

Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter

Slutförvar för använt kärnbränsle, Forsmark

Carl Lind, Sven-Erik Johansson
Nitro Consult AB

November 2010

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter

Slutförvar för använt kärnbränsle, Forsmark

Carl Lind, Sven-Erik Johansson
Nitro Consult AB

November 2010

Nyckelord: Sprängning, Prognoser, Restriktioner, Gränsvärden, Riktvärden, Vibrationer, Luftstötstågor, Stomljudd, Stenkast, Transporter, SKBdoc id 1181546.

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna. SKB kan dra andra slutsatser, baserade på flera litteraturkällor och/eller expertsynpunkter.

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

Sammanfattning

Denna utredning redovisar påverkan på omgivningen som kan orsakas av bergschaktningsarbeten för slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle i Forsmark samt av de vibrationer som uppstår från tunga transporter relaterade till verksamheten vid slutförvarsanläggningen. Utredningen utgör underlag för miljökonsekvensbeskrivningen och fortsatt projektering.

Det inventeringsområde för byggnader och anläggningar som beaktats i utredningen sträcker sig cirka 1 000 meter från föreslaget läge för slutförvarsanläggningen. Därutöver har bostadshus utmed väg 76 inventerats avseende påverkan av tunga transporter mellan Forsmark och Hargshamns hamn.

Resultaten av inventeringarna och uppgifter om planerade bergschaktningsarbeten för slutförvarsanläggningen har använts för att ta fram preliminära restriktioner samt prognoser för vibrationer och luftstötståg från sprängningsarbeten, liksom buller från bergborring. Även för vibrationer från tunga transporter har prognoser upprättats. Prognoserna för vibrationer från sprängsalvor visar på låga eller mycket låga nivåer. Någon risk för skador på byggnader kan inte förutses. För att säkerställa att vibrationskänsliga utrustningar och installationer i anslutning till kärnkraftverket inte skall störas har ett inventerings- och utredningsarbete initierats i samarbete med Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA).

Vibrationer från sprängningar kan dock vara kännbara inom stora delar av inventeringsområdet eftersom människans känseltröskel för vibrationer är mycket låg. De kommer dock knappast att upplevas som störande. När tillfarterna till slutförvarsanläggningen byggts och bergschaktningsarbetena fortsätter på förvarsnivå bedöms omgivningspåverkan bli minimal. Det beror särskilt på att sprängningsarbetena då kommer att bedrivas på cirka 470 meters djup vilket innebär stora avstånd till byggnader och anläggningar.

Prognoser för luftstötståg från sprängsalvor visar på låga nivåer. Risk för byggnadsskador föreligger inte och det finns inte heller något som tyder på att utrustningar eller installationer kommer att påverkas. Luftstötter kan däremot vara hörbara på stora avstånd under de första åren när ovanjordsdelar och sprängningar för ramp och sänkschakt utförs. De bedöms inte upplevas som störande eftersom sprängningsarbetena kommer att begränsas till någon eller några gånger per dag under den mest intensiva perioden.

Stomljud från bergborring under jord bedöms inte bli hörbara på grund av stora avstånd till byggnader och anläggningar. Buller från ovanjordsborring kan vara hörbart men kommer att pågå under en jämförelsevis kort period.

Risk för stenkast vid sprängning som skadar omgivningen bedöms inte föreligga. Omfattning och utförande på täckningsarbeten fastställs i senare skede, men generellt gäller att sprängningsarbetena kommer att utföras som försiktig sprängning vid de inledande salvorna när det annars finns risk för stenkast.

Vibrationer till omgivande bebyggelse från transporter med tunga fordon till och från slutförvarsanläggningen bedöms inte kunna orsaka skador, främst beroende på att undergrunden utmed transportvägarna domineras av berg eller morän. Om framtida status på berörda delar av väg 76 är densamma som i nuläget torde inte störande vibrationer uppstå, även om de tunga transporterna ökar i antal.

Sammanfattningsvis görs bedömningen att riktvärden och gränsvärden enligt gällande standarder, anvisningar och riktlinjer för vibrationer, luftstötståg och buller från sprängningsarbeten samt buller från salv- och schaktborring kommer att innehållas med god marginal. Omgivningspåverkan från sprängningsarbeten vid byggandet av ett slutförvar bedöms därför bli mycket begränsad.

Summary

This study describes the impact on the surroundings that may be caused by rock excavation activities for the final repository for spent nuclear fuel in Forsmark and by the vibrations created by heavy shipments related to activities at the final repository. The study will provide input to the environmental impact assessment and future design work.

The survey area for buildings and facilities covered by the study extends approximately 1,000 metres from the proposed location of the final repository. In addition, residential buildings along highway 76 have been surveyed with regard to the impact of heavy shipments between Forsmark and Hargshamn harbour.

The results of the surveys and information on planned rock excavation activities for the final repository have been used to formulate preliminary restrictions and predictions of vibrations and air shock waves from blasting, as well as noise from rock drilling. Predictions have also been made of vibrations from heavy shipments. The predictions of vibrations from blasting rounds reveal low or very low levels. No risk of damage to buildings is expected. In order to ensure that vibration-sensitive equipment and installations at the nuclear power plant are not disturbed, a survey has been initiated in cooperation with Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA).

Vibrations from blasting may, however, be perceptible within large parts of the study area, since the human perception threshold for vibration is very low. They will hardly be regarded as disturbing, however. When the accesses to the final repository have been built and rock excavation continues at repository level, the impact on the surroundings is expected to be minimal. The main reason for this is that the blasting will then occur at a depth of about 470 metres, at an ample distance to buildings and facilities.

Predictions of air shock waves from blasting rounds indicate low levels. There is no risk of building damage, nor is there any indication that equipment or installations will be affected. However, air shocks may be audible at great distances during the first few years when surface facilities are being built and blasting is being done for the ramp and sunk shafts. They are not expected to be perceived as disturbing, since the blasting will be limited to a few times per day during the most intensive period.

Structure-borne noise from rock drilling under ground will not be audible due to large distances to buildings and facilities. Noise from above-ground drilling may be audible, but only during a relatively short period of time.

There is not judged to be any risk of flyrock from blasting that could cause damage to the surroundings. The scope and nature of flyrock protection will be determined at a later stage, but as a general rule the initial blasting rounds, when the risk of flyrock is greatest, will be carried out as controlled blasting.

Vibrations in surrounding buildings caused by heavy shipments to and from the final repository are not expected to cause damage, mainly due to the fact that the supporting ground along the transport routes is dominated by rock or till. If the future status of the concerned parts of highway 76 is the same as today, disturbing vibrations are unlikely to occur, even if the heavy shipments increase in number.

In summary, it is concluded that the guideline values and limit values stipulated in applicable standards, recommendations and guidelines for vibrations, air shock waves and noise from blasting activities as well as noise from drilling and boring will be met by ample margin. The impact on the surroundings of blasting activities in connection with the construction of a final repository is therefore expected to be very limited.

Innehåll

1	Introduktion	7
2	Syfte och mål	9
2.1	Avgränsningar	9
3	Bakgrund om slutförvarsanläggningen	11
4	Metod och genomförande	13
5	Resultat	15
5.1	Beskrivning av omgivningen	15
5.1.1	Forsmarks kärnkraftverk	15
5.1.2	Ställverk och kraftledningar	15
5.1.3	Barackbyn – tillfälliga bostäder	16
5.1.4	Planerade tillfälliga bostäder vid Igelgrundet	16
5.1.5	SFR	16
5.1.6	Fritidsfastigheter i Forsmark	16
5.2	Vibrationer	16
5.2.1	Gränsvärden för sprängningsinducerade vibrationer	16
5.2.2	Ovanjordsprängning	19
5.2.3	Underjordssprängning	21
5.2.4	Vibrationer från tunga transporter	22
5.3	Luftstöt vågor från sprängning	25
5.4	Buller	27
5.4.1	Ovanjordsborrning	28
5.4.2	Skutknackning	28
5.5	Stomljud från salv-, injekterings- och raiseborrning	28
5.6	Stenkast	29
6	Samlad bedömning	31
7	Referenslista	33
8	Ordlista	35
Bilaga 1	Ritning över inventeringsområdet	37
Bilaga 2	Mätrapport avseende trafikvibrationer – komfortmätning och bedömning av skaderisk, Norrskedika	39

1 Introduktion

SKB planerar att ansöka om tillstånd enligt miljöbalken för hela slutförvarssystemet där mellanlagring, inkapslingsanläggning och slutförvaring av kärnbränsle ingår. Det centrala mellanlagret för använt kärnbränsle, benämnt Clab, är en befintlig anläggning på Simpevarpshalvön i Oskarshamn, där även inkapslingsanläggningen kommer att placeras. SKB har valt Forsmark som plats för slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle. De anläggningar som behövs ovan jord för driften av slutförvarsanläggningen kommer att samlas inom ett driftområde vid Söderviken, på den del av Forsmarks industriområde som ligger söder om kylvattenkanalen. Därifrån planeras schakt och en tunnelramp ner till själva förvaret, beläget på cirka 470 meters djup.

En miljökonsekvensbeskrivning ska biläggas tillståndsansökan och i denna kommer påverkan och konsekvenser för hela slutförvarssystemet redovisas. Som underlag för miljökonsekvensbeskrivningen skall de verksamheter som ger upphov till påverkan beskrivas och konsekvensbedömas. Denna rapport utgör en del av detta underlag.

2 Syfte och mål

Syftet med utredningen är att ge en samlad bild av påverkan på omgivningen som kan orsakas av bergschaktningsarbeten för slutförvarsanläggningen. Därutöver redogörs för vibrationer från tunga transporter relaterade till anläggningen. I utredningen behandlas och redovisas:

- Byggnader och anläggningar inom inventeringsområdet.
- Gränsvärden för vibrationer för byggnader och anläggningar.
- Gränsvärden för vibrationskänsliga utrustningar och installationer.
- Gränsvärden för luftstöt vågor från sprängning.
- Prognoser för nivåer på vibrationer och luftstöt vågor från sprängning.
- Prognoser för vibrationsnivåer från tunga transporter.
- Prognoser för buller och stomljud från salv-, injekterings- och schaktborrning (raiseborrning) samt skutknackning.
- Risker för stenkast vid sprängning.
- Mätning av trafikinducerade vibrationer vid en byggnad utmed väg 76.

Arbetet har till stora delar baserats på utredningar som utförts i tidigare skeden av planering för slutförvarsanläggningen i Forsmark.

2.1 Avgränsningar

Med bergschaktningsarbeten avses arbeten för att losshålla berg, det vill säga borrhålls- och sprängningsarbeten, men inte krossning eller lastning av lösa bergmassor. Förväntat buller från dessa verksamheter liksom trafikbuller beskrivs i /Zetterling och Hallberg 2009/.

Inventeringsområdet omfattar byggnader och anläggningar inom ett horisontellt avstånd av 1 000 meter från slutförvarsanläggningens försvarsområde räknat från dess ytterkanter, se bilaga 1. Därutöver har byggnader inom 50 meter från väg 76 inventerats med avseende på påverkan av tunga transporter mellan slutförvarsanläggningen och Hargshamns hamn. På denna väg förväntas merparten av de tunga transporterna till och från slutförvarsanläggningen att färdas. Uppgifter om slutförvarsanläggningens transportbehov har hämtats från /Fors och Klingenberg 2008/.

