

Sammanfattning

Denna rapport åt Trafikkontoret ska vara en hjälp vid kommande byggnationer i centrala delar av Göteborg. Rapporten beskriver olika typer av källor som finns i anslutning till byggarbetsplatser samt dess ljudeffekter. Det förs även resonemang om, och förslag på, bullerskyddsåtgärder för innan och under byggskedet. För att skapa ett fungerande hjälpmedel för handläggare har en checklista på aktiviteter i samband med byggprojekt tagits fram i samarbete med personal på Lund Tekniska Högskola på avdelningen Byggproduktion. Bilagt finns även ett förenklat beräkningsark för bedömning av ljudnivåer i ett tidigt skede. Till sist sker en slutsats kring om det finns möjlighet att nå Naturvårdsverkets allmänna råd gällande buller från byggarbetsplatser samt tolkning av dessa.

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
2	Bakgrund	2
2.1	Bakgrund gällande akustik	2
2.1.1	Hälsoeffekter	3
3	Förutsättningar	4
4	Regelverk	4
4.1	Miljöbalken	4
4.2	Naturvårdsverket	4
4.3	Folkhälsomyndigheten	6
4.4	Begränsningsvärden och riktvärden	6
4.4.1	Begränsningsvärden	7
4.4.2	Riktvärden	7
5	Bullerkällor	7
5.1	Handhållna källor	7
5.2	Motordrivna källor	8
5.3	Pålning och spontning	9
6	Skyddsåtgärder	10
6.1	Dämpning av byggarbetsplatsen	10
6.1.1	Allmänna råd	10
6.1.2	Byggarbetsplatsens fysiska avgränsning	11
6.2	Informationsspridning	11
6.2.1	Fortbildning av personal	12
6.2.2	Boende i närheten av byggarbetsplatsen	12
6.3	Handarbeten	12
6.3.1	Val av maskiner	12
6.3.2	Skärma vid utfört arbete	13
6.3.3	Effekt av åtgärd	14
6.4	Stora maskiner	14
6.4.1	Dämpa motorbuller (avskärmning)	14
6.4.2	Dämpa motorbuller (vid källan)	14
6.4.3	Effekt av dämpning	14
6.5	Pålning/spontning	15
6.5.1	Effekt av dämpning	17
7	Slutsats	18
7.1	Slutsats gällande Naturvårdsverkets allmänna råd	18
8	Referenser	19
	Bilaga 1 – Bilder på källor	20
	Bilaga 2 – Checklista	27

1 Inledning

Sweco har fått i uppdrag av Göteborgs stad, Trafikkontoret att genomföra en omvärldsbevakning på minst två vanliga arbeten under byggtiden. I uppdraget innefattas att beskriva vilka ljudnivåer som kan uppstå vid de utvalda arbetena, skyddsåtgärder för att minska emissioner samt möjligheten att uppnå aktuella riktvärden.

Arbetet ska ligga till grund för att påverka entreprenörer att vidta åtgärder för att minska risken att överskrida Naturvårdsverkets riktvärden. Föreslagna åtgärder ska vara aktuella under byggskedet. Åtgärderna kan även innefatta förslag på planering av byggskedet.

Syftet är att samla kunskap om metoder som finns i dagsläget för att förstå vad som är möjligt att utföra i byggskedet. Det finns likvärdiga leverantörer av maskiner för samma typ av arbeten, men det bedöms inte vara nödvändigt att utföra omvärldsbevakning för flera olika leverantörer.

2 Bakgrund

Göteborgs stad är inne i en expansiv fas med många planering- och byggskedet. Utöver den normala expansionen av bostäder ska kommunen även planera och ge förutsättningar för att färdigställa ytterligare flera tusen bostäder fram till 2021. Däribland räknas även en ny Hisingsbro, utredning om en linbana över Göta älv samt andra stora infrastrukturprojekt.

Göteborgs stad förtätar för att nyttja befintlig infrastruktur och för att stärka Göteborg som kärna i regionen. Många av dessa arbeten kommer att ske i centrala delar av staden och på platser nära befintliga fastigheter. Flera av dessa platser har redan ljudmiljöer bestående av buller från flera olika källor samt höga bakgrundsnivåer.

Om inget annat tillstånd är beslutat är det Naturvårdsverket allmänna regler om buller från byggplatser som gäller, dessa finns beskrivna under kapitel 4.4.

2.1 Bakgrund gällande akustik

I detta stycke listas information kring akustiska begrepp. Det ligger till grund för att skapa en förståelse för beskrivning av källor samt åtgärder.

- A-vägning: ett filter som anpassar ljudnivåer till hur människan uppfattar ljud.
- Ljudeffekt: den sammanlagda ljudenergin som en ljudkälla avger/emitterar.
- Ljudnivå: Den nivå som uppträder i en punkt från en eller flera källor till exempel vid mätning. Benämns även ljudnivå och den förändras i förhållande till avståndet från ljudkällan.
- Avståndsberoende: Som schablon minskar ljudnivån från en linjekälla med 3 dB per avståndsfördubbling. Ljudnivån från en punktkälla minskar med 6 dB per avståndsfördubbling.
- Antal källor: Två lika starka punktkällor ökar ljudnivån med 3 dB.
- Diffraction: Böjning av ljudvågor på grund av att övergång mellan olika medier är liten i förhållande till våglängden. Kan vara vid en tunn skärmkant vilket bidrar till att ljud böjer ned på baksidan av skärmen och ökar ljudnivån.

