

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Tekniska krav och anvisningar

Miljö

Ljudkrav i förskolor och skolor

Dokumentet gäller för följande verksamheter:

Förskola, Grundskola, Gymnasieskola

Dokumentet gäller för:


Inhyrning, Nybyggnad, Ombyggnad

	Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

1	Inledning.....	4
2	Verksamhetsanpassning	5
3	Ljudkrav	5
3.1.	Luftljudsisolering	5
3.1.1.	Utrymmen med hög ljudalstring	8
3.1.2.	Dörrar.....	8
3.1.3.	Sekretess	8
3.2.	Stegljudsnivå	9
3.3.	Stomljud	10
3.4.	Rumsakustik	10
3.4.1.	Väggbeklädnader	12
3.4.2.	Rumsutformning	12
3.5.	Ljudnivå inomhus från installationer	13
3.6.	Ljudnivå inomhus från yttre ljudkällor	15
3.7.	Ljudnivå utomhus.....	15
4	Verifiering av ljudmiljö i färdig byggnad	17
4.1.	Luftljudsisolering	17
4.2.	Stegljudsnivå	17
4.3.	Efterklangstid	17
4.4.	Installationsbuller	18
4.5.	Ljudnivå från trafik	18
5	Begreppsförklaring.....	19
5.1.	Ljudklassning	19
5.2.	Luftljudsisolering	19
5.3.	Stegljudsnivå	20
5.4.	Efterklangstid	20
5.5.	Ljudnivå	21

Innehåll

1	Inledning.....	4
2	Verksamhetsanpassning	5
3	Ljudkrav	5
3.1.	Luftljudsisolering	5
3.1.1.	Utrymmen med hög ljudalstring	8
3.1.2.	Dörrar.....	8
3.1.3.	Sekretess	8
3.2.	Stegljudsnivå	9
3.3.	Stomljud	10
3.4.	Rumsakustik	10
3.4.1.	Väggbeklädnader	12
3.4.2.	Rumsutformning	12
3.5.	Ljudnivå inomhus från installationer	13
3.6.	Ljudnivå inomhus från yttre ljudkällor	15
3.7.	Ljudnivå utomhus.....	15
4	Verifiering av ljudmiljö i färdig byggnad	17
4.1.	Luftljudsisolering	17
4.2.	Stegljudsnivå	17
4.3.	Efterklangstid	17
4.4.	Installationsbuller	18

	Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

4.5.	Ljudnivå från trafik	18
5	Begreppsförklaring.....	19
5.1.	Ljudklassning	19
5.2.	Luftljudsisolering	19
5.3.	Stegljudsnivå	20
5.4.	Efterklangstid	20
5.5.	Ljudnivå	21

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

1 Inledning

Detta dokument gäller när Lokalförvaltningen projekterar och bygger förskolor och skolor.

Ljudkraven i detta dokument avser förskola och skola F-9. För gymnasieskola hänvisas till SS 25268, gällande version.

Ljudkraven avseende bullerskydd inomhus är en konkretisering av avsnitt 7 i BBR samt riktlinjer enligt Västra Götalandsregionen – *Tillgängliga och användbara miljöer*, version 3.1 - 2018 Grön Standard. Specifika krav för luftljudsisolering, stegljudsnivå, buller från installationer samt buller från yttre bullerkällor är hämtade från ljudklassningsstandard SS 25268:2007+T1:2017 ”Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader - Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell”.

Tillämpning av VGR:s riktlinjer innebär att krav för luft- och stegljudsisolering ska följa minimikrav enligt BBR, motsvarande ljudklass C enligt SS 25268, medan ljudnivå från installationer samt från yttre bullerkällor ska dimensioneras för ljudklass B, och efterklangstid/rumsutformning ska följa anvisningar för ljudklass A. Krav för efterklangstid och rumsutformning enligt ljudklass A skall dock bara tillämpas inom lokaler specifikt avsedda för elever med funktionsnedsättning som ställer särskilda krav på en god ljudmiljö. I övriga fall tillämpas ljudklass C.

Kraven avseende tillgänglig ljudmiljö i publika lokaler är en konkretisering av avsnitt 3 i BBR och tillhörande allmänt råd. Observera att samlingssalar och receptioner ska utrustas med teleslingor eller andra tekniska lösningar så att de blir tillgängliga och användbara för personer med nedsatt hörsel.

Anm. Teleslingors funktion kan verifieras enligt IEC 60118-4.

Krav avseende ljudnivå utomhus från byggnadens installationer är hämtade från Naturvårdsverkets vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, rapport 6538, april 2015.

Anm. Vid planering av utemiljön vid förskola eller skola skall hänsyn tas till buller från befintlig kringliggande industri eller annan verksamhet. Härvid görs bedömning i enlighet med Boverkets allmänna råd om omgivningsbuller utomhus från industriell verksamhet och annan verksamhet med likartad ljudkaraktär (BFS 2020:2).

För ljudnivå från väg- och spårtrafik utomhus är kravnivån baserad på riktlinjer för skolgårdar från Naturvårdsverket september 2017 för skolgårdar samt Göteborgs Stads lokala miljömål.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

2 Verksamhetsanpassning

Varje byggnad är unik och kraven i nedanstående tabeller kan behöva anpassas (skärpas eller lindras) beroende på verksamhet och planlösning i det aktuella projektet. Görs avsteg från kraven ska dessa avsteg godkännas av lokalförvaltningen före tillämpning i handling, samt dokumenteras.

I de fall förskola projekteras flexibelt för att enkelt kunna ändras till skola, måste detta beaktas så att akustikkrav för skola uppnås.

