
RAPPORT

Nye Brandengen Skole forprosjekt

OPPDRAKSGIVER

Drammen Eiendom KF

EMNE

Premissrapport akustikk

DATO / REVISJON: 28. februar 2019 / 01

DOKUMENTKODE: 10209176-RIA-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Nye Brandengen Skole forprosjekt	DOKUMENTKODE	10209176-RIA-RAP-001
EMNE	Premissrapport akustikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Drammen Eiendom KF	OPPDRAGSLEDER	Eivind Laukvik
KONTAKTPERSON	Rino Pettersen	UTARBEIDET AV	Cecilie Øinæs Opsanger
		ANSVARLIG ENHET	10106020 Akustikk
GNR./BNR./SNR.	/ / / Drammen		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Drammen Eiendom KF som lydteknisk rådgiver i forbindelse med utvidelse av Brandengen skole i Drammen kommune.

Denne rapporten angir lydtekniske ytelser i prosjektet, og gir forslag til tekniske løsninger som skal ivareta lydforholdene.

Følgende sammenfattes:

- Planlagte etasjeskiller vil ikke gi tilfredsstillende trinnlydisolasjon. Etasjeskillet må utbedres ved å legge trinnlyddempende gulvbelegg og/eller montere trinnlyddempende himlinger i underkant dekker. For tilfredsstillende trinnlydisolering sideveis mellom rom, må flytende gulv legges som separate flåter i hvert enkelt rom i etterkant av at innvendige vegger er bygget ned på massive dekkene (fuger mot vegger).
- Grupperom med dørforbindelse til klasserom vil ha redusert lydreduksjon og parallelle aktiviteter i rommene må tilpasses deretter. Det må avklares med bruker om at tiltenkt bruk er forenelig med at rommene sees på som ett brukerområde.
- Tilsvarende gjelder for møterom med direkte dørforbindelse til «LAP»; Redusert lydreduksjon er forventet og aktivitetene i rommet må tilpasses deretter (ett brukerområde).
- Det må påregnes store mengder veggabsorbenter i tillegg til bafler i himling for å tilfredsstille krav til etterklangstid.
- Utvendige trapper og svalganger må ha eget bæresystem atskilt fra bygningskroppen, eller ha vibrasjonsisolert innfesting for å ivareta krav til trinnlydnivå i tilstøtende rom.

01	28.2.2019	Rettet skrivefeil ansvarlig søker	Cecilie Ø. Opsanger	Jannicke Olshausen	Eivind Laukvik
00	11.2.2019	Brandengen skole, premissrapport	Cecilie Ø. Opsanger	Jannicke Olshausen	Eivind Laukvik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Grunnlagsmateriale og regelverk	5
2.1	Henvising til regelverk	5
2.2	Reguleringsbestemmelser	6
2.3	Konstruksjonspremisser.....	6
3	Krav til støy fra bygge- og anleggsvirksomhet	6
4	Oppsummering lydtekniske ytelser og forslag til tekniske løsninger.....	6
4.1	Luftlyd.....	7
4.2	Trinnlyd og strukturlyd.....	8
4.3	Romakustiske forhold, inkludert taleforståelse	9
4.4	Støy fra bygningstekniske installasjoner	10
4.5	Støy fra utendørs lydkilder.....	11
4.6	Vibrasjonsforhold.....	12
4.7	Krav til arbeidsbygning.....	12
5	Lydtekniske løsninger	13
5.1	Konstruksjonsprinsipper og materialvalg.....	13
5.2	Luftlyd.....	13
5.2.1	Generelle krav til platekledde vegger med lydkrav (ARK)	13
5.2.2	Tiilslutningsdetaljer og elementskjøter (ARK).....	13
5.2.3	Lyddører, krav og merking (ARK)	14
5.2.4	Direkte dørforbindelser mellom klasserom og grupperom, og mellom møterom og LAP (ARK)	14
5.3	Trinnlyd og strukturlyd.....	15
5.3.1	Trapper og trinnlydnivå (RIB)	15
5.3.2	Takterrasse (ARK).....	15
5.4	Støy fra bygningstekniske installasjoner	15
5.4.1	Kanaler (RIV)	16
5.4.2	Luftbehandlingsanlegg (RIV)	16
5.4.3	Lydisolering av gjennomføringer (RIV/RIE)	16
5.5	Støy fra utendørs lydkilder.....	16
5.6	Vibrasjonsforhold.....	17
5.6.1	Teknisk utstyr.....	17
5.6.2	Bygge- og anleggsperioden	18
	Referanser	18
	Vedlegg 1.....	19
	Vedlegg 2.....	20

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Drammen Eiendom som akustisk rådgiver i forbindelse med utvidelse av Brandengen skole i Drammen kommune.

Denne rapporten er et premissdokument for byggherre, arkitekt og øvrige fagdisipliner (RIB, RIV, RIE) for å sikre at krav til lydforhold i TEK17 ivaretas.

Tiltakshaver er Drammen Eiendom KF og ansvarlig søker er Ola Roald AS Arkitektur.

Det er tatt utgangspunkt i å prosjektere ytelser og tekniske løsninger som tilfredsstillende gjeldende krav i teknisk forskrift. Innenfor fagområdet viser veiledning til teknisk forskrift til grenseverdier etter Norsk Standard NS 8175 klasse C som tilfredsstillende ytelser [1].

Denne rapporten inneholder forslag til tekniske løsninger som tilfredsstillende gjeldende ytelser for prosjektet. Andre tekniske løsninger kan velges, men det må da dokumenteres at disse gir samme ytelse. Det understrekes at:

- Forslag og beskrivelse av konkrete løsninger i rapporten er eksempler på minimumsløsninger, og at andre løsninger kan ha tilfredsstillende lydtekniske egenskaper.
- Det er kun tatt lydtekniske hensyn i beskrivelse av løsninger.

Resultat fra støyberegninger er samlet i notat 10209176-RIA-NOT-001, datert 11.02.2019.

Akustiske definisjoner er gitt i vedlegg 1.