De skeden som har studerats är uppförandeskedet och driftskedet. Avvecklingsskedet behandlas inte eftersom det ligger långt fram i tiden och inte innefattar några sprängningsarbeten. Omgivningspåverkan bedöms därför bli mindre jämfört med bygg- och driftskedet.

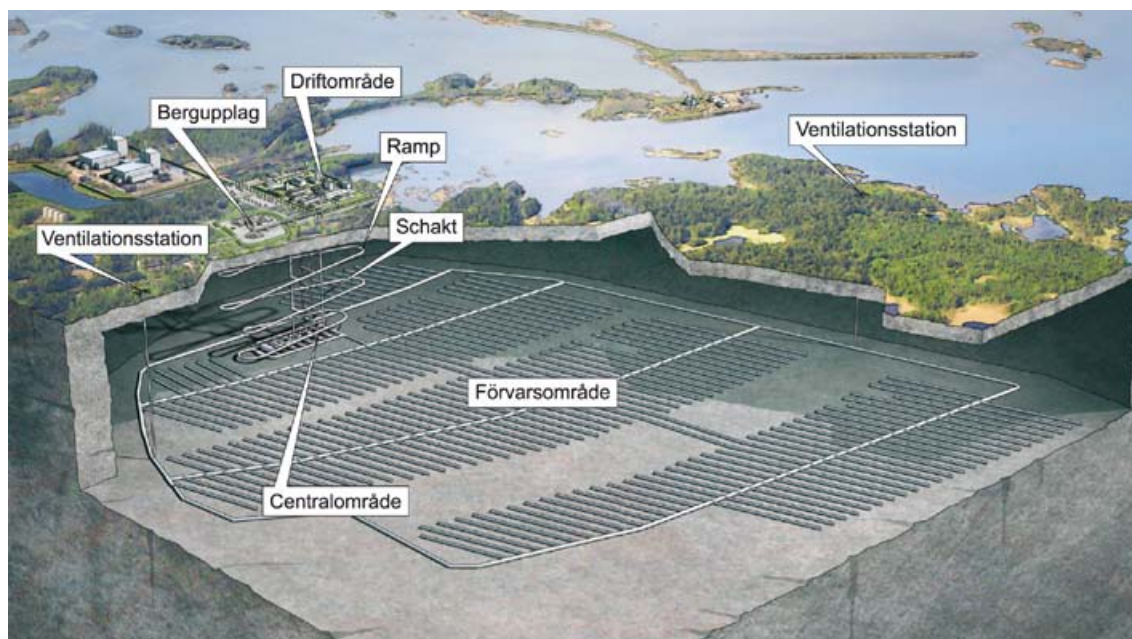
Kontrollprogram med avseende på placering av mätpunkter för mätning av vibrationer och luftstöt-vågor, respektive besiktning av byggnader etc, fastställs i senare skede. Påverkan på slutförvarsanläggningens egna anläggningsdelar och verksamhet från bergschaktningsarbetena ingår inte i utredningen. Ledningar i mark har inte inventerats, men kommer att behandlas i senare projekt-ringsarbete.

3 Bakgrund om slutförvarsanläggningen

Slutförvarsanläggningen kommer att bestå av en ovanmarksdel och en undermarksdel. Ovanmarksdelens driftområde motsvarar en medelstor industrianläggning. På driftområdet finns förutom kontors- och personalutrymmen byggnader för tekniska funktioner såsom ventilation, hissar, elkraft, tillverkning av buffert och återfyllning samt förråd och verkstad. Skipschakt för berghiss, tilluftsschakt, frånluftsschakt, hisschakt samt ramp kommer att förbinda driftområdet med undermarksdelen. Ytterligare ventilationsschakt kan krävas utanför driftområdet. Undermarksdelens deponeringstunnlar kommer att ligga på ungefär 470 meters djup.

Uppförandet av slutförvarsanläggningen beräknas ta 7–8 år. Under denna tid kommer berg att loss hållas för ramp, schakt, centralområde och delar av förvarsområdet. En mindre del av bergmassorna kommer att användas för utfyllnader på plats, vägar och underbyggnad av vägbanor i tunnlar. Resterande bergmassor som frigörs under uppförandeskedet kan avyttras.

Driften beräknas pågå i 40–50 år. Under driftskedet ska deponering av kapslar och återfyllning av deponeringstunnlar ske parallellt med fortsatt utbyggnad. Transporter av bergmassor från förvaret kommer att ske med skip (berghiss) till ytan och vidare till bergupplaget med transportband eller fordon.



Figur 3-1. Slutförvarsanläggningen i Forsmark.

4 Metod och genomförande

Utredningen baseras på följande arbetsmetod:

Steg 1. Avgränsning av inventeringsområden samt inventering av byggnader och anläggningar baserat på ritningsunderlag.

Steg 2. Inventering i fält av byggnader och anläggningar.

Steg 3. Fastställa restriktioner utifrån inventeringsunderlag, normer och branschpraxis.

Steg 4. Upprätta prognoser för omgivningspåverkan. Prognoserna har sin grund i vedertagna metoder, beräknings samband samt empiriskt underlag som redovisas i resultatdelen.

Steg 5. Jämföra restriktioner med prognoser och bedöma påverkan och konsekvenser på omgivningen.

Berg- och sprängteknisk nomenklatur förklaras i ordlistan i slutet av utredningen.

5 Resultat

I följande avsnitt redogörs för omgivningspåverkan, uppdelat på respektive arbetsmoment:

1. Beskrivning av byggnader och anläggningar utifrån inventeringsunderlag.
2. Vibrationer från sprängning, ovan och under jord, samt från byggtransporter.
3. Luftstöt vågor från sprängning.
4. Luftburet buller från bergborrningsarbeten samt skutknackning.
5. Stomljudd från bergborrningsarbeten.
6. Stenkast.

Redovisningen i respektive avsnitt utgår från resultat av inventeringar och aktuella restriktioner. Restriktionerna jämförs sedan med prognoser och bedömningar av omgivningspåverkan redovisas. Radiella avstånd avser verkliga avstånd, således avstånd beräknade med hänsyn även till djupet.

Prognoserna för vibrations- och luftstöt våg nivåer bygger på ”värsta fall”-förutsättningar. Risken för att prognoserna överskrids under verkliga förhållanden skall således vara liten.

5.1 Beskrivning av omgivningen

Inventeringsområdet för slutförvarsanläggningen redovisas i bilaga 1.

5.1.1 Forsmarks kärnkraftverk

Underlag som behandlar kärnkraftverket i Forsmark samt övriga byggnader och anläggningar har tillhandahållits av Forsmark Kraftgrupp AB (FKA). De sekretessbestämmelser som gäller för kärnkraftverket innebär att delar av underlaget inte får redovisas i denna utredning.

Kärnkraftverket har tre kokvattenreaktorer. Två av reaktorerna, F1 och F2, är i princip identiska. F3 är av en senare modell. En reaktor med ångturbin, generator, kondensator, matarvattenpumpar, inneslutande byggnad etc benämns block.

Kärnkraftverket består därmed av tre block som är fristående och har egen försörjning. Blocken är grundlagda på berg med ingående byggnadsmaterial av betong, stål och plåtfasader. Lättbetong förekommer i mindre utsträckning. Närmaste radiella avstånd från block 1 till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 450 meter och för underjordssprängning cirka 300 meter (avser sprängningsarbeten för ramp).

I anslutning till kärnkraftverket finns bland annat en gasturbinanläggning i Gunnarsbo, ställverk, transformatorer, oljecisterner, vattenreservoar, vattenverk, avloppsreningsverk, meteorologimast samt ett flertal kontorsbyggnader. Närmaste inventeringsobjekt i förhållande till slutförvarsanläggningen är en oljeledning som inte längre är i bruk. Närmaste radiella avstånd från denna ledning till ovanjordssprängning är cirka 250 meter och för underjordssprängning cirka 100 meter.

Kontorsbyggnaderna vid blocken är grundlagda på morän med ingående byggnadsmaterial av trä, tegel eller betong. Fasaderna är delvis putsade. Närmaste radiella avstånd från kontorsbyggnaderna till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 450 meter och för underjordssprängning cirka 400 meter.

5.1.2 Ställverk och kraftledningar

FKA och Svenska Kraftnät har ställverk med tillhörande kraftledningar samt ett 20-tal transformatorer. Närmaste radiella avstånd från ställverk till slutförvarsanläggning är för ovanjordssprängning cirka 1 200 meter och för underjordssprängning cirka 750 meter.

5.1.3 Barackbyn – tillfälliga bostäder

Delar av de tillfälliga bostäderna vid infartsvägen till Forsmark kommer eventuellt att fortfarande vara i drift när slutförvarsanläggningen byggs. Byggnaderna är 1-plans träkonstruktioner grundlagda på plintar på moränmark. Närmaste radiella avstånd från byggnaderna till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 500 meter och för underjordssprängning cirka 150 meter (avser ramp).

5.1.4 Planerade tillfälliga bostäder vid Igelgrundet

En ny anläggning för tillfällig logi planeras vid Igelgrundet. Enligt berg- och jordartskartan vid föreslagen plats består undergrunden av berg eller ett tunt jordskikt av morän. Byggnaderna planeras att uppföras i tre plan och grundläggas på plintar, betongplattor alternativt ventilerade grunder.

Byggnadsstommarna uppförs troligen i lätta byggnadsmaterial, av trä eller stål, men betong och lättbetong kan förekomma. Fasaderna kan bestå av trä, plåt eller vara putsade. Närmaste radiella avstånd från byggnaderna till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 700 meter och för underjordssprängning cirka 500 meter.

5.1.5 SFR

SKB ansvarar för det bergförlagda slutförvaret för kortlivat låg- och medelaktivt avfall (SFR), beläget cirka 1,5 km öster om kärnkraftverket. SFR består förutom av berganläggningen även av en kontorsbyggnad och förrådsbyggnader grundlagda på bergmassor. Ingående byggnadsmaterial är betong eller prefabricerad betong samt fasader av plåt. Närmaste radiella avstånd från SFR till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 1 400 meter och för underjordssprängning cirka 700 meter.

5.1.6 Fritidsfastigheter i Forsmark

Inom inventeringsområdet finns tre privata fritidsfastigheter: Forsmark 3:36, 3:37 och Forsmark 3:30. Samtliga är grundlagda på berg med ingående byggnadsmaterial av trä, tegel, natursten eller betong. Närmaste radiella avstånd från fritidsfastigheterna till slutförvarsanläggningen är för ovanjordssprängning cirka 2 300 meter och för underjordssprängning (under driftskedet) cirka 600 meter.

5.2 Vibrationer

Samtliga vibrationsnivåer som benämns v_{max} avser toppvärden i vertikal mätriktning och har beräknats enligt ”värsta fall”-förutsättningar. Det innebär att markslag under samtliga byggnader och anläggningar antas utgöras av berg för ”hög vibrationsöverföring”. Vidare blir verkliga salvlängder och pallhöjder troligtvis mindre än vad som antagits i beräkningarna. Samverkande laddning vid sprängning har antagits till två borrhålsladdningar.

