

Anneberg – Skanstull Tunnel

Kontrollprogram byggverksamhet

BILAGA 2 – Kontrollprogram akustik

SKEDE

KONTROLLPROGRAM

FÖRFATTARE

Carl Lind

STATUS

FÖRSLAGSHANDLING

DATUM

2020-02-07

Innehåll

1	Syfte.....	4
2	Bakgrund.....	4
3	Beskrivning av projekt Anneberg-Skanstull Tunnel.....	5
4	Allmänt om luftburet buller och stomljud.....	5
	4.1 Störningsmått för luftburet buller och stomljud.....	6
5	Akustisk omgivningspåverkan från projektet	7
	5.1 Stomljud från tunnelborrning.....	8
	5.2 Vibrationer	8
	5.2.1 Vibrationer från tunnelborrning.....	8
	5.2.2 Vibrationer från mark- och sprängningsarbeten.....	8
6	Krav.....	9
	6.1 Arbetstider och ljudkrav för tunnelborrning och förbindelsetunnlar	9
	6.2 Arbetstider och ljudkrav för ventilationsschakten samt under Strömmen	10
	6.3 Bulleralstrande arbeten på arbetsområdet i Anneberg.....	11
	6.4 Krav för vibrationsalstrande arbeten	11
	6.5 Arbetstider för sprängningsarbete vid ventilationsschakten och under Strömmen	12
7	Beräkning av förväntade nivåer.....	12
	7.1 Luftburet ljud.....	12
	7.2 Stomljud	12
	7.3 Vibrationer	13



8	Kontroll	13
8.1	Luftburet ljud	13
8.2	Stomljud	13
8.3	Vibrationer	14
9	Åtgärder	14
9.1	Luftburet ljud	15
9.2	Stomljud	16
9.3	Vibrationer	17
10	Rapportering och redovisning	17
11	Dokumentation	17

Bilagor

Bilaga 1: Blankett för samråd och godkännande avseende luftburet buller samt stomljud

1 Syfte

Syftet med Kontrollprogram Akustik är att för tillståndsmyndigheter beskriva störningar och hur krav, kontroller, åtgärder samt rapportering i enlighet med villkoren i projektets miljödom kommer att hanteras under byggtiden för Anneberg – Skanstull Tunnel. I miljödomen används begreppet TBM-drift vilket är detsamma som tunnelborrning i detta kontrollprogram (TBM är en förkortning för Tunnel Boring Machine, ”tunnelborrmaskin”).

Kontrollprogram Akustik fokuserar på omgivningspåverkan från stomljud vid tunnelborrning och anläggande av förbindelsetunnlar samt luftburet buller och vibrationer som uppstår i samband med mark-, berg- och sprängningsarbeten vid sex ventilationsschakt inklusive tunnelsprängning under Strömmen. Kontrollprogram Akustik innehåller även redovisning gällande bullrande arbeten på arbetsområdet i Anneberg.

Kontrollprogrammet baseras på erfarenheter från stora anläggningsprojekt i Stockholmsområdet, främst projekt Citybanan och projekt Förbifart Stockholm. Även erfarenheter från norska tunnelborrningsprojekt som utförts i tätortsmiljö under perioden 2016-2018 har använts som underlag, projekt Follo-linjen och projekt Arna-Bergen.

Miljövillkor för Anneberg-Skanstull redovisas i Mark- och miljödomstolens mål nr M 2772-15 daterat 2016-11-30. Villkoren i domslutet redovisas i kontrollprogrammet med inramad och kursiverad text.

2 Bakgrund

Stockholmsregionens elbehov ökar. Elnätet behöver förstärkas och förnyas för att möta framtidens behov av säkra elleveranser. Svenska kraftnät har därför tillsammans med elnätsföretagen Vattenfall och Ellevio föreslagit en ny struktur för regionens elnät benämnt projekt Stockholms Ström. En viktig del i Stockholms Ström är den nya elförbindelsen City Link som byggs i fyra etapper.

Elförbindelsen Anneberg-Skanstull utgör den andra etappen i City Link. Elförbindelsen Anneberg-Skanstull omfattar en borrade kabeltunnel mellan stamnätsstationerna Anneberg och Skanstull samt sex ventilationsschakt utmed kabeltunnelns sträckning. Ventilationsschakten ansluts till kabeltunneln med korta förbindelsetunnlar. Station Anneberg ansluts till kabeltunneln med markkabel.



3 Beskrivning av projekt Anneberg-Skanstull Tunnel

Kabeltunneln Anneberg-Skanstull omfattar cirka 14 km tunnel med diametern 5 meter som anläggs med tunnelborrningsteknik. Jämfört med många andra undermarksanläggningar är tunneln placerad på stort djup, cirka 50-100 meter under marknivå. Djupet är som störst när den passerar Strömmen vid Stadsgårdskajen.

Vid tunnelborrning utförs sonderings- och injekteringsborrning framför borrhuvudet med liknande teknik som för traditionell tunnelsprängning. Bergförstärkning vid tunnelborrning utförs också med arbetsmetoder som liknar tunnelsprängning.