2 Grunnlagsmateriale og regelverk

De lydtekniske premissene er basert på følgende underlagsmateriale:

- Byggteknisk forskrift TEK17 til Plan- og bygningsloven[2], med veileder[3]
- Norsk Standard NS 8175 Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper[1]
- T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging[4]
- Reguleringsbestemmelser for Brandengen barneskole og flerbrukshall, datert 22.02.2016
- Byggforsk byggdetaljblader
- Plantegninger lagt ut på sharepoint 23.01.2019

2.1 Henvisning til regelverk

TEK 17, §13-6, angir funksjonskrav til lydforhold i og utenfor bygninger. I TEK er det angitt at ytelsesnivå som tilsvarer grenseverdier for lydklasse C i NS 8175 skal benyttes for å dokumentere at bygningsmyndighetenes krav om tilfredsstillende lydforhold er oppfylt.

I veiledningen til TEK er det oppgitt at krav til tilfredsstillende lydforhold omfatter:

- luftlyd
- trinnlyd og strukturlyd
- romakustiske forhold, inkludert taleforståelse
- støy fra bygningstekniske installasjoner
- støy fra utendørs lydkilder.

TEK §13-6 oppgir også at

- vibrasjonsforhold skal være tilfredsstillende
- i byggverk for publikum og arbeidsbygninger skal det være lyd- og taleoverføringsutstyr, med mindre det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å oppnå god taleforståelse.

2.2 Reguleringsbestemmelser

Gjeldene reguleringsbestemmelser er gitt i «Bestemmelser til detaljregulering for Brandengen barneskole og flerbrukshall», datert 22.02.2016. §1-4 a), b) og d) omhandler støy:

a) Ved søknad om rammetillatelse for ny bebyggelse, inklusiv uteoppholdsareal/skolegård for skolen, som kan være utsatt for trafikkstøy fra gate, skal tiltakshaver dokumentere at det er tilfredsstillende støynivå gjennom en støyfaglig utredning jf. T-1442/2012. Støyberegninger og beskrivelse av nødvendige tiltak skal inngå i utredningen.

b) I skolegården/ lekeareal og utenfor vindu til rom med støyfølsom bebyggelse(skole) skal støynivået være mindre enn $L_{den}=55$ dBA jf T-1442/2012.

d) Ved søknad om rammetillatelse for ny bebyggelse må det dokumenteres hvordan støy og luftkvalitet i forhold til omgivelsene ivaretas i anleggsperioden jf T-1442/2012 og T-1520.

Det påpekes at T-1442/2016 er lik som T-1442/2012.

2.3 Konstruksjonspremisser

Beskrivelse av tekniske løsninger baseres på følgende forutsetninger:

- Gulv på grunn: Betongplate ca. 250-300 mm
- Etasjeskiller: 250 mm massivtre + 40 mm trinnlydplate + 80 mm påstøp/slipt betong
- Yttervegger: 100 mm massivtre, 250 mm isolasjon, 108 mm teglstein
- Innervegger: Massivtre
- Tak: 200 mm massivtre

3 Krav til støy fra bygge- og anleggsvirksomhet

T-1442 angir anbefalte grenser for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet. Retningslinjen er veiledende, og ikke rettslig bindende. Vesentlige avvik kan imidlertid gi grunnlag for innsigelse til planen fra statlige myndigheter, bl.a. fylkesmannen.

Kravene er gitt i vedlegg 2.

4 Oppsummering lydtekniske ytelser og forslag til tekniske løsninger

Dette kapittelet oppsummerer lydtekniske ytelser for Brandengen Skole, og forslag til tekniske løsninger som sjekklister for ARK og andre RI med prosjekteringsansvar. Det er angitt hvilken fagdisiplin som har ansvar for at løsningene implementeres i deres arbeidsgrunnlag. Kapittel 5 beskriver enkelte forslag til lydtekniske løsninger i mer detalj.

4.1 Luftlyd

Gjeldende grenseverdier for luftlydisolasjon, med beskrivelse av tekniske løsninger som vil tilfredsstillende gjeldende krav, er gitt i tabell 1. Alle krav til luftlydisolasjon mellom rom gjelder både horisontalt og vertikalt.

Tabell 1: Grenseverdier for luftlydisolasjon og beskrivelse av tekniske løsninger

LUFTLYDISOLASJON		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$R'_w \geq 48$ dB Klasserom, grupperom, velkomstklasse, helsesøster/bror (behov for konfidensielle samtaler)	<i>Etasjeskiller:</i> Planlagt oppbygning (250 mm massivtre, 40 mm trinnlydplate, 80 mm påstøp/slipt betong) vil gi tilfredsstillende luftlydisolasjon.	ARK/RIB
	<i>Veggoppbygning:</i> 90 mm massivtre, min. 70 mm hulrom med mineralull og frittstående stålstender, 1 x 13 mm gips. Alternativt: 60 mm massivtre + 70 mm hulrom med mineralull + 60 mm massivtre Se kap. 5.2.4 for dørkrav mellom grupperom og klasserom.	ARK
	Felles ventilasjonskanal kan føres gjennom vegg med lydfeller i nødvendig antall og dimensjon.	RIV
	Gjennomføringer legges med forskyvning i hvert veggskall, forskyvning ≥ 600 mm vertikalt eller horisontalt. Gjennomføring dyttes med isolasjon og fuges lufttett på begge sider med elastisk fugemasse. Trekkør kan ikke føres gjennom begge veggskall, men må brytes ved ett av veggskallene.	RIE
$R'_w \geq 44$ dB Møte, «LAP» Anbefales for garderobe, WC	<i>Veggoppbygning:</i> 80 mm massivtre, 70 mm hulrom med mineralull og frittstående stålstender, 1 x 13 mm gips. Se kap. 5.2.4 for dørkrav mellom møterom og «LAP».	ARK
	Ventilasjonskanaler kan føres gjennom vegg med lydfeller i nødvendig antall og dimensjon.	RIV
	Gjennomføringer dyttes med isolasjon og fuges lufttett med elastisk fugemasse.	RIE
$R'_w \geq 37$ dB Kontor	<i>Veggoppbygning:</i> 80 mm massivtre, 70 mm hulrom med mineralull og felles stålstender, 1 x 13 mm gips.	ARK
	Ingen spesielle krav (utover tetting rundt gjennomføringer) ved små kanalverrsnitt og tilstrekkelig demping i ventiler.	RIV
	Gjennomføringer dyttes med isolasjon og fuges lufttett med elastisk fugemasse.	RIE
$R'_w \geq 35$ dB Klasserom, grupperom, velkomstklasse, helsesøster/bror med dørforbindelse til fellesgang/korridor	<i>Veggoppbygning:</i> 200 mm massivtre eller 80 mm massivtre, 70 mm hulrom med mineralull og felles stålstender, 1 x 13 mm gips. <i>Glasskonstruksjon:</i> Enkelt laminatglass i fast ramme som holder $R_w = 39-40$ dB. <i>Dør:</i> Laboratoriemålt lydreduksjon $R_w \geq 33$ dB for dører i lettvegger og $R_w \geq 38$ dB for glassdører i glassvegg og mot store fellesarealer.	ARK

