



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

Norbert Fichter

Beställare: Landstinget Sörmland

FM – enheten

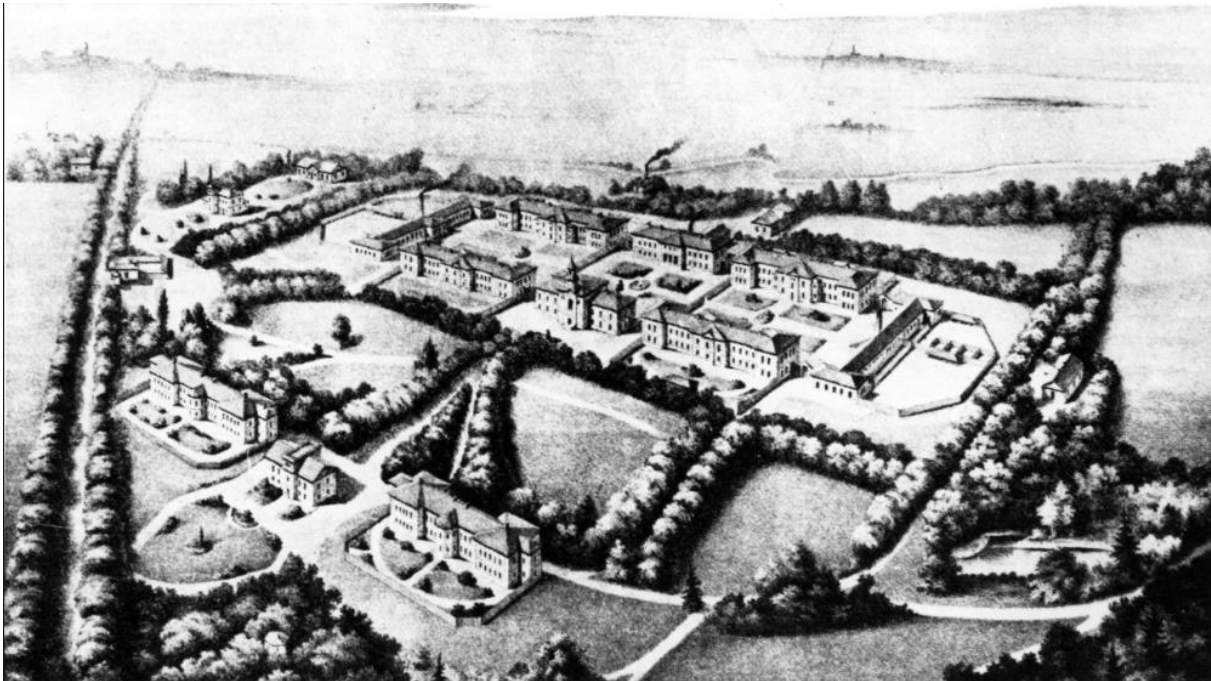
Att: Sophia Thysk

611 85 Nyköping

Rapport AK 16100378-1A

Framtidens sjukhus – Landstinget Sörmland

Akustikprogram



Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

Innehåll

1	INLEDNING OCH OMFATTNING	5
2	MILJÖBYGGNAD	5
3	LJUDKRAV	6
3.1.1	Utrymme för personer med nedsatt hörsel	6
3.1.2	Utrymme med takhöjd > 4m	6
3.1.3	Stegljud i samma rum	6
3.2	Luftljudsisolering	7
3.3	Stegljudsnivåer	8
3.4	Stegljud i samma rum	9
3.5	Rumsakustik	9
3.5.1	Vårdlokaler	9
3.5.2	Storkök	10
3.5.3	Tekniska utrymmen	10
3.6	Installationsbuller	10
3.6.1	Allmänt om installationsbullerkrav	11
3.6.2	Utrymme med hög ljudalstring	12
3.7	Krav gällande trafikbuller och andra yttre ljudkällor i vårdlokaler	12
3.8	Högsta tillåtna ljudnivåer utomhus från fläktar och dyl.	13
3.9	Buller och vibrationer under byggtiden	14
3.9.1	Byggbuller	14
4	RIKTLINJER FÖR RUMSUTFORMNING	16
4.1	Allmänt	16
4.2	Utrymme för talkommunikation (Exempelvis konferensrum och hörsal)	16
4.3	Öppna landskap-eller undervisnings utrymme	16
4.4	Utrymme med hög takhöjd	17
4.5	Utrymme med kraftig ljudalstring	17
5	VIBRATIONER	17
5.1	Vibrationer (sprängning etc.)	17
5.2	Generella vibrationskrav	17

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehav F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

5.2.1	Vibrationskänslig utrustning	18
5.3	Stomljud.....	19
6	INFRALJUD	19
6.1	Exponeringsvärden för infraljud	20
7	EGNA REKOMMENDATIONER	20
7.1	MR-kamera och annan bullrig utrustning	20
8	ANVISNINGAR FÖR PROJEKTERINGEN	20
8.1	Bjälklag.....	21
8.1.1	Golv MR-kamerarum	21
8.1.2	Golvbeläggningar	21
8.1.3	Trappor och vilplan.....	22
8.2	Undertak och absorbenter	22
8.2.1	Kontorsdel	22
8.3	Atrium.....	24
8.4	Aula.....	24
8.5	Väggar	24
8.5.1	Väggar till tekniska utrymmen	24
8.5.2	Vägganslutningar.....	24
8.5.3	El-doser och annat infällda i lätta väggar	25
8.5.4	Glaspartier	25
8.6	Dörrar	25
8.6.1	Dörr mot patientrum	25
8.7	Överluftsdon	25
8.8	Schaktväggar.....	26
8.9	Fasadisoleringen.....	26
9	TEKNISKA INSTALLATIONER	26
9.1	Fläktar och aggregat.....	27
9.2	Tvättmaskiner, diskmaskiner etc.	27
9.3	Kyl- och frys	28
9.4	Larm	28
9.5	Rörpost etc.....	28

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehav F-skattebevis

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

9.6	Reservkraft	28
9.7	Avloppsbuller.....	28
9.8	Hissar.....	28
9.9	Transportutrustning.....	28
9.10	Ljud från lastkajer.....	29
9.11	Ljud från den egna utrustningen	29
10	PARKERING	29
11	VERIFIERING I FÄRDIG BYGGNAD	30
11.1	Verifiering i provrum och under produktionen.....	30
12	KONSTRUKTIONSFÖRSLAG	31
12.1	Kanaler och genomföringar	31
12.2	Väggar och glaspartier.....	32
12.3	Gipsregelväggar	34
12.4	Glaspartier	35
13	UNDVIKA VANLIGT FÖREKOMMANDE FEL.....	35

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

1 Inledning och omfattning

STU Akustik har fått i uppdrag att upprätta en ljudskyddsdocumentation som beskriver gällande skydd mot uppkomst och spridning av ljud och vibrationer i de nya vårdbyggnaderna i Sörmlands Landsting, och dess omgivning. Denna rapport redovisas gällande ljudkrav i projektet. Kraven avser både byggnaderna i drift och under produktion (inkl rivning).

2. Underlag

Som underlag har följande material och normer använts:

- Miljöbyggnad – Bedömningskriterier för nyproducerade byggnader - manual 2.2 Utgåva 141001.
- Svensk Standard SS25268:2007 Byggakustik – ljudklassning av utrymmen i byggnader – vårdlokaler
- BFS 2013:14, BBR 20 (2013) utan övergångsregler
- Naturvårdsverkets Riktlinjer för externt industribuller (övergångsregler från Naturvårdsverkets hemsida)
- NFS 2004:15 Naturvårdsverkets riktlinjer för byggbuller
- Bullerutredning Helikopter daterad 2014-05-09
- Typplan från A

3. Bedömningsgrunder

3.1 BBR

Följande krav och råd anges i Boverkets Byggregler, BBR. ”Byggnader och deras installationer skall utformas så att ljud från byggnadens installationer, från angränsande utrymmen likväl som ljud utifrån dämpas. Detta skall ske i den omfattning som den avsedda användningen kräver och så att de som vistas i byggnaden inte besväras av ljudet. Om bullrande verksamhet gränsar till bostäder, skall särskilt ljudisolerande åtgärder vidtas. I lokaler skall efterklangstiden väljas efter vad ändamålet med utrymmet kräver”. Allmänt råd: Föreskriftens krav på byggnaden är uppfyllt om de byggnadsrelaterade kraven i ljudklass C enligt SS 252 68:2007 för respektive lokaltyp uppnås. Om bättre ljudförhållanden önskas kan ljudklass B eller till och med A väljas.

2 Miljöbyggnad

Byggnaden ska certifieras enligt bedömningskriterier för betygsnivå Guld i Miljöbyggnad utgåva 141001. När det gäller ljudmiljö inomhus bedöms följande akustiska parametrar:

- Ljud från installationer inomhus
- Luftljudsisolering
- Stegljudsnivåer

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

- Ljud utifrån, t ex från trafik eller från andra ljudkällor

För att uppnå Guld ska samtliga ovannämnda ljudparametrar uppfylla ljudklass B enligt SS25268:2007. Observera att efterklangstid inte ingår som akustik parameter i Miljöbyggnads bedömningsunderlag, vilket också är en viktig parameter för fler typer av lokaler.

Utöver sifferkraven som skall uppfyllas skall ett enkätresultat visa att minst 80 % av svarande brukare anser ljudmiljön vara mycket bra, bra eller acceptabel.

Observera att det är ytor för stadigvarande arbetsplatser och vistelseytor enligt Typplan från A daterat 2014-10-27 som kommer att bedömas av miljöbyggnad. Vårdrum och övriga ytor bedöms inte, och projekteras därför mot ljudklass C, vilket motsvarar BBR's krav.

3 Ljudkrav

Utdrag ur tabellerna i svensk standard presenteras nedan. För gällande definitioner av akustiska parametrar hänvisas till standarden.

Ljudkrav, och i förekommande fall vibrationskrav, skall ställas på all utrustning som installeras i byggnaden. Nedan beskrivna krav gäller bara byggnaden och dess installationer, med något undantag. Sjukvårdsutrustning o d måste ställas krav på vid upphandling av den samma. Detta för att utrustningen skall tåla förekommande vibrationer och inte medföra högre installationsbullernivåer än som anges i SS 25268 och AFS 2005:16 (Buller).

3.1.1 Utrymme för personer med nedsatt hörsel

Utrymme som uppfyller ljudklass C eller bättre är tillgängligt för men inte optimerat för personer med varierande grad av nedsatt hörsel. För optimering krävs att riktlinjer uppfylls, att ljudnivå från installationer och trafik, speciellt maximalnivån, uppfyller klass B eller bättre samt att efterklangstid, speciellt vid 125 Hz, väljs så kort som det är praktiskt möjligt.