3 Ljudkrav

I nedanstående tabeller redovisas krav avseende luftljudsisolering, stegljudsnivå, efterklangstid och ljudnivåer från installationer och yttre ljudkällor. För en mer detaljerad redovisning av termer och definitioner hänvisas till SS 25268. Se även kapitel 5 Begreppsförklaring.

3.1. *Luftljudsisolering*

I tabell 1 anges lägsta värden på **resulterande ljudisolering** mellan olika typer av utrymmen. Med resulterande ljudisolering avses ljudisoleringen för skiljekonstruktionen inklusive eventuella dörrar och glaspartier, samt inverkan av flanktransmission, överhörning via kanaler etcetera. **OBS!** För vägg mot korridor som innehåller glasparti men inte dörr tillämpas samma krav som för vägg med dörr.

Mot utrymme där störningsrisken bedöms som låg, exempelvis ett förråd, kan lägre ljudisoleringskrav ställas, så länge ett eventuellt behov av sekretess säkerställs.

Anm. Vid val av skiljeväggars ljudisolering ska behovet av flexibilitet beaktas. Detta kan innebära att man generellt väljer en lägsta ljudklass R'_w 44 på väggar även då krav för projekterad användning är lägre.

I tabell 2 ges exempel på hur ljudisolering hos vägg-, dörr- och glaspartier kan väljas för att klara kravet på resulterande ljudisolering. Finns det inte dörr- eller glaspartier kan väggens ljudklass vara samma som värdet för resulterande ljudisolering enligt tabell 1. Observera att luftljudsisoleringen kan uttryckas som vägt reduktionstal R'_w och som vägd ljudnivåskillnad $D_{n,Tw}$. Se även kapitel 5 Begreppsförklaring.

I fall där tabell 1 ger olika värden för en viss konstruktion gäller det högre värdet.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Tabell 1. Lägsta värde på resulterande ljudisolering mellan olika typer av utrymme.

Typ av utrymme	R'_w (dB)		$D_{nT,w}$ (dB)	
	med dörr	utan dörr	med dörr	utan dörr
Utrymme för gemensam undervisning, fritidshem: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot grupprum Mot annat rum 	40 39 44	44 44 44		
Utrymme för undervisning/ elevarbete i mindre grupper: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 	40 39	44 44		
Trä- och metallslöjd: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum inom slöjdverksamheten, exempelvis målarrum Mot annat rum 	40 30 Se avs. 2.1.1	44 35 Se avs. 2.1.1		
Utrymme för musik och dans ^{a)} : <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot eget grupprum Mot musikövningsrum, eller grupprum som delas med annan verksamhet Mot annat rum 			40 44 56 60	52 56 56 60
Utrymme för gemensamma samlingar, exempelvis aula: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 			48 56	56 56
Gymnastiksal: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot angränsande gymnastiksal vid delning med ridåvägg Mot arbetsrum för idrottslärare Mot övriga arbetsrum/ undervisningsrum ^{c)} Mot mindre känsliga verksamhetsrum, exempelvis uppehållsrum 			40 30 ^{b)} 40 60 44	44 30 ^{b)} 48 60 52
Omklädningsrum: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor, förråd, Mot annat omklädningsrum Dock mot omklädningsrum för personal 	30 35 40	35 35 44		
WC: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor/förrum/förråd Mot annat WC Mot annat rum ^{e)} 	35 ^{d)} - 35-44	40 35 44		
Utrymme för enskilt arbete, ej sekretess: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 	30 35	40 40		
Utrymme med krav på måttlig sekretess eller avskildhet, exempelvis mötesrum, vilrum: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 	35 44	44 44		
Utrymme med krav på hög sekretess: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 	40 48 ^{f)}	48 48		
Pausrum/personalrum: <ul style="list-style-type: none"> Mot korridor Mot annat rum 	35 40	44 44		

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Typ av utrymme	R'_w (dB)		$D_{nT,w}$ (dB)	
	med dörr	utan dörr	med dörr	utan dörr
Rum för vila eller pedagogisk verksamhet i förskola:				
• Mot gemensam korridor/kapprum	30 ^{g)}	44 ^{h)}		
• Mot annan avdelning eller rum gemensamt med annan avdelning	39 ^{g)}	44 ^{h)}		
• Mot rum för vila, inom avdelning	35	44 ^{h)}		
• Mellan övriga rum inom avdelning ¹⁾	-	44 ^{h)}		
Skötrum inom förskola				
• Mot korridor/förrum	30	44		
• Mot rum inom annan avdelning, eller gemensamt med annan avdelning	35	44		
• Mot rum inom egen avdelning	-	44		
Fläkttrum/teknikutrymmen	Skiljekonstruktioner dimensioneras utifrån ljudalstring från teknisk utrustning.			
a) Redovisade krav avser ej rum med elektroförstärkt musik/trummor. Genom att placera rum för musik och dans gynnsamt med hänsyn till störningsrisk kan kravet påverkas, se även avsnitt 3.1.1. b) Angivet krav avser ett grundkrav som alltid ska uppfyllas. I enskilda fall kan högre ljudisolering krävas. Eventuellt behov av högre ljudisolering utreds vid projektering i samråd med brukare. c) Vägg mellan gymnastiksal och undervisningsrum/arbetsrum måste utformas så att stömljudsstörningar från exempelvis bollar som studsar mot väggen undviks. d) Inom förskola kan avsteg göras på ljudklassad dörr till WC som används av barn. e) Kravet anpassas beroende på planlösning och typ av verksamhet. f) Innebär högre dörrkrav än normalt. Undvik därför att placera väntrum i omedelbar närhet av dörrar till rum med hög sekretess g) Det är olämpligt med dörr mellan rum för vila och rum med hög ljudbelastning inom annan avdelning eller i gemensamma utrymmen, till exempel torg, hemvist, gemensamt kapprum. h) För vägg med större glasparti godtas 40 dB. i) Observera att även andra rum det som på planlösning benämns "vilrum" kan användas för barnens vila. I dessa fall ska ljudkrav för vilrum tillämpas.				