LUFTLYDISOLASJON		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$R'_w \geq 34$ dB Møterom med dørforbindelse til fellesgang/korridor	Kanaler og gjennomføringer tilsvarende som beskrevet for rom med $R'_w \geq 37$ dB.	RIV/RIE
$R'_w \geq 24$ dB Kontor med dørforbindelse til fellesgang/korridor	<i>Veggoppbygning:</i> 90 mm massivtre <i>Dør:</i> Laboratoriemålt lydreduksjon: $R_w \geq 28$ dB.	ARK
Teknisk rom	Det er ikke utført beregninger av forventet lydtryknivå i teknisk rom, men det anbefales tilsvarende oppbygning som for skillevegger med lydkrav $R'_w \geq 48$ dB og dør med laboratoriemålt lydreduksjon $R_w \geq 38$ dB. Det må påberegnes krav om tunge, flytende gulv i betong.	ARK
Sjaktvegger	<i>Sjaktvegger:</i> 100 mm massivtre eller 2 x 13 mm gipsplater, 50 mm mineralull og stenderverk av stål. Isolasjon legges mellom stendere, fastholdes eventuelt med ståltråd eller stålnetting.	ARK

4.2 Trinnlyd og strukturlyd

Gjeldende grenseverdier for trinnlydisolasjon, med beskrivelse av tekniske løsninger som vil tilfredsstillende gjeldende krav, er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Grenseverdier for trinnlydnivå og beskrivelse av tekniske løsninger

TRINNLYDISOLASJON		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$L'_{n,w} \leq 58$ dB I klasserom, grupperom, velkomstklasse fra kommunikasjonsvei I møterom fra kommunikasjonsvei	Planlagt oppbygning (250 mm massivtre, 40 mm trinnlydplate, 80 mm påstøp/slipt betong) vil ikke gi tilfredsstillende trinnlydisolasjon. Oppbygning må ha ytterligere trinnlydisolering i form av trinnlyd-dempende gulvbelegg og/eller trinnlyd-dempende himling i underkant dekker. For tilfredsstillende trinnlydisolering sideveis mellom rom, må flytende gulv legges som separate» flåter i hvert enkelt rom i etterkant av at innvendige vegger er bygget ned på massivtre dekkene (splitt/fuger mot alle vegger).	ARK/RIB
$L'_{n,w} \leq 63$ dB Mellom undervisningsrom (klasserom, velkomstklasse, grupperom) Mellom kontorer (LAP, «kontor», helsesøster/bror) Mellom kontor og møterom I kontor fra kommunikasjonsvei	Planlagt oppbygning (250 mm massivtre, 40 mm trinnlydplate, 80 mm påstøp/slipt betong) vil ikke tilfredsstillende trinnlydisolasjon. Oppbygning må ha ytterligere trinnlydisolering i form av trinnlyd-dempende gulvbelegg og/eller trinnlyd-dempende himling i underkant dekker. For tilfredsstillende trinnlydisolering sideveis mellom rom, må flytende gulv legges som separate» flåter i hvert enkelt rom i etterkant av at innvendige vegger er bygget ned på massivtre dekkene (splitt/fuger mot alle vegger).	ARK/RIB

TRINNLYDISOLASJON		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
Trapperom, trapper, svalgang	Elastisk opplagring av trappeløp og repos, både hovedrepos og mellomrepos. Eventuelt eget bæresystem (atskilt fra bygningskroppen) for utvendige trapper. Tilsvarende for svalgang med enten eget bæresystem eller opplagre svalgangen på elastisk mellomlegg. Alternativt trinnlyddempende gulvbelegg på svalgang.	RIB
Terrasse	Terrassegulv må ikke legges rett på dekke eller ekspandert polystyren/isopor. Se kap. 5.3.2.	ARK

4.3 Romakustiske forhold, inkludert taleforståelse

Gjeldende grenseverdier for etterklangstid og midlere lydabsorpsjonsfaktor, med beskrivelse av tekniske løsninger som vil tilfredsstille gjeldende krav, er gitt i tabell 3.

Lydabsorpsjonsklasser for lydabsorbenter må dokumenteres i henhold til Norsk Standard NS-EN ISO 11654 [5].

Tabell 3: Grenseverdier for etterklangstid og midlere lydabsorpsjonsfaktor og beskrivelse av tekniske løsninger

