

Bilaga B14

Utredning avseende vibrationer, luftstöt vågor och stenkast -Viscariagruvan, Kiruna kommun

Rapportnummer 2124 8700 R 01
Datum 2022-01-24
Uppdragsgivare Copperstone Viscaria AB



Handläggare:

Dick Öhman

Granskad av:

Olof Bergström

Sammanfattning

Copperstone Viscaria AB har för avsikt att återuppta gruvverksamheten vid Viscariagruvan. Viscariagruvan är som framgår av namnet en sedan tidigare känd fyndighet där gruvverksamhet tidigare bedrivits av LKAB och Outokumpu.

Copperstone Viscaria AB kommer att bedriva gruvverksamhet i form av både dagbrott och underjordsgruva. Avståndet till närmaste bostadsbebyggelse är knappt 2 km, det finns dock ett flertal anläggningar på närmare avstånd till verksamheten.

Utredningen avseende vibrationer, luftstöt vågor och stenkast för den planerade gruvverksamheten i Viscaria visar vid bostadsbebyggelse att:

- Riktvärden avseende **vibrationer** beräknas med god marginal kunna innehållas
- Riktvärden avseende **luftstöt vågor** beräknas med god marginal kunna innehållas, även vid de tillfällen förutsättningarna är gynnsamma för höga luftstöt
- Det beräknade säkerhetsavståndet för **stenkast** är 610 meter, vilket är betydligt kortare avstånd än till den närmaste bebyggelsen

Copperstone kommer att vidta de åtgärder som krävs för att riktvärden och säkerhetsavstånd skall kunna innehållas:

- Åtgärder för att beräknade riktvärden för **vibrationer** ska kunna innehållas när gruvverksamhet bedrivs i den norra delen av gruvan
- Beräknade nivåer för **luftstöt vågor** bedöms kunna innehållas, även vid de tillfällen förutsättningarna är gynnsamma för höga luftstöt
- Åtgärder för att kunna innehålla säkerhetsavståndet för **stenkast**. Det beräknade säkerhetsavståndet är 610 meter, vilket gör att många angränsande anläggningar är innanför säkerhetsavståndet när gruvverksamhet bedrivs i den norra delen av gruvan

Förslag har tagits fram och beräkningar har utförts för att riktvärden för vibrationer ska kunna innehållas och säkerhetsavstånd för stenkast ska innehållas. I bilaga 3, PM 1 Maximal samverkande laddning, redovisas hur åtgärder ska vidtas.

Sannolikt kommer de flesta av de boende inom det i rapporten undersökta området och de som arbetar och besöker den närliggande turist- och konferensanläggningen känna av vibrationer från produktionssprängningarna, även om de beräknade vibrationsnivåerna inte kommer utgöra någon risk för teknisk skada.

Innehållsförteckning

1. Uppdrag	5
1.1. Uppdragsgivare	5
1.2. Bakgrund.....	5
1.3. Lokalisering	5
1.4. Underlag.....	6
2. Inventering av närliggande bebyggelse och anläggningar	7
2.1. Inventeringsområde	7
2.2. Närliggande bebyggelse	7
2.3. Närliggande anläggning.....	8
3. Vibrationer	10
3.1. Allmänt	10
3.2. Tillåtna vibrationsnivåer	10
3.2.1. Villkor för vibrationer, yrkande	10
3.2.2. Beräkningsunderlag, riktvärden teknisk risk enligt SS 4604866:2011	10
3.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för vibrationer	11
3.3. Beräknade vibrationer.....	11
3.3.1. Underlag.....	11
3.3.2. Sprängtekniska förutsättningar	12
3.3.3. Beräkningsresultat vibrationer, dagbrott	12
3.3.4. Beräkningsresultat vibrationer, underjordssprängning.....	13
3.4. Bedömning av vibrationer	14
3.4.1. Bostadsbebyggelse	14
3.4.2. Övriga anläggningar	14
4. Luftstöt vågor	16
4.1. Allmänt om luftstöt vågor	16
4.2. Tillåtna luftstöt vågor	17
4.2.1. Villkor för luftstöt vågor, yrkande	17
4.2.2. Riktvärden luftstöt våg enligt SS 02 52 10	17
4.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för luftstöt	18
4.3. Beräknade luftstöt vågor	18
4.3.1. Underlag.....	18
4.3.2. Beräkningsresultat luftstöt vågor	18

4.4.	Bedömning av luftstöt vågor	19
5.	Stenkast.....	20
5.1.	Allmänt	20
5.2.	Beräknade kastavstånd	21
5.3.	Åtgärder för minskad kastrisk.....	22
5.3.1.	Minska laddningen.....	23
5.3.2.	Riktningen på salvan	23
5.3.3.	Täckningen	24
5.3.4.	Övriga åtgärder	24
5.3.5.	Sammanfattning åtgärder stenkast.....	24
5.4.	Säkerhetsavstånd.....	24
5.5.	Bedömning av stenkast	25
5.5.1.	Bostadsbebyggelse	25
5.5.2.	Övriga anläggningar	25
6.	Komplettering – Förslag på åtgärder	27

Bilagor

Bilaga 1 – Karta med avstånd för att innehålla yrkade villkor för vibrationer

Bilaga 2 – Karta med säkerhetsavstånd för stenkast

Bilaga 3 – PM 1 Maximal samverkande laddning

1. Uppdrag

Nitro Consult har fått i uppdrag att utreda omgivningspåverkan med avseende på vibrationer, luftstöt vågor och risken för stenkast i samband med planerat återupptagande av gruvdrift i Viscariagruvan, Kiruna kommun. Utredningen upprättas i samband med ansökan om tillstånd enligt Miljöbalken (SFS 1998:808). Utredningen avser även att, utifrån de redovisade förutsättningarna, svara på om det föreligger risk för skador på närliggande bebyggelse samt om beräknade nivåer ryms inom yrkade miljövillkor.

1.1. Uppdragsgivare

Copperstone Viscaria AB

Att: Peter Wihlborg Geosyntec Consultants AB

1.2. Bakgrund

Viscariagruvan är som framgår av namnet en sedan tidigare känd fyndighet där gruvverksamhet tidigare bedrivits av LKAB och Outokumpu.

Malmfyndigheten har varit känd sedan början av 70-talet och vidare prospektering ledde till att gruvan kunde öppnas 1982. Mineraliseringarna var av tidigare verksamhets-utövare definierade i tre zoner. Gruvan stängdes 1997 och efterbehandling har delvis utförts, samtliga byggnader har även rivits.

I rapporten beaktas inte de vindkraftverk som idag finns innanför det planerade verksamhetsområdet ej heller de elledningar som går genom detsamma.

