



Projekt

Liikavaara K nr.1, Gällivare kommun

Utredning avseende vibrationer,
luftstöt vågor samt stenkast

Rapportnummer 1624 8390 R 01
Datum 2016-06-22
Uppdragsgivare Boliden Mineral AB

Handläggare:

Granskad:

Olof Bergström

Mathias Jern

Sammanfattning

Utredningen visar att det krävs ett skyddsavstånd mot bebyggelse på minst 1400 meter från brytningsområdet för att klara såväl säkerhetsavståndet för stenkast som miljövillkoren avseende vibrationer och luftstöt vågor.

För att säkerställa att man aldrig överstiger tillåtet värde avseende risk för teknisk skada på byggnader, 10 mm/s, så krävs ett avstånd till närmaste byggnader på 975 meter.

Innehållsförteckning

Sammanfattning

1. Uppdrag	4
1.1. Uppdragsgivare.....	4
1.2. Bakgrund/lokalisering	4
1.3. Underlag.....	4
2. Vibrationer	5
2.1. Allmänt om vibrationer alstrade av sprängning.....	5
2.2. Tillåtna vibrationsnivåer.....	5
2.2.1. Vibrationsvillkor enligt miljötillstånd	5
2.2.2. Riktvärden teknisk risk enligt SS 460 48 66	5
2.2.3. Sammanfattning tillåtna vibrationer	6
2.3. Beräknade vibrationer	6
2.3.1. Underlag.....	6
2.3.2. Sprängtekniska förutsättningar	6
2.3.3. Beräkningsresultat vibrationer.....	6
2.4. Bedömning vibrationer.....	7
3. Luftstöt vågor	8
3.1. Allmänt om luftstöt vågor.....	8
3.2. Tillåtna luftstöt vågor.....	8
3.2.1. Villkor avseende luftstöt vågor i miljötillstånd	8
3.2.2. Riktvärden för teknisk risk enligt SS 02 52 10.....	8
3.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för luftstöt vågor	9
3.3. Beräknade luftstöt vågor.....	9
3.3.1. Underlag.....	9
3.3.2. Beräkningsresultat luftstöt vågor.....	9
3.4. Bedömning luftstöt vågor	10
4. Stenkast	11
4.1. Allmänt om stenkast.....	11
4.2. Beräknade kastavstånd	12
4.3. Åtgärder för minskad kastrisk	12
4.3.1. Minska laddningen	13
4.3.2. Riktning på salvan.....	13
4.3.3. Täckning.....	14
4.3.4. Övriga åtgärder	14
4.3.5. Sammanfattning åtgärder stenkast	14
4.4. Säkerhetsavstånd	14
4.5. Bedömning stenkast.....	15

5.	Närliggande bebyggelse/anläggningar	16
5.1.	Allmänt.....	16
5.2.	Närliggande bebyggelse.....	16
5.3.	Övriga anläggningar	16
5.3.1.	Väg E10	16
5.3.2.	Kraftledning inkl. transformatorer	16
5.3.3.	Övrigt.....	16
6.	Sammanfattning och skyddsavstånd	17

1. Uppdrag

Att utreda vibrationer, luftstöt vågor samt kastrisker i samband med ansökan om kompletterande bearbetningskoncession för Liikavaara K nr.1 i Gällivare kommun. Vidare att med resultatet av utredningen bedöma lämpligt skyddsavstånd mot bostäder.

1.1. Uppdragsgivare

Boliden Mineral AB

Att: Anders Forsgren

1.2. Bakgrund/lokalisering

Liikavaara K nr. 1 är en satellitfyndighet till Aitik, ca 3 km nordost om Aitiks industriområde, se bild 1. Fyndigheten har varit känd under lång tid. Efter att en idéstudie utförts under 2009 fördes Liikavaara in i Aitiks produktionsplan. Under åren har produktionsstarten skjutits framåt och för närvarande är starten för malmproduktion beräknad till år 2023. Malmkroppen ligger i direkt anslutning till väg E10 samt byn Liikavaara.