För att bestämma ljudnivån vid ett visst avstånd från det akustiska centrumet används följande formell, Formel 1:

Formel 1: Ljudnivå med halvsfärisk ljudutbredning

$$L_p = L_w + 10 \times \log \frac{Q}{4 \times \pi \times r^2}$$

där L_p är ljudnivån, L_w är ljudeffekten, Q är direktivetsfaktor (satt till halvsfärisk ljudutbredning, $Q = 2$), r är avståndet till ljudkällan.

2.1.1 Hälsoeffekter

På grund av att byggnation sker allt mer i centrala delar av städer förändras ljudbilden med ökade bullernivåer. De ökade ljudnivåerna bidrar till att människor exponeras för, i vissa fall, skadliga nivåer av buller. Följande stycken behandlar de hälsoeffekter som kan uppstå vid denna exponering. De vanligaste påverkansområdena hos människan är:

- Samtal
- Sömn
- Vila och avkoppling
- Koncentration

Beroende på bullrets frekvenssammansättning påverkas bland annat taluppfattbarheten, det vill säga att buller maskerar ord vilket bidrar till att tal blir svårare att uppfatta.

2.1.1.1 Påverkade verksamheter

Följande lista sammanfattar de områden där påverkan behöver beaktas. Respektive område ligger till grund för att bedöma störningsgraden i ett tidigt skede.

- Bostäder
 - Störning i bostäder leder till att till exempel sömn, avkoppling och kommunikation påverkas. Följefeffekter är bland annat trötthet, försämrad koncentration och prestation samt irritation.
- Kontor
 - Det höga bullret kan påverka koncentrationen och även inläringen, vilket i sin tur leder till nedsatt arbetsförmåga på arbetsplatser.
- Undervisningslokaler
 - Buller i närhet till förskolor och skolor bidrar till att läsförståelse, taluppfattbarhet och allmän störningsupplevelse påverkas.
- Vårdlokaler
 - I närhet till sjukhus påverkas patienters återhämtning och sömn samt vibrationskänsliga aktiviteter, till exempel operationer.
- Övriga verksamheter
 - Hotell och restauranger där effekter av höga ljudnivåer kan vara klagomål från besökare samt bortfall av inkomst.
- Gångstråk och utomhusmiljöer
 - Allmän störning på grund av buller samt behov av skydd av gångstråk till och från verksamheter.

3 Förutsättningar

Till grund för arbetet ligger buller som uppkommer vid byggnationer i städer. För att studera det fokuserar rapporten på att beskriva bullerkällor under byggskedet och samt att kategorisera dessa enligt olika kriterier. Skyddsåtgärder eller lösningar för att bekämpa byggbuller beskrivs i två olika skeden, före och under byggnation.

4 Regelverk

Följande stycken sammanfattar de riktlinjer och vägledningar som finns att beakta vad gäller byggbuller. Det är både nationell och lokal nivå som finns sammanfattat.

4.1 Miljöbalken

I Miljöbalken, under kapitel 9, innefattas sådan användning av mark, byggnader eller anläggningar som kan frambringa olägenheter på grund av till exempel buller som miljöfarlig verksamhet. För dessa verksamheter kan skarpare villkor, bullervillkor, meddelas från ansvarig tillsynsmyndighet. Den som bryter mot Miljöbalken kan dömas till böter alternativt fängelse i högst två år (Miljö- och energidepartementet, 2017).

4.2 Naturvårdsverket

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 ljudstörningar. Dessa källor blir speciellt tydliga vid ombyggnader av till exempel skolor, sjukhus och bostäder med pågående verksamhet eller kvarboende i fastigheten. Rivning av befintliga byggnader medför höga ljudnivåer utomhus som kan störa grannbyggnader.

Tabell 1. Riktlinjer för byggbuller inomhus enligt Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2005).

Område	Helgfri måndag – fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag	Kväll	Dag	Kväll	Natt	Natt
	07 - 19	19 - 22	07 - 19	19 - 22	22 - 07	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 verksamhet¹⁾						
Utomhus (vid fasad)	70 dBA	-	-	-	-	-
Inomhus	45 dBA	-	-	-	-	-

¹ Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor.

I Naturvårdsverkets skrift, (Naturvårdsverket, 2005), 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 intermittent buller (pålning, sponning, borring etc).

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

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

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

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.

4.3 Folkhälsomyndigheten

Nedan återfinns text från Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (Folkhälsomyndigheten, 2014).

”Dessa allmänna råd gäller för bostadsrum i permanentbostäder och fritidshus. Som bostadsrum räknas rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro och matrum som används som sovrum. De allmänna råden gäller även för lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande och sovrum i tillfälligt boende.”

Nedan presenteras de riktvärden som bör beaktas vid bedömning om olägenhet för människors hälsa föreligger.

Tabell 2: Riktvärden för buller (Folkhälsomyndigheten, 2014).

Riktvärde	Ljudnivå [dB]
LAFmax ¹	45
LAeq,T ²	30

Tabell 3: Lågfrekvent buller (Folkhälsomyndigheten, 2014).