Markvibrationer uppkommer vid sprängningsarbetena för:

1. Driftområdet – ovanjordssprängning, främst för produktionsbyggnaden men även andra byggnader.
2. Ramp och nischer.
3. Sänkschakt/skipschakt.
4. Centralområde på förvarsnivå, inklusive driftgator och ventilationstunnlar.
5. Deponerings-, transport- och stamtunnlar på förvarsnivå.

5.2.1 Gränsvärden för sprängningsinducerade vibrationer

Byggnader

För byggnader har tillåtna vibrationsnivåer baserats på *Svensk Standard SS 460 48 66 Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader /SIS 1996a/*. Standarden skall tillämpas vid beräkning av riktvärden för bestämning av tillåtna vibrationer för sprängningsarbeten, se formel (1). Riktvärden framtagna enligt standarden kommer att användas som gränsvärden i detta

projekt. Gränsvärdena är satta så att inte skador skall uppstå på byggnader och gäller alla typer av sprängningsarbeten ovan och under mark.

$$v = v_0 \times F_k \times F_d \times F_t \quad (1)$$

v_0 anger okorrigerad svängningshastighet beroende på markslag under byggnaden (berg, morän, respektive lera innebär att v_0 sätts till 70, 35 respektive 18 mm/s).

F_k tar hänsyn till byggnadskonstruktion, byggnadsmaterial, byggnadens skick samt kondition och består av två separata beräkningsfaktorer.

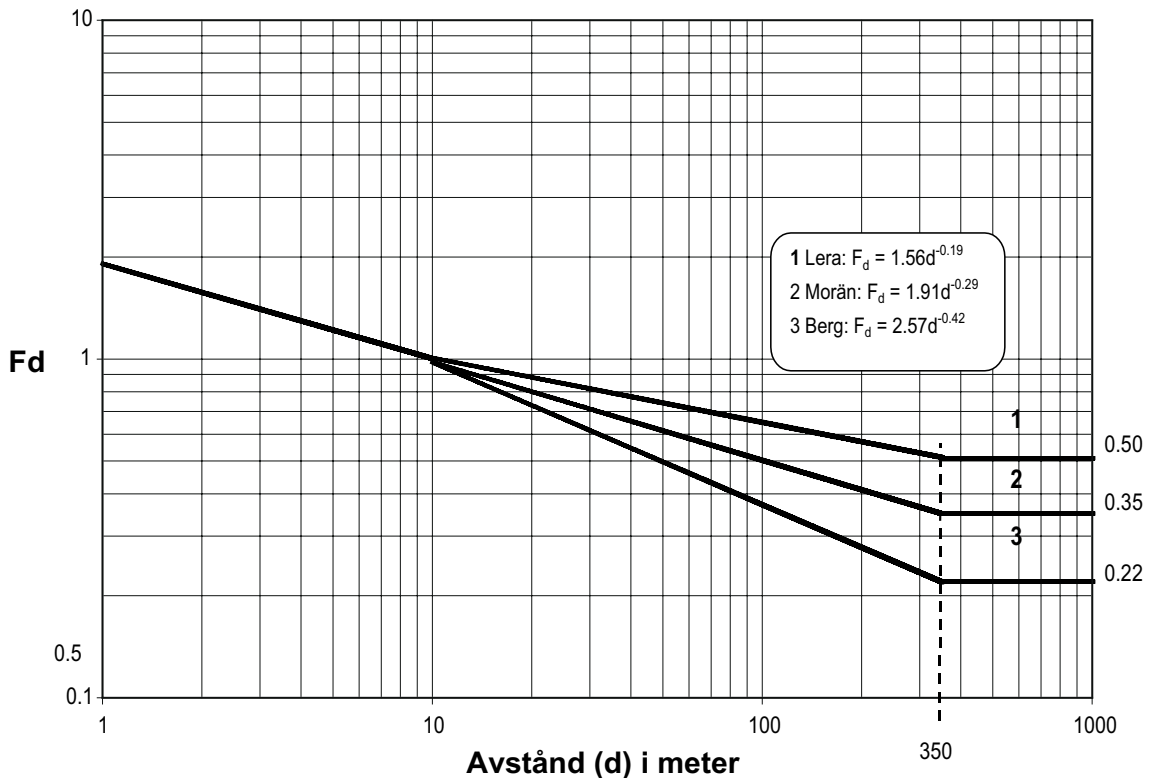
F_d bestäms av avståndet mellan byggnad och sprängplats (sprängsalva). I praktiken innebär F_d -faktorn att beräknade riktvärden, som används som gränsvärden, reduceras när avståndet ökar. Det beror på att frekvensinnehållet från sprängningsinducerade vibrationer blir lägre med ökande avstånd och därmed ökar risken för skador på byggnader.

F_t avgörs av verksamhetstyp såsom sprängning för vägskäring, tunnel, i bergtäkt eller gruva (kort- eller långvariga sprängningsarbeten). I samtliga beräkningar har F_t konservativt satts till 0,75 på grund av att sprängningsarbeten görs mer än 2 ggr/vecka under flera år.

Normalt anges gränsvärden som s k v_{10} -värden som gäller vid avståndet 10 meter mellan sprängplats och objekt. Vid kortare eller längre avstånd än 10 meter korrigeras v_{10} -värdena enligt i standarden angivna beräkningsfunktioner, se figur 5-1. I denna utredning har samtliga beräkningar för gränsvärden inneburit att F_d angetts till 0,22 eller 0,35 beroende på om objekten underlagras av berg eller morän. Nedan redovisas beräkningar enligt formel (1) för förekommande huvudtyper av byggnader inom inventeringsområdet.

För fritidsfastigheterna som är grundlagda på berg med ingående byggnadsmaterial av trä, tegel eller betong har gränsvärdet, benämnt v_{till} , beräknats till:

$$v_{till} = 70 \times 1 \times 1 \times 0,2 \times 0,75 = 11 \text{ mm/s}$$



Figur 5-1. Avståndsfaktorn F_d för lera, morän och berg enligt SS 460 48 66.

För FKA:s kontorsbyggnader vilka är grundlagda på morän med ingående byggnadsmaterial av trä, tegel eller betong med inslag av putsade fasader har v_{ill} beräknats till:

$$v_{ill} = 35 \times 1,2 \times 0,75 \times 0,35 \times 0,75 = 8 \text{ mm/s}$$

SKB:s kontorsbyggnader vid SFR-anläggningen är grundlagda på bergmassor av okänd mäktighet (jämföras med morän). Ingående byggnadsmaterial är betong eller prefabricerad betong samt fasader av plåt:

$$v_{ill} = 35 \times 1,2 \times 1,2 \times 0,35 \times 0,75 = 13 \text{ mm/s}$$

För FKA:s block 1–3 vilka är grundlagda på berg med ingående byggnadsmaterial av betong, stål och plåtfasader men förekomst av lättbetong gäller:

$$v_{ill} = 70 \times 1,2 \times 0,75 \times 0,22 \times 0,75 = 10 \text{ mm/s}$$

Observera att gränsvärdet för blocken enbart gäller byggnaderna och inte vibrationskänsliga utrustningar och installationer i dem. Dessa behandlas i senare avsnitt.

Bergrum och tunnlar

Inom inventeringsområdet finns flera bergrum samt transport-, kylvatten- och avloppstunnlar. Avstånden från dessa berganläggningar till slutförvarsanläggningen är förhållandevis stora. Tunnlarna vid kärnkraftverket är belägna cirka 400 meter eller mer från närmaste delar av slutförvarsanläggningen. Bergrummen vid SFR-anläggningen är belägna mer än cirka 600 meter från de närmaste delarna av slutförvarsanläggningens deponeringsområden.

Svensk Standard SS 460 48 66 *Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* är inte tillämplig på bergrum och bergtunnlar. En lämplig föreskrift är istället *FÖ-I-365 Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer inom eller i närheten av AB Storstockholms lokaltrafik spåranläggningar* /Larsson 2001/. I anvisningen redovisas formel (2) för beräkning av riktvärden för bergrum och bergtunnlar. Riktvärden beräknade enligt denna formel kommer att användas som gränsvärden i detta projekt.

$$v_{ill} = v_0 \times R_F \times R_Q \times R_K \times R_S \times F_d \quad (2)$$

v_0 = Okorrigerad svängningshastighet (70 mm/s)

R_F = Användningsfaktor för tunnel

R_Q = Bergkvalitetsfaktor

R_K = Konstruktionsfaktor

R_S = Yt förstärkningsfaktor

F_d = Avståndsfaktor (avstånd mellan anläggning och sprängsalva). Vid exempelvis projekteringen av Citybanan i Stockholm har F_d angetts till 1 på grund av att dämpningen av höga frekvenser är liten i berg. I denna utredning har dock F_d satts till 0,22 vilket ger gränsvärden på säker sida.

I anvisningen ges värden för de olika faktorerna. En konservativ beräkning enligt *FÖ-I-365* resulterar i gränsvärden på cirka 10 mm/s vid avstånd på 350 meter eller mer, se beräkning nedan.

$$v_{ill} = 70 \times 1,0 \times 1,1 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,22 \approx 10 \text{ mm/s}$$

Vibrationskänsliga utrustningar

FKA:s anläggningar samt ställverk och transformatorer inom inventeringsområdet har vibrationskänsliga utrustningar och installationer. Det gäller utrustningar för vitt skilda ändamål och med olika känsligheter för olika typer av vibrationer (vibrationslarm, gas- och ångturbiner, matarvattenpumpar, transformatorer, generatorer samt datahallar). SKB och FKA har initierat en inventering av dessa utrustningar och installationer som ska ge ett bättre underlag för att säkerställa att inte vibrationer från slutförvarsanläggningen kan medföra några oacceptabla konsekvenser för FKA:s verksamhet.

Syftet med inventeringsarbetet är att:

- Identifiera de installationer och utrustningar som kan vara särskilt känsliga för vibrationspåverkan.
- Vid behov föreslå åtgärder för att minimera påverkan på identifierade utrustningar och installationer. Åtgärder kan vara vibrationsisolering eller byte av komponenter som bedöms som särskilt känsliga.
- Föreslå gränsvärden och restriktioner för vibrationsnivåer, i de fall detta är möjligt.

Det kommer även att utföras provsprängningar i anslutning till slutförvarsanläggningens ovanjordsläge. Provsprängningarna utförs som enkelskott i bergborrade hål och inte som fullständiga sprängsalvor. Med hjälp av mätresultaten från provsprängningarna kan vibrationspåverkan från planerade ovanjords- och underjordssalvor beräknas med bättre noggrannhet. FKA får även tydligare underlag från provsprängningarna för att ange gränsvärden på känsliga utrustningar och installationer.

Därutöver planeras särskilda rutiner att tillämpas när revision utförs vid kärnkraftverket, eftersom blockens turbinaxlar är särskilt vibrationskänsliga när de står stilla. Rutinerna upprättas under kommande projekteringsarbete av FKA i samråd med SKB och kan innebära temporära sprängstopp eller avlastning/baxning av turbinaxlar vid sprängningstillfällena.

