

**Stomljud vid tunneldrivning
Borra för mindre stomljud?
Pilotstudie**

**Structure born noise at tunnel excavations
Drilling with restricted noise levels
A pilot study**

Rikard Dahlström, Geosigma

P-O Walter, WSP

FÖRORD

Många av dagens pågående och planerade bergarbeten i stadsmiljö har tillkommit för att begränsa miljöpåverkan. Trafiktunnlar ökar framkomligheten och reducerar buller. Samtidigt medför byggskedet ofta besvärande intrång och störningar i närområdet. Ett sådant problem är buller från bergborrning som fortplantas genom berg och husgrunder, så kallat stomljud. Problemet som sådant måste betraktas som ofrånkomligt, så länge som man bearbetar berget med mekaniska metoder.

I en avlägsen framtid kan dagens slående hammarborrning tänkas ersatt med annan teknik, men ännu finns inget tekniskt eller ekonomiskt realistiskt alternativ. Det kan dock vara möjligt att använda särskild utrustning som begränsar ljudnivåerna till priset av något lägre effekt och därmed borrsjunkning. Det skulle ge möjlighet att borra under tider på dygnet då man annars måste avbryta arbetet med hänsyn till gällande restriktioner.

I ett pilotprojekt har SveBeFo låtit genomföra några fältförsök för att i full skala dokumentera dessa möjligheter att sänka ljudnivån. Resultaten visar att en viss sänkning kan uppnås och att man därmed kan nyttja den möjligheten i planering av arbetscykeln.

Projektet har genomförts med Rikard Dahlström, Geosigma, som projektledare i samarbete med WSP och med stöd i samband med fältarbeten från Botniabanan, Vägverket, Skanska, Oden Anläggning och Atlas Copco.

Stockholm i september 2006

SAMMANFATTNING

Projektet ”Stomljud vid bergborrning” har syftat till att visa möjligheter att begränsa ljudnivån från slående hammarborrning genom att välja utrustning med begränsad effekt och borrsjunkning. Därmed kan det vara möjligt att borra under delar av dygnet då borringen annars måste avbrytas på grund av gällande restriktioner på buller nivåer.

Fältförsök har genomförts vid Varvsberget i Örnsköldsvik, Törnskogstunneln i Sollentuna och vid Atlas Copcos provgruva i Nacka. Mätningarna visar att ljudnivåer till följd av stomljud från borring för tunneldrivning kan minskas med upp till 7 dBA genom att minska på ladd-, slagverks- och matningstryck. När ladd-, slagverks- och matningstryck sänks minskar borrsjunkningen från drygt 2 meter/minut till knappt 1 meter/minut. För detta krävs att man övergår till mindre borrhålsdiameter. Om man behåller samma ladd-, slagverks- och matningstryck blir det små skillnader i ljudnivåer som resultat av minskad borrhålsdimension.

SUMMARY

Field tests have been performed at three rock tunnel sites to investigate the possibilities to reduce structure born noise from percussion drilling in urban areas. The concept is to use reduced charging pressure, impact pressure and feed pressure, which means lower penetration rate but also lower noise levels. Thus drilling can be performed during hours with restricted noise levels which otherwise could not be used for drilling works. A reduction of about 7 dBA was achieved with the alternative equipment, using smaller hole diameters and penetrations of 1 m/min instead of 2 m/min with the standard equipment.

Innehåll

1	Uppdraget	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Organisation	2
2	Metod och genomförande.....	3
2.1	Allmän beskrivning av prov	3
2.2	Varvsberget på Botniabanan	5
2.3	Törnskogstunneln på Norrortsleden	6
2.4	Atlas Copcos gruva i Nacka	6
3	Resultat.....	7
3.1	Varvsberget på Botniabanan	7
3.2	Törnskogstunneln på Norrortsleden	8
3.3	Atlas Copcos gruva i Nacka	9
4	Slutsats och rekommendation.....	10
5	Referenser.....	12
6	Bilagor.....	13

1 Uppdraget

1.1 Bakgrund

Stomljud kan vara störande för de som bor och arbetar i närheten av anläggningsprojekt. Erfarenheter från anläggningsprojekt där man drivit tunnlar i tätorter (Södra Länken i Stockholm, Chalmerstunneln och Götatunneln i Göteborg) visar att stomljud har upplevts som störande för de som bor och arbetar i närheten av dessa projekt.

Att stomljud är störande hamnar i konflikt med andra projektmål, till exempel tid och kostnader. Bäst effektivitet ur ett tunneldrivningsperspektiv när det gäller tid och kostnad är att driva tunnel dygnet runt.

Då anläggningsprojektet i möjligaste mån ska balansera denna intressekonflikt använde ovanstående projekt riktvärden enligt Naturvårdsverkets allmänna råd PU 1975:5 och SOU 1993:65 i samband med tillståndsprövningen.

De senaste råden om riktvärden för buller från byggarbetsplatser framgår av Naturvårdsverkets författningssamling NFS 2004:15 och redovisas i tabell nedan.

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

Område	Helgfri måndag-fredag		Lördag, söndag och helgdag		Samtliga dagar	
	Dag 07-19	Kväll 19-22	Dag 07-19	Kväll 19-22	Natt 22-07	L_{AFmax}
	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	
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 (Kontor)						
Utomhus (vid fasad)	70 dBA	-	-	-	-	-
Inomhus	45 dBA	-	-	-	-	-

Ovanstående riktvärden förs in i kontraktshandlingar som styr entreprenörens arbete.

Vid kontrollmätningar av stomljud i ovanstående projekt har man noterat svårigheter med att innehålla ovanstående restriktioner, framför allt under kvällstid och nattetid men även under dagtid. Det är av intresse för samtliga aktörer och intressenter i kommande

anläggningsprojekt att hitta lösningar för att minska stomljudet i samband med tunneldrivning.

Atlas Copco har under våren 2004 genomfört ett antal försök i sin egen provgruva i Nacka och i Götatunneln. Vid försöken har man provat olika metoder för borrarning och har en uppfattning om vilka parametrar som påverkar alstring av stomljud i samband med borrarningen och idéer om hur man kan förändra utförandet av borrarning för att minska stomljudet.

Vid inledande diskussioner har beställare och entreprenörer funnit att det finns en acceptans, eller snarare ekonomiska möjligheter, för en borrarjunkning i storleksordningen 1 meter per minut vid besvärliga stomljudsförhållanden.

Minskat stomljud kan efter förutsättningarna i varje enskilt kommande anläggningsprojekt användas för att:

- arbeta kvällstid/natttid inom gällande restriktioner.
- driva anläggningsprojekt inom gällande restriktioner.

1.2 Syfte

Uppdragets syfte är att visa om tunnelborrning i tätortsmiljö kan göras med mindre stomljud i byggnader i närheten genom att ändra på utförandet av borrarning såsom borrhålsdimension, matningstryck, slagverkstryck, borrarstål mm.

Målet är att entydigt visa om stomljud från tunnelborrning i tätortsmiljö minskar genom att använda annan borraringsmetodik än vedertagen som är använd i ovanstående anläggningsprojekt.

Resultatet kan användas av samtliga intressenter i infrastrukturprojekt under mark där stomljud förväntas påverka projektets resultat vad avser tid eller ekonomi.

Resultatet ger värdefull information om borraringsmetodik för att minska stomljud och en fingervisning om storleksordningen på hur mycket stomljudets minskar i förhållande till ”dagens” borraringsmetodik.