Tersband [Hz]	Ljudnivå, L _{eq} [dB]
31,5	56
40	49
50	43
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

4.4 Begränsningsvärden och riktvärden

En byggarbetsplats kan erhålla två olika typer av bestämmelser gällande vilka bullernivåer som kan tillåtas. Den ena kategorin är begränsningsvärden, kvantitativa krav för till exempel bullernivåer från domar, och den andra kategorin är riktvärden från till exempel Naturvårdsverkets allmänna råd, NFS 2004:15 (Naturvårdsverket, 2016).

¹ Den högsta A-vägda ljudnivån

² Den A-vägda ekvivalenta ljudnivån under en viss tidsperiod (T).

4.4.1 Begränsningsvärden

Begränsningsvärden ska vara objektiva för att säkerställa om en överträdelse skett. Det ska finnas möjlighet att utöva tillsyn för värdena samt ska värdena vara faktiskt möjliga för verksamhetsutövaren. Begränsningar och skyddsåtgärder, som till exempel underhåll av maskiner och att vissa tekniker ska användas, kan utformas som olika typer av villkor för verksamhetsutövaren. Begränsningsvärden kan utformas på det sättet att det finns möjlighet för handlingsutrymme för verksamhetsutövaren innan det utdöms till exempel böter. Exempel på sådant utrymme är att högre bullernivåer tillåts under ett antal dagar/nätter per år.

4.4.2 Riktvärden

En tolkning av vad som gäller för riktvärden är att det ska generellt, eller i vissa förfaranden, vara *"rimligt att eftersträva"* ett riktvärde (Naturvårdsverket, 2016). Vidare beskrivs riktvärden *"Riktvärdena är inga rättsligt bindande normer, utan skall vara vägledande för bedömningar med hänsyn till lokala faktorer och särskilda omständigheter i det enskilda fallet."*

5 Bullerkällor

Nedanstående kapitel beskriver de olika typerna av bullerkällor som kan kopplas till byggbuller. Faktorer som påverkar hur människor uppfattar buller från byggarbetsplatser listas nedan:

- Platsens lokalisering, närhet till känsliga platser till exempel skolor, boenden mm.
- Byggbuller i relation till existerande bakgrunds nivåer, hur stor är skillnaden mellan bakgrunds nivåer och det tillkommande byggbullret.
- Långvarighet av byggnation, desto längre tid ett arbete pågår desto större risk för negativ påverkan.
- Tider då arbeten utförs, sker arbetet på dag eller natt.
- Attityd till entreprenör, vet de boende om att åtgärder sker för att dämpa buller minskar störning
- Karaktär på bullret, impulser skapar mer störning än ekvivalent ljud till exempel.

5.1 Handhållna källor

Denna typ av källor innefattar verktyg och maskiner som kan opereras utan att operatören behöver befinna sig i en maskin. Skillnad i ljudeffekter beror bland annat på olika typer av material som angrips, motoreffekt etc. Det kan innefatta källor enligt nedan:

Tabell 4: Handhållna maskiner³

Källa	Ljudeffekt, L _{WA} , [dB]
Handhållen hydraulisk krossare	121 (British Standards Institution, 2009)
Handhållna bilningsmaskiner	105 (Nielsen, 2016)
Hydro jetting, för bilning av betong	120 (Nielsen, 2016)
Packningsmaskiner	104-110 (Nielsen, 2016)

³ För bilder se Bilaga 1 – Bilder på källor

5.2 Motordrivna källor

Detta stycke innehåller bullerkällor som är motordrivna och av större dimensioner. En riktlinje för bedömning är att dessa källor opereras av en maskinist eller liknande placerad i fordonet. Nedan listas olika typer av bullerkällor inklusive uppmätta ljudeffekter. Skillnad i ljudeffekter beror bland annat på att olika typer av material bearbetas, olika motoreffekter etc.

Tabell 5: Motordrivna källor⁴

Källa	Ljudeffekt, L _{WA} , [dB]
Banddrivna grävmaskiner	97-111 (Nielsen, 2016)
Banddrivna kranar	102-113 (Nielsen, 2016)
Bergborrmaskin	118-125 (Uppmätt av Sweco)
Betongbilning/krossare på grävmaskin	108 (British Standards Institution, 2009) 120 (Uppmätt av Sweco)
Borrigg	116-124 (Nielsen, 2016)
Bulldozer	106-109 (British Standards Institution, 2009)
Byggkranar i drift	100-102 (Nielsen, 2016) 98-113 (British Standards Institution, 2009)
Generatorer	89-105 (British Standards Institution, 2009)
Hydraulisk hammare (Soosan SB-serien)	105-125 (van der Mark, 2017)
Hydrauliska hammare, vid betongbilning	115 (Nielsen, 2016)
Hydraulisk hammare, vid skutknackning (Atlas Copco HB- och MB-serien)	117-124 (Atlas Copco, 2017)
Kapmaskin för vajersågning	98 (Tillhandahållet av Atlas Copco)
Kompressorer	93-103 (British Standards Institution, 2009)
Krossning med mobil anläggning	118-123 (Uppmätt av Sweco)
Krossning med stationär anläggning	118-120 (Uppmätt av Sweco)
Vajersågning i berg	116 (Uppmätt av Sweco) 98 (Kastensson, 2017)

⁴ För bilder se Bilaga 1 – Bilder på källor

5.3 Pålning och spontning

Detta stycke innehåller två typer av bullerkällor med större dimensioner på maskinerna, pålning och spontning. Uppdelningen är gjord för att särskilja dessa arbeten från övriga när det kommer till åtgärdsförslag.