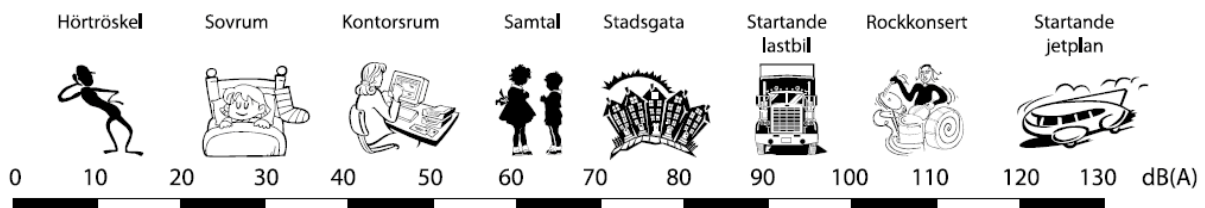
Planerad framdrift vid tunnelborrningen är mycket hög jämfört med sprängd tunnel. Svenska kraftnät bedömer att framdriften i medeltal kommer att vara cirka 100 meter per vecka jämfört med endast cirka 15-20 meter per vecka för tunneldrivning genom försiktig sprängning i tätortsmiljö.

Utmed kabeltunneln ansluts vertikala ventilationsschakt med korta förbindelsetunnlar. Längden på förbindelsetunnlarna är mindre än några 10-tals meter. Förbindelsetunnlarna samt cirka 250 meter av kabeltunnelns passage under Strömmen sprängs ut med tunnelsalvor samt traditionella tekniker för injektering och bergförstärkning. Ventilationsschakten vid Mörby, Stocksundet, Frescati och Tekniska högskolan borrar ut genom raiseborrning medan schakten vid Stadsgårdskajen och Skanstull sprängs ut genom sänkschakt. Sänkschakt innebär att sprängningsarbetet påbörjas i markytan för att sedan avancera vertikalt ned i berget.

Vid arbetsområdet i Anneberg påbörjas tunnelborrning. Inom arbetsområdet utförs masshantering vilket innebär bergmassor på transportband till upplag i bergsilo samt transporter och byggtrafik till och från arbetsplatsen. På platsen finns även projektkontor samt verkstad.

4 Allmänt om luftburet buller och stomljud

Med buller menas oönskat ljud eller ljud som människor störs av. Det mänskliga örat har ett brett känslighetsområde, från 20 mikroPa till 20 Pa (Pascal). Det innebär att det största ljudtrycket människor kan uppfatta är en miljon gånger större än det lägsta. Av det skälet används inte en linjär skala utan en logaritmisk med enheten decibel (dB) för att redovisa ljudnivå. För att efterlikna hur människan uppfattar ljud med olika frekvenser används ett frekvensvägningsfilter (A-vägningsfilter). Enheten på ljudnivå blir då dBA. Riktvärden på industri-, samhälls- och byggbuller anges normalt i dBA. I figur 1 framgår exempel på ljudkällor och deras ljudnivå.



Figur 1 Beskrivning av olika ljudnivåer./Socialstyrelsen



Bakgrundsnivå är ett viktigt begrepp vid hantering av bullermätningar. Bakgrundsnivå avser annat buller än det som ska studeras eller analyseras. Ett buller blir mer påtagligt i områden med låg bakgrundsnivå eller under kvälls- och nattid då bakgrundsnivåerna är lägre. En bakgrundsnivå på 20 dBA upplevs som mycket tyst. I sovrum är det inte ovanligt att bakgrundsnivåerna är 25-30 dBA nattid. Det beror på att det alltid finns ljud- eller bullerkällor i bostäder t ex kyl- och frysskåp, ventilation eller vattenburna radiatorer.

I en byggnad sker ljudutbredning genom luftljud eller stomljud. Luftljud är som det låter, ljud från en ljudkälla som sprids genom luften till exempel från en musikanläggning. Stomljud är ljud som överförs inom en byggnadsstomme eller från fasta material till exempel från berg till grundläggning och byggnadsstomme. Ett vanligt stomljud är ljud som uppstår i angränsande lägenhet när en granne borrar i en betongvägg. Tunnelborrning kan också ge upphov till stomljud i närliggande byggnader. Ljudnivån beror främst på byggnadens grundläggning och avstånd till stomljudsalstrande arbeten.

Buller är i större tätorter en betydande miljöaspekt. I Sverige utgör trafiken den vanligaste orsaken till bullerstörningar. När människan utsätts för buller är den vanligaste reaktionen en känsla av obehag men buller kan också orsaka stressreaktioner och sömnstörningar.

Buller ger upphov till olika typer av effekter under insomningsfasen och sömnfasen. Människor vänjer sig inte vid buller, inte ens efter flera års exponering. Ostörd sömn är viktig för vår hälsa. För att skydda människor mot olika typer av störningar av buller under insomning och sömn bör den maximala ljudnivån vid en bullerhändelse inte överskrida 45 dB(A). Enligt Socialstyrelsen kan redan 40 dB(A) ge upphov till sömnstörningar.

Långvarig påverkan av buller kan på sikt ge ökat blodtryck samt hjärt- och kärlsjukdomar. Samtalsstörningar uppkommer genom att buller kan maskera talet och därigenom försvåra möjligheten att föra samtal. Samtalsstörningar kan uppkomma vid ljudnivåer på omkring 55 dB(A).

Hur enskilda individer uppfattar och reagerar på bullerstörningar är mycket individuellt. Det är även känt sedan lång tid att god information och kommunikation till omgivningen i samband med byggverksamhet innebär att acceptansen för bullerstörningar ökar väsentligt. Erfarenheter visar på att väl utformad information kan öka omgivningens acceptans för bullerstörningar med upp till 10 dBA jämfört med ingen eller bristande information.

