

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

Informationsförvaltare
Martin Almgren

Fastställt av
Stefan Wallin

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

Beräkning av buller från bussdepåer

1 Syfte

Syftet med instruktionen är att harmonisera utredningar av ljudnivå från trafikförvaltningens bussdepåanläggningar, avseende främst fordonsrelaterat buller.

Metodiken består av en föreslagen arbetsgång, specifikationer av vilka underlag som bör användas och instruktioner för beräkning och inställningar.

2 Tillämpning

Instruktionen är styrande för de bullerutredningar av bussdepåer som görs inom ramen för Trafikförvaltningens verksamhet, dvs både inom förvaltning av befintliga depåer och vid planering och projektering av nya depåer. Instruktionen kopplar därmed till processer i både projekt- och programhandboken och handbok för studier. Instruktionen är en teknisk vägledning och är därmed främst riktad till utförande konsulter.

Trafikförvaltningen anser även att utredningar bekostade av andra verksamheter, t.ex. vid planering av bostäder i närheten av bussdepåer, bör tillämpa instruktionen då den bidrar till att säkerställa god kvalitet och ett gemensamt synsätt.

Metodiken preciserar beräkningsmetoden som trafikförvaltningen anser är tillämplig vid jämförelse med riktvärden enligt Naturvårdsverkets Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller, Rapport 6538.

3 Bakgrund - Verksamhet i bussdepå

Trafikförvaltningens bussdepåer har alla liknande användning och arbetsfördelning över dygnet. De större depåerna har ofta fler funktioner i form av tyngre verkstäder, flera olika drivmedel med mera. De bullrande processer som återfinns på alla depåer och som sker varje dygn är bussrörelser inom depå

Stockholms läns landsting
Trafikförvaltningen
105 73 Stockholm

Leveransadress:
Lindhagensgatan 100
Godsmottagningen
112 51 Stockholm

Telefon: 08-686 16 00
Fax: 08-686 16 06
E-post: registrator.tf@sll.se

Säte: Stockholm
Org.nr: 232100-0016
www.sll.se

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

samt viss tomgångskörning, tvättning, städning och tankning. Utöver detta kan ljud från backsignaler, signalhorn, reparationer, däckbyten och andra tillfälliga verksamheter förekomma. Dessa kan ofta reduceras eller undvikas helt nattetid med god planering, säkerhetsarbete, regler för stängning av portar etc.

Metodiken som presenteras är baserad på ett arbete som utförts under 2016 då utredningar genomfördes för 16 av trafikförvaltningens depåer inom ett och samma projekt. De ljudkällor som inkluderats i metodiken och som i de allra flesta fall bedöms vara dominerande utgörs av tvättanläggning, rangering av bussar och tomgångskörning. Dessa förekommer med stor regelbundenhet under dygnet men det är framförallt nattetid risk för störning finns varför metoden fokuserar på denna tid. Vidare är det på natten som exempelvis tvätt av bussarna sker, en verksamhet som inte går att styra till annan tid på dygnet och därmed blir styrande för planering av åtgärder i och kring depån. Övriga källor ska dokumenteras och om behov bedöms föreligga, inmätas och tas med i beräkningen. Vanligen utgörs dessa av intermittenta ljudkällor vilka antingen kan dämpas vid källan eller styras till annan tid på dygnet så att kraven kan innehållas. I vissa fall måste nya ljudkällor introduceras i metodiken, exempelvis nya tanknings eller rampmekanismer som alstrar ljud som riskerar att bli styrande för något driftfall vid någon punkt.

Krav på verksamhetsutövare i depån regleras i avtal med respektive trafikutövare samt på övergripande nivå genom kravställning i trafikförvaltningens Riktlinjer Buller och vibrationer (SL-S-419701).