Tabell 2. Ljudisolering hos ingående delkonstruktioner

Resulterande ljudisolering mellan rum $R'_{w\text{ res}}$ (dB)	Vägg R'_w (dB)	Dörr R'_w (R_w) ^{a)} (dB)	Mindre glasparti ^{a)} R'_w (dB)
30	35	25(28)	25
35	40	30(33)	-
	40	35(38)	30
40/39	44	35(38)	-
	44	40(43)	35
44	48	40(43)	-
	48	40(43)	40
48	52	43(46)	-
a) Avser lägsta labvärde som bör väljas för att nå angivet fältvärde, R'_w b) I beräkningarna har antagits att glasparti maximalt utgör 1 m ² , alternativt högst 10 % av total väggyta, vid större glasyta kan högre ljudklass krävas för att klara kravet på resulterande ljudisolering.			

Anm. Är total skiljearea mellan två utrymmen mindre än 10 m² får skiljearean sättas till 10 m² vid beräkning/kontrollmätning. Finns ingen gemensam skiljearea ska standardiserad ljudnivåskillnad, $D_{nT,w}$, ersätta reduktionstal R'_w .

Anm. Observera att värden som anges i tabell 2 avser värde i färdig byggnad (fältvärde), R'_w . Vid upphandling av produkter ska leverantören kunna garantera att detta värde kan nås, förutsatt ett korrekt montage.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

3.1.1. Utrymmen med hög ljudalstring

Utrymmen med hög ljudalstring ska hanteras så att ljudnivån i angränsande rum, tillsammans med ljudnivån från övriga installationer, sammantaget klarar krav på högsta ljudnivå från installationer. Utrymmen för vibrerande utrustning, musik med hög ljudnivå vid låga frekvenser, eller där slag och stötar regelbundet förekommer ska utformas så att vibrationer, luftburet ljud och stomburet ljud dämpas. Exempel är utrymmen för:

- Slöjd
- Teknik
- Kök
- Torkrum
- Dans
- Rum för musik med elektroakustisk förstärkning och trummor

Sådana rum bör hanteras enligt något av följande alternativ:

- Placeras avskilt från störningskänsliga verksamheter
- Har konstruktioner med hög ljudisolering vid relevanta frekvenser (kan vara mycket utrymmeskrävande)
- Samlokaliseras med andra verksamheter som kan godta en viss överhörning

OBS! För att kunna dimensionera skiljekonstruktioner är det viktigt att det finns korrekta ljuddata på bullande utrustning. Kan en leverantör inte presentera tillförlitliga uppgifter på ljudalstring ska man antingen göra ljudmätning på ett referensobjekt eller byta produkt.

3.1.2. Dörrar

Vissa funktionskrav hos dörrar begränsar möjlig ljudisolering. Exempel är glasade dörrar och dörrar med integrerat klämskydd. Även för pardörrar begränsas möjlig ljudisolering. Enligt TKA Bygg krävs integrerade klämskydd även i skolor årskurserna F-3, men utanpåliggande klämskydd accepteras om det krävs för att klara ljudisoleringskrav mellan rum.

Skjutförrar har en begränsad ljudisoleringsförmåga och ska undvikas i de lägen ljudisoleringen är viktig, exempelvis mellan olika avdelningar i en förskola eller till mötesrum och samtalsrum med krav på sekretess.

3.1.3. Sekretess

Verksamheten ska rådfrågas om behov av måttlig eller hög sekretess förekommer och för vilka rum detta är aktuellt. Hög sekretess krävs om man vill ha samtalsskydd vid högröstat samtal.

3.2. Stegljudsnivå

Stegljudsnivå är ett mått på stomljudsstörningar från ett utrymme till ett annat. Förutom ljud från steg/gångtrafik kan även ljud från möbler (främst stolar) som dras över golvet, och hårda leksaker vara störande.

Tabell 3. Högsta värde på standardiserad stegljudsnivå

Typ av utrymme	Från utrymmen med låg stegljudsbelastning ^{a)} L'_{nTw} (dB)	Från utrymmen med hög stegljudsbelastning ^{b)} L'_{nTw} (dB)
Utrymme för gemensamma samlingar, mer än 50 personer (t.ex. aula)	52	48
Utrymme för gemensam undervisning (till exempel klassrum, utbildningslandskap, musiksal)	60	56 ^{c)}
Utrymme för övrig undervisning (till exempel grupprum, slöjdsal, hemkunskap, hemvist)	64	60
Utrymme för gemensam vila inom förskola	60	56 ^{c)}
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt (till exempel kontor, personalrum, bibliotek, uppehållsrum, vilorum)	-	68
a) Med "utrymme med låg stegljudsbelastning" avses utrymme där gångtrafik, stolsskrap eller andra slagljud kan förväntas förekomma i liten omfattning, till exempel kontor eller små konferensrum. b) Med "utrymme med hög stegljudsbelastning" avses utrymme där gångtrafik, stolsskrap eller andraslagljud kan förekomma ofta, till exempel korridor, klassrum eller lektrum i förskola. c) För byggnad med lätt bjälklag gäller kravet för högsta stegljudsnivå med anpassningsterm $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$.		

Anm. Från vissa utrymmen som utnyttjas tillfälligt, till exempel förråd, WC och skötrum kan kraven undantas.

För att klara krav på högsta stegljudsnivå krävs i de flesta fall att golvbeläggningar ska ha en stegljudsdämpning på $\Delta L_w = 10-17$ dB. Bjälklagets egenskaper och rummens läge i förhållande till varandra styr behovet. Golv av keramiska material är extra kostsamma att utföra så att det ger en god stegljudsdämpning. Behovet bör övervägas extra noga i dessa fall. Vid platta på mark kan en lösning vara en stomljudsfog mellan till exempel korridor och klassrum.