4.1 Störningsmått för luftburet buller och stomljud

Mätenheten för ljud, buller och stomljud är dBA som beskrivits i avsnittet ovan.

Decibel är ett logaritmiskt mått vilket innebär att vid addition av buller från två lika starka källor ökar ljudnivån med 3 dBA. När det gäller upplevelsen av skillnader i bullernivå kan 3 dBA upplevas som en knappt hörbar förändring medan en skillnad på 8 - 10 dBA upplevs som en fördubbling alternativt halvering av ljudet.

Generellt används två störningsmått för buller, ekvivalent ljudnivå respektive maximal ljudnivå. Med ekvivalent ljudnivå avses en medelljudnivå under en bestämd tidsperiod. För byggbuller beräknas normalt den ekvivalenta ljudnivån för den tid under vilken verksamheten pågår. Till exempel under en sekvens för byggaktivitet med intermittent buller (spontning eller bergborrning). Intermittent buller kan beskrivas som stötvis och periodiskt buller. Den maximala ljudnivån är den högsta förekommande ljudnivån under en sådan byggaktivitet. Normalt anges ljudkrav för enbart ekvivalent ljudnivå under dag- och kvällstid.



Nattetid kan det anges krav på ekvivalent samt maximal ljudnivå för att förhindra störningar på boendes nattsömn.

5 Akustisk omgivningspåverkan från projektet

Byggandet av Anneberg-Skanstulltunneln innebär akustiska störningar till omgivningen. Akustiska störningar innefattar både luftburet buller, stomljud samt vibrationer från byggverksamheten. Stomljud är buller som definieras som oönskat ljud inomhus. Hushåll och verksamheter kommer att utsättas för stomljud från framförallt tunnelborrningen samt luftburet ljud och vibrationer vid mark-, berg- och sprängningsarbeten vid ventilationsschakten. Därutöver ger tunga transporter samt hantering av bergmassor upphov till luftburet buller.

De mest påtagliga bullret inomhus i form av stomljud förväntas uppkomma vid tunnelborrning. Enligt norska boendes erfarenheter påminner ljudbilden vid tunnelborrning om "ljudet från äldre kyl- och kylskåp". Det ska framhållas att stomljudspåverkan från tunnelborrning är kort jämfört med borrhålsarbete för sprängd tunnel. På grund av tunnelborrningens höga framdrift beräknas omgivningen nära tunnelborrningen höra stomljud under mindre än cirka 20 dagar. Vid undermarksbyggande genom sprängning kan stomljudspåverkan pågå i flera månader.

Stomljud uppkommer även vid salv-, bergförstärknings- och injekteringsborrning för förbindelsetunnlar, arbeten vid sänkschakt samt skrotning av berg (bergrensning). Vid tunnelsprängning påbörjas injekteringsborrning för att täta berget vilket normalt sker i omgångar i 6-8 timmar. Därefter sker salvborrning under 3-4 timmar och laddning av borrhålen, som är ett tyst arbete. Sedan sprängs tunnelsalvan och utlastning följs av skrotning och eventuellt bergförstärkning. Ljudbilden vid sprängtillfället kan liknas vid ett "smatterband" som pågår under cirka 5-10 sekunder eftersom många mindre borrhålsladdningar detonerar vid enskilda tider. Omfattning på tunnelsprängning för förbindelsetunnlar är dock mycket begränsad och arbetena sker ca 60-100 meter under marknivå. Därutöver är varje förbindelsetunnel mycket kort, längden är endast någon eller några 10-tals metrar. Det innebär att omgivningspåverkan från förbindelsetunnlarna blir begränsad. Störst omfattning på tunnelsprängning utförs för kabeltunnelns passage under Strömmen. Totalt kommer sprängningsarbete att utföras på en sträcka av cirka 250 meter. Sprängning under Strömmen sker dock cirka 100 meter under marknivå vilket begränsar omgivningspåverkan.

Arbeten som bedrivs på markytan – ovanjordsarbeten – sker främst vid ventilationsschakten och alstrar luftburet buller. Bullrande utrustning är schaktmaskiner, borrhålsutrustning för ovanjordssprängning eller raiseborrning av de vertikala ventilationsschakten. Vibrationsalstrande arbeten för ovanjordsarbeten är schaktning, eventuell spjontning eller packning samt ovanjordssprängning (ytsprängning). Vibrationer från mark- och sprängningsarbeten är mycket kortvariga och pågår mindre än någon eller några sekunder.

Byggtransporter ger också upphov till buller. Trafiken kommer att vara som mest intensiv under den tid som man bedriver tunnelborrning och samtidigt lastar ut bergmassor i Anneberg samt vid transporter av schaktmassor vid ventilationsschakten. Den genomsnittliga ljudnivån på trafikerade vägar och gator kommer dock inte öka märkbart jämfört med nuvarande nivåer. Den förändring som märks på framförallt lokalgatorna är att ljudet från en förbipasserande lastbil inträffar oftare än idag. På huvudgatorna eller



större vägar till exempel E18 är ljudtillskottet från byggtrafiken marginellt eftersom bakgrundsnivåerna är höga.

Vid arbetsområdet i Anneberg utförs inga arbetsmoment som ger upphov till vibrationer. Masshantering från tunnelborrningen kan ge upphov till luftburet buller till omgivningen. Masshantering innebär bergmassor på transportband till upplag i bergsilo samt transporter och byggtrafik till och från arbetsplatsen.

