

RAPPORT

Beyonder batterifabrikk

Akustiske premisser i forprosjekt

Kunde: Stokkamyrveien 30 AS

Sammendrag:

I forbindelse med forprosjekt for Beyonder batterifabrikk på Forus i Sandnes kommune er det foretatt en gjennomgang av aktuelle kravspesifikasjoner for lydforhold i bygget.

Denne rapporten gir en innledende og generell vurdering av følgende forhold:

- Støy i arbeidsmiljøet
- Innvendige lydforhold i industrilokale og kontorlokale
- Støy til omgivelsene

Støy i Arbeidsmiljøet vurderes etter Arbeidstilsynets "Forskrift om tiltaks- og grenseverdier". Vurderingen tar for seg støy fra produksjonsutstyr, romakustiske tiltak og støyeksposering.

Bygget skal prosjekteres iht. klasse C i NS 8175:2012 for lydforhold. Denne rapporten oppsummerer kravene for de ulike funksjonene samt prinsippløsninger som ivaretar krav til lydisolasjon, romakustikk og støy fra tekniske installasjoner.

Støy til omgivelsene vurderes etter Klima- og Miljødepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T- 1442/2016. Dette omfatter kartlegging av støykilder ved bedriften og vurdere støyutbredelse til støyfølsom bebyggelse i nærområdet.

Oppdragsnr:	11003000
Rapportnr:	AKU - 01
Revisjon:	0
Revisjonsdato:	12. februar 2021
Utarbeidet av:	Anders Torsteinbø
Kontrollert av:	Sverre Aas

Rev.		Utarbeidet		Kontrollert		Kommentar
Nr:	Navn:	Dato (Egenkontroll)	Navn	Dato		
0	AT	12.02.2021	SAA	12.02.2021		Dokument opprettet

IT arkiv: AKU-01 R rev0 210212 Beyonder, akustiske premisser forprosjekt

Innhold:

1	Innledning.....	4
2	Akustiske krav og målsettinger	5
2.1	Arbeidstilsynets grenseverdier.....	5
2.1.1	Generelt.....	5
2.1.2	Grenseverdier	5
2.1.3	Støyreducerende tiltak	6
2.1.4	Arbeidstilsynet forskrift (Vibrasjoner).....	7
2.2	Byggeforskriftenes krav – NS 8175.....	8
2.2.1	Generelt.....	8
2.2.2	Kontorlokaler	8
2.2.3	Industrilokaler	9
2.2.4	Anbefalte krav	10
2.3	Grenseverdier i T-1442 for industri.....	11
3	Støy i arbeidsmiljø	12
3.1	Støykilder.....	12
3.2	Lydabsorbenter	12
3.3	Utarbeidelse av støykart	12
3.4	Beregne støy- og vibrasjonseksposering	12
3.4.1	Støyeksposering.....	12
3.4.2	Helkroppsvibrasjoner	12
3.4.3	Hånd-Arm-Vibrasjoner	13
3.5	Tiltak.....	13
4	Interne lydforhold – prinsippløsninger	14
4.1	Generelt.....	14
4.2	Vegger i kontorlokaler	14
4.2.1	Skilleflate mellom kontorer	14
4.2.2	Skilleflate mellom kontor og korridor	15
4.2.3	Skilleflater rundt møterom.....	15
4.2.4	Skilleflater rundt rom for konfidensielle samtaler og rom for videokonferanse	16
4.2.5	Vegg med dør mot korridor (rom for fortrolig samtale og møterom)	16
4.2.6	Skillevegger rundt kopirom o.l.	17
4.2.7	Skillevegger rundt toaletter/garderober.....	17

4.3	Vegger i industrilokale.....	17
4.4	Gulvløsninger.....	17
4.4.1	Tynne påstøp/golv på grunn	17
4.4.2	Etasjeskiller.....	18
4.5	Flankeløsninger - Lydtetting.....	18
4.5.1	Generelt om lydtetting.....	18
4.5.2	Elektro-/tele-/datainstallasjoner.....	18
4.6	Ventilasjonsløsning/lydfeller.....	19
4.6.1	Overstrømningsventiler.....	19
4.6.2	Kanalbåren støy og lydisolasjon via kanalnettet.....	19
4.7	Romakustikk.....	20
4.7.1	Generelt.....	20
4.7.2	Oversikt over løsninger	20
4.8	Tekniske installasjoner	21
4.8.1	Teknisk rom	21
4.8.2	Støy fra ventilasjonsanlegg.....	21
5	Støy til omgivelsene	22
5.1	Generelt.....	22
5.2	Gjennomgang av støykilder.....	22

1 Innledning

I forbindelse med forprosjekt for Beyonder batterifabrikk, pilotlinje, på Forus i Sandnes kommune, er det foretatt en innledende gjennomgang av akustiske premisser for å ivareta krav til innvendige lydforhold, støy i arbeidsmiljøet og støy til omgivelsene.

Det skal etableres en ny produksjonslinje (pilotlinja) som et tilbygg til Beyonder sin prototypelinje i eksisterende bygg i Stokkamyurveien 30 på Forus. Tilbygget vil bestå av både industrilokaler og kontorlokaler. Totalt vil det arbeide omkring 100 personer ved bedriften. Arbeidstiden er 8 timer med to skift per døgn.