4 Källmetodik

4.1 Körning inom depån

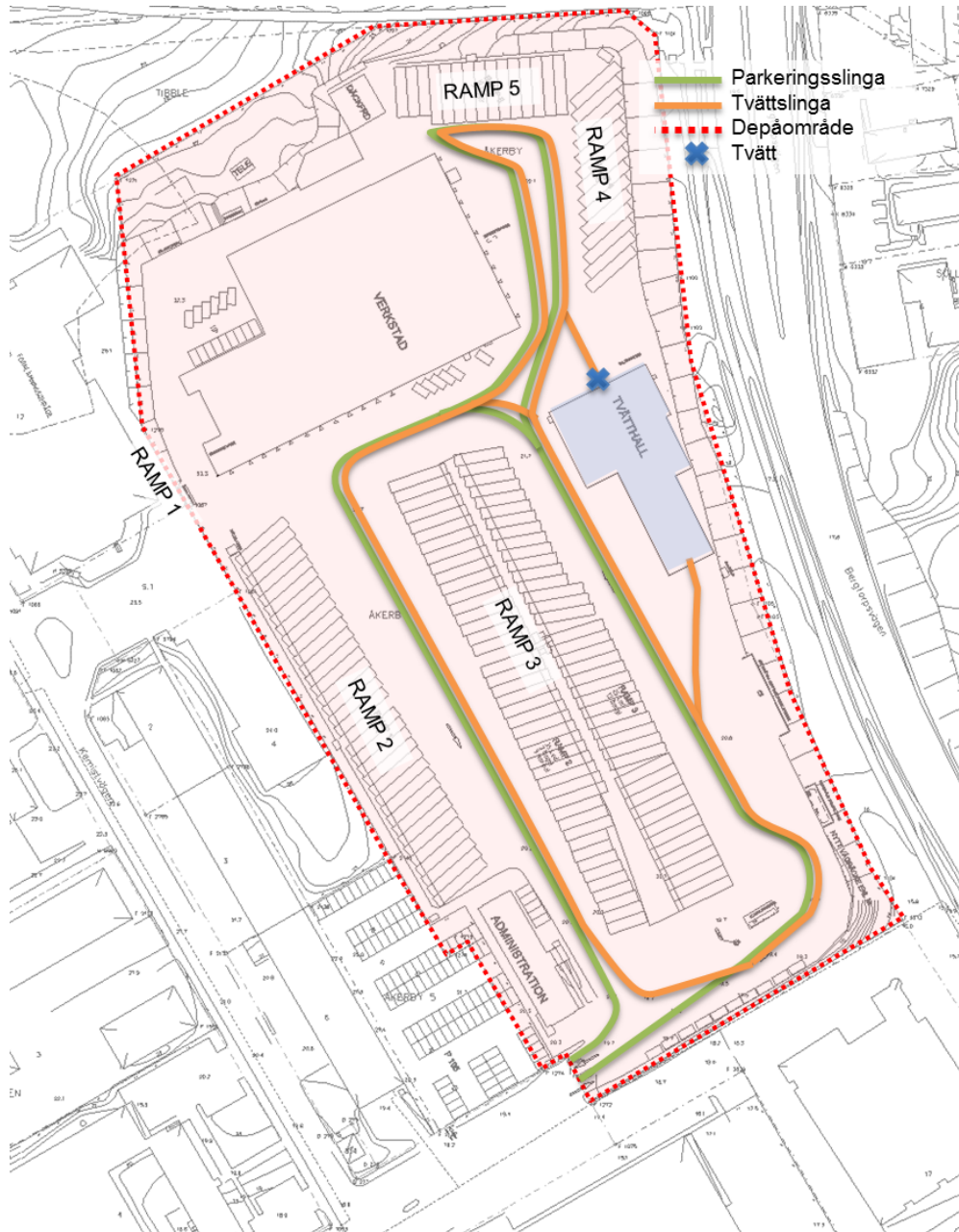
Fordonsrörelser inom depån modelleras med två olika körslingsor:

1. Parkerings slinga
2. Tvättslinga

Samtliga fordonrörelser ska antas ske under nattperioden enligt Naturvårdsverkets rapport 6538, dvs kl 22-06. Båda körslingsorna för samtliga bussar ska därmed antas/modelleras ske under tidsperioden 22-06 i syfte att återge följande aktiviteter:

- Buss angör depån och körs till parkering
- Buss hämtas för tvätt, städning och tankning
- Buss körs åter till parkering
- Buss lämnar depån för ordinarie trafik

Syftet med antagandet är att säkerställa att ljudnivåerna inte underskattas.