Det finns olika typer av sätt att påla på, exempel kan vara dropphammare eller luft- och dieseldrivna. Båda typerna kännetecknas av impulsljud men för typen luft- och dieseldrivna sker impulserna mer frekvent än för typen med dropphammare. För borrh- eller presspålning är bullret mer ekvivalent.

Gällande spontmaskiner är det framför allt två faktorer som styr ljudeffekten, storleken på maskinen och dess ingående effekt, se nedan:

- Spontstorlek; ju större och bredare spont desto större maskin krävs.
- Geotekniska förutsättningar; i områden med lera (Göteborg) krävs mindre maskiner för att trycka ned sponten i marken.

Tabell 6: Pålning och spontning⁴

Källa ⁵	Ljudeffekt, L_{WA} , [dB]
Bergsförankring	120-125 (Sweco)
Förborrad pålning, stålrör	107-116 (Uppmätt av Sweco)
Pålning	128-148 (British Standards Institution, 2009)
Pålning, aluminiumpålar	100-146 (Nielsen, 2016) 100-129 (British Standards Institution, 2009)
Pålning, betongpålar	103-111 (Nielsen, 2016) 114-122 (British Standards Institution, 2009)
Pålning, stålrörspålar	106-133 (Pålkommisionen, 1997)
Spontning, hydraulisk hammare (lera)	94-106 (British Standards Institution, 2009)
Spontning, i vatten (hydraulisk hammare)	126-137 (Uppmätt av Sweco)
Spontning, vibration	115-125 ⁶ (British Standards Institution, 2009) 108 (Uppmätt av Sweco)

⁵ Vibrationsdrivna arbetsätt består av ekvivalenta ljudnivåer, jämnare ljudnivå över tid, och skiljer sig från de arbeten som drivs med hammare eller hejare. Skillnaden är att arbeten med hammare och hejare skapar impulsljud, korta och höga ljudnivåer.

⁶ Ljudeffekterna 115-125 dB är baserade på data insamlat 1992-1997, spontens bredd varierade mellan 1,18 och 1,25 m.

6 Skyddsåtgärder

I detta kapitel presenteras tillvägagångssätt och resonemang för hantering av buller i samband med entreprenadarbeten. Källorna är indelade i tre grupper; handarbeten, stora maskiner och pålning/spontning. Utöver det löper även resonemang gällande allmän förhållning till byggbuller avseende personal, arbetsplatsen som helhet och informationsspridning. I Tabell 7, Tabell 8 och Tabell 9 visas källornas respektive åtgärd samt förväntad teoretisk dämpning. Den faktiska dämpningen kan skilja sig från den teoretiska, det beror till största delen på svårigheten att få helt slutna skyddsåtgärder.

Övergripande bör det strävas mot att sänka den ekvivalenta ljudnivån från byggarbetsplatsen. För att genomföra detta behöver arbetsmoment kartläggas vilket medför att tänkta maskiner även identifieras. Av detta arbete sätts lämplig och applicerbar bullerskyddsåtgärd för respektive maskin/arbetsmoment. Detta bör genomföras i samtal mellan entreprenör, beställare och eventuellt ljudsakkunnig. Denna handling kan utgöra ramen för denna dialog.

Informationsspridning till personal och framför allt boende i närheten av byggarbetsplatsen är en viktig parameter att hantera. Det påverkar beteende hos operatörer samt upplevd störningsnivå åt boende. Det är viktigt att information sker kontinuerligt och uppdateras efter behov.

6.1 Dämpning av byggarbetsplatsen

I takt med att städer förtätas medför det allt kortare avstånd mellan byggarbetsplats och boende. Att utföra en entreprenad innebär att vissa arbetsmoment måste utföras för att projektet ska kunna fortsätta. Ibland kan dessa vara tekniskt svåra att dämpa avseende buller. Storleken på maskinen kan göra den svåravskärmd. Spont- och pålmaskiner är ibland 10 till 20 meter höga vilket kräver en lokal skärm på cirka 20 till 40 meter. Arbetsmomentets varaktighet kan ofta vara kort vilket medför att lönsamheten för bullerskyddsåtgärder är ifrågasättbara just för detta specifika moment.

Att tillåta tillfälligt förhöjda nivåer enligt ovan förutsätter att arbeten utförs strategiskt. Det kan medvetet motiveras att förhöjda ljudnivåer tillåts temporärt förutsatt att den samlade effekten av samtliga bullerkällor över tid dämpas, det vill säga att den ekvivalenta ljudnivån sänks.

6.1.1 Allmänna råd

Den mest effektiva metoden att minska bullerspridning är att dämpa direkt vid källan. Detta kan åstadkommas genom att använda tysta maskiner och även avskärmning i närheten av källan (Karlin & Åhström, 2014). Planering av arbetet kan också medföra att tiden för själva arbetet i sig minskas vilket också begränsar bullret (Miljöministeriet, 2012).