I forprosjektfasen beskrives premisser for å ivareta lydkrav. Etter hvert må mer detaljerte løsninger beskrives og kontrolleres mot den akustiske målsettingen.

Denne rapporten er basert på følgende prosjekteringsgrunnlag:

Tabell 1 Mottatt underlagsdokumentasjon.

Dokument	Rev. Dato
Plantegninger	15.01.2021

2 Akustiske krav og målsettinger

2.1 Arbeidstilsynets grenseverdier

2.1.1 Generelt

Arbeidstilsynet stiller krav til flere arbeidsmiljøfaktorer i forbindelse med nye virksomheter. Med tanke på støy og vibrasjon, er følgende gitt i deres sjekklister "sjekklister for krav til fysisk arbeidsmiljø":

- Utvendige støyforhold
- Innvendige støyforhold
- Beskrive tiltak ut fra vurdert risiko

I sjekklister er det referanser til aktuelt regelverk og veiledninger som kan benyttes i forbindelse med en arbeidsmiljøvurdering. Følgende dokumenter er aktuelle i dette prosjektet:

- Arbeidstilsynet
- Forskrift om tiltaks- og grenseverdier
- Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning (kap. 10)
- Hørselskontroll av støyeksponerte arbeidstakere
- Arealkrav til kontorarbeidsplasser
- Arbeidsplassforskriften
- § 2-16. Støy og vibrasjoner
- Kapittel 5 Skilting og merking
- Kapittel 14 Arbeid som medføre eksponering for støy eller mekaniske vibrasjoner
- TEK17/Plan- og bygningsloven
- Norsk Standard: NS 8175:2012

2.1.2 Grenseverdier

Arbeidstilsynet setter i "Forskrift om tiltaks- og grenseverdier" (Ikrafttredelse januar 2013 og løpende oppdatert) krav til hvor høye ekvivalentnivå arbeidstakere kan utsettes for. Forskriften deler arbeidsoperasjoner i tre grupper etter grad av konsentrasjon, krav til presis kommunikasjon og hvor mye støyende utstyr/operasjoner som er involvert i arbeidet.

Tabell 2 - Støygrenser i arbeidsmiljø.

Gruppe	Tiltaksgrenser for støyeksponering	Formål med kravet
1	Nedre tiltaksgrense: $L_{EX,1h} = 55$ dB	En skal kunne føre samtale uanstrengt.
2	Nedre tiltaksgrense: $L_{EX,1h} = 70$ dB	Det stilles krav til konsentrasjon og oppmerksomhet.
3	Nedre tiltaksgrense: $L_{EX,8h} = 80$ dB Øvre tiltaksgrense: $L_{EX,8h} = 85$ dB og $L_{pC, peak} = 130$ dB	Primærtiltak: Ivareta risiko for hørselsskader ved å begrense nivået i området.
-	Grenseverdi: og $L_{pC, peak} = 130$ dB	Sekundærtiltak: Ivareta risiko for hørselsskader ved hjelp av hørselvern

For gruppe 1 og 2 gjelder ekvivalentnivå ("gjennomsnittsnivå") midlet over en time. For gruppe 3 og grenseverdi gjelder ekvivalentnivå midlet over et arbeidsskift (8 timer). I tillegg skal peak-nivået ikke overskride 130 dBC.

I arbeidstilsynets "Forskrift om utførelse av arbeid" § 14-6 *Særskilte tiltak mot støy ved overskridelse av tiltaksverdiene*, kreves det at støybelastningen søkes redusert til minst 10 dB under nedre tiltaksverdi. Dette praktiseres normalt bare for gruppe 1 og 2.

I arbeidstilsynets "Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning" §7-2 *Måling som grunnlag for risikovurdering* heter det "Når det gjennomføres måling som grunnlag for risikovurdering [...] skal det tas hensyn til måleusikkerhet ved vurdering av risiko." En logisk tolkning av dette er at usikkerheten legges til målt gjennomsnittsverdi før sammenligning grense- og tiltaksverdier. Grense- og tiltaksverdiene får da følgende funksjon:

Grenseverdi ($L_{EX,8h} + U \leq 85$ dB):

Ufravikelig krav når det tas hensyn til bruk av hørselvern med reelle dempeverdier.

Øvre tiltaksverdi ($L_{EX,8h} + U \leq 85$ dB):

Overskridelse av denne verdien i normal drift medfører krav om at tiltak skal vurderes uten å ta hensyn til effekt av hørselvern.

Nedre tiltaksverdi ($L_{EX,8h} + U \leq 80$ dB):

Denne verdien skal søkes tilfredsstilt for nybygg og større modifikasjoner uten å ta hensyn til effekt av hørselvern.

Utvidet usikkerhet, U

Verdi som angir hvor store avvik som kan opptre i beregnet støyeksponering, dvs. i forventningsverdien av $L_{EX,8h}$. Denne anbefales representert ved 95-percentilen, men 90-percentilen skal som minimum legges til grunn.

2.1.3 Støyreducerende tiltak

Støyreducerende tiltak kan inndeles i følgende hovedkategorier (i prioritert rekkefølge):

1. Fysiske tiltak som reduserer støy i aktuelt arbeidsområde. Dette kan være tiltak på selve utstyret, skjerming, innbygging eller demping med lydabsorbenter etc.
2. Administrative tiltak: redusere oppholdstid gjennom jobbrotasjon og/eller justere drift slik at støy reduseres i kritiske perioder (reparasjoner, vedlikehold).