1.3 Organisation

Beställare för uppdraget är SveBeFo genom Tomas Franzén. Projektledare har varit Rikard Dahlström, Geosigma. Som specialist på akustik och ljudmätning har Per-Otto Walter, WSP medverkat i projektet.

För uppdragets genomförande har Atlas Copco bidragit med en servicetekniker som ställt in borrarigen enligt mätplanen samt med egna insatser i samband med borrarningen i Nacka.

På respektive arbetsplats har Botniabanan (Gunnar Lejon), Skanska (Tommy Forsgren), Vägverket (Peter Jonsson) och ODEN (Bo WH Persson) med flera bidragit med egna insatser för att uppdraget skulle kunna genomföras.

2 Metod och genomförande

Vår tes var att genom att ändra i konfigurationen på borrhjulen samt inställningarna för borrhjulen tydligt minska stomljudet i närliggande byggnader.

För att pröva vår tes utfördes provning i pågående infrastrukturprojekt i olika delar av Sverige enligt förslag från SveBeFo:

- Götatunneln
- Botniabanan
- Norrortsleden

Efter kontakter med projekten valdes två entreprenader ut för provning, Varvsberget på Botniabanan och Törnskogstunneln på Norrortsleden. Provning i Götatunneln var inte praktiskt genomförbara vid lämplig tidpunkt. Under projektets gång togs beslut av projektgruppen att genomföra en tredje provning i Atlas Copcos provgruva i Nacka.

2.1 Allmän beskrivning av prov

Provningen utförs som ljudmätning i byggnader ovanför samtidigt som borrhjulen utförs med tolv driftsfall enligt upprättat borrhjulprogram, tabell 2-1.

Två borrhjulstrusningar jämförs vid olika ladd-, slagverks- och matningstryck.

Tabell 2-1. Driftsfall vid provning

Driftsfall (nr)	Borrhjulstrusning (nr)	Laddtryck (bar)	Slagverkstryck (bar)	Matningstryck (bar)
1	1	90	220	80
2	1	90	180	70
3	1	90	140	60
4	1	50	120	55
5	1	50	100	50
6	1	50	80	50
7	2	50	80	50
8	2	50	100	50
9	2	50	120	55
10	2	90	140	60
11	2	90	180	70
12	2	90	220	80

2.3 Törnskogstunneln på Norrortsleden

Provning utfördes den 15 september 2005

Ljudmätning utfördes i bostadshuset på fastigheten Getingen 4, Vaxmoravägen 13. Byggnaden är grundlagd på berg och stommen är betong och lättbetong.

Borrning utfördes vid Tvärpåslag F och avståndet till bostadshuset är ca 20 meter.

Ljud från borrning hade upplevts störande enligt uppgifter från fastighetsägaren. Ljud hördes tydligt i samband med borrning.

Borrningen startade 09.20 och avslutades 12.40. Borrningen var en traditionell salvborrning

2.4 Atlas Copcos gruva i Nacka

Provning utfördes den 18 maj 2006 och omfattade de fyra driftsfallen 1, 6, 7 och 12 som är ytterligheterna i inställningar och utrustning.

Ljudmätning startade i källaren på en byggnad med avståndet ca 40 meter till borrhålsplats. Inget ljud kunde höras eller mätas i denna mätpunkt.

Därefter utfördes ljudmätning i VIP-rummet i hallen vid hissen nere i gruvan samt i korridoren till den stora föreläsningssalen i berget.

Borrning utfördes i stufv rakt under VIP-rummet och avståndet till mätpunkterna i VIP-rummet och korridoren var ca 20 meter.

Ljud från borrning hördes tydligt i samband med borrning.

Borrningen startade 09.45 och avslutades 11.45. Borrningen utfördes enbart för försöket.

Borrsjunkningen noterades i samband med borrning.

3 Resultat

3.1 Varvsberget på Botniabanan

Ljudmätningen i bostäder ovanför tunneln i samband med borning i Varvsberget visade på ljudnivåer obetydligt över bakgrundsnivån. Bakgrundsnivån i mätpunkten sovrum i hus 2 var 20-24 dBA. Utvärdering av skillnaderna mellan de olika driftsfallen försvårades och resultatet är inte tillförlitligt.

Den utvärdering som ändå låter sig göras visar på en svag tendens att ljudnivåerna minskar vid minskat ladd-, slagverks- och matningstryck. Tydligast är det i mätpunkten för acceleration i garaget i hus 1 som inte påverkas av yttre luftburet ljud i lika stor utsträckning som övriga mätpunkter.

De resultat som gått att utvärdera visas i tabell 3-1.

Tabell 3-1. Ljudnivåer i dBA och vibrationer som A-vägd acceleration relativt $1 \mu\text{m/s}^2$ från mätningar i Varvsberget.

Driftsfall enligt tabell 2-1	Sovrum i hus 2	Differens (Driftsfall 1)	Garage i hus 1	Differens (Driftsfall 1)
1	27	-	35.3	-
2	30	+3	37.2	+1.9
3	28	+1	37.8	+2.5
4	26	-1	33.5	-1.8
5	26	-1	33.4	-1.9
6	28	+1	33.8	-1.5
7	29	+2	34.5	-0.8
8	31	+4	34.0	-1.3
9	27	0	33.3	-2.0
10	25	-2	31.8	-3.5
11	25	-2	32.1	-3.2
12	25	-2	31.5	-3.8

3.2 Törnskogstunneln på Norrortsleden

Ljudnivåer i bostäder ovanför tunneln i samband med borring i Törnskogstunneln var ungefär 10 dBA över bakgrundsnivån och medgav en god utvärdering av ljudnivåer vid de olika driftsfallen.

Utvärderingen visar att ljudnivån minskar med upp till 4 dBA genom att minska på ladd-, slagverks- och matningstryck. Mellan de olika borrhdiometrarna är det bara en liten minskning på 0-2 dBA för samma ladd-, slagverks- och matningstryck.

Resultatet redovisas i sin helhet i bilaga 1, TR 2004-172 R02 och sammanställs nedan i tabell 3-2.

Tabell 3-2. Ljudnivåer i dBA från mätningar i Törnskogstunneln.

Driftsfall enligt tabell 2-1	Medel av P1 – P4	Differens (Driftsfall 1)
1	36.7	
2	36.0	-0.7
3	36.1	-0.6
4	34.0	-2.7
5	34.4	-2.3
6	32.7	-4.0
7	32.2	-4.5
8	33.0	-3.7
9	33.6	-3.1
10	34.4	-2.3
11	34.6	-2.1
12	36.6	-0.1

3.3 Atlas Copcos gruva i Nacka

Ljudnivåer i VIP-rummet och korridoren till bergsalen i samband med borrning i provgruvan var mer än 10 dBA över bakgrundsnivån och medgav en god utvärdering av ljudnivåer vid de olika driftfallen.

Utvärderingen visar att ljudnivån minskar med upp till 7 dBA genom att minska på ladd-, slagverks- och matningstryck. Mellan de olika borrdiametrarna är det bara en liten minskning på 0-2 dBA för samma ladd-, slagverks- och matningstryck.

