

P-08-64

Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark

Buller under bygg- och driftskedet

Tommy Zetterling, Johanna Hallberg
WSP Akustik

December 2008

Svensk Kärnbränslehantering AB
Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



ISSN 1651-4416

SKB P-08-64

Anläggning för inkapsling och slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark

Buller under bygg- och driftskedet

Tommy Zetterling, Johanna Hallberg
WSP Akustik

December 2008

Nyckelord: Inkapslingsanläggning, Forsmark, Bullerberäkning, Ljudnivå, Ljudutbredning, Miljöutredning.

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se.

Sammanfattning

Allmänt

Syfte och redovisning

För placeringen av slutförvaret utreds två alternativa platser: Forsmark i Östhammars kommun och Laxemar i Oskarshamns kommun. Inkapslingsanläggningen avses placeras invid Clab i Oskarshamn. En placering av inkapslingsanläggningen i Forsmark studeras som alternativ men detta kan endast bli aktuellt om också slutförvaret placeras i Forsmark.

Den här rapporten redovisar den bullerpåverkan som slutförvarsanläggningen och inkapslingsanläggningen kan orsaka om de placeras i Forsmark. Målsättningen är att inte överskrida Naturvårdsverkets anvisningar gällande buller under byggnation respektive driftskede.

I rapporten redovisas buller som uppstår från transporter till och från anläggningarna samt buller som uppstår i eller vid anläggningarna under byggnation respektive driftskede. Buller under byggnation och drift av inkapslingsanläggningen placerad inom FKA:s område redovisas i bilaga 1.

I beräkningarna har åren 2015 och 2018 valts ut som representativa för byggskedets olika faser för båda anläggningarna. År 2015 ligger i en inledande fas med något mindre omfattande verksamhet medan 2018 representerar de mest intensiva faserna under byggåren. För driftskedet har år 2030 valts att representera verksamheten. Beräkningsresultaten för respektive år jämförs med ett nollalternativ för motsvarande år, det vill säga 2015, 2018 eller 2030.

Buller från slutförvaret och slutförvarsanläggningen under bygg- och driftskedet

Buller i nuläget

En kombination av mätningar och beräkningar visar hur området i närheten av FKA påverkas av buller i nuläget. Det buller som genereras från FKA:s område i dag domineras av den strömriktarstation som är belägen cirka 1,5 km väst om FKA.

Ljudet som genereras från strömriktarstationen har en ljudnivå som är relativt konstant över dygnet. Ljudet innehåller hörbara toner vilket kan göra att ljudet uppfattas som mer störande än ljud som är lika starkt utan toner. Närmaste bostad ligger i Forsmarks bruk. Inga permanentboende utsätts för ljudnivåer över 35 dBA ekvivalent ljudnivå vilket är det gällande riktvärdet.

Intill FKA finns tillfälliga bostäder som påverkas av flera olika ljudkällor på området. Här varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 35 dBA ekvivalent ljudnivå vilket ligger under gällande riktvärde för permanentbostäder.

Byggskedet

Eftersom byggtiden är så pass lång som 7 år för slutförvarsanläggningen har beräkningsresultaten jämförts med både gällande riktvärde för byggbuller och för industribuller.

Beräkningsresultaten visar att inga bostäder utsätts för ljudnivåer över 35 dBA ekvivalent ljudnivå vilket är gällande riktvärde för industribuller vid fritidsbostäder alternativt permanentbostäder där tydliga toner förekommer i ljudet. Gällande riktvärde för byggbuller ligger här på 50 dBA ekvivalent ljudnivå och klaras med god marginal.

Runt FKA:s område finns områden planlagda som riksintresse för rörligt friluftsliv. Dessa kan komma att exponeras för ljudnivåer över riktvärdet för industribuller, 35 dBA ekvivalent ljudnivå.

Driftskedet

Inga boende berörs av ljudnivåer över 35 dBA ekvivalent ljudnivå under kvälls- och nattperioden eller 40 dBA ekvivalent ljudnivå under dagperioden vilket innebär att gällande riktvärden klaras. Inga fritidsbostäder exponeras för ljudnivåer över 35 dBA ekvivalent ljudnivå.

De tillfälliga bostäderna invid FKA:s område flyttas före driftskedet till Igelgrundet och kommer att exponeras för ljudnivåer mellan 35 dBA och 40 dBA ekvivalent ljudnivå vilket innebär att gällande riktvärde för permanentboende klaras.

Det område som utgör riksintresse för rörligt friluftsliv och berörs av buller över 35 dBA ekvivalent ljudnivå bedöms öka från 8,4 km² i dag till 13,4 km² när anläggningarna tagits i drift, vilket motsvarar en ökning med 64 %.

Riktvärden för lågfrekvent ljud inomhus klaras under både byggnation och driftskede.

Buller från vägtransporter

Buller i nuläget

Vägen mellan FKA och Forsmarks bruk trafikerades huvudsakligen av personbilar. En mindre mängd bussar och lastbilar för leveranser trafikerar också sträckan. År 2006 var trafikmängden i snitt 500 fordon/dygn varav 13 % var tunga fordon.

Väg 76 mellan Forsmarks bruk och Hargshamn har i nuläget en relativt hög trafikbelastning i kombination med att många bostäder är placerade nära vägen vilket ger bullerproblem. Det är framför allt Johannisfors och Norrskedika med omnejd som utmärker sig genom att vägtrafikbuller i dag är ett stort problem.

En kombination av mätningar och beräkningar ligger till grund för följande bedömning av hur området kring transportvägarna till FKA:s område påverkas av buller i nuläget (2006). 151 boende utmed sträckan från FKA till Hargshamn exponerades för en dygnsekvivalent ljudnivå över 55 dBA vilket är gällande riktvärde. 142 boende exponerades för en maximal ljudnivå över gällande riktvärde som är 70 dBA.

Inga vårdlokaler utmed sträckan från FKA till Hargshamn utsattes under 2006 för ljudnivåer över gällande riktvärden men en (1) skola exponerades för en dygnsekvivalent ljudnivå över 55 dBA och även över 70 dBA maximal ljudnivå.

Bygg- och driftskede

Det vägavsnitt som studerats är sträckan från FKA till Forsmarks bruk och vidare längs väg 76 till Hargshamn.

I förhållande till nollalternativet kommer år 2015 ytterligare 12 boende exponeras för dygnsekvivalent ljudnivå över gällande riktvärde om slutförvarsanläggningen byggs. År 2018 exponeras 19 boende fler än i nollalternativet för dygnsekvivalent ljudnivå över riktvärdet 55 dBA. Skillnaden beror på att byggarbetet gått in i en mer intensiv fas. År 2030 är skillnaden 16 boende mellan nollalternativet och en slutförvarsanläggning i drift.

Antalet exponerade för maximala ljudnivåer över riktvärdet 70 dBA är oberoende av verksamheten och beror istället av bostädernas närhet till trafiken varför ingen förändring sker.

Ingen ökning sker av antalet skolor eller vårdlokaler som exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärden.

Buller under avvecklingskedet

Buller som uppstår under avvecklingskedet har inte studerats närmare. De transporter som krävs under avvecklingskedet är sannolikt i samma storleksordning som under byggskedet.

Miljömedicinsk bedömning

En miljömedicinsk bedömning har utförts av Gösta Bluhm, Karolinska Institutet och finns i sin helhet i bilaga 2.

Slutsatsen av bedömningen är att byggskedet av den planerade slutförvarsanläggningen och eventuella inkapslingsanläggningen inte bör medföra hälsokonsekvenser av mer allvarlig natur. Vägtrafikbuller är redan ett problem i nuläget och störningsgraden kan öka i viss omfattning, särskilt under byggskedet. Risk för sömnproblem föreligger redan vid nollalternativet och ökar sannolikt inte i omfattning. Risken för hjärt-kärleffekter bedöms vara ringa.

Summary

Purpose and presentation

Two alternative locations for the final repository are studied: Forsmark in Östhammar's municipality and Laxemar in Oskarshamn's municipality. The encapsulation plant is intended to be placed beside Clab in Oskarshamn. Forsmark is also studied as an alternative location for the encapsulation plant, this is however only considered as a possibility if the final repository is also located in Forsmark.

This report presents the noise impact that the final repository and the encapsulation plant would have on the environment if they were located in Forsmark. The objective is to keep the noise level below Naturvårdsverkets noise level guideline values during the construction work and/or the operational stage.

This report presents the impact of noise caused by transports to and from the plants as well as noise that arise from the plants during the construction work and the operational stage. Noise emission concerning the encapsulation plant is presented in appendix 1.

In the calculations, the years 2015 and 2018 have been chosen to represent the different stages of construction. The year 2015 represents the early stages of the construction work with less activity while the year 2018 represents the most intensive phases during construction. To represent the operational stage, the year 2030 has been chosen. The calculation results for each year are compared to a corresponding null alternative (no final repository or encapsulation plant).

Noise from the final repository during construction and the operational stage

The present noise impact

A combination of measurements and calculations show how the area in the vicinity of FKA is influenced by noise in the present situation. The noise emitted from the FKA area today, is dominated by the voltage source converter (*sv. strömriktarstation*) that is located approximately 1.5 km west of FKA.

The emitted sound from the voltage source converter has a relatively constant sound level throughout the day. The sound contains tonal components which may cause the sound to be considered as more annoying than noise that are equally strong without tones. The closest residences are situated in Forsmark's bruk. No residences are exposed to sound levels above 35 dBA equivalent sound level (Leq), which is the Swedish guideline value for industrial noise in areas containing holiday properties.

Temporary dwellings located next to the FKA are exposed to several different noise sources in the area. The equivalent sound pressure level varies between 30 dBA and 35 dBA, which is below the current guideline value for residences.

The construction stage

Since the construction time is as long as 7 years for the final repository, the calculation results are compared to both the guideline values for construction noise as well as industrial noise.

The calculation results show that no residences are exposed to sound levels above 35 dBA Leq, which is the guideline value for industrial noise in areas containing holiday residences and

dwellings where the noise contains audible tones. The applicable guideline value for construction noise is in this case 50 dBA Leq which is well above the calculated sound level in the area.

Around the FKA area, there are areas declared to be of national interest for outdoor activity. These can be exposed to sound levels above the applicable guideline value for industrial noise, i.e. 35 dBA Leq.

The operational stage

No residents are exposed to sound levels above 35 dBA Leq during the evening and night, i.e. 6.00 pm–7.00 am or 40 dBA Leq during the day which means that the applicable guideline value is well above the calculated sound levels in the area. No holiday residents are exposed to sound levels above 35 dBA Leq.

The temporary dwellings next to the FKA area are moved to Igelgrundet before the operational stage and will be exposed to sound levels between 35 dBA and 40 dBA Leq which means that the applicable guideline value is well above the calculated sound levels in the area.

The part of the area declared to be of national interest for outdoor activity which is exposed to noise levels above 35 dBA Leq is assessed to increase from 8.4 km² today to 13.4 km² after the startup of the plant. The exposed area increase is 64%.

The expected indoor low frequency sound levels are lower than the applicable guideline values for indoor low frequency noise during both construction work and the operational stage.

Noise from road transports

Noise in the present situation

The road traffic between the FKA and Forsmark's bruk consists mainly of passenger cars. A smaller amount of buses and trucks for deliveries etc also operates the stretch. The traffic amount in 2006 was in average 500 vehicles/day of which 13% were heavy vehicles.

Road 76, between Forsmark's bruk and Hargshamn have in the present situation a relatively high amount of traffic in combination with a large amount of residences situated close to the road. The biggest noise problems between Forsmark's bruk and Hargshamn are to be found in Johannisfors and Norrskedika with surroundings.

The following assessment of the noise exposure in the area around the transportation routes in the present situation (2006) is based on a combination of measurements and calculations. 151 residents along the stretch from FKA to Hargshamn were exposed to a Leq above 55 dBA which is the applicable guideline value. 142 residents were exposed to a maximum sound level above 70 dBA which is the applicable guideline value.

No care premises along the road between FKA to Hargshamn were in 2006 exposed to sound levels above the applicable guideline value. However, one (1) school was exposed to a sound level above 55 dBA Leq and 70 dBA maximum sound level.

Construction and operational stage

The road section which has been studied starts at the FKA, goes by Forsmark's bruk and continues along road 76 to Hargshamn.

In relation to the null alternative, 12 additional residents will be exposed to noise levels above the applicable guideline value in 2015 if the final repository is constructed. In 2018 the corresponding number of exposed residents is 19. The difference is due to the different intensity in which the construction work proceeds in 2015 compared to 2018.

In relation to the null alternative, 16 additional residents will be exposed to noise levels above the applicable guideline value in 2030 if the final repository is operating.

The number of residents exposed to a maximum sound level above the guideline value, 70 dBA, does not depend on the amount of traffic, but on the distance from the residence to the road. This is why there is no change in the amount of people exposed to maximum sound levels above the guideline value.

The number of schools and/or care premises that are exposed to sound levels above the applicable guideline value is not affected by the increase in traffic.

Noise during the decommissioning stage

Noise that arises during the decommissioning stage has not been studied. The transports that are required during this stage are probably in the same magnitude as those during the construction stage.

Environment medical assessment

An environmental medical assessment has been carried out by Gösta Bluhm, Karolinska Institutet and can be found in appendix 2.

The conclusion is that the construction stage of the final repository and possibly the encapsulation plant should not cause serious health issues. Road traffic noise is already a problem and the annoyance might increase, especially during the construction stage.

The risk of sleeping problems already exists in the null alternative and will probably not increase. The risk for cardiovascular diseases is assessed to be negligible.

Innehåll

1	Introduktion	11
1.1	Beskrivning av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle	11
2	Syfte och mål	15
2.1	Avgränsningar	15
2.1.1	Geografisk avgränsning	15
2.1.2	Sakmässig avgränsning	15
3	Bakgrund	17
3.1	Vad är buller?	17
3.1.1	Lågfrekvent buller	18
3.1.2	Ekvivalent ljudnivå	19
3.1.3	Maximal ljudnivå	19
3.2	Riktvärden	20
3.2.1	Riktvärden för vägtrafikbuller	20
3.2.2	Riktvärden för byggverksamhet	20
3.2.3	Riktvärden för industriverksamhet	21
3.2.4	Riktvärden för lågfrekvent ljud	22
4	Metod och genomförande	23
5	Buller i nuläget	27
5.1	Beräknade bullernivåer exklusive transporter	27
5.2	Beräkningar av vägtrafikbuller	28
5.3	Mätningar	32
5.3.1	Jämförelse, mätning – beräkning	34
6	Buller från slutförvarsanläggningen	35
6.1	Slutförvarsanläggning exklusive transporter	35
6.1.1	Byggnation	35
6.1.2	Drift	37
6.1.3	Avveckling	43
6.2	Transporter	43
6.2.1	Byggnation – år 2018	45
6.2.2	Drift	60
6.2.3	Avveckling	60
6.3	Antalet boende exponerade för vägtrafikbuller	60
7	Buller efter utbyggnad av slutförvarsanläggningen	63
7.1	Anläggningen exklusive transporter	63
7.2	Transporter	64
8	Platsspecifik bedömning	65
9	Referenslista	69
	Bilaga 1	71
	Bilaga 2	77

1 Introduktion

För placeringen av slutförvaret med tillhörande slutförvarsanläggning utreds två alternativa platser: Söderviken i Forsmark och Laxemar i Oskarshamns kommun. Inkapslingsanläggningen avses att placeras invid Clab i Oskarshamn. En placering av inkapslingsanläggningen inom FKA:s område studeras som alternativ men detta kan endast bli aktuellt om också slutförvaret placeras i Forsmark.

I den här rapporten redovisas buller som uppstår under byggnation och drift samt från transporter till och från en slutförvarsanläggning och en inkapslingsanläggning i Forsmark, se Figur 1-1. Buller under byggnation och drift av inkapslingsanläggningen placerad inom FKA:s område redovisas i bilaga 1. Clab behandlas inte i detta dokument.

Inverkan av vibrationer och stomljud orsakade av verksamheten under byggnation och drift av slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggning beskrivs i separat rapport och analyseras inte närmare här.

Byggtiden för att anlägga en *slutförvarsanläggning* för använt kärnbränsle beräknas till omkring sju år och byggstarten planeras till 2013. Under byggskedet ökar antalet transporter (både inom anläggningen och till och från anläggningen) vilket bidrar till ökat buller. Anläggningsarbeten med tillhörande verksamhet ger också ökat buller. Typen av verksamhet som pågår och mängden transporter kommer att variera under byggnationen.

I beräkningarna har man studerat två separata år under byggtiden, år 2015 och år 2018. Under 2015 är man i början av bygget och år 2018 är arbetet som mest intensivt. De två åren jämförs sedan med ett så kallat nollalternativ. Med nollalternativ menas de förhållanden som råder vid den aktuella tidpunkten om den tänkta verksamheten (till exempel slutförvarsanläggningen) inte byggs.

Omkring 2020 beräknas slutförvarsanläggningen kunna tas i drift. Driftskedet pågår från omkring 2020 till 2070 och verksamheten kommer att se ungefär likadan ut under hela skedet. Beräkningarna för driftskedet är gjorda för år 2030, det vill säga en bit in i driftskedet. Avvecklingen av anläggningen inleds 2070 och beräknas vara klar 2085.

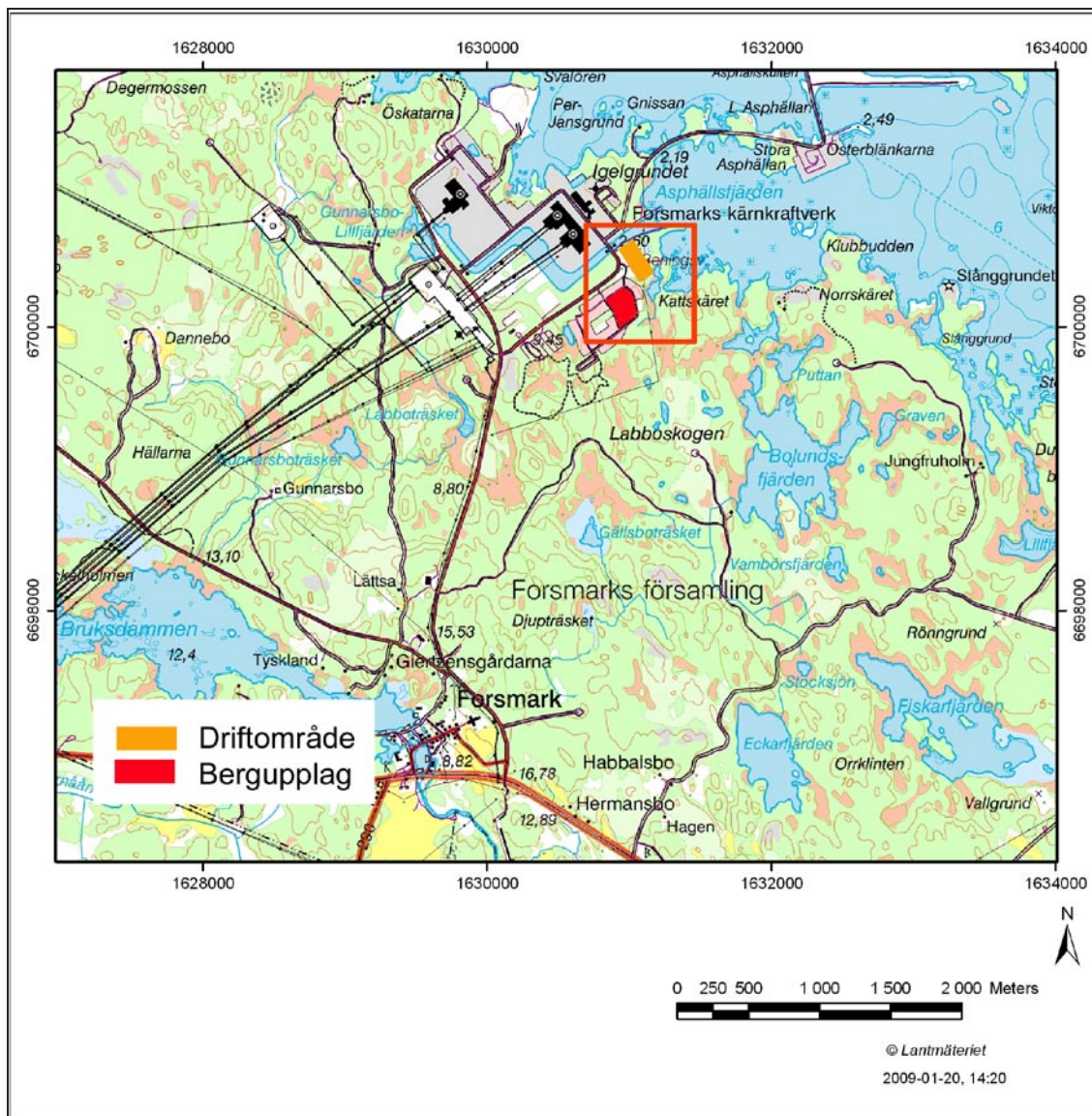
Förutsättningarna för slutförvarsanläggningen är hämtade från SKB:s preliminära anläggningsbeskrivning, R-08-xx /1/.

1.1 Beskrivning av slutförvarsanläggning för använt kärnbränsle

Slutförvarsanläggningen med driftområde och bergupplag planeras i anslutning till befintliga korttidsbostäder, se Figur 1-2.

Slutförvarsanläggningen kommer att bestå av en ovanmarksdel och en undermarksdel. Ovan mark finns förutom kontors- och personalutrymmen ett antal byggnader för tekniska funktioner såsom ventilation, hissar, elkraft, tillverkning av buffert och återfyllning samt förråd och verkstad. Ett skipschakt (berghisschakt), ett tilluftsschakt, ett frånluftsschakt och ett hisschakt samt en ramp kommer att förbinda driftområdet med undermarksdelen. Ytterligare cirka två ventilationsschakt kommer att krävas utanför driftområdet.

Undermarksdelens deponeringstunnlar kommer att ligga på ungefär 450–500 meters djup. Utbyggnaden av slutförvarsanläggningen planeras att starta 2013 och beräknas pågå i cirka 7 år. Under byggskedet kommer omkring 1 miljon kubikmeter löst berg att frigöras. Då spränger

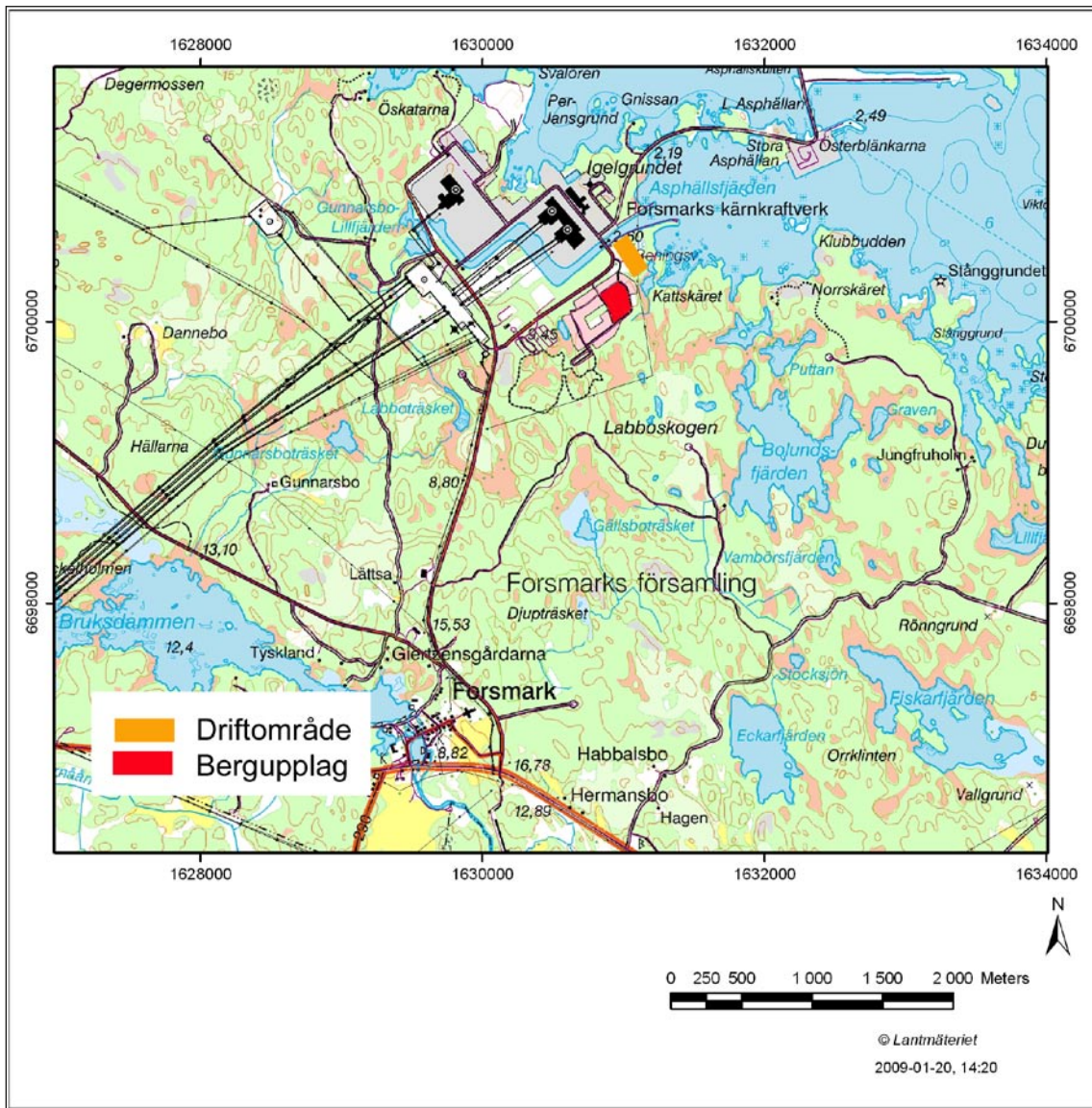


Figur 1-1. Bullrande verksamhet under byggnation av slutförvarsanläggningen antas ligga inom streckmarkerat område (rött).

man ut och inreder rampen, centralområdet och en mindre del av försvarsområdet. Endast en mindre del av bergmassorna som uppstår kommer att behöva användas för utfyllnad, vägar och underbyggnad av vägbanor i tunnlar. Resterande mängd bergmassor som frigörs under byggnationen kan avyttras.

Driften beräknas starta 2020 och pågår sedan i omkring 45–50 år. Under driftskedet ska deponering av kapslar och fyllning av deponeringstunnlar ske parallellt med fortsatt utbyggnad. Mängden bergmassor som tas ut i detta skede beräknas uppgå till cirka 3 miljoner kubikmeter i löst mått. Hela ytan som krävs för hantering och mellanlagring av bergmassor uppskattas att som mest uppgå till cirka 10 hektar.

Transporter av bergkross kommer att ske med skip (berghiss) till ytan och vidare till bergupplaget via transportband eller med fordon. Transporter till och från anläggningen kan ske med båt eller lastbil. Antalet personer som kommer att arbeta på plats under senare delen av byggskedet är 400–600. Under driftskedet kommer personalen att uppgå till cirka 220 personer. Av dessa beräknas cirka 125 personer arbeta under mark. 20 000 besökare förväntas komma till anläggningen varje år.



Figur 1-2. Översiktskarta med slutförvarsanläggningens tänkta driftområde och bergupplag markerade.

2 Syfte och mål

Rapporten syftar till att redovisa buller som genereras under byggnation och drift samt från trafik om slutförvaret med tillhörande slutförvarsanläggning och inkapslingsanläggningen placeras i Forsmark. Redovisningen är uppdelad i två delar där den första delen enbart behandlar slutförvarsanläggningen och den andra delen slutförvarsanläggningen tillsammans med befintlig verksamhet, se kapitel 6 respektive kapitel 7. Alternativet att inkapslingsanläggningen förläggs till FKA:s område behandlas i bilaga 1.