Dersom støynivåene overskrider de øvre tiltaksgrensene har arbeidsgiver plikt til å iverksette tiltak for å redusere støybelastningen til under grenseverdiene. Arbeidsgiveren plikter å:

- Stille hørselvern til rådighet ved støynivåer over 80 dB, og påse at arbeidstakerne benytter hensiktsmessig hørselvern ved nivåer over 85 dB ("Forskrift av utførelse av arbeid" (§14-10))
- Merke inngangen(e) til rom eller arbeidsområder med varselskilter. ("Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser" §5-12)

2.1.4 Arbeidstilsynet forskrift (Vibrasjoner)

Tiltaksverdier og grenseverdier for hånd-/armvibrasjoner og helkroppsvibrasjoner er:

Tabell 3 Vibrasjonsgrenser.

Tiltaksgrenser for vibrasjonseksposering		
Tiltaksverdier for den daglige eksponeringen (A(8))	For hånd- og armvibrasjoner:	2,5 m/s ²
	For helkroppsvibrasjoner:	0,5 m/s ²
Grenseverdiene for den daglige eksponeringen (A(8))	For hånd- og armvibrasjoner:	5,0 m/s ²
	For helkroppsvibrasjoner:	1,1 m/s ²

Definisjoner:

A(8) – Vibrasjonseksposering for en hel arbeidsdag, 8 timer.

2.2 Byggeforskriftenes krav – NS 8175

2.2.1 Generelt

Byggeteknisk forskrift til plan og bygningsloven (TEK17) stiller ikke spesifikke tallfestede krav til lydforhold, men sier blant annet at

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 tilfredsstille lydklasse C i Norsk Standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger Lydklasser for ulike bygningstyper.

Vurderingene i denne rapporten baserer seg på at bygningen skal tilfredsstille krav i lydklasse C i NS 8175:2012.

Aktuelle krav for de ulike funksjonene er gitt i tabellene under. Kravene gjelder *feltmålte* verdier, dvs. resultatet slik det måles i det ferdige bygg.

2.2.2 Kontorlokaler

Tabell 4 – Aktuelle grenseverdier fra NS8175:2012.

Lydforhold	Type brukerområde	Klasse C
Luftlydisolasjon	Mellom kontorer	$R'_w \geq 37$ dB
	Mellom kontor og fellesareal/kommunikasjonsvei, som fellesgang, korridor uten dørforbindelse	$R'_w \geq 24$ dB
	Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 44$ dB
	Mellom møterom og et annet rom/korridor uten dørforbindelse	$R'_w \geq 34$ dB
	Mellom møterom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 48$ dB
	Mellom samtalerom, legekantor, kontor med behov for konfidensielle samtaler og et annet rom, samt møterom med videokonferanse uten dørforbindelse	$R'_w \geq 34$ dB
Trinnlyd	Mellom kontorer, samt mellom kontor og møterom	$L'_{n,w} \leq 63$ dB
	I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor	$L'_{n,w} \leq 58$ dB
Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang, trapperom o.l., fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T} \leq 38$ dB $L_{p,AF,max} \leq 40$ dB
	I kontor, fellesareal og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,A,T} \leq 33$ dB $L_{p,AF,max} \leq 35$ dB

Lydforhold	Type brukerområde	Klasse C
	I videokonferanserom	$L_{p,A,T} \leq 28 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 30 \text{ dB}$
	I fellesområde, resepsjon	$L_{p,A,T} \leq 30 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 32 \text{ dB}$
	I restaurant, kantine, pauserom	$L_{p,A,T} \leq 35 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 37 \text{ dB}$
Innendørs lydnivå fra utendørs lydskilder	I kontor og møterom	$L_{p,A,T} \leq 35 \text{ dB}$
Etterklangstid og absorpsjonsfaktor	I fellesområder, resepsjon o.l. I kontor, møterom	$T_h (s) \leq 0,20 \times h$
	I kontorlandskap og videokonferanserom	$T_h (s) \leq 0,16 \times h$
	Høyeste etterklangstid i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l., relatert til rommets høyde	$T_h (s) \leq 0,27 \times h$
	I trapperom	$T (s) \leq 1,0$
	I Restaurant, kantine, spiserom og pauserom	$T_h (s) \leq 0,20 \times h$ $\bar{\alpha} \geq 0,20$

2.2.3 Industrielokaler

Tabell 5 – Aktuelle grenseverdier fra NS8175:2012.