I **förskolor** är även trumljud en viktig parameter. Med trumljud avses ljudet till det egna rummet när man till exempel drar en stol över golvet. Här ställer Lokalförvaltningen ett utökat krav då det varken ställs krav på denna typ av ljud i BBR eller i ljudklassningsstandarden. Stegljudsdämpande mattor ger en avsevärd sänkning av trumljudet, likaväl som en sänkning av stegljudsnivå till angränsande utrymmen. **Inom lekutrymmen i förskola ska därför golvmatta väljas i stegljudsklass 7, stegljudsförbättring $\Delta L_w \geq 17$ dB. Kommer detta i konflikt med övriga funktionskrav gäller dock att golvmatta väljs med stegljudsförbättring $\Delta L_w \geq 14$ dB.** Detta gäller oavsett om det finns risk för stegljudsstörningar till annat rum.

Även i **skolmatsalar** är det angeläget att välja golvbeläggning/golvkonstruktion som ger låg trumljudsnivå. Viktigast är i detta fall att välja en slät golvbeläggning och att undvika uppreglade golvkonstruktioner. Det är också olämpligt med golvbeläggningar av typ laminat eller klinker på underlagsmatta vilka ger ett högt trumljud. Om möjligt väljs en stegljudsdämpande golvbeläggning som även ger en låg trumljudsnivå.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Samtidigt bör mattor i matsalar väljas med låg intrycksbeständighet vilket ofta kommer i konflikt med önskemålet om låg trumljudsnivå. Det finns dock produkter som kombinerar en låg intrycksbeständighet och en hög stegljudsdämpning/låg trumljudsnivå.

Anm. Utöver golvtypen är det viktigt att stolar väljs med en konstruktion som ger lågt skrapljud, och att de förses med ljuddämpande tasslar eller motsvarande.

3.3. *Stomljud*

I trä- och metallslöjdssalar finns risk för stomljudsstörningar från verktyg och arbetsbänkar. Detta kan lösas med en flytande golvkonstruktion – stomljuddämpande material med pågjutning – eller genom att varje enskilt verktyg/arbetsbänk stomljudsisoleras. Är slöjdsalen placerad på bottenvåning med platta på mark, kan stomljudsproblemet även lösas med en stomljudsfog i plattan runt slöjdsalen.

I det fall storkök/disk gränsar mot undervisningsrum, grupprum, arbetsrum eller vilrum ska bottenplatta i första hand vara försedd med stomljudsfog mellan i kök/disk och angränsande rum. Risker är annars stor att ljud från vagnar som dras över golvet orsakar ljudstörningar till angränsande rum. Om detta inte är möjligt måste andra åtgärder vidtas för att undvika störningar.

3.4. *Rumsakustik*

I tabell 4 anges värden för längsta efterklangstid T_{20} . Värdena avser aritmetiskt medelvärde av efterklangstider i frekvensområdet 250-4000 Hz. Värdet i enstaka oktavband får överskrida tabellerat värde med högst 0,1 s. I utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt godtas 0,2 s längre efterklangstid i oktavbandet 125 Hz. I utrymmen där människor vistas tillfälligt ställs inga krav på efterklangstid i oktavbandet 125 Hz.

Anm. I lokaler med verksamhet för elever med funktionsnedsättning, och där funktionsnedsättningen innebär behov av extra god ljudmiljö, ska krav enligt ljudklass A avseende efterklangstid och rumsutformning tillämpas.

Krav på efterklangstid avser utrymme möblerat för avsett bruk. Möbleringsförutsättningarna ges av beställaren.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Tabell 4. Längsta efterklangstid i rum T_{20}

Typ av utrymme	Längsta efterklangstid T_{20} (s)
Utrymme för gemensam undervisning, exempelvis klassrum	0,5
Utrymme för lek och undervisning eller elevarbete i mindre grupper, exempelvis gruppum, lekum, ateljé	0,5
Utrymme för enskilt arbete, samtal eller vila (ej förskola), exempelvis bibliotek, mötesrum, personalrum	0,6
Personalarbetsrum (två eller fler personer)	0,5
Utrymme för undervisning i musik	0,4-0,6 ^{a)}
Trapphus	0,8
Övriga utrymmen där människor vistas tillfälligt, exempelvis korridorer, entréer, elevomklädningsrum	0,5
Utrymme för samvaro, matservering, samt matlagning, exempelvis pausum, uppehållsrum, storkök	0,5
Gymnastiksal, simhall	1,2
Aula, samlingssal	0,6-1,0 ^{b)}
a) Utrymme för musikverksamhet ska ges en utformning som ger möjlighet att variera efterklangstiden samt att absorptionen sprids ut på både väggar och tak. b) Lämplig efterklangstid i en aula varierar med storleken och eventuellt önskemål om elektroakustisk förstärkning. Förutom krav på efterklangstid gäller att taluppfattbarheten ska vara god, $STI \geq 0,7$. Detta kräver omsorgsfull planering av rumsakustiska åtgärder.	

Rum med hög takhöjd

I utrymmen med takhöjd > 4 m, alternativt volym $> 1\,500\text{ m}^3$ ställs inget absolut krav på efterklangstid. Ljudabsorberande åtgärder ska anpassas efter verksamhetens behov så att en god ljudmiljö erhålls. I gymnastiksal/simhallar gäller dock krav på efterklangstid oavsett rumshöjd/rumsvolym.