Borrsjunkningen är i driftfallen med högre matningstryck 2.3 till 2.6 meter/minut för att minska till 0.6 till 1.0 meter/minut vid det lägre matningstrycket. Den lägre borrsjunkningen på 0.6 meter/minut registreras för den större borrhålsdiametern 48 mm medan borrsjunkningen 1.0 meter/minut registreras för den mindre borrhålsdiametern 41 mm.

Resultatet redovisas i sin helhet i bilaga 1, TR 2004-172 R02 och sammanställs nedan i tabell 3-3.

Tabell 3-3. Ljudnivåer i dBA från mätningar i Atlas Copcos provgruva.

Driftsfall enligt tabell 2-1	VIP-rum	Differens (Driftsfall 1)	Bergrum	Differens (Driftsfall 1)
1	69.9		57.5	
6	64.2	-5.7	53.2	-4.3
7	62.3	-7.6	51.6	-5.9
12	68.1	-1.8	56.5	-1.0

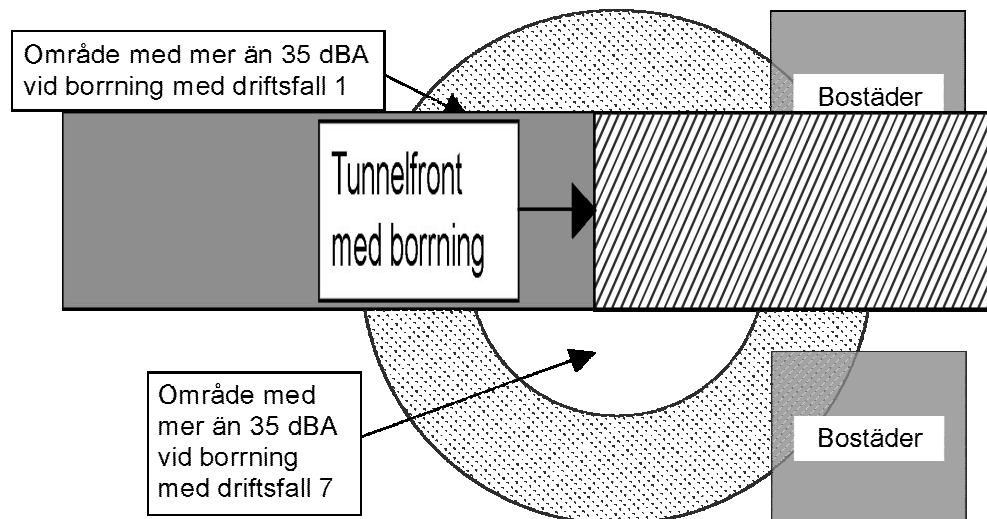
4 Slutsats och rekommendation

Ljudnivåer till följd av stömljud från borrning för tunneldrivning kan minskas med upp till 7 dBA genom att minska på ladd-, slagverks- och matningstryck. När ladd-, slagverks- och matningstryck sänks minskar borrhastningen från drygt 2 meter/minut till knappt 1 meter/minut. Det krävs byte till mindre borrhålsdiameter för att borrhastningen ska stanna vid en sänkning till 1 meter/minut.

Det är små skillnader i ljudnivåer till följd av minskad borrhålsdimension vid samma ladd-, slagverks- och matningstryck.

Om ljudnivån kan minskas med 7 dBA innebär det att radien för området där bullerpåverkan är i samma nivå kan minskas med cirka 40 %.

Till exempel innebär det att vi kan borra kvällstid i hela den prickade ytan i figur 4-1 om vi byter från borrning med driftsfall 1 till borrning med driftsfall 7 enligt tabell 2-1.



Figur 4-1. Schematisk skiss som visar hur borrning kan utföras med en ljudnivå under 35 dBA genom att ändra från driftsfall 1 till 7.

För de människor som utsätts för stömljud kommer en minskning av ljudnivån på 3-5 dB att upplevas som en tydlig skillnad och vid en minskning av ljudnivån på 8-10 dB upplevs bullret som halverat.

Vi rekommenderar att fortsatt provning utförs i samband med uppstart i något av projekten Norra Länken eller Citybanan och att provningen integreras i det löpande entreprenadarbetet under en längre period. Fördelarna är längre mätserier med minimal störning på entreprenadarbetena samtidigt som tesen provas i full skala.

Provningen utförs i nedanstående steg:

1. Kontinuerlig ljudmätning i byggnader ovanför tunnellen. Kan vara automatisk och oövervakad.
2. Den uppmätta ljudnivån kommer att öka efterhand som tunnelfronten närmar sig mätpunkten. För att minska störningen på entreprenadarbetena startar provningen när den kontinuerliga mätningen visar att gränsvärden för buller kvällstid är svåra att klara med vedertagen och normal borrhingsmetodik (driftsfall 1) inleds ett försök att borra salvor kvällstid med en metodik motsvarande driftsfall 6 eller 7 samtidigt som övervakad ljudmätning utförs i byggnader ovanför.
3. Utvärdering och rapportering.

5 Referenser

Naturvårdsverkets författningssamling, NFS 2004:15, Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggarbetsplaster

Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:6 Allmänna råd, Buller inomhus

Naturvårdsverket, Dnr 540-355-01, Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur.

6 Bilagor

Bilaga 1 Teknisk rapport TR 2004-172 R02

Stomljud vid tunneldrivning Norrortsleden 15 september 2005 och Atlas provgruva den 18 maj 2006

Bakgrund

I samband med drivning av tunnlar medför arbetena olägenheter under en lång tidsperiod för de boende ovanpå. Det som upplevs som mest störande är borring av salvhål och injektering som kan pågå ca 4-12h/dygn.

I försök att minska spridning av stomljud till bostäder har Atlas Copco tagit fram ett koncept med en ny borrarutrustning, Nacke SR 32 stång SR 32 – H35 –SR 32 med borkrona dia. 41 semiball. För att verifiera skillnader togs ett mätprogram fram där den nya borrarutrustningen jämförs med en standard T 38 nacke och stång och borkrona dia. 48 mm. Ett upplägg med flera ljudmätningar i fastigheter vid olika arbetsplatser har planerats och delvis genomförts. WSP

Akustik har på uppdrag av Geosigma utfört mätningar och analyser av dessa.

Objektbeskrivning och Mätmetod

Törnskogstunneln på Norrortsleden

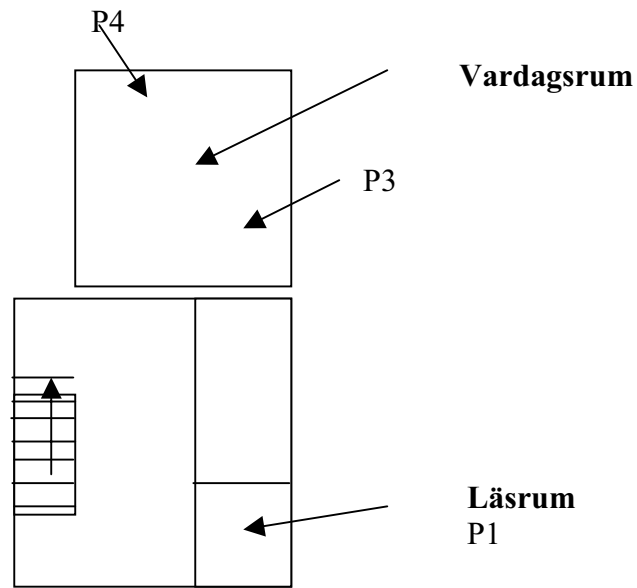
Bostaden Vaxmoravägen 13A ligger ca 20m från borrhålet i tunneln och är grundlagt på berg. Huset är ett suterränghus med betongväggar i undervåningen och fasadväggar av trä med tegel i övervåningen.