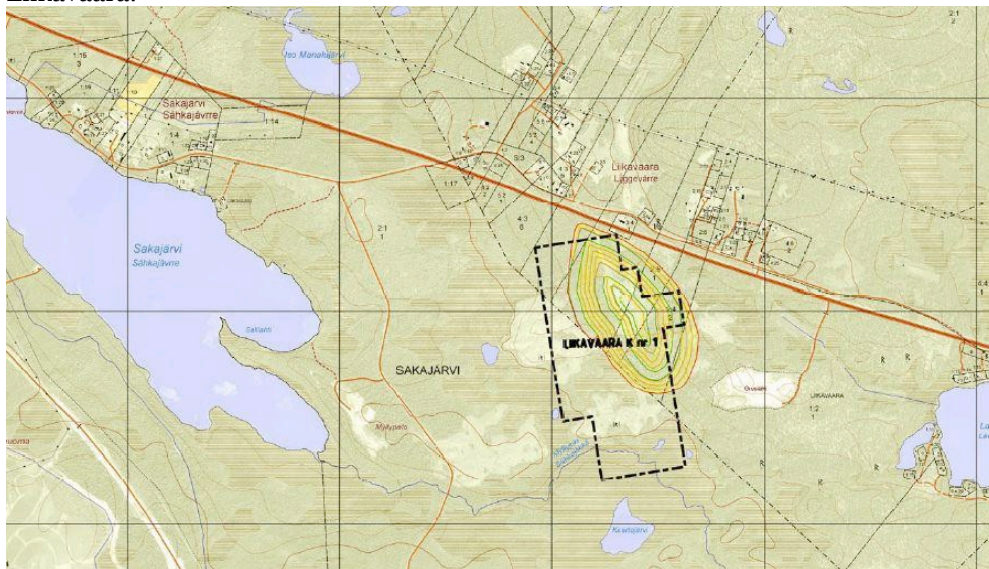


Bild 1: Översiktsbild

1.3. Underlag

- ^ Kartmaterial över rubricerat objekt samt kringliggande bebyggelse.
- ^ Uppgifter från Boliden Mineral AB.
- ^ Kortfattad verksamhetsbeskrivning av projektet.
- ^ Platsbesök den 9/5 2016 samt erfarenhet från liknande objekt.
- ^ Svensk standard SS 460 48 66 "Vibration och stöt - Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader"
- ^ Svensk Standard SS 02 52 10 "Vibration och stöt-Sprängningsinducerade luftstöt vågor – Riktvärden för byggnader".

2. Vibrationer

2.1. Allmänt om vibrationer alstrade av sprängning

Vid sprängning uppstår vågrörelser som ger vibrationer i marken. Vågrörelserna har en utbredning som påminner om de ytrörelser som uppstår när ett föremål kastas i vatten. Vågorna sprider sig symmetriskt utåt från detonationen och avtar med ökat avstånd. Utbredningen är beroende på ett flertal faktorer som exempelvis vågtyper samt markbeskaffenhet. Storleken på vibrationen beror främst på avståndet till sprängningen samt energin från den samverkande laddningen.

2.2. Tillåtna vibrationsnivåer

Vilka tillåtna vibrationsnivåer som kommer att gälla vid närliggande bebyggelse styrs dels av det vibrationsvillkor som kommer att omgärda verksamheten samt att inga byggnader skall skadas.

2.2.1. Vibrationsvillkor enligt miljötillstånd

Boliden Mineral avser att yrka på samma villkor som man i nuläget har beträffande Aitik. I Mark- och miljödomstolens dom i mål nr M 3093-12, daterad 2014-10-03, står följande villkor avseende vibrationer från sprängning:

Sprängningar i dagbrotten ska genomföras så att vibrationer i närmaste bostäder minimeras. Högsta svängningshastigheten i bostäder till följd av sprängning i dagbrotten får inte överstiga 5 mm/s vid mer än 5 % av sprängtillfällena per år och får aldrig överstiga 7 mm/s, allt mätt enligt SS4604866. Kontroll ska ske genom mätning vid minst en bostad vardera i Sakajärvi och Liikavaara vid varje sprängtillfälle.

2.2.2. Riktvärden teknisk risk enligt SS 460 48 66

Standarden skall tillämpas vid beräkning av riktvärden för tillåtna vibrationer i samband med sprängningsarbeten. Riktvärden sätts så att skador inte skall uppstå på byggnader och standarden gäller alla slags sprängningsarbeten såsom bergtäkter, gruvor och anläggningsarbeten. Riktvärdena tar inte hänsyn till den psykologiska effekt som sprängning kan ha på den som vistas i byggnaderna, inte heller till de risker för skador eller driftstörningar som kan uppstå på vibrationskänsliga utrustningar.

I standarden tas framförallt hänsyn till byggnadens:

- ^ Undergrund
- ^ Vibrationskänslighet i konstruktion och material
- ^ Avstånd från sprängplats
- ^ Typ av verksamhet

Tillåten vibrationsnivå för byggnader anges normalt vid denna typ av verksamhet för avståndet 350 m (v_{350}). Vid avstånd över 350 m är riktvärdena konstanta, d.v.s. värdet för V_{350} gäller för avstånden 350 meter och längre. Som skadekriterium används vertikal svängningshastighet, mm/s.