Målsättningen är att buller under byggnation och driftskede inte ska överskrida Naturvårdsverkets anvisningar. Detta innebär att riktvärden angivna i följande riktlinjer ska uppfyllas:

- *Riktvärden i enlighet med Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2004:15 /2/ – buller under byggskedet.*
- *Riktvärden i enlighet med Naturvårdsverkets Råd och riktlinjer för externt industribuller, RR 1978:5 /3/ – buller under driftskedet.*
- *Riktvärden enligt regeringens proposition 1996/97:53 /4/ – buller från vägtrafik.*

2.1 Avgränsningar

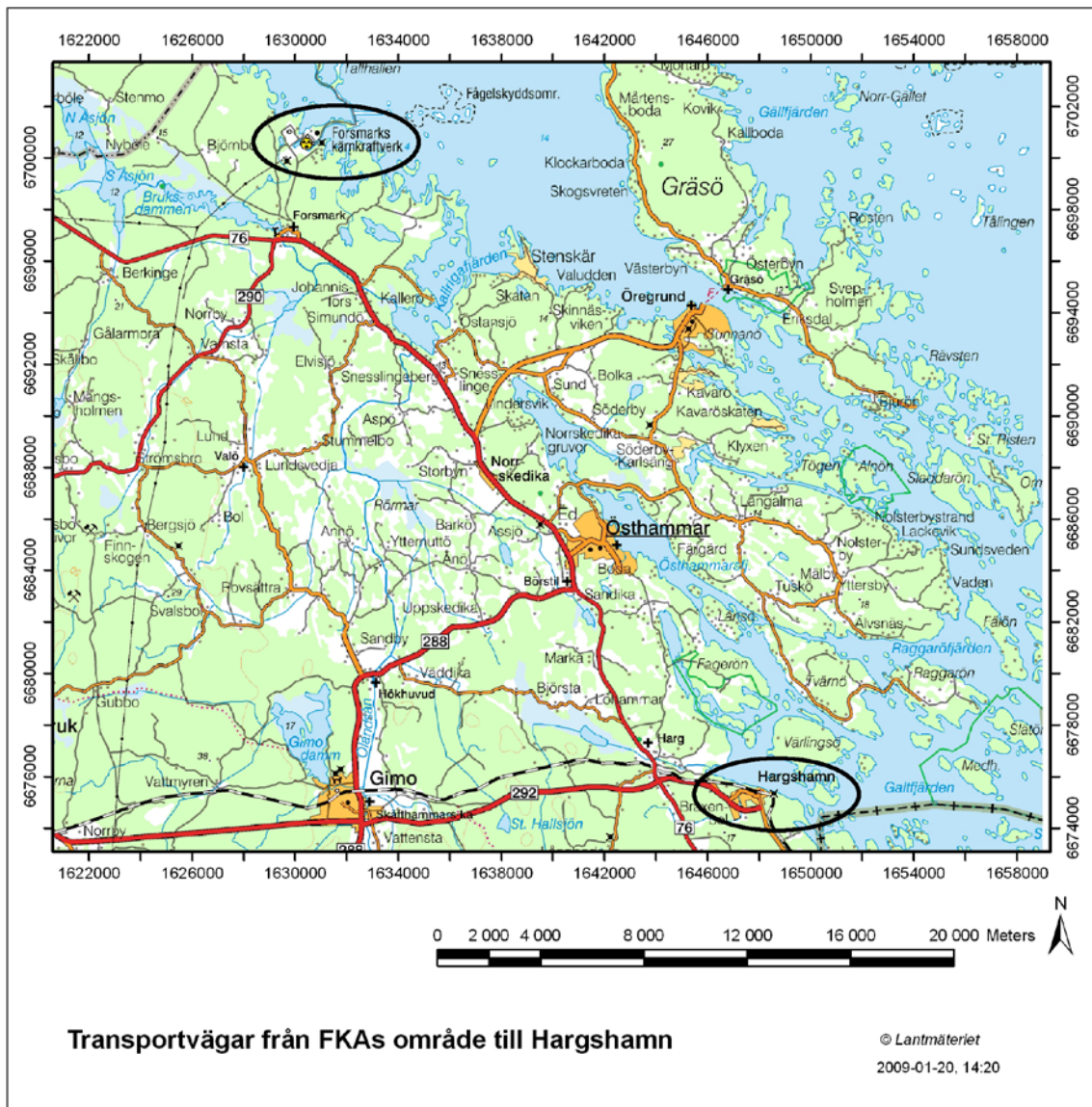
2.1.1 Geografisk avgränsning

I den här rapporten studeras buller från områden runt slutförvarsanläggningen samt längs väg 76 till Hargshamn. De trafikflöden som SKB:s verksamhet genererar har hämtats från *SKB-rapport R-08-49 – Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. /5/*

All trafik från slutförvarsanläggningen väljer enligt /5/ att köra söderut på väg 76 från Forsmark för att sedan fördelas ut på vägnätet, se översiktskarta i Figur 2-1. Vid väg 76 i Börstil antas en liten del av trafiken välja väg 288 mot Uppsala. Bullernivåerna längs väg 288 har inte beräknats eftersom den trafik som skulle tillkomma på grund av slutförvarsanläggningen är så liten i förhållande till den befintliga trafiken att den totala ljudnivån inte kommer att påverkas.

2.1.2 Sakmässig avgränsning

Buller och vibrationer från sprängning redovisas inte. Vidare antas att antalet boende och bostädernas placering inte ändras märkbart under den tid som beaktas, det vill säga fram till år 2070. Under en så lång tidsperiod kan man förvänta sig att förändringar kommer att ske både vad gäller boendesiffror och vilka fordon som används. Eftersom det inte är känt hur sådana förändringar kommer att se ut har de inte tagits med i beräkningarna.



Figur 2-1. Transportvägar från FKA:s område till Hargshamn.

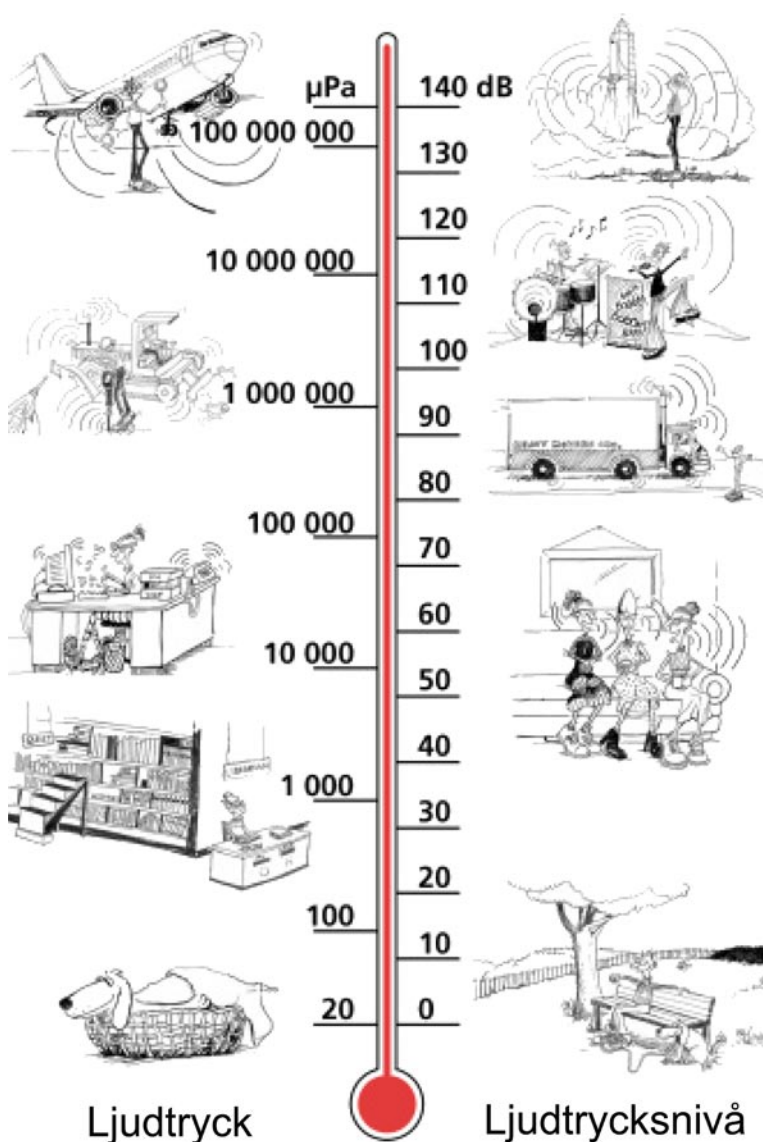
3 Bakgrund

3.1 Vad är buller?

Buller definieras som icke önskvärt ljud. Detta innebär således att upplevelsen av ljudet har avgörande betydelse för om det uppfattas som buller eller inte. Stora variationer förekommer mellan vilka ljud som en person uppfattar som buller men till exempel ljud från vägtrafik uppfattas av de allra flesta som buller.

Exempel på ljudnivåer i olika miljöer redovisas i Figur 3-1.

De ljud vi hör i utomhusmiljöer är sammansatta av en massa olika frekvenser och sammansättningen påverkar hur vi uppfattar ljuden. Ett ljud kan till exempel verka vasst eller dovt beroende på om det innehåller en stor andel högfrekvent ljud respektive en stor andel lågfrekvent ljud.



Figur 3-1. Exempel på olika ljudnivåer.

3.1.1 Lågfrekvent buller

Ljudnivå anges ofta i *dBA* där A står för att man filterat ljudet så att det motsvarar hur människor uppfattar "normalt" samhällsbuller. A-filtret innebär att man dämpar ljud från de låga frekvenserna som vi har svårare att uppfatta. Under senare tid har kunskapen om ljud och störning ökat vilket bl a medfört att medvetenheten om störningar från lågfrekvent ljud ökat. Om buller är dominant i frekvensområdet under 200 Hz uppfattas det som lågfrekvent ljud och kan upplevas som mer störande än "normalt" buller.

Ljud som innehåller en stor andel lågfrekvent ljud kan anges i exempelvis *dB(C)* istället för *dBA*. C-filtret skiljer sig från A-filtret framförallt genom att det endast marginellt dämpar de låga frekvenserna. Lågfrekvent ljud dämpas mycket sämre än högfrekvent ljud och frekvensinnehållet har därför betydelse för ljudnivån inomhus.

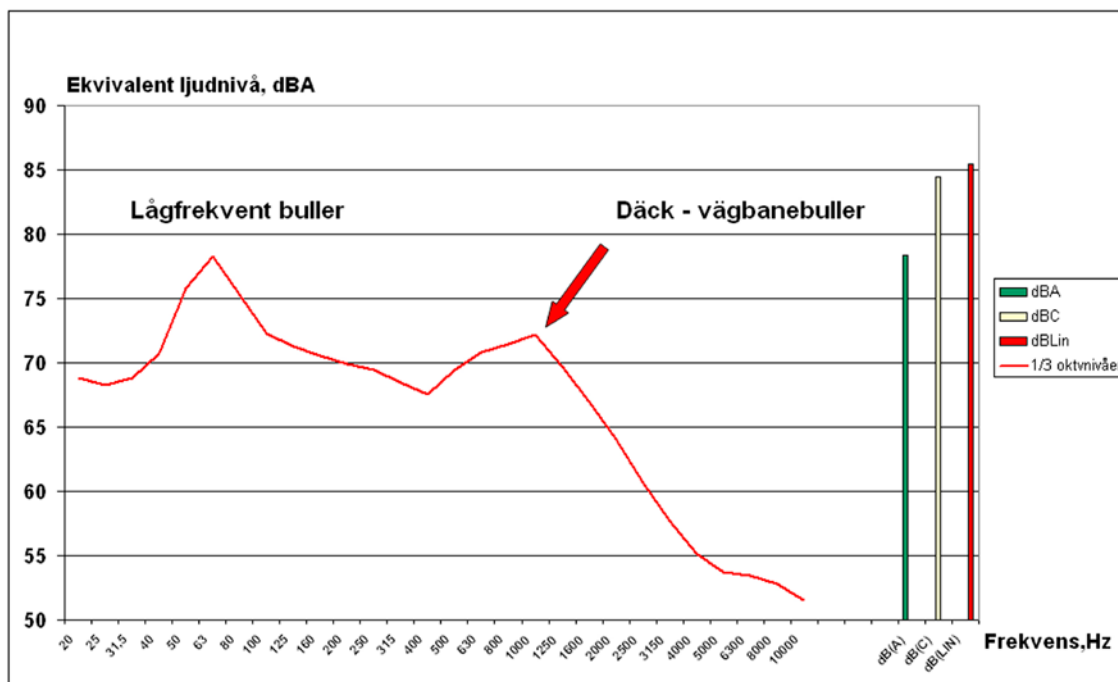
I dag finns inga riktvärden för lågfrekvent buller i utomhusmiljön. Om skillnaden mellan ljud angivet som *dB(C)*–*dBA* > 10–15 kan ljudet upplevas som mer störande än vad *dBA*-nivån indikerar. Om exempelvis ett riktvärde på 40 *dBA* uppfylls och det lågfrekventa ljudet samtidigt överskrider 50–55 *dB(C)* kan det därför upplevas som mer störande än vad man kan förvänta sig av *dBA*-nivån.

Ljudkällor som ofta genererar buller med stor andel lågfrekvent ljud är exempelvis lastbilar, fartyg och bergkrossar.

I Figur 3-2 visas ett exempel på lågfrekvent buller längs en trafikerad väg.

Vägtrafikbullret är sammansatt av bidrag från motorbuller i frekvensområdet kring 63 Hz samt av buller genererat av kontakten mellan däck och vägbana kring 1 000 Hz.

Eftersom fasader isolerar lågfrekvent ljud sämre än högfrekvent så ökar den lågfrekventa andelen hos ljudet när det passerar genom väggen. Det kan leda till att ljudet är mer störande inomhus än utomhus. Andelen lågfrekvent ljud ökar också på större avstånd från vägen på grund av att marken och atmosfären dämpar de höga frekvenserna mer.



Figur 3-2. Exempel på lågfrekvent buller från vägtrafik.

3.1.2 Ekvivalent ljudnivå

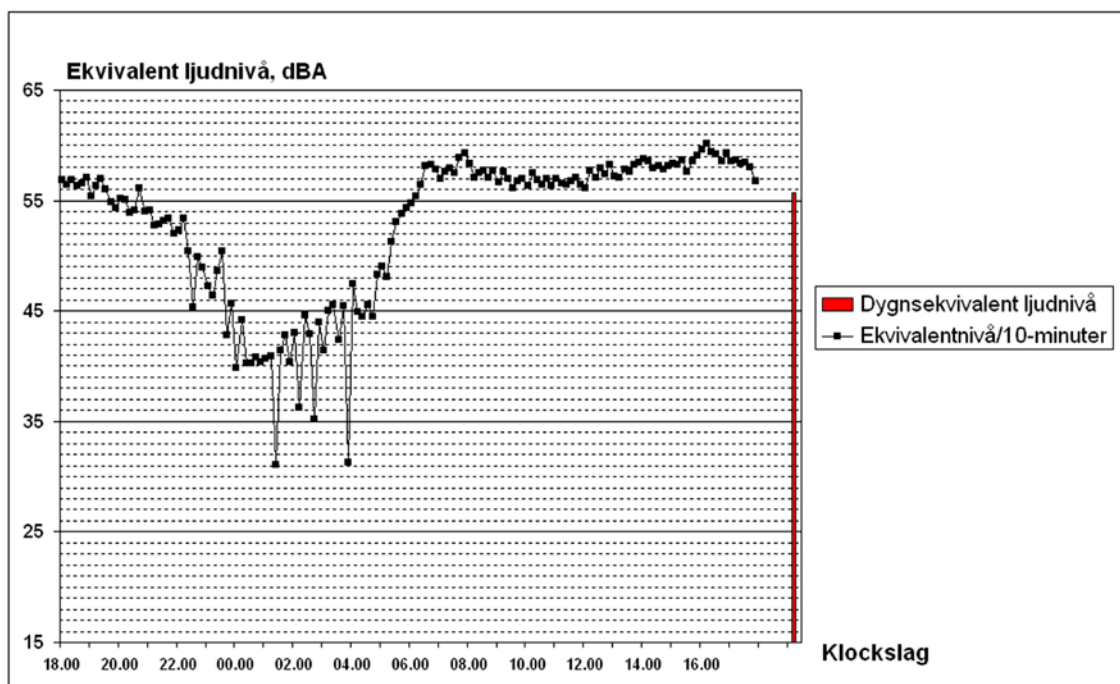
Ekvivalentnivån är ett medelvärde av ljudnivån över en bestämd tidsperiod, exempelvis ett dygn. Ljudnivån längs en trafikerad väg varierar under dygnet på grund av att trafiken är olika intensiv under olika tider. Medelvärdet (ekvivalentnivån) blir därför beroende av under hur lång tidsperiod som ljudet mäts. I Figur 3-3 visas ett exempel från mätningar i anslutning till bostad intill en väg. Figuren visar dels ekvivalentnivåns variation för 10-minutersperioder dels medelvärdet för hela dygnet (dygnsekvivalent ljudnivå).

I Figur 3-3 ligger den dygnsekvivalenta ljudnivån strax under 55 dBA vilket är det riktvärde som gäller för vägtrafikbuller, se kapitel 3.2. Under dagperioden är den ekvivalenta ljudnivån 2–3 dBA högre än den dygnsekvivalenta, se timmarna 07:00–18:00 i Figur 3-3. Under kortare perioder på natten är ekvivalentnivån istället mer än 10 dBA lägre än den dygnsekvivalenta ljudnivån. Trots att ljudnivån överskrider 55 dBA under en stor del av dygnet så klarar man riktvärdet på grund av att riktvärdet 55 dBA gäller för den dygnsekvivalenta ljudnivån.

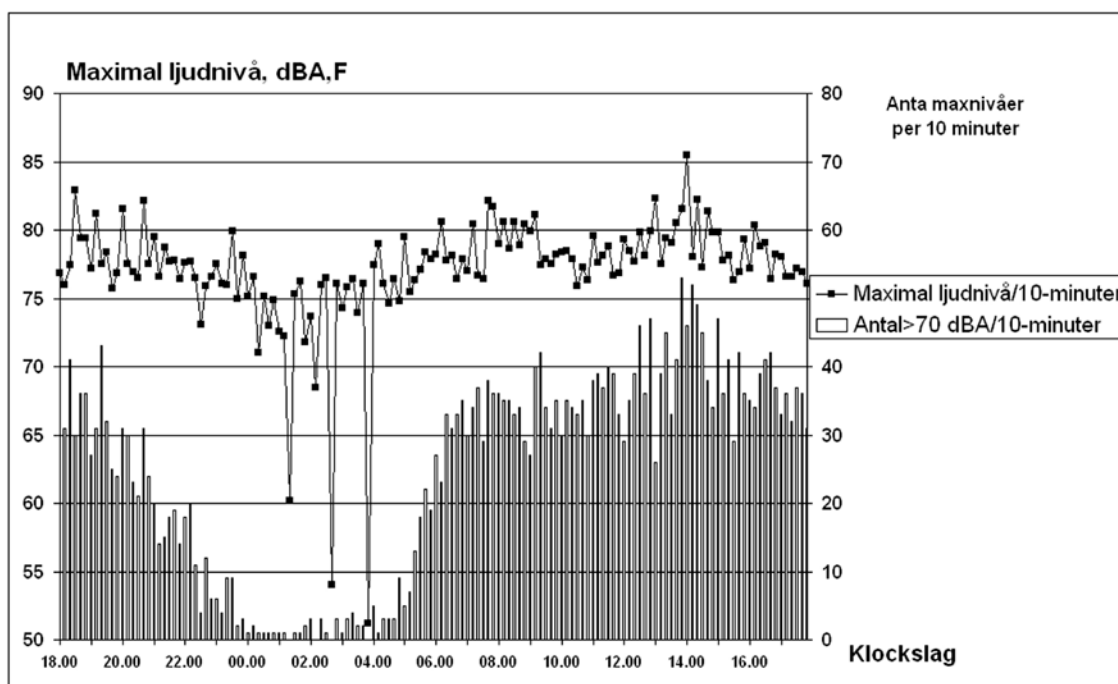
3.1.3 Maximal ljudnivå

Den maximala ljudnivån är den högsta ljudnivå som registreras under till exempel en fordonspassage. Lastbilar orsakar vanligtvis en högre maximal ljudnivå än bilar. Om lastbilar förekommer under hela dygnet kommer den maximala ljudnivån variera mindre än ekvivalentnivån gör. Det som varierar är istället antalet maxhändelser, det vill säga antalet lastbilar som passerar under en viss tidsperiod. I Figur 3-4 redovisas mätningar av maximal ljudnivå i anslutning till bostadshus samt antalet händelser över 70 dBA under varje tiominutersperiod. 70 dBA gäller vanligtvis som riktvärde, se kapitel 3.2.

Av exemplet i Figur 3-4 framgår dels att den maximala ljudnivån varierar mindre än den ekvivalenta ljudnivån dels att antalet händelser under nattperioden är begränsat. Först i samband med morgontrafiken ökar antalet maximalnivåer som överskrider 70 dBA och då ökar även ekvivalentnivån.



Figur 3-3. Exempel på uppmätt ekvivalent ljudnivå i anslutning till bostad.



Figur 3-4. Exempel på uppmätt maximal ljudnivå samt antal tillfällen över 70 dBA.

3.2 Riktvärden

3.2.1 Riktvärden för vägtrafikbuller

Regeringen har i proposition 1996/97:53 /4/ angett riktvärden för vägtrafikbuller. Riktvärdena avser dygnsekvivalent respektive maximal ljudnivå utomhus och inomhus. I Tabell 3-1 redovisas en sammanställning av riktvärden för vägtrafikbuller.

3.2.2 Riktvärden för byggverksamhet

Riktvärden som gäller under byggnation och uppförande av anläggningar redovisas av Naturvårdsverket i NFS 2004:15 /2/. Riktvärdena avser ekvivalent respektive maximal ljudnivå under olika tidsperioder på dygnet. I Tabell 3-2 redovisas en sammanställning av dessa riktvärden.

Tabell 3-1. Riktvärden för vägtrafik enligt prop. 1996/97:53 /4/.

Utrymme	Vägtrafik
Inomhus	
– ekvivalent ljudnivå	30 dBA
– maximal ljudnivå (kl 22–06)	45 dBA
Utomhus (frifältsvärde)	
– vid fasad	55 dBA dygnsekvivalentnivå
– på uteplats	70 dBA maximalnivå

Tabell 3-2. Sammanställning av riktvärden för byggverksamhet enligt Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser /2/.

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	–	–	–	–	–

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

3.2.3 Riktvärden för industriverksamhet

Drifttiden vid slutförvarsanläggningen och inkapslingsanläggningen utgör en form av industriverksamhet där riktvärden för buller gäller i enlighet med Naturvårdsverkets allmänna råd RR 1978:5 rev 1983 /3/. Riktvärdena avser ekvivalent respektive maximal ljudnivå under olika tidsperioder på dygnet. I Tabell 3-3 redovisas riktvärden för industribuller.

För en och samma verksamhet som ger konstant buller gäller alltså olika riktvärden för dag-, kvälls- och nattperioden. Detta medför att riktvärdet kan uppfyllas under dag- och kvällsperioden men överskridas under nattperioden inom samma område. Figur 3-5 visar ett exempel från en industri i drift där riktvärden enligt RR 1978:5 /3/ gäller. Färgfälten visar ljudnivån i steg om 5 dBA och gränsen mellan grönt och gult går vid gällande riktvärde. De två bilderna visar samma verksamhet men med riktvärde för dagperioden i den vänstra bilden och nattperioden i den högra bilden.

I exemplet ligger ett bostadsområde norr om industrin som under dagperioden får en ljudnivå som är lägre än riktvärdet medan under nattperioden överskrids riktvärdet utan att verksamheten har förändrats. Bullerreducerande åtgärder skulle krävas för att klara riktvärdet för nattperioden.

Tabell 3-3. Sammanställning av riktvärden enligt RR 1978:5 /3/.

Period	Bostadsområde	Fritidsområde
Ekvivalent ljudnivå		
– dag (kl 07–18)	50 dBA	40 dBA
– kväll (kl 18–22)	45 dBA	35 dBA
– natt (kl 22–07)	40 dBA	35 dBA
Momentan ljudnivå		
– natt (kl 22–07)	55 dBA	50 dBA



Figur 3-5. Jämförelseexempel där samma verksamhet redovisas med riktvärde för dagperioden (50 dBA) i den vänstra bilden och för nattperioden (40 dBA) i den högra.

3.2.4 Riktvärden för lågfrekvent ljud

För bedömning av lågfrekvent buller som kan uppkomma från trafik, krossanläggning mm finns vägledning i Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus och höga ljudnivåer (SOSFS 2005:6) /6/. Socialstyrelsens råd tillämpas i bostäder, men även i lokaler för undervisning, vård eller annat omhändertagande. För bedömning av lågfrekvent buller *inomhus* under hela dygnet anges riktvärden för ekvivalent ljudnivå i tersbandsnivåer 31,5–200 Hz enligt Tabell 3-4. Riktvärdet innebär att inomhusnivån, orsakad av yttre störningar, inte ska överskrida angiven nivå i något tersband.

Tabell 3-4. Riktvärden för lågfrekvent ljud inomhus enligt SOSFS 2005:6 /6/.

Tersband, Hz	Ekvivalent ljudnivå, dB
31,5	56
40	49
50	43
63	41,5
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

4 Metod och genomförande

I rapporten redovisas ljudnivåer i området runt FKA. Redovisningen görs dels för nuläget dels för framtida förhållanden. Redovisningen av framtida ljudnivåer gäller för byggnation och drift av slutförvar och inkapslingsanläggning.

För att fastställa ljudnivåerna för nuläget har en kombination av mätningar och beräkningar genomförts.

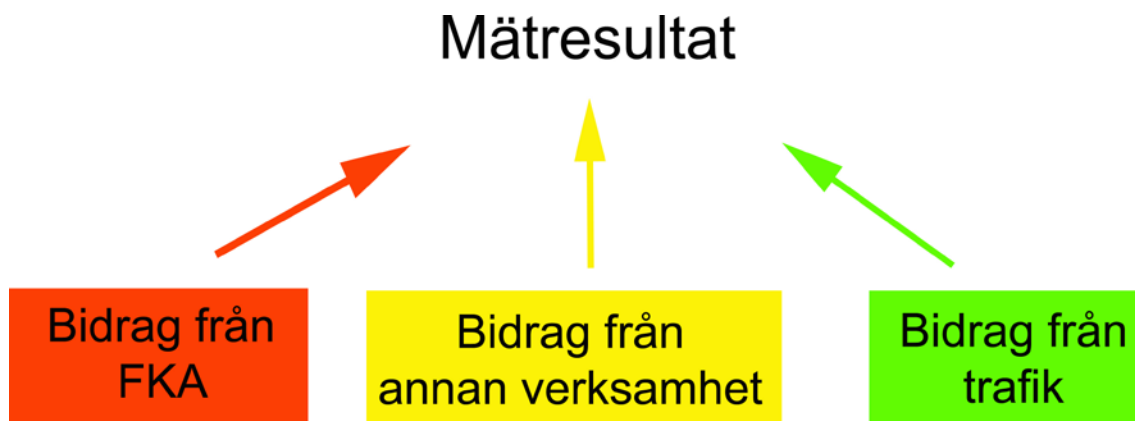
Två olika typer av mätningar har genomförts, mätningar nära källan och mätningar på ett större avstånd från FKA. Mätningar på nära håll inne på FKA:s område har utförts för att få indata till beräkningarna, se Figur 4-1.

Mätningar som utförts på ett större avstånd syftar till att ge kunskap om hur det låter i omgivningarna i dag utan slutförvar och inkapslingsanläggning. De senare mätningarna inkluderar ljud från mer än bara FKA. I Figur 4-2 illustreras vilka ljudkällor som finns med i mätresultatet när man mäter på ett större avstånd ifrån FKA.

Resultat från mätningarna inne på området har använts för att beräkna hur ljudet sprider sig från FKA. Metoden gör att man får ett resultat som bara beror av den verksamhet man är intresserad av utan inverkan från kringliggande verksamhet, trafikbuller mm. För att beräkna ljudnivåer från den framtida verksamheten har indata använts från utrustning och anläggning som antas motsvara det som kommer att användas.



Figur 4-1. Mätning nära en källa, i detta fall ett fläktutblås.



Figur 4-2. Illustration av sammansättningen av ljudet vid mätning långt ifrån FKA.

Beräkningar har även utförts för att fastställa ljudnivån från trafik till och från FKA i nuläget och i framtiden. Indata till dessa beräkningar utgår ifrån trafikflöde, hastighet och andel tung trafik som har hämtats från Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden, Vägverkets rapport 2006:127 /7/ samt uppgifter om tillkommande trafik under byggskedet.

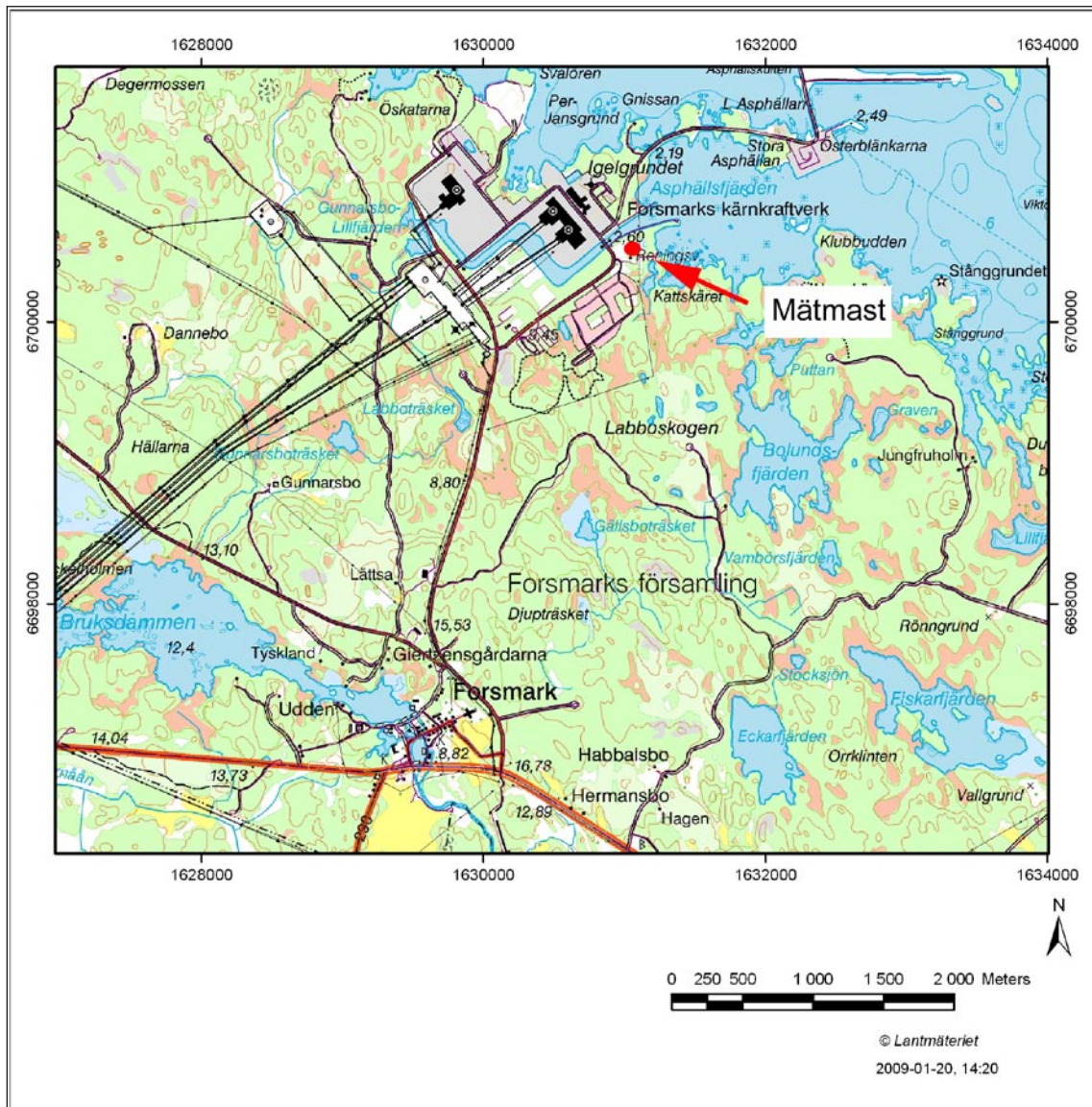
Beräkningarna har genomförts enligt Nordisk beräkningsmodell för industribuller respektive vägtrafikbuller. I enlighet med beräkningsmodellerna har markens akustiska egenskaper indelats i hård (reflekterande) och mjuk (absorberande) mark. Hård mark utgörs av i första hand vattenytor men även hårdgjorda ytor i anslutning till kärnkraftblocken. Modellerna finns beskrivna i Environmental noise from industrial plants. General prediction method, Delta akustik, rapport nr 32 /8/ respektive Nordisk beräkningsmodell för vägtrafikbuller rev 1996, Naturvårdsverket, rapport nr 4653 /9/.