Följande punkter bör efterlevas på en byggarbetsplats för att minska buller i sin helhet, det vill säga den ekvivalenta ljudnivån över tid:

- Undvik onödig varvning av motorer och se till att utrustning stängs av när de inte används
- Underhåll passager/underlag för transporter och undvik att tunga fordon behöver köra i kraftig lutning
- Använd gummibeläggning i till exempel dumprar och containrar för att minska slagbuller
- Se till att fallhöjd för material vid exempelvis rivning reduceras
- Starta anläggningen och fordon sekventiellt istället för simultant (British Standards Institution, 2009)
- Logistisk planering genom att placera till exempel byggbodar som avskärmning

6.1.2 Byggarbetsplatsens fysiska avgränsning

Vid en byggarbetsplats är det lämpligt att använda byggplatsens avgränsning, för att obehöriga inte ska ta sig in, som bullerdämpningsskärm. En kombination av ett tungt och poröst material bildar en bra skärm, ju tyngre skärm desto bättre. Överdelen kan med fördel konstrueras med lutning in mot arbetsplatsen, detta bidrar till att minska diffraktion som sker vid kanter (Karlin & Åhström, 2014).

Den fysiska avgränsningen kan även användas för att sprida information om ljudnivåer på byggarbetsplatsen. För exempel från Japan, se Figur 1, där maximala och ekvivalenta ljudnivåer redovisas.



Figur 1: Ljudnivåmätare på fysisk begränsning av byggarbetsplats (Dunne, 2017)

6.2 Informationsspridning

För att minska störning över tid från buller är informationsspridning ett viktigt verktyg. Det gäller både till utövare, till exempel maskinoperatörer, och till mottagare, till exempel boende eller verksamhetsutövare.

6.2.1 Fortbildning av personal

Maskinoperatörer bör vara informerade och insatta i hur arbeten kan utföras så att bullerspridningen begränsas. Personal på arbetsplatsen bör regelbundet upprätthålla följande:

- Korrekt användning och underhåll av verktyg
- Positionering av maskiner på arbetsplatsen för att begränsa buller till boende samt kollegor
- Undvika onödig bullerspridning

Platschefer bör vara behjälpliga med att informera personal hur ovanstående ska uppfyllas (British Standards Institution, 2009).

6.2.2 Boende i närheten av byggarbetsplatsen

Denna punkt reducerar varken spridningen av buller eller bullernivån men medför med stor sannolikhet en mer trivsamt miljö för människor i området. Att ha kunskap om vad som pågår och vad som ska hända under byggskedet gör det enklare för människor att tolerera buller. Särskilt kan en själv förhålla sig till arbetsplatsen om information har delgivits när arbeten äger rum och framför allt när de upphör.

Det bör upprättas ett tydligt tillvägagångssätt för byggarbetsplatsens grannar, verksamheter, näringsidkare och boende, att framföra sina åsikter som också tydligt behöver bemötas.

Information ska tillhandahållas i god tid. Informationstavla med hänvisningar till ansvariga på byggarbetsplatsen kan uppföras tillsammans med kontaktinformation. Det kan även distribueras informationsblad per post, hemsida eller samråd enligt plan till berörda människor.

6.2.2.1 *Temporär flytt*

För boende vid extremt utsatta lägen kan det finnas behov av temporär flytt till annat läge. Det kan röra sig om att det under perioder pågår arbeten med väldigt höga bullernivåer, till exempel pålning och spontning, vilket medför ohållbara levnadsvillkor. Temporär flytt kan pågå från några nätter till längre perioder. Kostnader för temporär flytt är projektspecifika.

6.3 Handarbeten

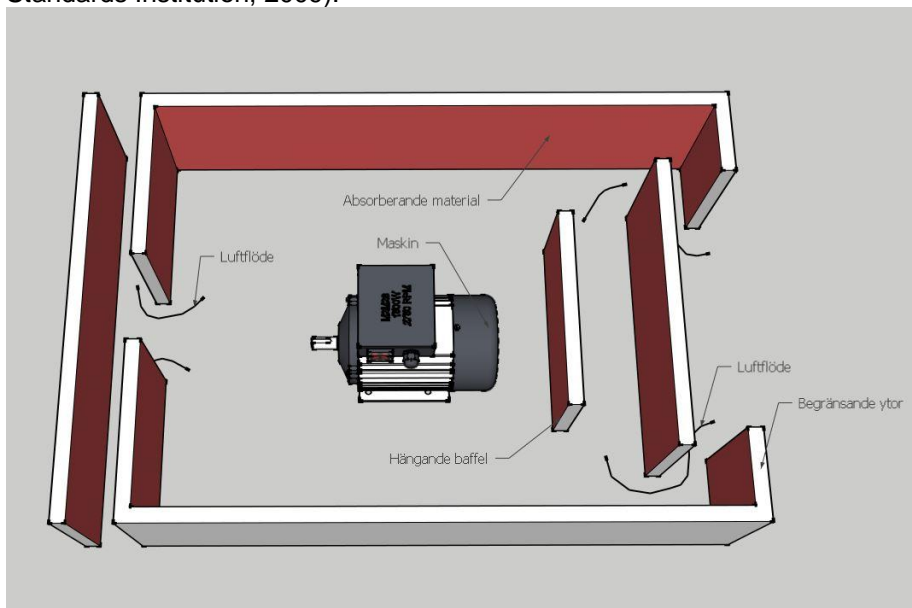
I följande kapitel innefattas bullerskyddsåtgärder för handhållna eller mindre typer av maskiner.