Figur 1, Schematisk bild över källorna inom depåområdet (exempel Täby bussdepå)
Observera att depåns disposition kräver separata slingor till ramp 1-3 respektive 4-5.

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

4.2 Tomgångskörning, backning och parkering

Tomgångskörning, backning och parkering modelleras med en punktkälla per buss vid bussens bakkant (i parkerat läge) om 5 min/buss och natt. För att underlätta modelleringen tillåts antalet tomgångskällor minskas till en var femte parkeringsplats (förutsatt att källans tid utökas i motsvarande omfattning, dvs en källtid på 25 min om var femte buss modelleras). Källans placering ska också vara sådan att den är representativ för de källor som slagits samman.

Ovanstående källmodellering bedöms utgöra ett konservativt men rimligt antagande för allt bidrag som inte omfattas av källa enligt avsnitt 4.1 såsom t.ex. parkering, kortare tomgångskörning/varmkörning och backning.

4.3 Tvättning

Tvättning av buss modelleras med en punktkälla och ansätts till tiden 3 min per buss och placeras vid tvättens utfart.

Ovanstående källmodell bedöms utgöra en god schablonisering av ljudgenereringen från en tvättportal i utfarten från tvätt/verkstadshallen, vilket är den vanligast förekommande metoden för fordonstvätt i SL:s depåer.

4.4 Geografiska avgränsningar

Källor till buller från depåverksamheten begränsas till depåområdet. Motivet till avgränsningen är att då bussarna lämnar depåområdet betraktas de som vägtrafik på allmän väg, varför andra riktvärden utgör bedömningsgrund. Undantag kan i sällsynta fall gälla för vägvägnitt som helt domineras av trafik till och från depån.

5 Beräkningsmodell

Beräkningarna bör genomföras med vedertagna beräkningsprogram t.ex. SoundPlan eller CadnaA och generellt tillämpa metodik enligt ISO 9613 för ljudutbredning.

I beräkningarna ska tillräcklig sökradie mellan mottagare och källa användas för att kunna beskriva sammanslaget ljud från hela bussdepån. För direktbidraget bör avståndet vara 2 000 meter. Depån utgör ofta en komplex bebyggelsestruktur vilket gör att minst 2 reflexer bör ansättas för beräkningarna.

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

6 Geografisk modell

Bullerberäkningar ska utföras i en 3D-modell över området baserad på underlag från t.ex. Metria. För uppdrag för trafikförvaltningen bör avstämning göras med beställaren om kartdataavtal kan användas vid beställning av informationen.

Krav på kvaliteten i geodataunderlag skall ställas så att de har tillräcklig utbredning och noggrannhet för att inte vara begränsande för kvaliteten i slutresultatet. Utöver markhöjder bör materialet även innehålla information om byggnader, reflekterande objekt, vatten och fastighetsgränser.

Ljudkällor samt hårdgjord mark (akustiskt "hård") utöver vattenytor läggs in av beräkningsingenjören. Platsbesök och undersökningar via flygfoto/drönarbilder kan vara nödvändigt för att kunna modellera befintliga bullerskyddsskärmar eller andra specifika reflekterande objekt.

6.1 Skärmning av uppställda bussar

Beräkning ska utföras för två scenarier:

1. Maximalt antal uppställda bussar (reflekterande objekt)
2. Utan uppställda bussar (reflekterande objekt)

I båda scenarierna ska samtliga ljudkällor vara påslagna. Den högsta resulterande ljudnivån av dessa två fall ska antas utgöra beräkningsresultatet.

Ovanstående metod används då depåns disposition och läge i förhållande till närmsta bostäder har visat sig medföra variation i vilket av fallen som är dimensionerande.