Lydforhold	Type brukerområde	Klasse C
Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang, trapperom o.l., fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T} \leq 38 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 40 \text{ dB}$
	I produksjonslokaler og lokale for industri	$L_{p,A,T} \leq 45 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 47 \text{ dB}$
Utendørs lydnivå ved boliger fra tekniske installasjoner i næringsbygg	Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	$L_{p,AF,max} \leq$ natt, kl. 23-07: 35 dB kveld, kl. 19-23: 40 dB dag, kl. 07-23: 45 dB
Etterklangstid og absorpsjonsfaktor	Høyeste etterklangstid i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l., relatert til rommets høyde	$T_h (s) \leq 0,27 \times h$
	I trapperom	$T (s) \leq 1,0$
	I produksjonslokaler og lokaler for industri, håndverk o.l.	$T_h (s) \leq 0,20 \times h$ $\bar{\alpha} \geq 0,20$

2.2.4 Anbefalte krav

Det er noen situasjoner som ikke er definert i NS8175. Det er f.eks. ikke krav til lydisolasjon rundt toaletter i kontorarealene, men lydisolasjon rundt toaletter bør etter vår vurdering likevel vurderes og ivaretas med et minimum av tiltak. Vi foreslår følgende målsetting:

Tabell 6 – Anbefalte grenseverdier basert på rommets funksjon.

Bygg, plan, rom, plassering	Situasjon – tiltak	Vurdering - kommentar
WC / toalett generelt Vegg uten dør	Veggkrav satt til $R_w \geq 37/44$ dB mellom toaletter, og toaletter og ikke-støyømfintlige naborom avhengig av plassering.	Vi anbefaler dette kravet mellom toaletter og naborom for å hindre støysmitte, støysjenanse og opplevelse av overhøring.
WC / toalett generelt Vegg med dør	Veggkrav satt til $R_w \geq 24/34$ dB. Dørkrav på $R_w \geq 25/30$ dB.	I anbefalte krav skiller vi mellom situasjonen der det er toaletter direkte inn mot fellesrom (34dB) og der det er toaletter mot korridor/garderobe (24dB) En anbefaling som sikrer tilfredsstillende bruk av toalett, både med hensyn på sjenanse i korridor og fellesområder, samt å forhindre at personer lar være å bruke toalettene pga. overhøring. Merk at dette også må vurderes ifbm. ventilasjon/overstrømming.

Det bemerkes at lydisolasjonskrav på dør medfører at det må være terskel (evt. hev-/senkterskel el.l.) og dermed må det være en lyddempet overstrømming for ventilasjonen. Dette må prosjekteres av RIV.

2.3 Grenseverdier i T-1442 for industri

Klima- og Miljødepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T- 1442/2016 skal legges til grunn ved arealplanlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven.

Retningslinjen definerer to støysoner, en rød og en gul sone. I den røde sonen er hovedregelen at støyfølsom bebyggelse (f.eks. boliger) skal unngås, mens den gule sonen er en vurderingssone hvor ny bebyggelse kan oppføres dersom det kan dokumenteres at avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold. Omvendt vil etablering av en støyende virksomhet, som forårsaker at støyfølsom bebyggelse blir liggende i støysonene, kunne bli pålagt å gjøre støydempende tiltak. Kriteriene for soneinndeling er vis i tabellen nedenfor.

Tabell 7 – Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, innfallende lydtryknivå.

Støykilde	GUL SONE		RØD SONE	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07
Helkontinuerlig industri	Uten impulslyd: L _{den} 55 dB Med impulslyd: L _{den} 50 dB	L _{night} 45 dB L _{Afmax} 60 dB	Uten impulslyd: L _{den} 65 dB Med impulslyd: L _{den} 60 dB	L _{night} 55 dB L _{Afmax} 80 dB

Krav til maksimalt støynivå i nattperioden gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt. Beregning av maksimalstøynivåer kan unnlates dersom ekvivalent støynivå åpenbart er bestemmende for støysonenes utbredelse.

For industri med impulslyd (jfr. Definisjon i kap. 6) skal de strengere grenseverdiene legges til grunn når denne type lyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn 10 hendelser per time. Alternativet kan impulslydkorreksjon beregnes ut fra metode gitt i ISO 1996-1:2003 og Nordtest-metode NT ACOU 112. De strengeste grenseverdiene gjelder også for støy med tydelig rentonekarakter hos mottaker.

3 Støy i arbeidsmiljø

3.1 Støykilder

Støykilder som er av betydning for støyeksponering må identifiseres. Per nå foreligger det ikke støydata eller erfaringstall fra målinger på tilsvarende utstyr, og dette må følges opp i videre prosjektering. Kraftige støykilder og støyende aktiviteter bør om mulig gis en skjermet plassering. Der det er aktuelt må det settes lydkrav til utstyr ved innkjøp fra leverandører. Dette betyr at ansvaret for dimensjoneringen av eventuelle støyreducerende tiltak på utstyret legges hos leverandøren. Det primære tiltaket er alltid å velge støysvakt utstyr der man har mulighet til å velge.

3.2 Lydabsorbenter

Det er satt krav til et visst minimum av akustisk demping i arbeidslokaler, gjennom å stille krav til etterklangstid og gjennomsnittlig absorpsjonsfaktor for gulv, vegger og tak. (Interne lydforhold og akustikk gjennomgås i kapittel 4). Hensikten er dels å dempe støyen og dels sikre gode forhold for kommunikasjon. Mengder av akustisk demping i hallene vil bli vurdert ut fra romvolum, støynivå samt hvor arbeidstakerne vil oppholde seg i anlegget. I øvrige rom som kontorer, møterom, kontrollrom, korridorer og trapperom vil det bli prosjektert løsning som innfrir krav i lydklasse C.