ETTERKLANGSTID OG MIDLERE LYDABSORPSJONSFAKTOR		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$T_h \leq 0,16 \times h$ sek SFO/Felles (rom høyere enn 1 etasje)	Ved romhøyde 7,5 m: $T \leq 1,2$ sek. <i>Himling:</i> Lydabsorberende himling eller bafler i 100 % av himlingsareal. <i>Vegger:</i> Veggabsorbent på tilgjengelig areal på langvegg samt på bakvegg i plan 2.	ARK
$T \leq 0,5$ sek Klasserom, velkomstklasse, grupperom, møterom	<i>Himling:</i> Planlagt bafler med cc 0,5 m og høyde 0,4 m (nedhengt 0,1 m fra dekke) i ca. 80 % av himlingsareal. <i>Vegger:</i> Det må monteres store mengder veggabsorbenter, for klasserom ca. 2 hele veggflater. Krav til mengde beregnes i detaljprosjekt. For grupperom og møterom anbefales det at 1 av 2 parallelle vegger har lydabsorbenter i ørehøyde.	ARK
$T_h \leq 0,2 \times h$ sek LAP, helsesøster/bror, kontor, fellesareal, personalrom, korridor	Ved romhøyde 3,5 m: $T \leq 0,7$ sek <i>Himling:</i> Bafler med cc 0,5 m og høyde 0,4 m (nedhengt 0,1 m fra dekke). <i>Vegger:</i> Det må påregnes behov for veggabsorbenter i «LAP», personalrom og fellesareal. Tradisjonelt møblerte kontorer, har vanligvis ikke behov for veggabsorbenter. For korridor og deler av fellesareal, er det ønskelig med synlig massivtre uten bafler. Det er lite sannsynlig at det er mulig å tilfredsstille lydkrav i f.eks. korridor med kun veggabsorbenter, og det bør legges opp til noe absorbent i himling. Beregninger av eksakt krav til mengde lydabsorbenter utføres i detaljfase.	ARK

ETTERKLANGSTID OG MIDLERE LYDABSORPSJONSFAKTOR		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$T \leq 0,8$ sek Trapperom	Heldekkende lydabsorberende himling under alle repos, mellomrepos og i trapperommets tak, lydabsorpsjonsklasse A, alternativt bafler og/eller veggabsorbenter.	ARK
Garderober Anbefaling, ikke krav.	<i>Himling:</i> Bafler med cc 0,5 m og høyde 0,4 m (nedhengt 0,1 m fra dekke).	ARK
Tekniske rom Anbefaling, ikke krav.	<i>Himling:</i> Lydabsorpsjonsklasse A – 50 % (jevnt fordelt eller konsentrert over støyende maskiner).	ARK

4.4 Støy fra bygningstekniske installasjoner

Gjeldende grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner, med beskrivelse av tekniske løsninger som vil tilfredsstille gjeldende krav, er gitt i tabell 4.

Tabell 4: Grenseverdi for støy fra tekniske installasjoner og beskrivelse av tekniske løsninger

STØY FRA TEKNISKE INSTALLASJONER		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
Fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning: $L_{p,A,T} \leq 28^*$ dB $L_{p,AF,max} \leq 30$ dB I undervisningsrom, møterom	Sanitæranlegg: Dimensjonering av sanitæranlegget må følge retningslinjer gitt i byggedetaljblad 553.182[6]. Type, størrelse og plassering av rør må utføres på en slik måte at aktuelle lydkrav tilfredsstilles. Der WC monteres mot skillevegger med lydkrav anbefales det at det benyttes separat stenderverk.	RIV/RIE
$L_{p,A,T} \leq 30$ dB $L_{p,AF,max} \leq 32^*$ dB SFO / Felles	Ventilasjon: Kanallegget må dimensjoneres på en slik måte at krav til støy fra tekniske installasjoner kan tilfredsstilles. Dette påvirker valg av kanaler, lydfeller, kanalstørrelser etc.	
$L_{p,A,T} \leq 33$ dB $L_{p,AF,max} \leq 35$ dB I kontor, LAP, helsesøster/bror, fellesarealer	Heis: Støy fra heis må tilfredsstille angitte lydkrav. Dette påvirker valg av heistype, plassering av heismaskin etc.	
$L_{p,A,T} \leq 38$ dB $L_{p,AF,max} \leq 40$ dB Transportareal, korridor, fellesgang		

*Det skal påvises at det ikke er spesielt forstyrrende komponenter i støyen.

4.5 Støy fra utendørs lydkilder

Gjeldende grenseverdi for innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder er angitt i tabell 5.

Tabell 5: Grenseverdi for innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

INNENDØRS LYDNIVÅ FRA UTENDØRS LYDKILDER		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
Fra utendørs lydkilder: $L_{p,A,T} \leq 30 \text{ dB}$ I undervisningsrom, møterom $L_{p,A,T} \leq 35 \text{ dB}$ I kontor, helsesøster/bror, LAP	Fasader: Det er beregnet støy fra veitrafikk for Brandengen skole. Beregningene viser at skolen er støyutsatt og det kreves vinduer med lydisolerende egenskaper, se kap. 5.5.	ARK

Gjeldende grenseverdi for lydnivå på uteoppholdsareal, med beskrivelse av tekniske løsninger som vil tilfredsstille gjeldende krav, er gitt i tabell 6.

Tabell 6: Grenseverdi for lydnivå på uteoppholdsareal og beskrivelse av tekniske løsninger

LYDNIVÅ PÅ UTEOPPHOLDSAREAL		
Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
$L_{p,AF,max} \leq 40 \text{ dB}$ Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	Tørrkjølere Evt. tørrkjølere må plasseres på en slik måte at støy fra utstyret ikke overskrider oppgitt grenseverdi for lydnivå utenfor nærmeste vindu. Luftbehandling: Kanaler og rør må dimensjoneres på en slik måte at støy fra tilluft / avtrekk oppfyller krav til lydnivå på uteareal eller utenfor nærmeste vinduer.	RIV
Nedre grenseverdi for gul sone iht. T-1442 Lydnivå på uteoppholdsareal fra utendørs lydkilder	Det er beregnet støy fra veitrafikk, se notat 10209176-RIA-NOT-001. Det vil bli etablert støyskjerm mellom flerbrukshall og nytt skolebygg.	LARK

4.6 Vibrasjonsforhold

Aktuelle vibrasjonskilder for Brandengen skole er vibrasjoner fra veitrafikk, vibrasjoner fra aktiviteter og bygningstekniske installasjoner i bygningen. Bygningstekniske installasjoner må prosjekteres, utføres og plasseres slik at de ikke bidrar til å sette bygningskonstruksjoner i svingninger som kan føre til plagsom strukturlyd eller vibrasjoner (rystelser).

Generelle føringer som gjelder beskyttelse mot vibrasjoner er gitt i tabell 7.

Tabell 7: Beskyttelse mot vibrasjoner (strukturlyd), forslag til tekniske løsninger.