I lokaler för hörselundersökningar, utprovning av hörapparater o d gäller ljudklass B enligt SS 25268. Detta gäller både efterklangstid och installationsbullernivå. Här förutsätts att burar ställs upp som rum i rummet för att sänka ljudnivån i tillräcklig omfattning för att kunna utföra ljudkänsliga tester. Dessa burar klassas som inredning och tillhandahålls inte av Entreprenören.

3.1.2 Utrymme med takhöjd > 4m

Efterklangstid i annat utrymme än för sport med takhöjd > 4m är inte kravsatt men skall anpassas efter verksamhetens behov.

3.1.3 Stegljud i samma rum

Stegljud i samma rum, även kallat trumljud, skall begränsas i utrymmen där flera människor vistas mer än tillfälligt. Exempelvis kan textil matta användas i kontorslandskap.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



3.2 Luftljudsisolering

7

Krav på luftljudsisolering mellan utrymmen anges i tabell 1 och redovisas på ljudkravsritningar i bilaga Luftljudsisolering, för respektive våningsplan. Funktionskravet avser den lägsta totala luftljudsisoleringen mellan ett utrymme och ett angränsande utrymme inklusive överhörning, flanktransmission mm. Kraven gäller såväl horisontellt som vertikalt. Generellt gäller att skiljeväggar inklusive eventuella överluftsdon, glaspartier, dörrar, transmission via kanalsystem och genomföringar dimensioneras så att kraven i denna rapport uppnås i den färdigställda byggnaden. Behov av hög ljudisolering kan ofta minskas genom rätt layout, t ex genom att inte placera ljudkänsliga utrymmen i närheten av utrymme med hög ljudalstring. Väntrum bör inte placeras i direkt anslutning till vårdrum, undersökningsrum osv d.v.s. nära rum med högt sekretessbehov och patientintegritet.

Tabell 1 Lägsta vägda reduktionstal i byggnad R'_w för vårdlokaler ljudklass C och arbetslokaler ljudklass B.

	Från annat utrymme R'_w dB	Från korridor R'_w dB
Typ av utrymme		
Till utrymme med särskilt höga krav på luftljudsisolering eller med höga krav på sekretess exempelvis jourrum, isolerrum, psykologexpedition	52	44
Till utrymme för patienters sömn och vila exempelvis patientrum, vårdrum	44	30
Till utrymme för normalt vårdarbete eller annat utrymme med krav på måttlig sekretess eller avskildhet exempelvis undersökning, mottagning, konferens/utbildning	44	35 ^a
Till utrymme för normalt kontorsarbete exempelvis expedition, kontor	35	30
Till utrymme där höga ljudtrycksnivåer förekommer exempelvis <i>OP-sal inkl. stödjande ytor, förlossning, smärtsam undersökning, bassängrum, sjukgymnastik, sköljrum, laboratorium</i>	52	35
Till utrymme för samvaro och väntan exempelvis dagrum, väntrum, personalrum	44	--
Till hygienutrymme och eller utrymme för personalens vila exempelvis WC, vilrum, duschrum.	44	30



Dock mellan hygienutrymmen	35	
Till utrymme hos annan hyresgäst eller verksamhet	52	52
Till trapphus/korridor gemensamt med annan hyresgäst	44	30

^a För skiljekonstruktion med större glasparti bredvid dörr som ger god uppsikt om vad som sker utanför godtas 5 dB lägre värden.

3.3 Stegljudsnivåer

Stegljudsnivåkraven anges som högsta standardiserad stegljudsnivå $L'_{nT,w}$ mellan utrymmen i färdig byggnad. Stegljudskrav redovisas i tabell nedan och återges på ljudkravsritningar i Stegljudsisolering, för respektive våningsplan.

Tabell 2. Högsta vägda standardiserad stegljudsnivå, $L'_{nT,w}$, för vårdlokaler – ljudklass C och arbetslokaler ljudklass B.

	Från utrymme med låg stegljudsbelastning $L'_{nT,w}$ dB	Från utrymme med hög stegljudsbelastning $L'_{nT,w}$ dB
Typ av utrymme		
Till utrymme för patienternas sömn och vila, samt till utrymme för gemensamma samlingar ^a exempelvis patientrum, vårdrum, jourrum	68	64
Till utrymme för aktivt vårdarbete eller särskilda krav på störfrihet ^a exempelvis undersökning, personalens vilrum, konferensrum, utbildning	--	60
Till övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt, patienter (ljudklass C) exempelvis dagrum, väntrum	--	64
Till övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt, personal (ljudklass B) exempelvis expedition, kontor, expedition med samtalskapacitet, personalrum	--	60
Från och till annan verksamhet	68 ^b	68 ^b



^a $L_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ skall även uppfylla ställda kravvärden

^b Kravet avser normaliserad stegljudsnivå, $L'_{n,w}$.

Enligt miljöbyggnad gäller dock att undantag för krav på stegljud kan accepteras för utrymme med sängtransport. D.v.s. krav för konferensrummet ”grupprum rond” kan ev. sänkas till 64 dB. Motivering krävs som inkluderar vilka andra tekniska lösningar som uteslutits och varför. Undantag kan inte accepteras över utrymme som kan användas som stadigvarande arbetsplatser.

3.4 Stegljud i samma rum

Stegljud i samma rum, även kallat trumljud, anges inte med ett siffervärde i BBR, men det anges att trumljudet skall begränsas i utrymmen där flera människor vistas mer än tillfälligt. Detta innebär t ex att flytande parkettgolv inte är lämpligt i sådana utrymmen. Installationsgolv är något bättre då plattorna är relativt små och har en hög vikt.

3.5 Rumsakustik

Under detta kapitel anges krav avseende rumsakustik och omfattar krav på ljudabsorption (efterklangstid), god taluppfattbarhet och rumsutformning.

I normala mindre rum kan rummets efterklangstid användas som parameter för bedömning av akustik komfort. Korta efterklangstider karakteriserar rum med mycket ljudabsorption. I dessa rum regleras efterklangstid med hjälp av ljudabsorberande undertak.

I större rum där god taluppfattbarhet är viktig behöver även rummets utformning beaktas likaväl som val av material på väggar och tak då dessa påverkar taluppfattbarheten.

I tekniska utrymmen med bullrande utrustningar handlar rumsakustiken om att bekämpa ljud.

3.5.1 Vårdlokaler

I tabell 4 anges krav på längsta tillåtna efterklangstid för vanligt förekommande typerum i projektet. Krav på efterklangstid finns även illustrerat i bilaga Efterklangstider, för respektive våningsplan.

Tabell 3 Längsta efterklangstid i rum T_{20} – ljudklass C

Typ av rum	T_{20} s
Utrymmen med särskilda krav på dämpad miljö exempelvis kök, <i>diskrum</i> , <i>intensivvård</i> , <i>uppvakningsrum</i> , <i>talträning</i>	0,5
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt exempelvis <i>undersökning</i> , <i>patientrum</i> , <i>vårdrum</i> , <i>jourrum</i> , <i>expedition</i> , <i>kontor</i> , <i>reception</i> , <i>dagrum</i> , <i>väntrum</i> , <i>personalrum</i> , <i>avdelningskorridor</i> , <i>matsal</i> , <i>vardagsrum</i> ,	0,6



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

<i>konferensrum förlossning, OP-sal inkl. stödjande ytor, sjukgymnastik</i>	0,6
Utrymme för samvaro eller matservering större än 100 m ² <i>exempelvis uppehållsrum, matsal, restaurang, cafeteria</i>	0,6
Utrymmen för undervisning i små grupper i öppna utrymmen <i>exempelvis utbildningslandskap</i>	0,4
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt <i>exempelvis vilrum, lärarrum, personalrum, kontor, expedition, studierum, bibliotek, mediatek</i>	0,6
Utrymmen där människor vistas tillfälligt exempelvis förbindelsestråk inkl. hisshall, vilrum, entréer – dock i trapphus	0,8 1,5

3.5.2 Storkök

Storkök medför höga ljudnivåer i de egna och angränsande lokalerna. Utrustning skall köpas in med krav på låga ljudnivåer och rumsakustiken måste specialstuderas. Hög ljudisolering i skiljekonstruktionerna är nödvändig. Även stomljud från utrustningen måste beaktas.

3.5.3 Tekniska utrymmen

I tekniska utrymmen med hög ljudalstring (typ fläktrum osv) ska hela taket förses med 100 mm tjock ljudabsorbent.

3.6 Installationsbuller

Högsta ljudnivåer från installationer anges i form av frekvensvägda ljudtrycksnivåer (dBA och dBC) och anges i tabell 4. Avvikelse från krav på C-vägd ljudtrycksnivå från installationer godtas om inget tersbandsvärde enligt tabell 5 överskrids.

Om ljud från installationer innehåller ofta förekommande impulser eller hörbara toner skall kravvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå i tabell 4 minskas med 5 dB.

Värdena avser den sammanlagda ljudtrycksnivån, ekvivalentnivån, från samtliga installationer under den tid dessa är i drift. För kortvarigt buller accepteras 5 dBA högre nivå, maximalnivå. Vid tillfälligt bruk av dragskåp eller liknande utrustning, styrd av brukaren, godtas 20 dB högre värden.

Ljudkrav, och i förekommande fall vibrationskrav, ska ställas på all utrustning som installeras i byggnaden. Nedan beskrivna krav gäller bara byggnaden och dess installationer, med något undantag. Sjukvårdsutrustning o d bör ställas krav på i samråd med brukaren.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

3.6.1 Allmänt om installationsbullerkrav

Maximala A-vägd ljudtrycksnivåer från intermittenta och regelmässigt förekommande ljud får överskrida totalkravet på ekvivalent ljudtrycksnivå med högst 5 dB. Vid tillfälligt bruk av dragskåp eller liknande utrustning, styrd av brukaren, godtas 20 dB högre värden.

Om ljud från installationer innehåller ofta förekommande impulser eller hörbara toner skall kravvärdet för A-vägd ekvivalent ljudnivå i tabellerna minskas med 5 dB.

Där ljudnivån från installationer i utrymmen för vård, samtal eller koncentrerat arbete är angiven till högst $L_{pA} = 40$ dB får den sammanlagda ljudnivån från installationer och trafik inte överstiga $L_{pA,eq} = 40$ dB.

Avvikelse från krav på C-vägd ljudtrycksnivå från installationer godtas om inget tersbandsvärde enligt tabell 5 överskrids.