Publika lokaler:

I utrymmen som även ska vara tillgängliga för allmänheten och där ljudmiljön är viktig för att kunna orientera sig eller uppfatta information ställs följande krav:

Efterklangstid

- Generellt $T \leq 0,6\text{ s}$
- Dock i samlingssalar $T \leq 0,8\text{ s}$

I stora lokaler, se 2.4.2, så kan en efterklangstid på upp till 2,0 s accepteras om föreskriftens krav på en god ljudmiljö säkerställs på annat sätt.

STI

Om högtalarsystem används ska talöverföringsindex STI (speech transmission index) överstiga 0,60 i hela lokalen och 0,70 i mer än hälften av lokalen.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

3.4.1. Väggbeklädnader

I ett rum finns fler faktorer än typ av undertak som påverkar efterklangstiden; exempelvis rumshöjd och inredning. I rum med hög rumshöjd och/eller sparsam inredning kan det vara nödvändigt att komplettera med ljudabsorberande väggbeklädnader för att klara krav på längsta efterklangtid.

Anm. I allmänna utrymmen måste hänsyn tas till risken för skadegörelse när det gäller väggbeklädnader. I de fall där väggbeklädnader krävs för att klara krav på högsta efterklangtid ska absorberer som är tåliga mot yttre åverkan väljas, se TKA Bygg. Genom att utforma utrymmena med oregelbundna/vinklade väggytor kan riktvärdet uppnås utan väggbeklädnader.

3.4.2. Rumsutformning

Nedan ges generella anvisningar på utformning för en bra ljudmiljö. Det är dock viktigt att arkitekt i ett tidigt skede rådgör med akustiker för att möjliggöra en bra rumsakustisk utformning.

I VGR Grön Standard ställs även krav på att inredning och möbler väljs så att ljudalstring minimeras. Detta kan exempelvis innebära ljuddämpade bordsytor och tassar på stolar. I projekteringen ska akustiker samråda med verksamhet för att dokumentera vilka utrymmen som behöver omfattas av extra ljuddämpande åtgärder samt hur rummen är tänkta att möbleras.

Utrymme för talkommunikation

I klassrum där väggarna är parallella och saknar tillräcklig ljuddiffusion, ska minst en av varje motstående väggyta förses med ljudabsorberer eller annan ljudabsorberande, alternativt ljuddiffuserande inredning. Ljudabsorberande beklädnad ska så långt som möjligt fördelas jämnt i rummet samt placeras i öronhöjd för dem som vistas i rummet.

En mellan oktavbanden jämn fördelning av efterklangstiden ska eftersträvas.

I större utrymme där god talkommunikation är viktig kan del av takytan utföras ljudreflekterande för bättre taluppfattbarhet.

Om högtalarsystem används ska talöverföringsindex STI (speech transmission index) överstiga 0,60 i hela lokalen och 0,70 i mer än hälften av lokalen.

Rum med hög ljudalstring

I utrymmen med hög ljudalstring, till exempel matsal och lektrum i förskola, ska åtgärder vidtas för att dels minska ljudalstring från ljudkällan, dels tillföra största möjliga absorptionsmängd i rummet samt placera denna på flera av rummets begränsningsytor. Detta innebär i praktiken att **undertak i dessa utrymmen ska väljas i absorptionsklass A** samt att väggar, där så är möjligt förses med ljudabsorberer. Beständighet skall beaktas vid val och placering av väggabsorberer.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Ljudmiljö i matsal

Ljudnivån i en skolmatsal kan bli mycket hög, vilket kan innebära att barnen känner stress och obehag under måltiden. Det är viktigt att planera matsalen så att den fysiska miljön ger förutsättningar för en så låg ljudnivå som möjligt. Nedan nämns ett antal viktiga åtgärder som bör beaktas vid planeringen.

1. Rumsakustiken – ljudabsorbenter i absorptionsklass A i undertak, ljudabsorbenter på väggar. Beständighet skall beaktas för väggabsorbenter vid val av både typ och placering. Även rumsformen är viktig. Långsmala utrymmen har till exempel sämre förutsättningar att bli bra.
2. Möbler väljs med tanke på ljudalstring. Detta innebär bord med ljuddämpade ytskikt som begränsar slammer från tallrikar och bestick samt att stolar förses med ljuddämpande tasslar. Stolens konstruktion har också betydelse för ljudalstringen, exempelvis ger stolar med medar lägre ljudalstring än stolar med ben.
3. Golvbeläggning/golvkonstruktion som ger lågt trum ljud. Ett skarvfritt golv är viktigt för att minska skrapljud från stolar. För att sänka ljud från steg gäller att man undviker uppreglade golvkonstruktioner. Golvbeläggningen har dock mycket begränsad betydelse för efterklangstiden.
4. Avskärmning av ljud från kök/disk.
5. Planlösning som gör att de som sitter och äter inte störs för mycket av elever som ska in/ut ur matsalen. Särskilt vid kön till mathämtningen kan det lätt bli stökigt och en hög ljudnivå.

I övrigt finns det annat än de fysiska åtgärderna som påverkar, till exempel hur många som äter samtidigt, om pedagogerna äter med eleverna och om man aktivt jobbar med att åstadkomma en lugn och trivsamt miljö vid måltiden.