Ljudmätningar har utförts i fyra positioner (se skiss 1 och 2) då de två borrarutrustningarna kördes med sex olika driftfall i tunneln (se tabell 1). För varje driftfall borrades tre till fem hål för att få ett bättre medelvärde av ljudnivån. Signaler från mikrofonerna spelades in på band som senare analyserades i labb.

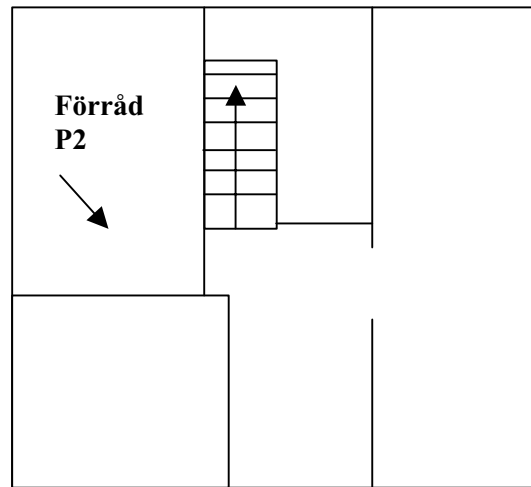
Atlas provgruva i Nacka

Borringar utfördes i Atlas provgruva i Sickla där mätningar gjordes dels i ett VIP-rum och dels i korridor intill bergsalen. Avståndet mellan borring och mätpositionerna var 20m. I denna mätomgång utfördes bara fyra driftfall (1+6+12+7) då vi bara ville mäta upp de största skillnaderna.

I tabell 1 är driftfall 1-6 standardborrarutrustningen en T38 nacke med stång och borkrona diameter 48 mm. Driftfall 7-12 är den nya borrarutrustningen, Nacke SR 32 stång SR 32 – H35 –SR 32 med borkrona diameter 41 mm semiball.



Skiss 1. Mätpositioner på övervåningen i fastigheten Vaxmoravägen 13A.



Skiss 2. Mätpositioner på undervåningen i fastigheten Vaxmoravägen 13A.

Tabell 1. Sammanställning av mätta driftsfall för de två borrarutrustningarna.

Driftsfall	Ack.-laddtryck	Slagverkstryck	Matningstryck
	bar	bar	bar
1 och 12	90	220	80
2 och 11	90	180	70
3 och 10	90	140	60
4 och 9	50	120	55
5 och 8	50	100	50
6 och 7	50	80	50

Resultat

Törnskogstunneln på Norrortsleden

I tabell 2 redovisas ljudnivåer i mätpositionerna som dBA för de olika driftsfallen, driftsfall 1-6 är standard T 38 nacke och 7-12 är med den nya SR 32.

Tabell 2. Sammanställning av uppmätta ljudnivåer i dBA i olika mätpunkter för de olika driftsfallen.

Driftsfall	P1 Läsrum	P2 Förråd	P3 Vardagsrum	P4 Vardagsrum
1 med T38	36.4	36.4	36.2	37.7
2 med T38	35.1	37.0	35.8	36.1
3 med T38	34.2	37.4	35.3	37.4
4 med T38	32.3	36.4	33.4	33.9
5 med T38	34.7	35.4	33.5	34.0
6 med T38	33.8	32.9	32.0	32.2
7 med SR 32	32.4	33.0	31.0	32.3
8 med SR 32	33.4	34.2	31.7	32.8
9 med SR 32	33.2	35.7	32.0	33.6
10 med SR 32	35.9	34.8	31.5	35.3
11 med SR 32	33.6	35.5	34.3	34.9
12 med SR 32	34.7	37.1	35.0	39.5

Skillnaden mellan medelvärdet av ljudnivån från de två borrhörningarna vid samma driftsförutsättning redovisas i tabell 3.

I tabell 4 redovisas minskningen av ljudnivån då driftsfall med lägre tryck än driftsfall 1 användes för borrhörning 1.

I tabell 5 redovisas minskningen av ljudnivån då driftsfall med lägre tryck än driftsfall 12 användes för borrhörning 2.

I tabell 6 redovisas skillnaden mellan medelvärdet av ljudnivån från borrhörning 1 med driftsfall 1 med ljudnivån från borrhörning 2 driftsfall 7.

I diagram 1 – 7 redovisas ekvivalent ljudnivå i 15 sekunders-perioder för alla mätomgångar och driftfall.

Tabell 3. Sammanställning av skillnader och medelvärdet av skillnaden i ljudnivå mellan de två borrhörningarna för de olika driftfallen. Ljudnivån för den gamla borrhörningen minus ljudnivån för den nya borrhörningen.

Driftsfall	P1 Läsrum	P2 Förråd	P3 Vardagsrum	P4 Vardagsrum	Medel av P1-P4
1	1.7	-0.7	1.2	-1.8	0.1
2	1.5	1.5	1.5	1.2	1.42
3	-1.7	2.6	3.8	2.1	1.7
4	-0.9	0.7	1.4	0.3	0.38
5	1.3	1.2	1.8	1.2	1.38
6	1.4	-0.1	1	-0.1	0.55

Tabell 4. Sammanställning av ljudnivåsänkningen för borrhörning 1 mellan driftsfall 1 minus de andra driftfallen med lägre tryck än prov 1.

Driftsfall	P1 Läsrum	P2 Förråd	P3 Vardagsrum	P4 Vardagsrum	Medel av P1-P4
2	1.3	-0.6	0.4	1.6	0.68
3	2.2	-1.0	0.9	0.3	0.6
4	4.1	0.0	2.8	3.8	2.68
5	1.7	1.0	2.7	3.7	2.28
6	2.6	3.5	4.2	5.5	3.95

Tabell 5. Sammanställning av ljudnivåsänkningen för borrhustrustning 2 mellan driftsfall 12 minus de andra driftsfallen med lägre tryck än prov 12.

Driftsfall	P1 Läsrum	P2 Förråd	P3 Vardagsrum	P4 Vardagsrum	Medel av P1-P4
11	1.1	1.6	0.7	4.6	2.0
10	-1.2	2.3	3.5	4.2	2.2
9	1.5	1.4	3.0	5.9	2.95
8	1.3	2.9	3.3	6.7	3.55
7	2.3	4.1	4.0	7.4	4.45

Tabell 6. Sammanställning av ljudnivåsänkningen för borrhustrustning 2 med driftsfall 7 jämfört med borrhustrustning 1 med driftsfall 1.

Driftsfall	P1 Läsrum	P2 Förråd	P3 Vardagsrum	P4 Vardagsrum	Medel av P1-P4
1	36.4	36.4	36.2	37.7	36.7
7	32.4	33.0	31.0	32.3	32.2
Skillnad	4.0	3.4	5.2	5.4	4.5

Atlas provgruva i Nacka

I tabell 7 redovisas ljudnivåer för mätpositionen i VIP-rum som dBA för de olika driftsfallen 1 till 6 är standard T 38 nacke och 7 till 12 är med den nya SR 32.

Mätvärdena för positionen utanför bergsalen redovisas på samma sätt som ovan i tabell 8.