3.3 Utarbeidelse av støykart

Støykart kan utarbeides i de områdene hvor det er støyende utstyr. Innledningsvis kan dette gjøres med beregninger basert på målsettingen. Videre kan maksimalt tillatt lydeffekt fordeles på planlagte kilder som et innledende krav. Etter hvert som lyddata blir tilgjengelig kan det gjøres vurderinger av dette. Ved behov kan det gjøres målinger på tilsvarende eksisterende utstyr for å få kjennskap til lydeffektnivåer. Et slikt kart vil gi en visuell oversikt over støynivået i diverse områder, framheve dominerende støykilder, vise effekten av evt. støydempende tiltak, benyttes som grunnlag for å beregne støyeksponering, samt kunne benyttes som underlag til å dimensjonere alarmnivå.

3.4 Beregne støy- og vibrasjonseksponering

3.4.1 Støyeksponering

Personale som oppholder seg i kontorer, kontrollrom o.l. tilhører arbeidsgruppe 1. Personale som oppholder seg i prosessområder og andre støyende rom tilhører som regel arbeidsgruppe 3.

Basert på oppholdstider i ulike støyende områder og/eller fra støyende verktøy, vil det gjøres vurderinger av den enkelte medarbeiders støyeksponering. Slike vurderinger kan identifisere hvilke områder og arbeidsoperasjoner som krever ekstra beskyttelse mot støy i form av hørselvern eller dobbelt hørselvern.

3.4.2 Helkroppsvibrasjoner

Det er satt grenser til hvor kraftige helkroppsvibrasjoner en arbeider kan eksponeres for i løpet av en arbeidsdag. Uten data for aktuelt utstyr kan det være vanskelig å vurdere eksponeringen på forhånd. Ev. erfaringer/kjennskap til utstyr som kan være kilde for kraftige vibrasjoner, kan forebygge overføring av vibrasjoner til oppholdsrom, kontorer o.l. gjennom prosjektering. Vibrasjonsisolering av utstyr med roterende komponenter kan være nødvendig.

3.4.3 Hånd-Arm-Vibrasjoner

I tillegg til støyeksposering finnes det også krav til vibrasjonseksposering fra håndholdt verktøy. Brekke & Strand har en stor database med støy- og vibrasjonsdata for mye forskjellig utstyr. Data fra denne kan benyttes til å velge utstyrstyper, fabrikater, modeller o.l. som er mest mulig støy- og vibrasjonssvakt. For sporadisk bruk av håndholdt verktøy er dette ofte ikke så kritisk, men det er et viktig element for personell som bruker slikt utstyr i en større del av arbeidsdagen.

3.5 Tiltak

Dersom innledende beregninger/vurderinger indikerer at grenseverdier overskrides, vil tiltak vurderes og prosjekteres. Det finnes flere tiltak som kan vurderes ved behov:

- Støydempende tiltak direkte på utstyr
- Innbygging av støykilder
- Lydskilte mellom ulike soner med ulikt støynivå
- Støyskjerming av gang- og oppholdssoner
- Reduksjon av oppholdstider (jobbrotasjon)
- Hørselvern
- Kontrollrom

Støynivå i arbeidslokaler må planlegges slik at støyeksposeringen for personellet blir i tråd med Arbeidstilsynets grenseverdier. I spesielt støyende rom må trolig bruk av hørselvern aksepteres som kompensierende tiltak. Støysvakt utstyr og støysvake prosesser må imidlertid være hovedregelen. Støykrav til utstyr må spesifiseres slik at disse kan inkluderes i kontrakt/avtale med leverandører.

4 Interne lydforhold – prinsipløsninger

4.1 Generelt

I det følgende gjennomgås aktuelle konstruksjoner for prosjektet som vil sikre tilfredsstillende lydforhold ved normalt god utførelse. I merknader er det angitt eventuelle usikkerheter i løsningene, samt nødvendige tiltak i tilslutninger og flankerende konstruksjoner.

Det legges opp til løsninger som tilfredsstiller klasse C i NS 8175.

4.2 Vegger i kontorlokaler

4.2.1 Skilleflate mellom kontorer

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_w \geq 37$ dB (vegg uten dørforbindelse)
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">• Systemvegg etter leverandørens anbefaling <i>eller</i> <ul style="list-style-type: none">• 13 mm gips• 70 mm stålstender• 70 mm mineralull• 13 mm gips Evt. glassfelt: labmålt $R_w \geq 40$ dB
Kommentarer	Vegg kan avsluttes ved himling, men skjørt over himling eller spesielle lydisolerende himlingsplater må inkluderes. Det må fuges i alle overganger og rundt alle gjennomføringer.

4.2.2 Skilleflate mellom kontor og korridor

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_w \geq 24$ dB (vegg med dørforbindelse)
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">• Systemvegg etter leverandørens anbefaling <p>eller</p> <ul style="list-style-type: none">• 13 mm gips• 70 mm stender• Minimum 30 mm mineralull• 13 mm gips <p>Slagdører med labmålt $R_w \geq 25$ dB Evt. glassfelt: labmålt $R_w \geq 28-30$ dB (tilsvarende 4 – 6 mm glass)</p>
Kommentarer	Vegg kan avsluttes ved himling. Skjørt eller lydisolierende himlingsplater må vurderes. MERK at med terskelfrie dører vil sannsynligvis ikke forskriftskravet oppfylles.