Grenseverdi / rom	Teknisk løsning	Disiplin
Fra tekniske installasjoner	<p>Teknisk utstyr: Teknisk utstyr må plasseres med minste avstand 0,1 meter fra tunge vegger og med minste avstand 0,5 meter fra lette vegger.</p>	RIV/RIE
	<p>Vibrasjonsisolering av teknisk utstyr mot gulv/tak: Alt teknisk utstyr med vibrerende / roterende deler, inkludert innfesting av kanaler og rør, må vibrasjonsisoleres med min. 95 % isoleringsgrad ved aktuelle problemfrekvenser. Utstyret settes med elastisk mellomlegg (rillegummi) mot gulv, alternativt på stålfjærer på lastfordelende ramme. Føringsskinner for heis festes ved etasjeskille med vibrasjonsdempende klamringer.</p>	
	<p>Rør og kanaler: Rør og kanaler til og fra teknisk utstyr må ha elastisk oppheng / fleksibel innfesting av dekker / vegger. Rør og kanaler festes vibrasjonsisolert til bygningen i vugger eller rørklammer med elastiske innlegg. Alle gjennomføringer må være skikkelig tett med elastisk fugemasse.</p>	
	<p>Sanitæranlegg: Rørføringer i sjakter festes ved etasjeskille med vibrasjonsdempende klamringer. Ingen innfesting eller kontakt mot skillevegger. Dersom det er nødvendig med klamring av rør mellom etasjeskille må det og settes opp separat stender inne i vegg som kan brukes til slik innfesting.</p>	
	<p>Heis: Releer må vibrasjonsisoleres fra bygningskonstruksjonen. Dersom heismaskineriet er plassert på bygningskonstruksjonen må dette også vibrasjonsisoleres.</p>	

4.7 Krav til arbeidsbygning

NS 8175 oppgir krav til lydoverføringsanlegg, teleslynge e.l. i 10 % av undervisningsrom, personalrom, møterom o.l. Dette forutsettes ivaretatt av RIE.

5 Lydtekniske løsninger

5.1 Konstruksjonsprinsipper og materialvalg

5.2 Luftlyd

5.2.1 Generelle krav til platekleddede vegger med lydkrav (ARK)

Generelt for skillevegger med lydkrav:

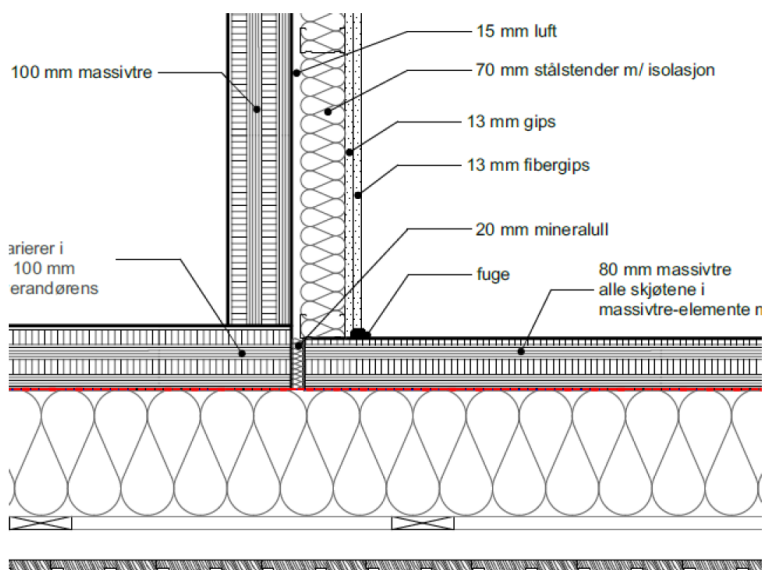
- Vegger med lydkrav føres fra dekke til dekke / dekke til tak eller bygges opp mot fast skjørt.
- Gipsplatekledning i flankerende konstruksjoner splittes mot skilleveggen for vegger med lydkrav $R'_w \geq 40$ dB.
- Vegger utføres med tett tilslutning mot vegger og dekker og alle tilslutninger fuges / tettes med elastisk fugemasse. Plateskjøter sparkles med minst ett platelag.
- Stenderverk i skillevegger med lydklassifisert dør(er) må være stift nok til at veggen ikke får deformasjoner som følge av dørens tyngde.
- Alle stendere/sviller fylles med mineralull.
- Utsparinger og gjennomføringer må tettes slik at det ikke etterlates åpninger. Alle gjennomføringer må tettes på begge sider av en skillevegg og fuges med elastisk fugemasse.

5.2.2 Tilslutningsdetaljer og elementskjøter (ARK)

Lydisolasjonen er ikke bare avhengig av lydreduksjonstallet for skilleveggen, men også av flankerende konstruksjoner og tilslutningen til disse (tak, gulv, yttervegg og andre skillevegger).

For vegger med krav til feltmålt lydreduksjonstall $R'_w \geq 40$ dB må flankerende konstruksjoner og tilslutningsdetaljer til disse løses spesielt i det enkelte tilfelle. Det forutsettes generelt tilslutninger med høy knutepunktsdemping. Dette innebærer typisk at platekledning/massivtre elementer i flankerende konstruksjoner splittes der lydisolerende skillevegg møter flankerende konstruksjon.

Vær spesielt oppmerksom på at tilslutning mellom skillevegger med lydkrav og massivtre konstruksjoner krever spesielle løsninger. Det er behov for enten splitt i massivtre-elementene eller inn/nedforede gipsplater. Figur 1 viser eksempel på tilslutningsdetalj mot yttervegg i massivtre.



Figur 1: Eksempel på tilslutning mellom bærende massivtre vegg og yttervegg.

Samme prinsipp vil gjelde for tilslutning mellom innvendig skillevegg og et tak av massivtre. Alternativ til splitt vil være nedforede gipshimlinger i underkant massivtre tak på hver side av vegg. Alle tilslutningsdetaljer må kontrolleres av RIA når disse foreligger fra ARK.

5.2.3 Lyddører, krav og merking (ARK)

En dør med lydkrav skal være klassifisert og merket med veid, laboratoriemålt lydreduksjonstall, R_w , i dB. Sertifiserte lyddører skal merkes både på dørblad og på karm og skal ha en produksjonskode som gir sporbarhet.

