

FLYGANDE STENAR, VIBRATION OCH LUFTRYCKVÅG

Projekt **Hannukainengruvan, komplettering av tillståndsansökan, 1510023850**
Kund **Hannukainen Mining Oy**
Datum **9.11.2016**

Datum 09/11/2016

1. Inledning

Hannukainen Mining Oy:s miljö- och vattentillståndsansökan för gruvprojektet i Hannukainen och Rautuvaara (Dnr PSAVI/3224/2015) har anhängiggjorts 27.11.2015 hos Regionförvaltningsverket i Norra Finland.

För att behandlingen av tillståndsansökan ska framskrida har Regionförvaltningsverket i Norra Finland, som fungerar som tillståndsmyndighet, begärt att tillståndsansökan kompletteras bland annat vad gäller de risker som är förknippade med brytning, eftersom bostadsbyggnader finns nära det planerade brottet.

Vad gäller flygande stenar upprättar Hannukainen Mining Oy en vidareutvecklingsstrategi, med vilken det under projektets gång är möjligt att trygga att risken för flygande stenar minimeras. Denna vidareutvecklingsstrategi utvecklas som en del av markanvändningsplaneringen och avsikten är att den slutförs under innevarande år.

Därtill behandlar denna promemoria lufttryckvågs- och vibrationskonsekvenser för de närliggande fastigheterna.

2. Beskrivning av objektet

Den sydligaste spetsen av den planerade gruvan i Hannukainen ligger som närmast cirka 330 meter från den närliggande bosättningen och cirka 230 meter från Ylläksentie. Närmaste stadigvarande bostad finns cirka 400 meter öster om brottets kant och närmaste semesterbostad cirka 360 meter i sydostlig riktning. De närmaste objekt som störs har presenterats i bilaga 1.

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

Tfn +358 20 755
611
Tfn +358 20 755
6201
www.ramboll.fi

Ramboll Finland AB
FO-nummer 0101197-5, Moms reg.
Hemort Esbo

Utifrån kärnbörningsuppgifterna finns urbergets yta i snitt cirka 20–30 meter under markytan. Den ytjord som avlägsnas utnyttjas för att bygga den 25–30 meter höga planerade skyddsvallen mellan brottet och bosättningen, vilken enligt planerna uppförs innan brytningen startar.

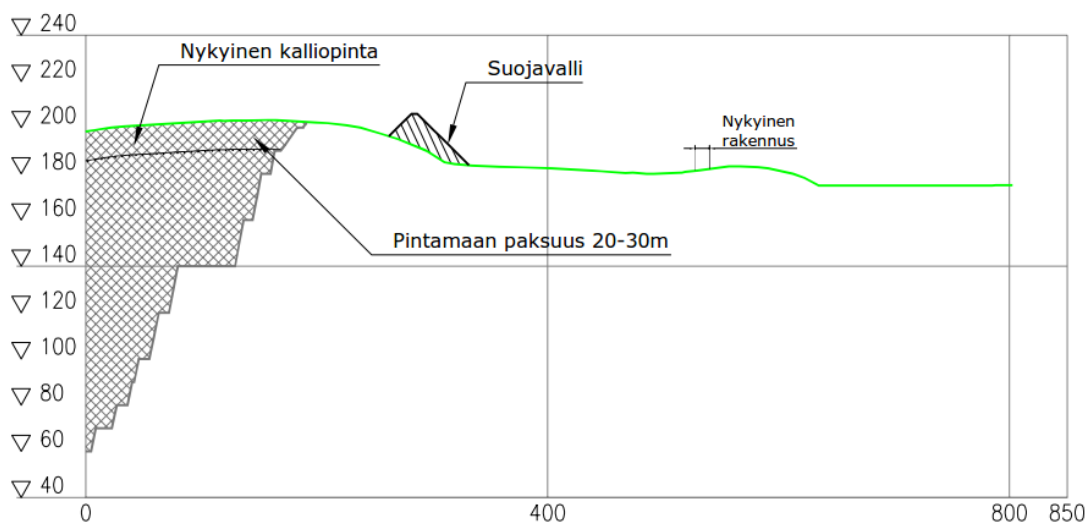


Bild 1. Snittritning vid närmaste bostad

Enligt den preliminära brytningsplanen är avsikten att börja brytningen i den södra spetsen av området cirka 10–15 år efter att gruvan öppnats. Först genomförs brytningen i mellersta delen av gruvområdet i Hannukainen till ett djup på cirka 150 meter innan brytningen flyttas till den södra delen.