5.1 Stomljud från tunnelborrning

Vid tunnelborrning kan stomljud resultera i höga bullernivåer i byggnader belägna nära borrhingsarbetena. En förutsättning är dock att byggnaderna är grundlagda direkt på berg. Är byggnaden djupt grundlagd eller ”nedsprängd flera våningsplan” i berggrunden blir bullernivåerna ytterligare högre i de nedre våningarna. Är fastigheten grundlagd på plintar eller pälår som är nerförda till berg blir borrhningen hörbar en kortare sträcka under fastigheten. I byggnader grundlagda på lera eller andra lösa markslag hörs normalt inget stomljud alls.

Geologi och markförhållanden påverkar ljudutbredningen. Om berggrunden består av ”hårt berg”, t ex granit och har få sprick- och krosszoner överför den stomljud bättre än uppsprucket berg. På samma sätt kan en krosszon utgöra en form av ”bullerskärm”. När krosszonen passerats kan stomljuds nivåerna öka.

Fortplantning av stomljud sker även bättre i byggnader med stommar av högre betongkvalitet. Även den akustiska kopplingen mellan utrymmen i en byggnad har inverkan. Inredning kan fungera som absorber. Generellt gäller att stomljuden avtar uppåt i en byggnad men förstärkningar på grund av resonanser kan förekomma högre upp i våningsplanen. Erfarenhetsmässigt är dämpningen cirka 2 dBA per våningsplan.

Stomljudsmätningar har visat att buller, både från konventionell salvborrhning och tunnelborrning, kan uppfattas inom cirka 100–200 meter från byggnader som är berggrundlagda. Vid tunnelborrning kan stomljuds nivåerna vara något högre när borrhning utförs i riktning mot en byggnad jämfört med när byggnaden har passerats. Vid tunnelborrning har antalet kontaktpunkter eller kuttrar samt tryck på borrhuvudet betydelse för stomljudens storlek.

5.2 Vibrationer

5.2.1 Vibrationer från tunnelborrning

Vibrationer från tunnelborrning bedöms vara mindre än 0,1-0,2 mm/s i byggnaders grundläggningsnivå eftersom det är stora avstånd mellan tunnelborrhingsarbeten och marknivå. Människans känslighetsgränslinje som är 0,3-0,5 mm/s vilket innebär att vibrationer från tunnelborrning inte kommer att vara kännbar för boende. Det finns följaktligen inte heller risk för byggnadsskada. Endast exceptionellt vibrationskänslig utrustning kan påverkas av så små vibrationsnivåer.

5.2.2 Vibrationer från mark- och sprängningsarbeten

Vibrationsalstrande arbeten innefattar markarbeten som till exempel schaktning och packning vid ventilationsschakten, sprängningsarbeten för förbindelse-tunnlar och del av kabeltunneln under Strömmen samt för sänkschakt och ovanjordssprängning vid ventilationsschakten.

Vibrationer från mark- och särskilt sprängningsarbeten vid ventilationsschakten kan var kännbara för omgivningen men kommer inte orsaka negativa hälsoeffekter. Vibrationsnivåerna är i sammanhanget låga



och inträffar sporadiskt. För att förhindra skador på byggnader, anläggningar och utrustningar har mark- och sprängtekniska riskanalyser upprättats för varje schakt. I riskanalyserna redovisas restriktioner och kontrollåtgärder för bland annat vibrationer och besiktningsomfattning. Riskanalyserna har baserats på arbetsgång enligt Svensk Standard SS4604866 ”Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader” och Svensk Standard SS025211 ”Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning”.

6 Krav

6.1 Arbetstider och ljudkrav för tunnelborrning och förbindelsetunnlar

Villkoren nedan i inramad och kursiverad text baseras på ”Ramvillkor för buller och stomljud nr 9”(mål nr M 2772-15 daterat 2016-11-30):

Luftburet buller och stomljud under TBM-driften och under anläggandet av förbindelsetunnlar mellan kabeltunneln och ventilationsschakten ska begränsas så att den ekvivalenta ljudnivån inomhus som riktvärde inte överskrider.

45 dB(A) i bostäder och arbetslokaler för tyst verksamhet samt 40 dB(A) i skolor helgfri måndag – fredag kl. 07.00 – 19.00

40 dB(A) i bostäder helgfri måndag – fredag kl. 19.00 – 22.00

40 dB(A) i bostäder lördag, söndag och helgdag kl. 09.00 – 18.00 med undantag för helger med två eller fler helgdagar i följd då 35 dB(A) inte får överskridas

35 dB(A) i bostäder lördag, söndag och helgdag kl. 07.00 – 09.00 och kl. 18.00 – 19.00

30 dB(A) i bostäder lördag, söndag samt helgdag kl. 19.00 – 22.00

30 dB(A) i bostäder alla dagar kl. 22.00 – 07.00

Arbeten som medför överskridanden av riktvärden får endast ske helgfri måndag-fredag kl. 07.00-22.00 samt lördag, söndag och helgdag kl. 09.00 – 18.00.

Andra avvikelser får, om det finns särskilda skäl, ske endast efter tillsynsmyndighetens godkännande.

Bulleralstrande arbeten som inte medför överskridande av riktvärdena får förekomma alla dagar dygnet runt.

Svenska kraftnät ansvarar för bedömning om risk för överskridande av riktvärde föreligger. Om arbeten behöver bedrivas som innebär risk för överskridande av riktvärden har Svenska kraftnät tagit fram en instruktion i samråd med tillsynsmyndigheten, se bilaga 1 ”Blankett för samråd och godkännande avseende luftburet buller samt stomljud”.