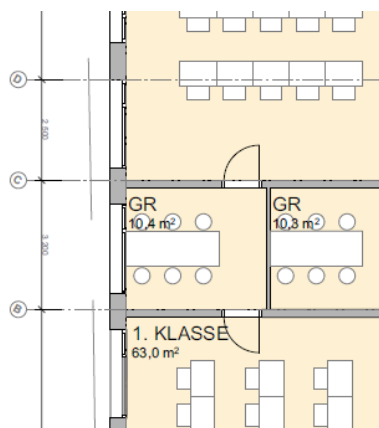
Bruk av lydklassifiserte dører forutsetter god tetting mellom dørblad og karm/terskel. Det er viktig at dørene har gode tettelister og at fuging mellom karm og vegg/gulv utføres i henhold til relevante Byggedetaljer som for eksempel 524.721[6].

5.2.4 Direkte dørforbindelser mellom klasserom og grupperom, og mellom møterom og LAP (ARK)

Enkelte grupperom har dørforbindelse mot to klasserom, som vist i figur 2. Dette gjør at lydkrav mellom rommene ikke vil bli tilfredstilt med mindre det benyttes doble dører.

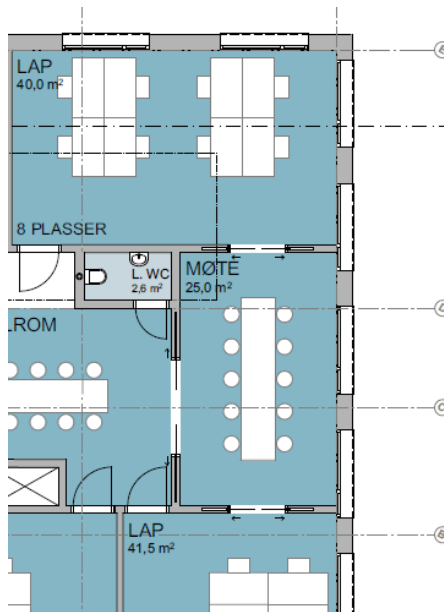
Det må avklares med bruker om ønsket om fleksibilitet går foran lydkrav, og at rommene sees på som ett brukerområde. Det må da forventes redusert lydisolasjon og parallelle aktiviteter må tilpasses deretter.

Det anbefales å benytte dører med laboratoriemålt lydreduksjon $R_w \geq 38$ dB.



Figur 2: Utsnitt fra plantegning. Grupperom med direkte dørforbindelser til klasserom.

Tilsvarende gjelder mellom møterom på plan 3 med direkte dørforbindelse til «LAP» som vist i figur 3. Rommene må sees på som ett brukerområde og det må forventes overhøring mellom rommene. Det anbefales å benytte dører med laboratoriemålt lydreduksjon $R_w \geq 38$ dB (ikke mulig med skyvedører).



Figur 3: Utsnitt fra plantegning. Møterom med direkte dørforbindelse til «LAP».

5.3 Trinnlyd og strukturlyd

5.3.1 Trapper og trinnlydnivå (RIB)

Trapper må enten ha eget bæresystem eller opplagres på spesialgummi/sylomer som sikrer elastisk opplagring mot bygget for øvrig: Se byggdetaljblad 532.241[8] for nærmere beskrivelse av ulike løsninger for elastisk opplagring av trappeløp/repos.

5.3.2 Takterrasse (ARK)

Terrassegulv på terrasse i 2.etg i nytt bygg må ikke legges rett på dekke eller ekspandert polystyren/isopor (XPS). For tilfredsstillende strukturlyd- og trinnlydisolering, må det legges inn et trinnlyddempende sjikt mellom utegulv og tak.

En mulig oppbygning er som følger:

- Terrassegulv: Betongheller / Tre lemmer
- Membran / Plastfolie / Takpapp
- Ekspandert polystyren / isopor
- 20 mm trinnlydplate (trykkfast mineralull)
- Dekke

Alternativt til 50 mm trinnlydplate er vibrasjonsdempende klosser under betongheller/ terrassebelegg. Klossene er egnet når de gir en elastisk deformasjon på minst 1 mm ved en punktlast på 1 kN.

5.4 Støy fra bygningstekniske installasjoner

Med tekniske installasjoner menes bl.a. heiser, ventilasjonsanlegg, sanitæranlegg og installasjoner for service- og eller ervervsmessig virksomhet. Krav til støy fra tekniske installasjoner gjelder summen av luftlyd og strukturlyd.

5.4.1 Kanaler (RIV)

Kanaler som må føres gjennom skilleflater med lydkrav må utføres med lydfeller i nødvendig antall slik at skilleflatens lydkrav opprettholdes. RIV (evt. i samarbeid med leverandør) har ansvar for å dimensjonere kanalanlegget slik at lydkravene oppfylles.

5.4.2 Luftbehandlingsanlegg (RIV)

RIV (evt. i samarbeid med leverandør) har ansvar for å dimensjonere og velge et luftbehandlingsanlegg (tilluft, avkast, kanaler, lydfeller) som tilfredsstiller lydkrav til tekniske installasjoner inne og ute.

Beregninger av lydnivå fra teknisk rom kan utføres når lydnivå for teknisk utstyr foreligger. Beregninger vil vise om det er nødvendig med lydtekniske tiltak på skillevegger eller etasjeskille for tiliggende rom. Det må påberegnes krav om tunge, flytende gulv i betong.

Lydnivå i sjakter må ikke være høyere enn at krav til støy fra tekniske installasjoner er oppfylt med standard sjaktvegger.

5.4.3 Lydisolering av gjennomføringer (RIV/RIE)

Tetting rundt gjennomføringer må følge retningslinjer gitt i byggedetaljblad 421.431[10]. Dette gjelder gjennomføringer for installasjoner og føringer for el, tele og radio/tv, koblingsbokser i vegger og dekker, vann- og avløpsinstallasjoner etc.