7 Källmodell

Vid många utredningstillfällen är busstyper, antal bussar, körmönster och övriga signifikanta ljudkällors egenskaper inte helt kända. Ofta är det även svårt att få fram goda prognoser för framtida utveckling. Om specifik information finns tillgänglig ska faktiska data användas i utredningen.

För de fall specifik information saknas föreslår metoden schabloniserade källstyrkor grundade på ett konservativt antagande, som skattats av Tyréns inom ramen för studien 2016. Skattningen baseras på omfattande mätningar på verkliga bussar som genomfördes 2009 av Tyréns på uppdrag av Svensk kollektivtrafik. Spektrumformen för "dimensionerande typbuss" vid rangering

Strategisk utveckling
 Hållbar utveckling

INSTRUKTION

 Fastställt datum
 2018-01-15

 Ärende/Dok. id.
 SL-S-1096874
 Revisionsnummer
 1
 Infosäkerhetsklass
 K1 (Öppen)

och på tomgång liknar varandra. Detta då det i båda driftfallen är ljud från motor och drivlina vid låga varvtal som är dominerande.

7.1 Källmodell vid rangering

Alla bussrörelser inom depåområdena är i metoden antagna att ske i hastigheten 20 km/h. Körfallen från mätningen som använts är broms från 30 km/h till stillastående och acceleration från 0 till 30 km/h. Från dessa mätfall har sedan en skattning och anpassning genomförts av Tyréns för att bestämma källstyrka motsvarande rangering med max hastighet om 20 km/h. Den ”dimensionerande typbussen” som använts i denna studie har även jämförts med senare mätningar av gas- och dieseldrivna bussar och visat sig rimlig som approximation.

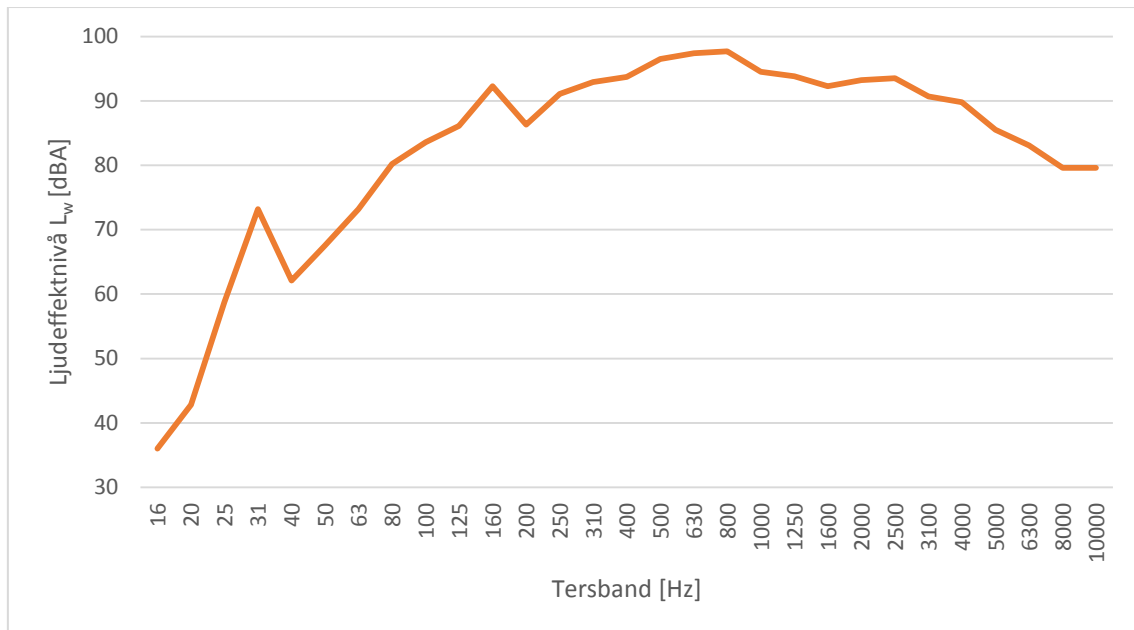
Hastigheten 20 km/h tillsammans med antalet bussar och slingornas längd ger den tid som källan ska antas vara aktiv, vilket tillämpas i definitionen av linjekälla i beräkningsmodellen.

$$Tid = \frac{\text{källans längd (meter)}}{\text{ansatt hastighet (m/s)}} \times \text{antalet bussar}$$

Källstyrkan enligt Tabell 1 och Figur 2 på höjden 1 m över mark ska användas så länge inte källdata av högre kvalitet eller av andra skäl med bättre precision finns tillgänglig.

