng med forskrift om tiltaks- og grenseverdier (se kapittel 7) og må dimensjoneres videre i neste prosjekteringsfase.

3.7 Overnattingsrom

Etter ønske fra Byggherre settes det krav på $R'_w \geq 55$ dB mellom overnattingsrom og naborom uten dørforbindelse. Dette gjelder også mellom tilknyttet WC og korridor. Kravet er strengere enn minstekrav fra NS 8175.

Veggene med krav på $R'_w \geq 55$ dB må løses med en dobbelveggkonstruksjon bestående av to fullstendig separate veggside.

Der det er dørforbindelse er kravet $R'_w \geq 44$ dB. Dørkrav for en eventuell sluseløsning må detaljeres i senere fase i prosjektet.

3.8 Garasje legebil

Garasje legebil (rom 01.039) kan vurderes som et støyende rom plassert ved siden av det støyømfintlige rommet Simulatortrening (rom 01.038). Aktuelle krav fra NS 8175 er $R'_w \geq 60$ dB mellom garasje og simulatortrening og $R'_w \geq 50$ dB mellom garasje og korridor.

I praksis er støy knyttet til start av motor svært begrenset i tid og i direkte forbindelse med nødsituasjoner. Derfor vurderes det at $R'_w \geq 48$ dB for samlet skilleflate rundt garasje vil gi tilstrekkelig luftlydisolasjon.

Konsekvensen av dette er mulige sjenanser i rom Simulatortrening ved start av motor. Forutsatt at legebil kun vil benyttes ved nødsituasjoner ansees det som lite sannsynlig at forstyrrelser vil være problematiske. Løsningen som skisserte over vurderes derfor som akseptabel.

3.9 Tekniske rom

Foreløpig er det lydkrav $R'_w \geq 48$ dB tegnet inn i lydplanene rundt tekniske rom, inklusivt IKT. Teknisk forrom i 2. etasje anses som del av teknisk rom. Reservekraftaggregat utenfor hovedbygget anses som separat teknisk rom. Lydisolasjon mellom tekniske rom og naboliggende rom må dimensjoneres når lydnivåer i tekniske rom er kjent.

3.10 Toalett og garderober

Rundt toaletter og garderober anbefales det å sette krav på $R'_w \geq 44$ dB for å unngå sjenanse og skille det private området fra det arealet som er felles.

Av hensyn til rengjøring kan det være ønskelig å benytte dører uten terskel, noe som medfører en spalte mellom dørblad og gulv og at $R'_w \geq 44$ dB ikke er oppnåelig for vegger med dørforbindelse. Det anbefales likevel at man i detaljprosjektet setter krav for dør i toalett mot trimrom og mot garderobe.

Dører ved WC 01.002a og 01.002b på 1. etasje må utføres med terskel. Det settes lydkrav $R'_w \geq 44$ dB for samlet skilleflate av hensyn til kort avstand til spiserom 01.004.

4 Romakustikk

4.1 Grenseverdier

Krav til etterklangstid og akustisk demping for aktuelle bruksområder i henhold til NS 8175 er gitt i Tabell 4.

Tabell 4 - Grenseverdier for akustisk demping og etterklangstid, NS8175:2012 klasse C.
"h" er her angitt som høyde i meter på rom.

Type brukerområde	Midlere absorpsjonsfaktor α (ubenevnt)	Klasse C T (s)
I kontorer, møtelokale (gjelder også arbeidsplasser som verksted mekanikk, avionikk, flygerutstyr, Briefing/NAV)	-	0,2 x h
I kontorlandskap og videokonferanserom (også aktuelt for OPS)		0,16 x h
Restaurantbygninger (aktuelt for spiserom)	0,2	0,2 x h
Undervisningsrom (aktuelt for simulatortreningsrom)		0,5
I rom med støyende aktiviteter som lokaler for industri, verksted, lagerhaller (også aktuelt for hangarer)	0,2	0,2 x h
Resepsjoner, henvendelsepunkter, foajeer, ventearealer, inngangspartier	0,2	0,2 x h
Kommunikasjonsveier	0,15	0,27 x h
Trapperom	-	1

Grenseverdien for etterklangstid gjelder for alle oktavnåbånd i frekvensområdet 125 - 4000 Hz. Ved 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdiene med inntil 40 %. I trapperom gjelder grenseverdien fra 500 Hz. I store lokaler for industri (hangarer kan regnes som det) gjelder grenseverdien fra 250 Hz.