3. Flygande stenar och brytning

Brytningen i Hannukainengruvan sker som pallbrytning, där brytningen framskrider enligt pall, det vill säga enligt nivå uppifrån nedåt. Målet är att vid objektet lösgöra och söndra berg på så sätt att stenar faller bredvid nivån och inte flyger för långt från väggen. Med flygande stenar avses stenar som flyger utanför det förväntade sprängningsfältet. Det har konstaterats att flygande stenar flyger flera hundra meter och flygande stenar är en av de största säkerhetsriskerna, i synnerhet ur arbets säkerhetssynvinkel. Flera omständigheter påverkar uppkomsten av flygande stenar och dessa kan inte helt förhindras på förhand.

Laddningsstorleken och brytningstekniken fastställs utifrån många parametrar i samband med planeringen av gruvan och preciseras med den brytnings- och sprängningsplan som ska upprättas innan driften börjar. Områdets geologiska förhållanden preciseras oavbrutet under verksamhetstiden då det är möjligt att uppdatera de förfaringssätt som ska användas, laddningsstorlekarna och övriga åtgärder, till exempel kan laddningsstorleken vid behov minskas. I världen finns det gruvor väldigt nära bebodda områden, bland annat i Australien, där det avstånd som klassificerats som tryggt är så kort som 150 meter och 200 meter. I dessa fall har långvariga övervakningsresultat utnyttjats till grund för riskbedömningen och modelleringskalibreringen.

3.1 Uppkomstmekanismer för flygande stenar

Flygande stenar kan uppkomma på grund av många olika omständigheter. I förebyggandet av flygande stenar är grundlig planering, geologiskt kunnande och sprängningsövningar viktigt. Minimering av flygande stenar är på grund av arbetssäkerhetsrelaterade orsaker en fast del av det dagliga brytningsarbetet och sprängningsplaneringen.

I laddningsskedet ska man undvika överladdning av sprängningshålet, vilket leder till att extra energi uppstår i förhållande till det material som ska sprängas, vilket eventuellt orsakar att flygande stenar uppkommer. Överladdning kan uppkomma om sprängämnen hamnar i sprickor och tomrum i hålet vid laddningen. Därför är det viktigt att under laddningen följa upp mängden sprängämnen, så att rätt mängd sprängämne kan doseras i sprängningshålet. Bild 1 visar de vanligaste mekanismerna för uppkomst av flygande stenar.

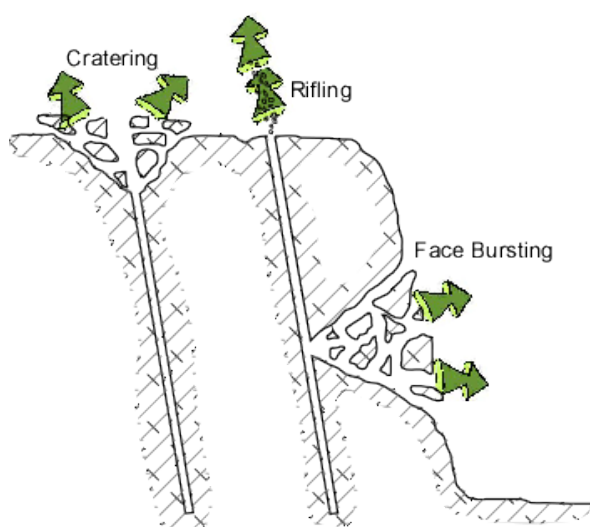


Bild 1. De vanligaste mekanismerna för uppkomst av flygande stenar.

Den allmänna utmaningen vid sprängarbete är att identifiera det geologiska materialet och kvalitetsvariationer i detta. Det är möjligt att det i berget finns svagare sammanfogningar, söndervittrade fogar eller tomrum, som orsakar ett svagare sprängningsmotstånd. En dålig definiering av sprängningsmotståndet är den primära orsaken till att flygande stenar uppkommer vid brytning av väggar.

Information om kvalitetsvariationer i berget ska inhämtas med tillräckliga förhandsundersökningar före sprängningsarbetet. Det finns skäl att från bergets yta undersöka till exempel laserprofilen, så att svagheter och missbildningar på ytan kan utredas. Fel dimensionering av i synnerhet motståndet i den främre väggen kan leda till att flygande stenar uppkommer (Face bursting). Om väggen inte är regelbunden, finns det inte tillräckligt motstånd för varje borrhål, vilket ska beaktas i sprängningsplaneringen.