För vibrationskänslig utrustning har inget specifikt gränsvärde angivits i detta skede. Istället har följande preliminära riktvärde avseende accelerationsnivå, a_{rikt} , föreslagits:

$$a_{\text{rikt}} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Detta riktvärde tillämpas som generellt gränsvärde för vibrationskänsliga utrustningar och installationer vid kärnkraftverket i Oskarshamn. Riktvärdet bör fastställas i kommande projekteringsarbete i samråd med FKA.

5.2.2 Ovanjordssprängning

Ovanjordssprängningarna innefattar sprängningsarbeten på driftområdet och utgörs av plan- och pallsprängning. Störst omfattning får grundläggningen av produktionsbyggnaden och den maximala pallhöjden, eller höjden på berget som skall sprängas ut, har i beräkningarna antagits till 8 meter. Samverkande laddning Q_s har antagits till $2 \times 17 = 34$ kg vilket ur praktisk laddningssynpunkt får betraktas som ett ”värsta-fall”.

För att beräkna maximala svängningshastigheter används formel (3), som baseras på mätningar från större ovanjordssprängningar, företrädesvis bergtäkter.

$$v_{\text{max}} = 2400 \times \left(\frac{r}{\sqrt{Q_s}} \right)^{-1.6} \quad (3)$$

v_{max} = maximal prognostiserad svängningshastighet (mm/s)

r = radiellt avstånd mellan sprängsalva och mätpunkt (m)

Q_s = samverkande laddning (kg).

Maximala svängningshastigheter (vibrationsnivåer) beräknade enligt detta samband redovisas i tabell 5-1. Tabellen anger även föreslagna gräns- och riktvärden.

Av tabell 5-1 framgår att oljeledningen samt betongbron över kylvattenkanalen kan komma att utsättas för högsta svängningshastighet $v_{\text{max}} = 3\text{--}5$ mm/s. Det är betydligt lägre än gränsvärdena, som är $v_{\text{vill}} = 35$ mm/s för oljeledningen samt $v_{\text{vill}} = 20$ mm/s för betongbron. Övriga vibrationsnivåer är generellt mycket låga men kan vara märkbara inom stora delar av inventeringsområdet. De bör dock inte upplevas som störande eller obehagliga.

Tabell 5-1. Största förväntade vibrationsnivåer från ovanjordssprängning vid objekt inom inventeringsområdet (m = avståndet r i meter enligt formel 3) samt föreslagna rikt- och gränsvärden.

Nr	Anläggning	Pallhöjd = 8 m och samverkande laddning 2 x 17 = 34 kg.		
		(m)	Prognos, v_{max} (mm/s)	Gränsvärde
FKA				
1	Block 1	450	1.8	$a_{rikt} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ^D
2	Block 2	650	1.0	$a_{rikt} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ^D
3	Block 3	1350	0.3	$a_{rikt} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ^D
4	Kontorsbyggnader	450	1.8	$v_{till} = 8 \text{ mm/s}$
5	Ställverk	1200	0.4	$a_{rikt} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ^D
6	Oljecisterner	700	0.9	$v_{till} = 35 \text{ mm/s}$
7	Oljeledning	250	4.9	$v_{till} = 35 \text{ mm/s}$
8	Kylvattentunnlar	600	1.1	$v_{till} = 10 \text{ mm/s}$
9	Gasturbin	1000	0.5	$a_{rikt} = 2.5 \text{ m/s}^2$ ^D
10	Betongbro	300	3.6	$v_{till} = 20 \text{ mm/s}$
SFR				
11	Byggnader	1400	0.3	$v_{till} = 13 \text{ mm/s}$
12	Bergrum	1400	0.3	$v_{till} = 10 \text{ mm/s}$
Fastigheter				
13	Forsmark 3:30	2300	0.1	$v_{till} = 11 \text{ mm/s}$
14	Forsmark 3:36	2700	0.1	$v_{till} = 11 \text{ mm/s}$
15	Forsmark 3:37	2700	0.1	$v_{till} = 11 \text{ mm/s}$
Övrigt				
16	Befintlig barackby	500	1.6	$v_{till} = 12 \text{ mm/s}$
17	Planerade tillfälliga bostäder	700	0.9	$v_{till} = 8-12 \text{ mm/s}$ ^{II)}
18	Svenska Kraftnäts ställverk	1200	0.4	$a_{till} = 2.5 \text{ m/s}^2$

^{I)} Preliminärt förslag. Riktvärden för vibrationskänsliga utrustningar och installationer kommer att fastställas i samråd med FKA (för blockens byggnader gäller $v_{till} = 10 \text{ mm/s}$).

^{II)} Gränsvärde mellan 8–12 mm/s beroende på vilka byggnadsmaterial som slutligen väljs.

Närmaste byggnadsdelar av kärnkraftverket, vid block 1, kan enligt tabell 5-1 komma att utsättas för $v_{max} = 1,8 \text{ mm/s}$. Det är mycket låga vibrationsnivåer som inte innebär risk för byggnadsskada.

Motsvarande accelerationsnivåer för block 1 vid $v_{max} = 1,8 \text{ mm/s}$ beräknas med formel (4):

$$a_{max} = 2\pi \times f \times v \quad (4)$$

a_{max} = acceleration (m/s^2)

v = svängningshastighet (mm/s)

f = frekvens (Hz)

För att kunna beräkna accelerationsnivåer och jämföra med antaget riktvärde måste enligt formel (4) frekvensen vara känd eller kunna skattas. Baserat på mätningar i LKAB:s gruva i Kiruna har dominerande frekvens antagits till 100 Hz (dominerande frekvens infaller vid svängningshastigheten v_{max}). Med detta antagande blir den maximala accelerationsnivån vid FKAs block 1 drygt 1 m/s^2 . Därmed innehålls även föreslaget riktvärde $2,5 \text{ m/s}^2$ på accelerationsnivå för block 1. Detta indikerar att vibrationsisolering av utrustningar knappast kommer att behövas.

5.2.3 Underjordssprängning

Vid underjordsarbeten torde salvlängderna knappast överstiga drygt 5 meter och sprängämnen kommer sannolikt att vara pumpbara s k SSE-sprängämnen. SSE är en typ av emulsionssprängämnen som känsliggörs på en laddtruck genom kemisk gasning. Samverkande laddning Q_s är antagen till $2 \times 7 = 14$ kg vilket motsvarar borrhålsdiametrar på 48–51 mm. Prognoser för vibrationer har gjorts med formel (5), som är baserad på vibrationsmätningar vid byggandet av APSE-tunneln vid Äspölaboratoriet. Tunneltvärsnittet i APSE-tunneln är detsamma som för de planerade deponeeringstunnlarna i slutförvarsanläggningen.

$$v_{\max} = 2700 \times \left(\frac{r}{\sqrt{Q_s}} \right)^{-1.6} \quad (5)$$

Beräkningsresultaten redovisas i tabell 5-2. Av tabellen framgår att närmaste objekt, oljeledningen och bron över kylvattenkanalen, kan komma att utsättas för $v_{\max} = 11$ mm/s vilket är betydligt under gränsvärdena. Samtliga prognoser på vibrationer visar på låga värden och lägre än nivåerna från ovanjordsprängningar. Det skall framhållas att vibrationsnivåerna kommer att reduceras kontinuerligt på grund av successivt ökande avstånd under de fem år som ramp och sänkschakt sprängs ned till förvarsnivå.

Tabell 5-2. Största förväntade vibrationsnivåer från sprängning av ramp och sänkschakt vid objekt inom inventeringsområdet (m = radiellt avståndet r i meter enligt formel 5) samt föreslagna gräns- och riktvärden.

Nr	Objekt	Transportramp		Sänkschakt		Gränsvärde
		(m)	Prognos, v_{\max} (mm/s)	(m)	Prognos, v_{\max} (mm/s)	
FKA						
1	Block 1	300	1.8	600	0.6	$a_{\text{rikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ } ^{\text{D}}$
2	Block 2	500	0.8	700	0.4	$a_{\text{rikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ } ^{\text{D}}$
3	Block 3	1100	0.2	1300	0.2	$a_{\text{rikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ } ^{\text{D}}$
4	Kontorsbyggnader	400	1.1	600	0.6	$v_{\text{till}} = 8 \text{ mm/s}$
5	Ställverk	900	0.3	1300	0.2	$a_{\text{rikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ } ^{\text{D}}$
6	Oljecisterner	400	1.1	750	0.4	$v_{\text{till}} = 35 \text{ mm/s}$
7	Oljeledning	100	11.2	150	5.7	$v_{\text{till}} = 35 \text{ mm/s}$
8	Kylvattentunnel	400	1.1	650	0.5	$v_{\text{till}} = 10 \text{ mm/s}$
9	Gasturbin	700	0.4	900	0.3	$a_{\text{rikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ } ^{\text{D}}$
10	Betongbro	100	11.2	200	3.5	$v_{\text{till}} = 20 \text{ mm/s}$
SFR						
11	Byggnader	1200	0.2	1500	0.1	$v_{\text{till}} = 13 \text{ mm/s}$
12	Berggrum	1200	0.2	1500	0.1	$v_{\text{till}} = 10 \text{ mm/s}$
Fastigheter						
13	Forsmark 3:30	2200	0.1	2300	0.1	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
14	Forsmark 3:36	2600	0.0	2800	0.0	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
15	Forsmark 3:37	2600	0.0	2800	0.0	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
Övrigt						
16	Befintlig barackby	150	5.7	550	0.6	$v_{\text{till}} = 12 \text{ mm/s}$
17	Planerade tillfälliga bostäder	600	0.6	800	0.3	$v_{\text{till}} = 8-12 \text{ mm/s} \text{ } ^{\text{II}}$
18	Svenska Kraftnäts ställverk	900	0.3	1300	0.2	$a_{\text{till}} = 2.5 \text{ m/s}^2$

^I) Preliminärt förslag. Riktvärden för vibrationskänsliga utrustningar och installationer kommer att fastställas i samråd med FKA (för blockens byggnader gäller $v_{\text{till}} = 10$ mm/s).

^{II}) Gränsvärde mellan 8–12 mm/s beroende på vilka byggnadsmaterial som slutligen väljs.

Tabell 5-3 visar motsvarande beräkningsresultat för sprängningarna på förvaringsnivån. Vibrationsnivåerna är då mindre än 1 mm/s. Vibrationerna kan ändå vara kännbara rakt ovanför salvorna men sprängningsarbetena kommer att förflytta sig successivt över hela förvaringsområdet under drifttiden. Omgivningspåverkan från vibrationer kan därför betraktas som minimal, trots att berguttaget kommer att ske under lång tid.

Tabell 5-3. Största förväntade vibrationsnivåer från sprängning av centralområde, deponerings-, transport- och stamtunnlar vid objekt inom inventeringsområdet (m=radiellt avstånd r i meter enligt formel 5).