4.2 Generelt

Etterklangstiden fra Tabell 4 reguleres ved bruk av lydabsorberende materialer. Nødvendig areal av lydabsorberende materialer er avhengig av romvolum og ønsket etterklangstid.

For å beskrive egenskapene til lydabsorbenter klassifiseres de med lydabsorpsjonsklasse A til E i henhold til EN ISO-11654 "Lydabsorbenter til bruk i bygninger – Vurdering av lydabsorpsjon", der klasse A har mest lydabsorpsjon og E har minst. Aktuelle typer lydabsorberende plater med lydabsorpsjonsklasse A vil i hovedsak være mineral- eller steinullplater samt spilehimling eller treullplater med mineralull bak. Lydabsorpsjonsklasse B og C kan tilfredsstilles ved bruk av perforerte eller slissede plater montert nedfôret med akustikkduk eller mineralullmatte bak.

4.3 Prinsipløsninger

En typisk løsning for regulering av etterklangstid er bruk av lydabsorberende himling. Det er avhengig av ønsket materialbruk om den lydabsorberende himlingen skal være heldekkende eller om det er nødvendig med veggabsorbenter i tillegg.

Avhengig av bruksområdet og kravene (se Tabell 4) som medfølger dette vil det sannsynligvis bli aktuelt med nedfôret himling med lydabsorbenter, ev. tilleggsabsorpsjon på veggene. Hvor stort areal som må ha absorpsjon i de enkelte rommene, og i hvilken lydklasse, må utredes i detaljprosjektfasen.

Etterklangstid i hangarer står i sammenheng med innendørs støynivå og er også omtalt i avsnitt 7.4.

Antall rom med utstyr for videokonferanse kartlegges i detaljprosjektfase. Videorom 01.012 betraktes som vanlig kontor ettersom det er meldt at det kun er visuell redigering av videoer som skal foregå i rommet.

Selv om garasje legebil ikke er et arbeidsrom, anbefales det å tilføye lydabsorpsjon i rommet av hensyn til komfort. Dette er godkjent av Byggherre og $T = h \times 0,2$ må betraktes som prosjektkrav for rommet.

5 Støy fra tekniske installasjoner

Forsvarsbyggs prosjekteringsveileder med dato 04.07.2016 viser til byggdetaljblad 421.421 for grenseverdier til støynivå fra tekniske installasjoner. Det refererte byggdetaljbladet tar utgangspunkt i grenseverdier fra NS 8175:2008. Den versjonen av standarden er utdatert, støy fra tekniske installasjoner skal være i henhold til krav i lydklasse C, NS 8175:2012.

5.1 Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Grenseverdier for innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner i ulike bruksområder dekket av NS 8175:2012 er gitt i Tabell 5. Verdiene gjelder for tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning.

Tabell 5 - Innendørs lydnivåer fra tekniske installasjoner etter NS 8175:2012 klasse C.

Type bruksområde	Målestørrelse	Klasse C
I gjesterom / overnattingssteder (gjelder overnatting, gjestestue)	$L_{p,AT}$ (dB)	30
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	32 ¹
I kontor, fellesareal og møterom (gjelder kontorer, møterom, oppholdsrom/kjøkken, treningsrom, verksteder)	$L_{p,AT}$ (dB)	33
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	35
I videokonferanserom (gjelder TV-stue, videorom)	$L_{p,AT}$ (dB)	28
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	30
Undervisningsrom (gjelder simulatortrening)	$L_{p,AT}$ (dB)	28
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	30
Kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l.	$L_{p,AT}$ (dB)	38
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	40
Produksjons- og forretningsbygninger (gjelder hangarer)	$L_{p,AT}$ (dB)	45
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	47
Trapperom	$L_{p,AT}$ (dB)	38
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	40

I garderobes, WC, dusj, badstue setter standarden ikke krav til støy fra tekniske installasjoner. Av hensyn til komfort anbefales det å benytte samme krav som for kommunikasjonsvei.