Tabell 4 Högsta A- och C-vägd ekvivalent ljudnivå från installationer, för vårdlokaler – ljudklass C och arbetslokaler ljudklass B

	L_{pA} dB	L_{pC} dB
Typ av utrymme		
Utrymme för patienters sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad exempelvis patientrum, vårdrum, uppvakning, jourrum,	30	50
Utrymme för aktivt vårdarbete, enskilt arbete, samtal eller personalens vila exempelvis expedition, kontor, undersökning, behandling, konferens, vilrum, avdelningskorridor	35	55
Utrymme för beredning av mat exempelvis storkök	50	--
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt exempelvis dagrum, väntrum, matsal, personalrum	35	--
Övriga utrymmen där människor vistas tillfälligt exempelvis WC	40	--



Tabell 5 Högsta ljudtrycksnivå i tersbaneden, avstegsfall

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

3.6.2 Utrymme med hög ljudalstring

I standarden anges följande text gällande utrymmen med hög ljudalstring: ”Utrymme med hög ljudalstring skall dimensioneras så att ljudnivån i angränsande rum tillsammans med ljudnivån från övriga installationer uppfyller kravet för installationer sammantaget.”

Buller via bjälklag, väggar etc. från aggregatrum skall dimensioneras för minst 10 dB lägre ljudnivå än gällande totalkrav för respektive utrymme.

I utrymmen med kraftig ljudalstring vidtas åtgärder för att både minska ljudalstring från ljudkällan och för att tillföra mesta möjliga absorptionsmängd i rummet, samt placera denna på flera av rummets begränsningsytor.

Utrymme för vibrerande utrustning eller där slag och stötar regelbundet förekommer, skall utformas så att vibrationer, luftburet ljud och stomburet ljud dämpas. I det aktuella projektet kan det t ex gälla fläktrum och övriga teknikutrymmen. Sådana rum bör hanteras enligt något av följande alternativ:

- placeras avskilt från störningskänsliga verksamheter
- byggas upp av helt separerade konstruktioner med mycket hög ljudisolering vid relevanta frekvenser
- samlokaliseras med andra verksamheter som kan godta en viss överhörning

3.7 Krav gällande trafikbuller och andra yttre ljudkällor i vårdlokaler.

Ljudnivå från trafiken och andra yttre bullerkällor anges i form av total frekvensvägd dygnsekivalent ljudtrycksnivå respektive maximal ljudtrycksnivå, dBA i möblerade rum med stängda fönster men med eventuella uteluftdon öppna.

Tabellvärdena, för maximalnivå, får inte överskridas oftare än 5 gånger per årsmedelnatt i utrymme för sömn och vila, eller 5 gånger per årsmedelmaxtimme i övriga utrymmen. Kraven skall återges på en ljudkravsritningar av ansvarig akustiker, för respektive våningsplan.

När det gäller helikopterbullret skall fönster och fasader dimensioneras för en högsta tillåtna maximala ljudnivå inomhus på 55 dBA.



Tabell 6 Dimensionerande ljudnivå från trafik och andra yttre ljudkällor, för vårdlokaler ljudklass C och arbetslokaler ljudklass B.

Lägsta tillåtna sammanvägda ljudisolering skall fastställas genom beräkning utifrån dimensionerande ljudtrycksnivåer utomhus så att tabellens värden på ljudtrycksnivåer inte överskrids i följande utrymmen:	$L_{pA, eq}$ dB	$L_{pAF, max}$ dB
Typ av utrymme		
Utrymme för patienters sömn och vila, eller utrymme med krav på tystnad exempelvis patientrum, vårdrum, - <i>dock avseende helikopterbuller</i>	30	45 <i>Ska utredas</i>
Utrymme för aktivt vårdarbete, enskilt arbete, samtal eller personalens vila exempelvis expedition, kontor, undersökning, behandling, konferens, utbildning, vilrum, avdelningskorridor - <i>dock avseende helikopterbuller</i>	35	50 <i>Ska utredas</i>
Övriga utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt exempelvis dagrum, väntrum, matsal, personalrum, storköksutrymme	35	--
Utrymme där människor vistas tillfälligt exempelvis gångstråk mellan avdelningar, entréhall, kopiering, kapprum, WC, trapphus	--	--

3.8 Högsta tillåtna ljudnivåer utomhus från fläktar och dyl.

För buller utomhus från ventilationsfläktar, kylmedelskylare osv gäller Naturvårdsverkets allmänna råd om externt buller från industriell verksamhet [2 kap. och 26 kap. 19§Miljöbalken]. Riktvärdena i tabell nedan (övergångsregler hämtade från Naturvårdsverkets hemsida) är ett stöd i den bedömning som till exempel en tillsynsmyndighet gör i varje enskilt fall. Värdena i tabellen avser frifältsvärden eller till frifältsvärden korrigerade värden, angivna som ekvivalent ljudnivå utomhus. Om ljudet innehåller ofta återkommande impulser, eller innehåller hörbara tonkomponenter eller bådadera ska man använda ett värde som är 5 dBA-enheter lägre än vad som anges i tabellen.



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

Tabell 7 Utomhusriktvärden för industribuller i dBA

Områdesanvändning	Ekvivalent ljudnivå i dBA			Högsta ljudnivå i dBA
	Dag kl 07-18	Kväll kl 18-22 samt lördag, söndag och helgdagar kl 07-18	Natt kl 22-07	Momentana ljud nattetid kl 22-07
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap samt vårdbyggnader[1]	50	45	40	55
Utbildningslokaler[2]	50	50	50	
Områden för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv där naturupplevelsen är en viktig faktor[3]	40	35	35	50

[1] För vårdlokaler bör riktvärdet tillämpas då verksamhet pågår.

[2] Med utbildningslokaler avses även lokaler för förskoleverksamhet och liknande inklusive skol- och förskolegårdar. Riktvärdet bör tillämpas då verksamhet pågår.

[3] Avser områden som planlagts för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv.

3.9 Buller och vibrationer under byggtiden

Vid byggnationen kommer flera arbetsmoment att störa omgivning både vad gäller luftljud och vibrationer.

3.9.1 Byggbuller

Gällande buller från byggarbetsplats till omgivning hänvisas till Naturvårdsverkets allmänna råd, NFS 2004:15. Naturvårdsverket ansvarar för att vägleda tillsynsmyndigheterna om hur miljöbalken ska tillämpas. Författningen är avsedd att vara en vägledning gällande skyddsåtgärder, begränsningar och försiktighetsmått för störning från buller. Borrning, bilning och mejsling i betong, tegel, puts och lättklinker, alstrar höga byggbullernivåer och ljudstörningarna blir speciellt tydliga vid ombyggnader av t.ex skolor, sjukhus, bostäder med pågående verksamhet eller kvarboende i fastigheten. Rivning av befintliga byggnader medför höga ljudnivåer utomhus som kan störa grannbyggnader.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

Vad gäller det buller som själva byggnadsarbetaren utsätts för gäller arbetsmiljöverkets författningssamling för AFS 2005:16.

Tabell 8 Utomhusriktvärden för byggbuller i dBA

Riktvärden för buller från byggplatser						
Område	Helgfri mån-fre		Lör-, sön- och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	Natt 22-07
	L Aeq	L Aeq	L Aeq	L Aeq	L Aeq	L AFmax
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus (vid fasad)	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	70 dBA
Inomhus (bostadsrum)	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dBA	50 dBA	50 dBA	45 dBA	45 dBA	–
Inomhus	45 dBA	35 dBA	35 dBA	30 dBA	30 dBA	45 dBA
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60 dBA	–	–	–	–	–
Inomhus	40 dBA	–	–	–	–	–
Arbetslokaler för tyst verksamhet ¹⁾						
Utomhus (vid fasad)	70 dBA	–	–	–	–	–
Inomhus	45 dBA	–	–	–	–	–

I Naturvårdsverkets skrift framgår även följande:

I de fall verksamhet pågår endast del av period bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid under vilken verksamheten pågår - t.ex. under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermitterant buller (pålning, spontning, borring etc).

För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, t ex spontning och pålning, bör 5 dBA högre värden kunna tillåtas.

Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dBA högre nivåer kunna accepteras. Detta bör dock inte gälla kvälls- och nattetid.

I de fall verksamheten är av begränsad art och även innehåller kortvariga händelser bör höjningen av riktvärdet få uppgå till sammanlagt högst 10 dBA.

Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiska rimliga åtgärder bör målsättningen vara att åtminstone riktvärdena för buller inomhus kan innehållas.

I det fall riktvärden för buller utomhus kan innehållas behöver man normalt inte kontrollera riktvärdena för buller inomhus då normal fasadisolering bör innebära att dessa bullerriktvärden kan innehållas.



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

Buller från trafik till och från byggplatsen bör bedömas efter de riktvärden som gäller för trafikbuller. Trafik inom byggplatsen bör bedömas som byggbuller. Bindande bestämmelser för byggverksamhet kan finnas i lokala föreskrifter i kommunen med längre gående krav på bullernivåer eller tid då arbetet får bedrivas.

I det fall riktvärden inte kan innehållas med rimliga medel skall förstärkning av fasadisoleringen på omkringliggande byggnader (yttervägg, fönster och uteluftsdon) eller en omlokalisering övervägas. För att konstatera vilka ljudnivåer som kan förekomma skall en byggbullerutredning utföras och en inventering av omkringliggande byggnader (både de egna och angränsande fastigheterna) för att ta reda på deras verksamhet och störkänslighet.

4 Riktlinjer för rumsutformning

Förutom kraven i tabellerna ovan anger standarden SS 25268 följande:

4.1 Allmänt

Detta avsnitt innehåller riktlinjer för utrymmen där akustikbehandling enbart i taket inte är tillräckligt för att säkerställa en god ljudmiljö. För ljudklass B är dessa riktlinjer bindande. Stora utrymmen för idrott skall uppfylla dessa riktlinjer även vid ljudklass C.

4.2 Utrymme för talkommunikation (Exempelvis konferensrum och hörsal)

För att uppnå en god ljudmiljö krävs antingen

- 1) att då ett utrymme innehåller parallella ytor minst en av varje motstående parallell yta förses med ljudabsorbenter eller andra ljudabsorberande föremål, eller har stor andel djupa fönsternischer eller andra kraftigt ljuddiffuserande ytor, eller
- 2) att utrymmet är tätt inrett med möbler, hyllor och andra ljuddiffuserande eller ljudabsorberande föremål.

En del av den ljudabsorption som tillförs rummet placeras på väggarna, företrädesvis i öronhöjd för dem som vistas i rummet.

En mellan oktavbanden jämn fördelning av efterklangstiden eftersträvas.