4.2.3 Skilleflater rundt møterom

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_w \geq 44$ dB (vegg uten dørforbindelse)
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">• Systemvegg etter leverandørens anbefaling <p>eller</p> <ul style="list-style-type: none">• 2 x 13 mm gips• 70 mm stålstender• 70 mm mineralull• 2 x 13 mm gips <p>Evt. glassfelt: labmålt $R_w \geq 47$ dB (dobbel glass må påregnes)</p>
Kommentarer	Vegg føres gjennom himling og avsluttes opp mot overliggende dekke. Enkel platekledning på flankerende vegger må splittes (dobbel plate kan være gjennomgående). Det må fugetettes i alle overganger og rundt alle gjennomføringer. Evt. kanalføring gjennom vegg må ha lydfelle inntil vegg på én side.

4.2.4 Skilleflater rundt rom for konfidensielle samtaler og rom for videokonferanse

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_w \geq 48$ dB (vegg uten dørforbindelse)
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">Systemvegg etter leverandørens anbefaling <p>eller</p> <ul style="list-style-type: none">2 x 13 mm gips100 mm lydstender av stål100 mm mineralull2 x 13 mm gips <p>Evt. glassfelt: labmålt $R_w \geq 51$ dB (behov for dobbelt glass)</p>
Kommentarer	<p>Vegg føres gjennom himling og avsluttes opp mot overliggende dekke.</p> <p>Gjennomgående platekledning på flankevegger må splittes og hulrom i vegg må tettes med stender.</p> <p>Det må fugetettes i alle overganger rundt alle gjennomføringer.</p>

4.2.5 Vegg med dør mot korridor (rom for fortrolig samtale og møterom)

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_w \geq 34$ dB (vegg med dørforbindelse)
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">Systemvegg etter leverandørens anbefaling <p>eller</p> <ul style="list-style-type: none">13 mm gips70 – 100 mm mineralull70 – 100 mm stender13 mm gips <p>Slagdører minimum labmålt $R_w \geq 33$ dB</p> <p>Evt. glassfelt i vegg med dør: labmålt $R_w \geq 38-40$ dB (10 mm glass)</p>
Kommentarer	<p>Vegg kan avsluttes ved himling med evt. skjørt over himling (avhengig av himlingstype).</p> <p>Slagdør må ha terskel.</p>

4.2.6 Skillevegger rundt kopirom o.l.

Lettvegger rundt slike rom bør som minimum tilfelle utføres med 70 mm stålstendere, 50 mm mineralull og ett lag gips på hver side, tilsvarende løsning som for kontor. Dører bør holde labmålt $R_w \geq 25$ dB.

4.2.7 Skillevegger rundt toaletter/garderober

Lettvegger rundt toaletter og garderober bør utføres med løsninger som beskrevet for kontorer ($R'_w = 37$ dB vegg) og i enkelte utsatte områder bør man også vurdere møteromskrav ($R'_w = 44$ dB vegg).

4.3 Vegger i industrilokale

Krav til skillevegger må tilpasses støynivå i rommet og eventuelle støyfølsomme rom som ligger inntil/over det støyende rommet.

Det opplyses fra prosjektet at det i enkelte rom er planlagt benyttet sandwich-elementer bestående av aluminiumspanel med 50 mm mineralull i midten. Slike elementer har en lydreduksjon på omkring 25 dB, noe som er relativt dårlig. I alle rom med støyende komponenter må det derfor vurderes behov for ekstra lydisolasjon.

Alternativt kan stedbygde vegger av gips og mineralull tilpasses ønsket lydisolasjon. Dette kan også løses som en lydisolerende påføring på spesialvegger, på veggside som ikke er sensitiv for støv og luftfuktighet.

4.4 Gulvløsninger

4.4.1 Tynne påstøp/golv på grunn

Merk at eventuelle tynne påstøp eller plate på mark kan begrense lydisolasjon (både trinn- og luftlyd). Dersom det skal brukes tynne betongplater/-påstøp bør disse enten være 120 mm tykke eller planlegges med lydfuger under vegger med lydisolasjonskrav. Med 120 mm betongtykkelse vil krav opp til og med $R'_w = 48$ dB kunne tilfredsstilles selv om platen er gjennomgående. Alternativt må disse splittes under vegger med slike lydkrav.

4.4.2 Etasjeskiller

Krav i NS 8175, klasse C	$R'_{w} \geq 48$ dB mellom kontoretasjer $L'_{n,w} \geq 58$ dB inn til møterom $L'_{n,w} \geq 63$ dB inn til kontor
Oppbygging	<ul style="list-style-type: none">• Teppe/golvbelegg• Trinnyddempende matte e.l.• ≥ 200 mm betongdekke/HD-element• Systemhimling
Kommentarer	Flytende golv må legges lokalt i alle rom. Det er viktig at overgolv utføres med fuge mot vegger, slik at man ikke får stiv forbindelse mellom overgolvet og vegg. For å ivareta krav til mellom kontorer, fra korridor til kontor etc. er det behov for trinnyddreduserende golvbelegg eller annen trinnyddreduserende overgolvs-løsning. Det må benyttes trinnyddreduserende golvbelegg eller teppefliser for å sikre at krav blir ivaretatt trinnyddisolasjon både horisontalt, vertikalt og diagonalt ned. Løsning er foreløpig ikke vurdert.