5.1.1 Rørføringer, ventilasjon og el-føringer

Det anbefales å unngå direkte kontakt mellom rør og sjaktvegger eller øvrige vegger. Utførelse av tetting og gjennomføring av rør (radiatorrør, sprinklerrør,

¹ Spesielt forstyrrende komponenter vurderes etter tillegg A i NS 8175:2012.

elrør etc.) basert på veggens lydkrav må løses i detaljprosjektfasen. Samme gjelder for ventilasjonskanaler og eventuelt behov for lydfeller.

Med hensyn til strukturlyd er det svært viktig at alt roterende utstyr vibrasjonsisolerers tilstrekkelig. Isoleringsgrad og muligheter for isolering vurderes i detaljprosjektfase.

5.1.2 Teknisk rom

Foreløpig settes det ikke krav til støy fra utstyr i teknisk rom. På lydplanene er det tegnet lydkrav $R'_w \geq 48$ dB rundt teknisk rom, men lydisolasjon mellom teknisk rom (inkludert IKT) og rom like ved må dimensjoneres i detaljprosjektfase når støydata fra teknisk utstyr er kjent.

5.1.3 Garasjeport

Garasjeport skal prosjekteres slik at det ikke medfører strukturlyd til naboliggende simulatorene. Isolerende tiltak må gis ved detaljprosjektering.

5.2 Lydnivå utenfor vinduer

Grenseverdier for høyeste lydnivå utenfor vinduer fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning, for de relevante bruksområder, er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 - Lydnivåer utenfor vinduer, fra tekniske installasjoner, etter NS 8175:2012, klasse C.

Type bruksområde	Målestørrelse	Klasse C
I overnattingssteder	$L_{p,AF,max}$ (dB)	45
I kontorer	$L_{p,AF,max}$ (dB)	45
I undervisningsrom	$L_{p,AF,max}$ (dB)	40
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i en annen bygning (gjelder boliger i nærheten)	$L_{p,AF,max}$ (dB)	
	Natt, kl. 23-07	35
	Kveld, kl. 19-23	40
	Dag, kl. 07-19	45

Det må i detaljprosjektfasen påses at støy fra luftinntak og avkast fra ventilasjonsaggregater i teknisk rom ikke overskrider krav til støynivå utenfor

vinduer på utearealer. Akustiker må bidra med å angi aktuelle grenseverdier for lydeffekt i senere prosjekteringsfasen.

5.2.1 Reservekraftaggregat

Det er planlagt å plassere et reservekraftaggregat nordvest for bygget. Reservekraftaggregat skal være i drift for testkjøring i korte perioder (ca. 1 time) hver måned. Gjeldende grenseverdiene fra NS 8175 for høyeste lydnivå utenfor vinduer i brukstid fra tekniske installasjoner er $L_{p,AF,max} = 45$ dB for kontorer/overnattingssteder og $L_{p,AF,max} = 40$ dB for undervisningsrom (Simulatortrening).

I senere fase må det beregnes støy fra aggregatet både på fasadene til de nevnte rommene og på mulig støyfølsom bebyggelse i nærheten.

Dersom det er vanskelig å tilfredsstille de gjeldende grenseverdiene med innbygging og bygningsmessige tiltak, kan det vurderes å etablere interne rutiner for drift slik at testing gjøres utenfor kontortid. Dette avklares i detaljprosjektfase med Byggherre og bruker.

6 Lydnivå fra utendørs lydkilder

6.1 Grenseverdier og grunnlag

Grenseverdier fra NS8175:2012 for høyeste innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder i ulike bruksområder er gitt i Tabell 7.

Tabell 7 - Lydnivåer fra utendørs lydkilder etter NS 8175:2012 klasse C.

Type bruksområde	Målestørrelse	Klasse C
I gjesterom / overnattingssteder og fellesareal	$L_{p,A,24h}$ (dB)	35
I kontor og møterom	$L_{p,AT}$ (dB)	35
I undervisningsrom	$L_{p,AT}$ (dB)	30

Beregning av ekvivalent og maksimale støynivåer for støysituasjonen uten egen støyproduksjon er utført av SINTEF, se også avsnitt 6.3. Beregningene viser en forskjell på omtrent 30 dB mellom ekvivalente- og maksimalnivåer. Selv om ekvivalentnivåene er lave vil maksimalnivåene kunne være høye for overnattingsrom og kontorer. Med utgangspunkt i dette er det fare for at kravene fra Tabell 7 tilfredsstilles for Rygge-basen uten at det oppleves som gode lydforhold. Kravene fra Tabell 7 suppleres derfor med de anbefalte grenseverdiene gitt i Tabell 8.