I tabell 9 och 10 redovisas minskningen av ljudnivån mellan olika driftsfall för de två mätplatserna.

Skillnaden mellan medelvärdet av ljudnivån från de två borrhustrustningarna vid samma driftsförutsättning redovisas också i tabell 8 och 9.

Tabell 7. Sammanställning av ekvivalenta ljudnivåer i dBA i VIP-rum för olika borrhprov.

Driftsfall	Mätning 1	Mätning 2	Mätning 3	Mätning 4	Mätning 5	Medelvärde
Prov1	67.9	68.1	68.7	68.6	70.6	69.9
Prov 6	64.4	64.1	64.2			64.2
Prov 7	62.6	62.6	62.0	61.8	62.6	62.3
Prov 12	67.5	68.1	68.7			68.1

Tabell 8. Sammanställning av ekvivalenta ljudnivåer i dBA i korridor utanför bergsal för olika borrhprov.

Driftsfall	Mätning 1	Mätning 2	Mätning 3	Mätning 4	Mätning 5	Medelvärde
Prov1	56.8	56.3	57.8	57.8	58.6	57.5
Prov 6	53.0	53.3	53.4			53.2
Prov 7	51.8	51.4	51.3	51.4	52.0	51.6
Prov 12	56.2	56.3	57.0			56.5

Tabell 9. Sammanställning av skillnader mellan ekvivalenta ljudnivåer för olika prov i dBA i VIP-rum.

Prov1	Prov 6	Prov 7	Prov 12	Skillnad
69.9	64.2			5.7
		62.3	68.1	5.8
69.9		62.3		7.6
	64.2	62.3		1.9
69.9			68.1	1.8

Tabell 10. Sammanställning av skillnader mellan ekvivalenta ljudnivåer för olika prov i dBA i korridor utanför bergsal.

Prov1	Prov 6	Prov 7	Prov 12	Skillnad
57.5	53.2			4.3
		51.6	56.5	4.9
57.5		51.6		5.9
	53.2	51.6		1.6
57.5			56.5	1.0

Kommentar

Skillnaden på ljudnivå vid motsvarande arbetstryck mellan den nya borrarutrustningen (borkrona med diameter 41mm) och standardbollarutrustningen (borkronan med diameter 48mm) är liten där förbättring bara är 0.1-1.9 dBA-enheter.

Ser man däremot på skillnaden mellan driftsfall 1 (normal drift) och driftsfallen 6 eller 7 (med låga tryck) så framgår det ur det redovisade materialet ovan att man kan få en reduktion på 4.5-6 dBA-enheter. Detta är en nivåförändring som kan innebära en för de boende märkbar förbättring. Borrning med den nya utrustningen med driftsfall 7 skulle kunna innebära att radien på området där riktvärdet överskrids minskar med ca 40%.

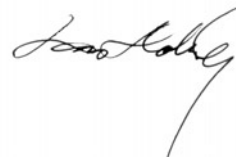
För att uppleva en tydlig skillnad på bullret erfordras en minskning på 3-5 dB. Vid en sänkning på 8-10 dB upplevs bullret som halverat.

Stockholm 2006-08-24

WSP Akustik



Per-Otto Walter
Lars Holmberg



Granskad av:

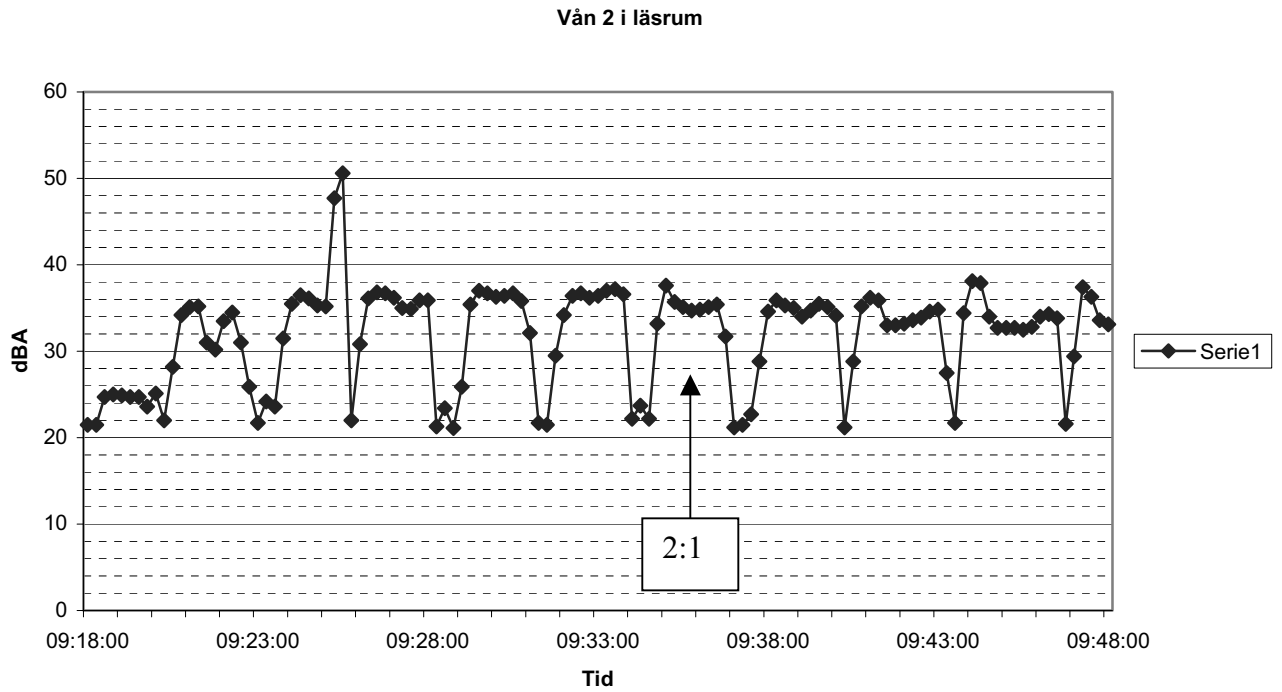


Diagram 1. Mätposition P1 i lärum, driftfall 1:1 till 2:4.