I utrymme där god talar- och lyssnarkomfort är viktig, exempelvis undervisningsrum i högre utbildning och konferensrum, samt i utrymme för musik, utförs taket delvis reflekterande. Detta är speciellt viktigt för större lokaler.

4.3 Öppna landskap- eller undervisnings utrymme

En förutsättning för att kontorslandskap och storum skall uppfylla ljudklass B är att verksamheten har nytta av att höra varandra, eller att ljudnivån inom verksamheten är så låg att det är uppenbart att ingen störning mellan arbetsplatserna uppstår. Arbetsplatser i sådant

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

utrymme skall avskärmats mot gångstråk, kopieringsrum, reception, entré, rastutrymmen och annat utrymme med hög persontrafik eller ljudalstring. Utformningen av utrymmet skall verksamhetsanpassas.

Exempel på verksamhetsanpassning är att förse vertikala reflekterande ytor med absorberer och använda takabsorberer med högsta möjliga absorption i de fall kraftigt ljudskärmande kontorsinredning används.

För koncentrationskrävande arbetsuppgifter, eller vid sekretesskrav, skall det finnas rum för enskilt arbete och samtal i direkt anslutning till det öppna arbetsutrymmet.

4.4 Utrymme med hög takhöjd

I stort utrymme med svag diffusering och hög takhöjd eftersträvas en ljuddiffuserande eller ljudabsorberande utformning av flertalet plana ytor. Beräknad mängd ljudabsorberer fördelas så att minst den ena av två motstående begränsningsytor dämpas.

Vid reception i entréhall med hög takhöjd skall åtgärder vidtas för att skapa god talkommunikation och arbetsmiljö kring receptionsutrymmet.

4.5 Utrymme med kraftig ljudalstring

I intensivvårdsrum, storköksutrymme, matsal, utrymme med MR-kamera och annat utrymme med kraftig ljudalstring vidtas åtgärder för att både minska ljudalstring från ljudkällan och för att tillföra mesta möjliga absorptionsmängd i rummet, samt placera denna på flera av rummets begränsningsytor.

5 Vibrationer

Beroende på amplitud kan vibrationer i byggnad negativt påverka komfort för personalen och patienter och/eller ljudmiljö om dessa vibrationer sprider sig som stomljud. Verksamhet i känsliga lokaler (t.ex. operationssal) samt funktion hos vibrationskänsliga utrustningar kan också påverkas.

5.1 Vibrationer (sprängning etc.)

När det gäller vibrationer skall en riskanalys utföras inom projektet som ansvarar för att även vidta erforderliga åtgärder för att omkringliggande byggnader och utrustningar inte störs eller skadas. För t ex sprängning kan det bli fråga om att samordna tider för sprängning med omkringliggande verksamheter.

Om utrustning eller verksamheter inte kan acceptera de uppkomna störningarna måste förflyttning av verksamheter och utrustning övervägas. Detta gäller inte bara sjukhusområdet utan även andra intilliggande byggnader som kan komma att störas.

5.2 Generella vibrationskrav

Det finns inga myndighetskrav gällande vibrationer i aktuella lokaler. I Svensk standard SS 460 48 61 återges riktvärden för bedömning av komfort i byggnad, se tabell 9.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

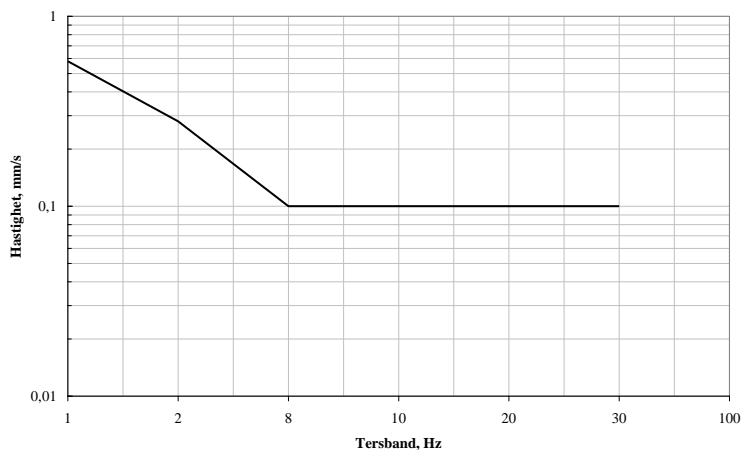
Komfortvägda vibrationsnivåer, orsakade av vägtrafik samt utrustning i byggnaden med långa driftstider såsom fläktar, skall inte överstiga 0,4 mm/s i utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt. I utrymmen där människor vistas tillfälligt såsom i korridorer, omklädningsrum etc. skall värdet inte överstiga 0,6 mm/s.

18

Tabell 9 Riktvärden för bedömning av komfort i byggnader enligt SS 460 48 61

	Vägd hastighet	Vägd acceleration
Måttlig störning	0,4 – 1,0 mm/s	14,4 – 36,0 mm/s ²
Sannolik störning	≥ 1mm/s	≥ 36 mm/s ²

I den internationella standarden ISO 2631-2 anges komfortvibrationskrav enligt en kurva. Kurvan gäller "kritiska arbetsplatser" såsom operationsrum samt vissa typer av laboratorier där vibrationsstörningar ej bör förekomma. Observera att känslig utrustning såsom MR-kameror kräver betydligt högre störfrihet.



Figur 1 Maximala krav för komfortvibrationer.

För kontor kan enligt standarden 4 gånger högre vibrationsnivåer accepteras. För bostäder kan 2-4 gånger högre vibrationsnivåer accepteras dagtid och 1,4 gånger högre nattetid. Vi rekommenderar att faktorn 1,4 gäller dygnet runt i vårdrum.

5.2.1 Vibrationskänslig utrustning

Det finns ett flertal typer av utrustning, som måste gå att använda i sjukhuset samt i laboratorie-, undervisning- och forskningsbyggnaderna, och som är mycket vibrationskänsliga. Viss utrustning är även känslig för höga ljudnivåer.



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

Exempel på sådan utrustning är:

- MR - *magnetic resonance*
- CT - *computed tomography*
- PET - *positronemissionstomografi*
- TEM - *transmissionselektronmikroskop*
- SEM - *svepelektronmikroskop*
- LSM - *laserscanmikroskop*
- Operationsmikroskop
- MEG - *Magnetoencephalography, neurodetektor (har tidigare funnits på KS och liknande utrustning kan bli aktuell igen)*

Samtliga byggnader skall dimensioneras så att denna typ av utrustning kan placeras på valfri plats dock helst på gatuplanet men även på de ovanförliggande våningarna.

Det finns på sjukhusen tumregler vad gäller placering av MR-kameror som säger att avståndet till helikopterlandningsplatsen skall vara 40-50 meter fri luft och att det minst skall vara 15 meter till en hiss. Dessa tumregler är dock inte tillräckliga för att tillverkarnas krav skall uppfyllas, men de kan ge en fingervisning om hur känslig denna typ av utrustning är. Dimensionering skall ske utifrån tillverkarnas krav.

Leverantören skall ange minst 2 referensprojekt, ej nödvändigtvis egna projekt, där liknande sjukhus har byggts med föreslagen stomme. Det skall vidare finnas utrett huruvida vibrationsstörningar har förekommit eller ej.

5.3 Stomljud

Stomburet ljud skall uppfylla krav på A-vägd ljudtrycksnivå från installationer reducerat med 10 dB för att säkerställa att den sammanlagda ljudnivån inte överstiger installationsbullerkravet.

6 Infraljud

Infraljud är ljud med en så låg frekvens (under 20 hertz) att den bara uppfattas av människan vid kraftiga ljudnivåer, och då i form av vibrationer. En människa kan alltså påverkas annorlunda av ljud som man inte hör. T ex så har det använts vid kravaller på Nordirland, istället för tårgas och vattenkanoner, med den verkan att människorna har blivit illamående och satts ur "stridbart skick". Denna ton kallas "den bruna tonen". För att inte utsättas för hälsovådliga infraljudsnivåer har man infört några gränsvärden.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

6.1 Exponeringsvärden för infraljud

I AFS 2005:16 anges följande högsta tillåtna ljudtrycksnivåer för infraljud.

Tabell 10 Exponeringsvärden för infraljud

Mittfrekvens1/3- oktavband [Hz]	Ljudtrycksnivå [dB]
2,0	130
2,5	126
3,15	122
4,0	118
5,0	114
6,3	110
8,0	106
10,0	102
12,5	98
16,0	94
20,0	90

7 Egna rekommendationer

7.1 MR-kamera och annan bullrig utrustning

När det gäller rum för bullrande verksamhet som t ex MR-kameror är det inte rimligt att uppfylla kraven i svensk standard när det gäller buller från verksamheten. När det gäller installationsbullret skall svensk standard innehållas, men för bullret från verksamheten kan ett lämpligt krav vara $L_{pAmax}=50$ dB(A). Anledningen till de höga ljudnivåerna är bl. a den stora mängd utrustning, datorer och servrar, som finns i kontrollrummet.

En bättre lösning skulle vara att skapa ett apparatrum i närheten av verksamheten på varje plan där datorerna etc. skulle kunna placeras. Detta skulle innebära betydligt bättre arbetsmiljö i kontrollrummen. Det är dessutom mycket lättare att ordna tillräcklig ljudisolering, kyla och ventilation i ett sådant apparatrum än att behöva åtgärda alla kontrollrum.

8 Anvisningar för projekteringen

Nedan listas olika åtgärder. Åtgärderna är inte detaljdimensionerade utan skall bara ses som allmän och kan/måste i vissa fall detaljprojekteras. Om inget annat anges gäller dock generellt följande:

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

8.1 Bjälklag

Bjälklag är delvis befintliga och delvis nya. För ljudklass B rekommenderas ett bjälklag (för att hålla ner vikten t.ex. HDF) på 320 mm med en areavikt av ca 500 kg/m². Bjälklag i nytt fläktrum behöver vara minst 250 mm homogenbetong eller bjälklag med motsvarande vikt t.ex. HDF 320.

För gym gäller speciella åtgärder som måste detaljprojekteras i senare projektskede efter underlag från verksamheten.

8.1.1 Golv MR-kamerarum

Golvbjälklaget där MR-kamera ska placeras ska detaljprojekteras. Ett bjälklag avsedd att bära upp en kamera samt att ta hand om de mycket höga ljud- och stomljuds nivåer kräver en areavikt på omkring 700 kg/m². Bjälklaget bör inte ha för stora spännvidder och måste kunna förses med stomljuddämmande anordningar. Man måste även se till att man inte begränsas i höjd så att all installation får plats.