4.5 Flankeløsninger - Lydtetting

4.5.1 Generelt om lydtetting

I alle overganger mellom lette lydskillevegger og dekker/vegger anbefales fugetetting med elastisk fugemasse. Fuging kan gjerne utføres på første platelag der hvor det er dobbel platekledning.

Ved innsetting av lydisolerende vinduer og dører anbefales generelt dytting med mineralull rundt karm og fugetetting med elastisk fugemasse både utvendig og innvendig.

Ved gjennomføringer i lettvegger må man sikre at det ikke blir stiv kontakt mellom veggene. Gipsmasse frarådes derfor brukt i lettvegger. I stedet bør det etableres fuger på 8 -10 mm rundt gjennomføringen som fuges igjen med elastisk fugemasse.

4.5.2 Elektro-/tele-/datainstallasjoner

Det er viktig å ta hensyn til lydisolasjonen i forbindelse med tilførsel av strøm og telefon/data. Avhengig av hvor disse føres inn i rommene vil det kunne være avgjørende for den totale lydisolasjonen at det tettes rundt og i kabelgater og gjennomføringer. For alle vegger med lydisolasjonskrav anbefales det at kabelkanaler må avsluttes ved vegg og det må fuges rundt kabler på begge veggside. Kablene må ikke legges i bunter, men legges ut slik at det kan fuges rundt hver kabel enkeltvis. Tettingen ved gjennomføringen må ellers tilpasses lydkravet til veggene. Detaljer for slike løsninger kan kommenteres på forespørsel.

4.6 Ventilasjonsløsning/lydfeller

4.6.1 Overstrømningsventiler

For å oppnå de definerte lydisolasjonskrav (inkludert dører, glassfelt osv.) er det en forutsetning at lyd via ventilasjonskanaler eller overstrømningsventiler ikke bidrar til nevneverdig svekkelse av luftlydisolasjonen.

Bruk av overstrømningsventiler må vurderes i forhold til krav til veggkonstruksjon disse skal settes i. De bør unngås i vegger med lydkrav $R'_w \geq 35$ dB.

4.6.2 Kanalbåren støy og lydisolasjon via kanalnett

Det forutsettes at VVS-prosjekterende dimensjonerer og plasserer lydfeller i henhold til aktuelle lydisolasjons- og lydnivå krav i de forskjellige rommene.

Det anbefales generelt at hovedføringer plasseres i korridorsoner med stikk inn til hvert rom. Hvis dette prinsippet ikke følges må det lages løsninger som tilpasses lydkravet til veggene kanalene føres gjennom.

4.7 Romakustikk

4.7.1 Generelt

Kravene som er gitt til akustisk demping er dels satt for å dempe støy og dels for å sikre tilfredsstillende forhold for kommunikasjon. Kravene er også satt med tanke på universell utforming – f. eks. at syns- og hørselshemmede skal kunne orientere seg, ta seg fram samt kommunisere i rommene.

Det anbefales generelt å benytte himlingsplater som tilfredsstillende absorpsjonsklasse A eller B som definert i ISO 11654. Andre absorpsjonsklasser kan brukes, men det vil øke arealet i forhold til beskrivelsen under.

4.7.2 Oversikt over løsninger

Tabell 8 – Løsninger for å nå grenseverdier i NS 8175, klasse C:

Rom	Anbefalt himlingsløsning
<i>Kontorer/møterom/personalrom:</i>	<ul style="list-style-type: none">• 100 % av himling dekkes med lydabsorbent i klasse A eller B.• I sparsomt møblerte rom kan det bli behov for tilleggsabsorpsjon på vegger. Dette kan anslås til et areal tilsvarende 10 – 20 % gulvarealet (40 mm mineralullabsorbent direkte på vegg).
<i>Fellesområde/resepsjon:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Både himling anbefales dekket med lydabsorbent i klasse A eller B.• Avhengig av møbleringen i rommet kan det bli behov for tilleggsabsorpsjon på vegg. Areal tilsvarende 10 – 20 % av gulvarealet kan anslås.
<i>Fellesgang:</i>	<ul style="list-style-type: none">• 100% av himling dekkes med lydabsorbent i klasse A eller B anbefales – mindre kan vurderes.
<i>Trapperom:</i>	<ul style="list-style-type: none">• 100 % av himling under hovedrepos/tak dekkes med lydabsorbent i klasse A eller B (20 mm absorbent kan benyttes).• Hvis trapper utføres med mellomrepos bør minimum 40 % av undersiden av dette dekkes med lydabsorbent i klasse A eller B
<i>Industrilokale</i>	<ul style="list-style-type: none">• Etterklangstid og lydabsorpsjon vil være avhengig av innredning i rommet. Som et utgangspunkt kan man legge til grunn et lydabsorberende areal tilsvarende 80 % av rommets gulvareal i klasse A eller B.• I spesialrom med krav til renhet må det vurderes hygieneabsorbenter. Dette finnes som mineralullabsorbenter i systemhimling eller som metallplater med perforering/spalter.

Dersom det velges løsninger der mengden lydabsorbenter i himling blir mindre enn angitt i tabellen over, må det kompenseres med å montere større arealer med lydabsorbenter på vegger.