Nr	Objekt	Centralområde		Deponeringstunnlar		Gränsvärde
		(m)	(mm/s)	(m)	(mm/s)	
FKA						
1	Block 1	550	0.6	500	0.8	$a_{\text{ikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ I)}$
2	Block 2	700	0.4	600	0.6	$a_{\text{ikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ I)}$
3	Block 3	1200	0.2	1100	0.2	$a_{\text{ikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ I)}$
4	Kontorsbyggnader	600	0.6	500	0.8	$v_{\text{till}} = 8 \text{ mm/s}$
5	Ställverk	1100	0.2	750	0.4	$a_{\text{ikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ I)}$
6	Oljecisterner	600	0.6	450	0.9	$v_{\text{till}} = 35 \text{ mm/s}$
7	Oljeledning	450	0.9	450	0.9	$v_{\text{till}} = 35 \text{ mm/s}$
8	Kylvattentunnel	600	0.6	500	0.8	$v_{\text{till}} = 10 \text{ mm/s}$
9	Gasturbin	900	0.3	600	0.6	$a_{\text{ikt}} = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ I)}$
10	Betongbro	450	0.9	450	0.9	$v_{\text{till}} = 20 \text{ mm/s}$
SFR						
11	Byggnader	1500	0.1	700	0.4	$v_{\text{till}} = 13 \text{ mm/s}$
12	Bergrum	1500	0.1	700	0.4	$v_{\text{till}} = 10 \text{ mm/s}$
Fastigheter						
13	Forsmark 3:30	2300	0.1	600	0.6	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
14	Forsmark 3:36	2700	0.0	900	0.3	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
15	Forsmark 3:37	2700	0.0	900	0.3	$v_{\text{till}} = 11 \text{ mm/s}$
Övrigt						
16	Befintlig barackby	500	0.8	450	0.9	$v_{\text{till}} = 12 \text{ mm/s}$
17	Planerade tillfälliga bostäder	750	0.4	500	0.8	$v_{\text{till}} = 8-12 \text{ mm/s} \text{ II)}$
18	Svenska Kraftnäts ställverk	1100	0.2	750	0.4	$a_{\text{till}} = 2.5 \text{ m/s}^2$

I) Preliminärt förslag. Riktvärden för vibrationskänsliga utrustningar och installationer som kommer att fastställas i samråd med FKA (för blockens byggnader gäller $v_{\text{till}} = 10 \text{ mm/s}$).

II) Gränsvärde mellan 8–12 mm/s beroende på vilka byggnadsmaterial som slutligen väljs.

Vid beräkning av accelerationsnivåer enligt formel 4 i avsnitt 5.2.2 framgår att de kan uppgå till maximalt cirka 1 m/s² vid underjordssprängningar, således samma nivå som vid ovanjordssprängning och betydligt under det föreslagna riktvärdet 2,5 m/s².

5.2.4 Vibrationer från tunga transporter

En okulär syn av väg 76 från Forsmark till Hargshamns hamn, se figur 5-2, har utförts. Det ger underlag för en bedömning om skadliga eller störande vibrationer kan uppstå till omgivningen från tunga transporter.

Generellt är byggnaderna utmed väg 76 grundlagda på morän, berg eller friktionsjord. De utgörs av 1–2½-plans bostads- och fritidshus samt en mindre andel flerbostadshus. I en del byggnader finns näringsverksamhet, främst i Norrskedika och Harg. Grundläggningarna består av platta på mark, ventilerade grunder eller källare. Stommarna utgörs av betong, trä eller tegel. Fasaderna är av trä, tegel, kalksandsten, plåt, puts eller eternit. Sammantaget visar inventeringen på en helt vanlig variation av småhuskonstruktioner.



Figur 5-2. Byggnader vid väg 76 på sträckan mellan Forsmark och Hargshamn har inventerats.

Markvibrationerna från tung trafik är beroende av vägbanans jämnhet, fordonens hastighet och vikt samt inte minst omgivande markslag. Inverkan på byggnader och hur boende upplever vibrationerna avgörs av markslag, grundläggning, byggnadskonstruktion och material.

Det finns förutsättningar för att vibrationsstörningar skall uppstå i byggnader när de är grundlagda på lösa jordarter, främst leror med större mäktigheter, samt om vägbanan har ojämnheter. Ojämnheterna kan vara asfaltskarvar, krackeleringar, brunnsluck, fartgupp eller liknande. Avstånden från vibrationskälla i vägbanan till byggnad är ofta korta, cirka 5–30 meter.

Väg 76 mellan Forsmark och Hargshamn saknar större ojämnheter vilket är gynnsamt ur vibrations-synpunkt. Omgivande mark består av berg eller jordarter, ofta friktionsjord, med relativt begränsade mäktigheter. Det innebär också att omgivningspåverkan från trafikvibrationer blir liten. De byggnader som är belägna mycket nära väg 76, inom 5–10 meter, är också få. Figureerna 5-3 och 5-4 har tagits vid inventeringen och visar exempel på byggnader nära väg 76.



Figur 5-3. Byggnader vid väg 76 genom Harg.



Figur 5-4. Byggnader vid väg 76 nära korsningen i riktning mot Hargshamn.

Vibrationer från trafik kan beaktas på två sätt.

Det första fallet innebär att själva byggnaden berörs och risken för skada måste beaktas. Vid vibrationsmätning dokumenteras då *ovägd maximal svängningshastighet* eller *toppvärdet på inkommande svängningshastighet i grundläggningsnivå*. Rörelsestorheten är mm/s. Det finns inte någon specifik Svensk Standard för att beräkna gränsvärden för skada på byggnader med avseende på trafikvibrationer. Tillämpning av *Svensk Standard SS 02 52 11 Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning /SIS 1996b/* anses dock ge ett tillfredställande bedömningsunderlag. Gränsvärden som beräknas enligt SS 02 52 11 varierar från 3–5 mm/s eller mer beroende på bland annat byggnadskonstruktion, byggnadsmaterial, grundläggning, undergrund samt vibrationernas frekvensinnehåll och varaktighet. Det är sällsynt att vibrationer från trafik resulterar i byggnadsskador.

I det andra fallet beaktas enbart störningsgrad för boende i byggnaden. Störningsgraden hänförs ofta till komfort och vibrationsmätningen benämns komfortmätning. I detta fall registrerar vibrationsmätningen den *vägd svängningshastigheten på bjälklag i byggnaden*. Ibland förekommer benämningar som komfortvärde, effektivvärde, rms-vägd hastighet eller mm/s RMS. Skillnaden mot vibrationsmätning avseende byggnadsskada är att svängningshastigheten korrigeras med hänsyn till hur människan påverkas av frekvensinnehåll.

Komfortklagomål från boende förekommer dock vid betydligt lägre vibrationsnivåer än de som kan skada byggnader. *Svensk Standard SS 460 48 61 /SIS 1996c/ Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader* anger riktvärden och mätmetod för komfortmätningar.

Riktvärdena kan användas som målsättning för långsiktig förbättring av vibrationsförhållanden i befintlig miljö, och bör tillämpas vid nyetableringar och vid nybebyggelse. I SS 460 48 61 anges att komfortvägda hastigheter större än 1 mm/s bedöms som ”sannolik störning” och upplevs av många som störande. Komfortvägda hastigheter som är större än 0,4 mm/s men mindre än 1,0 mm/s bedöms som ”måttlig störning”. Vibrationer i detta intervall kan i vissa fall upplevas som störande. Komfortvägda hastigheter som är mindre än 0,4 mm/s anser få vara störande. Prognoser för vibrationer från byggtransporter utmed väg 76 redovisas i figur 5-5.

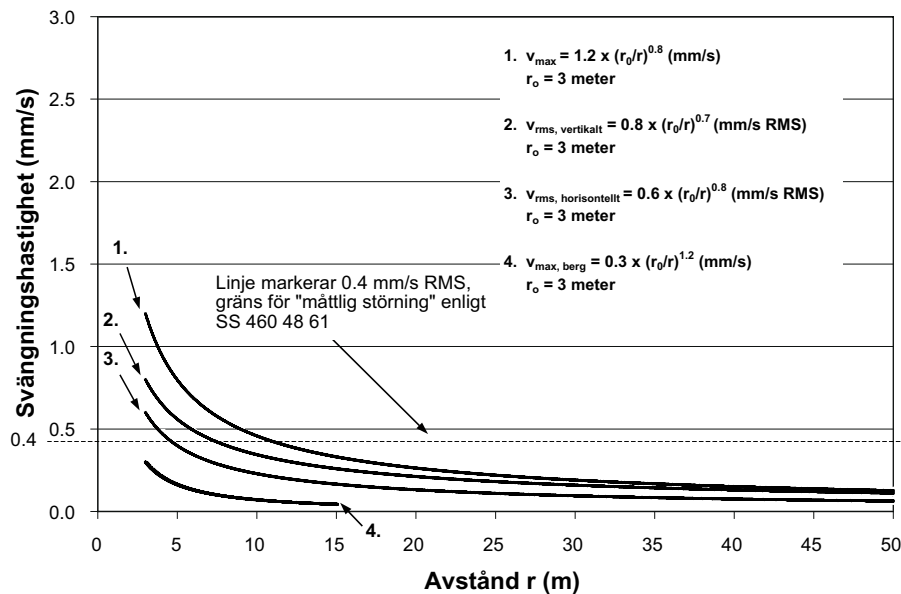
Kurva 1 avser inkommande vertikal svängningshastighet i en byggnads grundläggningsdel vid undergrund av morän (ger underlag för att bedöma skaderisk).

Kurva 2 avser vägda hastigheter i vertikalled på bjälklag, s k komfortvärden.

Kurva 3 avser vägda hastigheter i horisontalled på bjälklag, s k komfortvärden.

Kurva 4 avser inkommande vertikal svängningshastighet i en byggnads grundläggningsdel vid undergrund av berg (ger underlag för att bedöma skaderisk).

Generellt beräknas inkommande vibrationsnivåer i grundläggningsnivå för byggnader längs riksväg 76 vara mindre än cirka 1,5 mm/s, vilket skall jämföras med gränsvärden på byggnader som är mellan 3 och 5 mm/s.



Figur 5-5. Prognos för trafikvibrationer.

Prognosen med avseende på komfort visar på att komfortnivåerna kan uppgå till cirka 0,4–0,5 mm/s RMS i någon enstaka byggnad och därmed vara ”måttligt störande” enligt SS 460 48 61. Boende vid väg 76 mellan Forsmark och Hargshamn har såvitt känt inte framfört några klagomål på trafikinducerade vibrationer. Förutsatt att inte vägbanans skick försämras i framtiden förväntas inte påverkan ur vibrationssynpunkt att förändras jämfört med nuvarande förhållanden, oberoende av att mängden tunga transporter ökar på väg 76.

En referensmätning utfördes på en byggnad belägen cirka 12 meter från väg 76 i Norrskedika under juli 2008, se bilaga 2. Tidigare ägare till fastigheten hade framfört vissa klagomål på störande vibrationer från tung trafik. Vid mätning av trafikinducerade vibrationer var den största inkommande vibrationsnivån i husgrunden cirka 0,3 mm/s. Det skall jämföras med ett gränsvärde för skada på 5 mm/s för aktuell byggnad. Inget komfortvärde översteg 0,4 mm/s RMS. Trafikvibrationerna kunde därmed inte klassificeras som störande enligt SS 460 48 61 och nuvarande fastighetsägare ansåg inte heller att vibrationerna var störande.