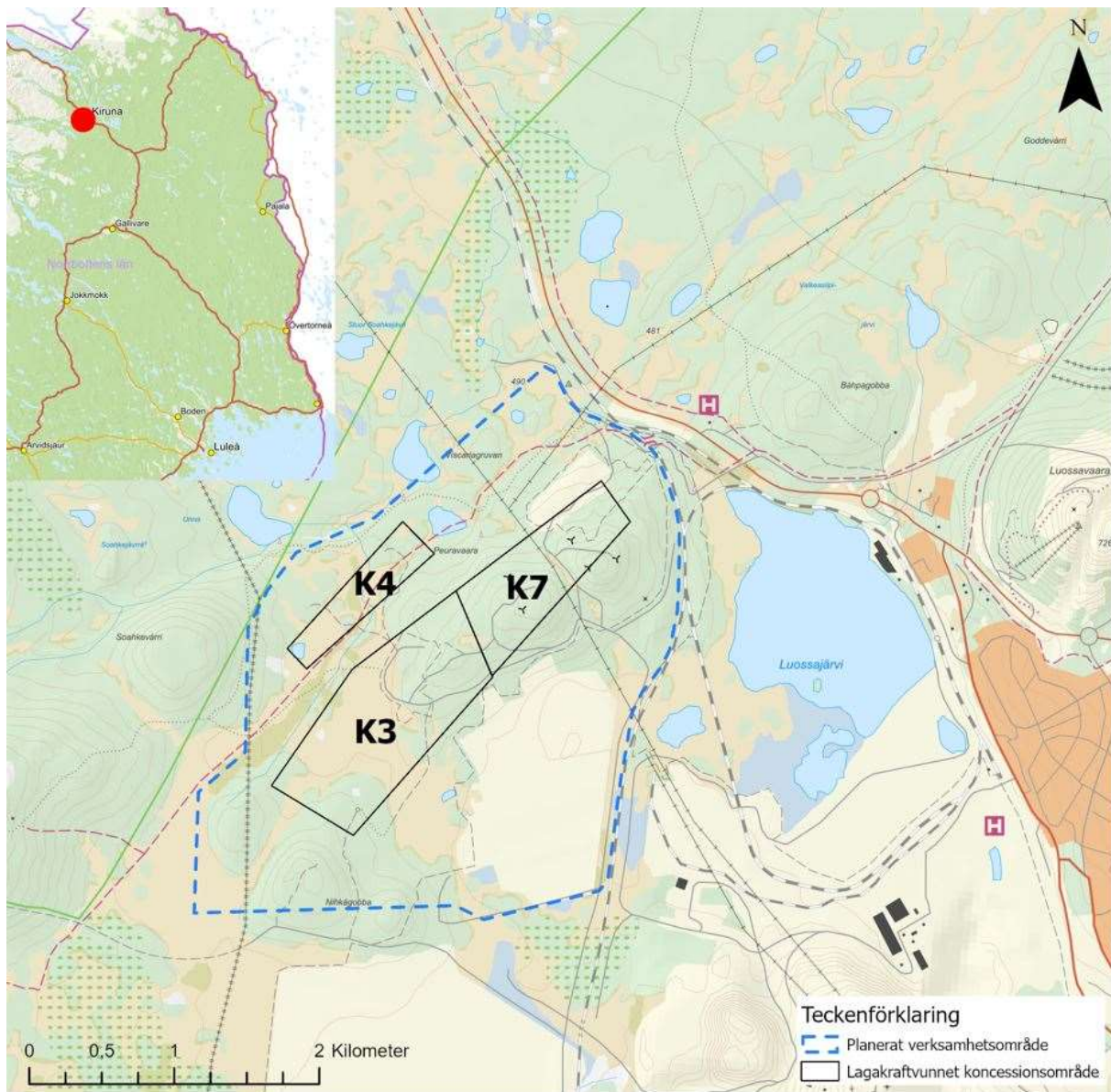
1.3. Lokalisering

Viscariagruvan ligger i Norrbottens län och Kiruna kommun. Avståndet till Kiruna stad är ca 3 km.

Bergsformationen Peuravaara vilken Viscariagruvan omgärdar ligger väster om Kiruna centrum och angränsar i syd och sydöst mot LKAB:s industriområde.

Den närmaste bostadsbebyggelsen är Karhuniemi på Luossavaaras västra sluttning och Lokstallsområdet nedanför, cirka 1,5-1,6 km från det planerade verksamhetsområdet.

Den närmaste anläggningen är Trafikverkets teknikhus som ligger cirka 100 m nordöst om det planerade verksamhetsområdet. Nordöst om Viscariagruvan ligger även Mättaráhkká turist- och konferenscenter norr om E10 cirka 500 m från det planerade verksamhetsområdet.



Datum: 2022-01-24 Upprättad av: JG (AFRY)
 Figur 1. Översiktskarta Viscariagravan

1.4. Underlag

Nedan angivet underlag har använts. Utöver detta har även annat underlag använts, och finns då angivet som referens/underlag i text.

- Verksamhetsbeskrivning, kartmaterial och sprängtekniskt underlag erhållet av Copperstone Viscaria AB
- Uppgifter erhållna av Trafikverket för väg och järnväg, Karl-Johan Loorents
- Uppgifter erhållna av Trafikverket (telekombeställning), Erik Fredriksson
- Platsbesök utfört den 5 och 6/10 -21
- Erfarenheter från liknande uppdrag

- Sveriges geologiska undersökning, SGU, Jordartskarta
- Svensk Standard SS 4604866:2011, 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. Inventering av närliggande bebyggelse och anläggningar

2.1. Inventeringsområde

En inventering med avseende på planerad gruvverksamhet är utförd gällande närliggande bebyggelse och anläggningar. Inventeringen är gjord i syfte att kartlägga byggnader och anläggningars tålighet mot vibrationer och luftstöt vågor.

En översiktlig inventering har först utförts med ledning av det erhållna materialet i form av beskrivningar och kartor. Platsbesök har utförts den 5 och 6/10 och de närmast angränsande anläggningarna och bebyggelse har dokumenterats.

2.2. Närliggande bebyggelse

Den närmast angränsande bebyggelsen är bostadsområdena Lokstallsområdet och Karhuniemi som ligger knappt 2 km från närmaste brytningsområde. Bebyggelsen består av enfamiljshus i trä och mindre lägenhetshus i trä.



Bild 1. Lokstallsområdet, exempel på byggnader



Bild 2. Karhuniemi

2.3. Närliggande anläggning

Den närmast angränsande anläggningen är Trafikverkets Teknikhus, Kiruna C1, som är ca 220 m från närmaste brytområde för underjordsgruvan och 450 m från närmaste dagbrottskant. Det är en träbyggnad som innehåller utrustning för telekommunikation, signalteknik och el- och reglerutrustning.



Bild 3. Teknikbyggnad, Kiruna C1

Det lilla industriområdet i nordöst med förrådsbyggnader/garagelängor ligger cirka 330 m från närmaste brytningsområde för underjordsgruvan och drygt 500 m från närmaste dagbrottskant och består av 5 st enklare byggnader i trä.

Máttaráhkká turist- och konferenscenter är en anläggning vilken som närmast är cirka 450 m från brytområdet för underjordsgruvan och cirka 700 m från dagbrottskanten.



Bild 4. Måttaráhkká turist- och konferenscenter

Utskovskanalen från LKAB:s damm Luossajärvi ligger även nordöst om gruvan och cirka 500 m från närmaste brytningsområde för underjordsgruva och drygt 600 m från dagbrottskanten.



Bild 5. Utskovskanal, Luossajärvi

LKAB:s slamdamm ligger sydöst om gruvan och som närmast cirka 1 km från brytningsområdet för underjordsgruva och drygt 1,5 km från dagbrottskanten.

Malmbanan, järnväg, ligger mellan LKAB:s gruvområde och det planerade gruvområdet för Viscariagruvan i öster, samt i norr som en avskiljare mot väg E10 och ovan nämnda turist och konferensanläggning.

3. Vibrationer

3.1. Allmänt

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; typ av vågor och markbeskaffenhet. Storleken på vibrationen beror främst på avståndet till sprängningen och energin från den samverkande laddningen.