8.1.2 Golvbeläggningar

För att innehålla stegljudskraven måste i stort sätt alla golvbeläggningar ha en stegljudsdämpning. Exakt hur hög stegljudsdämpningen skall vara kan först bestämmas då byggnadens stomme är fastställd. Observera att stegljud inte bara fortplantas till utrymmet under utan även till lokalerna intill. Vid riktigt höga krav kan stegljud som fortplantas från underliggande våning och uppåt också behöva åtgärdas.

Förutom stegljudskrav bör risken för trumljud beaktas. Detta är luftljud som alstras i det utrymme där man går och kan vara speciellt störande vid hårda golvbeläggningar i t ex kontorslandskap. Detta problem uppstår inte på mjuka golvbeläggningar som textilmattor eller tjockare linoleum/plastmattor. På sten-, trä- samt installationsgolv kan textila mattor i gångstråken vara en lösning på detta problem.

”Stegljud” i samma rum, även kallat trumljud, skall begränsas i utrymmen där flera människor vistas mer än tillfälligt.”. Vad som menas med begränsas är otydligt, men parkett lagd flytande på stegljudsmatta, parkett lagt på uppregling, installationsgolv samt stengolv kan knappast anses begränsa trumljudet.

En annan ljudstörning som kan likställas med trumljud är skrapljud från stolar, bord etc. Beroende på hur stolar och borden är uppbyggda låter de mer eller mindre och det alstrade ljudet är också beroende på aktuell golvbeläggning. Möbleringen bör köpas in med ljudstörningarna i åtanke. Ljudstörningarna kan elimineras med rätt val av gummifötter på stolarna/borden, i det fall golvbeläggningen är hård.

När det gäller plast- och linoleummattor kan normala ”foam-mattor” inte användas då dessa inte tål slitaget av säng- och andra transporter, tung utrustning samt kraftig gångtrafik. Någon



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

typ av underläggsmatta måste användas. Mattillverkarna har antingen egna sådana eller så kan dessa köpas från separat leverantör.

Stegljudsdämpande gummimattor som tål det aktuella slitaget finns tillgängliga.

Parkettgolv måste läggas på stegljudsdämpande underläggsmatta. Eventuellt kan speciella elastiska limmer användas, men flertalet innehåller inte de krav som ställs.

När det gäller sten- och klinkerbeläggning måste också speciella underläggsmattor användas. Det finns flera system på marknaden. Några kan läggas direkt under denna klinker som fästs med vanligt fix. Flertalet tillverkare rekommenderar dock ett spackelskikt för att förhindra sprickbildningen, vilket innebär att en ursparing för detta måste göras i bjälklaget. När typ av golvbeläggning fastställts måste tillverkarna kontaktas för att erhålla den exakta lägningsanvisningen beroende på beläggning, plattstorlek etc. Exempel på fabrikanter är:

- Aprobo (Decibel 1-3)
- Deitermann (Montapanel)
- Mapei (Mapefonic)
- BASF (PCI)
- Mira
- Maxit (Stepisol)

8.1.3 Trappor och vilplan

Krav på högsta stegljudsnivåer omfattar även stegljud från trappor, stannplan och vilplan. För att dessa krav skall innehållas skall prefabricerade- och platsgjutna trappor samt vilplan/stannplan läggas upp stomljudsisolerat mot byggnadens stomme (se principlösningar i Bygga med prefab) och de skall inte fästas stumt in i betongväggar. Alternativt förses stegen och vilplanen/stannplanen med stegljudsdämpande beläggning likvärdig angränsande golvyta. Det senare alternativet är dock praktiskt svårt att utföra.

8.2 Undertak och absorbenter

I korridorer, hisshall och patientrum skall minst 20 mm porös mineralullsskiva användas. I rum med hög ljudalstring, ex. desinfektion och kök/disk skall vi ha en mineralullsskiva på 40 mm (klass A). I vistelseytor och fasta arbetsplatser d.v.s. de rum som skall miljöklassas skall 40 mm mineralullsskiva med gipsbaksida användas.

I trapphus skall 20 mm absorbent i alla tillgängliga takytor, d.v.s. högst upp, samt över stannplan och vilplan, t.ex. dikt limmade 20 mm akustikskivor av mineralull. I fläktrum skall 100 mm mineralullsabsorbent täcka minst 75 % av hela takytan.

8.2.1 Kontorsdel

I kontorsdelarna där det förekommer ytor med ett flertal arbetsplatser (t.ex. landskap), d.v.s. rum med täta arbetsplatser, finns det många faktorer som man måste tänka på för att rummet

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



ska fungera så bra som möjligt. Den slutliga arbetsmiljön beror dock på vald möblering och layout samt ”disciplinen” hos personalen som jobbar i lokalen. Nedan anges några grundprinciper vid möblering av storrum:

- Arbetsplatser som har utbyte av att höra och kommunicera med varandra placeras så nära som möjligt, och andra så långt ifrån varandra som möjligt.
- En layout som skärmar av ljud från andra arbetsgrupper, mötesrum, reception, gångstråk mm .
- Arbetsplatser skall om möjligt placeras minst 1,5 m från vägg. .
- Placera arbetsplatserna om möjligt så att det kommunikativa springet minimeras. Undvik om möjligt arbetsplatser som är placerade mot varandra, "klusterplacering". Den bästa arbetsplatsplaceringen, ur ljudsynpunkt, är egentligen vinkelplaceringar i diagonal- eller fiskbensmönster. .
- Vid placering av arbetsplatser i "kluster", t.ex. 3- eller 4-klövrar, kommer de som arbetar där att sitta nära varandra och dessutom tala mot varandra, vilket ökar störningarna. Effektiv ljudavskärmning mellan arbetsplatser i sidled, speciellt vid 4-klövrar, är svår att åstadkomma. .
- Skärmar mellan arbetsplatser/grupper av arbetsplatser - bör utföras med absorberande yttre och hård kärna, och skall helst vara så höga att de bryter siktlinjen mellan ljudkällan och mottagare med minst 30 cm marginal både horisontellt och vertikalt - skall placeras nära ljudkällan (störande) eller möjligen ljudmottagaren (störd) för att vara som mest effektiv. - måste sluta tätt mellan arbetsplatserna utan att lämna mer eller mindre stora springor/spalter mellan skärmelementen där direktljud mellan olika arbetsplatser obehindrat kan gå fram, i annat fall blir den ljuddämpande effekten av kontorsskärmarna mycket liten.

I detta skede kan dock många av ovanstående faktorer inte påverkas av projekteringsarbetet och därmed omfattar våra anvisningar nedan enbart planering av lokalerna och ytskikt på tak, golv och väggar.

- Tillräcklig plats utanför landskapet för verksamheter som inte kan fungera i landskapet (ex. ljudisolerade rum för samtal med sekretesskrav och separata rum för speciellt bullrande maskiner). Se till att det finns tillgång till tysta rum med fungerande IT-lösningar för koncentrerat arbete/känsliga samtal, och att dessa helst är synliga från samtliga arbetsplatser. En tumregel är ett tyst rum per ca 10 anställda. .
- Undertaket i dessa rum ska väljas med en mycket hög ljudabsorption, typ 40 mm mineralullskivor nedpendlade i bärverk. .
- Rummen förses med effektiva absorbenter på de ytor som kan reflektera ljud mellan arbetsplatserna. Särskilt bör arbetsplatser i hörn, eftersom de är särskilt kritiska ut ljudspridningssynpunkt, kompletteras med absorbenter på väggar.
- För att uppnå en ljuddämpad miljö rekommenderar vi att en helsyntetisk öglematta typ Flotex från Forbo (<http://www.forboflooring.se/Foeretag/Produkter/Flotex/>) övervägs.



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

Denna matta har en stegljudsförbättring på 17 dB och dämpar dessutom väldigt effektivt gångljud och skrap från stolar i det egna rummet.

8.3 Atrium

Arbetsplatser öppna mot atrium bör undvikas. Även om det inte förekommer arbetsplatser så är mängden ljudabsorbenter som kan placeras i atriet avgörande för hur rumsakustiken uppfattas. Ljudabsorbenterna behöver inte bara utgöras av skivbeklädning i tak. Planteringar med stora jordytor med växter, textil väv på väggar, absorberande skärmar, absorberande hängande mobiler, öppna entréer mot t ex butiker mm kan utgöra ljudabsorbenter.

8.4 Aula

Om i byggnaden planeras en större aula, ska denna måste specialstuderas i senare skede vad gäller rumsakustiken. Även ljudisolering och installationsbuller bör ha skärpta krav i jämförelse med vanliga konferensrum. Eventuell gradänguppbyggnad måste utföras på sådant sätt att inte stegljud stör om någon kommer eller går mitt i en föreläsning.

8.5 Väggar

Krav på luftljudsisolering hos väggar anges i tabell 1. En ljudkravsritning där samtliga väggar är (ljud)specificerade ska upprättas. Dessa ska ange ljudkrav i siffror med en färgkod över skiljekonstruktionen. Kravet på väggarna kan skilja sig från det verkliga kravet för hela skiljekonstruktionen, eftersom skiljekonstruktionen kan bestå av både dörr, vägg, glasparti etc. Observera att för väggar med ljudklass högre än R'_w 30 dB ställs krav på tätning och på utformning av anslutningar mot andra konstruktioner. Vi har förutsatt att väggarna byggs från bjälklag till bjälklag. Om väggar byggs med en plywood/OSB skiva och gips är det viktigt att tänka på att med plywoodskivor i väggkonstruktionen försämras ljudisolering jämfört med om bara gipsskivor används. Byter man ut det inre lagret på båda sidor av väggen vid två lager gipsbeklädning bör man räkna med en ca 3 dB försämring av ljudreduktionen. Således bör man vid konstruktioner med plywood, OSB eller liknande material på båda sidor av regeln välja en väggkonstruktion som är en ljudklass d.v.s. 4 dB bättre än det värde som anges av väggleverantören för motsvarande gipsvägg.

8.5.1 Väggar till tekniska utrymmen

Skiljekonstruktioner såsom väggar och bjälklag kring teknikrum för byggnadens tekniska installationer skall dimensioneras så att ljudtransmissionen till omkringliggande utrymmen uppfylls med 10 dB marginal mot totalkrav för ljudnivån i respektive utrymme. Om ljudkravet är 35 dBA ska väggen dimensioneras för en ljudtransmission på maximala $L_{pA, equ}$ 25 dBA. Detta gäller den sammanlagda effekten av såväl luft- som stomburet ljud.