Tabell 8 - Anbefalte grenseverdier innendørs for lydnivåer fra utendørs lydkilder.

Type bruksområde	Målestørrelse	Klasse C
I gjesterom / overnattingssteder og fellesareal i 2. etasje	$L_{p,AF,max}$ (dB) i utgangspunkt natt, kl.23-07, men brukt også for dag/kveld grunnet skiftarbeid	45
I kontor, møterom, undervisningsrom, fellesarealer, oppholdsrom	$L_{p,AF,max}$ (dB) dag	55
I hangar	$L_{pAeq,T}$ (dB) dag	70

Grenseverdiene gitt i Tabell 8 er godkjent av Byggherre og må legges til grunn i detaljprosjektfase.

6.2 Beregningsmetode

Aktuell beregningsmetode som totalentreprenør og sine rådgivere kan benytte i detaljprosjektfasen er beskrevet i Byggforsks Håndbok 47: "Isolering mot utendørs støy".

Helikopter er en kompleks støykilde hvor ulike mekanismer kan føre til impulsstøy. Etter avklaring med oppdragsgiver og brukerne er det bestemt at det ikke skal tas hensyn til dette i prosjektering av endelige løsninger, siden det kan medføre spesielle konstruksjonsløsninger for å tilfredsstille kravene. Konsekvensen av å ikke ta hensyn til impuls karakter av støyen er at brukerne kan oppleve støysjenanse selv om grenseverdiene og anbefalingene er overholdt.

6.3 Underlag mottatt fra SINTEF

Verdier mottatt fra SINTEF for støy uten egen aktivitet i basen må legges til grunn for beregningene, da disse er sjeldne hendelser. Dette er avklart og godkjent av oppdragsgiver.

For dimensjonering av fasader, vinduer og tak må det legges til grunn maksimale verdier på dagtid (maksimalt flystøynivå MFN_{dag} er vurdert som en tilnærming). For hangarer må det legges til grunn ekvivalentnivåer.

Verdier mottatt fra SINTEF er uten fasaderefleksjonsbidrag og 3 dB refleksjonsbidrag må legges til ved beregning, i tråd med metoden beskrevet i HB47.

Dataprogrammet som benyttes for flystøyberegninger (NORTIM) gir ikke MFN-resultater fordelt i 1/3 oktavbånd. Spektral fordeling er derfor hensyntatt ved å bruke omgjøringstall for spektrum (ett-talls korreksjonsfaktor C_x) som er blitt estimert basert på spektrale verdier for L_{pAeq} fra SINTEF.

Videre er det usikkerheter rundt hvilke hendelser som er tilknyttet maksimale støynivåer innendørs, som betyr at de nødvendige støyspektra ikke kan bestemmes med nøyaktighet. Dette må tas hensyn til dersom det utføres beregninger i 1/3 oktavbånd i detaljprosjektfasen.

Dimensjonerende grunnlag er gjengitt i prosjektnotat "Ny hangar for redningshelikopter på Rygge – Støyberegninger foran fasader" utarbeidet av SINTEF med dato 17.01.2018. Notatet er et vedlegg til konkurransegrunnlaget.

6.4 Sikkerhetsmarginer

Totalentreprenør og sine rådgivere må utføre beregningene med tilstrekkelige sikkerhetsmarginer for å ta hensyn til avvik mellom labmålte og feltmålte verdier av konstruksjoner. Dette gjelder både fasader og vinduer. Leverandør må dokumentere egenskapene til alle vinduer og glassfelt.

6.5 Fasadeveggkonstruksjon og lydkrav til vinduer

Beregningene må gjøres i detaljprosjekt med endelige dimensjoner på vinduene og endelig oppbygging av fasader. Løsningene som velges må tilfredsstille grenseverdiene gitt i Tabell 7 og Tabell 8. Det påpekes at bruker ønsker åpningsbare vinduer.