Beräkning av tillåtna vibrationsnivåer för att undvika skador på byggnader ger högre värden än det villkor som Boliden Mineral avser att yrka på. Som exempel kan nämnas att om byggnaderna är grundlagda på morän, avståndet från sprängningen är mer än 350

meter, man spränger mer än 2 salvor per vecka samt att de ingående byggnadsmaterialen är sten/betong och trä så blir riktvärdet för att undvika teknisk skada på byggnaderna 10 mm/s.

2.2.3. Sammanfattning tillåtna vibrationer

Villkoret i tillståndet kommer att vara dimensionerande för vilka vibrationer som kommer att kunna tillåtas i närliggande bebyggelse.

2.3. Beräknade vibrationer

2.3.1. Underlag

Vid bedömning av den vibrationsutbredning som en dagbrottsverksamhet medför har beräkningarna baserats på markförhållanden, sprängtekniska förutsättningar samt på empiriska samband från ett stort antal vibrationsmätningar och analyser vid bergtäkter och dagbrott i Sverige. Beräkningarna baseras på den maximalt samverkande laddningsmängden som förväntas uppkomma.

Som underlag i beräkningarna har även statistik från ca 550 sprängningar i Aitik under tiden 2008-2015 använts samt har även 14 salvor som samtliga gett 2 mm/s eller mer i närmaste mätpunkt analyserats närmare.

Beräkningarna visar på vilket avstånd från en produktionssprängning som man klarar vibrationsvillkoret.

2.3.2. Sprängtekniska förutsättningar

De sprängtekniska förutsättningarna som är av betydelse för denna rapport är:

Tabell 1: Sprängtekniska förutsättningar

Största håldiameter	12 1/4" (311 mm)
Pallhöjd	15 m
Håldjup	17 m
Densitet sprängämne	1,2 kg/l

Beräkningar har utförts avseende vilket avstånd som krävs från en produktionssalva för att miljövillkoret, 5 mm/s, ska innehållas. På längre avstånd än detta kommer vibrationsnivåerna att vara lägre.

I beräkningarna har förutsatts att upptändning sker så att maximalt ett hål samverkar vid mottagningspunkten samt har förutsatts att man använder pumpbara emulsionssprängämnen. Som underlag för beräkningarna har förutom modeller för vibrationsspridning vid sprängning ovanjord även salv- och mätdata från sprängningar i Aitik nyttjats.

2.3.3. Beräkningsresultat vibrationer

Beräkning med sedvanliga modeller ger att man ska klara värdet 5 mm/s på ett avstånd av 1460 meter från salvan. Eftersom det alltid finns en spridning i mätresultaten trots att salvorna kan tyckas identiskt lika så kan avståndet variera något. 5 mm/s är dock ingen absolut gräns utan man får enligt villkoret överstiga detta vid upp till 5 % av sprängningarna per år.

Vid granskning av 14 skjutna salvor i Aitik som samtliga gett mer än 2 mm/s i närmaste mätpunkt kan konstateras att spridningen ger att 5 mm/s uppnås på avstånd mellan 1150 – 1550 meter från salvan. Till viss del kan denna spridning bero på salvans placering och utslagsriktning i förhållande till mätpunkten.

Eftersom dom salvor som granskats är de som gett högst värden så finns ju ett flertal skjutningar som pga. annan placering i dagbrottet och således med längre avstånd till mätpunkten gett betydligt lägre nivåer. Om man sätter gränsen vid 1400 meter för att innehålla 5 mm/s så kommer vibrationsnivåerna från de allra flesta salvorna att ligga under 5 mm/s men vid något enstaka tillfälle överstiga 5 mm/s. I det underlag som granskats finns inget som tyder på att man vid något tillfälle skulle överstiga 7 mm/s.

För att säkerställa att man aldrig överstiger tillåtet värde avseende risk för teknisk skada, 10 mm/s, så krävs ett avstånd till närmaste byggnader på 975 meter.

2.4. Bedömning vibrationer

För att uppfylla villkoret avseende vibrationer så rekommenderas ett avstånd på minst 1400 meter till närmaste bostäder.

För att säkerställa att man aldrig överstiger tillåtet värde avseende risk för teknisk skada på byggnader, 10 mm/s, så krävs ett avstånd till närmaste byggnader på 975 meter.

3. Luftstöt vågor

3.1. Allmänt om luftstöt vågor

Vid sprängning uppstår ett tryck i luften. Storleken på tryckvågen beror på ett flertal parametrar, se vidare under punkt 3.3.2. Det är inte ovanligt, speciellt vid stora sprängningar i bergtäkter och dagbrott, att närboende upplever en effekt av luftstöt vågen som de sen kopplar till markvibrationen. Luftstöt vågen kan påverka byggnader på relativt stora avstånd från sprängplatsen och eftersom tryckvågen i luft går långsammare än markvibrationen kan sprängningen uppfattas som om den förorsakat två skakningar i byggnaden.