8.5.2 Väggsanslutningar

Anslutningar av väggelement till flankerande element som fasad, korridor, undertak och bjälklag skall utföras på sådant sätt att ljudisoleringen inte försämras. Vi hänvisar till Gyproc

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

handbok för typexempel om hur dessa anslutningar kan utföras. Observera att för väggar med högre krav än R'_w 44 dB får ej skivor i korridorväggar vara kontinuerliga. Antingen ska man slitsa dessa väggdelar eller så ska man ansluta dem med ett avbrott. Anslutning mot 150 mm betong är dock OK.

8.5.3 El-doser och annat infällda i lätta väggar

Infällda utrustningar typ eldosor, ventilationsdon och annan typ av installationer kan försämra ljudisoleringen hos konstruktionen, se tillverkarnas anvisningar. Ju högre ljudklassen hos väggen är desto större risk är att ljudisolering påverkas negativt. Antal dosor eller storleken på don är givetvis betydande faktorer. För anvisning om detta behöver tas i beaktande vid projektering av el-installationer hänvisas till Gyproc- eller Danogips handboken. Inbyggnad av deplacerande ventilationsdon kan utföras i väggar med ljudklass högst R'_w 40 dB utan att påverka ljudklassen. För annan utrustning rekommenderas att frågan rådgörs med en akustiker.

8.5.4 Glaspartier

Krav på ljudisolering hos glaspartier ska utformas så att luftljudsisolering enligt svensk standard innehålls.

8.6 Dörrar

Dörrar i allmänhet ska dimensioneras så att ljudkrav enligt BBR och SS 25268:2007 ska kunna uppfyllas. Dörrar med ljudkrav kräver i allmänhet anslagsyta såsom dörrtrösklar el.dyl.

8.6.1 Dörr mot patientrum

Ofta önskas tröskellösa pardörrar för att underlätta intransport med säng. Pardörrar är normalt svåra att få täta eftersom stängningstrycket på listerna blir så lågt, samtidigt som springor ofta förekommer i skarven mellan dörrbladen. Om gummitröskel accepteras kan en lösning med släplista användas. I annat fall måste tröskelautomat/falltröskel användas. Invändningen mot dessa är oftast att de kräver mycket service och underhåll.

För ljudkrav över $R'_w = 35$ dB krävs normalt anslagströskel.

Då det finns krav på lätt tillgänglighet samt krav på någon sorts hörbarhet (man ska kunna i korridoren höra när någon i vådrummen ropar), bedöms de senare väga tyngre än det akustiska kravet. Dörrar kan köpas in med ljudkrav, dock utan tröskel. Dörrspringa vid golvet skall dock vara minimal. Om man ska uppfylla ljudklass 30 dB på dörrar då krävs tätningslist och någon form av tröskel, släplista, bulle på golv, eller falltröskel. Detta, att tillgängligheten (man ska kunna rulla in sängar och rullstolar utan besvär) och hörbarheten väger tyngre än de akustiska kravet ***måste dock verifieras av beställaren!***

8.7 Överluftsdon

Så kallade överluftsdon som evakuerar rumsluften till korridoren skall väljas så att de inte sänker ljudisoleringen för väggen. Överluftsdon ska väljas i luddämpat utförande för utrymmen med ljudkrav på dörr och väggar. Om överluftsdon monteras i skiljekonstruktion

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

mot korridor ska donet väljas med en ljuddämpning D_{new} som är ca 12-15 dB högre än kravet på ljudisolering för gällande ljudkrav. Då olika tillverkare redovisar antingen R_w – värden eller D_{new} – värden med olika referensytor kan det vara svårt för V att dimensionera dessa don på egen hand. Kontakt med kompetent akustiker är därför att rekommendera. Vid höga ljudkrav på vägg kan det vara ekonomiskt att öka ljudreduktionen på väggpartiet för att kompensera för överluftsdonet eller/alternativt att man drar in frånluft.

8.8 Schaktväggar

Schaktväggar ska dimensioneras mot de bullerkrav som ställs i respektive rum och den sammanlagda bullernivån inne i schaktet. När bullernivån i en rektangulär kanal uppgår till 60 dBA och schaktväggen exponeras mot ett ljudkänsligt utrymme, ska man dimensionera schaktväggen så att ljudutstrålningen från väggen ligger 10 dBA under rummets kravnivå. Därför är det relevant att V kan ge adekvata ljuddata till akustik.

8.9 Fasadisoleringen

I detta skede är det inte tänkt att göra en trafikbullerberäkning utanför byggnadernas fasader. Kraftigt förenklade punktberäkning har dock utförts för några av fasaderna.

När det gäller vilken ljudnivå fasaderna skall dimensioneras för måste beslut tas i vilken mån helikopterbullret skall tas hänsyn till. Fasader närmast helikopterplattformarna får maximalnivåer på 90-95 dB(A), vilket är betydligt mer än vad trafiken ger.

Det måste även kontrolleras att bullrande utrustning såsom fläktar, kylmedelskylare o d inte ger upphov till så hög ljudnivåer utanför fasaderna att denna ljudnivå blir dimensionerande för fasadisoleringen.

För t ex patientrum är trafikbullerkraven mycket hårda och för att kunna hitta fönster med tillräckligt hög ljudisolering har vi här förutsatt en tung betongsandwichfasad (100 mm betong-100 mm mineralull-150 mm betong). För andra rumstyper med något lägre krav kan det vara möjligt att innehålla kraven med en kraftigt förbättrad utfackningsvägg. För rum med låga trafikbullerkrav eller för rum som vetter mot mindre trafikbullerstörda fasader räcker standard utfackningsväggar.

Vilken ljudisolering fönster och glas skall ha är bl. a beroende på ytterväggen ljudisolering och andelen glas i fasadytan. Fasad och fönster ska dimensioneras enligt krav R_w+C_{tr} , där C_{tr} är termen för det lågfrekventa trafikbullret.

9 Tekniska installationer

Generellt gäller att vibrerande maskinell utrustning/installationer eller stomljudsallstrande enheter endast får monteras mot tung byggnadsdel/stomme och skall i erforderlig omfattning fästas/uppställas med vibrations-/stomljudsisolering mellanlägg.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

9.1 Fläktar och aggregat

Alla apparatrum med utrustning som låter eller vibrerar måste undersökas för att kunna konstatera erforderlig ljudisoleringen. När ljuddata finns tillgänglig kan ljudberäkningar göras. Ljudisolering dimensioneras, enligt svensk standard, normalt för 8-10 dB högre krav än som anges i tabellerna ovan gällande installationsbuller. Detta görs för att lämna plats för ljudet via från- och tilluftsdon, stomljud, ljud från radiatorer, hissar o d.

Dämpning av ljudet via luftintag och utblås måste också göras för att innehålla utomhuskrav. Vibrationsdämpning måste göras för att innehålla vibrationskrav samt stomljudskrav.

Fläktar skall därför vara balanserade enligt VVS AMA och vara försedda med väl dimensionerade vibrationsisolatorer. För att den i utrustningen ingående vibrations- och stomljudsisoleringen skall fungera som avses krävs att det byggnadstekniskt erbjuds ett tillräckligt styvt och tungt underlag. Ofta måste fläktaggregatet "hissas" upp med 300 mm från golvbjälklaget (aggregatet står på stålbalkar). Detta krav ska man tillgodose när man väljer fläktrumshöjden. Fläktrummet bör också vara väl tilltagen gällande dimensioner så att fläktaggregaten inte måste pressas in med "skohorn".

Aggregat skall förses med primära ljuddämpare vid aggregatet så att inte ljudspridning från ventilationskanaler sker nedåt i byggnaden. Dimensionering av erforderlig ljudisolering hos schaktvägg utförs av Vent. Med angivna ljudnivåer för fläktaggregaten och tänkt beräknas ljudnivån uppfylla gällande ljudkrav i underliggande vårdplan. Inga särskilda ljudåtgärder bedöms därmed behövas vidtas under förutsättning att följande anvisningar för fläktrummens utformning följs:

- Aggregaten köps med effektiva interna vibrationsisolatorer typ stålfjädrar eller gummiisolatorer.
- Minimiavstånd mellan aggregathölje och golv är minst 300 mm.
- Minimiavstånd mellan aggregathölje och lättvägg ska vara minst 600 mm.
- Ljuddämpare monteras på samtliga anslutningar enligt förutsättningar ovan

Fläktaggregaten ställs enligt leverantörens anvisningar avseende stomljud. I övrigt ska infästningar av kanaler i fläktrum, i schakt eller ovanför undertak ske i tung byggnadsdel/stomme med vibrationsdämpare typ gummisvep för att undvika stomljud. Inga infästningar bör göras i lätta konstruktioner och inga stum kontakt får förekomma mellan kanal och lätta schaktväggar. Överhörning mellan utrymmen via ventilationskanaler anpassas till ljudisoleringskrav. Ljudnivåkrav inomhus samt utomhus via ute- och avlufts kanaler skall uppfylla kravnivå.

9.2 Tvättmaskiner, diskmaskiner etc.

Tvättmaskiner/desinfektorer får ej monteras så att mekanisk kontakt erhålls till kringbyggnad. Vid val av uppställningsprincip av maskinerna beaktas risken för vibrations- och stomljudsspridning, där skall samråd ske med maskinleverantör, brukare och driftavdelningen.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

9.3 Kyl- och frys

Kyl- och frysenheter uppställda inom eller i anslutning till vård- och arbetslokaler skall upphandlas med beaktande av aktuella ljudkrav enligt ovan. Vid montage av kyl och frys skall mekanisk kontakt med lättkonstruktion undvikas, för att förhindra vibrations- och stomljudsöverföring.

9.4 Larm

Ljud från larm från medicinska utrustningar eller för att kalla in vårdpersonal kan vara störande för andra patienter. Placeringar av larm bör väljas för att minimera störningsrisken. Icke-ljudliga larmsystem bör övervägas, framförallt nattetid.

9.5 Rörpost etc.

Ljud från rörpost, tvättsug, sopsug skall innehålla krav satta för installationsbullen. Infästning av hela anläggningen skall ske vibrationsdämpat mot stommen.

9.6 Reservkraft

Ljudet från eventuellt tillkommande reservkraftverket måste dämpas för att innehålla ljudkraven. Att aggregatet stör vid något enstaka tillfälle när det är nöddrift är i sig inget större problem. Aggregaten provkors dock normalt i ca 30 minuter en gång i månaden, vilket gör att aggregatet måste ljuddämpas. I första hand bör ljuddämpning för utomhusbullret göras, då tiden för provkörning kan styras så att man inte stör verksamheten i byggnaden, i det fall den ligger inom en byggnad.