6.3.1 Val av maskiner

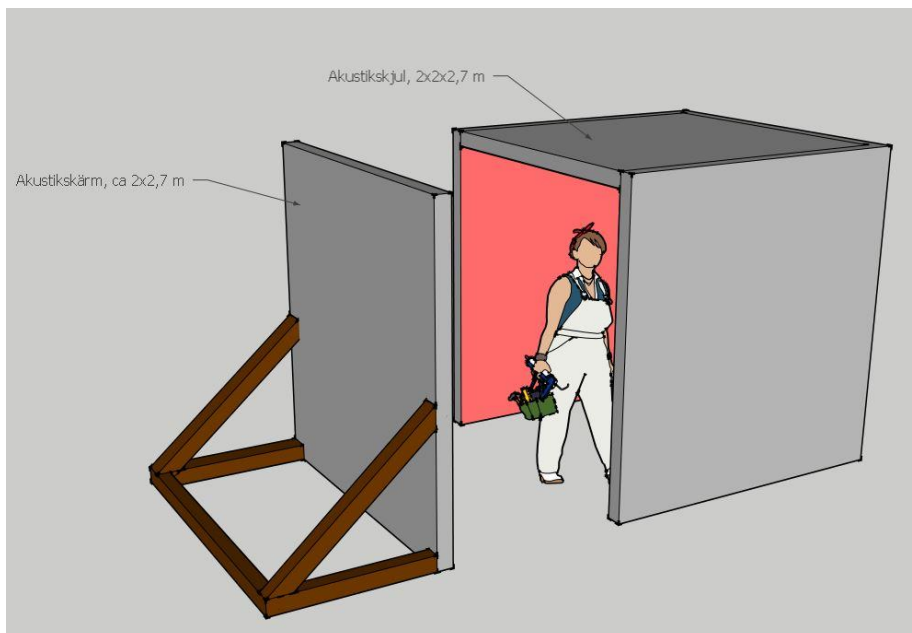
Vid upphandling bör krav ställas på att entreprenör ska använda sig av den maskin som har lägst ljudeffekt. Ett annat alternativ är att sätta krav på högsta ljudeffekt och att enbart tillåta maskiner med lägre effekt.

6.3.2 Skärma vid utfört arbete

Avskärmning vid utfört arbete kan utformas som antingen en avskärmning eller att hela arbetet sluts in. Effektiv skärmning direkt vid källan kan teoretiskt dämpa upp till 10-15 dB. Dock är det i praktiken svårt att utforma och underhålla konstruktionerna helt lufttåta vilket medför att förväntad dämpning är 3-5 dB (Nielsen, 2016). Enligt British Standards Institution kan liknande konstruktioner som ovan uppnå resultat uppemot 20 dB (British Standards Institution, 2009).



Figur 2: Akustikavskärmning för maskin, not. Röd färg är absorberande material



Figur 3: Akustikskjul eller "bullerhus", not. Röd färg är absorberande material

6.3.3 Effekt av åtgärd

I Tabell 7 sammanfattas åtgärder för arbeten med handhållna maskiner. Notera att åtgärdernas effekter är teoretiska.

Tabell 7: Samlad information gällande bullerskyddsåtgärder för handhållna maskiner

Källa	Åtgärd	Effekt [dB] (British Standards Institution, 2009)
Handhållna maskiner	Avskärmning enligt Figur 2 och Figur 3.	10-20
Handhållna maskiner	Ljuddämpare eller annan ljuddämpande utrustning	< 15
Handhållna maskiner	Avskärmning	< 10

6.4 Stora maskiner

Det finns olika sätt att dämpa buller från stora maskiner beroende på var till exempel motorn sitter. I byggkranar är motorn fristående vilket medför bullerspridning i alla riktningar. Nedan listas bullerskyddsåtgärder för stora maskiner som kan finnas på byggarbetsplatser.

6.4.1 Dämpa motorbuller (avskärmning)

För att minska buller från fristående motorer kan liknande, avskärmande "hus" med dämpande material, byggas runt motorn som för de handhållna arbetena. Andra åtgärder kan vara höljen av metall som används.

6.4.2 Dämpa motorbuller (vid källan)

För att dämpa buller från större maskiner där motor och andra delar är inkaplade föreslås ljuddämpare på avgasrör eller inuti maskinen.

6.4.3 Effekt av dämpning

I Tabell 8 sammanfattas åtgärder för stora maskiner. Notera att åtgärdernas effekter är teoretiska.

Tabell 8: Samlad information gällande bullerskyddsåtgärder för stora maskiner

Källa	Åtgärd	Effekt [dB] (British Standards Institution, 2009)
Motorljud	Bättre ljudreducerande utrustning vid avgasrör eller runt inneslutande delar	5-10
Motorljud (kompressor och generator)	Stäng in motor i metallhölje	5-10
Motorljud (kompressor och generator)	Stäng in maskin i ventilerade akustiska boxar	< 20

6.5 Pålning/spontning

Val av metod för att effektivt få ner påle/spont i marken påverkar mängden buller som sprids. Flera parametrar bör dock vara drivande i val av metod. Även om mindre bullriga tillvägagångssätt kan väljas kan det medföra att arbetsmomentet tar längre tid. Detta leder till att boende exponeras för buller över en längre tid vilket bör beaktas.

Pålning med hejare genererar ett väldefinierat impulsljud. Luft- och dieseldrivna maskiner sprider även de impulsljud, dock med tätare intervall. När det borrar eller pressas innebär det, i motsats till föregående, en jämnare nivå av buller då impulsljud inte längre förekommer. Kraftiga impulsljud är ofta mer påfrestande för omgivningen jämfört med stadigvarande buller.