6.2 Arbetstider och ljudkrav för ventilationsschakten samt under Strömmen

Villkoren nedan i inramad och kursiverad text baseras på ”Ramvillkor för buller och stömljud nr 10” (mål nr M 2772-15 daterad 2016-11-30):

Arbeten under byggskedet vid ventilationsschakten vid Mörby, Stocksundet, Frescati, KTH, Stadsgårdskajen (inklusive borrhå/sprängd tunnel under Strömmen) och Skanstull och som riskerar att medföra luftburet buller och stömljud som överskrider Naturvårdsverkets riktvärden för buller från byggplatser får endast utföras helgfri måndag – fredag kl. 07.00 – 19.00.

Efter samråd med tillsynsmyndigheten får arbeten som medför överskridanden av riktvärden endast ske helgfri måndag-fredag kl. 07.00 – 19.00.

Andra avvikelser får, om det finns särskilda skäl, ske endast efter tillsynsmyndighetens godkännande. Bulleralstrande arbeten som inte medför överskridande av riktvärdena får förekomma alla dagar dygnet runt.

Svenska kraftnät ansvarar för bedömning om risk för överskridande av riktvärde föreligger. Om arbeten behöver bedrivas som innebär risk för överskridande av riktvärden har Svenska kraftnät tagit fram en instruktion i samråd med tillsynsmyndigheten, se bilaga 1 ”Blankett för samråd och godkännande avseende luftburet buller samt stömljud”.

Nedan framgår Naturvårdsverkets riktvärden som ovanstående villkor refererar till.

Tabell 1. Riktvärden enligt NFS 2004:15 för buller från byggplatser

Område	Riktvärden för ljudnivåer, dBA					
	Helgfri, Må – fre,		Lör-, sön- och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	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	50	50	45	45	70
Inomhus (bostadsrum)	45	35	35	30	30	45
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	50	50	45	45	-
Inomhus	45	35	35	30	30	45
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	-	-	-	-	-
Inomhus	40	-	-	-	-	-
Arbetslokaler¹⁾						
Utomhus (vid fasad)	70	-	-	-	-	-
Inomhus	45	-	-	-	-	-

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



Kommentarer till tabell 1 som redovisas i NFS 2004:15 framgår nedan:

- I de fall verksamheten pågår endast del av period bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid under vilken verksamhet pågår – till exempel under en sekvens/cykel för byggaktiviteter med intermittent buller (pålning, spontning, borring etc).
- Om riktvärdena för buller utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och/eller ekonomiskt rimliga åtgärder bör målsättningen vara att riktvärden för buller inomhus 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.

I de fall riktvärden för buller utomhus innehålls krävs normalt inte bullermätning inomhus eftersom normal fasadisolering innebär att riktvärden för buller inomhus innehålls.

Det förekommer att det inte är möjligt att innehålla riktvärden för buller utomhus i tätbebyggda områden eftersom bakgrundsnivåerna är höga. I de fall riktvärden utomhus inte kan innehållas med tekniskt möjliga och ekonomiska rimliga åtgärder är målsättningen att riktvärdena för buller inomhus ska innehållas.

Om inga ljudnivåer inomhus finns dokumenterade kan de överslagsmässigt beräknas genom att ljudnivån utomhus reduceras med 25 dBA. För moderna eller nyproducerade byggnader är fasaddämpningen ofta minst 30-35 dBA vilket innebär att bedömningen är på konservativ sida.

6.3 Bulleralstrande arbeten på arbetsområdet i Anneberg

Miljödomen anger inga villkor för bulleralstrande arbeten på arbetsområdet i Anneberg. Svenska kraftnät avser därför att för dessa arbeten tillämpa NFS 2004:15 Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser.

6.4 Krav för vibrationsalstrande arbeten

Villkoren nedan i inramad och kursiverad text baseras på "Ramvillkor för vibrationer nr 12" (mål nr M 2772-15 daterad 2016-11-30):

Svenska kraftnät ska vid samtliga vibrationsalstrande arbeten tillämpa:

Svensk Standard SS 460 48 66, Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader

Svensk Standard 02 52 11, Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning

Svensk Standard SS 02 52 10, Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstöt vågor – Riktvärden för byggnader

Svensk Standard SS 460 48 60 Vibration och stöt – Syneförrättning – Arbetsmetoder för besiktning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet.



För kulturvärden och kulturhistoriskt skyddad bebyggelse gäller villkoret nedan i inramad och kursiverad text baseras på ”Ramvillkor för vibrationer nr 13” (mål nr M 2772-15 daterad 2016-11-30):

Kulturhistoriskt skyddad bebyggelse ingår tillsammans med övriga byggnader och anläggningar i de mark- samt sprängtekniska riskanalyser som sedan tidigare upprättas i projektet. I god tid innan mark- och sprängningsarbeten påbörjas kommer syneförrättning att utföras och vid behov genomförs konservatorbesiktning av de kulturhistoriska värdefulla objekten. Kontrollprogram tas fram i samråd mellan Svenska kraftnät och tillsynsmyndigheten.