Problem med luftstöt våg är framförallt relaterat till sprängning ovanjord. Mycket höga luftstöt vågor från sprängning har inte sällan sin orsak i att sprängämne detonerat i luften. Det beror oftast på att intilliggande detonerande borrhålsladdningar ”frilagt” sprängämne. Vid plan- och pallsprängningar reduceras luftstöt vågstryck om borrhålen förladdas väl.

I normala sprängtekniska rutiner ingår moment med syfte att säkerställa att all detonation sker inneslutet i berg/malm vilket även minimerar risken för höga luftstöt vågor. En hög luftstöt våg innebär vanligtvis att energi vars syfte är att bryta loss berg/malm istället gått till luft vilket ingen har något intresse av. Erfarenheten från långa mätserier visar att luftstöt vågen ändå vid vissa tillfällen kan ha en förhöjd nivå. Sannolikt beror detta på svårbestämda geologiska förhållanden som spricksystem och annat i berget men även att spridningen av luftstöt vågor påverkas av svårkontrollerade meteorologiska parametrar. Därför är en villkorsformulering där man har ett värde som får överskridas vid ett visst antal sprängningar per år att rekommendera.

3.2. Tillåtna luftstöt vågor

Vilka tillåtna luftstöt vågsnivåer som kommer att gälla vid närliggande bebyggelse styrs dels av det villkor som kommer att omgärda verksamheten samt att inga byggnader skall skadas.

3.2.1. Villkor avseende luftstöt vågor i miljö tillstånd

Boliden Mineral avser att yrka på samma villkor som man i nuläget har beträffande Aitik. I Mark- och miljödomstolens dom i mål nr M 3093-12, daterad 2014-10-03, står följande villkor avseende luftstöt vågor från sprängning:

Luftstöt vågor till följd av sprängningarna i dagbrotten får vid bostäder inte överstiga 100 pascal frifältsvärde vid mer än 5 % av spräng tillfällena och får aldrig överstiga 200 pascal, allt mätt enligt SS 025210. Kontroll ska ske genom mätning vid minst en bostad i Sakajärvi och Liikavaara vid varje spräng tillfälle.

100 resp. 200 Pa frifältsvärde motsvaras av 200 resp. 400 Pa reflektionstryck.

3.2.2. Rikt värden för teknisk risk enligt SS 02 52 10

I svensk standard SS 02 52 10 ”Vibration och stöt–Sprängningsinducerade luftstöt vågor–Rikt värden för byggnader” anges 500 Pa som rikt värde för maximalt reflektionstryck för att undvika skador på byggnader. Med det utrymme som SS 02 52 10 ger för reduktion av detta värde för fasta anläggningar som bergtäkter och gruvor är 400 Pa reflektionstryck ett relevant rikt värde som bör gälla för planerad verksamhet.

3.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för luftstöt vågor

Villkoret i tillståndet kommer att vara dimensionerande för vilka luftstöt vågor som kommer att kunna tillåtas i närliggande bebyggelse.

3.3. Beräknade luftstöt vågor

3.3.1. Underlag

Beräknade nivåer bygger på empiriskt framtagna ljudtrycksnivåer från ett stort antal kontinuerliga mångåriga mätserier. Nivåerna är laddningsberoende, samverkande laddning, men kan vid konstant pallhöjd sägas vara beroende av borrhålens laddningskoncentration, dvs. borrhålsdiameter. Vid beräkningar av luftstöt vågens impulstäthet har även sprängsalvans totalladdning och tändplanens utsträckning i tiden betydelse. Beräknade nivåer är att betrakta som normala variationer vid uppmätning av reflektionstrycket, ung. dubbla frifältstrycket. Beräkningarna har utförts med samma håldiameter och avstånd som för vibrationer samt med de sprängtekniska förutsättningar som tidigare nämnts. Vidare förutsätts att allt sprängämne detonerar inneslutet i borrhålen och att ingen detonation sker fritt i luft.

Som underlag i beräkningarna har även statistik från ca 550 sprängningar i Aitik under tiden 2008-2015 använts.

Beräkningarna visar på vilket avstånd från en produktionssprängning som man bör klara luftstöt vågsvillkoret.

3.3.2. Beräkningsresultat luftstöt vågor

Luftstöt vågens utbredning och intensitet kan, från ett sprängningstillfälle till ett annat, visa relativt stora variationer vid samma mätplats beroende av många olika faktorer. Störst inverkan har följande parametrar.