Förladdningen hindrar att högtrycksgaser slipper ut från borrhålet. En för kort förladdning leda till att flygande stenar uppkommer, då högtrycksgaser skjuter såväl förladdningen som material omkring hålet upp i luften. Det förhandsifyllda materialet ska vara tillräckligt

högklassigt. Vid användning av förladdning av dålig kvalitet är det möjligt att sprickor lämnar mellan hålets väggar och fyllningen, vilket kan orsaka flygande stenar. En otillräcklig förladdning leder också till kraftig fragmentering och i förlängningen till flygande stenar (Bild 3).

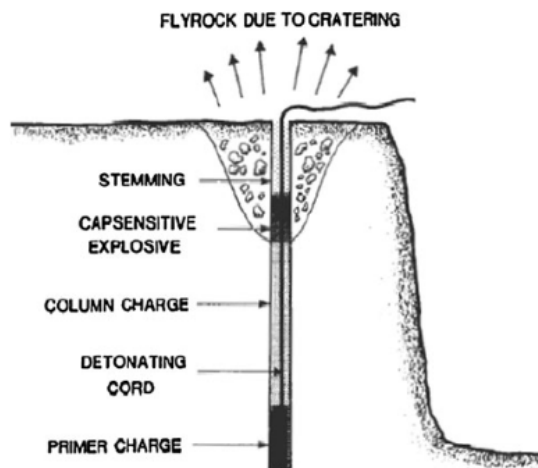


Bild 3. Fragmentering på grund av otillräcklig förladdning.

Också för lång tid mellan sprängningarna eller fel tajmning i övrigt kan orsaka uppkomst av flygande stenar. En lämpligt kort sprängningstid orsakar mindre seismiska konsekvenser, ljud och flygande stenar. Därtill ska sprängningsordningen vara korrekt.

Icke-noggrann borrhning kan leda till problem. Borrhningsvinkeln kan på grund av mänskliga orsaker avvika från planen. En liten avvikelse från den planerade borrhningsvinkeln kan orsaka avsevärda skillnader i förmotståndet. I synnerhet vad gäller djupa borrhål är detta synnerligen viktigt.

Också lösa stenar på det berg som ska sprängas kan orsaka uppkomst av flygande stenar. Därför ska stenytan rengöras från lösa stenar och block före sprängningsarbetet.

Uppkomstmekanismen för flygande stenar leder till att en väldigt stor andel av händelserna med flygande stenar är en följd av dåliga förberedelser eller dåligt genomförande. Yrkeskunskapen hos brytningsentreprenörens personal är av stor betydelse för att förhindra uppkomsten av flygande stenar.

3.2 Modellering och riskbedömning av flygande stenar

I litteraturen har man försökt förutse den förväntade flygsträckan såväl teoretiskt som empiriskt. I syfte att förutse flygsträckorna har olika modeller och monitoringsmetoder utvecklats för kalibreringen. En förutsättning för att använda modellerna är bra och noggranna utgångsuppgifter för att resultaten ska vara tillförlitliga. Detta understryks i synnerhet vid krävande objekt, exempelvis nära bosättningen.

I allmänhet används koefficienten 4 som säkerhetskoefficient för risk för flygande stenar för människor. Detta innebär att om den kalkylmässiga, modellerade eller observerade maximala flygsträckan är 50 meter, fastställs skyddsavståndet till 200 meter. I så fall bedöms det att risken för flygande stenar är godtagbar på detta avstånd.

Hålstorleken, laddningsmängden, längden på förladdningen och andra omständigheter fastställs beroende på situationen, med beaktande av risken för flygande stenar och det eftersträlvade säkerhetsavståndet. Närmare bosättningen är det möjligt att också använda mindre laddningsstorlekar, förmotstånd osv. än i mitten av brottet. Laddningsstorleken kan också ökas då gruvan blir djupare och risken för flygande stenar för bosättningen minskar.

4. Hannukainengruvan och risken för flygande stenar

Allmänt taget kan det konstateras att brytningsarbete i Hannukainengruvan kan genomföras säkert också nära bosättningen. Detta kräver omsorgsfull planering, bra lokalgeologikännedom och ansvarsfulla förfaringssätt.

Indelningen i faser av projektets brytningsarbeten möjliggör insamling och analys av uppgifter om riskerna förknippade med flygande stenar under de tio första åren av driften, varefter brytningsarbetet flyttas närmare bosättningen. Under de första faserna är det möjligt att utarbeta en detaljerad riskbedömning, som grundar sig på mätningar och uppföljning under verksamheten. I det inledande skedet av brytningen är det möjligt att utveckla metoder och förfaringssätt med vilka det är möjligt att visa att säkerheten är tillräcklig i alla förhållanden.