Samtidigt som ljudmätningarna genomfördes noterades även meteorologiska mätdata av SMHI. Dessa data hämtades in från den mast som finns uppställd i anslutning till FKA för kontinuerlig registrering av vindhastighet och vindriktning, se Figur 4-3.

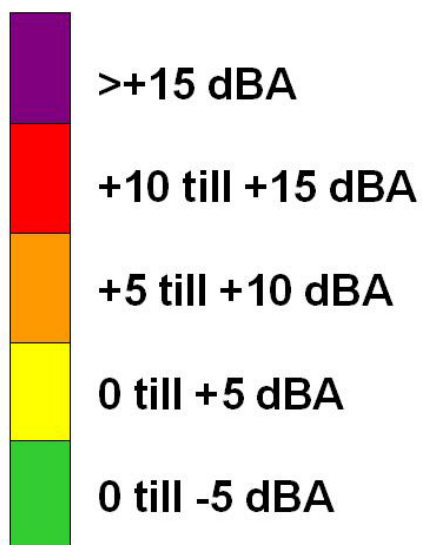
Beräkningsresultaten redovisas i färgkartor där gränsen mellan grönt och gult färgfält markerar riktvärdet för respektive verksamhet.

För industribullerverksamhet gäller olika riktvärden för dag-, kvälls- och nattperioden. Exempelvis så är riktvärdet för ekvivalent ljudnivå från industri vid fritidsbebyggelse under nattperioden 35 dBA. För vägtrafikbuller är riktvärdet 55 dBA dygnsekvivalent respektive 70 dBA maximal ljudnivå. Exempel på färgskala redovisas i Figur 4-4.

Antalet boende och fastigheter som exponeras för ljudnivåer i olika intervall har sammanställts med beräkningarna för de olika verksamheterna som underlag. Uppgifter om boende och fastigheter har hämtats från Statistiska Centralbyrån (SCB) och Lantmäteriverket.



Figur 4-3. Meteorologisk mätmast vid FKA.



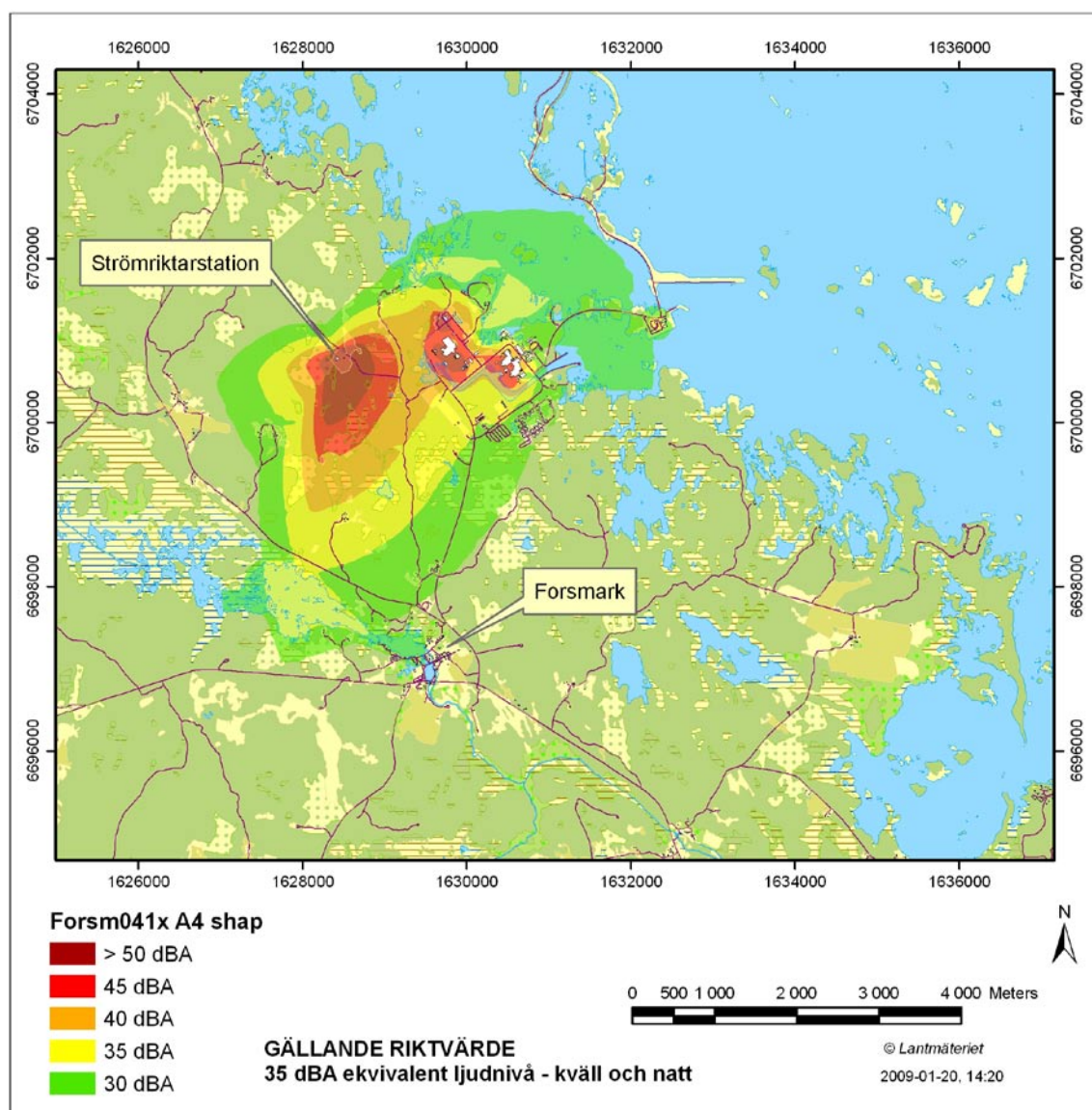
Figur 4-4. Färgskala i dBA.

5 Buller i nuläget

5.1 Beräknade bullernivåer exklusive transporter

Beräkningsresultaten visar ljudutbredningen vid medvind i alla riktningar samtidigt vilket kan betraktas som ett ”värsta fall”. Under kvällar och nätter vid svag vind (< 2 m/s) är sådana förhållanden inte ovanliga. I Figur 5-1 redovisas beräknad ekvivalent ljudnivå i färgfält. Redovisningen avser nattperioden där gräns mellan grönt och gult fält motsvarar 35 dBA vilket är riktvärde för fritids- och rekreationsområde.

Beräkningarna visar att en strömriktarstation belägen cirka 1,5 km väst om FKA är den helt dominerande ljudkällan, se Figur 5-1. Strömriktarstationen genererar ett relativt konstant ljud som gör att ljudnivåerna inom området inte varierar så mycket över dygnet. Ljudnivån har en grundton vid 100 Hz med ett antal övertoner vilket kan medföra att ljudet uppfattas som mer störande. Detta redovisas närmare i kapitel 5.3.



Figur 5-1. Beräknad ekvivalent ljudnivå – nattperioden.

Inga permanentboende exponeras för ljudnivåer över 35 dBA. Närmaste bostad ligger vid Forsmarks bruk.

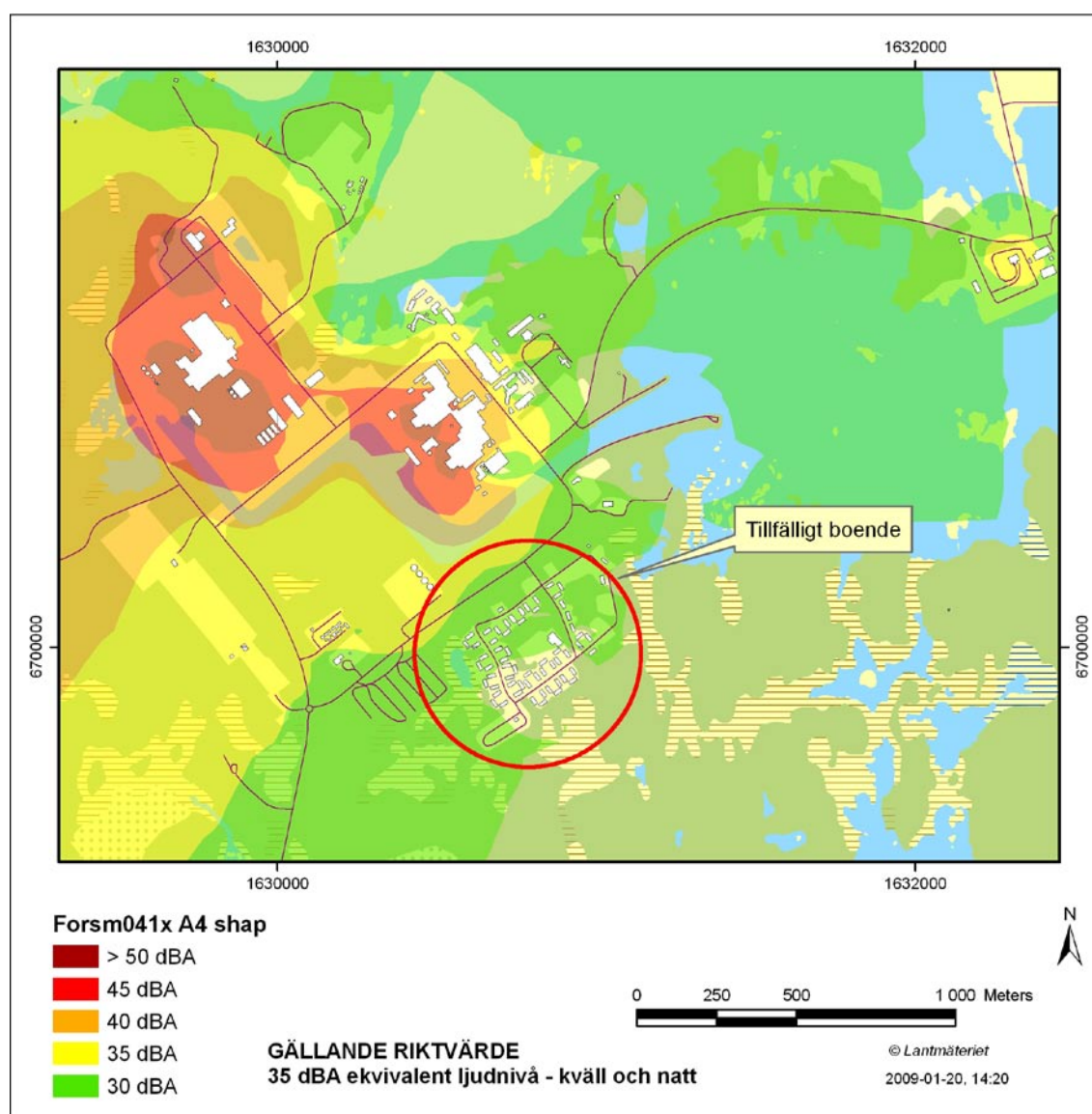
Inom området för tillfälligt boende varierar ljudnivån mellan 30 dBA och 35 dBA, se Figur 5-2 där området för tillfälligt boende är markerat med en röd ring.

5.2 Beräkningar av vägtrafikbuller

Trafiken som går mellan FKA och Forsmarks bruk domineras i dag av personbilstrafik. Det förekommer även bussar och viss tung trafik för leveranser.

Väg 76 mellan Forsmarks bruk och Hargshamn har en förhållandevis hög trafikmängd samtidigt som många bostäder ligger nära vägen. Kring Johannisfors och Norrskedika upplevs buller från vägtrafiken i dag som ett stort problem.

Trafiken på sträckan från FKA till Hargshamn har sammanställts i Tabell 5-1 avseende år 2006, det vill säga nuläget och redovisas i sju olika punkter. Trafikuppgifter har erhållits från transportutredningen från mars 2008. I Figur 5-3 finns de sju positionerna markerade i en översiktskarta.



Figur 5-2. Inom området för tillfälligt boende är ljudnivån 30–35 dBA.

Tabell 5-1. Sammanställning av trafikuppgifter för 2006 längs väg 76, [fordon/årsmedeldygn] resp [km/h].

Position		Nuläge 2006 All trafik inkl transporter till och från FKA
1	Personbilar	450
	Tung trafik	70
	Hastighet	50–70
2	Personbilar	1 650
	Tung trafik	200
	Hastighet	70–90
3	Personbilar	3 500
	Tung trafik	580
	Hastighet	50–90
4	Personbilar	3 030
	Tung trafik	460
	Hastighet	50–90
5	Personbilar	5 020
	Tung trafik	540
	Hastighet	70–90
6	Personbilar	1 210
	Tung trafik	300
	Hastighet	70–90
7	Personbilar	540
	Tung trafik	230
	Hastighet	50–90

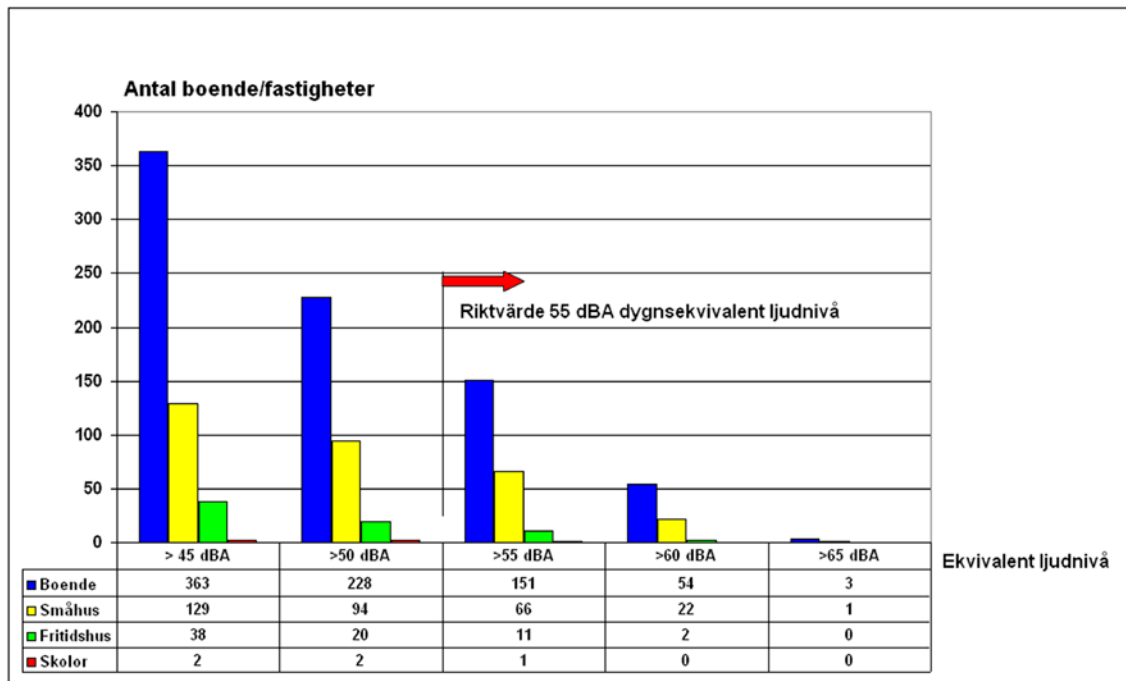


Figur 5-3. Markering av positioner för trafik som anges i Tabell 5-5.

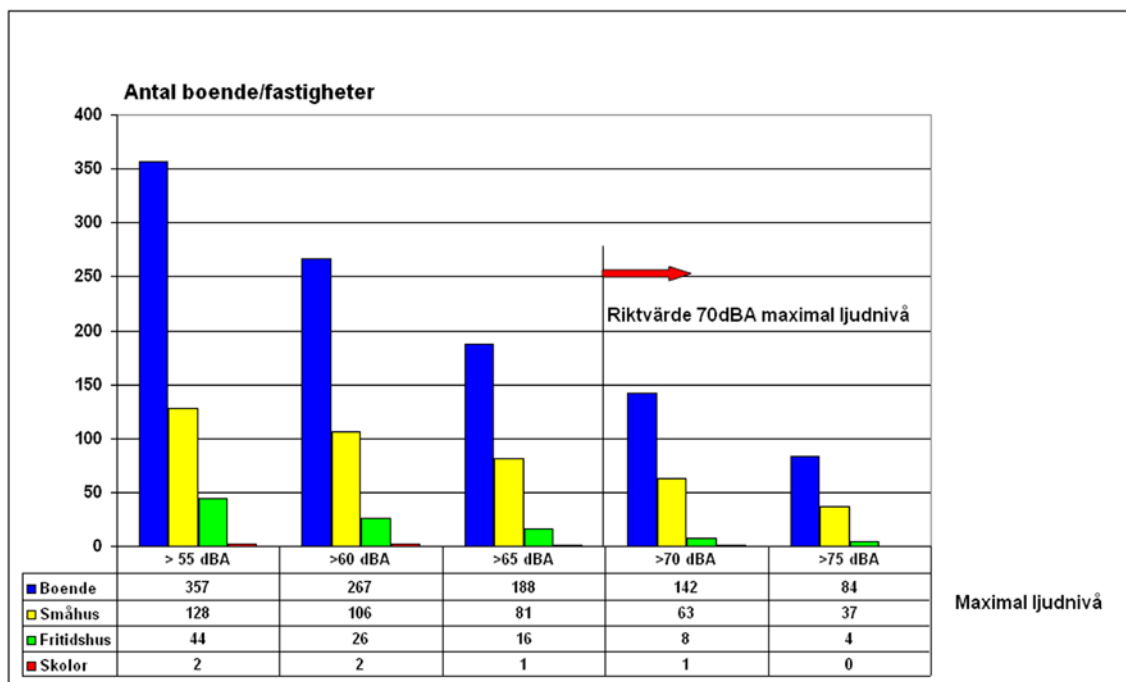
En sammanställning av antalet boende och fastighetstyper, utmed sträckan mellan FKA och Hargshamn, som exponeras för dygnsekvivalent ljudnivå över 45 dBA avseende nuläge 2006 redovisas i Figur 5-4. I Figur 5-5 redovisas antalet boende som exponeras för maximal ljudnivå över 55 dBA. Beräkningarna gäller för den totala trafikmängden det vill säga inklusive allmän trafik som går på väg 76.

Inga vårdlokaler exponeras för ljudnivåer över 45 dBA under något av skedena och de har därför inte inkluderats i redovisningen.

Antalet boende med dygnsekvivalent ljudnivå överstigande 55 dBA i nuläget är alltså ganska högt, här beräknat till 151 stycken. Vägverket har som målsättning att åtgärda boendemiljöer med trafikbuller överstigande 65 dBA längs de allmänna vägarna. Huruvida de 3 boende exponerade för buller över 65 dBA har erbjudits någon form av åtgärd för att reducera bullret är inte känt.



Figur 5-4. Antal boende och fastigheter exponerade för dygnsekvivalent ljudnivå över 45 dBA, avseende nuläge 2006.



Figur 5-5. Antal boende exponerade för maximal ljudnivå över 55 dBA, avseende nuläge 2006.

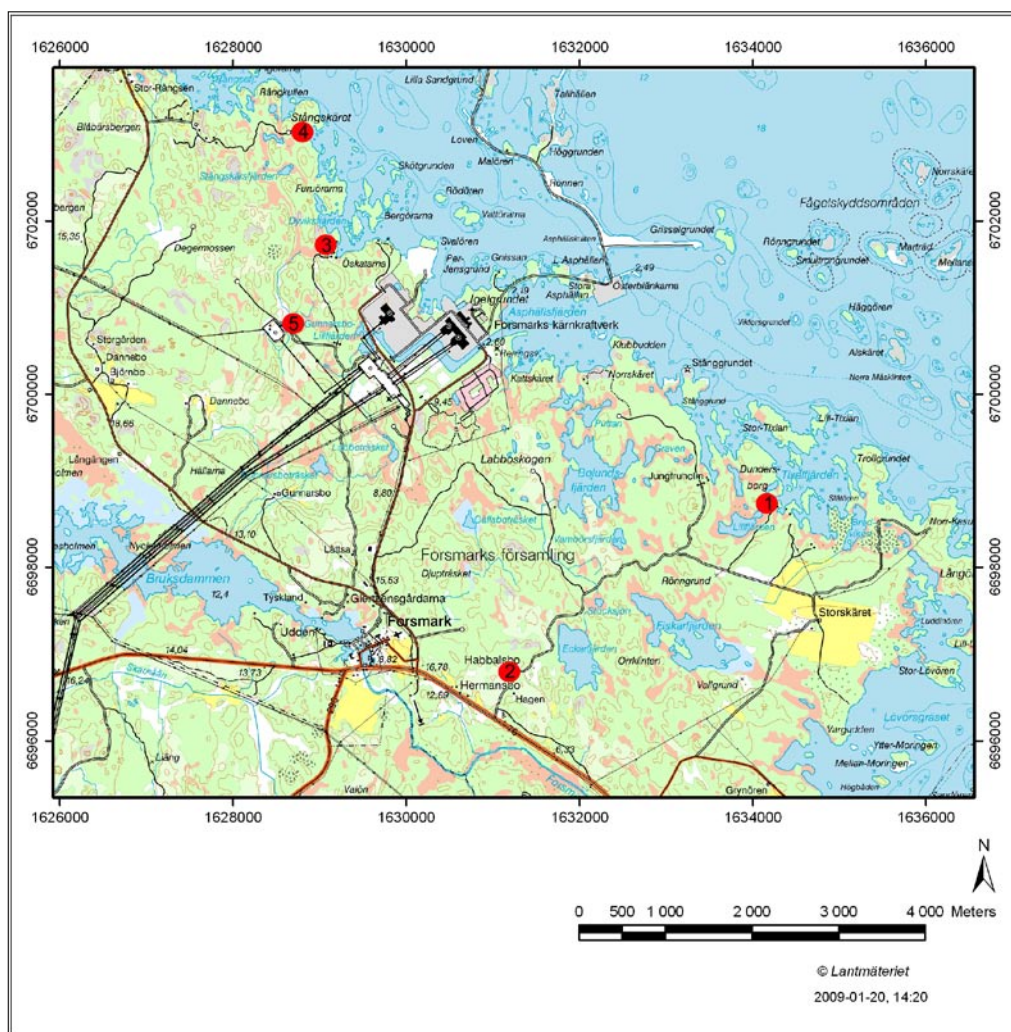
5.3 Mätningar

Mätningar av nuvarande bullerförhållanden i området kring FKA har genomförts vid tre tillfällen under 2004. Mätningarna finns redovisade i sin helhet i SKB rapport P-04-303 /10/. I den här rapporten lämnas endast en översiktlig sammanfattning av mätresultaten. Mätpositionerna har valts utifrån målsättningen att de ska vara representativa för området kring FKA. Mätpunkterna gränsar till kustområden med Kallriga naturreservat i söder. En målsättning har också varit att välja mätpositioner i anslutning till områden där människor normalt vistas utan att detta ska påverka mätresultaten. Mätpositionerna har valts i olika riktningar från FKA för att kunna täcka in olika vindriktningar i förhållande till kraftverket. Mätpositionerna finns markerade på karta i Figur 5-6.

Verksamheten vid FKA pågår kontinuerligt under dygnet. Den variation i ljudnivån som kommer sig av hur stor effekt som plockas ut från FKA bedöms vara försumbar. Det är i första hand fläktar och transformatorer som orsakar det dominerande ljudet. Däremot varierar ljudnivån med effektuttaget vid strömriktarstationen, se Figur 5-7.

Ljudnivån vid strömriktarstationen varierar med 5–10 dBA under normal drift. Under ett avbrott för underhåll i september sjönk ljudnivån markant, se Figur 5-8.

Ljud från strömriktarstationen kan också uppfattas i samtliga mätpositioner på grund av ljudets tonala karaktär med en grundton vid 100 Hz och upprepede övertoner.

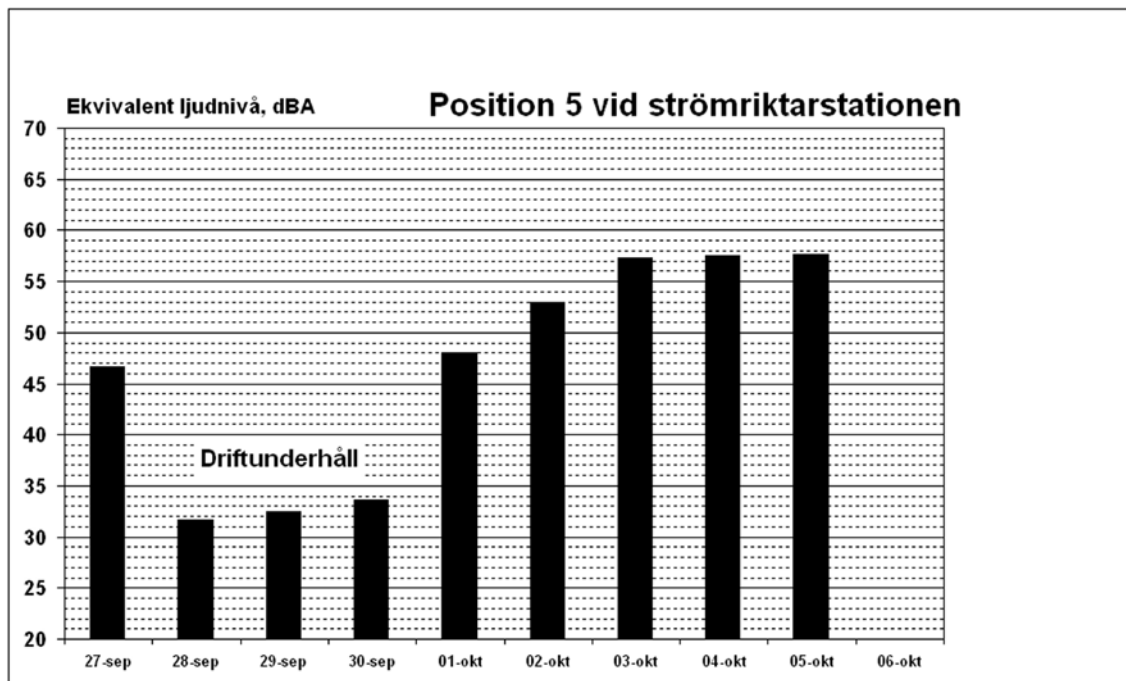


Figur 5-6. Markering av mätpositioner kring FKA. ¹

¹ Ur Terrängkartan © Lantmäteriverket, Gävle 2001. Medgivande M2001/5268 för samtliga kartor i denna rapport.



Figur 5-7. Strömriktarstationen.



Figur 5-8. Ljudnivån vid strömriktarstationen varierar mellan olika dagar.

5.3.1 Jämförelse, mätning – beräkning

Genomförda mätningar visar på stora variationer över tiden i uppmätt ekvivalent ljudnivå, även vid medvindsförhållanden och vindhastigheter under 5 m/s. I Figur 4-2 illustreras hur mätresultaten färgas av flera olika ljudkällor som kan höras på platsen såsom trafik och andra verksamheter. Dessa bidrag är inte konstanta i tiden utan förekommer under kortare perioder och kan därför inte betraktas som bakgrundsnivå och bör heller inte ingå i en ljudnivå som ska vara representativ för platsen.

För att relevant beskriva områdets karaktär avseende ljudnivå från FKA anser vi att bakgrundsnivån angiven som L_{95} -nivå i detta fall är ett mer representativt sätt än ekvivalent ljudnivå. L_{95} -nivån är den ljudnivå som överskrids 95 % av tiden. Vid en jämförelse med beräknade värden från verksamheten visar det sig också stämma bättre med L_{95} -nivån än med ekvivalent ljudnivå, se Tabell 5-2. Uppmätta nivåer avser förhållanden under medvind vilket är jämförbart med de förhållanden som antas i beräkningarna.

Tabell 5-2. Jämförelse beräknade – uppmätta ljudnivåer i dBA.

Mätpunkt	Beräknat i dBA		Mätt i dBA	
	FKA	Vägtrafik	Bakgrund (L_{95})	Ekvivalentnivå
1	<30	<30	<30	43
2	<30	40	<30	42
3	34	<30	33	41
4	<30	<30	32	40
5	55	<30	55	55

6 Buller från slutförvarsanläggningen




Om ett slutförvar förläggs till Forsmark orsakar detta buller under såväl byggnation som drift och avveckling. Slutförvarsanläggningen med driftområde och bergupplag planeras i anslutning till befintliga korttidsbostäder, se Figur 5-2. Bostäderna kommer att flyttas till Igelgrundet öster om FKA i samband med att byggnationen startar.

6.1 Slutförvarsanläggning exklusive transporter

6.1.1 Byggnation

Under byggskedet kommer transporter förekomma inom området och krossning av berg kommer att genomföras i kampanjer. Beräkningar har genomförts för användning av mobil kross och hjullastare inom etableringsområdet. Ljuddata till beräkningarna under byggskedet redovisas i Tabell 6-1 angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC. Med ljudeffekt menas källstyrkan som är oberoende av avstånd till källan. Verksamheten beräknas pågå under dag- och kvällsperioden, viss verksamhet kan förekomma även andra tider, i beräkningarna används de huvudsakliga arbetstiderna som anges i Tabell 6-1. Om det förekommer att en källa är i drift dygnet runt så har det i beräkningarna antagits att så är fallet.