3.2. Tillåtna vibrationsnivåer

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

3.2.1. Villkor för vibrationer, yrkande

Copperstone Viscaria AB avser att yrka på villkor som tidigare föreskrivits för andra, i relevanta delar motsvarande, gruvverksamheter:

Sprängningar ska genomföras så att vibrationer i närmaste bostäder minimeras. Högsta svängningshastigheten i bostäder till följd av sprängning får inte överstiga 5 mm/s vid mer än 5 % av sprängtillfällena per år och får aldrig överstiga 7 mm/s, allt mätt enligt SS 4604866:2011.

3.2.2. Beräkningsunderlag, riktvärden teknisk risk enligt SS 4604866:2011 Den aktuella Svenska Standarden SS 4604866:2011 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 som t.ex. transformatorstationer.

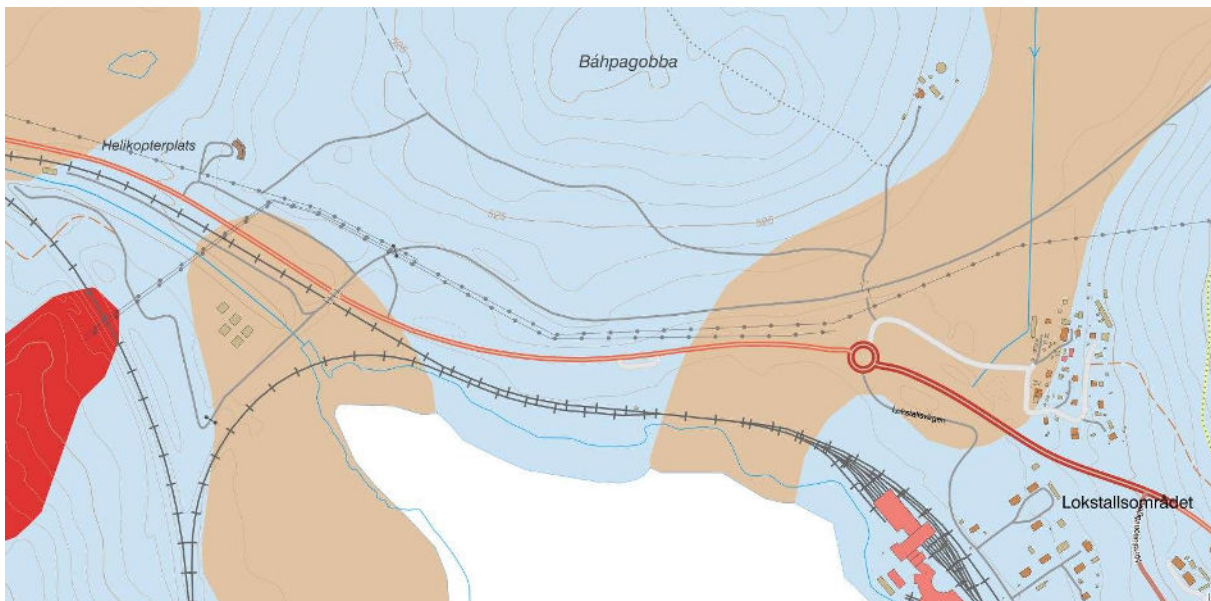
I standarden tas framför allt hänsyn till byggnadens:

- Undergrund
- Vibrationskänslighet i konstruktion och material
- Avstånd till 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.

Enligt SS 4604866:2011 används **vertikal** svängningshastighet, mm/s, som skadekriterium.

Beräkning av tillåtna vibrationsnivåer för att undvika skador har utförts utifrån förutsättningarna att byggnader är grundlagda på morän eller torv, se figur 2. Avståndet från sprängningen är mer än 350 meter och sprängning sker mer än 2 salvor per vecka samt att de ingående byggnadsmaterialen är betonghålsten och trä. Utifrån dessa förutsättningar har riktvärdet för att undvika teknisk skada på bostadsbyggnaderna och anläggningar beräknats, se punkt 3.4.1 och 3.4.2.



Figur 2. SGU:s Jordartskarta. Färg förklaring: ljusblå är morän, beige är torv och röd är berg

3.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för vibrationer

Ett förslag till villkor för vibrationer i bebyggelse kan av det som framgår ovan vara 5 mm/s som en nivå som man får överstiga vid ett visst antal tillfällen per år, men aldrig över 7 mm/s. I rapporten kommer jämförelse göras mot den lägre nivån 5 mm/s.

3.3. Beräknade vibrationer

3.3.1. Underlag

I Viscariagruvan sker utvinningen av malm både under jord och ovan jord. Förutsättningarna för vibrationsberäkningarna baseras på markförhållanden, sprängtekniska förutsättningar samt på empiriska samband från ett stort antal vibrationsmätningar och analyser vid gruvor, bergtäkter och dagbrott i Sverige. Beräkningarna baseras på den maximalt samverkande laddningsmängden som förväntas förekomma.

De utförda vibrationsberäkningarna baseras på de förutsättningar som innebär största tänkbara vibrationspåverkan. Vid ovanjordssprängning används därför som beräkningsunderlag 165 mm håll samt 12 och 15 meters pallhöjd (med bedömd

förladdning 4 resp. 4,5 m och underbörning 1,5 m vilket ger 8 resp. 10,5 m laddad del), vid underjord 115 mm hål och 50 meters hållängd, (50 m laddad del).

Det betyder inte att dessa förutsättningar är de som är brytningstekniskt mest tillämpbara - det är möjligt att t.ex. en mindre håldiameter väljs av produktions-ekonomiska skäl. Beräkningarna utförs dock utifrån de möjliga förutsättningar som innebär den största vibrationspåverkan.

3.3.2. Sprängtekniska förutsättningar

De sprängtekniska förutsättningarna, för dagbrott respektive underjordssprängning, som är av betydelse för denna rapport redovisas i tabell 1 och 2.

Tabell 1, dagbrott

Pallhöjd	12 m	15 m
Största håldiameter	165 mm	165 mm
Håldjup	13,5 m	16,5 m
Densitet sprängämne	1,15 kg/l	1,15 kg/l
Antal samverkande hål	1 st	1 st

Tabell 2, underjord

Hållängd	20 m	50 m
Största håldiameter	115 mm	115 mm
Densitet sprängämne	1,15 kg/l	1,15 kg/l
Antal samverkande hål	1 st	1 st

3.3.3. Beräkningsresultat vibrationer, dagbrott

Beräkningar har utförts för 165 mm borrhålsdiametrar och på åtta olika avstånd från planerad sprängning.

I beräkningarna har förutsatts att upptändning sker så att maximalt ett hål samverkar vid mottagningspunkten samt har förutsatts att man använder pumpbara emulsionsprängämnen. Beräkningarna har även utgått från den minst gynnsamma utslagsriktningen.

Den maximala vibrationsnivån har beräknats i tabell 3, med de givna förutsättningarna, se även bilaga 1.

Tabell 3, Beräknade maximala vibrationer vid sprängning i dagbrott

Avstånd (m)	165 mm och 12 m pallhöjd (mm/s)	165 mm och 15 m pallhöjd (mm/s)
350	14	18
500	7,8	10
750	3,9	5,0
1000	2,4	3,0
1500	1,2	1,5
2000	0,7	0,9
3000	0,4	0,5
4000	0,2	0,3

3.3.4. Beräkningsresultat vibrationer, underjordssprängning

Beräkningar har utförts för 165 mm borrhålsdiametrar och på åtta olika avstånd från planerad sprängning.