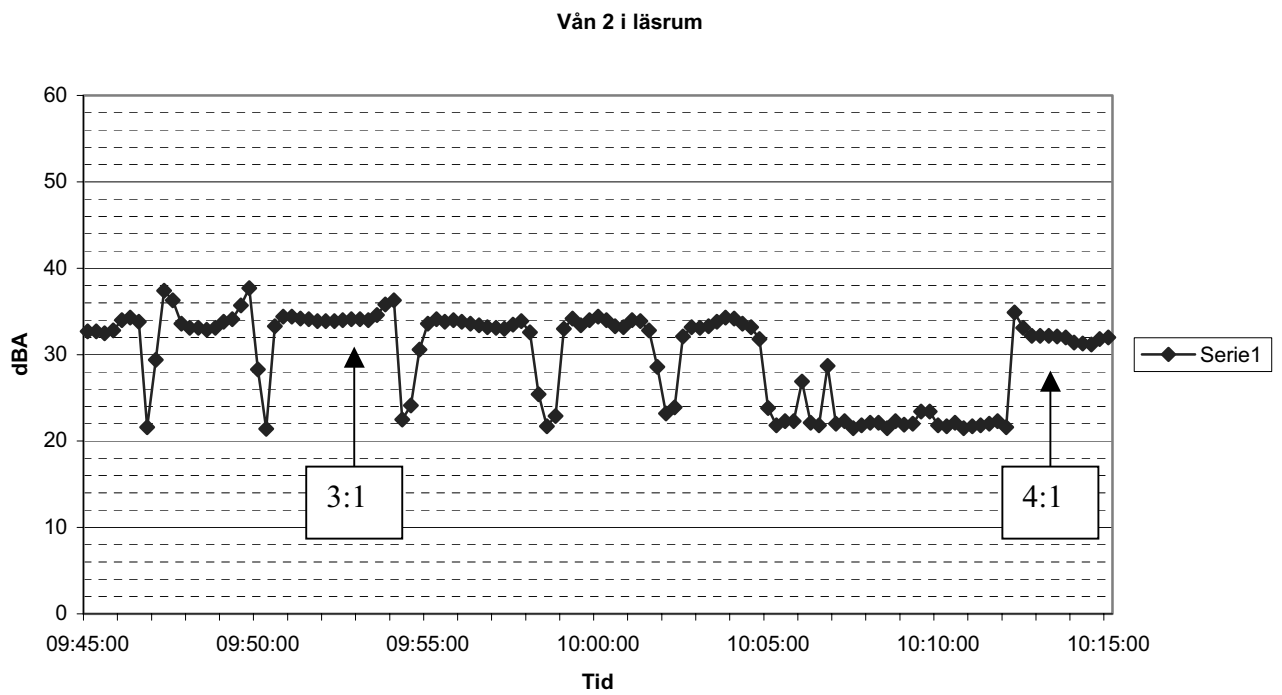


Diagram 2. Mätposition P1 i lärum, driftfall 2:4 till 4:1.

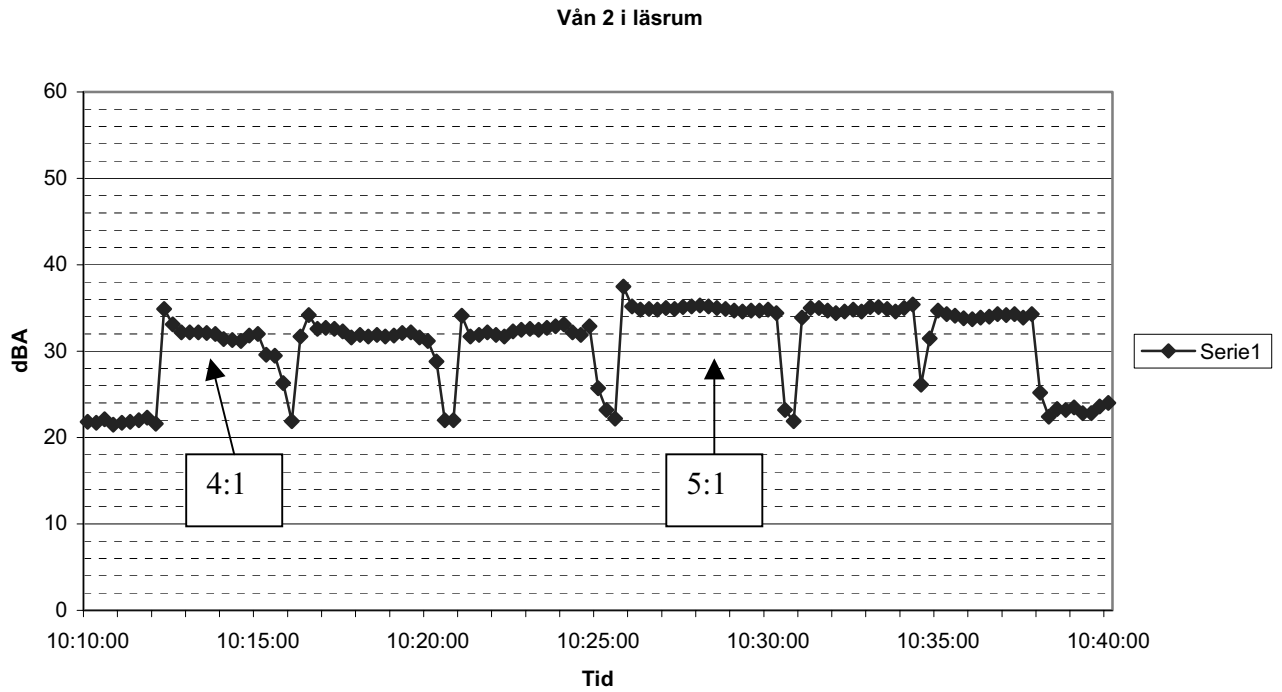


Diagram 3. Mätposition P1 i lärum, driftfall 4:1 till 5:3.

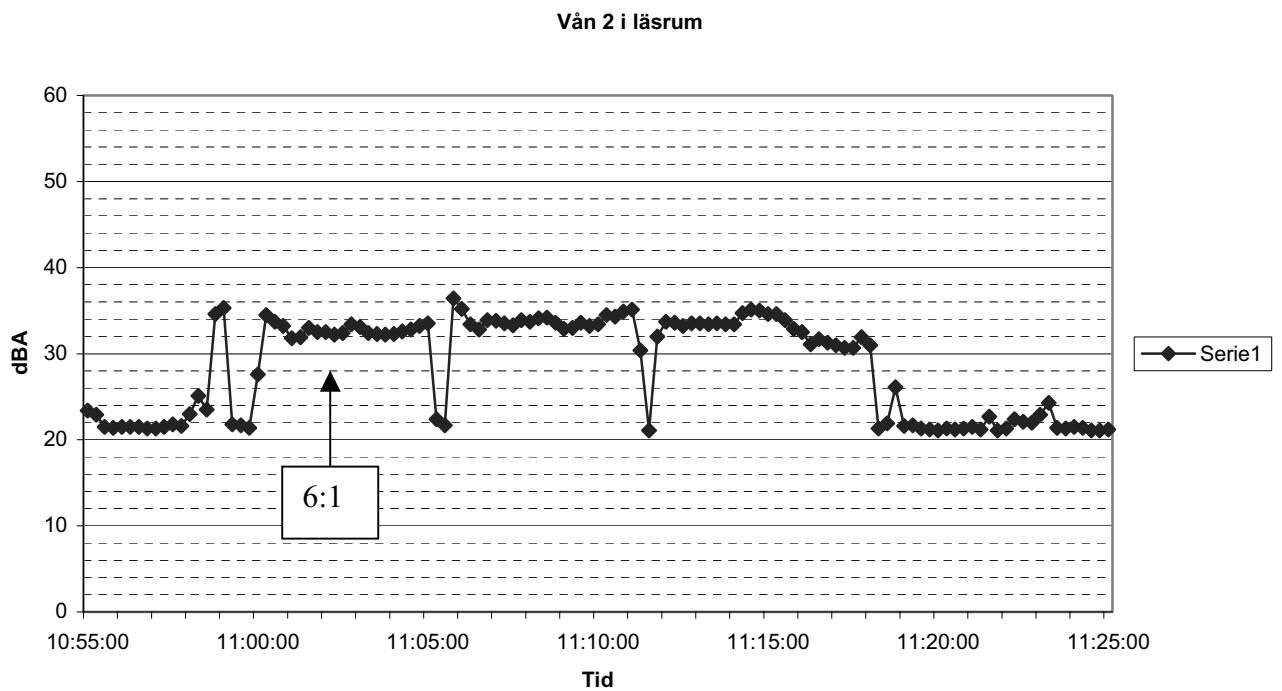


Diagram 4. Mätposition P1 i lärum, driftfall 6:1 till 6:3.