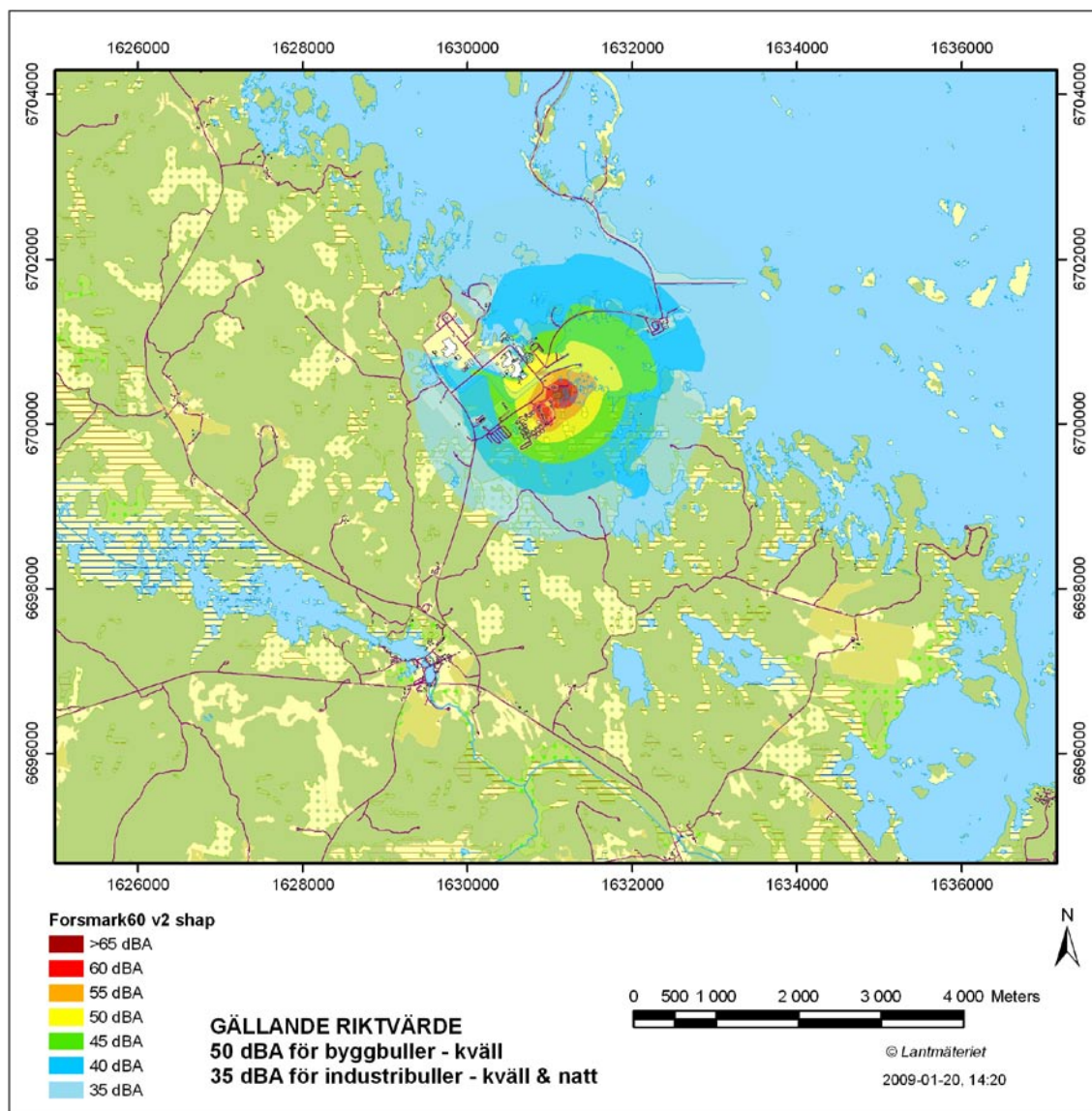
Tabell 6-1. Typiska ljuddata för källor under byggskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC.

Källa	dBA	dBC	Tid
Hjullastare 	103	119	Kan förekomma dygnet runt, hela byggtiden
Mobil kross 	118	127	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela byggtiden
Lastbil 	107	112	Kan förekomma dygnet runt, hela byggtiden

Med hänsyn till att byggverksamheten beräknas pågå under lång tid, cirka 7 år, görs redovisningen med utgångspunkt från bedömningsgrunder för både externt industribuller och byggverksamhet. Beräknad ekvivalent ljudnivå redovisas i Figur 6-1.

Beräkningarna visar att inga bostäder får buller som överstiger 35 dBA vilket gör att riktvärdet för byggverksamhet (50 dBA ekvivalent ljudnivå) klaras med marginal.

Inte heller vid en bedömning av verksamheten som industribuller berörs boende av ekvivalentnivåer över 35 dBA som är riktvärde för fritidsboende. Riksintresse för rörligt friluftsliv finns dock runt om FKA:s område och det kan komma att beröras av ljudnivåer över 35 dBA.



Figur 6-1. Ekvivalent ljudnivå under byggskedet – kvällsperioden.

6.1.2 Drift



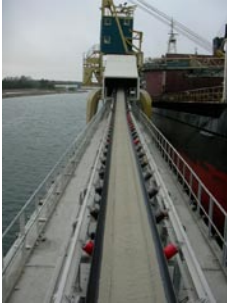


Under driftskedet sker förkrossning av det utsprängda berget under marknivå för att sedan transporteras med berghiss (skip) till markytan. Bergmassorna transporteras sedan vidare på ett inbyggt transportband till bergupplaget. De arbetsmoment som bedöms bullra mest under driftskedet är drift av skipen, användning av tunga fordon inom arbetsområdet samt berghantering inom bergupplaget. Under kampanjer kan mobil kross komma att användas. Vidare så bidrar även ljud från utlopp till evakueringsfläktar som placeras utanför driftområdet, buller från fläktaggregaten bidrar ej då dessa är placerade under mark. De utlopp och fläktaggregat som placeras i fläktbyggnad inom slutförvarsanläggningens driftområde förutsätts ej bidra under förutsättning att utloppen förses med tillräcklig ljuddämpare och att byggnaden är rätt dimensionerad.

Ljuddata till beräkningarna under driftskedet redovisas i Tabell 6-2 angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC. Med ljudeffektnivå menas källstyrkan som är oberoende av avstånd till källan.

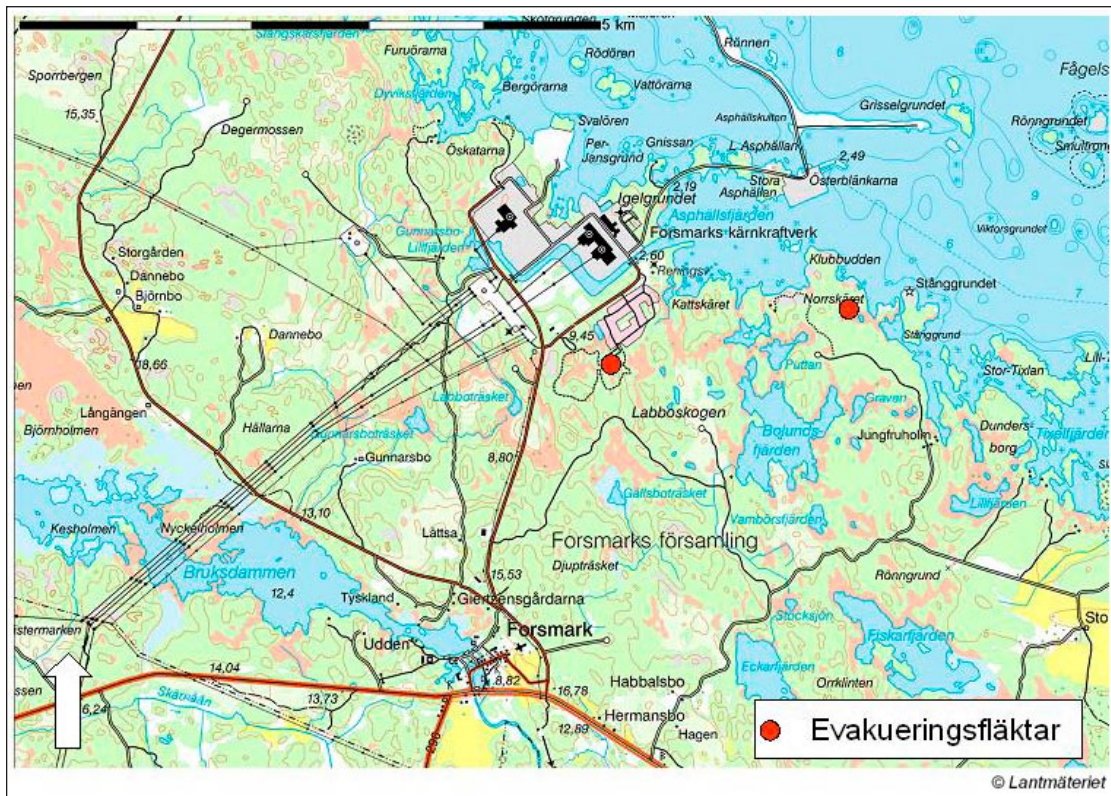
Två preliminära lägen för evakueringsfläktar är aktuella utanför slutförvarets driftområde, se Figur 6-2. Dessa fläktar kommer att förses med effektiva ljuddämpare på utloppet som ligger ovan mark. Fläktarna kommer att vara placerade under marknivå.

Tabell 6-2. Typisk ljuddata för källor under driftskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffekt i dBA respektive dBC.

Källa	dBA	dBC	Tid
Skip	111	114	Kan förekomma dygnet runt, hela drifttiden.
			
Mobil kross	118	127	Kan förekomma huvudsakligen dagtid i kampanjer, hela drifttiden.
			
Berghantering -hjulastare	103	119	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela drifttiden.
			

Källa	dBA	dBC	Tid
–grävmaskin 	98	119	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela drifttiden.
–fallande sten ¹⁾ 	111	112	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela drifttiden.
Transportband – 10 m 	86	97	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela drifttiden.
Fläktar 	87	95	Kan förekomma dygnet runt, hela drifttiden.
Lastbil 	107	112	Kan förekomma huvudsakligen dag- och kvällstid, hela drifttiden.

1) Ljud uppstår när sten lämnar transportbandet och faller ner mot stenuplaget.



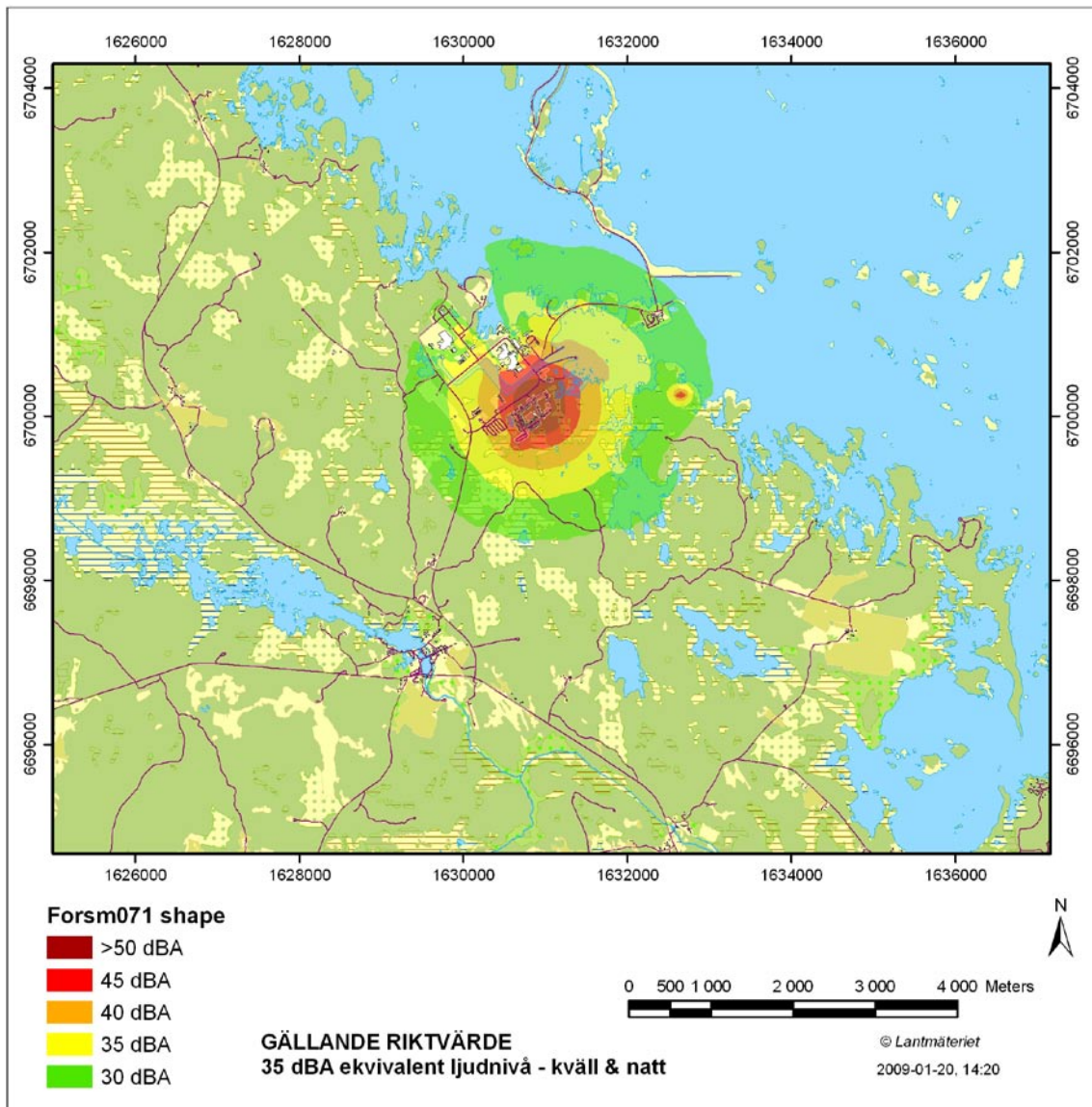
Figur 6-2. Två preliminära lägen för evakueringsfläktar i anslutning till slutförvarets driftområde.

Under driftskedet gäller riktvärden för industriverksamhet i enlighet med Naturvårdsverkets riktlinjer, se Tabell 3-3.

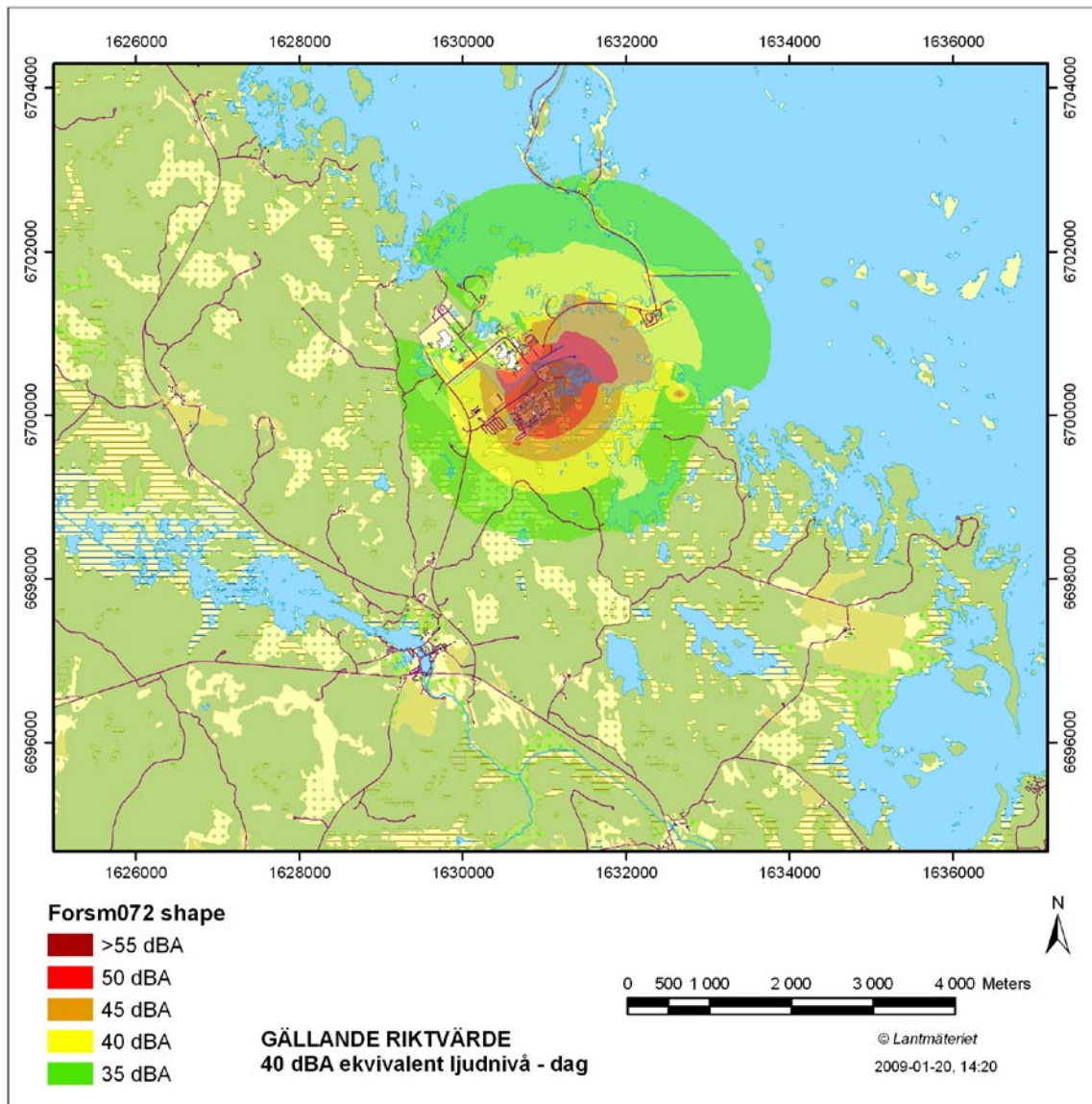
I Figur 6-3 redovisas beräknad ekvivalent ljudnivå för kvälls- och nattperioden med källor enligt Tabell 6-2.

Under dagperioden kan det förekomma drift med mobil kross i kampanjer. I Figur 6-4 redovisas beräknad ekvivalent ljudnivå från dagperioden med källor enligt Tabell 6-2.

Under driftskedet berörs inga boende av ekvivalentnivåer över 35 dBA under kvälls- och nattperioden eller 40 dBA under dagperioden. Inom området för 35 dBA finns inga fritidsbostäder.



Figur 6-3. Ekvivalent ljudnivå under driftskedet – kvälls- och nattperioden.



Figur 6-4. Ekvivalent ljudnivå under driftskedet – dagperioden.

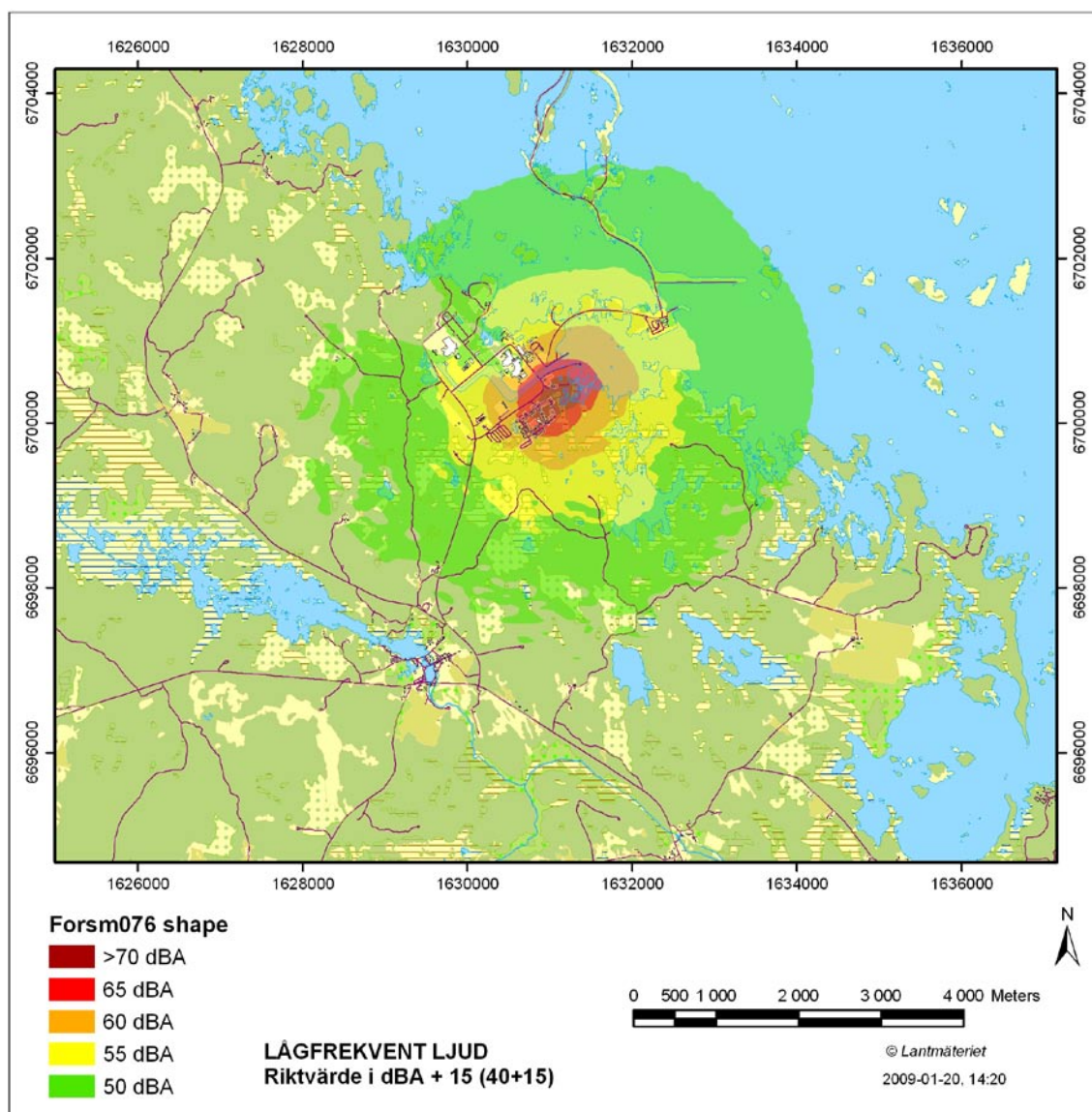
Lågfrekvent ljud

Av Tabell 6-1 och Tabell 6-2 framgår att i första hand dominerar andelen lågfrekvent ljud för hjullastare, grävmaskin och mobil kross. Ljudutbredning från dessa källor i samband med drift av slutförvarsanläggningen redovisas i Figur 6-5 som ekvivalent ljudnivå i dBC. Gräns mellan grönt och gult område motsvarar 55 dBC (40+15).

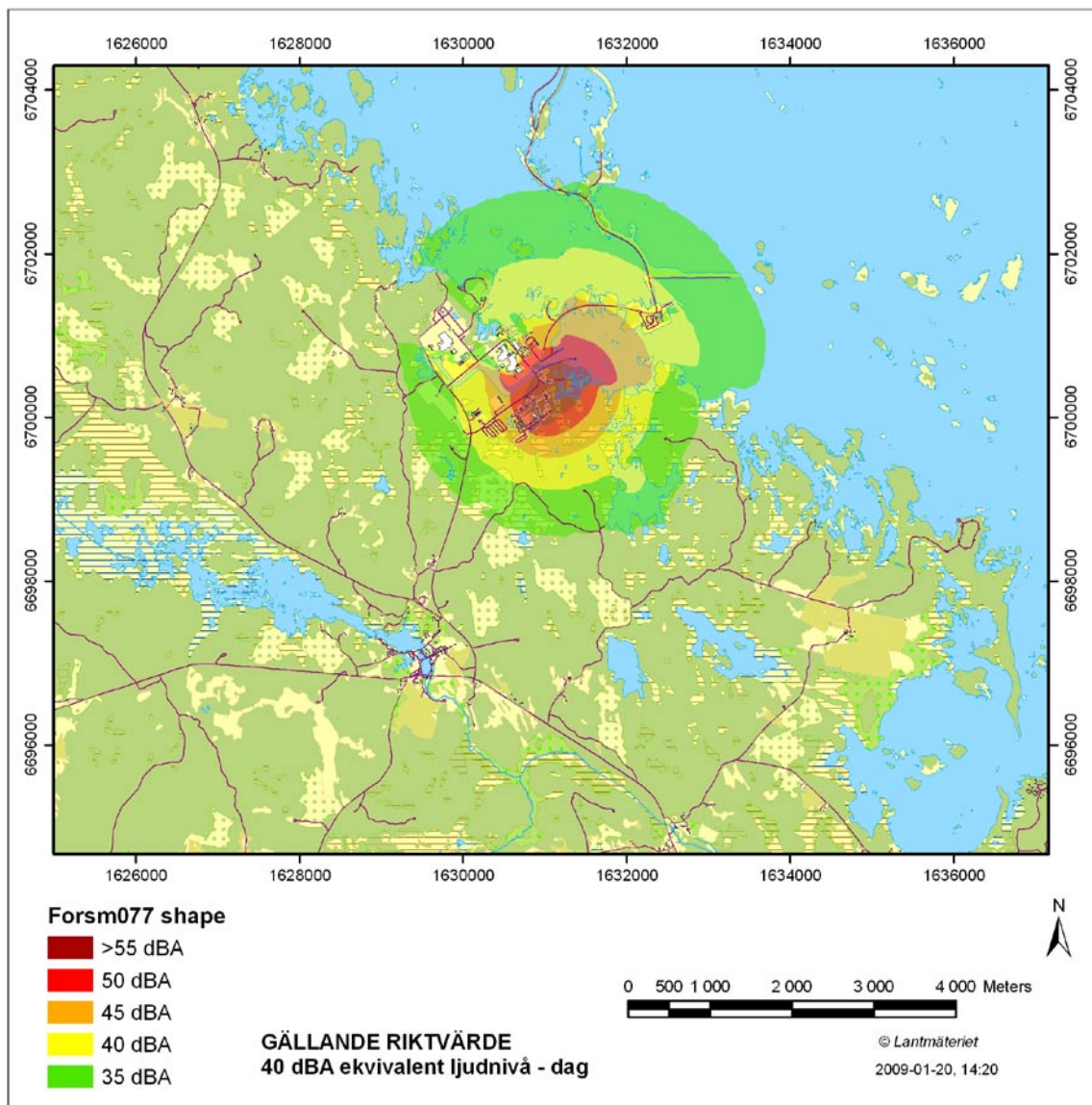
Motsvarande ljudutbredning i dBA redovisas i Figur 6-6 där gräns mellan grönt och gult område motsvarar 40 dBA.

Av Figur 6-5 och Figur 6-6 framgår att utbredningsområdet för 55 dBC är något större än området för 40 dBA. Däremot är utbredningsområdet för 50 dBC betydligt större än för 35 dBA. Detta innebär att om den mobila krossen är i drift under kväll och natt föreligger större risk för störning än under dagperioden.

Nivån är däremot inte så hög att riktvärden för lågfrekvent ljud inomhus kommer att överskridas för normalt ljudisolerade hus.



Figur 6-5. Lågfrekvent buller från hjullastare, grävmaskin och mobil kross.



Figur 6-6. Ljudnivå i dBA från hjullastare, grävmaskin och mobil kross.

6.1.3 Avveckling

Buller under avvecklingsskedet har inte närmare studerats. Vad gäller transporter kan det antas att avvecklingsskedet orsakar liknande bullerförhållanden som under byggskedet, se avsnitt nedan.

6.2 Transporter

Under byggskedet kommer mängden transporter att variera beroende på vilken etapp byggnationen är i medan mängden transporter kan förväntas vara förhållandevis konstant under drifttiden. Antalet transporter under de olika skedena har uppskattats i SKB rapport R-08-49 /5/, och i Tabell 6-3 redovisas en sammanställning av antalet transporter i sju olika punkter mellan FKA och Hargshamn. Transporterna anges för år 2015, 2018 och för 2030 samt som utbyggnadsalternativ och nollalternativ, i trafiksiffrorna för nollalternativet ingår bergtransporter från en utbyggnad av SFR. År 2015 och 2018 tillhör byggskedet medan år 2030 ligger under drifttiden. Med nollalternativ menas de förhållanden som råder de olika åren om den tänkta verksamheten (det vill säga slutförvarsanläggningen i det här fallet) inte byggs och tas i drift. Trafikmängden i nollalternativet ökar från år till år på grund av att den allmänna trafiken förväntas öka, se nedan.

Tabell 6-3. Sammanställning av trafikuppgifter för bullerberäkningar, [fordon/årsmedeldygn] resp [km/h].

Position	Nollalternativ			Tillskott slutförvar			
	2015	2018	2030	2015	2018	2030	
1	Personbilar	500	510	570	580	1 000	530
	Tung trafik	80	80	100	100	130	80
	Hastighet	50–70	50–70	50–70	50–70	50–70	50–70
2	Personbilar	1 830	1 880	2 080	580	1 000	530
	Tung trafik	240	310	300	100	130	80
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
3	Personbilar	3 480	3 580	3 960	580	1 000	530
	Tung trafik	570	610	730	100	130	80
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90
4	Personbilar	3 360	3 450	3 820	190	480	190
	Tung trafik	510	540	640	60	80	70
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90
5	Personbilar	5 530	5 680	6 290	190	480	190
	Tung trafik	610	710	780	60	80	70
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
6	Personbilar	1 370	1 410	1 560	60	70	30
	Tung trafik	310	340	400	0	0	30
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
7	Personbilar	650	660	730	60	70	30
	Tung trafik	220	240	280	0	0	30
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90

För beräkningarna av trafik för nollalternativen har Vägverkets prognosmodell enligt /7/ använts vilket innebär uppräkningsfaktorer enligt Tabell 6-4 uppdelat på personbilar respektive lastbilar.