I detta skede av projektet kan det konstateras att utgångssituationen vad gäller Hannukainengruvan är gynnsam med tanke på hanteringen av flygande stenar. I området för Hannukainengruvan är den genomsnittliga tjockleken på täckjorden 15–30 meter.

Den första brytningsnivån finns väldigt djupt inne i marken (50–60 meter). Därtill byggs en 20–30 meter hög skyddsvall i den södra delen av området, vars ena uppgift är att minska risken för att flygande stenar slungas i sydlig riktning från brottet. Brytningspallarna är vända bort från bosättningen, vilket minskar riskerna för bosättningen, eftersom flygande stenar som eventuellt uppkommer från den främre väggen slungas i riktning bort från bosättningen. Den dominerande omständigheten är följaktligen bland annat rätt förladdningsdimensionering och -material samt att nivån rengörs före sprängningsarbetet.

I takt med att brytningen framskrider fördjupas brytningsnivån och risken för flygande stenar minskar, eftersom de väggar som uppkommit i brytningen hindrar flygande stenar från att flyga utanför gruvområdet. Det brytningsarbete som utförs på ett kortare avstånd än 500 meter från bebyggelsen pågår enbart i några års tid.

5. Vibration

I MKB-skedet har konsekvenserna av vibrationerna vid gruvan i Hannukainens granskats kalkylmässigt och resultaten har jämförts med riktvärdena.

I beräkningen har följande formel använts:

$$v = k * (Q/(R^{1,5}))^{0,5}, \text{ där}$$

v = pendlingshastigheten (mm/s), k = den koefficient som beskriver berggrundens vibrationskonduktivitet, Q = den sprängmängd som exploderar och R = avståndet till sprängobjektet (m).

Social- och hälsovårdsministeriet har fastställt riktvärden för vibration vilka är beroende av den underliggande jordmånens egenskaper och avståndet till vibrationskällan. (Tabell 1). I området för Hannukainengruvan utgörs jordmånen i huvudsak av morän. Då det kortaste avståndet till brottets kant är 330 m, är den tillåtna vibrationsstyrkan 8 mm/s.

Tabell 1. Riktvärden för vibration $v(Ve)$ på ett avstånd på 1–2 000 meter från vibrationskällan i olika typer av jordmåner (mm/s) (Social- och hälsovårdsministeriet 1998).

| Avstånd [m] | Lera, sand, grus och lös morän | Fast morän, glimmerskiffer, mjuk kalksten | Berg – Granit, Gnejs, Hård kalksten |
|-------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| 100 | 10 | 17 | 28 |
| 200 | 9 | 14 | 22 |
| 500 | 7 | 11 | 15 |
| 1000 | 6 | 9 | 12 |
| 2000 | 5 | 7 | 9 |

Hannukainen Mining Oy har bedömt att storleken på det hål som används för borrhning i den södra spetsen av brottet är 140 mm och att höjden på brytningsnivån är 20 meter. Utifrån denna grova granskning är den förväntade hastigheten på vibrationen 6,5 s/mm på ett avstånd på 330 meter, vilket underskrider riktvärdena.

Denna kalkylmässiga granskning är preliminär och vibrationen följs under verksamheten med vibrationsmätningar. På detta sätt är det möjligt att fastställa ett medelvärde enligt objekt och anpassa brytningsarbetet efter resultaten.

6. Luftryckvåg

Förutom brytning leder brytningsarbetet också till en luftryckvåg. I Finland har inte rikt- eller gränsvärden fastställts för kraften på en luftryckvåg. Det är svårt att förutse kraften på en luftryckvåg då den beror på otaliga parametrar, såsom sprängmedlet, längden på förladdningen, avståndet till objektet och områdets topografi samt eventuella hinder.

I samband med MKB-fasen för gruvprojektet i Hannukainen har det utifrån den utredning som gäller Sahavaaragruvan (Nitro Consult Ab, 2009) konstaterats att det inte förväntas att de svenska riktvärdena överskrids på ett avstånd på över 300 meter från sprängningspunkten. Vid Hannukainengruvan är det sannolikt att tjockleken på ytjordslagret och den hindrande inverkan av skyddsvallen dämpar tryckvågens styrka väldigt effektivt vid de närmaste bostäderna.

På samma sätt som för vibration är övervakningen av lufttryckvågans styrka och utveckling av sprängningsplanen utifrån observationerna en väsentlig del av projektet. Indelningen av brytningen i faser gör det möjligt att samla in ett omfattande material innan brytningsarbetet i den södra spetsen inleds.

Nathan Gaasenbeek
projektchef

Ville Nikkilä
gruppchef

BILAGOR

1/1510023850

Karta över de närmaste objekten som störs