- ^ avstånd
- ^ samverkande laddningsmängd
- ^ sprängämnets inneslutningsfaktor
- ^ topografiska förhållanden
- ^ vindriktning och vindstyrka
- ^ luftlagrens skiktning (temperaturinversion och molnbas)
- ^ markytans reflektions- och absorptionsförmåga
- ^ salvans utslagsriktning

Beräkning med sedvanliga modeller ger att man normalt ska klara värdet 100 Pa frifältstryck på ett avstånd av 700 meter från salvan. Eftersom luftstöt vågens utbredning och intensitet kan, från ett sprängningstillfälle till ett annat, visa relativt stora variationer som dessutom är svåra att ha full kontroll på rekommenderas dock ett större avstånd.

100 Pa frifältstryck är ingen absolut gräns utan man får enligt villkoret överstiga detta vid upp till 5 % av sprängningarna per år, dock max 200 Pa

Vid granskning av statistik från ca 550 salvor skjutna i Aitik kan konstateras att man vid fyra tillfällen överskridit värdet 100 Pa frifältstryck, dock aldrig värdet 200 Pa. Dessa

mätningar är gjorda från sprängningar i Aitik och avstånden är ca 2 km till mätpunkt. Detta visar att höga luftstöt vågor vanligtvis inte är något problem med den brytning som utförs.

Eftersom luftstöt vågen kan variera mycket och är beroende på flera svårkontrollerade parametrar så rekommenderas att man dubblar det beräkningsmässiga avståndet 700 meter för att så långt möjligt täcka in avvikande resultat och innehålla gällande villkor.

Vid de flesta av skjutningarna kommer luftstöt vågen att ligga på låga nivåer medan det vid något enstaka tillfälle per år kan komma nivåer som är högre, detta till stor del beroende på meteorologiska parametrar men även till viss del sprängtekniska. När brytningen kommer djupare ned i dagbrottet kommer antalet tillfällen då nivåerna ligger högt att minska.

Notera att ovanstående beräkningar utgår ifrån att samtliga laddningar detonerar inneslutna i förladdade borrhål vilket är av stor vikt för att innehålla villkoret.

3.4. Bedömning luftstöt vågor

För att uppfylla villkoret avseende luftstöt vågor så rekommenderas ett avstånd på minst 1400 meter till närmaste bostäder.

4. Stenkast

4.1. Allmänt om stenkast

Vid produktionssprängning förekommer alltid stenkast, dock oftast i mindre omfattning och kastlängderna är inte speciellt långa. Detta omnämns i denna rapport som "normal kastlängd" och bygger på ett kontrollerat sprängningsförfarande med normala säkerhetsåtgärder avseende förladdning, tändföljd, bergrensning, borrhålsprecision, laddning av salvans första rad etc. Noggrannheten i utförandet av dessa säkerhetsåtgärder är avgörande för hur stor risken är för stenkast samt hur långa kastlängder som kan förväntas och tillåtas och följaktligen för bedömningen av säkerhetsområdet.

Vid vissa tillfällen kan stenar kastas betydligt längre än vad som inryms i begreppet "normal kastlängd". Detta är dock väldigt ovanligt och beror nästan uteslutande på att något gått fel i salvan. I en studie av Little & Blair¹ anges följande händelseförlopp som de vanligaste orsakerna till långa kastlängder:

- ^ Kratereffekt
- ^ "Face bursting"
- ^ "Rifling"
- ^ Sekundär sprängning

Kratereffekt kan uppstå då förladdningen, alltså den oladdade delen av borrhålet som fyllts med ett välgraderat stenmaterial för att innesluta spränggaserna vid detonation, är otillräcklig. Detta kan bero på både att man har för kort förladdning men även att berget är skadat från tidigare skjutningar och att trycket från detonationen då via spricksystem kan tränga upp till markytan. Stenkast i detta fall kan ha nästan vilken riktning som helst.

Face bursting (kast från pallkant) beror oftast på att man har en för hög laddning i förhållande till den verkliga försättningen i salvans första rad. Detta kan exv. bero på hålavvikelser och/eller bergutfall samt skadat berg i salvans framkant från exempelvis tidigare sprängning. Riktningen på stenkast i detta fall är huvudsakligen vinkelrät mot borrhålets riktning och i salvans utslagsriktning.

Rifling (urblåsning) uppstår när man har en ineffektiv eller otillräcklig förladdning. Gasttrycket går då upp i borrhålet och trycker ut förladdningen samt delar av överytan. Riktningen på stenkast i detta fall följer i stort borrhålets riktning.