Att minska impulsljud från hejaren kan åstadkommas på två sätt. Det första är att använda ett akustiskt mjukt material mellan hejare och spont/påle, bör beaktas att effektiviteten hos maskinen förändras. Den andra åtgärden är att avskärma. Detta kan antingen göras vid hejaren, vilket finns att tillgå kommersiellt, eller att sluta in hela sponten/pålen och hejaren (British Standards Institution, 2009). Den sistnämnda av dessa två metoder, att skärma av, är mest effektivt då den begränsar spridningen av ljud i samtliga riktningar.

Nedan visas exempel på olika typer av avskärmningar. Mätningar har visat på att denna typ av dämpande avskärmning ger förbättringar på uppemot 30-40⁷ dB på 15 meters avstånd (Tomlinson & Woodward, 2008).



Figur 4: Avskärmning för pålning, exempel 1 (U.S. Department of Transportation - Research and Innovative Technology Administration, 2006)

⁷ Värdena är från mätningar utförda på 1970-talet på två fall av liknande metoder. Försiktighet bör vidtas gällande tillförlitligheten på mätresultaten.



Figur 5: Avskärmning för pålning, exempel 2 (U.S. Department of Transportation - Research and Innovative Technology Administration, 2006)



Figur 6: Avskärmning av pålning, exempel 3 (U.S. Department of Transportation - Research and Innovative Technology Administration, 2006)



Figur 7: Absorberande material på en begränsad del av pålen (inringat i rött)

Ytterligare ett sätt att dämpa buller från pålning och spontning är att välja andra typer av arbetsmetoder. Beroende på typ av metod kan lägre ljudnivåer uppnås men i vissa fall kan det även leda till längre perioder för arbetet.

6.5.1 Effekt av dämpning

I Tabell 9 sammanfattas åtgärder för pålning och spontning. Notera att åtgärdernas effekter är teoretiska.

Tabell 9: Samlad information gällande bullerskyddsåtgärder för pålning och spontning

Källa	Åtgärd	Effekt [dB]
Pålning/Spontning	Avskärmad påle/spont	5-10
Pålning/Spontning	Dämpning mellan hejare och påle/spont	5-10
Spontning	Andra arbetsmetoder, t ex Silent piler ⁸	
Spontning	Akustiskt dämpade spontar för att motverka resonansvibrationer	5-10
Pålning	Akustiskt dämpad avskärmning på hela tornet	Uppemot 30-40 dB på 15 meters avstånd ⁹

⁸ https://www.giken.com/en/products/silent_piler/

⁹ Värdena är från mätningar utförda på 1970-talet på två fall av liknande metoder. Aktsamhet bör vidtas gällande tillförlitlighet av mätresultat.

7 Slutsats

Det kan konstateras att det i dagsläget kan vara svårt att nå Naturvårdsverkets allmänna råd gällande buller från byggplatser, inte minst i stadsmiljö. Slutsatsen grundas utifrån att de åtgärder som finns föreslagna: avskärmande, inneslutande, planering mm. ej är tillräckliga för att begränsa de ljudnivåer som uppstår vid arbeten. Dämpning av ljudnivåer på grund av avstånd från källa till mottagare är inräknat.

För att arbeta proaktivt kan det i planeringsstadiet, med fördel, begäras in ljudeffekter på respektive maskin/verktyg som ska användas av entreprenör. På så sätt kan ljudnivåer beräknas vid fasad och lämpliga åtgärdsförslag undersökas i ett tidigt skede. Beräkningar med faktorer så som fasadreflexer, drifttid mm. bör utföras av ljudsakkunnig.

Gällande begränsningsvärden och riktvärden finns det både likheter och olikheter. Likheten är att det i båda fall finns möjlighet för handlingsutrymme även vid överskridande av ljudnivåer enligt uppsatta krav. Det kan till exempel innefatta att om det inte är tekniskt eller ekonomiskt rimligt med åtgärder kan för höga ljudnivåer tillåtas under en begränsad tid. Skillnaden är dock att för begränsningsvärden måste åtgärder vidtas annars sker påföljder.

7.1 Slutsats gällande Naturvårdsverkets allmänna råd

Det har efter diskussion med Trafikkontoret önskats ett förtydligande gällande nedanstående utdrag ur Naturvårdsverkets allmänna råd. Framför allt gäller det tolkning kring pålning/spontning samt *"enstaka kortvariga händelser"*.

"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.

Gällande pålning/spontning kan enbart 5 dBA högre värden tillåtas på grund av arbetets begränsade varaktighet. Att de impuls ljud som uppkommer vid pålning/spontning när hejare träffar påle/spont inte kan tolkas som *"enstaka kortvariga händelser"* beror på att mätningar oftast genomförs i cykler. Mätcykler, i detta fall, pågår under cirka fem minuter och sker flertalet gånger per timme. En cykel kan pågå från och med att kran börjar att lyfta hejare till att det att kranen tagit tag i nästa påle/spont.

Exempel på *"enstaka kortvariga händelser"* kan vara skärning av stålrör eller trädgårdsplattor.