Vån 2 i lärum

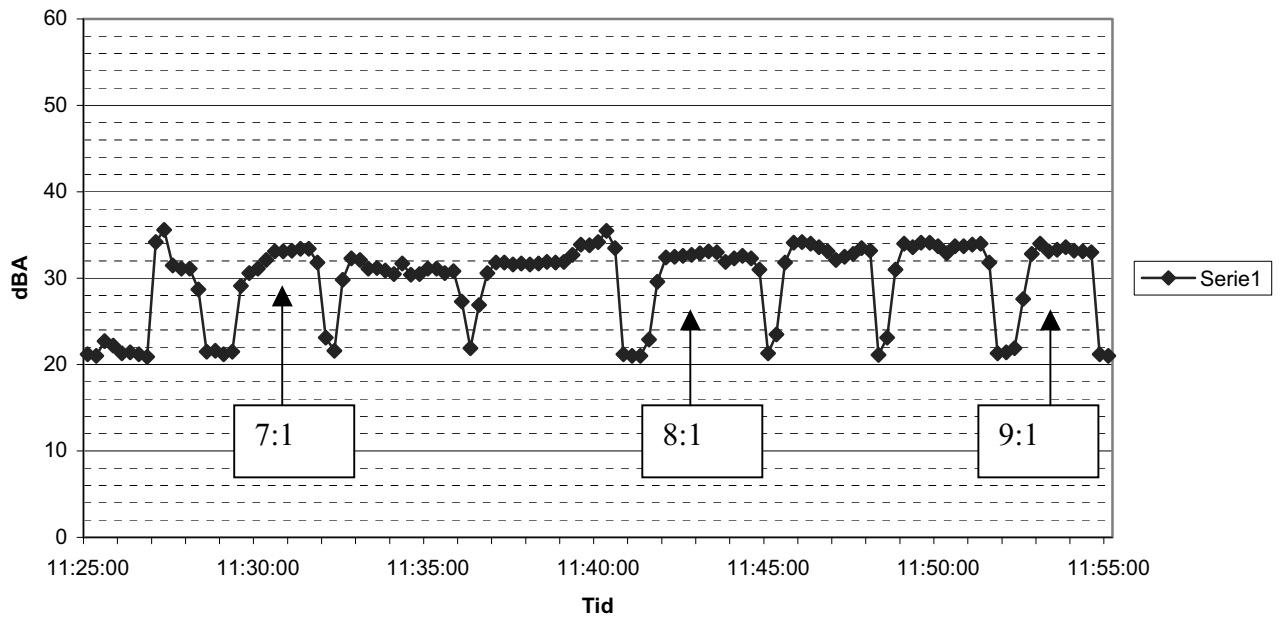


Diagram 5. Mätposition P1 i lärum, driftfall 7:1 till 9:1.

Vån 2 i lärum

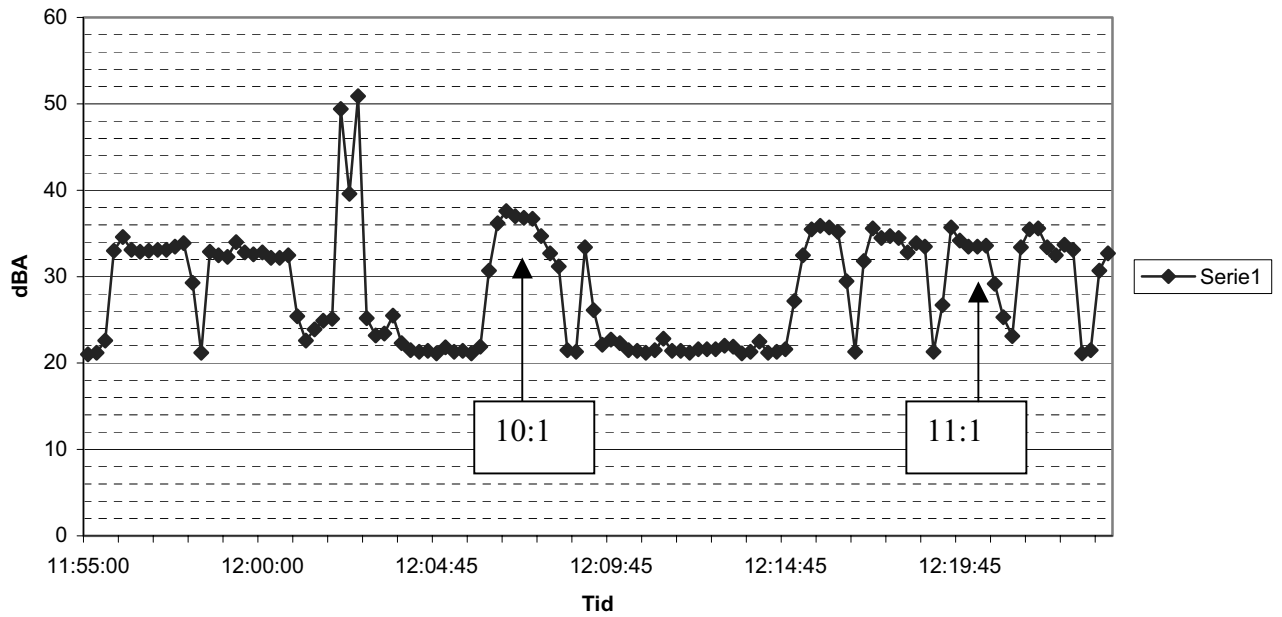


Diagram 6. Mätposition P1 i lärum, driftfall 9.2 till 11:2.