Med **sekundär sprängning** avses exv. skutsprängning och andra oftast mindre skjutningar. Vid dessa sprängningar används oftast relativt små laddningar. Dock placeras laddningarna nära fria ytor vilket kan skapa höga utgångshastigheter med långa kastlängder som följd. Stenkast i detta fall kan ha nästan vilken riktning som helst. Vid dessa mindre skjutningar kan det vara lämpligt att exv. placera skut på ett sådant ställe att risken för farliga kast minimeras. Det kan även vara lämpligt att täcka denna typ av sprängning med gummimattor.

¹ Little T.N. & Blair D.P. 2010: Mechanistic Monte Carlo models for analysis of flyrock risk, 9th Int. Symp. on Rock Fragmentation by Blasting (FRAGBLAST'9), Granada, September 2009. Sid 641-647.

En orsak, som inte Little & Blair berör, till långa bakåtkast kan vara så kallad **köbildning**, dvs. att salvan går så trögt framåt att det blir stopp och energin går uppåt istället. Detta kan uppstå vid exempelvis för stor försättning, fel tändplan eller kvarvarande berg från föregående salva som förhindrar framåtrörelse.

I de fortsatta beräkningarna innefattas dessa kastrisker i begreppet ”teoretiskt kastavstånd”.

4.2. Beräknade kastavstånd

De teoretiska kastlängder som listas här härrör från försök som utförts av SveDeFo².

Jämfört med den teoretiska kastlängden som bygger på ett extremfall så kan man vid kontrollerad sprängning, där hänsyn tas till laddning av salvans första rad, förladdningens längd, ev. hålavvikelse och återlastning av bergmassor som skydd mot kast, räkna med att kastlängderna ligger inom 1/5-1/3 av beräknad teoretisk kastlängd i en ca.120° sektor i salvans utslagsriktning samt endast 1/10-1/5 av teoretisk kastlängd bakom salvan.

Beräkningar har utförts för samma borrhålsdiameter som tidigare avseende vibrationer och luftstötter.

Tabell 2: Beräknade kastlängder

Håldiameter		Teoretisk kastlängd	Normal kastlängd	Normal kastlängd
(tum)	(mm)	(m)	Framåt (m)	Bakåt (m)
12 1/4	311	1380	275-460	140-275

Om den oladdade delen, förladdningen, är liten i relation till vad som är normalt dvs. förladdning \approx försättning kommer risken för kast bakom utslagsriktningen att öka. I dessa fall kan inte ”Normal kastlängd bakåt” i tabellen ovan användas utan kolumnen ”Normal kastlängd framåt” skall då användas oberoende av utslagsriktning. Värdena i kolumnerna ”Normalt kastlängd” gäller enbart om tidigare nämnda förutsättningar avseende förladdning samt normala säkerhetsåtgärder avseende tändföljd, bergrensning, borrhålsprecision etc. uppfylls.

I studien av T.N Little & D.P Blair behandlas även frågan om hur en dagbrottsvägg påverkar kastrisken utanför brytningsområdet. Resultaten visar tydligt att väggen hindrar många stenar att kastas utanför dagbrottet samt att kastlängden förkortas p.g.a. höjdskillnaden, dvs. ju djupare ned i dagbrottet man bryter ju mindre risk är det för långa stenkast utanför brytningsområdet.

4.3. Åtgärder för minskad kastrisk

Utöver bra sprängtekniska rutiner med väl rensat berg, anpassad laddning efter faktisk försättning, korrekt förladdning i såväl längd som kvalitet etc. så finns det generellt tre sätt att sprängtekniskt minska kastrisken. Det första är att minska laddningskoncentrationen successivt när avståndet blir mindre för att på så sätt reducera den längd som sprängningen riskerar att kasta sten. Den andra metoden är att ändra riktningen på sprängningen och på

² Lundborg N., 1981: The probability of flyrock, Report DS 1981:5. SveDeFo,

så sätt rikta eventuella stenkast åt ett specifikt håll. Den tredje metoden är att täcka eller avskärma sprängningen för att på så sätt förhindra stenkastning.

4.3.1. Minska laddningen

Genom att minska laddningskoncentrationen successivt när avståndet blir mindre för att på så sätt reducera den längd som sprängningen riskerar att kasta sten kan man korta kastlängderna.

Det sätt som sprängning idag normalt sker på innebär att man använder bulksprängämne som i princip ger samma laddningskoncentration längs hela borrhålet, traditionellt har man dock alltid laddat med lägre laddningskoncentration i pipan än i botten eftersom bottenladdningen måste vara högre då det är tyngre att få ut salvan där.