5.3 Luftstövågor från sprängning

Luftstövågens utbredning och intensitet kan visa på stora variationer från ett sprängningstillfälle till ett annat vid samma mätplats. Det förklaras av flera faktorer men störst inverkan har:

- laddningens storlek,
- sprängämnets inneslutningsfaktor,
- topografiska förhållanden,
- vindriktning och vindstyrka,
- luftlagrens skiktning,
- markytans reflektions- och absorptionsförmåga.

Gränsvärdet för reflektionstryck är 500 Pa för samtliga sprängningsarbeten enligt *Svensk Standard SS 02 52 10 Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstövågor /SIS 1999/*.

Mycket kraftiga luftstövågor från sprängning ovan och under jord har inte sällan sin orsak i att sprängämne detonerat i luften. Det beror på att intilliggande detonerande borrhålsladdningar ”frilagt” sprängämne.

Vid plan- och pallsprängningar reduceras luftstövågstrycket om borrhålen förladdas väl med krossmaterial 2–4 mm eller liknande. Vid sprängning av slutförvarsanläggningens tillfarter kommer trycken att minska när drivningsfronterna successivt förflyttar sig nedåt och luftstövågorna får större volym samt längre sträcka att transporteras. Utsprängda nischer och tvärtunnlar minskar också luftstövågstrycken. Vid tunnelsprängning har riktningen på påslag eller mynning begränsad inverkan på uppkomna tryck. Det förklaras av att luftstövågor domineras av ett lägre frekvensinnehåll vilket ger relativt stora våglängder i förhållande till tunnelmynningens bredd och höjd. Det leder till att luftstövågans spridning är likvärdig runt tunnelmynningen.

Prognoser för maximala reflektionstryck (i Pascal, Pa) från ovan- och underjordssprängningar framgår i tabell 5-4.

Tabell 5-4. Prognostiserade reflektionstryck för ovan- och underjordssprängningar (m = kortaste avstånd i meter mellan objekt och produktionsbyggnad respektive påslag/sänkschakt).

Nr	Objekt	Ovanjordssprängning		Underjordssprängning		Gränsvärde reflektionstryck (Pa)
		(m)	Prognos, Refl. Tryck (Pa)	(m)	Prognos, Refl. Tryck (Pa)	
FKA						
1	Block 1	450	20-150	400	<200	Fastställs i samråd med FKA ¹⁾
2	Block 2	650	20-120	550	<200	Fastställs i samråd med FKA ¹⁾
3	Block 3	1350	<10	1200	<75	Fastställs i samråd med FKA ¹⁾
4	Kontorsbyggnader	450	20-150	400	<200	500
5	Ställverk	1200	<10	1100	<75	500
6	Oljecisterner	700	20-120	550	<200	500
7	Oljeledning	250	-	150	-	500
8	Kylvattentunnel	600	-	450	-	500
9	Transformatorer	700	20-120	550	<200	500
10	Betongbro		-		-	500
SFR						
11	Byggnader	1400	<10	1600	<50	500
12	Bergrum	1400	-	1600	-	500
Fastigheter						
13	Forsmark 3:30	2300	<5	2400	<10	500
14	Forsmark 3:36	2700	<5	2800	<10	500
15	Forsmark 3:37					500
Övrigt						
16	Befintlig barackby	500	20-150	300	<300	500
17	Planerade tillfälliga bostäder	700	20-120	800	<150	500
18	Svenska Kraftnäts ställverk	1200	<10	1100	<75	500

¹⁾ För luftstövågskänsliga utrustningar och installationer kommer gränsvärden att fastställas i samråd med FKA (för blockens byggnader är gränsvärdet på reflektionstryck 500 Pa).

I tabellen redovisas förväntade reflektionstryck för ovanjordssprängning baserat på erfarenheter från sprängningar i bergtäkter där laddningsmängden per borrhål varierat mellan 40–90 kg. Vid ovanjordssprängningar för slutförvarsanläggningen kan laddningsmängderna uppgå till knappt 20 kg per borrhål. Det innebär att de empiriska nivåer som redovisas i tabell 5-4 är kraftigt konservativa.

För underjordssprängningar har prognoserna baserats på uppmätta reflektionstryck från tunnelbyggen vid Botniabanan, Södra Länken samt Törnskogstunneln vid Norrortsleden i Stockholm.

Tunnelsalvor som gett upphov till kraftiga luftstötstågstryck har valts ut varför tabell 5-4 innehåller mycket god säkerhetsmarginal mot överskridande.

Av tabell 5-4 framgår att trycket från luftstötstågen vid ovanjordssprängning under ogynnsamma förutsättningar kan uppgå till maximalt 150 Pa vid de befintliga tillfälliga bostäderna, FKAs kontorsbyggnader samt block 1. Vid underjordssprängning kan luftstötstågorna i ”värsta fall” uppgå till 300 Pa vid de befintliga tillfälliga bostäderna. Redovisat gränsvärde är 500 Pa. Någon risk för skada på byggnader eller anläggningar föreligger därmed inte. Stötstågorna kan däremot vara hörbara inom stora delar av inventeringsområdet. När rampen drivits 300–400 meter torde luftstötstågorna minska betydligt. Luftstötstågorna från sprängningar i sänkschakten torde minska långsammare men bedöms vara acceptabla för omgivningen. Sammantaget minskar luftstötstågornas omgivningspåverkan förhållandevis snabbt i relation till slutförvarsanläggningens långa byggtid.

5.4 Buller

Buller i samband med sprängningsarbeten för slutförvarsanläggningen kan uppstå i form av:

- Luftburet buller från borrning för sprängsalvor ovan jord.
- Strukturbundet buller, s k stomljud, från borrning av tunnelsalvor och injekteringskärmar.
- Stomljud från borrning av transport- och ventilationsschakt, s k raiseborrning.
- Skutknackning, dvs mekanisk sönderdelning av stora block från sprängning.

Buller från sprängsalvor behandlas i avsnitt 5.3. Ljudet från sprängning är mycket kortvarigt och förekommer någon eller några gånger per dag och påverkar därmed inte ekvivalenta ljudnivån i någon nämnvärd utsträckning.

Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15 /Naturvårdsverket 2004/ gäller från den 1 januari 2005. I denna anges riktvärden för buller från byggarbetsplatser inomhus och utomhus. Riktvärden för ekvivalent ljudnivå L_{Aeq} är angivna som frifältsvärden. För permanentbostäder, fritidshus och vårdlokaler anges även ett värde för maximal ljudnivå L_{AFmax} nattetid under tiden 22–07.

Riktvärdena för ekvivalenta ljudnivåer redovisas i tabell 5-5 tillsammans, med kommentarer som hämtats från NFS 2004:15.

Tabell 5-5. Riktvärden enligt NFS 2004:15 för buller från byggplatser.

Område	Riktvärden för ljudnivåer, dB(A)					
	Helgfri, Må – fre,		Lör-, sön- och helgdag		Alla dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	
	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{AFmax}
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus (vid fasad)	60	50	50	45	45	70
Inomhus (bostadsrum)	45	35	35	30	30	45
Vårdlokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	50	50	45	45	-
Inomhus	45	35	35	30	30	45
Undervisningslokaler						
Utomhus (vid fasad)	60	-	-	-	-	-
Inomhus (bostadsrum)	40	-	-	-	-	-
Arbetslokaler ¹⁾						
Utomhus (vid fasad)	70	-	-	-	-	-
Inomhus (bostadsrum)	45	-	-	-	-	-

Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet med krav på stadigvarande koncentration eller behov att kunna föra samtal obesvärat, exempelvis kontor. I de fall verksamheten pågår endast del av period bör den ekvivalenta ljudnivån beräknas för den tid under vilken verksamheten pågår – till exempel under en sekvens för byggaktiviteter med intermittent buller såsom pålning, spontning, borrning etc. För verksamhet med begränsad varaktighet, högst två månader, till exempel spontning och pålning bör 5 dB(A) högre värden kunna tillåtas. Vid enstaka kortvariga händelser, högst 5 minuter per timme, bör upp till 10 dB(A) högre nivåer kunna accepteras. I de fall där verksamheten är av begränsad art och även innehåller kortvariga händelser bör höjningen av riktvärdet få uppgå till sammanlagt högst 10 dB(A).

5.4.1 Ovanjordsborrning

De faktorer som bland annat påverkar bullerutbredning är omgivningens absorberande egenskaper (mark, vegetation), meteorologiska förhållanden (vindriktning, vindhastighet, temperaturskiktning), skärmeffekter samt inte minst avstånd.

För salvborrning vid bergtäckter kan ekvivalenta ljudnivåer uppgå till 50 dB(A) vid avstånd cirka 450–500 meter. I Forsmark kommer närmast berörda byggnader att vara de befintliga tillfälliga bostäderna samt FKAs kontorsbyggnader, belägna cirka 450–500 meter från slutförvarsanläggningen. Bullernivåer från salvborrning kan därför förväntas uppgå till 50 dB(A) vid fasad. Riktvärdet för arbetslokaler, utomhus vid fasad, är 70 dB(A) vardagar kl. 07:00–19:00. Vid permanenta bostäder, vilket inte är strikt korrekt klassificering av de tillfälliga bostäderna, gäller 60 dB(A) vid fasad. Således bedöms riktvärdena för buller från byggarbetsplatser innehållas vid tillfälliga bostäder och arbetsplatser.

5.4.2 Skutknackning

Skut är stora block från sprängsalvor som måste delas innan krossning. Detta görs med hydraulhammare. Vid skutknackning uppstår repetitiva och höga momentana ljudnivåer. Vid bergtäckter har det förekommit ekvivalenta ljudnivåer på cirka 55 dB(A) på 600 m avstånd, trots avskärmande pallkanter.

För att innehålla riktvärdena enligt Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15 bör platsen avskärmas med plank eller liknande. Lämpligen samlas en större mängd skut som sedan spräcks vid ett och samma tillfälle. Med ett sådant förfarande bedöms inte skutknackning orsaka störningar till omgivningen. Bullerskydd utformas i samband med projektering av arbetsområdet.

5.5 Stomljud från salv-, injekterings- och raiseborrning

Vid borrning för tunnelsalvor, fullortsborrning eller raiseborrning kan strukturbundet buller, s k stomljud, resultera i höga bullernivåer i byggnader belägna nära borrhörningarna. En förutsättning är dock att byggnaderna är grundlagda direkt på berg. Är fastigheten grundlagd på plintar eller pålar som är nerförda till berg blir borrhörningen hörbar en kort sträcka under fastigheten. I byggnader grundlagda på lera eller lösare markslag hörs normalt inget stomljud alls.

Fortplantning av stomljud sker även bättre i byggnader med stommar av högre betongkvalitet. Även den akustiska kopplingen mellan utrymmen i en byggnad, ”byggnadens ljudmässiga täthet”, har inverkan. Inredningsdetaljer kan fungera som absorbenter. Generellt gäller att stomljuden avtar uppåt i en byggnad men förstärkningar på grund av resonanser kan förekomma högre upp i våningsplanen. Erfarenhetsmässigt är dämpningen 2–3 dB(A) per våningsplan.