Trafikuppgifter enligt Tabell 6-3 avser delsträckor enligt markering i Figur 6-7.

Tabell 6-4. Prognosmodell enligt Vägverket rapport 2006:127 /7/.

År	Uppsala län	
	personbilar	lastbilar
2015	1,09	1,25
2018	1,12	1,34
2030	1,24	1,59

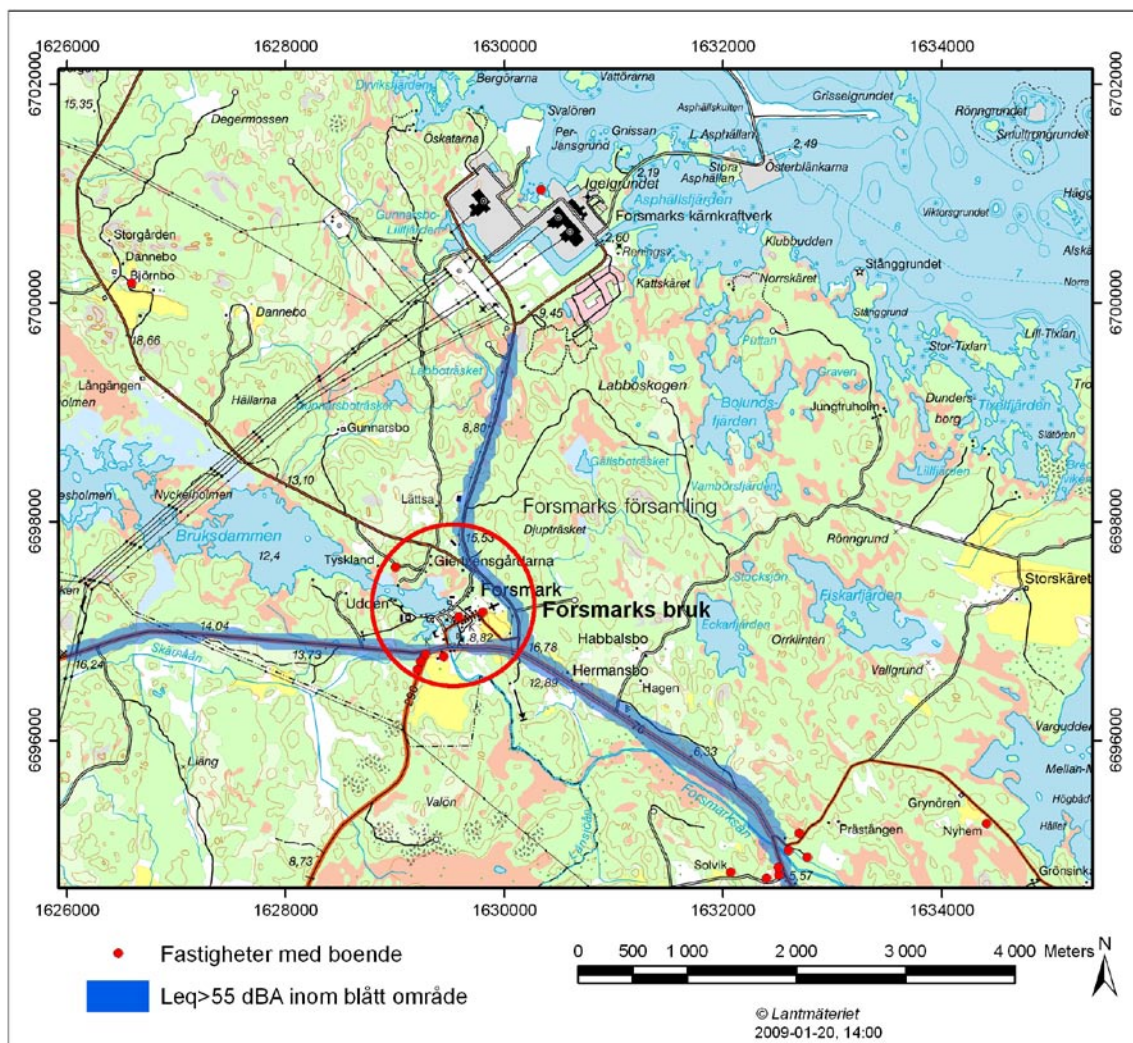


Figur 6-7. Markering av positioner för trafik som anges i Tabell 6-3.

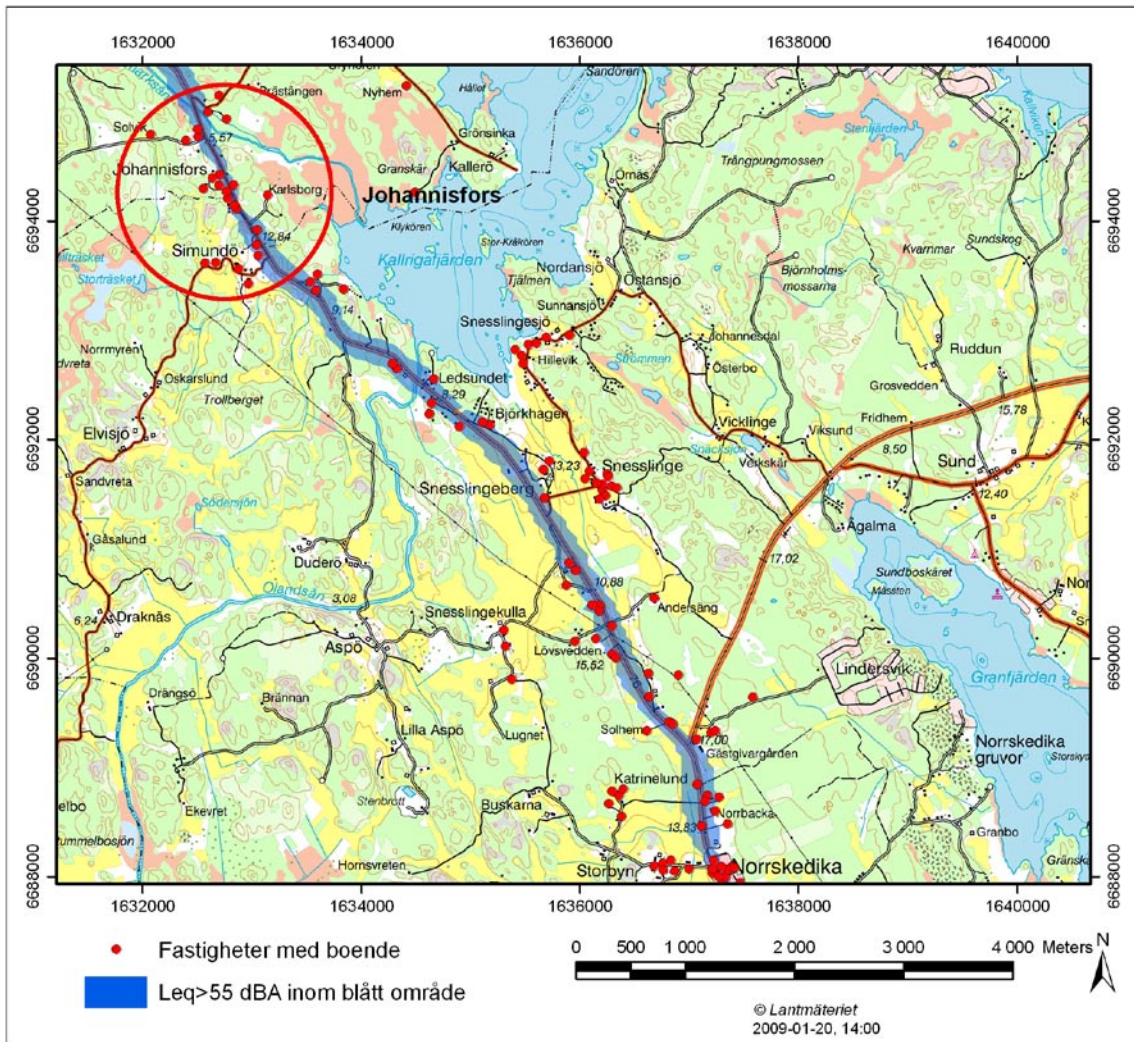
6.2.1 Byggnation – år 2018

Den största trafikökningen i förhållande till nollalternativet förekommer under byggskedet år 2018. I Figur 6-8 till Figur 6-11 redovisas områden där dygnsekvivalentnivån överskrider 55 dBA som blåmarkerat område tillsammans med fastigheter med boende. Uppgifter om fastigheter med boende på sträckan från Forsmarks bruk till Hargshamn har hämtats från SCB. Flertalet av dessa fastigheter ligger utanför beräkningsområdets giltighetsområde, det vill säga mer än 300 meter från vägen. Områden som i figuren markerats med en röd ring redovisas i detalj i Figur 6-12 till Figur 6-21.

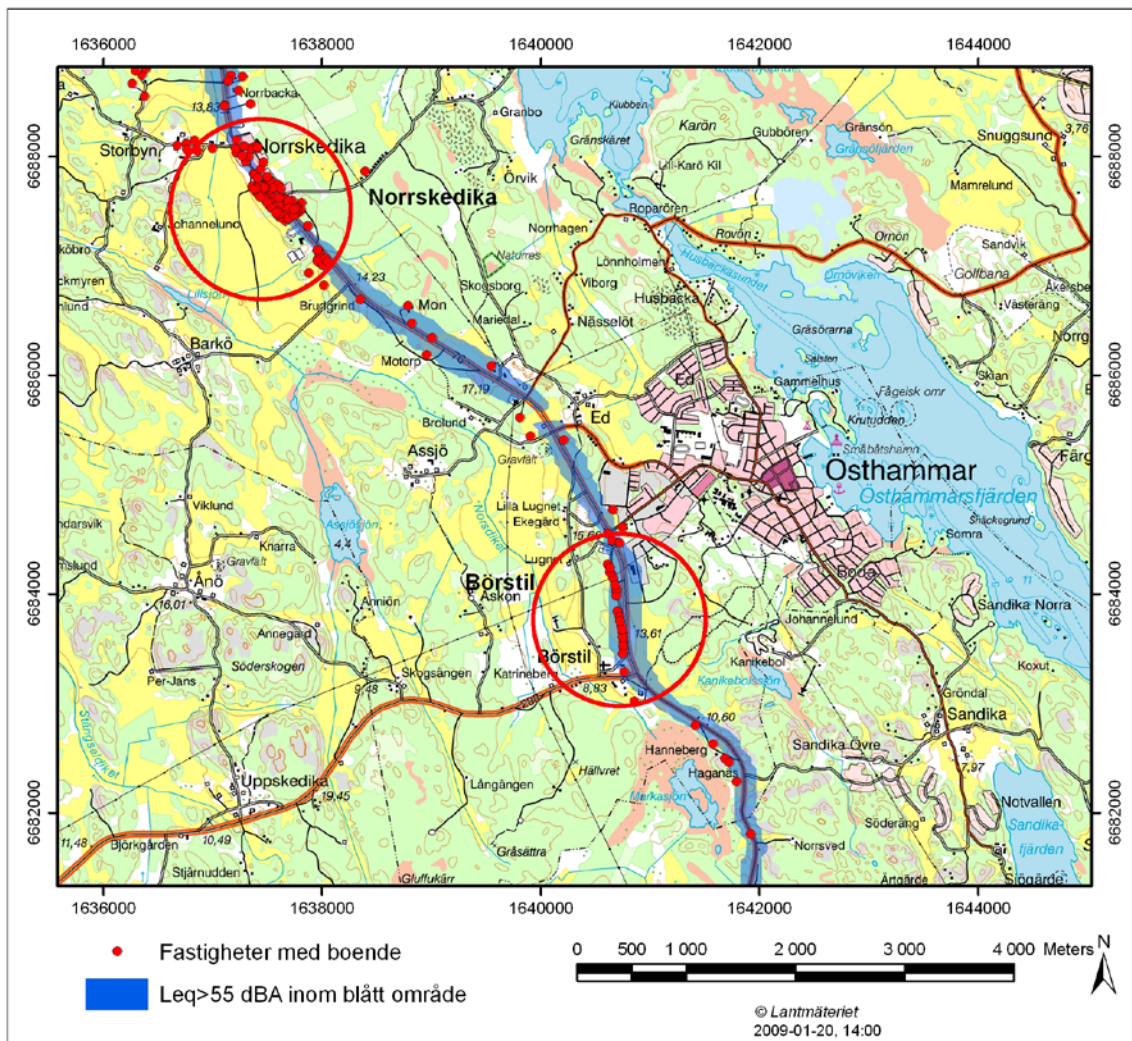
Utmed sträckan som beskrivs ovan finns områden med mer koncentrerad bebyggelse vid bland annat Forsmarks bruk men även vid Johannisfors, Norrskedika och Börstil. Vid Harg finns kulturbyggnader som är känsliga för vibrationer. Beräknade ljudnivåer i anslutning till dessa områden gällande för trafikförhållanden vid utbyggnad motsvarande år 2018 redovisas i Figur 6-12 till Figur 6-21.



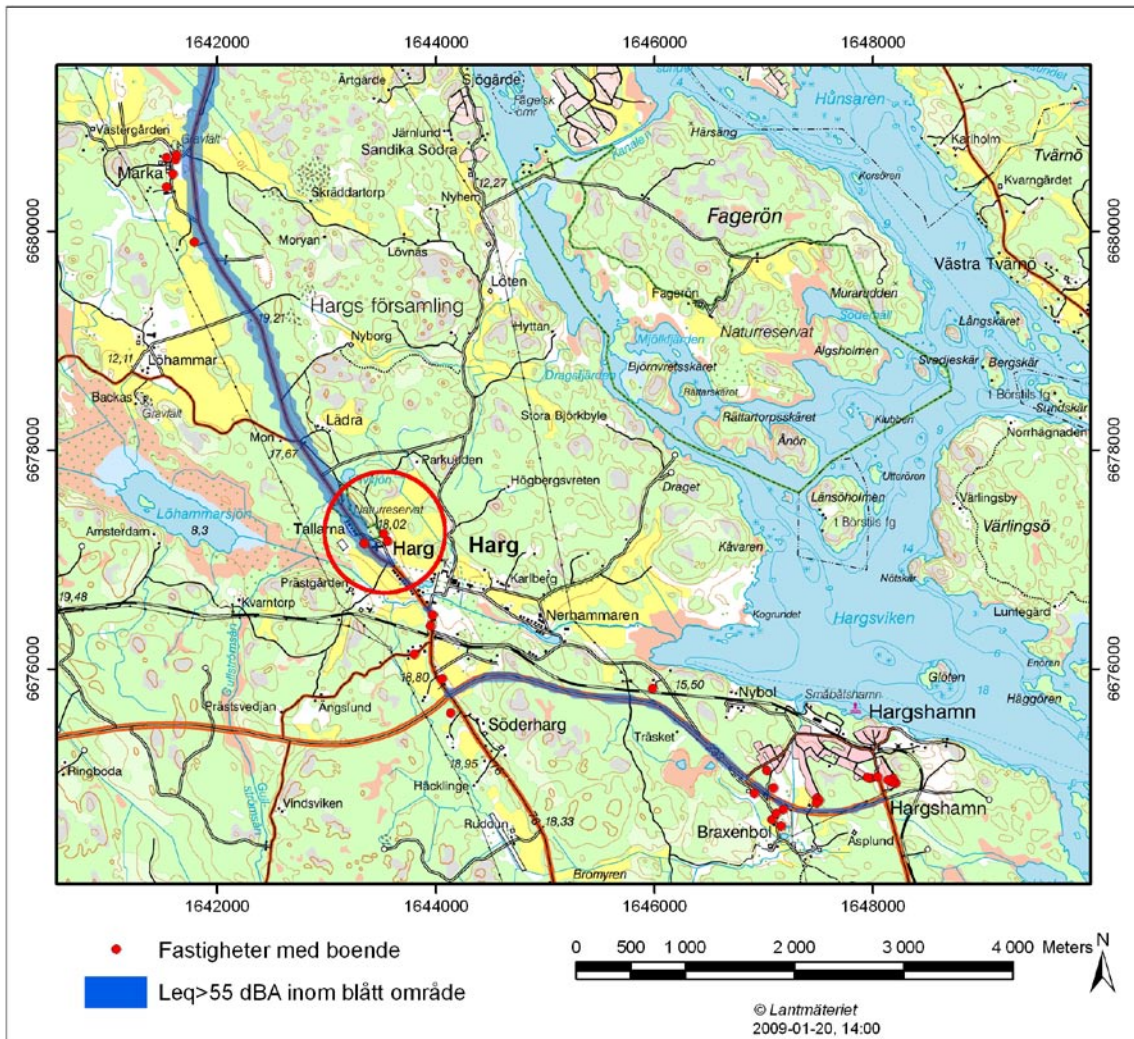
Figur 6-8. Ekvivalent ljudnivå från vägtrafik under utbyggnad 2018.



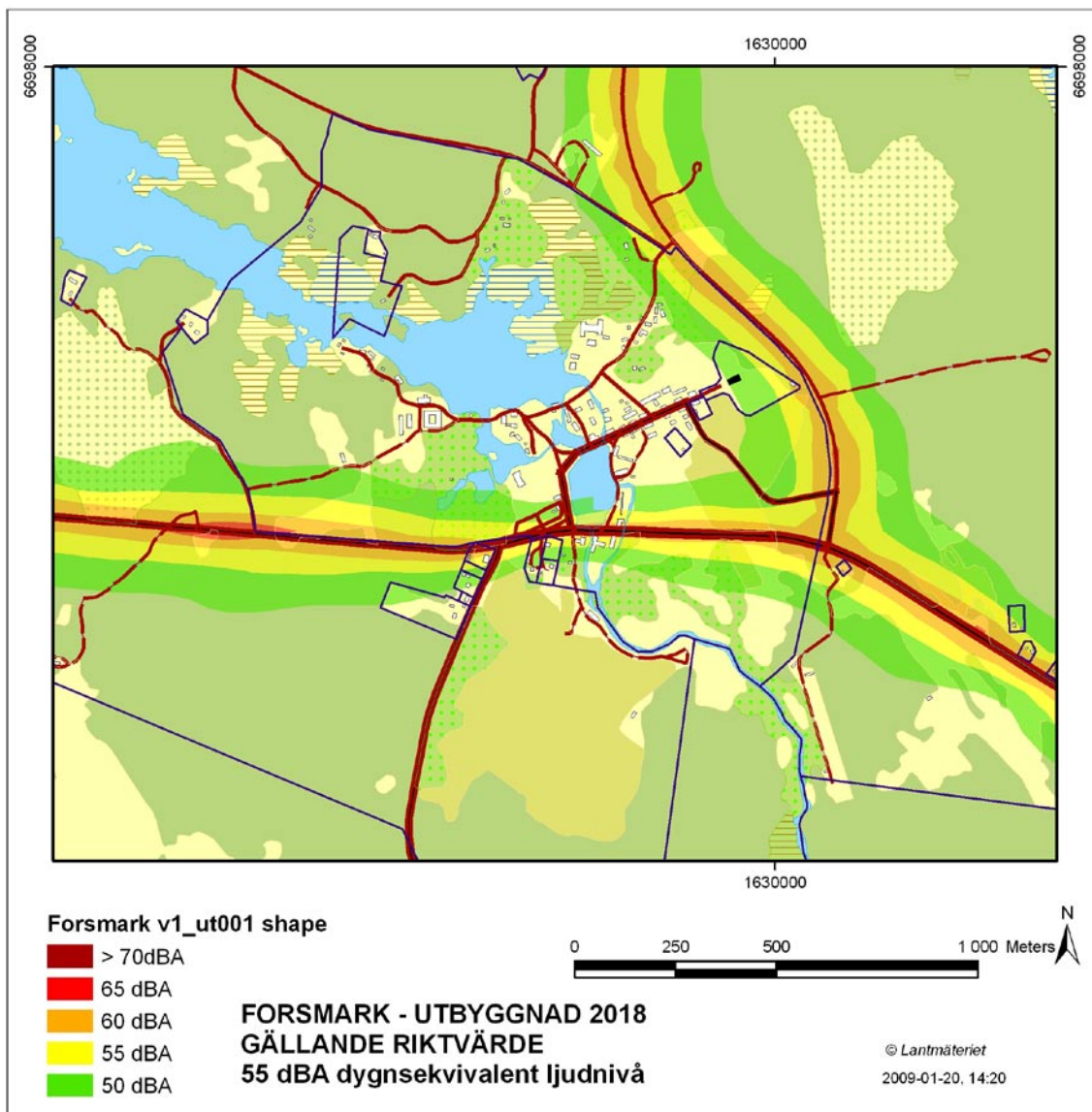
Figur 6-9. Ekvivalent ljudnivå från vägtrafik under utbyggnad 2018.



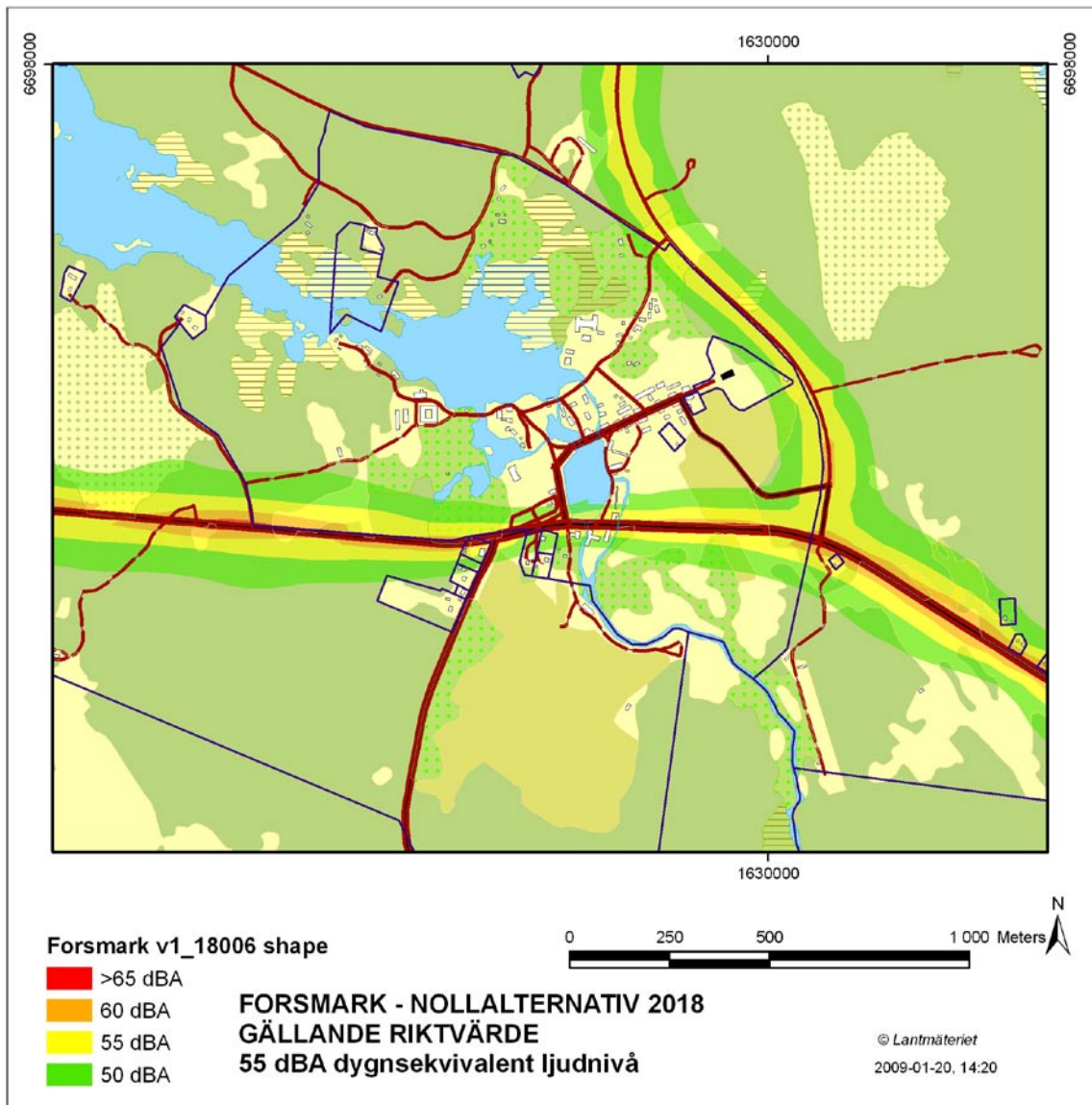
Figur 6-10. Ekvivalent ljudnivå från vägtrafik under utbyggnad 2018.



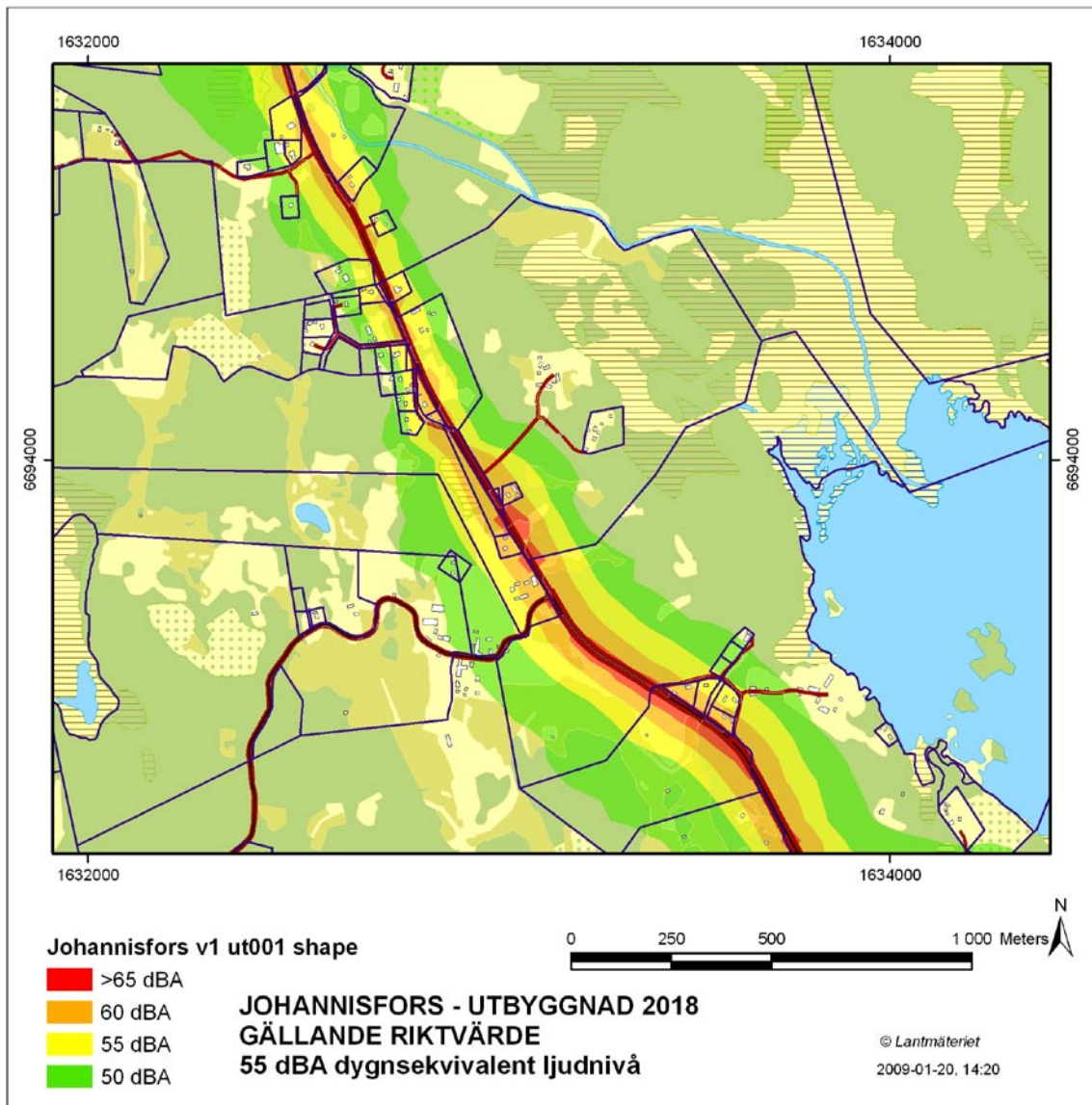
Figur 6-11. Ekvivalent ljudnivå från vägtrafik under utbyggnad 2018.