För aktuellt fall med stora dagbrott där inga effektiva och bra alternativ finns till bulkladdning blir den enklaste lösningen för att minska laddningskoncentrationen att minska håldiametern.

4.3.2. Riktning på salvan

I princip kan man rikta sprängningen via tändplanen. Precisionen är dock inte tillräckligt hög för att man skall arbeta med detta ur ett säkerhetsperspektiv, däremot är det viktigt att så mycket av salvan som möjligt kastas framåt och inte uppåt eller bakåt. Detta görs primärt genom att undvika kratereffekter och istället låta salvan röra sig framåt, se figur 2. Om man låter den oladdade delen i borrhålet vara minst lika stor som försättningen så kommer sprängningen alltid att vara riktad framåt då sprängverkan kommer att vara riktad åt det hållet.

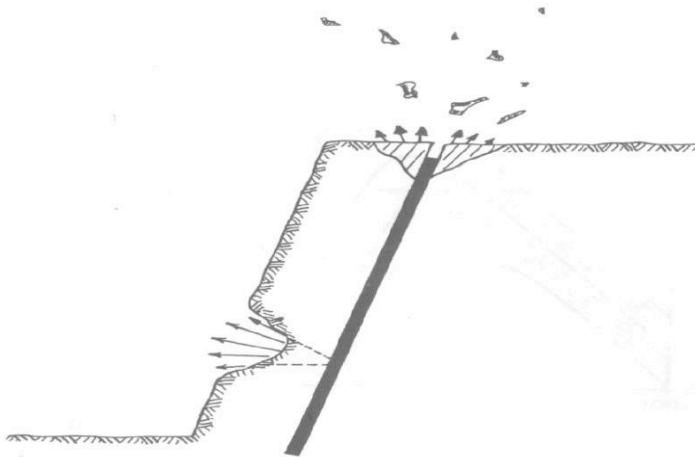


Bild 2³, kast från sprängning uppträder normalt antingen framåt och då ofta pga. svaghetszoner, detta är normalt de längsta kasten. Kast kan också ske uppåt sk. kratereffekt vilket normalt endast uppstår om den oladdade delen är så liten att det är en kortare väg för sprängämnet att trycka berg uppåt än framåt.

³ Bild från: Persson P-A., Holmberg R., Lee J., 1993: Rock Blasting and Explosives Engineering. CRC Press.

4.3.3. Täckning

I princip används tre olika sorters täckning:

1: **Gummimattor:** Nackdelen är att det är ett förhållandevis dyrt alternativ pga. kort livslängd hos gummimattorna samt relativt stor arbetsinsats och fungerar bara vid relativt klena laddningar, dvs. inte vid normalladdade sprängningar i dagbrott.

2: **Täckning med sand:** Nackdelen med sand, eller annan liknande täckning, är att den inte går att plocka bort efter sprängning vilket innebär att man "späder ut" det utbrutna materialet. Redan på en 10 m pall blir andelen betydande. Det medför även säkerhetsmässiga problem då det kan vara svårt att felsöka vid exv. tändavbrott.

3: **Öka den oladdade delen:** Genom att öka längden på den oladdade delen kan man i princip undvika kast uppåt. Det är dock ingen garanti att det aldrig kan uppstå kast uppåt eftersom man aldrig kan ha fullständig kontroll på sprickor och andra svagheter i berget. Detta skulle kunna kompenseras genom att ytterligare öka den oladdade delen men detta är knappast möjligt utifrån ett loss hållnings- och fragmenteringsperspektiv.

I en dagbrottsverksamhet är täckning av salvor inget alternativ då det varken är praktiskt eller ekonomiskt genomförbart. Att öka längden på förladdningen är dock en bra metod för att minska risken för långa stenkast.

4.3.4. Övriga åtgärder

Utöver de sprängtekniska åtgärderna kan man välja på att minska effekten av ev. stenkast d.v.s. att se till att det finns nog långt säkerhetsavstånd till bebyggelse, människor etc.

4.3.5. Sammanfattning åtgärder stenkast

Eftersom brytning i dagbrott är en relativt storskalig verksamhet så begränsas möjligheterna för att vidta effektiva sprängtekniska åtgärder. De mest effektiva åtgärderna som täckning av salvor etc. är inte möjligt att utföra vid dessa sprängningar. Kvar är egentligen bara att minska håldiametern tillräckligt mycket samtidigt som man anpassar skjutriktning samt uppfyller normala krav på förladdning, anpassning till ev. hålavvikelser etc. Dessa alternativ är oftast heller inte möjliga att utföra eftersom det skulle ha en avsevärd negativ effekt på loss hållningskostnaden. Att öka längden på förladdningen är dock en bra metod för att minska risken för långa stenkast.