I beräkningarna har förutsatts att upptändning sker så att maximalt ett hål samverkar vid mottagningspunkten samt har förutsatts att man använder pumpbara emulsionssprängämnen.

Den maximala vibrationsnivån har beräknats i tabell 4, med de givna förutsättningarna, se även bilaga 1.

Tabell 4, Beräknade maximala vibrationer vid sprängning underjord

Avstånd (m)	115 mm och 20 m hållängd (mm/s)	115 mm och 50 m hållängd (mm/s)
250	24	48
350	14	28
500	8	16
750	4,3	8,8
1000	2,8	5,6
1500	1,5	3,0
2000	1,0	1,9
3000	0,5	1,0
4000	0,3	0,7

Utförda vibrationsmätningar på den aktuella platsen styrker de nyttjade plats-specifika konstanterna som använts i beräkningarna. De värden som anges i tabellerna 3 och 4 stämmer också väl överens med vår erfarenhet från mätningar på andra ställen med liknande förutsättningar.

3.4. Bedömning av vibrationer

Beräkningar av vibrationsnivåer visar att man kan förvänta sig högre nivåer vid produktion underjord än vid sprängning ovanjord. Dels på grund av högre samverkande laddningar, dels på grund av kortare avstånd.

3.4.1. Bostadsbebyggelse

Den närmaste bostadsbebyggelsen ligger på relativt långt avstånd, knappt 2 km, från planerad verksamhet. Beräknade vibrationsnivåer vid närmsta bostadshus visar att man, **som högst**, kan förvänta sig vibrationsnivåer på 2,5 mm/s.

Riktvärdena för bostadsbebyggelse, som beräknas enligt SS 4604866:2011, kommer att vara olika beroende på vilken undergrund de har enligt SGU:s Jordartskarta, men oberoende av om salvorna går underjord eller i dagbrott, i och med att båda avstånden är över 350 m, $v(\text{torv}) = 6 \text{ mm/s}$ och $v(\text{morän}) = 9 \text{ mm/s}$.

3.4.2. Övriga anläggningar

De redovisade beräknade vibrationsnivåerna avser de högsta värdena som kan beräknas enligt förutsättningarna i tabell 1 och 2.

- **Trafikverkets teknikbyggnad, Kiruna C1**

Anläggningen är som närmast ca 220 m från brytområde för underjordsgruvan och 450 m från dagbrottskanten, beräknade vibrationsnivåer från underjordsgruvan och dagbrott är 58 mm/s respektive 12 mm/s för dessa avstånd. Riktvärdet för byggnaden, som beräknas enligt SS 4604866:2011, blir för underjordsbrytning $v_{220} = 15$ mm/s och för dagbrott $v_{>350} = 13$ mm/s. Teknikbyggnaden är fylld med utrustning: reläer, telekommunikation och signalteknikutrustning mm. Normalt sett är modern elektronik inte speciellt vibrationskänslig förutom för höga accelerationsnivåer vilket endast uppträder vid närsprängning. Närmaste avstånd är här drygt 200 meter vilket normalt inte bedöms som närsprängning. För att klara riktvärdet för byggnaden behöver underjordssprängningarna anpassas, exempelvis genom mindre håldiametrar och hållängder, när de närmar sig den norra delen av gruvan.

- **Industriområde förrådsbyggnader/garagelängor**

De närmaste byggnaderna är som närmast cirka 330 m från brytningsområde för underjordsgruvan och drygt 500 m från dagbrottskanten, beräknade vibrationsnivåer från underjordsgruvan och dagbrott är 31 mm/s respektive 10 mm/s för dessa avstånd. Riktvärdet för byggnaderna, som beräknas enligt SS 4604866:2011, blir för underjordsbrytning $v_{330} = 13,5$ mm/s och för dagbrott $v_{>350} = 13$ mm/s. För att klara riktvärdet för byggnaden behöver underjordssprängningarna anpassas, exempelvis genom mindre håldiametrar och hållängder, när de närmar sig den norra delen av gruvan.

- **Måttaråhkká turist- och konferenscenter**

Turist- och konferensanläggningen är som närmast cirka 450 m från brytområde för underjordsgruvan och cirka 700 m från dagbrottskanten, beräknade vibrationsnivåer från underjordsgruvan och dagbrott är 19 mm/s respektive 6 mm/s för dessa avstånd. Riktvärdet för byggnaderna, som beräknas enligt SS 4604866:2011, blir desamma för underjord och dagbrott i och med att båda avstånden är över 350 m, $v_{>350} = 9$ mm/s. För att klara riktvärdet för byggnaden behöver underjordssprängningarna anpassas, exempelvis genom mindre håldiametrar och hållängder, när de närmar sig den norra delen av gruvan.

- **Utskovskanal Luossajärvi**

Utskovskanalen från Luossajärvi är som närmast cirka 500 m från brytningsområde för underjordsgruva och drygt 600 m från dagbrottskanten, beräknade vibrationsnivåer från underjordsgruvan och dagbrott är 16 mm/s respektive 7 mm/s för dessa avstånd. Riktvärdet för anläggningen, som beräknas enligt SS 4604866:2011, blir desamma för underjord och dagbrott i och med att båda avstånden är över 350 m, $v_{>350} = 18$ mm/s.

- **LKAB:s slamdamm**

Slamdammen är som närmast cirka 1 km från brytningsområde för underjordsgruva och cirka 1,5 km från dagbrottskanten, beräknade vibrationsnivåer från underjordsgruvan och dagbrott är 5,5 mm/s respektive 1,5 mm/s för dessa avstånd.

Beräknade nivåer bedöms inte vara så höga att åtgärder behöver vidtas.

- **Malmbanan**

Malmbanan är i sig inte speciellt känslig för vibrationer. Trafikverket har inte enligt uppgift klart några riktlinjer när det gäller sprängning för spåranläggningar ovanjord. De har det däremot för spåranläggningar underjord och där finns inga restriktioner för nivåer <30 mm/s, vilket kan vara en vägledning.

Vid närsprängning med höga accelerationsnivåer kan dock skador uppstå på isolatorer på ledningsstolpar.

Noterbart är att Trafikverket arbetar med att ta fram en rådstext för sprängningsarbeten nära väg och järnväg vilken kommer att bli tillämpbar för den aktuella typen av verksamhet.

- **E10**

Väg E10 är inte känslig för vibrationer. Se även punkten ovan ang. rådstext.

4. Luftstöt vågor

Luftstöt vågor från sprängningsarbeten är aktuellt för sprängningar ovanjord.

4.1. Allmänt om luftstöt vågor

Vid sprängning uppstår ett tryck i luften. Storleken på tryckvågen beror på ett flertal parametrar, se vidare under punkt 4.3.2. Det är inte ovanligt, speciellt vid stora sprängningar i bergtäkter och dagbrott, att närboende upplever en effekt av luftstöt vågen som de sedan 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 framför allt relaterat till sprängning ovanjord. Mycket höga luftstöt vågor från sprängning ovan- och underjord har inte sällan sin orsak i att sprängämne detonerat i luften, vilket oftast beror på att intilliggande detonerande borrhålsladdningar "frilagt" sprängämne.