Tabell 1, Ljudeffektspektrum för rangering.

f [Hz]	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125
L _{WA} [dBA]	36	42,8	58,7	73,2	62,1	67,5	73,2	80,2	83,6	86,1
f [Hz]	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
L _{WA} [dBA]	92,3	86,3	91,1	92,9	93,7	96,5	97,4	97,7	94,5	93,8
f [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	Summa dBA
L _{WA} [dBA]	92,3	93,2	93,5	90,7	89,8	85,5	83,1	79,6	79,6	105,9



Figur 2, Ljudeffektspektrum vid rangering, $L_{WA} = 105,9$ dBA. Källhöjd 1 meter, linjekälla, respektive rörlig punktkälla för beräkning av maximala ljudnivåer.

7.2 Källmodell vid tomgångskörning

Tomgångskörning ska antas ske i 5 minuter/buss och natt i enlighet med avsnitt 4.2 och källstyrkan ska antas vara enligt Tabell 2 och Figur 3 så länge inte källdata av högre kvalitet eller av andra skäl med bättre precision finns tillgänglig.

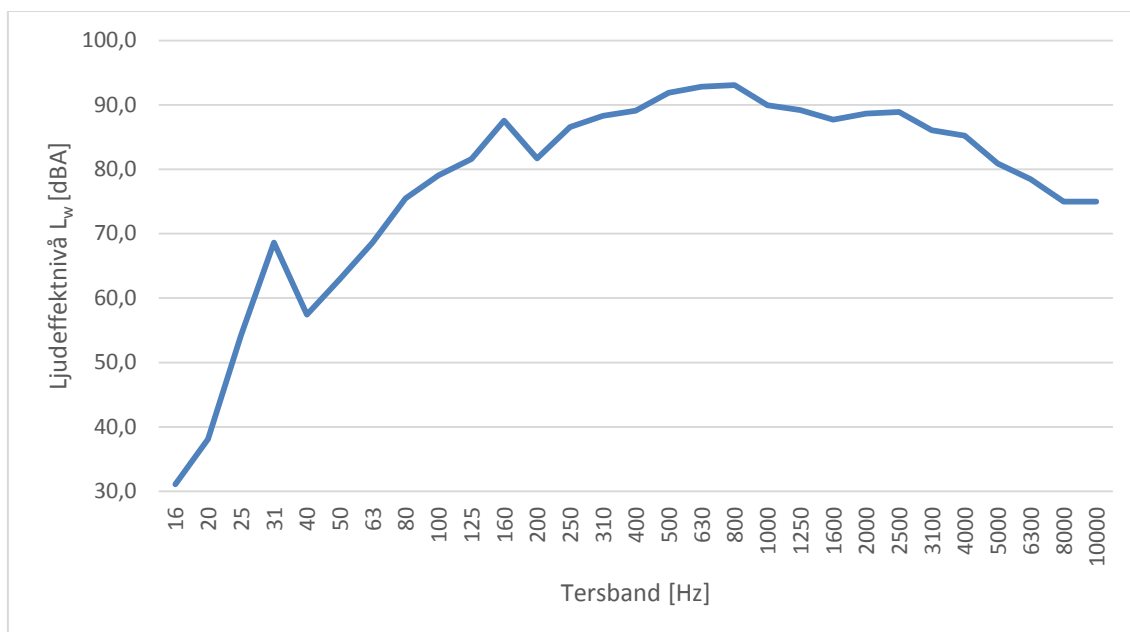
Tabell 2, Ljudeffektspektrum för tomgångskörning.