Det påpekes at beregninger av fasadeisolasjon med ett-tallsverdier og omgjøringstall for spektrum (ett-talls korreksjonsfaktorer) ikke er sensitive nok for å vurdere bruk av lette konstruksjoner i tilfeller hvor støybelastningen viser høye nivåer ved frekvenser i området 50 - 80 Hz. I slike tilfeller bør det derfor gjøres stikkprøveberegninger i 1/3 oktavbånd for å sikre at eventuelle foreslåtte lett-konstruksjoner er tilstrekkelige.

6.5.1 Overnattingsrom og gjesterom

Det er behov for å bruke overnattingsrom og gjesterom døgnet rundt. Derfor må MFN_{dag} -verdier tas som dimensjonerende støybelastning for overnattingsrom og gjesterom, da disse er mer konservative enn MFN_{natt} eller L5AS for natten. Det er ønskelig å oppnå et innendørs støynivå på $L_{p,AF,max} \leq 45dB$, se Tabell 8.

6.5.2 Hangarer

For hangarer er det tatt utgangspunkt i gruppe III etter forskrift om tiltaks- og grenseverdier. Det anbefales derfor å sette krav til innendørs støynivå fra flytrafikk på $L_{pAeq,T} \leq 70dB$.

Lydkrav til vegger/porter som er nødvendig for at grenseverdien innendørs overholdes, samt konkrete konstruksjoner for å overholde disse, må velges i detaljprosjekteringsfase.

7 Støy på arbeidsplassen

7.1 Forskrift om tiltaks- og grenseverdier

FOR-2011-12-06-1358 (Forskrift om tiltaks- og grenseverdier), kapittel 2, setter grenseverdier for eksponering til støy på arbeidsplasser. Disse bør følges i hangarer. For definisjoner av grupper se kapittel 8.

7.2 Tiltaksverdier

Tiltaksverdiene for støyeksponering til støy i henhold til FOR-2011-12-06-1358 § 2-1 er:

- | | |
|--|--|
| a) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe I: | $L_{EX,1h} = 55$ dB |
| b) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe II: | $L_{EX,1h} = 70$ dB |
| c) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe III: | $L_{EX,8h} = 80$ dB |
| d) øvre tiltaksverdier: | $L_{EX,8h} = 85$ dB og
$L_{pC,peak} = 130$ dB |

For arbeidsforhold i gruppene I og II skal støy fra egen aktivitet ikke inngå i vurderingen i forhold til nedre tiltaksverdi såfremt arbeidstakeren kan avbryte støyen. For spise- og hvilerom skal kun bakgrunnsstøy fra installasjoner, tilstøtende lokaler og omgivelser inngå i vurderingen.

7.3 Grenseverdier for støy

Grenseverdier for støyeksponering i henhold til FOR-2011-12-06-1358 § 2-2 er:

- a) daglig støyeksponeringsnivå, $L_{EX,8h}$: 85 dB
- b) toppverdi av lydtryknivå, $L_{pC,peak}$: 130 dB

Ved fastleggingen av arbeidstakerens faktiske eksponering skal det tas hensyn til den effektive dempingsvirkningen av påbudt personlig hørselsvern som arbeidstakeren skal bruke.