6.5 Arbetstider för sprängningsarbete vid ventilationsschakten och under Strömmen

Sprängningsarbete kommer att ske helgfri måndag – fredag kl. 07-19. Det innefattar både sprängning ovan jord, så kallad ytsprängning och för förbindelsetunnlarna mellan kabeltunneln och ventilationsschakten

För kulturhistoriskt skyddad bebyggelse som är belägen i närheten av blivande ventilationsschakt vid Frescati, KTH och Stadsgårdskajen ska Svenska kraftnät arbeta fram kontrollprogram avseende vibrationer från anläggandet av dessa schakt. Programmen ska tas fram i samråd med länsstyrelsen och innan vibrationsalstrande arbeten vidtas vid dessa ventilationsschakt.

Med kulturhistoriskt skyddad bebyggelse avses bebyggelse som är skyddad enligt kulturmiljölagen (1988:950) och förordningen (1988:1229) om statliga byggnadsminnen samt blåklassad enligt Stadsmuséets kulturhistoriska byggnadsklassificering.

samt den del av kabeltunneln som sprängs ut under Strömmen.

Enligt ordningslagen krävs polistillstånd för sprängning inom detaljplanelagt område. I respektive kommuns lokala ordningsföreskrifter kan tider och omfattning gällande sprängning även regleras.

7 Beräkning av förväntade nivåer

7.1 Luftburet ljud

Innan arbetena påbörjas ska entreprenören alternativt upphandlad mätkonsult ta fram en utredning som visar hur man avser att innehålla kraven för luftburet ljud samt hur kontroll av ljudnivåer ska genomföras. Om upphandlad mätkonsult tar fram utredningen baseras den på underlag från entreprenören. I utredningen ska det framgå om, när och var överträdelse av ljudkraven riskerar ske vid närliggande byggnader. Eventuella åtgärder för förhindrande av överskridanden skall beskrivas. Innan bullrande arbeten påbörjas ska Svenska kraftnät godkänna bullerutredningen och den ska uppdateras vid till exempel ändrade arbetsmetoder.

7.2 Stomljud

Byggnader som riskerar att få högre stomljuds nivåer har identifierats. Det framgår i stomljudsutredningen som redovisats i Miljökonsekvensbeskrivningen. Underlaget ligger till grund för att Svenska kraftnät ska kunna vidta lämpliga åtgärder i ett tidigt skede och till exempel informera omgivningen samt planera för omfattning på tillfällig vistelse.



Vid tunnelborrningen kommer stomljusmätningarna att utvärderas och stomljusutredningen kan kontinuerligt uppdateras samt förbättras baserat på projektspecifika mätdata.

7.3 Vibrationer

För mark- och sprängningsarbeten för ventilationsschakten, förbindelsetunnlar och tunneldelen under Saltsjön upprättas inga vibrationsprognoser. Entreprenören skall anpassa mark- och sprängningsarbetena till vibrationsrestriktionerna i respektive riskanalys.

8 Kontroll

8.1 Luftburet ljud

Kontroller av luftburet ljud utförs av Svenska kraftnäts anlitate mättekniker. Tillsynsmyndigheten kan även påkalla kontrollmätning. Ljudmätningen skall i tillämpliga delar utföras enligt Naturvårdsverkets rapport 5417: Metod för emissionsmätning av externt industribuller.

Mätning av luftburet ljud sker vid fasad för bostäder i ventilationsschaktens närhet för att följa upp om riktvärdena innehålls. Mätningar kan utföras som oövervakad eller övervakad ljudmätning alternativt i kombination. Övervakad ljudmätning, även benämnt handhållen ljudmätning kan utföras om externa bullerkällor påverkar mätresultaten eller när en fördjupad analys behöver utföras. Övervakad mätning kan även ske hos boende som anmält bullerstörning i syfte att utreda om tillfällig vistelse skall erbjudas vid tveksamhet om bullerstörningens nivå. Mätplan med omfattning på mätpunkter och placeringar kommer att tas fram i samråd mellan Svenska kraftnät samt upphandlad mätkonsult.

Svenska kraftnät har formulerat krav på mätsystem och mätutförande i separat dokument.

8.2 Stomljus

Kontroller av stomljusnivåer utförs av Svenska kraftnäts anlitate mättekniker. Tillsynsmyndigheten kan även påkalla kontrollmätning. Mätpunkterna flyttas och anpassas efter tunnelborrningen. Mätningarna kommer generellt att utföras som oövervakad ljudmätning som kompletteras med övervakad mätning. Övervakad mätning, även benämnt handhållen ljudmätning kan ske som stickprov eller hos boende som anmält bullerstörning i syfte att utreda om tillfällig vistelse skall erbjudas vid tveksamhet om bullerstörningens nivå.

En initial bedömning är att 2-20 ljudmätare monteras i källarplanet till byggnader som finns inom cirka 200-300 meter från tunnelfronten. Färre mätpunkter där det är glesare bebyggelse och fler mätpunkter i tätbebyggda områden. Mätsystemen placeras där det är praktiskt möjligt och i utrymmen med låga bakgrunds nivåer. Ljudmätning pågår kontinuerlig innan, under och efter det att tunnelfronten passerat berörd byggnad. Tunnelborrningens höga framdrift innebär att stomljusmätning bör påbörjas cirka 2-3 veckor innan tunnelfronten passerar under en byggnad. Det innebär att ljudmätning kan pågå under ca 4-6 veckor i en byggnad. Avläsning av uppmätta ljudnivåer sker kontinuerligt och minst varannan dag av Svenska kraftnäts anlitate mättekniker. Vid behov kan avläsning ske oftare. Mätsystemen nedmonteras när stomljusen är i nivå med bakgrunds nivån som registrerats vid den inledande ljudmätningen. Projektet kommer att använda automatiserade mätsystem för oövervakad ljudmätning kombinerat med webbapplikationer för att redovisa mätresultat och utföra analys. Mätplan med omfattning på mätpunkter och placeringar kommer att tas fram i samråd mellan Svenska kraftnät och upphandlad mätkonsult.