4.4. Säkerhetsavstånd

Vilket säkerhetsavstånd man ska använda sig av styrs till stora delar av vilken håldiameter man väljer att använda, vad man vill skydda och hur stora säkerhetsmarginaler man vill ha.

Vid normal drift där man har bra sprängtekniska rutiner så är det ovanligt att sten kommer längre än det som inryms i begreppet "normal kastlängd". Som säkerhetsområde för mindre viktiga materiella ting kan därför de avstånd som anges i tabell 2 under normal kastlängd nyttjas.

För objekt med högt skyddsvärde rekommenderas att man har större säkerhetsmarginaler. Ett vanligt förfarande i dessa sammanhang är att man då nyttjar det största "normala kastavståndet" gånger två som säkerhetsavstånd.

Detta skulle innebära att man för mindre viktiga materiella saker använder sig av avståndet 500 meter och för objekt med högt skyddsvärde dubblar detta till 1000 meter.

Risken för långa stenkast utanför dagbrottet minskar ju djupare brytningen sker i dagbrottet vilket gör att säkerhetsmarginalerna ökar ju djupare man kommer.

4.5. Bedömning stenkast

Följande säkerhetsavstånd rekommenderas:

För mindre viktiga materiella saker: 500 meter

För objekt med högt skyddsvärde: 1000 meter

5. Närliggande bebyggelse/anläggningar

5.1. Allmänt

Som framgått under punkterna 2-4 avseende vibrationer, luftstöt vågor samt risken för stenkast så ska inga boende finnas närmare än 1400 meter från aktuellt brytningsområde då detta skulle medföra att bolaget skulle få svårigheter att innehålla sina villkor.

Eftersom utredningen baseras på villkor som tillåter lägre nivåer avseende vibrationer och luftstöt vågor än de som skulle kunna förorsaka teknisk skada på byggnader så föreligger ingen skaderisk för bebyggelse belägen på 1400 meters avstånd eller längre från aktuellt brytningsområde.

En översiktlig inventering av området 1400-2000 meter från brytningsområdet har ändå utförts. Inventeringen omfattade byggnaders tålighet mot vibrationer och luftstötter.

5.2. Närliggande bebyggelse

Inom avståndet 1400-2000 meter från planerat brytningsområde återfinns östra delen av byn Sakajärvi samt östra delen av byn Laurajärvi. Bebyggelsen består i huvudsak av bostads- och fritidshus. Ingen byggnad som är att betrakta som speciellt känslig för påverkan av vibrationer och luftstöt vågor och som därför skulle riskera att ta skada av nivåerna som anges i befintligt tillstånd har påträffats.

5.3. Övriga anläggningar

5.3.1. Väg E10

Utredningen visar att det krävs ett säkerhetsavstånd på ca 500 m om man vill ha en hög säkerhet mot att stenar inte skall hamna på vägen. Det är dock möjligt att bryta närmare än så om man accepterar en förhöjd risk för påverkan på vägen. Detta kräver att man har rutiner för att, efter sprängning, snabbt kunna besikta vägen, ta bort ev. stenar och åtgärda ev. skador.

5.3.2. Kraftledning inkl. transformatorer

500 meter norr om brytningsområdet i byn Liikavaara återfinns en 40 kV kraftledning samt två transformatorer på ca 300 resp. 400 meters avstånd. Eftersom byn Liikavaara inte kan finnas kvar vid en kommande brytning är det i dagsläget oklart om vilken hänsyn som behöver tas till såväl kraftledning som transformatorer.

5.3.3. Övrigt

På ett närmaste avstånd på ca 350 meter nordväst om brytningsområdet i byn Liikavaara återfinns en telestation inkl. mast. Angående tillåtna värden för GSM-mast med tillhörande teknikbyggnad kan nämnas att Teracom anger gränsvärden på 35 mm/s samt 3g (30 m/s²) i deras dokument "Sprängföreskrift invid befintlig Teracom-anläggning".

Om denna anläggning ska finnas kvar måste hänsyn tas till detta samt risken för att anläggningen kan träffas av stenkast.

6. Sammanfattning och skyddsavstånd

Utredningen visar att det krävs ett skyddsavstånd mot bebyggelse på minst 1400 meter från brytningsområdet för att klara såväl säkerhetsavståndet för stenkast som miljövillkoren avseende vibrationer och luftstöt vågor.

För att säkerställa att man aldrig överstiger tillåtet värde avseende risk för teknisk skada på byggnader, 10 mm/s, så krävs ett avstånd till närmaste byggnader på 975 meter.

Nitro Consult AB
Luleåkontoret



Olof Bergström
Regionchef