3.5. *Ljudnivå inomhus från installationer*

Enligt riktlinjer för VGR Grön Standard ska ljudklass B tillämpas när det gäller buller inomhus från fasta installationer. Undantag görs för ljudnivå i storkök. Anordning som brukarna själva kan styra omfattas normalt inte av krav. I tabell 5a och 5b anges högsta ljudtrycksnivå inomhus från fasta installationer. Krav på ljudnivå från installationer avser den tid dessa är i drift samtidigt som verksamhet pågår i lokalerna och gäller i rum möblerade för avsett bruk.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Tabell 5a. Högsta ljudnivå inomhus från installationer

Typ av utrymme	Ljudnivå från installationer	
	L _{pA} (dB)	L _{pC} (dB)
Utrymme för gemensamma samlingar, mer än 50 personer, exempelvis aula	26	45
Utrymme för undervisning samt för pedagogisk verksamhet och vila i förskola exempelvis klassrum, grupprum, fritidshem, hemvist, allrum	30	50
NO-sal/trä- och metallslöjd, hemkunskap ^{a)}	50	65
Utrymme för skolhälsovård, vila, enskilt arbete, eller samtal, t.ex. kontor, studiehall, bibliotek	35	55
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt, exempelvis uppehållsrum, cafeteria, matsal, idrottssal	35	55
Utrymme där människor vistas tillfälligt exempelvis korridor, WC, omklädningsrum	40	65
Storkök ^{b)}	55 ^{c)}	65
a) Avser tillfälligt bruk av dragskåp, punktutslug eller liknande. b) Se specifika ljudkrav på utrustning i den tekniska anvisningen "Utrustningsanvisning Storkök RA-1878". c) Kravet avser i detta fall även forcerad köksventilation.		

Anm. Kraven gäller endast anordningar som brukaren inte själv kan styra. I utrymmen där det finns utrustning som kan riskera att störa verksamheten, till exempel torkskåp och diskmaskin, bör tysta produkter väljas.

Om ljudet innehåller ofta återkommande impulser eller hörbara toner ska kravvärdet för A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå skärpas med 5 dB. För att kunna beakta risken för tonalt ljud i projekteringen ska maskinleverantörer kunna redovisa frekvensuppdela ljudeffektnivå för bullrande utrustning innan sådan utrustning föreskrivs. Detta måste även framgå som krav i förfrågningshandling för att visa på vad som krävs om likvärdigt alternativ ska vara aktuellt.

Maximal A-vägd ljudtrycksnivå från intermittenta och regelmässigt förekommande ljud får överskrida krav på ekvivalent ljudnivå enligt tabell 5a med högst 5 dB. Exempel på ljudkällor som kan orsaka maximala ljudnivåer som ska beaktas är hissar och avloppsrör.

Avsteg från krav på C-vägd ljudtrycksnivå kan godtas om inget tersband enligt tabell 5b överskrids.

Tabell 5b. Högsta ljudnivå i tersband - avstegsfall

Tersband	Ljudtrycksnivåer i tersband, Leq (dB)									
	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Vid krav $L_{pC,eq} \leq 50$ dB	-	56	49	43	42	40	38	36	34	32
Vid Krav $L_{pC,eq} \geq 55$ dB	71	61	54	49	47	45	43	41	39	37

Publika lokaler:

I utrymmen som även ska vara tillgängliga för allmänheten och där ljudmiljön är viktig för att kunna orientera sig eller uppfatta information ställs följande krav enligt BBR kapitel 3:145:

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Högsta ekvivalenta ljudnivå från tekniska installationer, hissar och annan trafik än egentrafik:

- Samlingssalar $L_{pAeq} \leq 30$ dB.
- Receptioner $L_{pAeq} \leq 35$ dB.
- Övriga lokaler $L_{pAeq} \leq 45$ dB.

Observera att kravet gäller för total bakgrundsljudnivå både från installationer och från trafik.

3.6. Ljudnivå inomhus från yttre ljudkällor

Enligt riktlinjer för VGR Grön Standard ska ljudklass B tillämpas när det gäller buller inomhus från trafik och andra yttre ljudkällor. I tabell 6 anges högsta tillåtna ljudtrycksnivå inomhus från trafik och andra yttre ljudkällor (till exempel lekytor på skol-/förskolegård). Med ljudnivå från trafik L_{pAekv} avses dygnsekvivalent ljudnivå. Med maximal ljudnivå från trafik L_{pAFmax} avses den ljudnivå som får överskridas högst fem gånger under den mest trafikintensiva timmen under den tid då skolverksamhet pågår.

Tabell 6. Högsta ljudnivå inomhus från yttre ljudkällor

Typ av utrymme	Ljudnivå från trafik och andra yttre ljudkällor	
	L_{pAekv} (dB)	L_{pAFmax} (dB)
Utrymme för gemensamma samlingar, mer än 50 personer, exempelvis aula	26	40
Utrymme för undervisning samt för pedagogisk verksamhet och vila i förskola exempelvis klassrum, grupprum, fritidshem, hemvist, allrum	30	45
Utrymme för skolhälsovård, vila, enskilt arbete, samtal eller idrott, exempelvis mötesrum, bibliotek, idrottssal	35	50
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt, exempelvis uppehållsrum, cafeteria, matsal, storkök	35	-
Utrymme där människor vistas tillfälligt, exempelvis korridor, entré, kapprum	45	-

Publika lokaler:

Se kravställning enligt avsnitt 3.5.

3.7. Ljudnivå utomhus

I tabell 7 anges högsta värde på ljudtrycksnivå utomhus från egna fasta installationer och från trafik. Värdena avser så kallad frifältsnivå, det vill säga utan inverkan av ljudreflexer från egen fasad. Med ekvivalent ljudnivå från trafik L_{pAekv} avses dygnsekvivalent ljudnivå. Med maximal ljudnivå från trafik L_{pAFmax} avses den ljudnivå som får överskridas högst fem gånger under den mest trafikintensiva timmen under den tid då skolgården utnyttjas.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

Tabell 7. Högsta ljudnivå utomhus

Mätpunkt	Ljudnivå från installationer		Ljudnivå från trafik	
	L _{pA} (dB)	L _{pAFmax} (dB)	L _{pA ekv} (dB)	L _{pAFmax} (dB)
Vid närliggande bostad:				
• Dag/kväll kl. 06-22	45	-	-	-
• Natt kl. 22-06	40	55	-	-
Utanför fönster till undervisningsrum ^{a)}	-	-	55 ^{b)}	70 ^{b)}
På skol-/förskolegård	50	-	-	-
Ytor på skol-/lekgården avsedda för lek, vila och pedagogisk verksamhet ^{c)}	-	-	50	70
a) Gäller även för grupprum, hemvist och motsvarande utrymmen inom förskolor. b) Dessa värden är rekommenderade värden. Om avsteg görs kan inommiljön upplevas som bullrig vid fönstervädring. c) Skol-/lekgård likställs med det inhägnade området				


Anm. Ljud från installationer som innehåller tydligt hörbara tonkomponenter är extra störande och innebär att värden enligt tabell 7 skärps med 5 dB.