7.4 Støydemping i hangarer

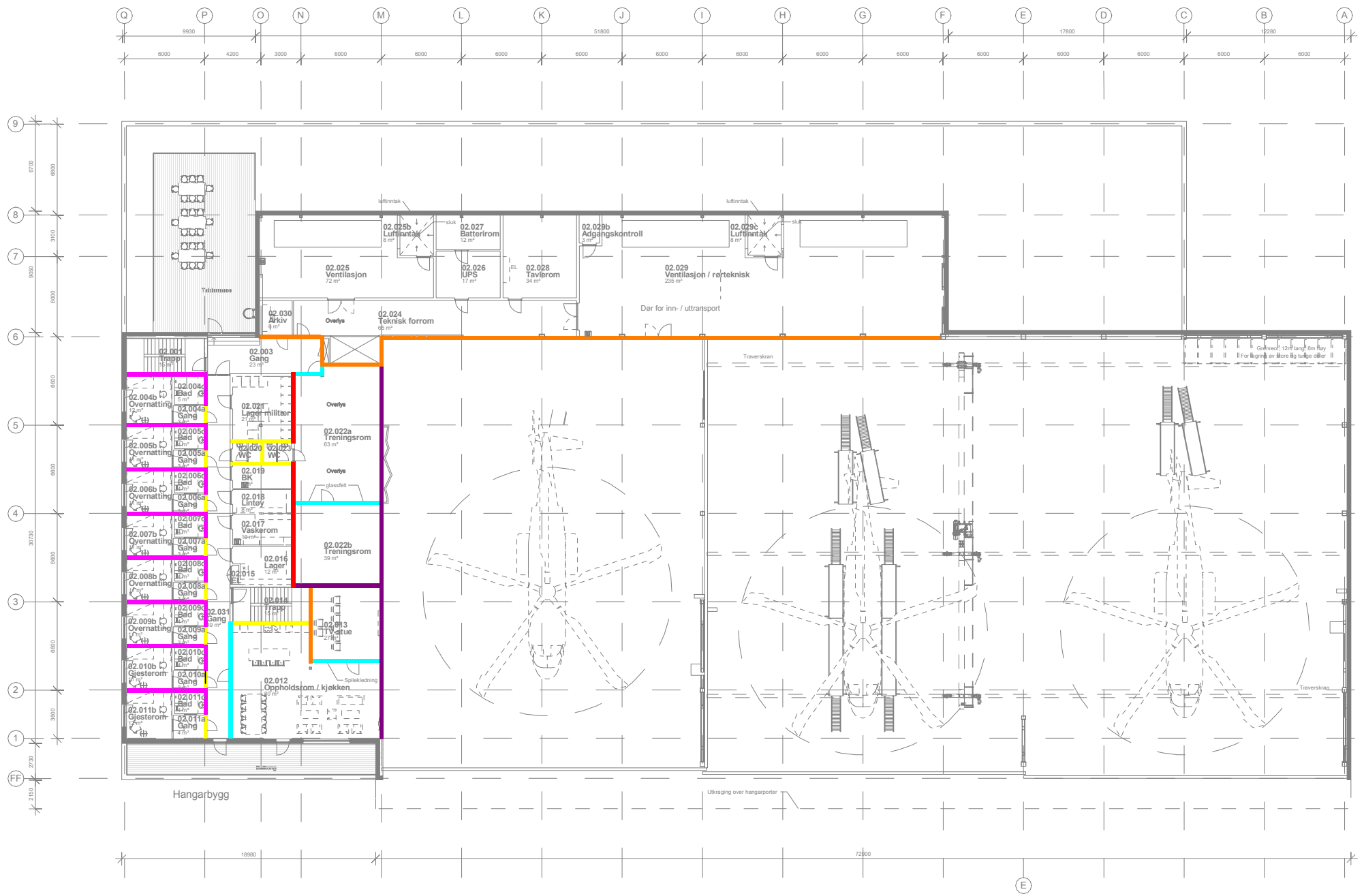
I hangarer er krav til høyeste etterklangstid i henhold til rommets høyde. En lav etterklangstid vil gi et bedre utgangspunkt for demping av støy fra utendørs kilder og for å opprettholde grenseverdiene nevnt i avsnitt over.

Beregninger av etterklangstid med 3D-simulasjonsverktøy bør utføres i forbindelse med detaljprosjekteringen for å dimensjonere nødvendig areal med lydabsorberende overflater og konkrete materialer.