Svenska kraftnät har formulerat krav på mätsystem och mätutförande i separat dokument.

8.3 Vibrationer

Kontroller av vibrationer från mark- och sprängningsarbeten utförs av Svenska kraftnäts anlitade mättekniker. En stor fördel i projektet är att tunnelboring inte ger upphov till kännbara vibrationer vid markytan. Vibrationsmätning är följaktligen inte motiverat i byggnader utmed tunnelsträckningen. Vibrationspåverkan är därmed begränsat till mark- och sprängningsarbeten för ventilationsschakten samt den del av kabeltunneln som sprängs ut under Strömmen.

Riskanalyser har utförts för respektive ventilationsschakt. Närbelägna byggnader samt anläggningar har tilldelats objektspecifika vibrationsrestriktioner. De kommer att styra utförandet av de vibrationsalstrande mark- och sprängningsarbetena. I riskanalysen föreslås också mätpunktspaceringar för vibrationsmätning i byggnader och anläggningar. Mätsystem och montering av sensorer för vibrationsmätning på byggnader skall uppfylla krav enligt gällande Svensk Standard. För undermarksanläggningar gäller anläggningsägarens föreskrift eller anvisning. Mätsystemen för vibrationsmätning kommer att skicka mätdata automatiskt till en webbapplikation för utvärdering och analys.

En ytterligare kontroll är den syneförrättning, byggnadsbesiktning som utförs före och efter mark- samt sprängningsarbetena enligt Svensk Standard SS4604860. Besiktningens omfattning framgår i riskanalyserna.

9 Åtgärder

Villkoren nedan i inramad och kursiverad text baseras på "Ramvillkor för buller och stömljud nr 11" (mål nr M 2772-15 daterad 2016-11-30):

Vid befarat överskridande av de nivåer som anges i villkor nr 9-10 ska följande gälla:

Boende som förväntas utsättas för luftburet buller eller stömljud över nivåerna inomhus under fem dagar i följd eller mer än fem dagar under en tiodagarsperiod ska erbjudas möjlighet till tillfälligt boende, alternativt tillfällig vistelse. Svenska kraftnät ska skicka erbjudande till berörda i god tid innan det bullerstörande arbetet påbörjas.

Även om riktvärdena inte överskrids ska evakuering erbjudas om särskilda behov föreligger, t.ex. boende med nattarbete. Vid bedömning av om särskilda behov föreligger ska beaktas störningstidens längd och personliga förhållanden.

Vid tveksamhet om bullerstörningens nivå ska vid behov platsbesök genomföras och mätning utföras.

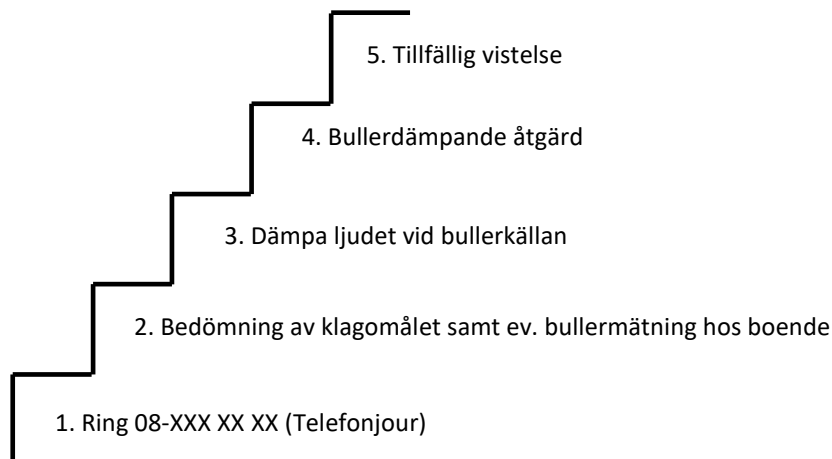
Innan arbetena påbörjas nära bebyggelse informeras boende och verksamheter om projektets planerade arbeten. I informationen framgår även kommunikationsvägar till projektet. Hur kommunikationen hanteras i projektet kommer att beskrivas i separat dokument som tas fram i god tid innan arbetena påbörjas.

Projektet har en beredskap att erbjuda och genomföra åtgärder i flera steg enligt figurerna 2-3 på efterföljande sidor. Om inte utomhusvärdena för luftburet ljud kan innehållas med tekniskt möjliga och ekonomiska rimliga åtgärder är målsättningen att riktvärdena för buller inomhus ska innehållas. Eventuella åtgärder vid bullerstörning avseende lokaler med tyst verksamhet, undervisningslokaler, kyrkor etc hanteras av Svenska kraftnät genom dialog med respektive verksamhet och kommer att lösas från fall till fall.



9.1 Luftburet ljud

Vid överskridande av riktvärden som anges i tabell 1 ska åtgärder vidtas enligt figur 2. Åtgärderna kan prövas var för sig eller flera tillsammans.



Figur 2. Åtgärdstrappa vid höga luftburna ljudnivåer.