Anm. För bullrande installationer som inte går kontinuerligt bör den ekvivalenta nivån beräknas för den tidsperiod som bullerkällan är i drift, dock under minst en timma.

Anlagda ytor och naturområden tänkta och lämpade för lek, vila och pedagogisk verksamhet ska alltid placeras inom de områden på skol-/lekgården som klarar kraven avseende ljudnivå från trafik och andra yttre ljudkällor.

I projekt där detaljplan och bullerutredning utförts innan de nya riktvärdena för trafikbuller på skolgårdar infördes i september 2017 tillämpas ovanstående krav så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt. Avsteg från tabell 7 ska godkännas av Lokalförvaltningens sakkunniga miljö.

I projekt som kräver anmälan om ny verksamhet på befintligt förskole-/skolfastighet gäller ovanstående tabell med följande justeringar: gällande ljudnivå från trafik tillämpas ovanstående krav så långt det är tekniskt och ekonomiskt rimligt. 55 L_{pA ekv} (dB) gäller som minimikrav på de ytor av skol-/lekgården vilka är avsedda för lek, vila och pedagogisk verksamhet. Avsteg från tabell 7 ska godkännas av Lokalförvaltningens sakkunniga miljö.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

4 Verifiering av ljudmiljö i färdig byggnad

För att verifiera att ställda krav avseende ljudmiljö innehålls ska ljudprovning utföras innan, eller i samband med slutbesiktning av byggnaden. Minst 5% av utrymmena provas, dock minst tre utrymmen.

4.1. *Luftljudsisolering*

Avseende luftljudsisolering är det primärt att kontrollera ljudisolering horisontellt mellan utrymmen. Vertikalt provas främst utrymmen med förhöjda ljudisoleringskrav, exempelvis musikutrymmen. Förekommer utrymmen med krav på hög sekretess ska dessa ingå i ljudprovningen.

Mätning bör utföras enligt mätmetod SS-EN ISO 16283-1. Vid bedömning av mätresultaten kan 2 dBs brist jämfört kravet godtas om det finns minst lika många provobjekt med samma krav som är bättre än kravet, och det aritmetiska medelvärde av alla mätningar mot samma krav uppfyller kravet.

4.2. *Stegljudsnivå*

Vid provning av stegljudsnivå ska samtliga bjälklagstyper och förekommande typer av golvbeläggningar provas. Förekommer trapplopp med infästning i vägg mot verksamhetsutrymme ska stegljudsnivå från trappan kontrolleras.

Mätning bör utföras enligt mätmetod SS-EN ISO 16283-2. Vid bedömning av mätresultaten kan 1 dBs överskridande kravet godtas, förutom vid krav ställt i frekvensområde 50 Hz till 3150 Hz där 2 dBs överskridande kan godtas. Bristen kan godtas under förutsättning att det finns minst lika många provobjekt med samma krav som är bättre än kravet och det aritmetiska medelvärde av alla mätningar mot samma krav uppfyller kravet.

4.3. *Efterklangstid*

Efterklangstid påverkas av vilken möblering ett rum får. Vid underkända mätvärden och där mätpersonalen bedömer att kommande möblering kan påverka mätresultatet, skall ny provning göras efter möblering.

Mätning utförs enligt mätmetod SS-EN ISO 3382-2.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

4.4. *Installationsbuller*


Kontroll görs av ljudnivå från ventilation, kökskyla samt avloppsrör från ovanliggande våningsplan. Ljudnivå från ventilation skall provas för samtliga förekommande luftbehandlingssystem. Mätpersonalen väljer rum för provning utefter en subjektiv bedömning om var ljudnivån bedöms vara hög jämfört med aktuellt ljudkrav. Mätning av ventilationsbuller skall göras vid dimensionerande flöde.

Mätning utförs enligt mätmetod SS-EN ISO 10052 eller SS-EN ISO 16032. Såväl A-vägd som C-vägd ljudnivå, samt maximal ljudnivå från avloppsrör (vid mer än ett våningsplan) kontrolleras och redovisas. Vid bedömning av mätresultaten kan 1 dBs överskridande av kravet godtas om det finns minst lika många provobjekt med samma krav som är bättre än kravet och det aritmetiska medelvärdet av alla mätningar mot samma krav uppfyller kravet.

4.5. *Ljudnivå från trafik*

Mätning av ljudnivå inomhus från trafik görs i verksamhetsrum som är utsatta för trafikbuller över 55 dBA ekvivalent ljudnivå eller 70 dBA maximal ljudnivå. Mätning kan göras enligt tillämpliga delar i naturvårdsverkets rapport 3298 *Buller från vägtrafik*.

Om det inte är möjligt att mäta trafikbullernivåer kan fasadens ljudisolering provas enligt mätmetod SS-EN ISO 16283-3, med högtalare som bullerkälla.

 Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

5 Begreppsförklaring

5.1. Ljudklassning

Ljudförhållanden i lokaler delas i fyra olika klasser, A-D, där A och B innebär höjda krav jämfört med C som motsvarar minimikrav enligt BBR. Ljudklass D representerar en låg ljudklass och bör användas endast när ljudklass C av olika tekniska, antikvariska eller ekonomiska skäl inte kan tillämpas.