Eventuell bruk av spilepanel eller perforerte plater krever detaljert gjennomgang for å finne produkter/løsninger som gir tilstrekkelig demping. Slike løsninger øker ofte også behovet for tilleggsabsorpsjon på vegger.

4.8 Tekniske installasjoner

4.8.1 Teknisk rom

Når støydata for utstyr i tekniske rom foreligger, må krav til lydisolasjon og tiltak på dekker vurderes i forhold til bla. støynivå og vekt på aggregater. Det må planlegges en løsning slik at lydnivåene total fra teknisk støy (også inkludert andre kilder) ikke overstiger kravene.

Det kan bli nødvendig med avstiving av dekket, spesialtilpassede vibrasjonsisolatorer (f.eks. stålfjærer) og tilleggisolering av dekket. Generelt anbefales ikke relativt lette flytende golv i tekniske rom.

For alle tekniske rom er det også viktig å fokusere på at man må unngå overføring av strukturlyd/vibrasjoner via innfesting av rør m.m. i vegger og dekker.

4.8.2 Støy fra ventilasjonsanlegg

Krav til støy fra ventilasjonsanlegg gjelder som beskrevet i kapittel 2.2 under støy fra tekniske installasjoner.

Det forutsettes av VVS-entreprenør/konsulent er ansvarlig for prosjektering av kanalbåret støy både innendørs i bygget samt utendørs fra luftinntak og avkast.

5 Støy til omgivelsene

5.1 Generelt

Produksjonsutstyret forutsettes å være i døgnekontinuerlig drift. Det forutsettes også at anlegget skal forsynes med strøm fra regional-/distribusjonsnettet.

Det må forutsettes at eksisterende prototypeanlegg avgir støy til omgivelsene. De angitte grensene gjelder for hele anlegget samlet og vi må derfor legge inn noe margin for å ta høyde for lydbidrag fra begge delene av anlegget. Som en overordnet tilnærming foreslås å sette krav med 5 dB margin for pilotlinja.

Støynivå fra aktiviteten ved bedriften må ved nærmeste nabo tilfredsstillende kravene i T-1442 for industri med helkontinuerlig drift med 5 dB margin for støy fra prototypelinja.

Dersom det legges til grunn at støynivået fra produksjonsutstyret i pilotlinja er likt over døgnet hele uka, blir det grensen på $L_{den} \leq 55$ dB som legges til grunn, det vil si $L_{den} \leq 50$ dB med margin. I praksis betyr dette en grense på $L_{pAeq} \leq 43$ dB ved nærmeste nabo. Dersom støyen i tillegg er av impuls- eller rentonekarakter skjerpes grensen ytterligere 5 dB til $L_{pAeq} \leq 38$ dB ved nærmeste nabo.

Støykilder tilknyttet tekniske installasjoner (som er knyttet til bygningens drift og ikke industribedriften) følger grensene i TEK/NS8175 for støy fra tekniske installasjoner.

5.2 Gjennomgang av støykilder

Kilder som kan gi støybidrag til omgivelsene er i hovedsak vifter og luftinntak/-avkast på tak og i vegg, samt rister/åpninger i vegger, samt nødgenerator. Generelt forventes lydnivået ut gjennom vegger å være moderat, men dersom det er rom med særlig høye støykilder, må yttervegger lydisoleres for å sikre tilstrekkelig lavt lydnivå ut til omgivelsene/nærmeste naboer. Dette gjelder med stor sannsynlighet nødgeneratoren som også må ha tilstrekkelig demping på luftinntak og eksos. Dette prosjekteres normalt av leverandøren. Andre utvendige komponenter som varmepumper, vannpumper, sirkuleringspumper og rørlinjer/ventiler må også medtas i vurderingen.

For å vurdere støyutbredelse til omgivelsene må det forelegges støydata for alt støyende utstyr. Dette inkluderer bl.a.:

- Vifter på tak
- Åpninger/rister i vegg
- Evt. varmepumper
- Evt. vannpumper/sirkuleringspumper el.l.

RIV må forelegge beregninger som viser støynivået ut fra alle luftinntak/-avkast.

I tillegg vil eventuell varetransport til og fra bedriften måtte medtas i beregningene.

Nærmeste nabobebyggelse ligger ca. 150 m vest og ca. 200 m nordøst for bygget

For å gi detaljerte svar på tillatt støynivå fra utstyr trenger vi å vite mer om antall og plassering. Foreløpig angis noen generelle krav basert på den korteste avstanden.

Med fri sikt til kilden kan man tillate et samlet lydeffektnivå på inntil $L_{WA} = 75$ dB fra utstyr som er i døgnekontinuerlig drift.

Dette gjelder samlet for alle kilder som er plassert på tak eller andre steder hvor det er fri sikt til nærmeste bolig. Avhengig av antall kilder og plassering kan man tillate at enkeltkilder har støynivå som ligger 5 – 10 dB lavere enn samlet lydeffektnivå. Dette betyr at hvis det f.eks. er 5 kilder på tak kan hver enkelt kilde ha et lydeffektnivå på $L_{WA} = 68$ dB. Dersom dette ikke er mulig, må det vurderes skjerming/lydfeller e.l.

På grunn av korte avstander må det derfor påregnes behov for tiltak. Alternativer er typisk:

- Gunstig plassering
- Støysvakt utstyr
- Skjerming/innbygging