Vid plan- och pallsprängningar reduceras luftstöt vågstrycket 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 ut till luften 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 sprick-system och annat i berget men även att spridningen av luftstötter påverkas av svårkontrollerade meteorologiska parametrar (se pkt 4.3.2). Därför är en villkorsformulering där man har ett värde som får överskridas vid ett visst antal sprängningar per år att rekommendera.

Luftstötter anges i vissa sammanhang med begreppet reflektionstryck, och i vissa sammanhang som frifältstryck eller frifältsvärde. Frifältstryck innebär att trycket kan mätas vid fri vågutbredning utan störningar från närliggande ytor som påverkar mätvärden. Reflektionstryck är det tryck som uppstår då en våg träffar en yta vinkelrätt mot utbredningsriktningen. De båda begreppen förhåller sig till varandra så att reflektionstrycket är ungefär det dubbla frifältstrycket.

4.2. Tillåtna luftstötter

Vilka tillåtna luftstötsvågsnivåer som kommer att gälla vid närliggande bebyggelse styrs dels av eventuellt luftstötsvillkor som kommer att omgärda verksamheten dels av att inga byggnader skall skadas.

4.2.1. Villkor för luftstötter, yrkande

Storleksnivåerna för luftstötter är svåra att med säkerhet bedöma. Det är som beskrivs ovan många faktorer som påverkar och flera av dem är svårkontrollerade, därför rekommenderas en villkorsformulering där man har ett värde som får överskridas vid ett visst antal sprängningar per år.

Copperstone Viscaria AB avser att yrka på villkor som är accepterade för gruvverksamhet. Liknande villkor som förslaget nedan brukas vid annan motsvarande gruvverksamhet:

Luftstötter till följd av sprängningarna i dagbrotten får vid bostäder inte överstiga 100 pascal frifältsvärde vid mer än 5 % av sprängtillfällena och får aldrig överstiga 200 pascal, allt mätt enligt SS 02 52 10.

Vanligtvis vid formulering av villkorsskrivningar för luftstötter anges tillåtna tryck som frifältstryck, vilket motsvarar ungefär halva reflektionstrycket som anges i SS 02 52 10.

4.2.2. Riktvärden luftstötter enligt SS 02 52 10

I Svensk Standard SS 02 52 10 "Vibration och stöt-Sprängningsinducerade luftstötter-Riktvärden för byggnader" anges 500 Pa som riktvärde för maximalt reflektionstryck för att undvika skador på byggnader. I SS 02 52 10 lämnas även utrymme för reduktion av detta värde för fasta anläggningar som bergtäkter och gruvor, vilket ger att 400 Pa är ett relevant riktvärde som bör gälla för planerad verksamhet.

4.2.3. Sammanfattning tillåtna nivåer för luftstöt

Ett förslag till villkor för luftstöt kan av det som framgår ovan vara 100 Pa frifältstryck som en nivå som man får överstiga vid ett visst antal tillfällen per år. Omräknat till reflektionstryck enligt SS 02 52 10 motsvarar detta 200 Pa, vilket även kommer att vara den nivå som jämförelser görs emot i denna rapport.

4.3. Beräknade luftstötvågor

4.3.1. 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 luftstövågens impulstäthet har även sprängsalvans totalladdning och tändplanens utsträckning i tiden betydelse. Beräknade nivåer är att betrakta som normala variationer vid uppmätning av reflektionstrycket, ungefär dubbla frifältstrycket. Beräkningarna har utförts med samma håldiameter och avstånd som för vibrationer samt med de sprängtekniska förutsättningar som tidigare nämnts, se tabell 1. Vidare förutsätts att allt sprängämne detonerar inneslutet i borrhålen och att ingen detonation sker fritt i luft.

4.3.2. Beräkningsresultat luftstötvågor

Luftstövågens 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 av luftstöt, reflektionstryck, har utförts med följande resultat:

Tabell 5, Beräknade luftstöt vågor för dagbrott, reflektionstryck, vid olika avstånd

Avstånd (m)	165 mm (Pa)
500	20-190
1000	10-100
1500	5-70
2000	5-50
3000	5-30
4000	1-20

Vid de flesta av skjutningarna kommer luftstöt vågen att ligga i den lägre delen av spannet medan det vid något enstaka tillfälle kan komma upp till de högre nivåerna, det till stor del beroende på meteorologiska parametrar men även till viss del sprängtekniska.

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

4.4. Bedömning av luftstöt vågor

De beräknade luftstöt vågorna visar på låga nivåer vid de flesta skjutningarna och att de kommer att ligga under ett föreslaget villkor på 200 Pa i reflektionstryck. Det gäller även vid de tillfällena när förutsättningarna är gynnsamma för att höga luftstöt vågor kan uppstå.

Beräknade luftstöt vågor vid närmsta bostadsbebyggelse visar att man, **som högst**, kan förvänta sig nivåer på 70 Pa, reflektionstryck. På längre avstånd från sprängningarna kommer nivåerna att vara lägre.

Beräknade nivåer på luftstöt vågor får anses som relativt låga och accepteras normalt av närboende. Det är en fördel om de närboende är informerade om när sprängning kommer att utföras, för att minimera den överraskningseffekt som annars kan uppstå.

De beräknade nivåerna för luftstöt vågor bedöms inte vara ett problem vid de angränsande anläggningarna.

5. Stenkast

I samband med detonation frigörs en stor mängd gas under högt tryck vars syfte är att fragmentera och lossa bergvolymen. Processen förorsakar även en del oönskade effekter t.ex. luftstöt vågor, damm, vibrationer och stenkast.

Problematiken med stenkast gäller endast verksamhet ovan jord vid sprängning i dagbrotten.

Stenkast från sprängningsarbeten kommer att förekomma så länge produktions-sprängningar pågår. Kastlängderna utanför brytområdet kommer att minska när brytningen succesivt kommer arbeta sig nedåt i gruvfyndigheterna.

5.1. Allmänt

Vid produktions-sprängning 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, borrhåls-precision, laddning av salvans första rad etc. Noggrannheten i utförandet av dessa normala säkerhetsåtgärder är avgörande för hur stor risken är för stenkast samt för 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". Det är något som är 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. Det 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. Det kan t.ex.

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.

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.

Sekundär sprängning avser exempelvis 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 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.

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

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

5.2. Beräknade kastavstånd

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

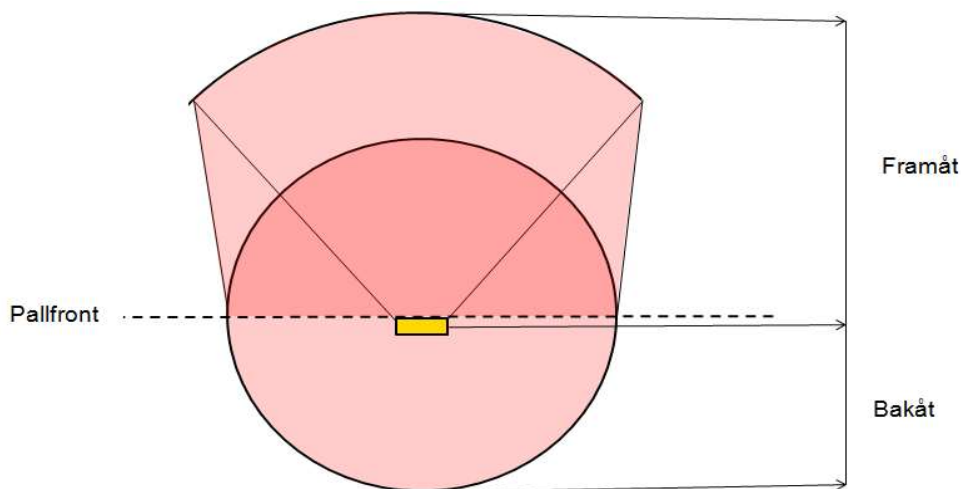
Jämfört med den teoretiska kastlängden som bygger på ett extremfall så kan man vid kontrollerad sprängning, där hänsyn tas till laddning av salvans första rad, förladdningens längd, ev. hålavvikelser och återlastning av bergmassor som skydd mot kast, räkna med att kastlängderna ligger inom 1/5-1/3 av 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, se tabell 1.