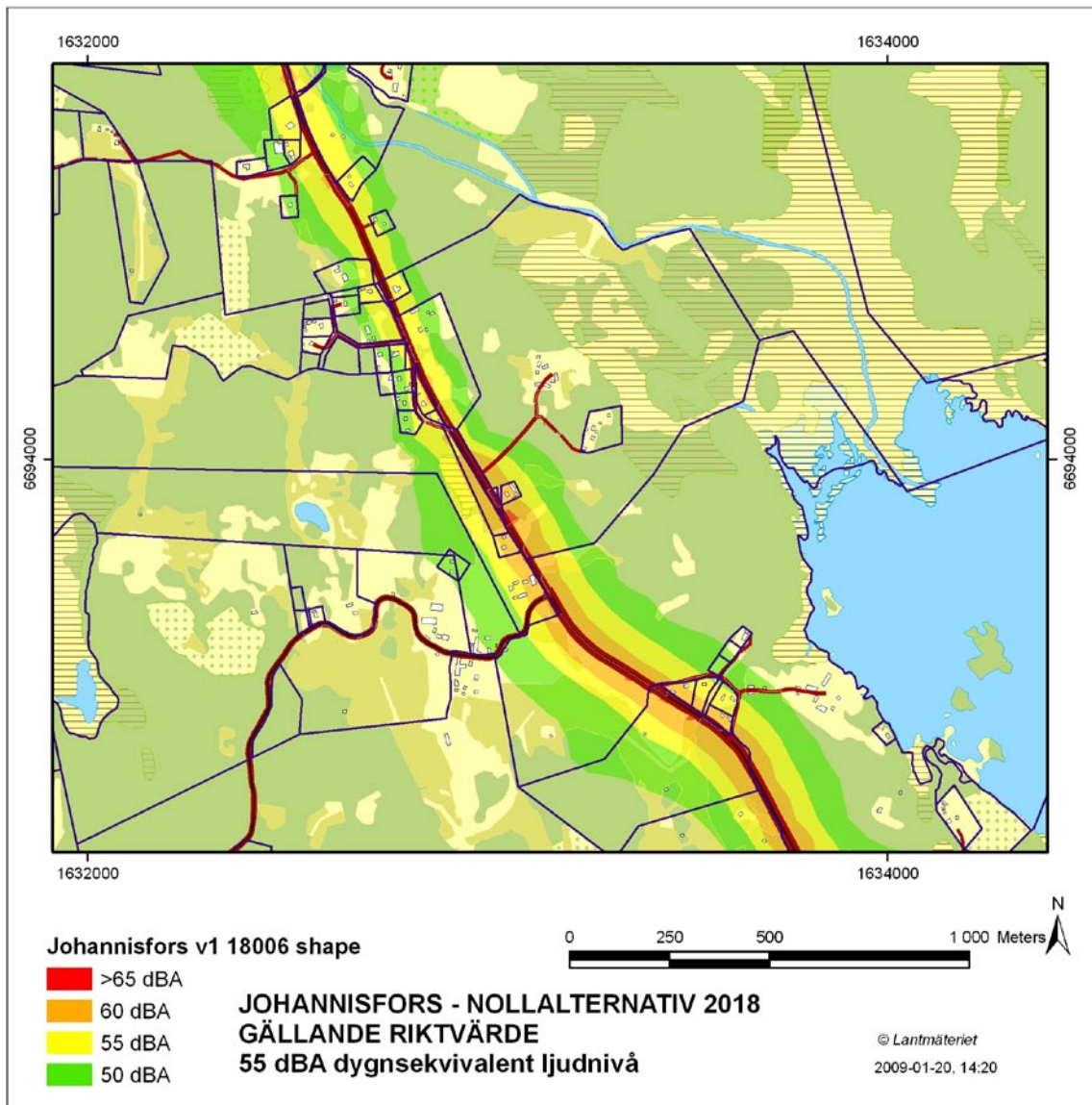
Figur 6-12. Ekvivalent ljudnivå kring Forsmarks bruk – utbyggnad 2018.



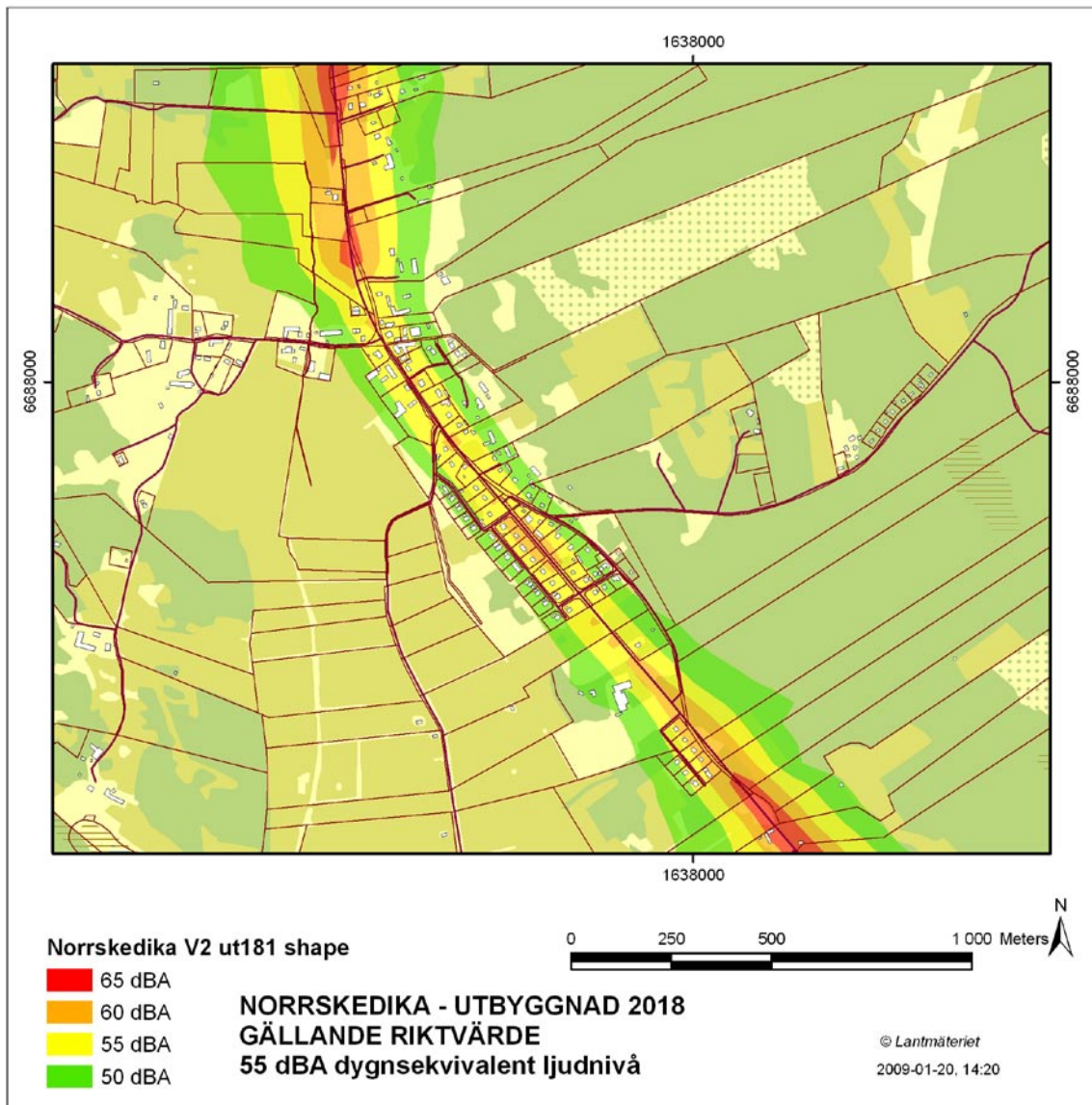
Figur 6-13. Ekvivalent ljudnivå kring Forsmarks bruk – nollalternativ 2018.



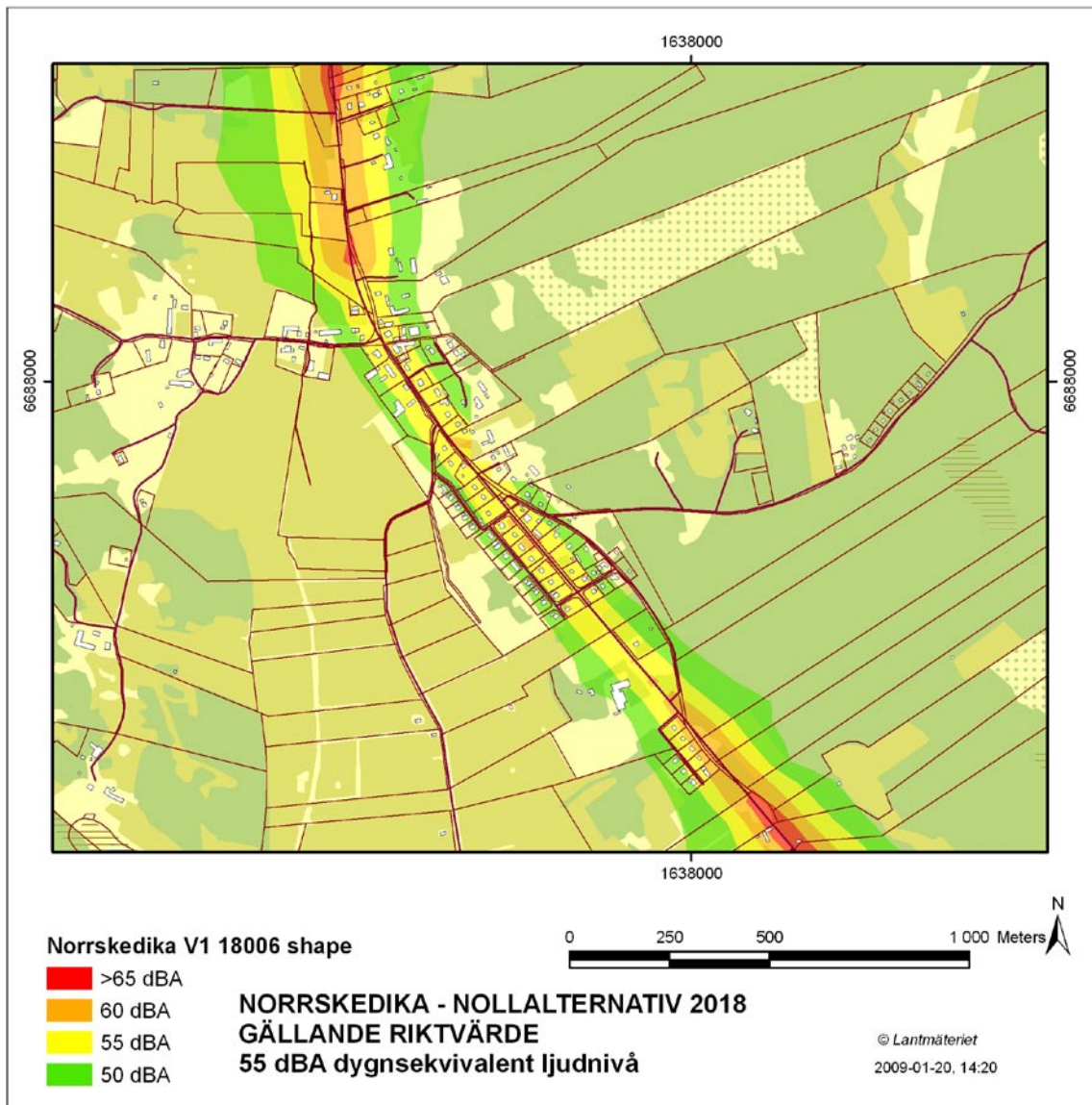
Figur 6-14. Ekvivalent ljudnivå kring Johannisfors – utbyggnad 2018.



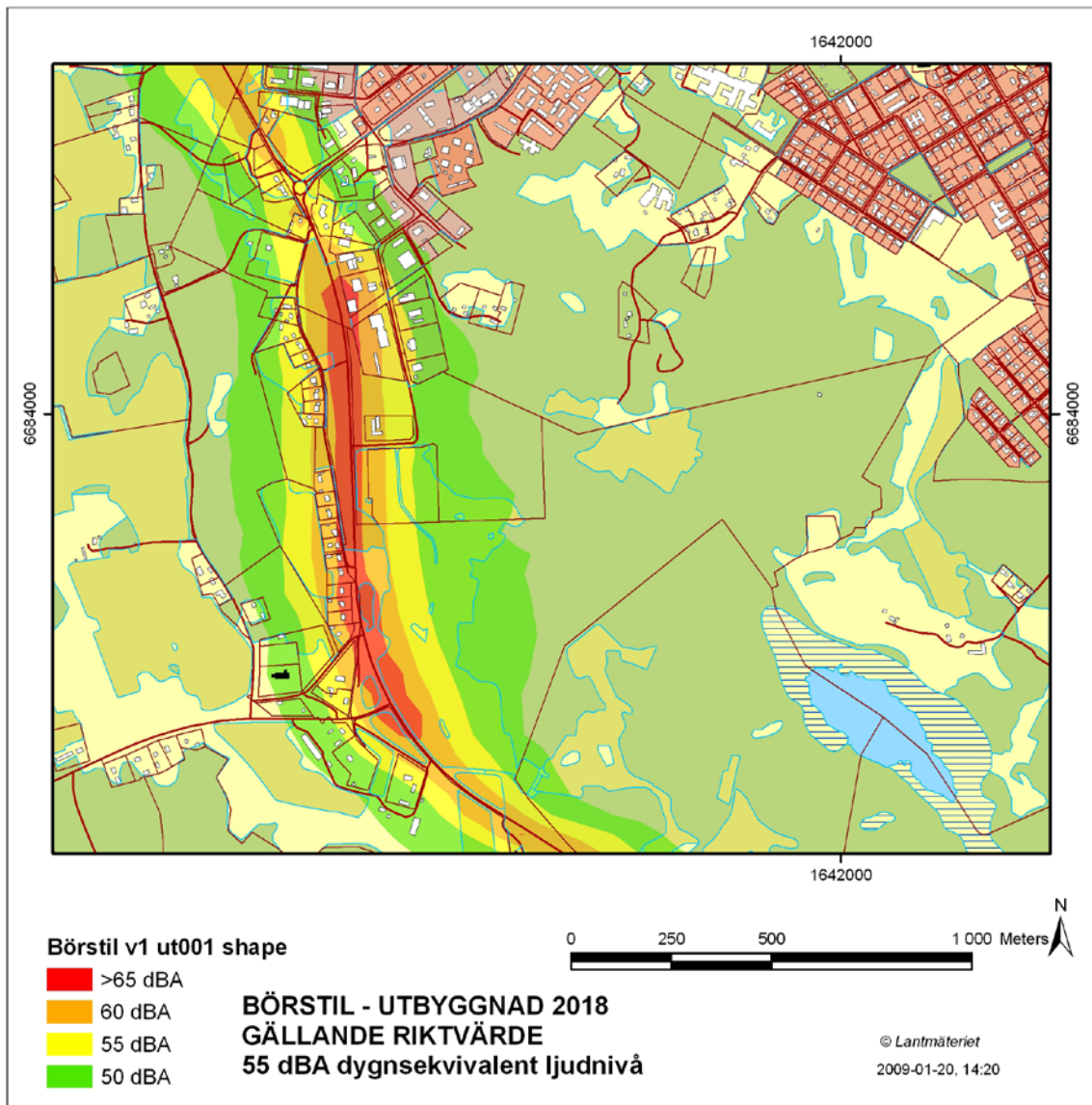
Figur 6-15. Ekvivalent ljudnivå kring Johannisfors – nollalternativ 2018.



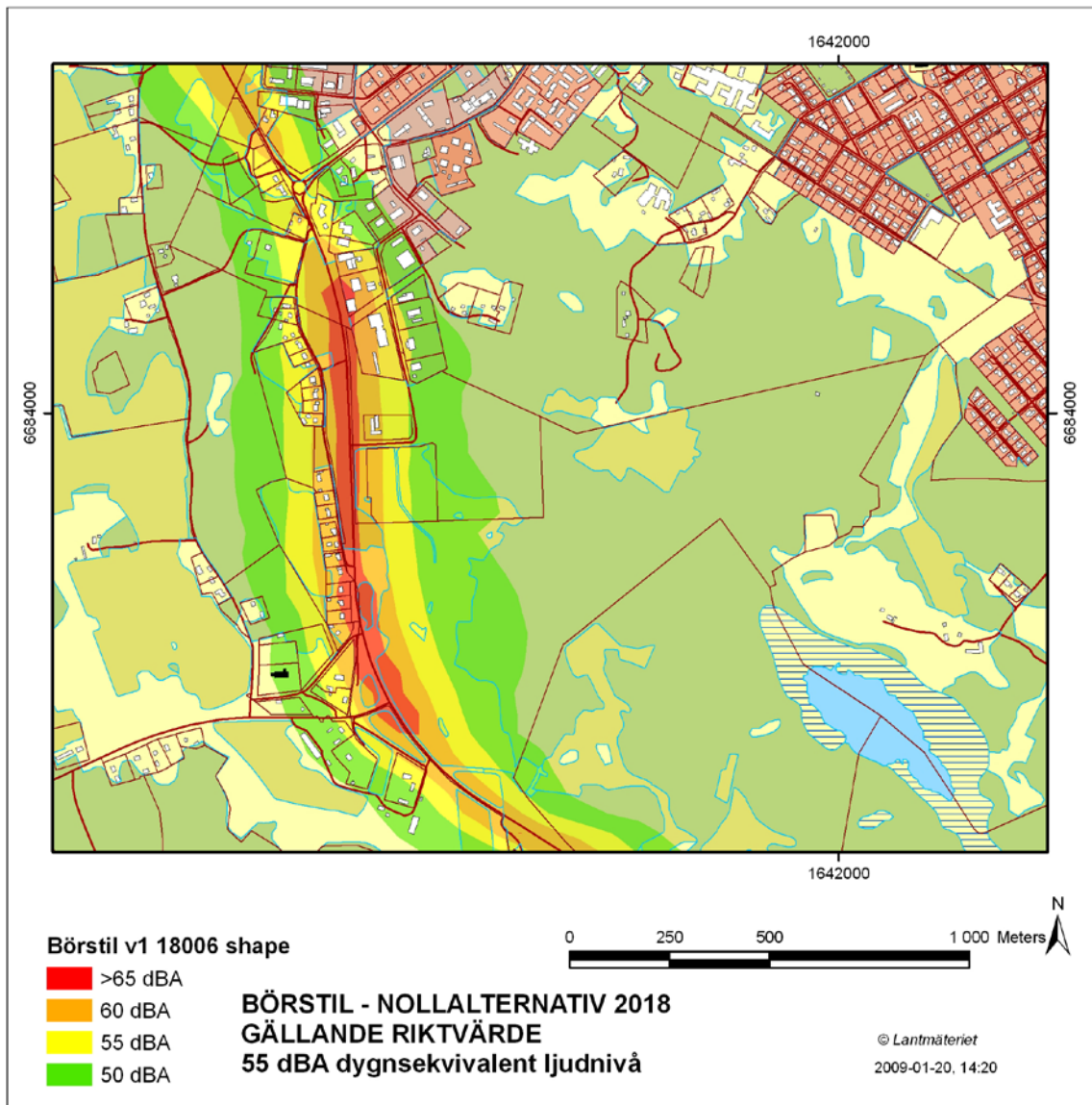
Figur 6-16. Ekvivalent ljudnivå kring Norrskedika – utbyggnad 2018.



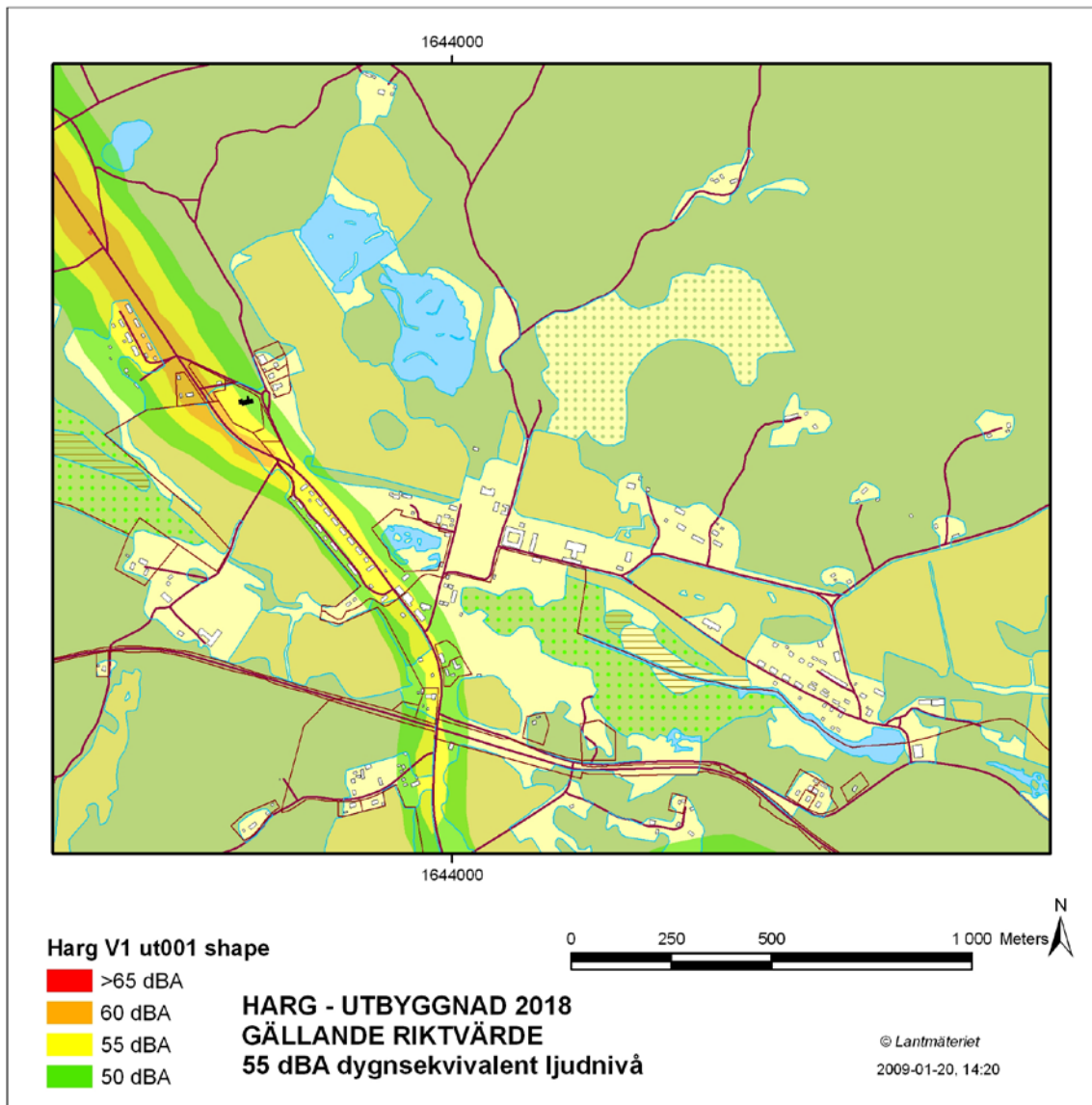
Figur 6-17. Ekvivalent ljudnivå kring Norrskedika – nollalternativ 2018.



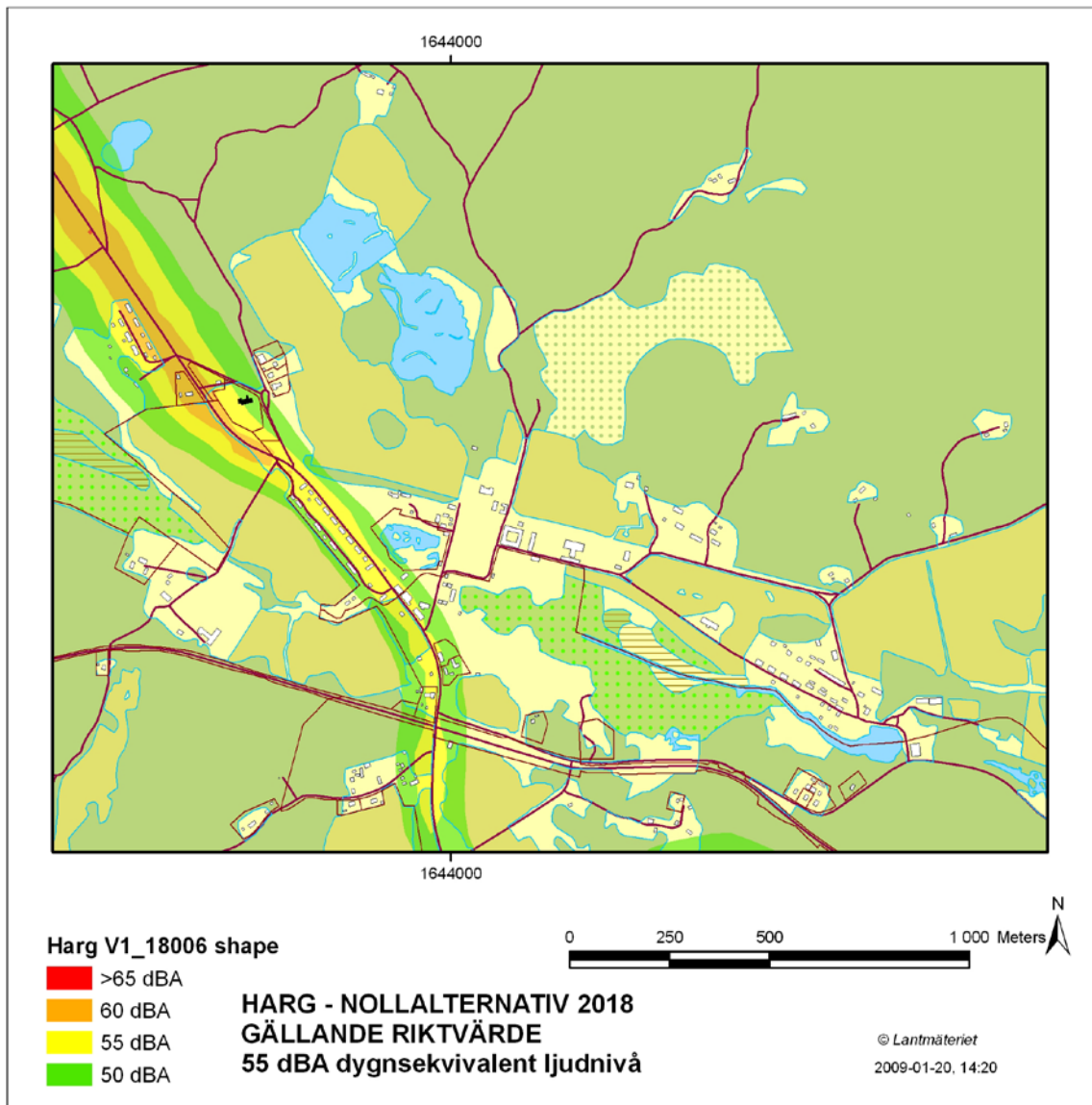
Figur 6-18. Ekvivalent ljudnivå kring Börstil – utbyggnad 2018.



Figur 6-19. Ekvivalent ljudnivå kring Börstil – nollalternativ 2018.



Figur 6-20. Ekvivalent ljudnivå kring Harg – utbyggnad 2018.



Figur 6-21. Ekvivalent ljudnivå kring Harg – nollalternativ 2018.

6.2.2 Drift

Antal boende som exponeras för trafikbuller under driftskedet av slutförvarsanläggningen redovisas för år 2030. Trafiken från SKB har då minskat jämfört med under byggnation år 2018 men samtidigt har den allmänna trafiken ökat vilket innebär att förhållandena ändå liknar de under byggnation år 2018. Detta förutsätter att inga trafikbulleråtgärder vidtagits längs väg 76 och att antalet boende inte förändrats.

6.2.3 Avveckling

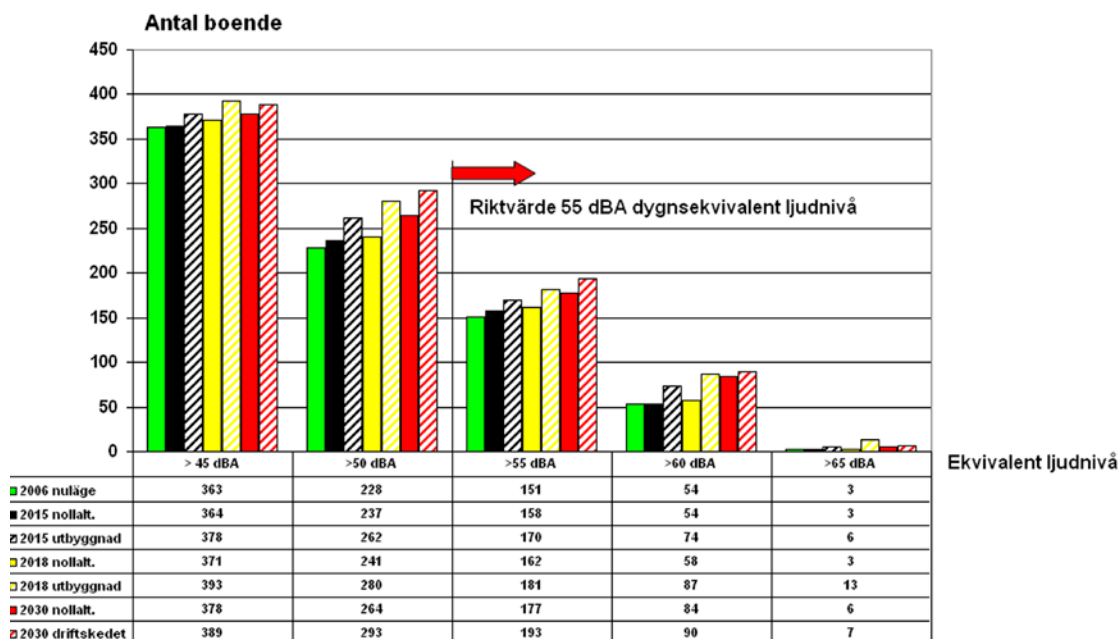
Tillkommande trafik under avveckling av verksamheten kan antas motsvara trafik under byggskedets intensiva period. Avvecklingen är planerad att ske under åren 2070–2085. Med ett så långt tidsperspektiv och det därmed stora antalet osäkerheter avseende bland annat fordons-parkens utseende är det inte meningsfullt att redovisa bullernivåer för avvecklingsskedet.