Stomljudsmätningar har visat att buller, både från konventionell salvborrning och fullortsborrning, kan uppfattas inom 100–200 m avstånd i byggnader som är berggrundlagda. Vid salvborrning kan påhugg ge upphov till cirka 4 dB(A) högre nivåer än när borrhörningen fått fäste i borrhålet. Som jämförelse kan nämnas att ljudnivåändring på 3 dB(A) uppfattas klart men det krävs en sänkning på 10 dB(A) för att man ska uppfatta att ljudnivån halverats.

Vid fullortsborrning, såsom raiseborrning, har antalet kontaktpunkter eller stiftkronor samt tryck på aggregat eller borrh betydelse för stomljudens storlek. Fullortsborrning kan ge upphov till cirka 10 dB(A) högre nivåer än salvborrning. Minskning av tryck på aggregat vid fullborrning minskar visserligen ljudnivåerna men indrifterna minskar samtidigt kraftigt vilket resulterar i stora kostnadsökningar. I praktiken är det bara i undantagsfall som det är möjligt att tillämpa lägre matningstryck för att reducera bullernivåer. Vid upprymning av stigschakt har mätningar visat på att det ger samma bullernivåer som vid fullborrning, trots att trycken är mycket lägre /Rundqvist 1992/.

Avståndet mellan de befintliga tillfälliga bostäderna och transportrampen blir som minst cirka 150 meter. Övriga byggnader ligger mer än 400 meter från närmaste salvborrning. Utifrån de i sammanhanget stora avstånden bedöms inte stomljud ge upphov till hörbara nivåer, vilket innebär att bullernivåerna understiger 25–30 dB(A).

5.6 Stenkast

Kastrisk finns vid skut-, plan- och pallsprängning, vid sprängning av en eventuell förskärning till tunnelpåslag samt de inledande tunnelsalvorna. Vid plansprängning, eller sprängning av 1–2 meter höga pallar, kan ytberg som ofta är av sämre kvalitet resultera i oväntade kast.

Sprängningarna skall alltid i möjligaste mån planeras med utslagsriktningen bort från närbelägna vägar, byggnader och anläggningar. Avstånden från salvor till byggnader och anläggningar är dock förhållandevis stora vilket innebär att kastrisken är begränsad.

Generellt kommer sprängningsarbetena att bedrivas som försiktig sprängning vid de inledande salvorna då risk finns för stenkast. Försiktig sprängning innebär att omgivningen skyddas från påverkan från sprängningsarbeten genom att kontrollera luftstöt vågor, markvibrationer och inte minst stenkast genom täckningsåtgärder. Omfattning och utförande på täckningsåtgärder fastställs i senare skede.

6 Samlad bedömning

En samlad bedömning visar att omgivningspåverkan av sprängningsarbetena för slutförvarsanläggningen generellt blir begränsad. En viktig orsak är stora avstånd mellan sprängplatserna och objekt som skulle kunna störas. Det finns exempelvis inga fastigheter för permanent- eller fritidsboende inom avstånd som kan ge några störningar av betydelse. De prognoser som gjorts av sprängningsinducerade vibrationer visar att det inte föreligger någon risk för skador på byggnader eller anläggningar. Ett inventeringsarbete har initierats för att identifiera särskilt vibrationskänsliga installationer och utrustningar i anslutning till kärnkraftverket. Inventeringen ger också underlag för att fastställa gränsvärden för vibrationer och vidta eventuella åtgärder för att säkerställa att ingen utrustning kommer till skada.

När den första byggetappen för slutförvarsanläggningen avslutats och bergschaktningsarbetena fortsätter på förvarsnivå bedöms omgivningspåverkan bli minimal. Det beror framförallt på att sprängningsarbetena kommer att bedrivas på cirka 470 meters djup, vilket resulterar i stora avstånd till omgivningen.

Vibrationerna från tunga transporter utmed väg 76 kommer inte att orsaka skador och knappast heller ge upphov till störningar. En viktig förutsättning för denna bedömning är att vägbanans standard inte försämras i framtiden.

7 Referenslista

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer.

Fors P, Klingenberg H, 2008. Slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Material- och persontransporter till och från slutförvarsanläggningen. SKB R-08-49, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Larsson H, 2001 reviderad 2006. FÖ-I-365 – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer inom eller i närheten av AB Storstockholms lokaltrafik spåranslagningar, AB Storstockholms lokaltrafik.

Naturvårdsverket, 2004. Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser. NFS 2004:15.

Rundqvist G, 1992. Jämförelse av strukturbundet buller från olika tunnelborrningsmetoder. SBUF projekt nr 9035. Nitro Consult, Skanska.

SIS, 1996a. Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader. Svensk Standard SS 460 48 66, Swedish Standards Institute.

SIS, 1996b. Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstötsvågor. Riktvärden för byggnader. Svensk Standard SS 02 52 10, Swedish Standards Institute.

SIS, 1996c. Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. Svensk Standard SS 460 48 61, Swedish Standards Institute.

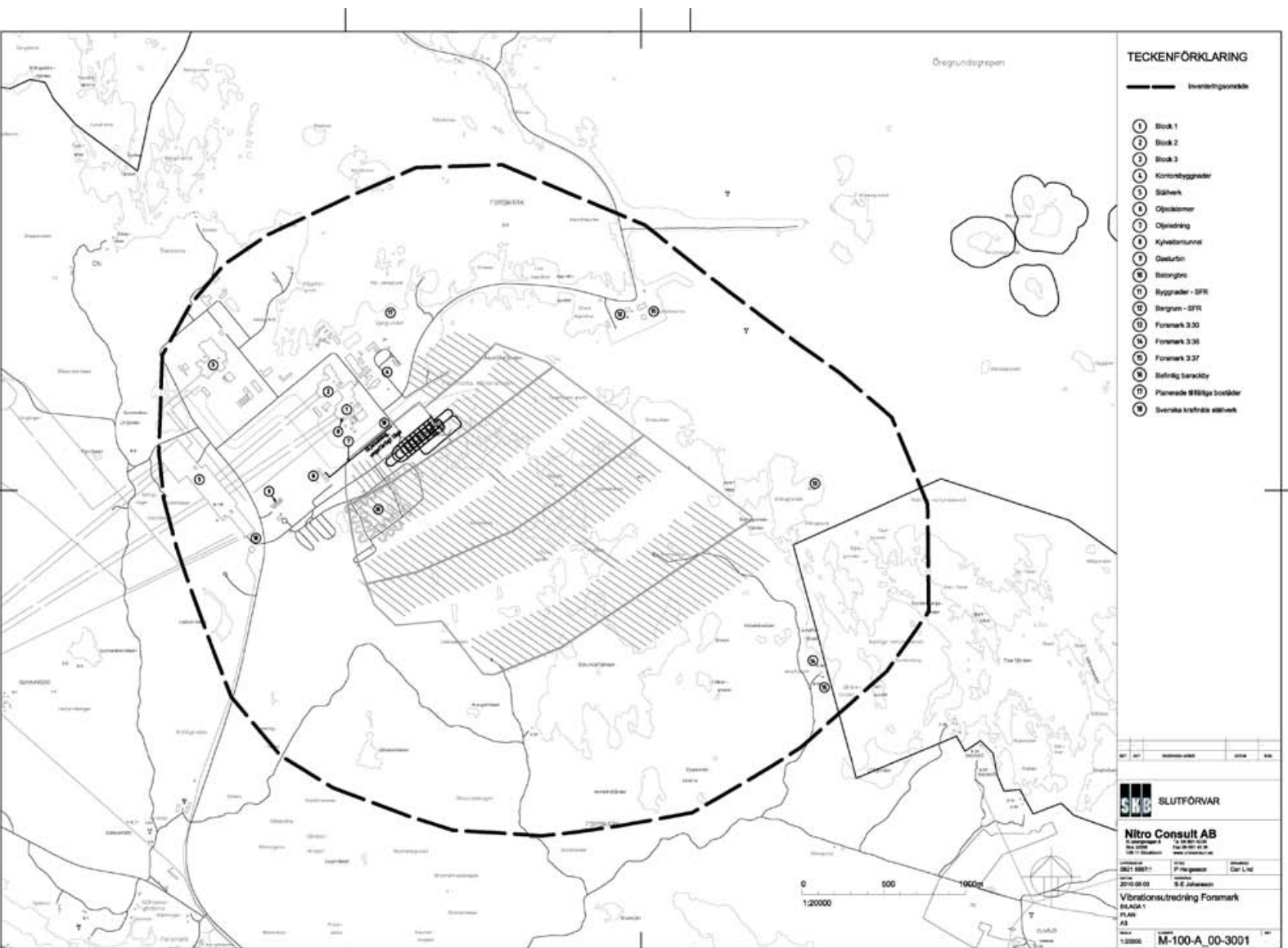
SIS, 1999. Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning. Svensk Standard SS 02 52 11, Swedish Standards Institute.

Zetterling T, Hallberg J, 2009. Buller under bygg- och driftskedet. SKB P-08-64, Svensk Kärnbränslehantering AB.

8 Ordlista

acceleration	Förändring av hastighetsrörelsen i ett material när t ex en stötvåg passerar.
APSE-tunneln	Aspö Pillar Stability Experiment, försökstunnel som sprängdes ut i Äspö-laboratoriet på 450-m nivån under 2003.
delladda	Dela borrhålsladdningar i ett borrhål i mindre laddningar och fler sprängkapslar (syftar till att minska samverkande laddning).
frekvens	Svängning per tidsenhet, [1/s].
förladdning	Material som hålls på laddning i borrhål för att innesluta spränggaserna vid detonation, t ex sand.
försiktig sprängning	Sprängning där hänsyn tas till omgivningen genom att kontrollera stenkast, markvibrationer eller luftstötvågor.
förskärning	Sprängning ovan jord, t ex för att skapa område för påslag.
gränsvärde	Vibrationsnivå som inte får överskridas i syfte att undvika skador på byggnader och anläggningar.
luftstötvåg	Stötvåg genom luften som skapats av ett exploderande sprängämne.
markvibration	Oscillerande rörelse som utgår från sprängplatsen genom den omgivande marken/berggrunden.
pallhöjd	Salvans höjd vid ovanjordssprängning pallsprängning.
patronerat sprängämne	Sprängämne som förpackats i plast- eller papphölje, t ex dynamiter.
plansprängning	Pallsprängning av lågt berg, ofta lägre än 2–3 meter.
påslag	Första salvan för en tunnel, dvs där tunneldrivning börjar.
RMS	Eng. Root Mean Square. Används som beteckning i samband med komfortvibrationer, ”mm/s RMS” (även benämnt komfortvibration eller vägd hastighet). Innebär att vibrationer frekvensvägs för att efterlikna hur människor upplever vibrationer.
raiseborrning	Vertikala schakt som skapas genom borrning från bergrum i riktning mot markytan.
riktvärde	1. Vibrationsnivå som inte skall överskridas, men kan justeras under sprängningsarbetenas bedrivande. 2. Riktvärden som beräknas enligt SS 460 48 66, SS 02 52 11 och SS 02 52 10 tillämpas normalt som gränsvärden på byggnad.
salva	1. Serie av sprängskott. 2. Bergmassa som sprängts ut.
samverkande laddning	Den laddningsmängd i kg som detonerar inom ett tidsintervall av ca 8 ms.
SSE	Site Sensitized Emulsion, emulsionsprängämne som känsliggörs på en laddtruck genom kemisk gasning.
skipschakt	Hisschakt i berg för transport av bergmassor.
skut	Block från sprängning som måste sönderdelas innan krossning.
svängningshastighet	Oscillerande hastighetsrörelse i ett material när t ex en stötvåg passerar.
sänkschakt	Vertikalt schakt som anläggs genom sprängning från marknivå.
toppvärde	Det största absolut värdet på en vibrationsamplitud, även benämnt maximalvärde.