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

Tabell 6, Beräknade kastlängder vid 165 mm borrhål

Håldiameter		Teoretisk kastlängd	Normal kastlängd	Normal kastlängd
(tum)	(mm)	(m)	Framåt (m)	Bakåt (m)
6,5	165	910	180-305	90-180



Figur 3, Principskiss för olika kastlängder beroende av riktning och härigenom säkerhetsavstånd

Är den oladdade delen, förladdningen, liten i relation till vad som är normalt d.v.s. 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.

5.3. 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 metoder 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 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.

5.3.1. Minska laddningen

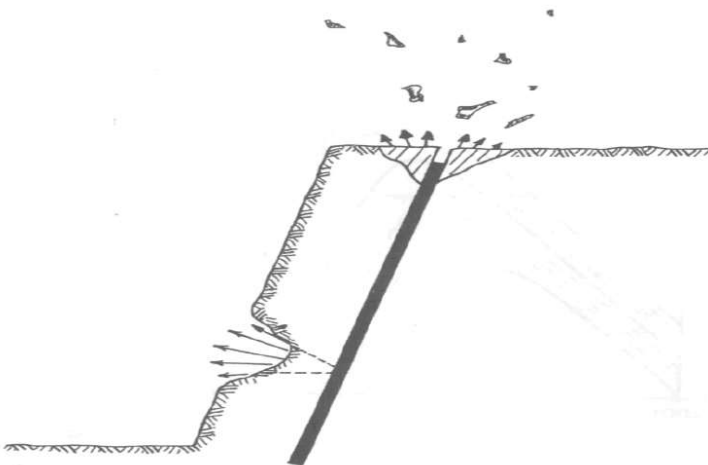
Genom att minska laddningskoncentrationen successivt när avståndet blir mindre för att på så sätt reducera den längd som sprängningen riskerar att kasta sten kan man korta kastlängderna.

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 där inga effektiva och bra alternativ finns till bulkladdning blir den enklaste lösningen för att minska laddningskoncentrationen att minska håldiametern.

5.3.2. Riktningen 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. Det görs primärt genom att undvika krater effekter och istället låta salvan röra sig framåt, se figur 4. Låter man 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.



Figur 4³, kast från sprängning uppträder normalt antingen framåt och då ofta pga. svaghetszoner, detta är normalt de längsta kasten. Kast kan också ske uppåt s.k. krater effekt 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.

5.3.3. Täckningen

I princip används tre olika sorters täckning:

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 bergtäkter och dagbrott⁴.

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 exempelvis tänd-avbrott.

Öka den oladdade delen: Genom att kraftigt 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. Det skulle kunna kompenseras genom att ytterligare öka den oladdade delen men detta är knappast möjligt utifrån ett losshållnings- och fragmenteringsperspektiv.

I en dagbrottsverksamhet eller vid höga pallar är täckning av salvor inget alternativ då det varken är praktiskt eller ekonomiskt genomförbart.

5.3.4. Övriga åtgärder

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

5.3.5. Sammanfattning åtgärder stenkast

Losshållning av berg vid höga pallar begränsar möjligheterna för att vidta effektiva sprängtekniska åtgärder. De mest effektiva åtgärderna som täckning av salvor är inte möjligt att utföra vid sprängningar i när pallarna är höga. Kvar är egentligen bara att minska håldiametern tillräckligt mycket samtidigt som man anpassar skjutriktning och uppfyller normala krav på förladdning, anpassning till ev. hålavvikelser etc.

5.4. 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”. Det är därför

⁴ Se Olofsson SO, 1999: Modern Bergsprängningsteknik.

möjligt att för mindre viktiga materiella ting använda sig av säkerhetsområde som avståndet i tabell 6 anger under normal kastlängd.

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 305 meter och för objekt med högt skyddsvärde dubblar detta till 610 meter.

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

Säkerhetsavstånd enligt tabell 7 nedan rekommenderas, se även bilaga 2.

Tabell 7, Säkerhetsavstånd vid 165 mm borrhål

Skyddsvärde	Säkerhetsavstånd (m)
Mindre viktiga materiella saker	305
Objekt med högt skyddsvärde	610

5.5. Bedömning av stenkast

Åtgärder måste vidtas för att säkra området innanför säkerhetsavståndet, se bilaga 3.

Stenkast är en viktig säkerhetsaspekt att beakta och i alla sammanhang ska risken för stenkast minimeras. Det är därför viktigt att följa normala säkerhetsåtgärder som att anpassa utslagsriktningen, uppfylla kraven på förladdning i såväl längd som kvalitet, anpassa laddningen till den faktiska försättningen och ev. hålavvikelser etc.

5.5.1. Bostadsbebyggelse

Den närmast omgivande bostadsbebyggelsen är på relativt långt avstånd knappt 2 km från planerad verksamhet vilket är över 1 km utanför det beräknade säkerhetsavståndet, inga sprängtekniska åtgärder behöver därför vidtas för den omgivande bostadsbebyggelsen.

5.5.2. Övriga anläggningar

Det beräknade säkerhetsavståndet, 610 m från dagbrottskant, ligger till grund för bedömning vid respektive anläggning.

- **Trafikverkets teknikbyggnad, Kiruna C1**
Anläggningen är cirka 450 m från dagbrottskanten, vilket gör att den ligger inom säkerhetsavståndet för stenkast. Sprängtekniska åtgärder måste vidtas när verksamheten närmar sig den nordligaste delen av det planerade dagbrottet.
- **Industriområde förrådsbyggnader/garagelängor**
De närmaste byggnaderna drygt 500 m från dagbrottskanten, vilket gör att den ligger inom säkerhetsavståndet för stenkast. Sprängtekniska åtgärder måste vidtas när verksamheten närmar sig den nordligaste delen av det planerade dagbrottet.
- **Måttaráhkká turist- och konferenscenter**
Turist- och konferensanläggningen är som närmast cirka 700 m från dagbrottskanten. Anläggningen ligger därmed utanför säkerhetsavståndet för stenkast.
- **Utskovskanal Luossajärvi**
Utskovskanalen från Luossajärvi är drygt 600 m från dagbrottskanten. Anläggningen ligger precis på gränsen för säkerhetsavståndet, men beaktande anläggningens funktion rekommenderas att sprängtekniska åtgärder vidtas när verksamheten närmar sig den nordligaste delen av det planerade dagbrottet.
- **LKAB:s slamdamm**
Slamdammen är cirka 1,5 km från dagbrottskanten. Anläggningen ligger därmed utanför säkerhetsavståndet för stenkast.
- **Malmbanan**
Malmbanan befinner sig inom säkerhetsavståndet för stenkast ungefär i jämnhöjd med stickspåret in till LKAB:s Kirunagruva till cirka 260 m innan järnvägen övergår till enkelspår i riktning norrut. Sprängtekniska åtgärder måste vidtas när verksamheten närmar sig den nordligaste tredjedelen av det planerade dagbrottet. Noterbart är att Trafikverket arbetar med att ta fram en rådtext för sprängningsarbeten nära väg och järnväg vilken kommer att bli tillämpbar för den aktuella typen av verksamhet.
- **E10**
Väg E10 befinner sig inom säkerhetsavståndet för stenkast, det är en sträcka på cirka 850 m som omfattas med början strax norr om viadukten till Viscaria gruvområde. Se även punkten ovan ang. rådtext.