6.3 Antalet boende exponerade för vägtrafikbuller

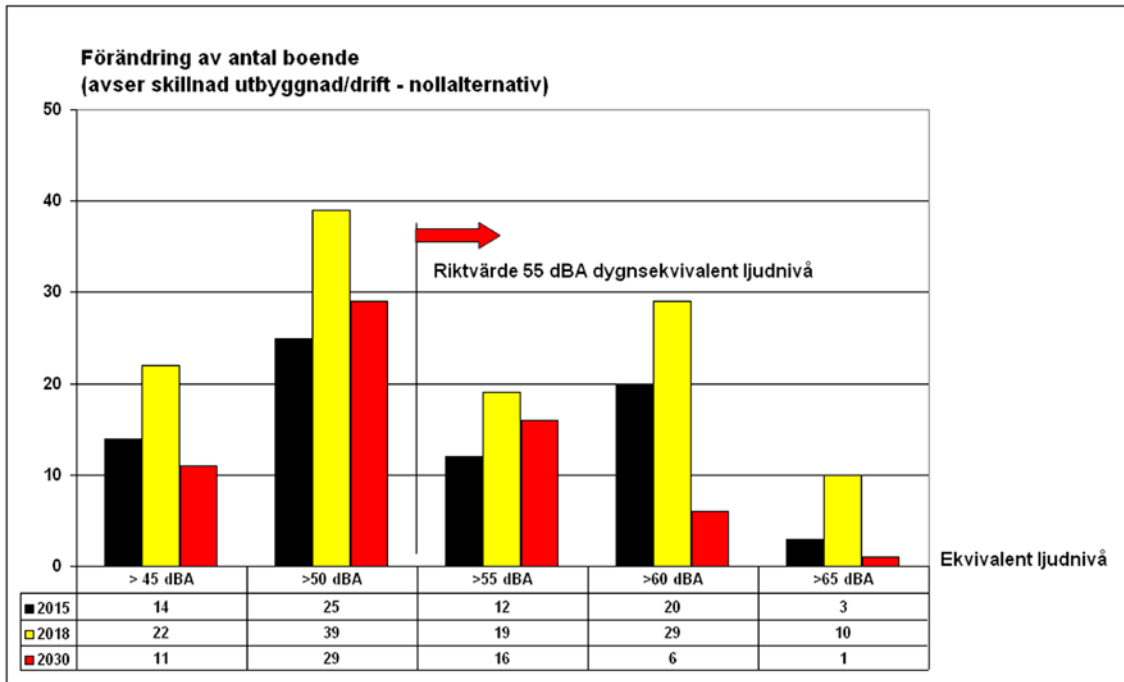
Med underlag från genomförda beräkningar har antalet boende som exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärde sammanställts för nuläget 2006, samt för år 2015, 2018 och 2030 i Figur 6-22. År 2015 och 2018 tillhör byggskedet och år 2030 ligger under driftskedet, även nollalternativet redovisas för de tre åren.

I Figur 6-23 redovisas förändringen av antalet boende som exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärde för år 2015, 2018 respektive 2030 jämfört med ett nollalternativ.

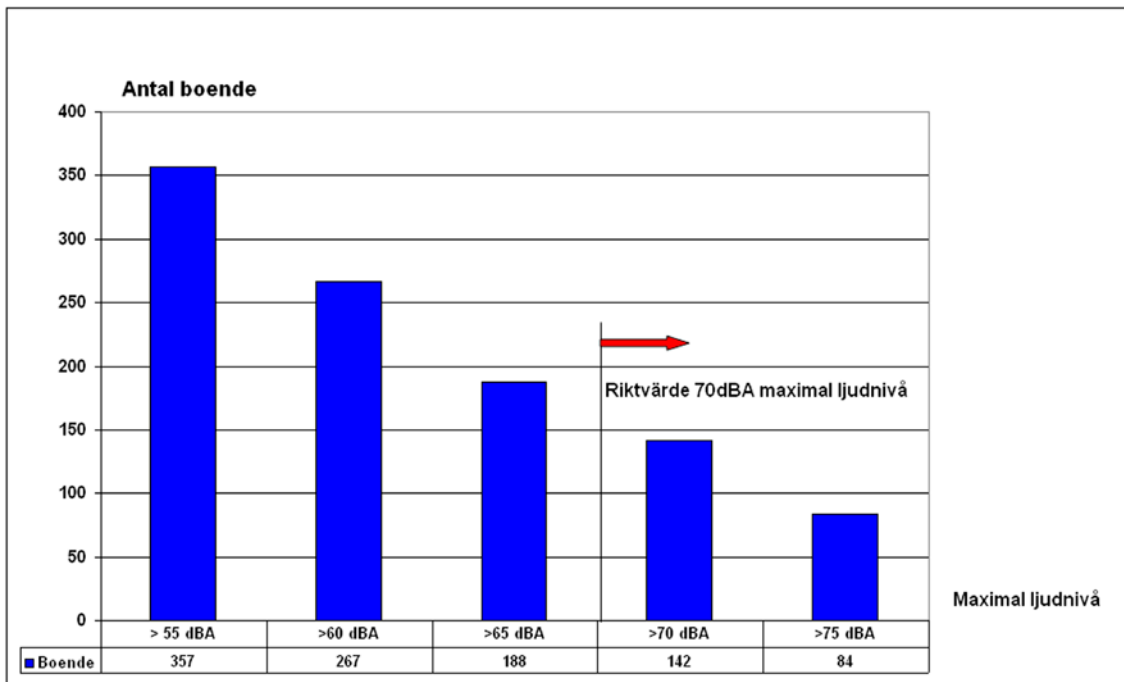
Den maximala ljudnivån är oberoende av de olika skedena i verksamheten och därför sker ingen förändring av antalet boende exponerade för maximal ljudnivå över riktvärdet. En sammanställning gällande maximal ljudnivå redovisas i Figur 6-24.



Figur 6-22. Sammanställning av boende längs transportvägarna som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.



Figur 6-23. Sammanställning av ökning av boende längs transportvägarna som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall för 2015, 2018 och 2030.



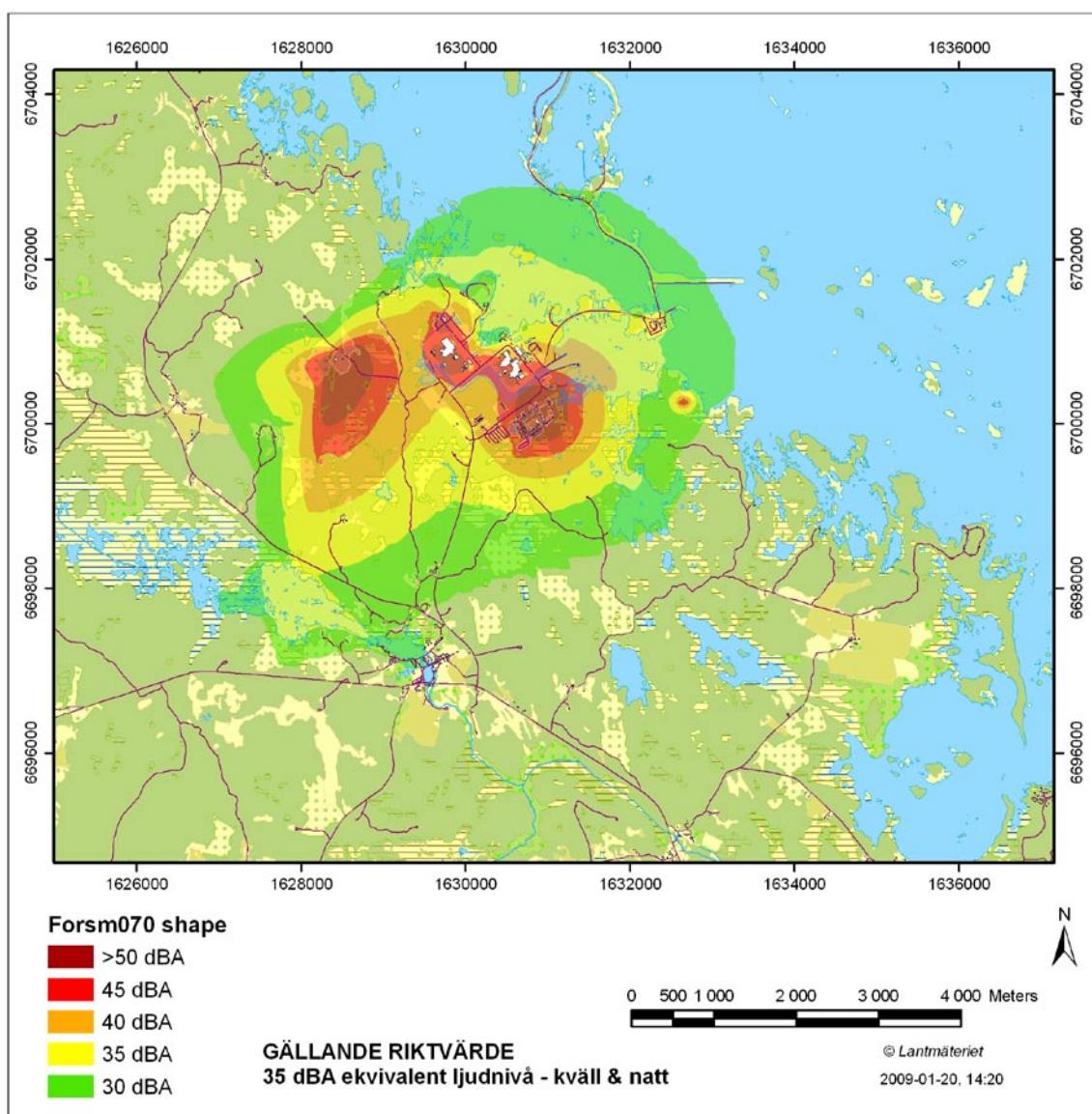
Figur 6-24. Sammanställning av boende längs transportvägarna som exponeras för maximal ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.

7 Buller efter utbyggnad av slutförvarsanläggningen

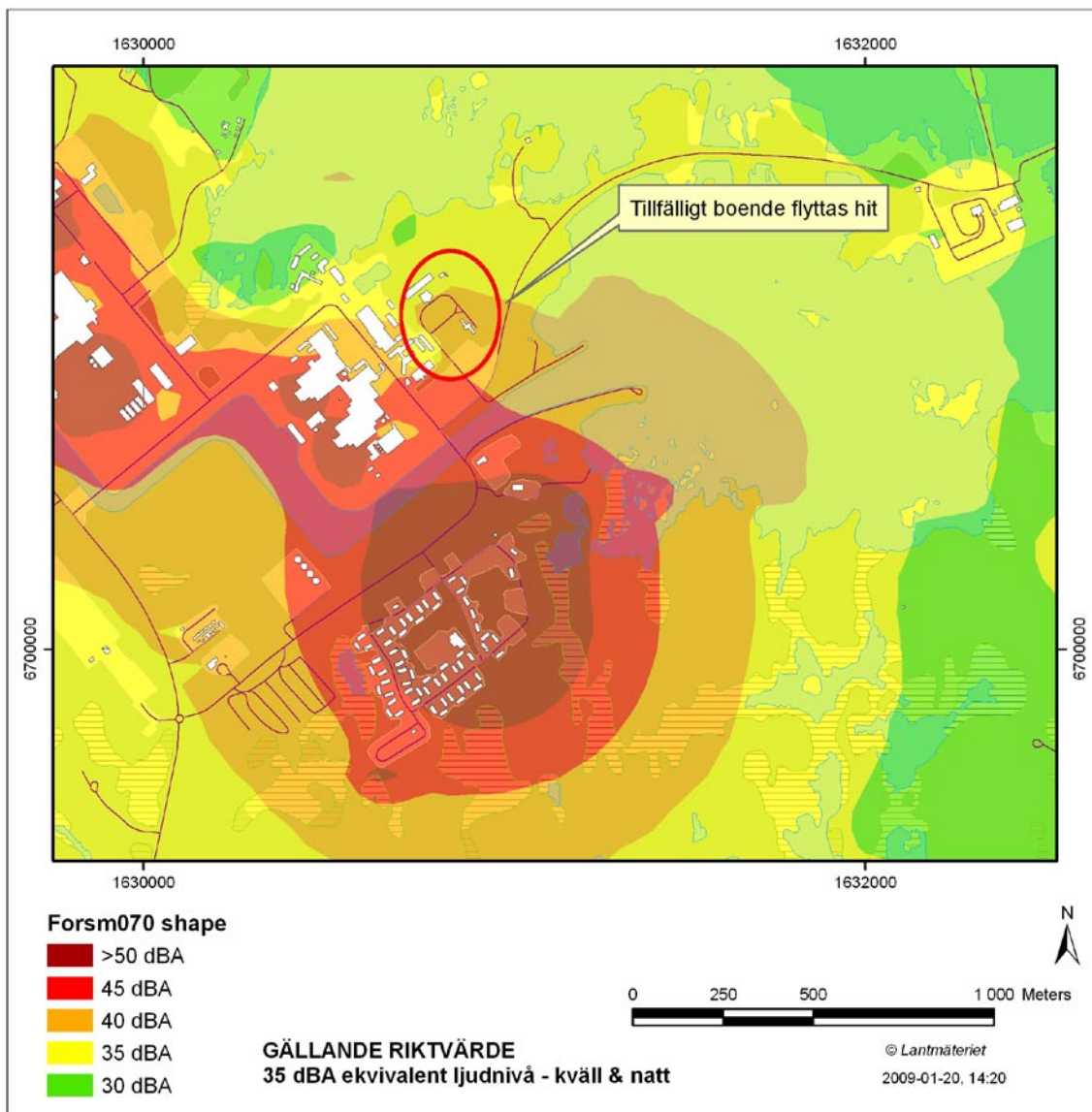
7.1 Anläggningen exklusive transporter

Den totala ljudnivån vid samtidig drift från FKA, slutförvarsanläggning samt evakueringsfläktar framgår av Figur 7-1.

Vid Igelgrundet, öster om FKA, planeras ny bebyggelse för tillfälligt boende. I förhållande till dagens bebyggelse för tillfälligt boende kommer ljudnivån att öka inom det planerade området till följd av driften av slutförvarsanläggningen. Ljudnivån ligger under driftskedet i intervallet 35–40 dBA. Kravet för bebyggelse för permanentboende är 40 dBA under nattperioden vilket innebär att ljudnivån ligger under riktvärdet. Område för tillfälligt boende har markerats i Figur 7-2.



Figur 7-1. Ekvivalent ljudnivå från samlad befintlig verksamhet, slutförvarsanläggning och evakueringsfläktar i två positioner.



Figur 7-2. Område för tillfälligt boende flyttas norrut.

Inom området finns inga permanentboende som exponeras för ekvivalentnivåer över 35 dBA. Riksintresse för rörligt friluftsliv finns runt om FKA:s område vilket innebär att område för rekreation kan beröras av ljudnivåer över 35 dBA.

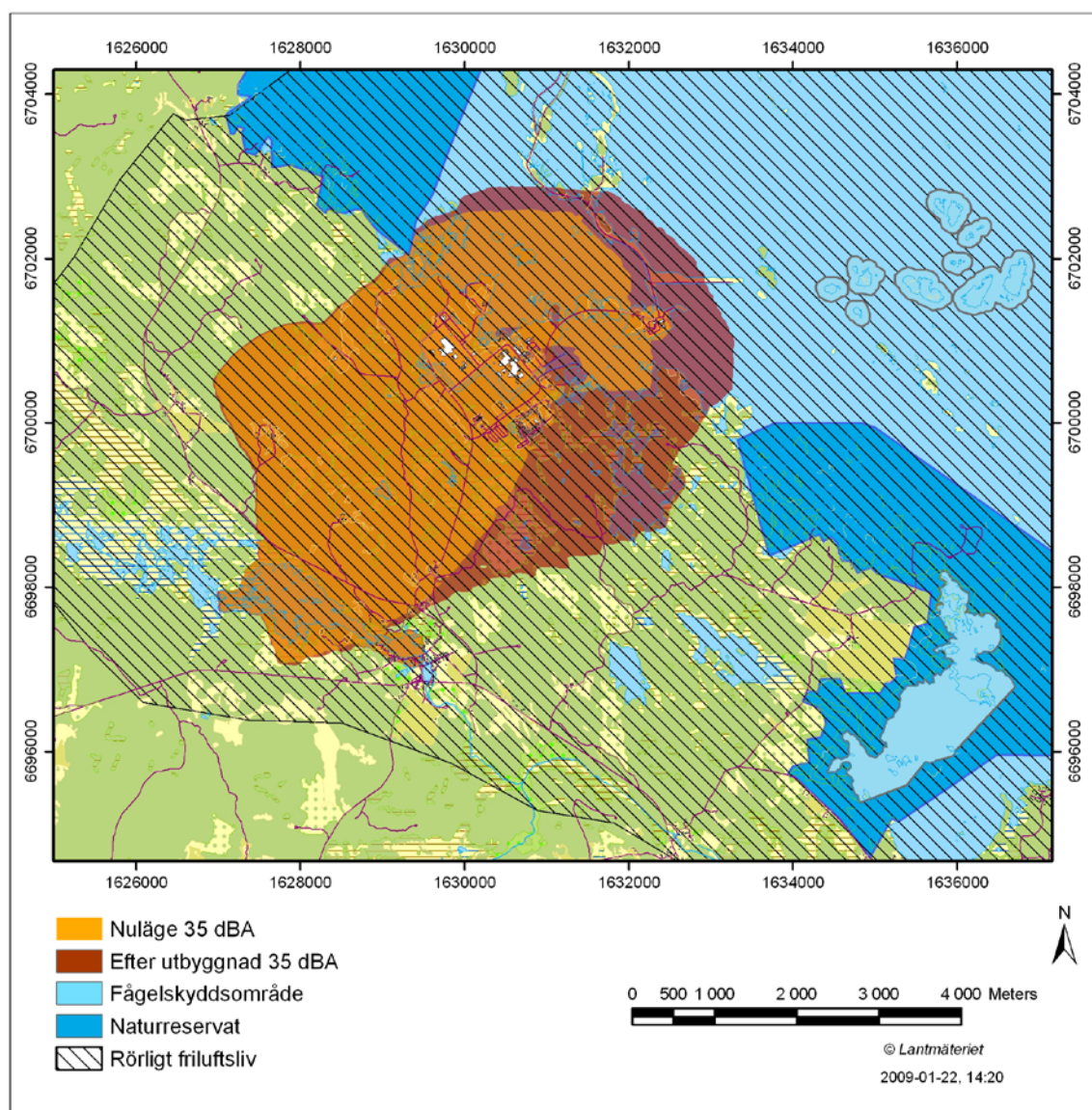
Antalet skolor som exponeras för ljudnivåer över 45 dBA är konstant genom samtliga skeden, det vill säga skolorna exponeras för samma ljudnivå från FKA oberoende av om slutförvar och slutförvarsanläggning byggs och tas i drift.

7.2 Transporter

Ljudutbredningen motsvarar i allt väsentligt år 2018 under utbyggnadsskedet som redovisats i kapitel 6.2.1.

8 Platsspecifik bedömning

Verksamheten vid slutförvarsanläggningen och inkapslingsanläggningen medför inte att fler boende exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärden. Däremot kommer en större yta kring FKA i nordost att exponeras för ljudnivåer över 35 dBA, området är klassat som riksintresse för rörligt friluftsliv i översiktplanen. Det exponerade området ökar från 8.2 km² i dag till 13.4 km² när anläggningarna har tagits i drift det vill säga ytan ökar med 64 %. I Figur 8-1 redovisas utbredningsområdet för 35 dBA för nuläge och efter utbyggnad samt markering av skyddsvärda områden.



Figur 8-1. Markering av utbredningsområden för 35 dBA kring FKA:s område.

Trafiken under byggskedets olika etapper kommer att medföra att antalet boende som exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärden ökar. Detta gäller framförallt boende vid Johannisfors, Norrskedika och Börstil. Åtgärder längs dessa sträckor kan övervägas men ansvaret ligger på Vägverket som är väghållare.

På sträckan från FKA till Hargshamn ökar området som exponeras för vägtrafikbuller över 55 dBA i varierande omfattning. I Tabell 8-1 redovisas en sammanställning av hur ytan som exponeras ökar utmed olika vägsträckor. Vägsträckorna finns markerade i Figur 8-2.

Detta innebär att utmed en sträcka på cirka 30 km från FKA till Hargshamn ökar avståndet från vägen som krävs för att den ekvivalenta ljudnivån ska ha dämpats till 55 dBA med cirka 15 meter för utbyggnadsalternativet år 2018. Inom detta område tillkommer 19 boende fördelat på fem småhus och ett fritidshus.

Skärmmåtgärder för de tillkommande fastigheterna är generellt inte ekonomiskt motiverade om man inte samtidigt vidtar åtgärder för att förbättra ljudmiljön för de fastigheter som ligger närmast vägen. Dessa fastigheter exponeras för ljudnivåer över gällande riktvärden till följd av den allmänna trafiken. Däremot bör man överväga om åtgärder ska vidtas på de tillkommande byggnaderna för att tillgodose den inre ljudmiljön eftersom andelen tung trafik ökar markant under byggtiden. Framför allt gäller detta möjligheten att innehålla riktvärdet 45 dBA maximal ljudnivå inomhus för att undvika risk för väckning. En besiktning av byggnaderna på dessa fastigheter kan därför vara motiverad.

Det kan konstateras att en lokalisering av slutförvarsanläggningen till Forsmark medför en begränsad påverkan i områden som redan i dag är bullerutsatta. Åtgärder får anses vara motiverade redan i dag. Störst inverkan får den tillkommande verksamheten på ljudmiljön inom rekreatiomsområden.

Slutsatsen av den miljömedicinska bedömningen är att den planerade slutförvarsanläggningen och eventuella inkapslingsanläggningen under byggnadsskedet inte bör medföra hälsokonsekvenser av mer allvarlig natur. Vägtrafikbuller är redan ett problem i nuläget och störningsgraden kan öka i viss omfattning, särskilt under byggskedet. Risk för sömnproblem föreligger redan vid nollalternativet och ökar sannolikt inte i omfattning. Risken för hjärt-kärleffekter bedöms vara ringa.

Den miljömedicinska bedömningen i sin helhet redovisas i bilaga 2.

Tabell 8-1. Ökning av exponerat markområde i % över 55 dBA.

Sträcka	Nuläge 2006 – nollalternativ 2018	Nollalternativ – utbyggnad 2018
1	13 %	105 %
2	17 %	28 %
3	15 %	26 %
4	4 %	14 %
5	8 %	2 %
6	9 %	2 %
Totalt	8 %	18 %
Ökning av exponerad yta	0.4 km²	0.9 km²



Figur 8-2. Markering av vägsträckor enligt sammanställningen i Tabell 8-1.

9 Referenslista

- 1/ SKB:s preliminära anläggningsbeskrivning, R-08-xx.
- 2/ Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser [till 2 kap. och 26 kap. 19 § miljöbalken], Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2004:15.
- 3/ Naturvårdsverkets Råd och riktlinjer för externt industribuller, RR 1978:5 rev 1983.
- 4/ Regeringens Proposition Infrastrukturinriktning för framtida transporter 1996/97:53.
- 5/ SKB R-08-49 – Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen.
- 6/ Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus och höga ljudnivåer (SOSFS 2005:6).
- 7/ Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden, Vägverket rapport 2006:127.
- 8/ Environmental noise from industrial plants. General prediction method, Delta akustik, rapport nr 32.
- 9/ Nordisk beräkningsmodell för vägtrafikbuller rev 1996 Naturvårdsverket, rapport nr 4653.
- 10/ Platsundersökning i Forsmark – Mätning av ljudnivåer kring Forsmark under perioden 25 februari till 6 oktober 2004, SKB P-04-303, Tommy Zetterling, WSP Akustik, februari 2005.

Innehåll

B1.1 – Buller från inkapslingsanläggning	72
B1.1.1 – Inkapslingsanläggningen exklusive transporter	72
B1.1.1.1 – Byggnation	72
B1.1.1.2 – Drift	74
B1.1.1.3 – Avveckling	75
B1.1.2 – Transporter	75
B1.1.2.1 – Byggnation	76
B1.1.2.2 – Drift	76
B1.1.2.3 – Avveckling	76

B1.1 Buller från inkapslingsanläggning

Inkapslingsanläggningen avses att placeras invid Clab i Oskarshamn. Som alternativ studeras också möjligheten att placera inkapslingsanläggningen inom FKA:s område. En placering av inkapslingsanläggningen till FKA:s område är endast möjlig om även slutförvaret placeras i Forsmark. För att studera inkapslingsanläggningens påverkan redovisas bullerbidraget från anläggningen separerat från slutförvaret.

Den placering som utreds för inkapslingsanläggning på FKA:s område ligger intill block 3, se Figur B1-1.

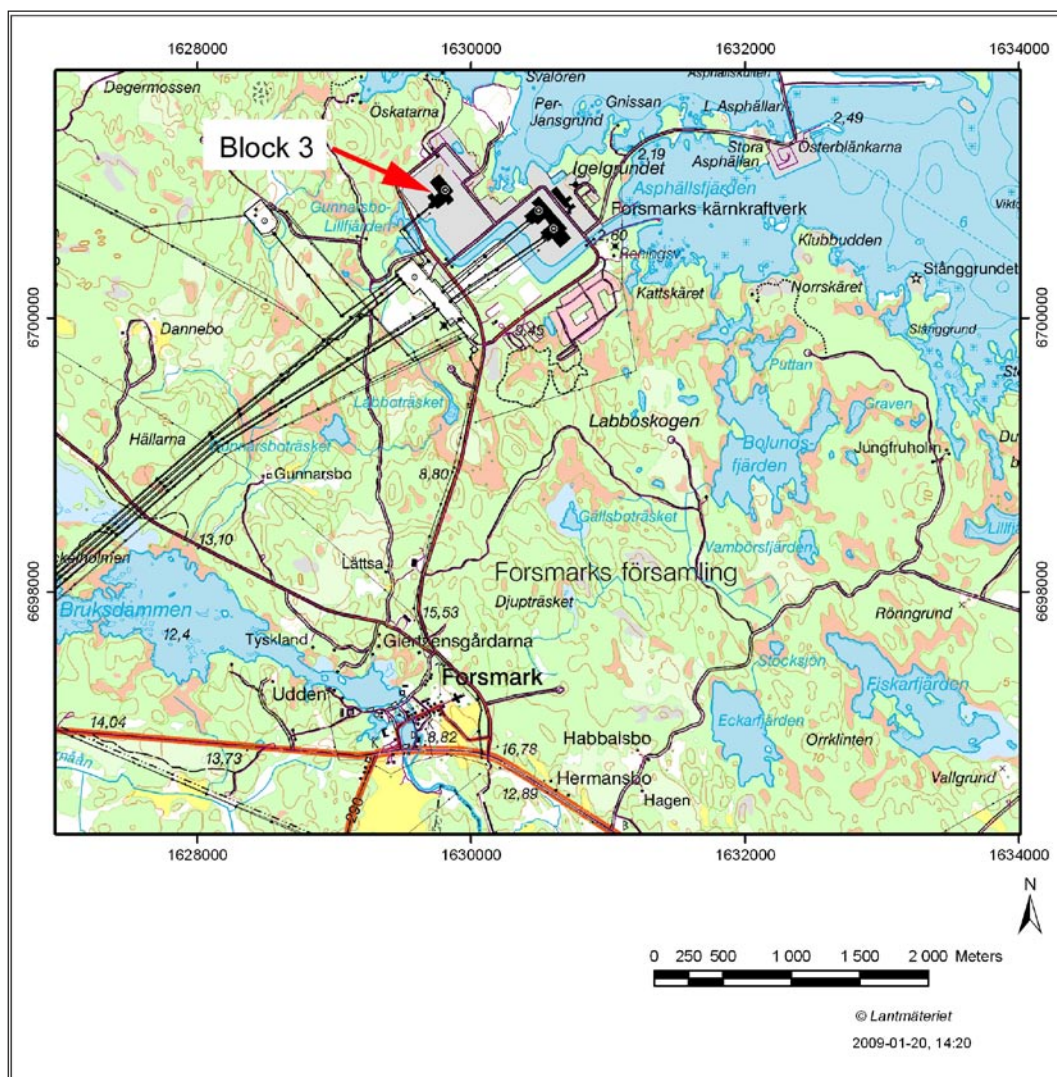
B1.1.1 Inkapslingsanläggningen exklusive transporter

Under byggnationen och driftskedet kommer förutom transporter även begränsade verksamheter att alstra buller i varierande omfattning. Ingen krossning av berg kommer att förekomma vilket annars kan orsaka höga ljudnivåer.

B1.1.1.1 Byggnation

Under byggskedet orsakas buller i första hand av schaktning av jordmassor med hjullastare och av transporter, se Tabell B1-1 för ljuddata.

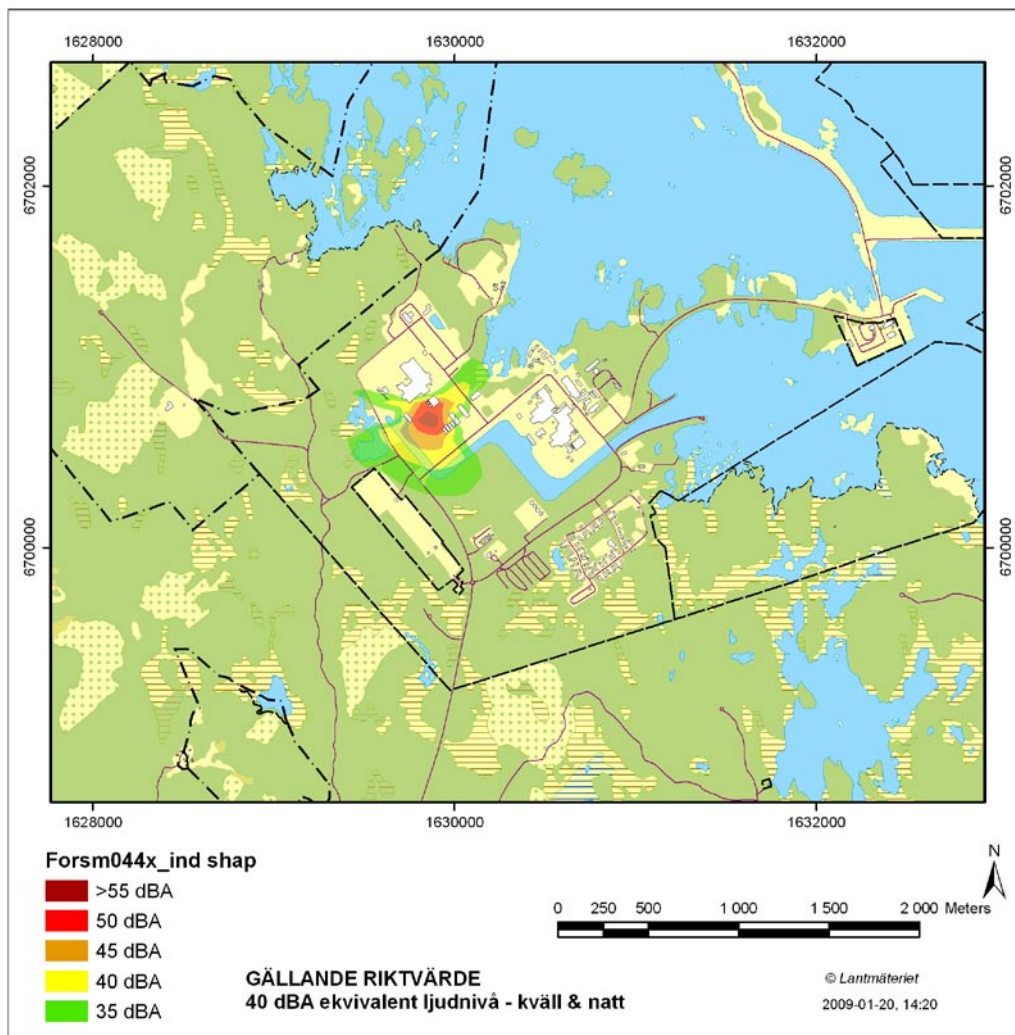
Övrig byggverksamhet bedöms inte orsaka ljudnivåer av betydelse för omgivningen. Beräkningar av ekvivalent ljudnivå i samband med schaktning redovisas i Figur B1-2.