f [Hz]	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125
L_{WA} [dBA]	31,1	38,1	54,2	68,6	57,4	62,9	68,6	75,5	79,0	81,6
f [Hz]	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
L_{WA} [dBA]	87,5	81,7	86,6	88,3	89,1	91,9	92,8	93,1	89,9	89,2
f [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	Summa dBA
L_{WA} [dBA]	87,7	88,6	88,9	86,1	85,2	80,9	78,5	75	75	101,2

Strategisk utveckling
 Hållbar utveckling

INSTRUKTION

 Fastställt datum
 2018-01-15

 Ärende/Dok. id.
 SL-S-1096874
 Revisionsnummer
 1
 Infosäkerhetsklass
 K1 (Öppen)


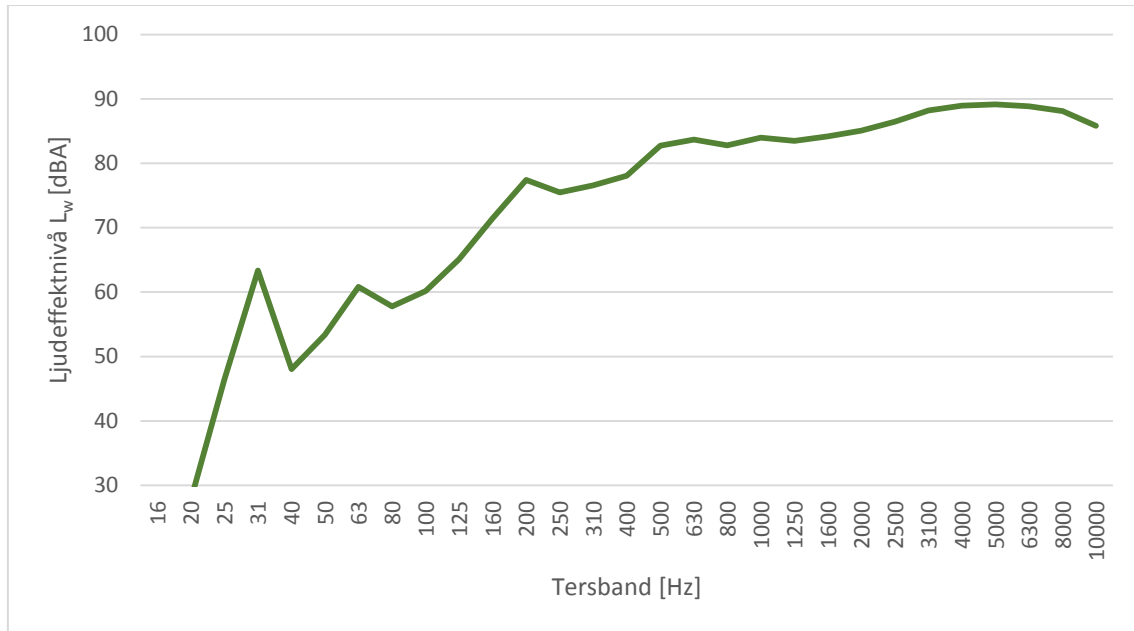
Figur 3. Ljudeffektspektrum vid tomgångskörning, $L_{WA} = 101,2$ dBA. Källhöjd 1 meter, punktkälla.

7.3 Källmodell för tvätt

Källspektrum och ljudeffektnivåer för tvättanläggning baseras på mätningar vid Ösmo bussterminal. Källhöjden för approximerad resulterande punktkälla ska sättas till 1,5 meter om inte kända detaljer för den aktuella anläggningen motiverar annat val. Källstyrka enligt Tabell 3 och Figur 4 ska användas om inte specifik mätdata finns för aktuell anläggning.

Tabell 3, Ljudeffektspektrum för tvättanläggning

f [Hz]	16	20	25	31	40	50	63	80	100	125
L_{WA} [dBA]	19,9	27,8	46,4	63,3	48,1	53,4	60,8	57,8	60,1	65,1
f [Hz]	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
L_{WA} [dBA]	71,4	77,4	75,5	76,6	78,1	82,8	83,7	82,8	84,0	83,5
f [Hz]	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	Summa dBA
L_{WA} [dBA]	84,2	85,1	86,5	88,2	89,0	89,1	88,9	88,1	85,8	98,2



Figur 4. Ljudeffektspektrum för tvättanläggning. $L_{wA} = 98$ dBA.