6. Komplettering – Förslag på åtgärder

I rapporten framgår det att sprängtekniska åtgärder måste vidtas gällande underjordsgruvan för att innehålla beräknade riktvärden för:

- **Trafikverkets teknikbyggnad, Kiruna C1**
- **Industriområde förrådsbyggnader/garagelängor**
- **Máttaráhkká turist- och konferenscenter**

Vid sprängning i den norra delen av underjordsgruvan måste den samverkande laddningen minskas och förändringar av de sprängtekniska förutsättningarna i tabell 2 måste vidtas för att anpassa sprängningarna.

Det framgår även i rapporten att det finns anläggningar inom säkerhetsavståndet för stenkast:

- **Trafikverkets teknikbyggnad, Kiruna C1**
- **Industriområde förrådsbyggnader/garagelängor**
- **Utskovskanal Luossajärvi**
- **Malmbanan**
- **E10**

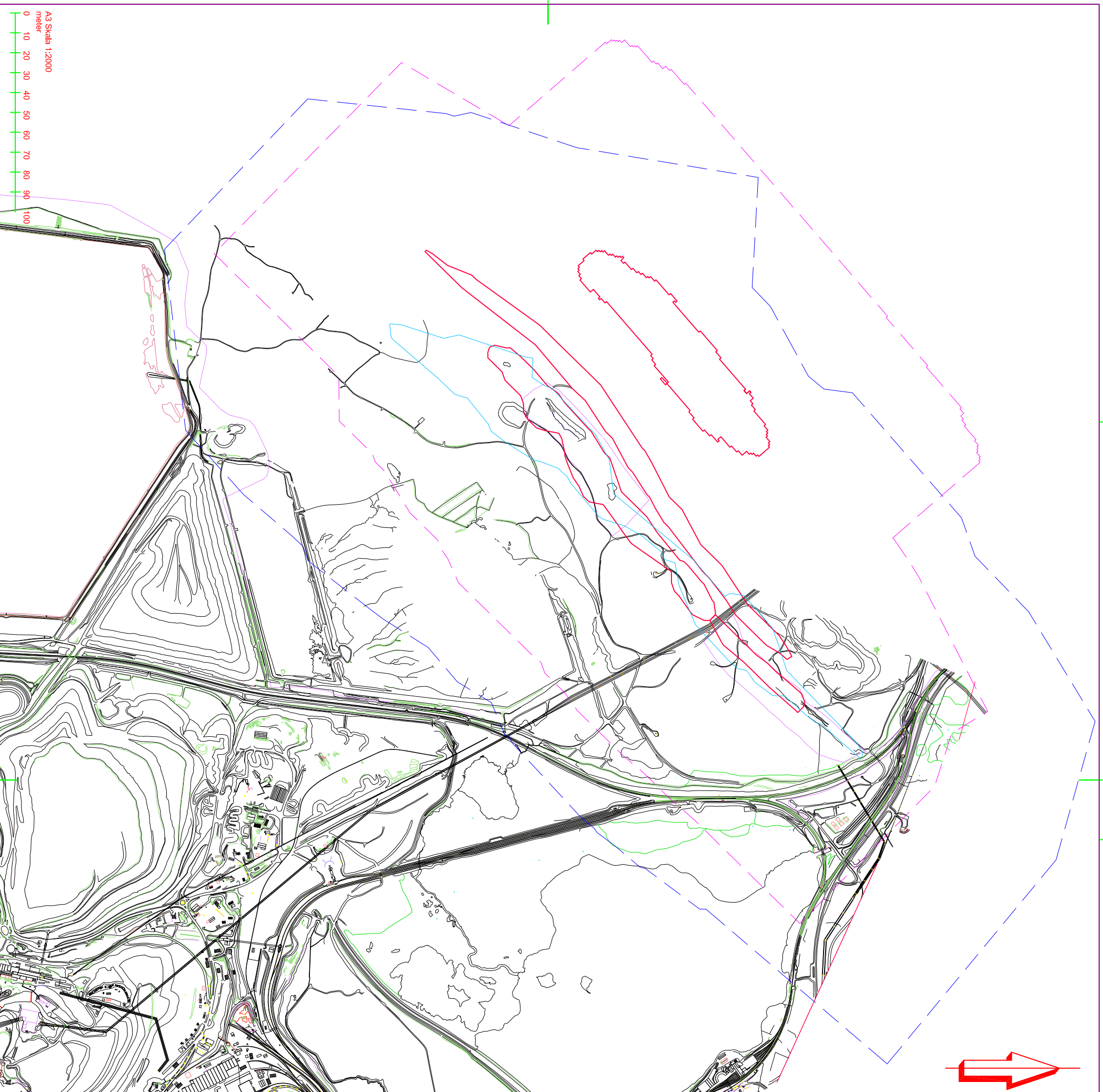
Vid sprängning i dagbrottet i den norra och nordöstliga delen måste förändringar av de sprängtekniska förutsättningarna i tabell 1 vidtas.

I bilaga 3, PM 1 Maximal samverkande laddning, framgår det förslag på åtgärder för att inga riktvärden för vibrationer ska överskridas eller säkerhetsavstånd för stenkast.

TECKENFÖRKLARING

Maximalt avstånd för att uppnå
v = 5 mm/s vid brytning i
dagbrott.

Maximalt avstånd för att uppnå
v = 5 mm/s vid brytning i
underjordsgruva.