Vån 2 i lärum

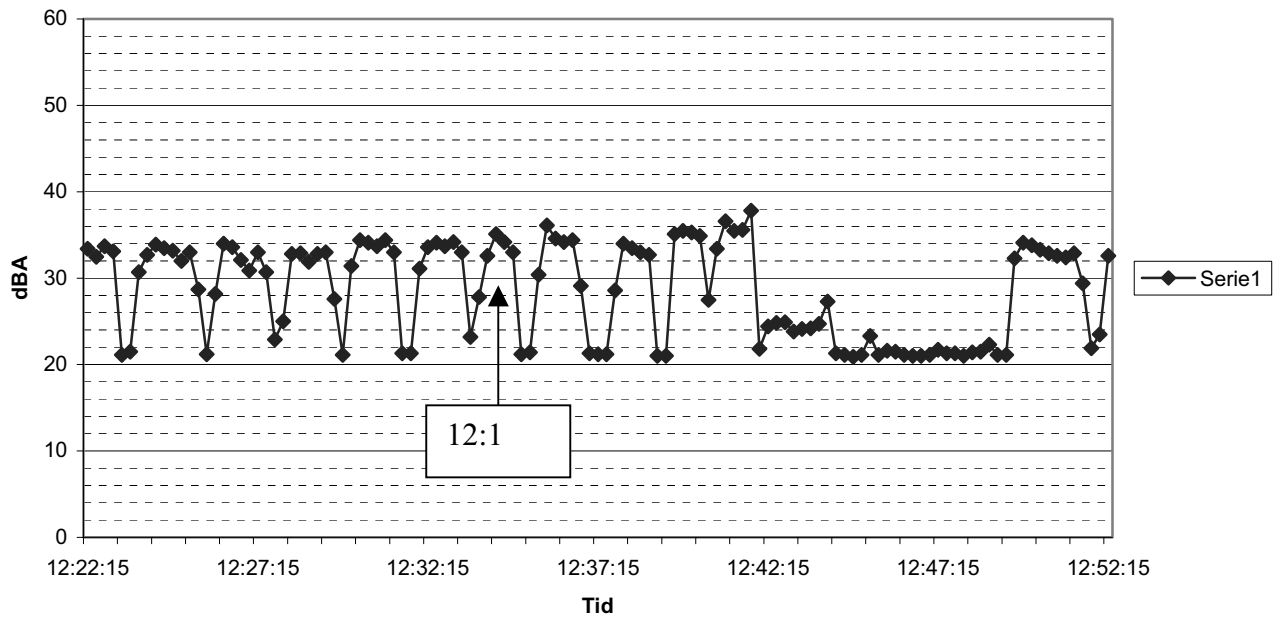


Diagram 7. Mätposition P1 i lärum, driftfall 11:2 till 12:5.

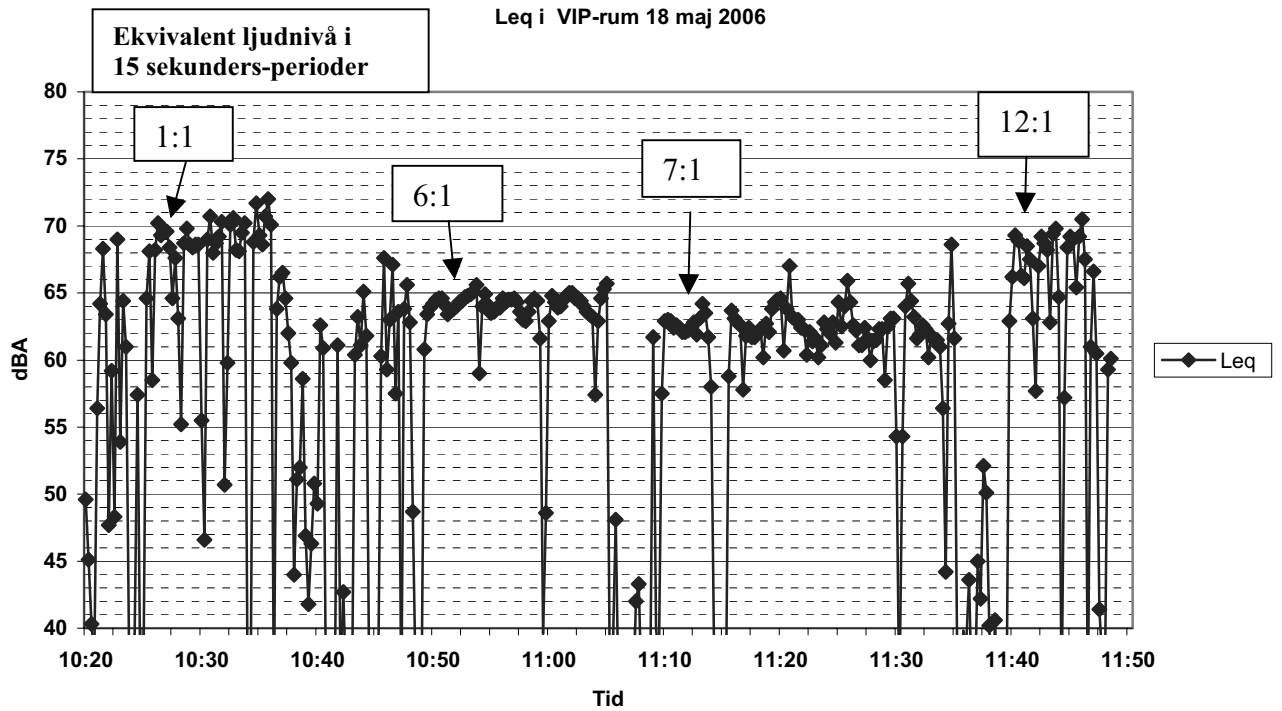


Diagram 8. Mätposition i VIP-rum, driftfall 1, 6, 12 och 7.

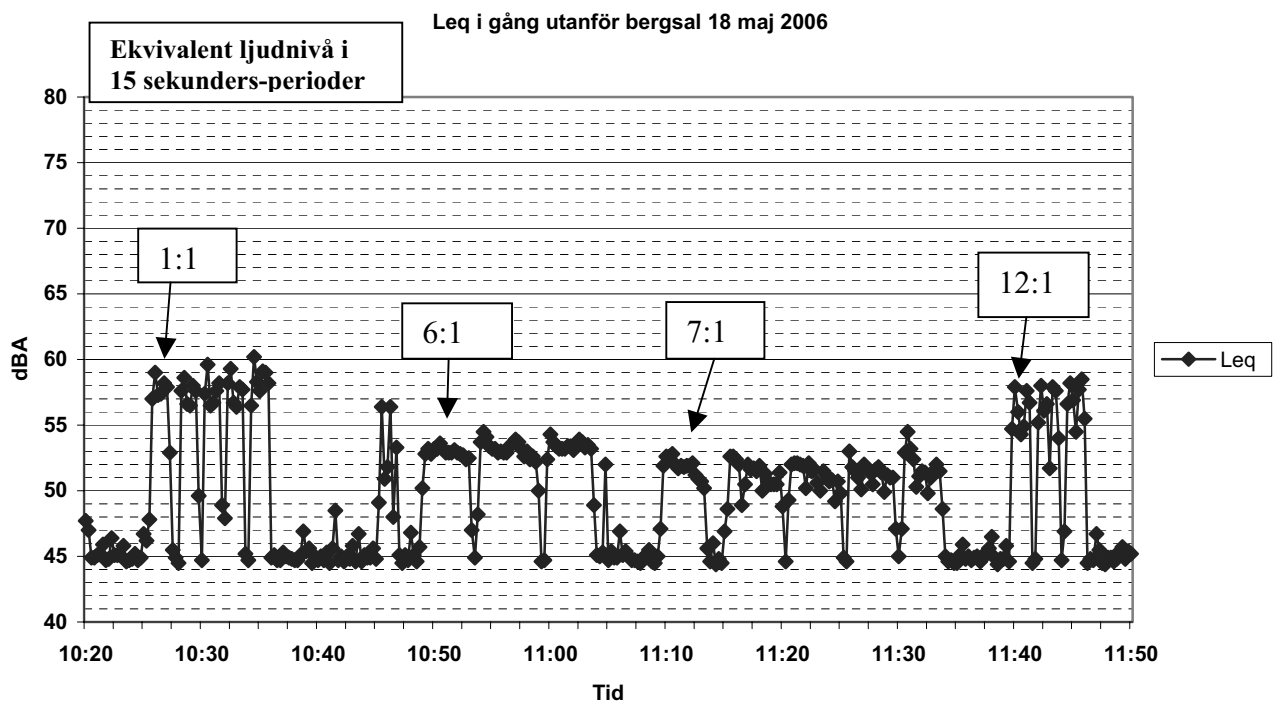


Diagram 9. Mätposition i korridor utanför bergsal, driftfall 1, 6, 12 och 7.