9.7 Avloppsbuller

För att minimera åtgärderna för buller från avloppsrör skall dessa vara bullerdämpande plaströr eller liknande som ger motsvarande ljudnivå som från avloppsrör av gjutjärn. Avloppsstammar förlagda vid ljudkänsliga lokaler får ej ha mekanisk kontakt med eller infästas i lättväggar. Infästning skall ske i tung byggnadsdel/stomme och med stomljudsisolerande mellanlägg.

9.8 Hissar

En stor mängd hissar förekommer i byggnaderna. I vissa fall kommer de att ligga nära ljudkänsliga utrymmen. De flesta hissleverantörer har bristfälliga ljuddata (luftljud och vibrationer) på sina produkter och det är därför mycket viktigt att inköp görs med förutsättningen att ljudkrav skall innehållas både vad gäller luft- och stomljud.

9.9 Transportutrustning

Om automatisk utrustning för transport av vagnar och sängar förekommer, som t ex de kedjetransportörer, måste denna utrustning studeras akustiskt för att säkerställa att både luft- och stomljud dämpas i tillräcklig omfattning.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

9.10 Ljud från lastkajer

Den maximala ljudnivån från lastkajer kan vara mycket hög. Det är ofta inte rimligt att dimensionera fasadisoleringen för detta buller. Därför bör lastkajer placeras i garage eller på sådant ställe där ljudstörningar utom- och inomhus kan accepteras. Avskärmande tak tillsammans med hög fasadisolering och accepterade av höga inomhusnivåer är återstående alternativ. Ramper, lastkajer o d bör inte byggas upp av plåtar, då dessa avger mycket ljud då man kör pall lyftare o d över dem.

För att undvika stomljud när lastbilarna backar på lastkajen kan dessa frikopplas från byggnaden eller så kan avbärrarräcken placeras strax framför lastkajen.

9.11 Ljud från den egna utrustningen

I t ex en akutmottagning eller operationssal råder en mycket hög bakgrunds nivå orsakad av all utrustning. Eftersom personalen står mycket nära utrustningen kan man endast till viss del påverka ljudnivån genom att t ex använda effektiva tak- och väggabsorbenter. Detta ljud begränsas inte av krav i BBR (svensk standard) eller i AFS.

Ecophon har tillsammans med bl. a Karolinska sjukhuset i Huddinge utfört studier gällande ljudnivåer och rumsabsorption i deras lokaler (vi har även utfört vissa mätningar). Studierna gällde i vilken mån tillfriskningsgrad, och eventuella problem med informationsöverföring mellan personalen, kunde hänföras till rumsakustiken. Vissa resultat presenteras i skriften "Care About Sound" (vilken vi ännu inte fått tillgång till).

För att begränsa ljudnivån är det av största betydelse att inköp av utrustningen sker med krav på låg ljudnivå.

10 Parkering

Ljudkrav återfinns inte i svensk standard när det gäller garage. Ljudisolering mellan garageplan och ovanförliggande, och även intilliggande, utrymmen måste vara så hög att störningar inte uppstår. Krav beror på vilken verksamhet som planeras i aktuella utrymmen. Generellt kan en ljudabsorbent rekommenderas i garagetaken dels för att sänka ljudnivån, vilket ger mindre störningar i intilliggande utrymmen, men också för att få en trivsammare rumsakustik i garaget.

För att förhindra att stomljud fortplantas upp i byggnaden skall inga skarpa övergångar mellan garageplan och t ex ramper förekomma. Fartgupp kan också orsaka stomljud uppe i byggnaden.

Installationsbullernivån i garagen skall inte överstiga 55 dB(A), ekvivalentnivå.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

11 Verifiering i färdig byggnad

Enligt miljöbyggnad ska verifiering i färdig byggnad ske av en ljudsakkunnig tillsammans med en representant för brukarna som vistats frekvent i byggnaden. Utförandet kontrolleras så att det överensstämmer med ljudbeskrivningen i projekteringshandlingar och så att ljudmiljön överensstämmer med vald klass. Enligt miljöbyggnadsmanualen gäller: · Om verifiering sker med mätning enligt ljudstandarden är det tillräckligt att 5 % av Atemp (dock i minst 3 utrymmen) undersöks. De mest kritiska utrymmena besiktigas per akustisk parameter. Till exempel väljs utrymme för bedömning av trafikbuller vid den mest trafikexponerade fasaden, installationsljud nära fläktrum etc.

- Om bedömning istället sker av utförandet ska minst 20 % av Atemp och de mest kritiska vistelserummen per akustiskt parameter kontrolleras. Vistelserummen som bedöms för de olika ljudparametrarna kan vara olika men kan också vara samma.
- Rum som väljs ut för verifiering ska vara de mest kritiska för respektiveljudparameter. Bedömd rumsarea för varje ljudparameter ska motsvara 5 % av byggnadens Atemp och i minst tre utrymmen alltså enligt verifiering i SS 25267 och 25268. Rummen som bedöms för de olika ljudparametrarna kan vara olika men också sammanfalla.

Om underkända konstruktioner upptäcks skall antalet mätningar utökas så att det kan konstateras om det bara var fråga om en enstaka undermålig konstruktion eller om det finns en systematisk brist i konstruktionen. En enkätundersökning ska genomföras som visar att minst 80% av svarande brukare anser ljudmiljön vara mycket bra, bra eller acceptabel.

11.1 Verifiering i provrum och under produktionen

En ljudsakkunnig ska finnas med under byggskede för att säkerställa att projekterade lösningar och utföranden svarar mot valda bedömningskriterier (Miljöbyggnadskrav) Förutom krav på mätningar i de färdiga byggnaderna skall kontrollmätningar i tidigt skede utföras i provrum för att säkerställa att valda konstruktioner och arbetsmetoder uppfyller kraven. Omfattningen på dessa provrum är att minst följande rumstyper skall provas:

- Patientrum mot patientrum
- Kök mot patientrum

I tidigt skede är det ofta inte möjligt att kontrollmäta alla akustiska parametrar varför man ofta får begränsa sig till stegljudsnivå- och luftljudsisoleringsmätningar. När det gäller ljudisolering skall mätningar ske både vertikalt- och horisontellt.

12 Konstruktionsförslag

12.1 Kanaler och genomföringar

Kanalgenomföringar genom vägg och bjälklag med ljudisoleringskrav, skall tätas så att ljudläckage som fås via springor och stum kontakt ej kan uppstå.

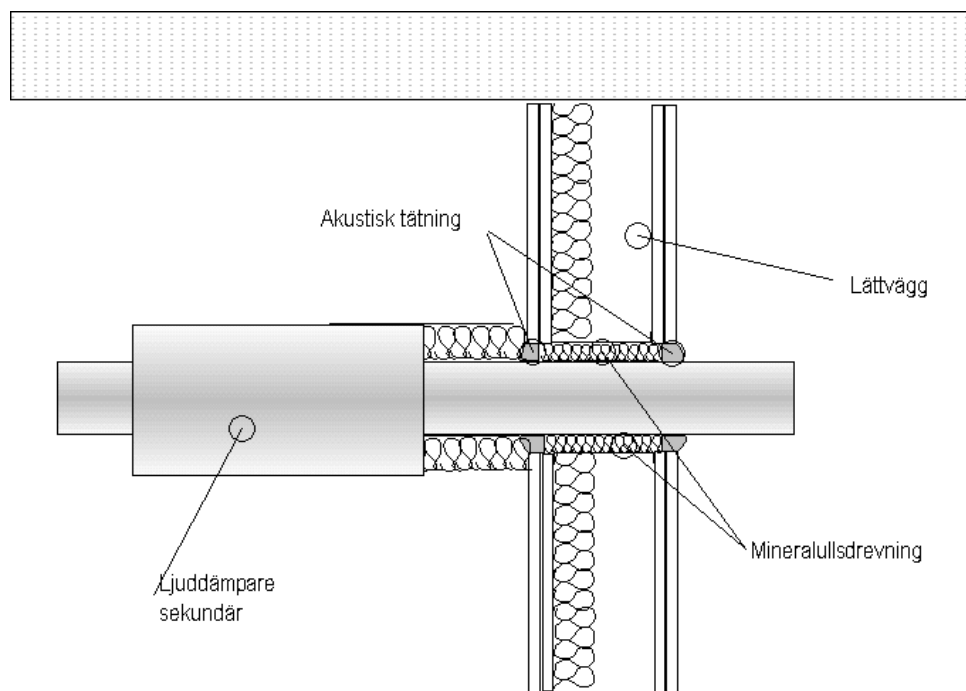
Kanalerna fästes i möjligaste mån i tung byggnadskonstruktion.

Stum kontakt mellan kanal och lätt byggnadsdel får ej förekomma.

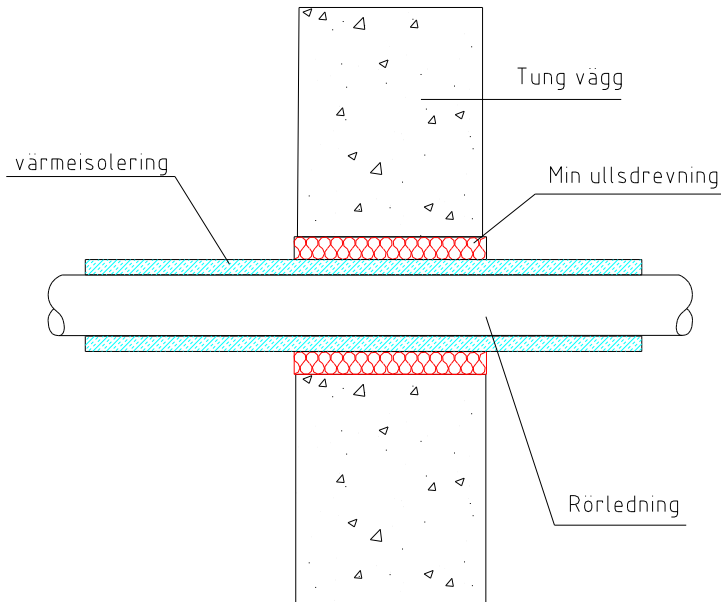
Enbart donet får ha en stum kontakt med lätt byggnadsdel.

- Rörledningarna ska i möjligaste mån fästas i tung byggnadsdel, för att minska rörsystemets rörelser.
- Vid behov av infästning mot lätt eller vek konstruktion, måste infästningen ske så att störande stomljud och vibrationer ej uppstår.