Ritning över inventeringsområdet



Mätrapport avseende trafikvibrationer – komfortmätning och bedömning av skaderisk, Norrskedika

1 Uppdragsgivare

SKB genom Kristina Dahlström.

2 Uppdragsbeskrivning

- Utföra en referensmätning avseende trafikinducerade vibrationer från tung trafik på väg 76. Vibrationsmätningen har inte föranletts av klagomål från boende på fastigheten.
- Utföra mätningar av vibrationsstörningar i rubricerad byggnad enligt Svensk Standard SS 460 48 61.
- Bedöma risken för byggnadsskada på grund av trafikinducerade vibrationer.
- Redovisa och kommentera mätresultaten

3 Mätansvarig

Carl Lind, Nitro Consult AB.

4 Tidpunkt för mätning

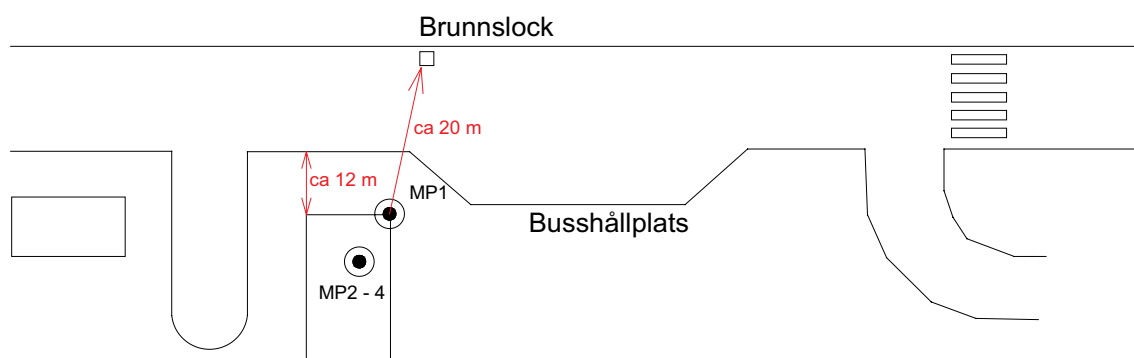
Mätning har utförts under perioden 2008-07-01 till och med 2008-07-04.

5 Mätpunktsplacering och vibrationskälla

Mätpunkten för bedömning av skaderisk har monterats på byggnadens sockel, benämnd MP1 i figur B2-1. Mätpunkternas placering för bedömning av komfort har placerats på bjälklag i sovrum på andra våningen, se MP 2–4.

6 Beskrivning av vägbana

Väg 76 är i gott skick utan krackeleringar och ojämnheter i vägbanan förutom ett brunnlock, se figur B2-2.



Figur B2-1. Skiss över mätpunktsplacering och avstånd (ej skalenlig).



Figur B2-2. Väg 76 och Norrskedika 3:27 i bakgrunden.

7 Överföring från vibrationskälla till mätpunkt

Undergrunden mellan vibrationskällan och mätobjektet är troligen av lösare jordart, typ sand. Grundvattenförhållanden har ej undersökts.

8 Byggnadsbeskrivning

1 ½-plans byggnad med torpargrund, betongplatta och delvis källare. Stomme, bjälklag och fasad består av trä.

9 Mätutrustning

Vid mätningen användes ett mätinstrument av typen Infra Mini. Instrumentet drivs med batterier/ extern strömkälla. Instrumentet skickar alla registreringar via GPRS till en mätdataserver vilket innebär att minneskapaciteten är större än i ett konventionellt mätsystem.

Vibrationsmätning med avseende på trafik utfördes i frekvensområdet 2–150 Hz som uppfyller kraven enligt SS 02 52 11 (Hz = Hertz eller svängningar per sekund). Registrerade toppvärden på svängningshastighet i grundläggningsnivå utgör ett mått av påverkan och risk för skada i byggnads-konstruktioner.

Komfortmätning utfördes i vertikal och båda horisontella riktningarna inom frekvensområdet 1–80 Hz enligt SS 460 48 61. Hastighetsgivarna, s k geofoner, placerades på bjälklag i sovrum på plan 2.

Geofoner av typ HD med egenfrekvens 4,5 Hz användes vid mätningarna. Instrumentet Infra 4000 innehåller en digital signalprocessor (DSP) som kompenserar för frekvenser under 4,5 Hz vilket gör det möjligt att mäta vibrationer med frekvenser ända ner till 1 Hz.

Mätsystemet uppfyller kraven enligt Svensk Standard SS 460 48 61 samt Svensk Standard SS 02 52 11.

10 Avvikelser

Under mätperioden påbörjade hantverkare arbeten i byggnaden vilket resulterade i störningar i vibrationsmätningen. I samband med detta uppstod ett kabelbrott 2008-07-04 som fick till följd att mätsystemet slogs ut. Mätperioden blev sammanlagt fyra vardagar.

11 Mätresultat

I bilaga A kan vibrationsnivåerna avläsas i tabellform. Utskrift av registreringar har gjorts när tröskelnivån i kanal 1 som monterats i byggnadens sockel överskridit 0,2 mm/s.

I figur B2-3 redovisas exempel på transient för inkommande vertikal vibrationsnivå i sockel under mätperioden som bedöms härröra från trafik. Maximal svängningshastighet uppgick till 0,26 mm/s. Maximal förskjutning var cirka 0,001 mm. Dominerande frekvens var cirka 30 Hz.

11.1 Komfortvägda vibrationer på bjälklag

Svensk Standard SS 460 48 61 Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader anger riktvärden för komfortmätningar. Riktvärdena kan användas som målsättning för långsiktig förbättring av vibrationsförhållanden i befintlig miljö, och bör tillämpas vid nyetableringar och vid nybebyggelse.

I SS 460 48 61 anges att om komfortvägda hastigheter är större än 0,4 mm/s men mindre än 1,0 mm/s kan vibrationerna bedömas som ”måttlig störning”. Vibrationer i detta intervall kan i vissa fall ge anledning till klagomål. Komfortvägda hastigheter som är större än 1 mm/s bedöms som ”sannolik störning” och upplevs av många som störande. Komfortvägda vibrationer mindre än 0,4 mm/s anses av mycket få människor uppleva som störande.

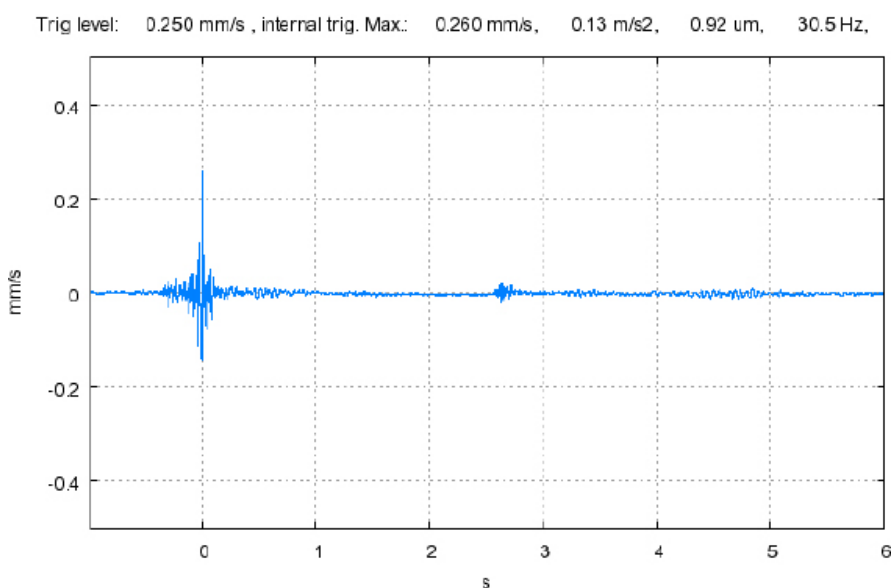
Registreringarna avseende komfort i vertikal och horisontell mätriktning visar på att samtliga mätvärden var mindre än 0,4 mm/s komfortvägd vibrationsnivå. Det största komfortvärdet registrerades i vertikal riktning på bjälklaget och uppgick till 0,39 mm/s.

Vibrationerna från trafik kan således inte klassificeras som störande enligt SS 460 48 61. Boende i huset framförde inte heller att vibrationer var störande.

11.2 Vibrationsmätning i sockel och bedömning av skaderisk

Det finns ingen Svensk Standard som kan tillämpas för att beräkna riktvärden för skada på byggnader med avseende på vibrationer orsakade av trafik.

Ett bra hjälpmedel att utgå ifrån är i nuläget *Svensk Standard SS 02 52 11 Vibration och stöt – Riktvärden och mätmetod för vibrationer i byggnader orsakade av pålning, spontning, schaktning och packning*.



Figur B2-3. Exempel på vertikal vibrationsnivå i sockel under mätperioden.

Enligt standarden anges ett okorrigerat riktvärde, s k V_0 till 9 mm/s när undergrunden består av sand och vibrationsförloppet från störningskällan har kort varaktighet. Markarbeten som normalt berörs är då pålning, spontning eller schaktning. Om vibrationsförloppet från störningskällan har längre varaktighet, vilket ofta är fallet vid packningsarbeten, anges okorrigerat riktvärde till 6 mm/s.

Ett okorrigerat riktvärde kan användas som gränsvärde för vibrationsskada efter att konstruktion, ingående byggnadsmaterial och grundläggning tagits i beaktande för en specifik byggnad.

Trafik kan ge upphov till mycket varierande vibrationsförlopp. De uppmätta vibrationernas varaktighet men även intensitet är därför viktiga att bedöma innan ett okorrigerat riktvärde, s k V_0 fastställs. Det ligger sedan till grund för ett gränsvärde med avseende på byggnadsskada.

Enligt ovanstående arbetsgång kan vibrationsnivåer från fordonstrafik tillåtas vara 3–6 mm/s utan att skaderisk på byggnader föreligger. De lägre gränsvärdena bör tillämpas när lättbetong eller kalksandsten ingår som byggnadsmaterial, alternativt om fasaden är reveterad samt att trafikintensiteten är hög.

Det högst uppmätta maximalvärdet i grunden från trafik uppgår till cirka 0,49 mm/s vilket skall jämföras med ett bedömt gränsvärde på 5 mm/s för rubricerad byggnad. Vibrationsmätningen visar på att risk för skada i byggnaden inte föreligger.

NITRO CONSULT AB
Stockholmskontoret

Carl Lind