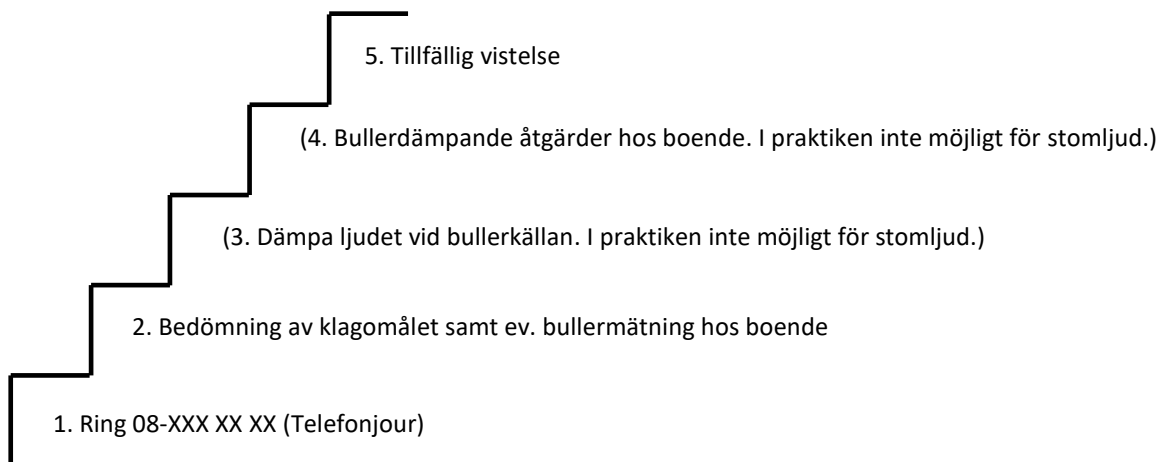
Om ovanstående åtgärder nr 1-4 inte ger önskat resultat återstår erbjudande om tillfällig vistelse om inomhusnivån överskrider riktvärdet under en viss sammanhängande period som redovisats i avsnitt 9.

I särskilda fall kan Svenska kraftnät göra en individuell bedömning även vid lägre bullernivåer exempelvis för nattarbetande som är i behov av dagvila.



9.2 Stomljud

Vid överskridande av riktvärden för stomljud ska åtgärder enligt figur 3 prövas.



Figur 3. Åtgärdsstrappa vid höga stomljuds nivåer.

Det går inte att åtgärda stomljudsproblem på samma sätt som luftburet buller, till exempel genom avskärmning av bullerkälla eller ljudisolerande fönster. I praktiken hanteras stomljud genom information till omgivningen och att arbetstider för bullrande arbeten begränsas.

Att överskridanden av riktvärden för stomljud kommer att ske har projektet förutsett i ett tidigt skede. För att tunnelborrningen ska kunna genomföras har därför som skyddsåtgärd bedömts att boende som drabbas av bullernivåer över riktvärden under en viss sammanhängande period enligt avsnitt 9 skall erbjudas tillfällig vistelse. I särskilda fall kan även Svenska kraftnät göra en individuell bedömning vid lägre ljudnivåer exempelvis för nattarbetande som är i behov av dagvila.



9.3 Vibrationer

Kontroller av vibrationer från mark- och sprängningsarbeten utförs av Svenska kraftnäts anlitade mättekniker. Entreprenören skall anpassa mark- och sprängningsarbetena till de vibrationsrestriktioner som anges i respektive riskanalys för ventilationsschakt, förbindelsetunnlar samt del av kabeltunneln som sprängs ut under Strömmen.

Uppföljning av vibrationsnivåer efter sprängning eller annan vibrationsalstrande verksamhet skall ske av entreprenören. Entreprenören kommer att få tillgång till en webbapplikation med mätdata från de vibrationsalstrande arbeten. Det innebär att uppmätta nivåer snabbt kan jämföras med vibrationsrestriktioner från respektive riskanalys.

Uppföljningen syftar bland annat till att prediktera vibrationsnivåer från mark- och särskilt sprängningsarbeten. Vid överskridande av vibrationsrestriktion skall entreprenören vidta åtgärder så att kommande vibrationsalstrande arbete till exempel sprängsalva inte riskerar ytterligare överskridande.

Eventuell vibrationsisolering av känslig utrustning utförs av Svenska kraftnäts anlitade mättekniker och omfattning framgår i upprättade riskanalyser.

10 Rapportering och redovisning

Svenska kraftnät och tillsynsmyndigheterna kommer i samråd att bestämma omfattning och frekvens på möten för rapportering och redovisning. Frekvensen på mötena kan komma att förändras under projektets gång efter påkallande av Svenska kraftnät eller tillsynsmyndigheterna. Tillsynsmöten sker inledningsvis var 6:e vecka.

Sammanfattande skriftlig miljörapport delges respektive tillsynsmyndighet kontinuerligt, inledningsvis varje kvartal. I miljörapporterna presenteras uppmätta ljudnivåer för stomljud och luftburet buller då överskridande skett. Även klagomålshantering och kommunikation kopplade till buller, stomljud och vibrationer från boende, fastighetsägare och verksamheter ska redovisas. Ärenden indelas om de tillhör tunnelborrningsarbeten eller arbeten vid ventilationsschakten. Därutöver redovisas sammanfattning av eventuella åtgärder som vidtagits under perioden.

11 Dokumentation

Dokumentation rörande beräkningar, utredningar, bullermätningar och korrespondens med tredje man dokumenteras digitalt av Svenska kraftnät.

Tunnelfronten kommer att presenteras på en karta i en webbapplikation. Kartan kommer att uppdateras dagligen och vara tillgänglig för allmänheten.