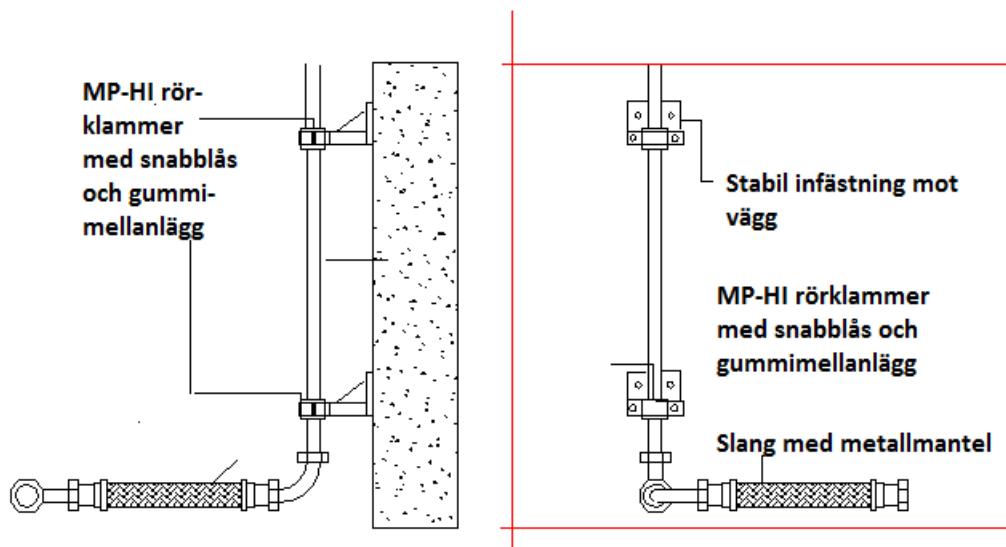
Figur 2



kanalgenomföring genom lättvägg (principskiss)



Figur 3 rörgenomföring (principskiss).



Figur 4 rörfästning i tung vägg för att undvika stomljud (principskiss).

12.2 Väggar och glaspartier

För att uppnå önskad ljudisolering på mellanväggar ges nedan förslag på konstruktioner som uppfyller kraven med normala bjälklagstjocklekar. Uppgifterna är bl a hämtade från Gyprocs



technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

och Danogips kataloger. Det finns många alternativa lösningar så dessa förslag skall bara ses som exempel.

Ju högre ljudisolering en vägg har desto större krav ställs på omkringliggande konstruktioner så att inte flanktransmissionen försämrar ljudisoleringen i för hög grad. Skillnaden på ett laboriemätt värde och ett fältvärde kan vara stort, varför inköp av väggar skall göras med kravet att deklarerat ljudisoleringvärde uppfylls i fält.

Värdena nedan gäller bara homogena konstruktioner. Om t ex en dörr eller överluftsdon monteras i en vägg måste kanske väggen dimensioneras om för att kompensera för den försämring av ljudisoleringen som annars kan uppkomma.

Mellanväggar som bara ansluter mot undertak kan normalt bara användas då ljudkrav 35 dB eller lägre gäller, i vissa fall kan 40 dB uppnås. Krav på typ av undertak och barriär ovan undertak ställs också. För högre ljudkrav skall väggar monteras mellan bjälklagen. Även då installationsgolv används uppstår problem då högre ljudkrav än 35 dB ställs. I detta fall är det möjligt att uppnå högre krav beroende på golvuppgbyggnad, men då sekretesskrav gäller eller då bullrande verksamhet förekommer måste väggar ställas ner på bjälklag. Ofta är det stegljudet som är svårast att dämpa i det fall installationsgolvet löper under en mellanvägg.

Subjektiv uppfattning av ljud vid olika ljudisoleringar.

$R'_w, D_{nT,w}$	Sort	Normalt tal, kontorsmaskiner i lugn miljö	Normalt tal, kontorsmaskiner	Högröstat samtal	Skrik	Högtalarljud, måttlig nivå	Diskodunk
35							
40							
44							
48	Röd – hörs						
52	vit – hörs inte						
60	Grå – kan höras men stör inte under normala omständigheter						

För rum med krav på sekretess innebär detta att om en vägg med $R'_w=44$ dB väljs kan högröstat samtal höras och uppfattas. Om ljudisoleringen uppgår till 48 dB går det inte att höra innebörden i högröstat samtal. För fullständig samtalssekretess väljs väggar med $R'_w=52$ dB.

Ovanstående värden gäller mellan två rum. Om ett konferensrum vetter mot ett kontorslandskap råder normalt ett visst bakgrundssorl vilket gör det svårare att uppfatta vad som sägs i ett intilliggande konferensrum. Värdena ovan kan därför sänkas en eller t o m två klasser med samma grad av sekretess. Värden under 35 dB bör dock inte väljas i detta sammanhang. Glasväggar mot korridor väljs normalt i en lägre klass med hänvisning till att det går att se om någon står och lyssnar utanför. Detta gäller ej om det finns fördragbara gardiner.



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

12.3 Gipsregelväggar

Värdena nedan gäller gipsregelväggar med c/c 450 mm mellan reglarna. Regelväggar med mineralull låter inte så dovt och ger högre kvalitetskänsla än väggar med samma ljudklass utan mineralull inuti. Väggar med enkla gipsskivor kan dock kännas rangliga om man trycker på dem. Om flexibla regler såsom Gyproc XR eller Danogips IQ används kan högre ljudklass uppnås med samma väggjocklek.

Om väggar ansluts på konventionellt sätt mellan golv- och takbjälklag kan nedanstående konstruktioner användas för olika nivå på ljudisoleringen.

Vägg med $R'_w=30$ dB

1x13 mm gips
70 mm regel
1x13 mm gips

Vägg med $R'_w=35$ dB

1x13 mm gips
70 mm regel / 30 mm mineralull
1x13 mm gips

2x13 mm gips
70 mm regel
2x13 mm gips

2x13 mm gips
45 mm regel / 30 mm mineralull
2x13 mm gips

Vägg med $R'_w=44$ dB

2x13 mm gips
95 mm regel / 95 mm mineralull
2x13 mm gips

Vägg med $R'_w=48$ dB

3x13 mm gips
95 mm regel / 95 mm mineralull
3x13 mm gips

2x13 mm gips
70 mm regel i 120 mm skena / 90 mm mineralull
2x13 mm gips

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

AK 16100378-1A

Datum : 2016-12-30

Vägg med $R'_w=52$ dB

2x13 mm gips

saxade 95 mm reglar i 120 mm skena samt 120 mm mineralull

2x13 mm gips

12.4 Glaspartier

Om glaset endast utgör en del av en gipsregelvägg blir den totala ljudisoleringen ett vägt medelvärde mellan ljudisoleringen hos glaset och väggen. Överslagsmässigt går det att räkna med att följande värden uppnås:

- $R'_w=30$ dB uppnås med en vägg som har $R'_w=35$ dB och ett 6 mm tjockt glas.
- $R'_w=40$ dB uppnås med en vägg som har $R'_w=44$ dB och ett laminerat glas som t ex Gemax Riaphon 4/2/6 som har $R_w=39$ dB eller Emmabods SGG Phonip ESL 11/39 som även detta har $R_w=39$ dB. Alternativet till laminerat glas är en dubbelglaskonstruktion bestående av två stycken 4 mm glas på ett avstånd av 100 mm eller ett 4 mm glas och ett 6 mm glas på ett avstånd av 80 mm.

Om glaspartiet enbart, eller till största delen, består av glas gäller överslagsmässigt nedanstående:

- 4 mm glas $R_w \approx 27$ dB
- 6 mm glas $R_w \approx 29$ dB
- 8 mm glas $R_w \approx 31$ dB
- 10 mm glas $R_w \approx 32$ dB
- 4 mm glas – 80 mm luft – 6 mm glas $R_w \approx 36$ dB
- 4 mm glas – 100 mm luft – 6 mm glas $R_w \approx 40$ dB
- 11 mm laminerat glas $R_w \approx 39$ dB

För att glaset inte skall bli så tjocka kan laminatglas användas.

13 Undvika vanligt förekommande fel

För att med en konstruktion uppnå den ljudisolering som anges för produkten krävs att konstruktionen är tät. Alltför ofta väljs en bra produkt med hög ljudisolering, men vid montaget utförs inte tätningen på korrekt sätt, varför den förväntade ljudisoleringen inte uppnås. Att i efterhand täta vissa konstruktioner kan vara svårt eller t o m omöjligt. Det är alltså av största betydelse att montaget utförs på rätt sätt och att det i handlingarna tydligt framgår vem som skall täta t ex en genomföring i en vägg. Det skall inte vara någon tvekan om det är väggmontören eller den som t ex drar en ventilationskanal eller elstege genom väggen som har tätningsansvaret.

Svensk Teknikutveckling AB
Mörtgränd 10
194 67 Upplands Väsby
Sweden

Author: Norbert Fichter
Tel 0768 52 70 74

VAT SE556342161801
Säte: Stockholm
Bankgiro: 223-334
Innehar F-skattebevis

norbert@fichter.se

C:\Users\Norbert\Documents\Arbeten\2016\AK 16100378 Mälarsjukhuset\6 Rapporter\AK16100378-1A.docx



Svensk Teknikutveckling AB

AK 16100378-1A

technical acoustics,
building acoustics,
flow dynamics
indoor climate

Datum : 2016-12-30

För att tidigt i byggprocessen upptäcka eventuella brister i montage rekommenderas att besök på platsen utförs kontinuerligt av tillkallad akustiker. Dessutom är det en fördel att uppföra provrum, t ex kontorsrum, i tidigt skede och utföra en kontrollmätning. På detta sätt säkerställs att rätt produkter valts och att montörerna tidigt görs uppmärksamma på eventuella svaga punkter i konstruktionen.

- Vanliga brister på täthet upptäcks ofta vid genomföringar i väggar av t ex kabelstegar, rör eller kanaler. Ett annat vanligt ställe där det förekommer läckage är fönsterbänkskanaler, som är svåra att tätta.
- Överhörning via ventilationskanaler kan förekomma där ljudet sprider sig via donen i angränsande rum, men det kan även vara ljud som transmitteras in eller ut genom själva kanalhöljet.
- Överluftsdon med för låg ljudisolering är ett vanligt fel som upptäcks vid kontrollmätningar.
- Montage av ljudklassade dörrar måste utföras mycket noggrant och montageanvisningar måste följas för att dörrens klassning skall uppfyllas. Detta kan t ex innebära drevning och tätning bakom dörrfoder. Dörrblad måste riktas så att god anliggning erhålls mot tätningslisterna.
- Leverantörer av vik- och blockväggar anger produktdata som är laboratorievärden. Dessa kan normalt inte uppnås i fält. Ofta blir t ex en vikvägg 10 dB sämre i fält än vad laboratorievärdet anger. Det är viktigt att inköp görs med krav att önskat ljudvärde uppfylls i fält.

Med vänlig hälsning

Svensk Teknikutveckling AB
Akustik

Norbert Fichter