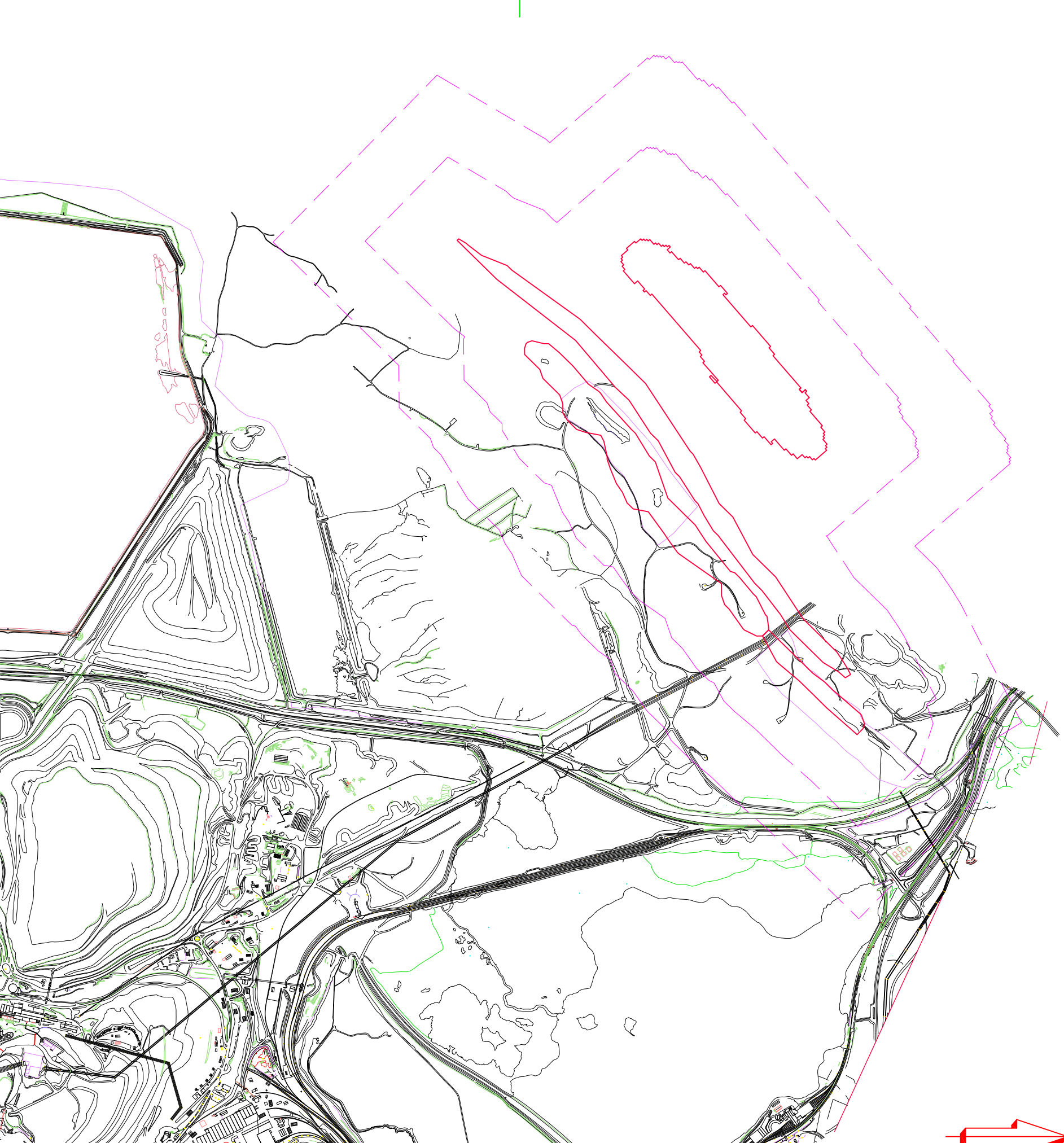
A3 Skala 1:2000

meter

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

TECKENFÖRKLARING

Gräns för stenkast redovisas på 305 m och 610 m från dagbrottet.



A3 Skala 1:20
meter
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

2021-12-16

Glenn Nilsson
Copperstone Viscaria AB

Er referens Glenn Nilsson

Vår referens Dick Öhman

Dokumentnummer 2124 8700 PM 1

PM 1, Viscariagruvan

Maximal samverkande laddning

Detta PM är ett underlag för att ta fram de korrekta sprängtekniska parametrarna till rapporten *2121 8700 R 01 Viscariagruvan, Kiruna kommun, Utredning avseende vibrationer, luftstöt vågor och stenkast*.

Copperstone Viscaria AB har för avsikt att yrka på ett villkor för bostäder där den högsta svängningshastigheten till följd av sprängning inte får överstiga 5 mm/s vid mer än 5% av sprängtillfällena och aldrig får överstiga 7 mm/s, allt mätt enligt SS 4604866:2011.

Det finns dock byggnader och anläggningar på närmare avstånd till Viscariagruvan än bostäder. Dessa byggnader och anläggningar blir gränssättande för hur sprängningarna ska kunna genomföras. PM:et är ett underlag som visar på de samverkande laddningar som teoretiskt kan beräknas för att de i rapporten, 2124 8700 R 01, beräknade riktvärdena ska kunna innehållas. Modellen för de utförda teoretiska beräkningarna kan senare kalibreras när verkliga data löpande dokumenteras.

Den önskade samverkande laddningen var att kunna spränga (det rapporten 2124 8700 R 01 baseras på):

- 600 kg samverkande under jord
- 259 kg samverkande ovan jord (15 m pall 165 mm borrhål)

För att kunna innehålla de beräknade riktvärdena för nedanstående anläggningar måste den samverkande laddningen minskas. I nedanstående tabeller har maximalt samverkande laddningar beräknats för olika avstånd till aktuella anläggningar.

Rapporten visar även på en problematik med stenkast för diametern 6,5 tums borrhålskrona. De i rapporten rekommenderade säkerhetsavstånden på 305 m respektive 610 m ger att flera anläggningar är inom det området.

Vibrationer

Bostäder

Det yrkade villkoret utgör inga hinder sprängtekniskt avseende vibrationer. De närmaste bostäderna ligger på knappt 2 km avstånd.

Trafikverkets teknikbyggnad, Kiruna C1, gäller även för Industriområdet med garage och förrådsbyggnader

Teknikbyggnaden är den till gruvan närmast angränsande anläggningen, i plan ca 220 m ifrån närmaste brytningsområde för underjordsgruvan och 450 m ifrån dagbrottskanten.

Garage och förrådsbyggnader ligger som närmast i plan 330 m ifrån underjordsgruvan.

Beräknat riktvärde för Teknikbyggnaden och garage/förrådsbyggnader är $v_{>350} = 13$ mm/s. Sannolikt kommer ingen sprängning ske närmare än 350 m (det diagonala avståndet från salva till mätpunkt).

Tabell 1, under jord (avstånd är det närmaste/diagonala avståndet)

Avstånd (m)	Samverkande laddning (kg)
250	111
300	160
350	218
400	285
450	361
500	445
550	539
600	642

Måttaráhkká turist- och konferenscenter

Turist- och konferensanläggningen är som närmast cirka 490 m från brytområde för underjordsgruvan och cirka 700 m från dagbrottskanten.

Beräknat riktvärde för Máttaráhkká är $v_{>350} = 9$ mm/s.

Tabell 2, under jord (avstånd är det närmaste/diagonala avståndet)

Avstånd (m)	Samverkande laddning (kg)
450	224
500	276
550	334
600	398
650	467
700	542
750	622

Kommentar

En jämförelse av dessa angränsande anläggningar ger att Måttaráhkka är den som blir gränssättande för hur stor den samverkande laddningen kan vara för brytningen underjord, på avstånd längre än 450 m. Vid de skjutningar där avståndet är mindre 450 m till Teknikbyggnaden blir den gränssättande vid de salvorna måste dock en kontroll av avståndet till Måttaráhkka göras så inte den samverkande laddningen blir för stor för det avståndet.

Stenkast

Rapporten visar att säkerhetsavståndet till närmaste bostäder inte är ett problem utan att det finns anläggningar som är inom det i rapporten beräknade säkerhetsavståndet.

Säkerhetsavstånd för stenkast baseras på teoretiska och normala kastlängder där utslagsriktningen har stor betydelse.

Tabell 3, stenkast

Håldiameter (tum)	Säkerhetsavstånd	
	<i>Mindre viktiga materiella saker</i> (m)	<i>Objekt med högt skyddsvärde</i> (m)
6,5	305	610
6,0	285	575
5,5	270	540
5,0	250	510
4,5	240	475
4,0	220	440

Med vänlig hälsning

Dick Öhman
Affärsområdeschef

Nitro Consult AB
Luleåkontoret
Tfn: 0920-22 41 40
Mobil: 070-881 40 38
dick.ohman@nitroconsult.se