7.4 Övriga källor

Utöver ovan beskrivna ljudkällor förekommer flera andra bulleralstrande aktiviteter inom depån, såsom service av bussar, dammsugare, fläktar, kompressorer med mera. Många av dessa ljud kan styras till en tid då de stör omgivningen minimalt. Vissa ljud går att undvika helt genom att införa regler som t.ex. att alltid ha stängda verkstadsdörrar vid bullriga arbeten. Annat buller, härrörande från fasta installationer utanpå byggnaderna kan kravställas vid upphandling av ny utrustning eller åtgärdas vid källan genom t.ex. ljuddämpare eller ljudhuvar. Rampkoppling av uppställda bussar bidrar normalt inte till ljudgenereringen vid depåerna, så länge dessa är fullt fungerande. Rampkopplingar minskar även behovet av att varmköra bussar innan driftsättning och är därmed bullerreducerande.

Ingen av de ovan nämnda "övriga ljudkällorna" är i normalfallet dimensionerande för det buller som en depå genererar. Den generella metodiken avgränsas därför till att i normalfallet inte innehålla beräkning av ljudnivåbidrag från dessa källor. För depålösningar där utformning, placering, verksamhet eller installationer/aggregat bedöms medföra risk att någon av dessa källor blir dimensionerande för verksamhetsbullret bör de tas med i beräkningen och beräknas då enligt gängse metodik för industribullerkällor med inmätta eller antagna källstyrkor.

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

8 Noggrannhet

Noggrannheten i metodiken har av Tyréns bedömts i samband med framtagande av densamma med nedanstående utlåtande:

Noggrannheten hos beräkningsmodellen (ISO 9613-2) för källor och mottagare på en höjd av 0-5 meter över mark uppgår till ± 3 dB. Detta gäller för beräkningar där ingen effekt av skärmning eller reflektion har tagits hänsyn till. I komplexa beräkningar såsom de beskrivna i denna studie kan felet öka något.

En annan felkälla är underlagsmaterialet för källbeskrivningar, antaganden eller geografisk modell. I denna studie har underlagsmaterialet varit av god kvalitet. Geografisk information från Metria uppfyller de krav som kan ställas på en bullerutredning. Busskällmodellerna bygger på ett flertal mätningar och har även jämförts med mätningar av bussar genomförda vid flera separata tillfällen. De antaganden som gjorts är rimliga men kan i särskilda situationer beskriva en överskattning av verkliga nivåer.

9 Åtgärdsplanering

Bullerskyddsåtgärder för depåer är primärt en planeringsfråga, såväl vid depålokalisering som vid planering av närliggande verksamheter och eventuella bostäder.

På lång sikt kan även källåtgärder t.ex. genom kravställning vid nyinköp av bussar utgöra en åtgärdsmetod. Det bör dock beaktas att detta i princip kräver omställning av hela flottan på depån och att kravställningsmetodiken i dagsläget inte finns framtagen. Denna typ av åtgärder ska därmed inte omfattas vid bedömning i aktuella ärenden, t.ex. planärenden.

Skärmning och andra fysiska åtgärder är sällan kostnadseffektiva lösningar för befintliga depåer, då den dämpande effekten visat sig vara mycket begränsad. Vid större förändringar av depåer eller vid nyprojektering bör dock byggnadsplacering i så hög grad som möjligt nyttjas för att skydda bullerkänsliga kringliggande miljöer.

Strategisk utveckling
Hållbar utveckling

INSTRUKTION

Fastställt datum
2018-01-15

Ärende/Dok. id.
SL-S-1096874
Revisionsnummer
1
Infosäkerhetsklass
K1 (Öppen)

10 Bilaga

SL-2017-0669-1 - METODIK FÖR LJUDNIVÅBERÄKNING BUSSDEPÅ –
Tyréns rapport 269109 - 2017-10-30