Figur B1-1. Inkapslingsanläggningen i förhållande till Block 3 inom FKA:s område.

Tabell B1-1. Typiska ljuddata för källor under byggskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffektnivå i dBA respektive dBC.

Källa	dBA	dBC	Tid
Hjullastare 	103	119	Kan förekomma dygnet runt, hela byggtiden
Lastbil 	107	112	Kan förekomma dygnet runt, hela byggtiden



Figur B1-2. Ekvivalent ljudnivå vid schaktning.

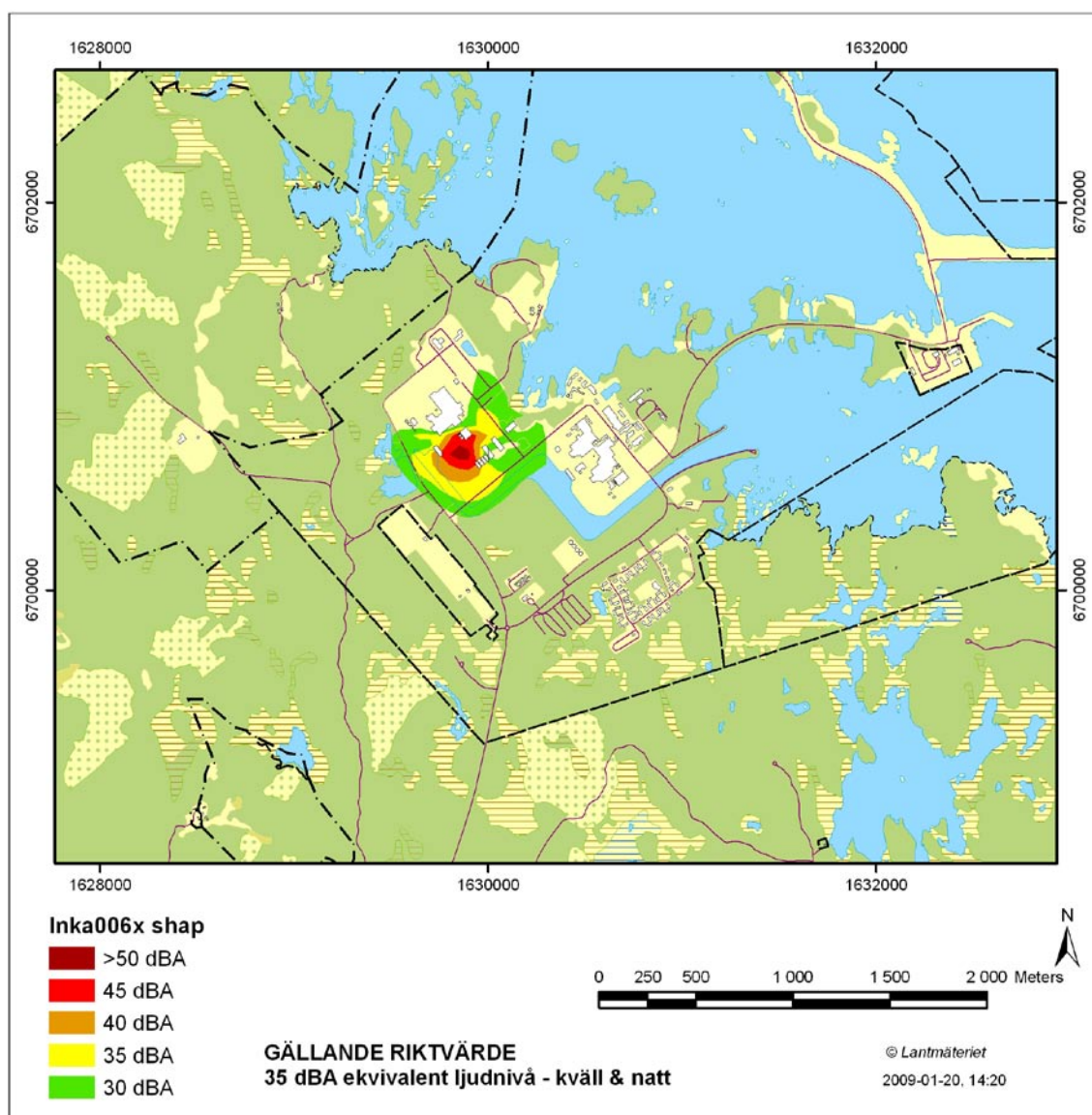
B1.1.1.2 Drift

Buller från inkapslingsanläggningen under drift orsakas i första hand av fläktar och fläktutlopp på anläggningen, se ljuddata i Tabell B1-2. Fläktarna placeras inomhus och medför inget ljudbidrag till omgivningen. Buller från utloppet kan förhållandevis enkelt åtgärdas med ljuddämpare i kanalutlopp.

I Figur B1-3 redovisas beräknad ekvivalent ljudnivå från inkapslingsanläggningen.

Tabell B1-2. Typisk ljuddata för källor under driftskedet. Ekvivalent ljudnivå angivet som ljudeffekt i dBA respektive dBC.

Källa	dBA	dBC	Tid
Fläktar och fläktutlopp	87	95	Kan förekomma dygnet runt, hela drifttiden



Figur B1-3. Ekvivalent ljudnivå från inkapslingsanläggning under drift.

B1.1.1.3 Avveckling

Buller under avvecklingsskedet har inte närmare studerats. I första hand utgör transporter det dominerande bidraget i likhet med avvecklingsskedet för slutförvarsanläggningen.

B1.1.2 Transporter

Trafiken från inkapslingsanläggningen kommer att variera under byggnationen medan den förväntas vara förhållandevis konstant under driftskedet. Antalet transporter har uppskattats i SKB rapport R-08-50 och i Tabell B1-3 redovisas en sammanställning av antalet transporter i sju olika punkter mellan FKA och Hargshamn. Transporterna anges för år 2015, 2018 och för 2030 samt som utbyggnadsalternativ och nollalternativ. År 2015 och 2018 tillhör byggskedet medan år 2030 ligger under drifttiden.

Tabell B1-3. Sammanställning av trafikuppgifter för bullerberäkningar, [fordon/årsmedeldygn] resp [km/h].

Position		Nollalternativ		Tillskott inkapslingsanläggningen			
		2015	2018	2030	2015	2018	2030
1	Personbilar	500	510	570	80	70	110
	Tung trafik	80	80	100	80	0	10
	Hastighet	50–70	50–70	50–70	50–70	50–70	50–70
2	Personbilar	1 830	1 880	2 080	80	70	110
	Tung trafik	240	310	300	80	0	10
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
3	Personbilar	3 480	3 580	3 960	80	70	110
	Tung trafik	570	610	730	80	0	10
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90
4	Personbilar	3 360	3 450	3 820	20	30	40
	Tung trafik	510	540	640	20	0	10
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90
5	Personbilar	5 530	5 680	6 290	20	30	40
	Tung trafik	610	710	780	20	0	10
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
6	Personbilar	1 370	1 410	1 560	10	0	10
	Tung trafik	310	340	400	10	0	0
	Hastighet	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90	70–90
7	Personbilar	650	660	730	10	0	10
	Tung trafik	220	240	280	10	0	0
	Hastighet	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90	50–90

B1.1.2.1 Byggnation

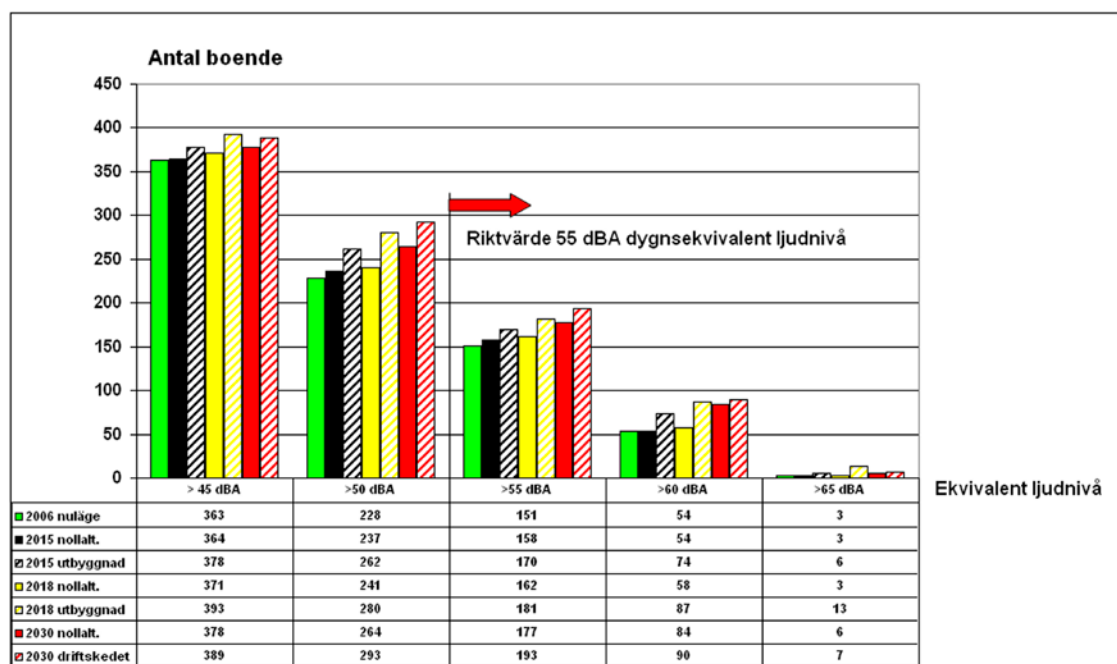
Mängden transporter under byggnationen av inkapslingsanläggningen är förhållandevis begränsad jämfört med mängden transporter under samma skede för slutförvarsanläggningen. Antalet boende som exponeras för en ljudnivå över riktvärdet under byggnationen av inkapslingsanläggningen liknar det som gäller för nollalternativet motsvarande år, se Figur B1-4.

B1.1.2.2 Drift

Under driftskedet består huvuddelen av transporter av personaltransporter och transporter av besökare till anläggningen. Buller från det fordon som transporterar kapslar avviker inte markant från transportbuller med tunga vägfordon. Inga boende berörs av ljudnivåer över gällande riktvärde.

B1.1.2.3 Avveckling

Buller under avvecklingskedet har inte närmare studerats. I första hand utgör transporter det dominerande bidraget i likhet med avvecklingskedet för slutförvarsanläggningen.



Figur B1-4. Sammanställning av boende längs transportvägarna som exponeras för ekvivalent ljudnivå inom olika ljudnivåintervall.

Anläggning för mellanlagring, inkapsling och slutförvar av kärnbränsle i Forsmark

Buller under bygg- och driftskedet - miljömedicinsk bedömning

Gösta Bluhm, Karolinska Institutet, Institutet för miljömedicin

Innehåll

Miljömedicinsk bedömning	79
B2.1 Allmänt	79
B2.1.1 Upplevd störning	79
B2.1.2 Sömnstörning	79
B2.1.3 Taluppfattbarhet	80
B2.1.4 Inläring	80
B2.1.5 Blodtryckssjukdom och stress	80
B2.1.6 Rekreation	80
B2.2 Platsspecifikt	81
B2.2.1 Buller från inkapslingsanläggning	81
B2.2.2 Buller från slutförvar exklusive transporter	81
B2.2.3 Transportbuller från slutförvar under bygg- och driftskedet	81
B2.3 Sammanfattning	82
B2.3.1 Allmänt	82
B2.3.2 Platsspecifikt	82
B2.3.3 Slutsats	83
B2.4 Referenser	83

Miljömedicinsk bedömning

B2.1 Allmänt

Samhällsbuller, som huvudsakligen omfattar transportrelaterat buller, är främst kopplat till indirekta effekter. Besvärsupplevelse, sömnproblem, samtalsstörningar och försämrade möjligheter till vila och avkoppling är vanligt förekommande /1, 2/. Prestationer och inläring kan påverkas och psykologiska och fysiologiska stressrelaterade symtom förekommer och kan ge upphov till försämrad livskvalitet. Fysiologisk påverkan på hjärt-kärlsystemet har också satts i samband med större bullerbelastning /3/.

B2.1.1 Upplevd störning

Allmänna störningseffekter är koncentrationssvårigheter, irritation, nedstämdhet och initiativlöshet. Detta kan i samverkan med andra belastningsfaktorer och beroende på individens känslighet och förmåga att kunna hantera stress på längre sikt ge upphov till olika psykosomatiska besvär och psykosociala konsekvenser /1, 2/. Generellt bör man ta hänsyn till känsliga grupper som barn, varför skolor, daghem och lekplatser bör skyddas i största möjliga utsträckning. Vid nybyggnation bör alltid möjlighet till tyst sida eftersträvas.

Störningsreaktionen varierar med den ekvivalenta ljudnivån, den maximala ljudnivån, antalet bullerhändelser, samt tiden på dagen (känsligheten är störst kvällstid och nattetid). Ett tätt återkommande intermitterant buller upplevs som mer störande än kontinuerligt buller. Någon nedre exponeringsnivå för besvärsupplevelser är svår att fastställa. Dagens riktvärden är inte satta av hälsoriskskäl utan utgår ifrån i hur stor omfattning och i vilken grad människor kan förväntas vara störda. Exempelvis är cirka en tredjedel av en exponerad grupp störd och 10 % anger sig vara *mycket* störd av buller från vägtrafik vid $L_{Aeq,24h}$ (ekvivalent dygnsmedelvärde) 55 dB, som är gällande riktvärde utomhus för permanentbostäder. Antalet störda ökar snabbt med stigande exponeringsnivåer /4/. Majoriteten av befolkningen torde dock inte vara besvärade i någon större utsträckning vid < 50 dB(A) ekvivalentnivå dagtid.

Ett stort inslag av lågfrekvent buller (L_{Ceq}) är särskilt besvärande. En enkel indikator är att om L_{Ceq} är ≥ 10 dB jämfört med L_{Aeq} kan användandet av dB(A) underskatta störningsrisken /1, 5/. Vibrationer och stomljud kan ge upphov till sömnbesvär och i förlängningen allmän besvärsupplevelse samt trötthet och koncentrationssvårigheter. Vid förekomst av både buller och vibrationer ökar besvärsgraden av buller och är av samma omfattning som om ljudnivån vore upp till 10 dB(A) högre.

B2.1.2 Sömnstörning

Sömnproblem som är en av de vanligaste följderna av högt trafikbuller är ett allvarligt hälsoproblem. Objektiva effekter är förändringar i sönmönstret vid elektroencefalografisk registrering, så kallad EEG. Subjektiva effekter är fördröjd insomning, försämrad sömnkvalitet, talrika väckningsperioder och trötthetskänsla vid uppvaknandet. De mest känsliga perioderna för sömnstörning är vid insomnandet och före normalt uppvaknande. Vissa data tyder på att det finns en tillvänjningseffekt vad gäller väckningsreaktioner, men däremot inte vad det gäller andra negativa effekter på sömnen.

Både kontinuerligt och intermitterant ljud kan ge upphov till sömnrubbingar. Mätbara effekter kan uppstå redan vid en ekvivalentnivå kring 30 dB(A) i sovrummet. Risk för väckning har påvisats vid maximala ljudnivåer inomhus från 45 dB(A) och uppåt /1, 2, 3/. Lågfrekvent ljud misstänks kunna störa vila och sömn vid ännu lägre nivåer.

Tillgång till tyst eller ljuddämpad sida i lägenheten eftersträvas. Detta definieras i Boverkets Allmänna Råd 2008:1 som en dygnsekvivalent utomhusnivå lägre än 45 dB(A) respektive 45–50 dB(A) uttryckt som frifältsvärden. En sådan möjlighet i bostadsplaneringen är i utsatta fall med decibelnivåer vid exponerad fasad från 55 dB(A) och uppåt en huvudregel i Boverkets allmänna råd /6/.

B2.1.3 Taluppfattbarhet

Omgivningsbuller från olika typer av trafik, speciellt tåg- och flyg, kan maskera talet och därigenom direkt försvåra möjligheten att föra samtal och indirekt genom att det är ansträngande att höja rösten eller upprepa tal i bullriga situationer. Vid konversation utomhus motsvarar normal samtalston på 1 meters avstånd cirka 55 dB(A) och förhöjt röstläge 60–66 dB(A). För full förståelse bör nivån på talet överskrida bullernivån med 15–18 dB(A) /1/.

B2.1.4 Inläring

Prestationsförmågan kan försämrats vid bullerexponering. Studiemöjligheter och annan mer komplicerad verksamhet som kräver mental koncentration kan störas. Speciellt hos ljudkänsliga personer och personer med annat modersmål kan dessa besvär vara mer uttalade. Redan vid lägre bullernivåer har effekter påvisats hänförande till försvårad möjlighet till kommunikation och störd koncentration. Störningen varierar avsevärt med hänsyn till individens känslighet för bullerpåverkan. Enligt WHO innebär detta att man i klassrum bör ha så låga bakgrunds nivåer som möjligt /5/. Undervisning kan störas redan vid ljudnivåer över 30 dB(A).

Tal och övrig kommunikation kan liksom prestationsförmågan påverkas även av mer lågfrekvent ljud. Vid kontinuerliga nivåer kring 40 dB av lågfrekvent ljud kan studiemöjligheter och annan mer komplicerad och mentalt krävande verksamhet som kräver koncentration komma att störas speciellt hos ljudkänsliga personer. Särskilt noterbart är störning av stomljud. Stomljud är lågfrekvent (20–300 Hz) och är hörbart redan vid nivåer över 28 dB.

B2.1.5 Blodtryckssjukdom och stress

Buller kan utlösa olika akuta fysiologiska reaktioner som exempelvis förändringar i hjärnans elektriska aktivitet, förhöjt blodtryck, stegrad andnings- och pulsfrekvens samt ökad insöndring av stresshormoner.

Upprepade höga maxhändelser nattetid kan ge upphov till hjärt-kärleffekter. I en nyligen genomförd internationell undersökning steg blodtrycket signifikant under natten i direkt anslutning till akuta bullerhändelser hos försökspersonerna /7/.

Vissa undersökningar har visat att långvarig exponering för trafikbuller också kan öka risken för att utveckla hjärt-kärlsjukdom /8, 9/. Riskerna att utveckla högt blodtryck rör sig i storleksordningen 10–40 % för varje 5 dB(A) ökning av ekvivalentnivån av vägtrafikbuller i spannet 55 dB(A) till 80 dB(A).

B2.1.6 Rekreation

Tillgång till ”tysta” grönområden anses stimulera till motion, höja livskvaliteten och verka förebyggande både för psykisk och fysisk ohälsa, varför skyddsvärdet är väsentligt ur folkhälso-skyddsvinkel /10/. Vistelse i ostörd naturmiljö anses ha en gynnsam effekt på återhämtning efter stress. Även låga nivåer av samhällsbuller kan störa denna utveckling.

B2.2 Platsspecifikt

B2.2.1 Buller från inkapslingsanläggning

Ökat buller tillkommer vid framförallt byggnationen men antalet exponerade i omgivningen är litet. Transportgenererade hälsoeffekter av inkapslingsanläggningen bedöms kunna förekomma enbart i ringa omfattning.

B2.2.2 Buller från slutförvar exklusive transporter

Lågfrekvent buller, från krossanläggningar under byggtiden bedöms inte heller ge upphov till märkbara hälsoeffekter. Ny bebyggelse för tillfälligt boende arbetskraft planeras öster om kärnkraftverket. Under driftskedet kommer ljudnivån att ligga i intervallet 35–40 dB(A). Störningseffekten kan anses vara ringa inte minst då det rör sig om korttidsboende.

B2.2.3 Transportbuller från slutförvar under bygg- och driftskedet

Området kring Forsmark är redan i dag utsatt för buller från vägtrafik. Transporterna under byggskedet medför en mindre ökning av antalet exponerade. Under byggtiden blir bullernivåerna från anläggningsarbetena höga vid Forsmark men inga permanentboende är exponerade. Trafikökningen kommer att vara särskilt uttalad i slutet av byggskedet. Vid de mer tätbebyggda områdena längs transportvägen som Harg, Börstil, Johannisfors, Norrskedika och Forsmarks bruk kommer uppsatt riktvärde för ekvivalentnivå på 55 dB(A) att överskridas i ökad omfattning. Under den senare hälften av byggskedet, då trafiken förväntas bli särskilt intensiv, med år 2018 som räkneexempel rör det sig om 19 fler boende, som kommer att exponeras över riktvärdet 55 dB(A) för dygnsekvivalent ljudnivå jämfört med nollalternativet medan skillnaden vid ljudnivåer över 60 dB(A) är cirka 40 personer.

Sambandsfunktioner finns beskrivna avseende relationen mellan procentantalet störda och stigande exponeringsnivåer för väg- såväl som flyg- och tågbuller /11/. Vid nollalternativet 2018 beräknas drygt femtio personer vara besvärade av trafikbullret längs vägsträckan från Forsmark till Hargshamn, varav ett tjugotal kan förväntas uppleva störningen som allvarlig. Vid byggskedet skulle cirka 5 personer mer rapportera allvarlig störning på grund av det ökande antalet transporter (tabell B2-1).

Under driftskedet är skillnaderna mindre. Utgående från år 2030 skattas 6 personer mer ange sig vara störda jämfört med vid nollalternativet.

Lågfrekvent buller, som kan uppkomma från lastbilar vid transporter kan upplevas som störande. Detta är dock sannolikt ett mindre problem från hälsoskyddssynpunkt då riktvärden för lågfrekvent buller inte kommer att överskridas inomhus vid normal ljudisolering.

Tabell B2-1. Antalet störda och mycket störda år 2018 och 2030 vid nollalternativen respektive utbyggnad och driftskede. Skattningarna vid de olika exponeringsnivåerna bygger på funktioner givna av Miedema och Oudshoorn (2001) /11/.

Leq,24h dBA	2018 Nollalternativ		2018 Utbyggnad		2030 Nollalternativ		2030 Driftskede	
	Störda	Mycket störda	Störda	Mycket störda	Störda	Mycket störda	Störda	Mycket störda
51–55	13	4	16	5	14	4	16	5
56–60	20	7	16	6	17	6	19	7
>60	21	10	34	16	31	14	33	16
Totalt antal	54	21	66	27	62	24	68	28

En skola är redan i nuläget utsatt för fasadbullernivåer > 55 dB(A). Enbart ett par skolor totalt är exponerade för trafikbuller i dagsläget och påverkan på skolverksamheten bedöms vara ytterst liten, då ljudnivåerna i stort är konstanta även om slutförvar och inkapslingsanläggning vid Forsmark tas i drift. Riktvärdet för buller i områden klassat som riksintresse för rörligt friluftsliv beräknas överskridas inom ett större område (drygt 60 % ökning). Ur folkhälsosynvinkel är detta av störst betydelse vid hög nyttjandegrad vilket ej är fallet.

Maximala ljudnivåer över riktvärdet drabbar cirka 150 personer både vid nollalternativ och under bygg- och driftskede. Under senare halvan av byggskedet kommer dock antalet maxhändelser att öka på grund av den tjugoprocentiga ökningen av den tunga trafiken jämfört med det då aktuella nollalternativet. År 2030 under driftskedet är motsvarande trafikskillnad cirka 13 %. Sömnproblem är en särskilt allvarlig effekt av bullerexponering och en viktig orsaksfaktor är återkommande bullertoppar nattetid. Någon ökning av tunga transporter planeras dock inte under kvällar och nätter, varför sömnsvårigheterna inte bör tillta i omfattning jämfört med vad som föreligger vid nollalternativen.

Bland boende i åldersspannet 45–70 år, som exponeras för mer än 55 dB(A) under en tioårsperiod, kan en förväntad riskökning både för högt blodtryck och allvarligare hjärtsjukdom skattas till 10–40 % /8, 9,12/. Detta kan vara av betydelse främst när det gäller högt blodtryck, som när även mildare former inräknas, förekommer i cirka 40 % i det angivna åldersintervallet. Ett tiotal personer i denna åldersgrupp kan antas bli exponerade för ≥ 55 dB i samband med toppbelastningen 2018 av transporter vid slutförvaringen. Detta kan dock högst bidra till ett eller ett par fall av högt blodtryck.

B2.3 Sammanfattning

B2.3.1 Allmänt

Bullerexponering i bostadsmiljön kan vid stigande ljudnivåer förutom allmänna besvär- upplevelser ge upphov till störd sömn och nedsatt koncentrationsförmåga. Livskvaliteten kan försämrats och det sociala beteendet påverkas. Kroniska fysiologiska effekter med högt blodtryck och hjärt-kärlsjukdom är beskrivet vid längre tids exponering för vägtrafikbuller.

B2.3.2 Platsspecifikt

Inga omfattande hälsoeffekter av det arbetsplatsgenererade bullret kan förväntas under bygg- och driftskedet. Endast ett fåtal personer är berörda och det rör sig inte om permanentboende utan enbart om arbetskraft som bor kortare tid.

Bullerrelaterade hälsoeffekter relaterade till inkapslingsanläggningen bedöms vara negligerbara.

Transportgenererat buller kommer att medföra ökad bullerexponering under bygg- och driftskedet av en slutförvarsanläggning i Forsmark. Jämfört med nollalternativet kommer dock enbart ett fåtal ytterligare personer att exponeras över riktvärdet 55 dB(A). Närområdet runt vägarna kring Forsmark är redan kraftigt bullerutsatt och även om riktvärden kommer att hållas stiger bullernivån och erfarenhetsmässigt medför detta att fler personer anger störning. Omfattningen av detta är dock svår att fastställa.

Fritidsområden, som har ett skyddsvärde i sig, berörs i viss utsträckning men eventuella olägenheter går inte att skatta.

Oregelbundet buller påverkar sömnen mer än jämnt, regelbundet och förutsägbart buller. SKB kommer att så långt möjligt styra de tunga transporterna till dagtid vilket gör att antalet bullerhändelser med höga ljudnivåer under nattperioden inte borde förändras. Sömnsvårigheter, som sannolikt redan är ett problem i berörda tätorter till följd av det nuvarande trafikbullret, bör därför inte öka i omfattning. Tillgång till tyst sida i lägenheten bör alltid eftersträvas. Att utsättas för över 45 dB(A) mer än 5 gånger per natt i sovrummet bör endast ske i undantagsfall, då det är klart belagt att detta medför väckningseffekter.

Beträffande fysiologiska effekter relaterade till långtidsexponering för buller kan man inte förvänta sig några allvarliga hjärt-kärleffekter.

B2.3.3 Slutsats

Planerad slutförvaring och eventuell inkapsling under byggnadsskedet bör inte medföra hälsokonsekvenser av mer allvarlig natur. Vägtrafikbuller är redan ett problem i nuläget och störningsgraden kan öka i viss omfattning, särskilt under byggskedet. Någon närmare kvantifiering är i nuläget inte möjlig att göra. Risk för sömnproblem föreligger redan vid nollalternativet och ökar sannolikt inte i omfattning. Risken för hjärt-kärleffekter bedöms vara ringa.

B2.4 Referenser

- 1/ **Berglund B, Lindvall T, 1995.** Community Noise. Archives of the Center for Sensory Research. Stockholm University and Karolinska Institutet, Stockholm (1995).
- 2/ **Öhrström E, 1991.** Psycho-social effects of traffic noise exposure. *J Sound Vibr* 1991;151:513-7.
- 3/ **Griefahn B, Schuemer-Kohrs A, Schuemer R, Moehler U, Mehnert P, 2000.** Physiological, subjective, and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic. *Noise&Health* 2000;3(9):59-71.
- 4/ **Berglund B, Kihlman T, Kropp W, Öhrström E, 2004.** Soundscape support to health. MISTRA Final report phase 1, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- 5/ **WHO, 1999.** Guidelines for community noise. Tillgänglig på [http:// www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html](http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html) 2007-12-20.
- 6/ **Boverket, 2008.** Buller i planeringen – Planera för bostäder i områden utsatta för buller från väg- och spårtrafik. Allmänna råd 2008:1.
- 7/ **Haralabidis A S, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, Giampaolo M, Borgini A, Dudley ML, Pershagen G, Bluhm G, Houthuijs D, Babisch W, Velonakis M, Katsouyanni K, Järup L for the HYENA consortium, 2008.** Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *Eur Heart J* 2008;29(5):658-64.
- 8/ **Babisch W, 2006.** Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise&Health* 2006;8(30):1-29.
- 9/ **Bluhm G, Berglund N, Nordling E, Rosenlund M, 2007.** Road traffic noise and hypertension. *Occup Environ Med*, 2007; 64:122-126.
- 10/ **Grahn P, Larsson C, 1997.** Stadens grönområden. Hur de används och vad som tilltalar besökarna. SLU och Byggeforskningsrådet. Alnarp, 1997.
- 11/ **Miedema HME, Oudshoorn CGM, 2001.** Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect* 2001;109:409-16.
- 12/ **de Kluienaar Y et al., 2007.** Hypertension and road traffic noise exposure. *J. Occup Environ Med*, 2007. 49: p. 484-492.