8 Vedlegg 1 – Definisjoner

- > **MFN – Maksimum Flystøynivå** det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. "Regelmessig" er definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. MFN er regnet separat for natt (22–07) og dag (07–22).
- > **R_w - Laboratoriemålt veid reduksjonstall** er en størrelse som beskriver lydisoleringsevnen til en skillekonstruksjon (vegg eller etasjeskiller), målt i et laboratorium der flankekonstruksjonene er kontrollerte. Høyere tall gir bedre lydisoleringsevne. Størrelsen knyttes til elementer, som en veggkonstruksjon, vindu eller dør.
- > **R'_w - Feltmålt veid reduksjonstall** er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg. Størrelsen knyttes til en skilleflate, inkludert alle de konstruksjonene knyttet til skilleflaten.
- > **L_{n,w} - Laboratoriemålt veid normalisert trinnlydnivå** er en størrelse som beskriver en skillekonstruksjons evne til å isolere for trinnlyd, målt i et laboratorium. Lavere tall gir bedre trinnlydisolering.
- > **L'_{n,w} - Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå** er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg.
- > **L_{p,AT} (dB) A-veid tidsmidlet lydtryknivå**, gjennomsnittlig lydnivå over tid veid med et A-filter som omtrentlig tilsvarer følsomheten til menneskets øre. Vanligvis knyttes størrelsen opp mot et tidsrom, for eksempel $L_{p,A,eq,8h}$ for A-veid ekvivalent lydnivå over 8 timer og $L_{p,A,24h}$ for A-veid ekvivalent lydnivå over 24 timer. Dersom måletiden ikke er spesifisert, henvises det til målestANDARD NS 16032 og NS 8172.
- > **L_{p,AF,max} (dB) A-veid maksimalt lydtryknivå** er det maksimale lydnivå som (kan) registreres for eksempel i forbindelse med en maskin eller et anlegg. Størrelsen er en øyeblikks verdi. For anlegg som avgir jevn kontinuerlig støy (for eksempel ventilasjonsanlegg) er det ikke uvanlig at ekvivalentnivå og maksimalnivå er tilnærmet likt.
- > **Teknisk installasjon**: bygningsteknisk installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, nødstrømsaggregat, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift.
- > **Daglig støyeksponeringsnivå, LEX,8h**: ekvivalentnivå ($L_{pAeq,T}$) for en arbeidsdag normalisert til 8 timer i henhold til internasjonal standard ISO 1999:1990 punkt 3.5 og 3.6. Dette omfatter all støy på arbeidsplassen.
- > **Grenseverdier** (i sammenheng med støyeksponering): verdier for støyeksponering som ikke skal overskrides.

- > **Gruppe I** (i sammenheng med støyeksposering): arbeidsforhold hvor det stilles store krav til vedvarende konsentrasjon eller behov for å føre uanstrengt samtale og i spise- og hvilerom.
- > **Gruppe II** (i sammenheng med støyeksposering): arbeidsforhold hvor det er viktig å føre samtale eller vedvarende store krav til presisjon, hurtighet eller oppmerksomhet.
- > **Gruppe III** (i sammenheng med støyeksposering): arbeidsforhold med støyende maskiner og utstyr under forhold som ikke går inn under arbeidsgruppe I og II.
- > **Tiltaksverdier** (i sammenheng med støyeksposering): verdier for eksponering som krever iverksetting av tiltak for å redusere helserisikoen og uheldig belastning til et minimum.
- > **$L_{pC,peak}$ - Toppverdi av lydtryknivå**, høyeste observerte C-veide lydtryknivå målt i løpet av måletiden med målerinnstilling «peak».
- > **$L_{EX,8h}$** – A-veid daglig støyeksposeringsnivå, normalisert til en nominell 8-timers arbeidsdag
- > **$L_{EX,1h}$** – A-veid støyeksposeringsnivå, normalisert til dagens mest støyete time



Krav til felmålt luftlydisolasjon for samlet skilleflate (vegg, dør, glassfelt, etc.)

- R'w 24
- R'w 34
- R'w 35
- R'w 37
- R'w 44
- R'w 48
- R'w 52
- R'w 55
- R'w 60

Lydkrav i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

Utkraging

E		01	Tilbudstegning	14.03.2018	KARU/DATL
Rev. index	Rev. nr.	Beskrivelse		Rev. dato	Sign. / Kontroll
240260		NAWSARH - EBA		14.03.2018	KARU
		PLAN 2. ETG			DATL
		LYDPLAN			DATL
TILBUDSTEGNINGER - RYGGE				Målestokk	Godkjent
Etabl. nummer	Inv. nummer	Fag	Tegn. nummer	Rev. index	Rev. nr.
013061	0330	A	20 02 0250	E	01
Jnr. / avsender	Dato	Jnr. / mottaker	Dato	Gradering	

Forsvarsbygg

Prosjekterende: **COWI** Karvesvingen 2 0579 OSLO