5.5 Støy fra utendørs lydkilder

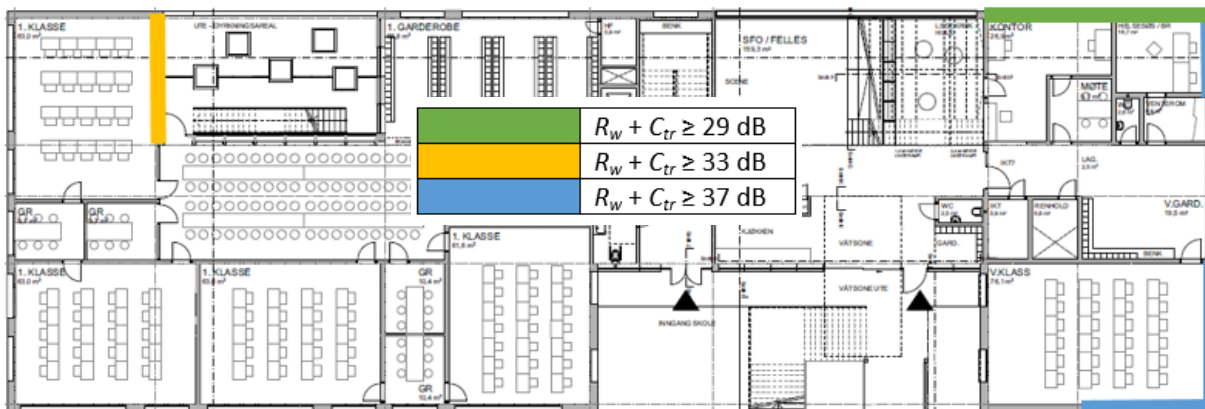
Brandengen skole ligger ved Fv./Rv. 282 Bjørnstjerne Bjørnsons gate / Holmestrandsveien og det er utført beregninger av støy fra veitrafikk. Resultatet av støyberegningene som viser lydnivå på fasade og støy på uteoppholdsareal er samlet i notat 10209176-RIA-NOT-001.

Ut i fra beregnet lydnivå på fasader, er det beregnet lydkrav til vinduer. Beregningene forutsetter følgende:

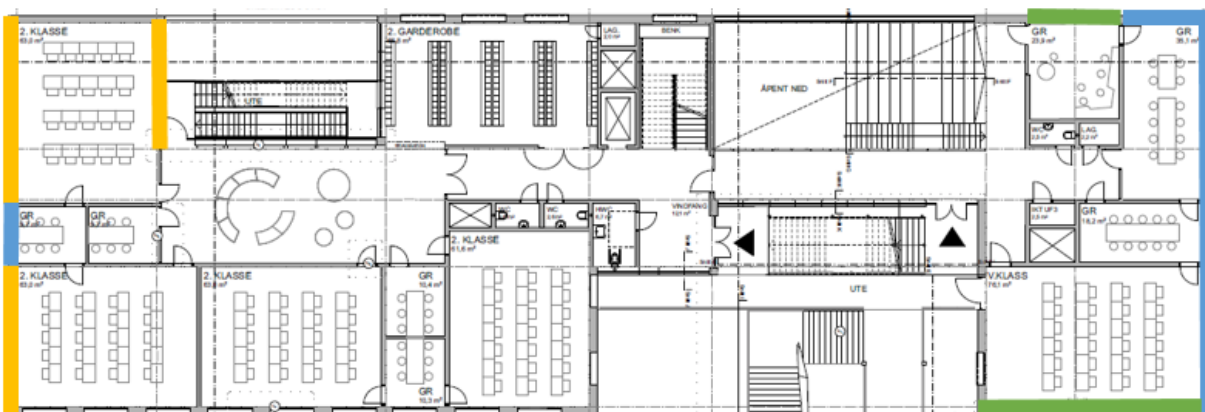
- Veggkonstruksjon som holder lydreduksjon $R_w + C_{tr} \geq 56$ dB (100 mm massivtre, 250 mm isolasjon og 108 mm teglstein).
- Balansert ventilasjon (dvs. ingen ventiler i fasaden).

Figur 4 viser lydkrav til vinduer kodet inn på arkitektens plantegninger. Åpningsbart felt ved siden av glassfelt må ha tilsvarende lydisolasjon som angitt for glass.

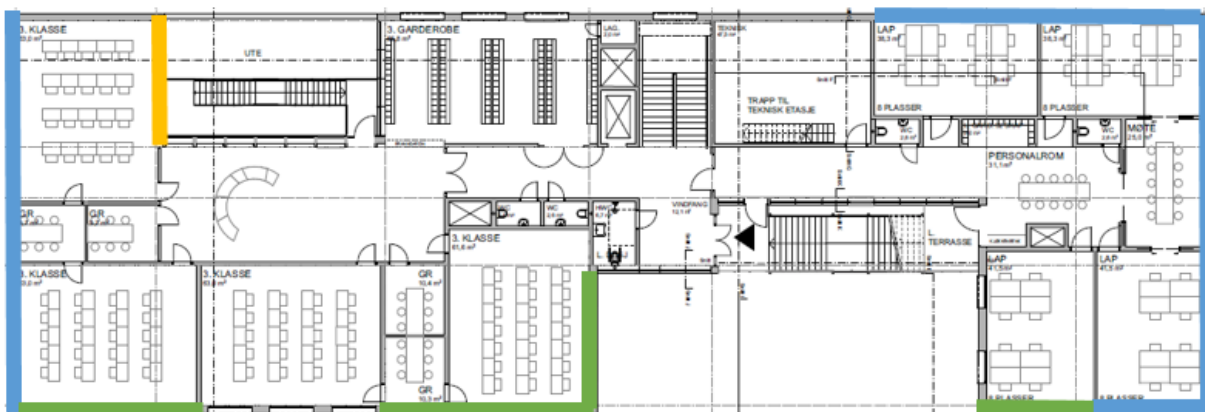
Plan 1:



Plan 2:



Plan 3:



Figur 4: Lydkrav til vinduer.

5.6 Vibrasjonsforhold

5.6.1 Teknisk utstyr

Det forutsettes tilstrekkelig vibrasjonsisolering av teknisk utstyr, se tabell 7.

Når grenseverdi for vibrasjoner er tilfredstilt vil også grenseverdi for lydnivå fra strukturlyd å være tilfredstilt.