8 Referenser

- Atlas Copco. (2017). *Hydraulhammare MB- och HB-serien*. Essen, Tyskland: Construction Tools GmbH.
- British Standards Institution. (2009). *Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites - Part 1: Noise*. London: British Standards Institution.
- Folkhälsomyndigheten. (den 04 Feb 2014). *FoHMFS 2014:13*. Hämtat från Folkhälsomyndigheten: www.folkhalsomyndigheten.se
- Karlin, C., & Åhrström, D. (2014). *Ursäkta, vad sa du? - En studie om buller, dess påverkan på tredje man och möjliga åtgärder*. Stockholm: KTH.
- Kastensson, A. (2017). Ljudeffekt Speed Cat 75.
- Miljö- och energidepartementet. (2017). *Sveriges riksdag*. Hämtat från Miljöbalk (1998:808): <http://www.riksdagen.se/>
- Miljøministeriet. (2012). *Bekæmpelse af støj fra byggepladser*. Köpenhamn: Miljøstyrelsen.
- Naturvårdsverket. (den 2 Feb 2016). *Så kan villkor och begränsningsvärden utformas*. Hämtat från Naturvårdsverket: www.naturvardsverket.se
- Naturvårdsverket. (den 9 Dec 2005). *Buller från byggplats*. Hämtat från Naturvårdsverket: www.naturvardsverket.se
- Naturvårdsverket. (2016). *Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik vid befintliga bostäder*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Nielsen, O. W. (2016). *Copenhagen Metro - Noise Screening of Shaft Openings*. Glostrup: Sweco.
- Pålkommisionen. (1997). *Omgivningspåverkan vid pål- och spontslagning*. Linköping: Roland Offset AB.
- Tomlinson, M., & Woodward, J. (2008). *Pile design and construction practice - Fifth Edition*. New York: Taylor & Francis.
- U.S. Department of Transportation - Research and Innovative Technology Administration. (2006). *Construction Noise Handbook*. Washington: U.S. Department of Transportation .
- van der Mark, P. (2017). Sound power level from hydraulic breakers. SOOSAN Heavy Industries Co, Ltd (e-post 2017-07-17 från van der Mark).

Bilaga 1 – Bilder på källor

Nedan finns bilder på vanliga bullerkällor kopplade till byggbuller. Om inget annat står är bilderna inhämtade med rättighet för användning via google.



Figur 8: Byggkran, inringad motor



Figur 9: Banddriven byggkran



Figur 10: Hydraulisk betongkrossare



Figur 11: Banddriven bulldozer



Figur 12: Borrugg



Figur 13: Banddriven grävmaskin



Figur 14: Handhållen bilningsmaskin



Figur 15: Handhållen hydraulisk krossare



Figur 16: En packningsmaskin



Figur 17: En hydro jet



Figur 18: Pålning, foto: Philip Radtke, Sweco, 2017



Figur 19: Spontning, foto: Philip Radtke, Sweco, 2017

Bilaga 2 – Checklista

Område	Steg	Aktivitet	Avklarad
Kravställning	1	Sätt upp målsättningar utifrån uppmätta bakgrundnivåer inkl. framtagande av projektspecifik bullerpolicy ¹⁰	Ja/Nej
Upphandling	2	Ställ krav på högsta ljudeffekter från maskiner/specifika arbeten mot entreprenör samt efterlevnad av bullerpolicy och att uppsatta mål kan innehållas	Ja/Nej
Planering	3	Ta fram en beskrivning av hur arbetet kommer att utföras inkl. förmodad utrustning och arbetsprocesser samt dess schemalagda varaktighet	Ja/Nej
Specificering	4	Specificera vilka maskiner och utrustning som kommer att användas inkl. ljudeffekt	Ja/Nej
Specificering	5	Specificera under vilka timmar arbeten kommer att pågå, inkl. dagar och veckor bullriga arbeten kommer att pågå	Ja/Nej
Identifiering	6	Identifiera vilka närliggande boende/verksamheter som kommer att påverkas samt omkringliggande områden där "Noise Management" kan bli aktuellt och åtgärder behöver vidtas	Ja/Nej
Projektledning	7	Vilken typ av projektledning samt åtgärder behövs för att nå kraven? Är åtgärderna kostnadseffektiva? ¹¹ Vi på om uppställda krav/riktvärden innehålls eller om avsteg behöver vidtas. Uppdatera bullerpolicy om nödvändigt	Ja/Nej
Projektledning	8	Vilka metoder används för att kommunicera ¹² före, under och efter byggnation med de boende som påverkas? Hur bemöts och sker svar på inkomna klagomål?	Ja/Nej
Åtgärder	9	Ta fram metod för att lösa specifika fall där kraven ej uppnås och där det istället finns behov för att uppnå acceptabla lösningar	Ja/Nej
Projektledning	10	Ta fram metod för att övervaka och rapportera byggbuller, även för fall där alla problem ej elimineras	Ja/Nej

¹⁰ Innehållande minst följande delar: störda verksamheter/boende, riktvärden, tillåtna ljudeffekter från arbeten, skyddsåtgärder, avsteg och kompensationsåtgärder

¹¹ Kan innefatta till exempel utbildning för yrkesarbetare i att minimera buller från olika arbeten

¹² Telefonlinje för klagomål, dörrknackning, informationsblad om projektets exponerade områden och tillhörande kontaktinformation för projektledning, ljudnivåmätare på byggarbetsplatsens fysiska avgränsning (Figur 1), informationsdag följt av platsbesök för påverkade verksamheter/boende, hemsida, information via lokaltidning, radio eller andra media