Vilka krav som krävs för respektive klass beskrivs i ljudklassningsstandarden SS 25268:2007+T1:2017 ”Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell”.

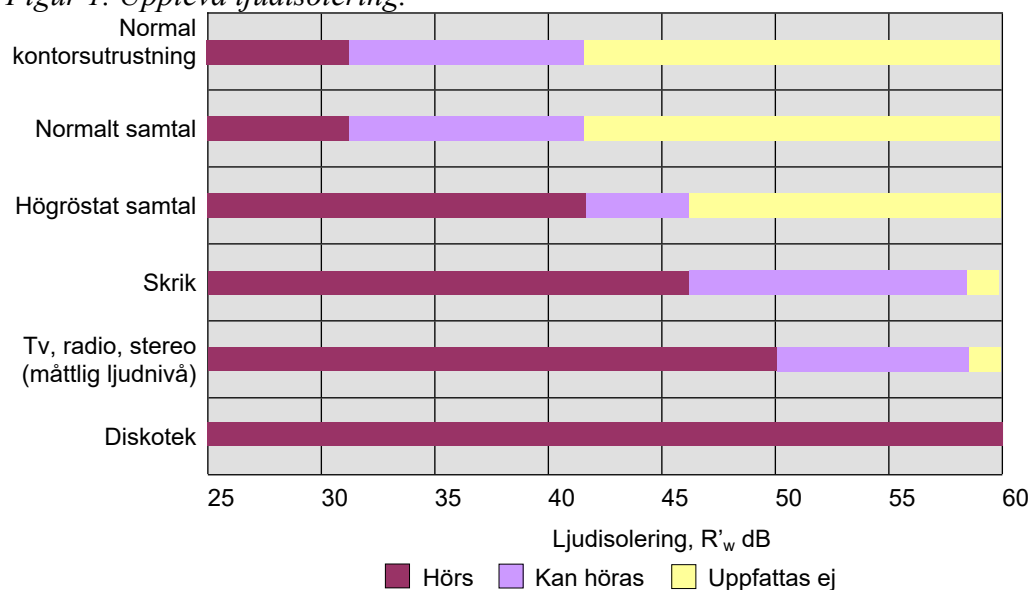
5.2. Luftljudsisolering

För lokaler anges ljudisoleringskrav i flertalet fall som vägt reduktionstal R'_w , men i vissa fall även som vägd standardiserad ljudnivåskillnad $D_{nT,w}$. Skillnaden mellan dessa båda är att vägt reduktionstal är ett mått på själva skiljekonstruktionens egenskaper medan vägd standardiserad ljudnivåskillnad beskriver just ljudnivåskillnad mellan två utrymmen och i stor grad är beroende av rummens geometri.

Ett högt värde på $D_{nT,w}$ eller R'_w innebär en bättre ljudisolering. I diagrammet nedan ges en uppfattning om vad som hörs vid olika värden på luftljudsisolering, R'_w (dB).

Korrektionstermer kan läggas till $D_{nT,w}/R'_w$ -värdet, såsom $C_{50-3150}$, i syfte att ta hänsyn till frekvensinnehållet. Med denna korrektion ”straffas” konstruktioner med dålig ljudisolering i låga frekvenser.

Figur 1. Upplevd ljudisolering.



5.3. Stegljudsnivå

Krav på högsta stegljudsnivå anges med index $L'_{nT,w}$ (dB) /vägd standardiserad stegljudsnivå). Stegljudsnivån anger den ljudnivå vilken uppmäts i ett angränsande utrymme från en standardiserad stegljudsapparat som hamrar på ett bjälklag. Värdet är ett mått på hur bra stomljud från exempelvis steg och stolsskrap leds i konstruktionen/bjälklaget.

Ett lågt $L'_{nT,w}$ -värde innebär en lägre stegljudsnivå, och därmed bättre stegljudsisolering.

Korrektionstermer kan läggas till $L'_{nT,w}$ -värdet, såsom $C_{1,50-2500}$, i syfte att ta hänsyn till frekvensinnehållet på liknande vis som för luftljud.

5.4. Efterklangstid

Efterklangstiden definieras som den tiden (T i sekunder) det tar för ljudet att minska med 60 dB från det att en ljudkälla stängs av. Efterklangstiden, T (s), är beroende av rummets volym, geometri, inredning och mängden ljudabsorberande material i rummet. Efterklangstiden ökar med rumsvolymen och minskar med ökande ljudabsorptionsmängd. Stor andel med ljudabsorberande ytor medför en kort efterklangstid vilket normalt innebär en god taluppfattbarhet.

Efterklangstiden kontrolleras i utrymme möblerat för avsedd rumsfunktion.

	Göteborgs Stad Lokalförvaltningen	Dokumentansvarig Therese Falemo	Fastställare Marta Peterson	Fastställt 2021-01-30
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

5.5. *Ljudnivå*

Högsta tillåten ljudnivå anges generellt som krav på ekvivalent A- och C-vägd ljudnivå $L_{pA,eq}$ (dB) respektive $L_{pC,eq}$ (dB) och maximal ljudnivå $L_{pAF,max}$ (dB):

- A-vägd ljudnivå, L_{pA} , tar hänsyn till hur örat uppfattar ljud i olika frekvensområden.
- C-vägd ljudnivå, L_{pC} , tar mer hänsyn till lågfrekvent, ofta tröttande, ljud.
- Ekvivalentnivå, L_{peq} , innebär medelljudnivå under en viss tid.
- Maximalnivå, L_{pmax} , är högsta ljudnivå från tillfälliga ljudhändelser.