5.6.2 Bygge- og anleggsperioden

Vibrasjoner som fremkommer i bygge- og anleggsperiode forutsettes tilfredsstillende ivaretatt av entreprenør.

Referanser

- [1] Standard Norge, 'NS 8175 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper', 2012.
- [2] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 'FOR-2017-06-19-840 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17), sist endret FOR-2017-07-07-1164', Oslo, Jul. 2017.
- [3] Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK), 'Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17)', Jan. 2017.
- [4] Miljødirektoratet, 'T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging', 2016.
- [5] Standard Norge, 'NS-EN ISO 11654 Lydabsorbenter til bruk i bygninger. Vurdering av lydabsorpsjon', 1998.
- [6] SINTEF Byggforsk, '553.182 Støy fra avløpsinstallasjoner', 2010.
- [7] SINTEF Byggforsk, '524.721 Innsetting av innerdører', Oktober 2017.
- [8] SINTEF Byggforsk, '532.241 Trinnlyd fra innvendige betongtrapper', 2006.
- [9] SINTEF Byggforsk, '421.431 Lydisolering av gjennomføringer', 2002.

Vedlegg 1

Definisjoner

Feltnålt veid lydreduksjonstall, R'_w

Beskriver en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger. Jo høyere verdi av lydreduksjonstallet R'_w desto bedre er konstruksjonens luftlydisolasjon. Angis i desibel (dB).

Feltnålt veid normalisert trinnlydisolasjon, $L'_{n,w}$

En konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn, dunking o.l. i bygninger. Jo lavere verdi av trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, desto bedre er konstruksjonens evne til å isolere mot trinnlyd. Angis i desibel (dB).

Lydnivå (støynivå)

Beskriver styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning. Angis i NS 8175 ved målestørrelsene A-veid ekvivalent lydtryknivå, L_{pAT} , A-veid maksimalt lydtryknivå, L_{pAFmax} , og C-veid maksimalt lydtryknivå, L_{pCFmax} . A-veiging tar hensyn til hvordan menneskeøret oppfatter ulike frekvenser, mens hensikten med C-veiging er å hensynta spesielt lavfrekvent støy. Angis i desibel (dB).

Etterklangstid, T

Tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Angis i sekunder (s).

Teknisk installasjon

Bygningstekniske installasjoner, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumper og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift.

Vedlegg 2

Krav til støy fra bygg- og anleggsvirksomhet

Bygg- og anleggsvirksomhet bør ikke gi støy som overskrider støygrensene i tabell 8. Basisverdiene i tabellen gjelder for anlegg med total driftstid mindre enn 6 uker. For lengre driftstid skjerpes grenseverdiene for dag og kveld som vist i tabell 9.

Tabell 8: Anbefalte basis støygrenser utendørs for bygg- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå i dB, innfallende lydtryknivå og gjelder utenfor rom med støyfølsom bruksformål. Støygrensene for dag og kveld skjerpes når anleggsperiodens lengde overstiger 6 uker, se tabell 9.

Bygningstype	Dag ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller sønd-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus og pleieinstitusjoner	65 dB	60 dB	45 dB
Skole, barnehage	60 dB i brukstiden		

Tabell 9: Korreksjon for anleggsperiodens eller driftsfasens lengde (avrundes til hele uker/måneder). Skjerpning av støygrensene fra tabell 8 for drift som gir støyulemper i lengre tid enn 6 uker.

Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde	Grenseverdiene for dag og kveld i tabell 8 skjerpes med
Fra 0 til og med 6 uker	0 dB
Fra 7 uker til og med 6 måneder	3 dB
Mer enn 6 måneder	5 dB

Kapittel 4.2.3 omhandler innendørs støygrenser for bygge- og anleggsvirksomhet, og støygrensene er vist i tabell 10. Grenseverdiene skal fungere som avbøtende tiltak når utendørs grenser er overskredet, ved vanskelig skjermingsforhold eller der et høyt utendørs støynivå bare kan avbøtes med isoleringstiltak.

Tabell 10: Anbefalte innendørs støygrenser for bygg- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå (middelverdi i rommet) i dB, i rom for støyfølsomt bruk.

Bygningstype	Dag ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller sønd-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus og pleieinstitusjoner.	40 dB	35 dB	30 dB
Arbeidsplass med krav om lavt støynivå	45 dB i brukstiden		

For øvrig står det følgende om grenseverdiene i tabell 10: «Dersom støygrensene i spesielle tilfeller ikke kan overholdes, gjelder regelen om varsling, kapittel 4.4. Avvik bør bare tillates for kortvarig drift inntil 2 uker, og støygrensene bør ikke heves med mer enn 5 dBA».

For Brandengen skole anbefales grenseverdi som spesifisert over for arbeidsplass med krav om lavt støynivå: $L_{p,A,ekv} \leq 45$ dBA i brukstiden.

Støyreducerende og avbøtende tiltak

I tillegg til veiledende grenseverdier til innendørs lydnivå gjengitt i tabell 10, gjelder at ekvivalent lydnivå for arbeidstagere i nærliggende bygninger ikke skal overskride 55 dB i mest støyende time i henhold til " Forskrift om tiltaks- og grenseverdier" fra Arbeids- og sosialdepartementet (ikrafttredelse 1.1.2013). For eventuell pigging kan det bli pålagt pauser i arbeidene også på dagtid av hensyn til nærliggende bygninger (både boliger og arbeidsplasser).

Entreprenør må gjennomføre arbeidene på en minst mulig støyende måte, og må i sin planlegging og gjennomføring bl.a. legge vekt på følgende:

- Det må brukes arbeidsmetodikk, maskiner og utstyr som genererer minst mulig støy.
- Det må vurderes å etablere høye støyskjermer i randsone av byggegrøp, mot naboer, eventuelt plassere brakkerigg (i 2 etasjer) slik at denne danner støyskjerm mot nabobygg.

I tillegg til ovennevnte punkter må entreprenør og byggherre etablere gode rutiner for varsling av støyende aktiviteter. Rutiner om varsling iht. støyretningslinje T-1442, kapittel 4.4 "Varsling av naboer m.fl." bør følges.