

Rapport

RISKUTREDNING FÖR DETALJPLAN KÅDDIS 3:1 OCH 3:3



Uppdrag: 340266 Riskutredning för detaljplan Kåddis 3:1 och 3:3
Titel på rapport: Riskutredning för detaljplan Kåddis 3:1 och 3:3
Status: Slutrapport
Datum: 2024-02-15

Medverkande

Beställare: Umeå Kommun
Kontaktperson: Kajsa Jacobsson
Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Örjan Lindholm
Kvalitetsgranskare: Johan Albihn, Ylva Nilsson

Revideringar

Revideringsdatum: Revideringsdatum.
Version: Version.
Initialer Initialer.

Handläggare: Örjan Lindholm, Anton Burwall



Datum: 2024-02-15

Handlingen granskad av: Johan Albihn, Ylva Nilsson

Datum: 2024-01-29

Sammanfattning

I denna rapport redovisas en riskutredning för en ny detaljplan inom fastigheterna Kåddis 3:1 och 3:3. Denna riskutredning redovisar den hur den närliggande bergtåkten på fastigheten Brännland 22:10 påverkar planområdet gällande vibrationer, buller och damm. Även påverkan från stenkast och luftstöt tas upp översiktligt i utredningen. I planområdet planeras för industriverksamhet och även en fördelningsstation, samt naturområden. Planområdet ligger ca 9 km väster om Umeå centrum.

Beräkningar av buller, vibrationer och luftstöt från verksamhet på bergtåkten inom den närbelägna fastigheten Brännland 22:10 visar på nivåer som riskerar att överskrida riktvärden för byggnader på planområdet upp till ca 300 m från brytområdet. Det innebär att risk för överskridanden inom planområdet finns i det norra området som är planerat för industriverksamhet (område 1 i figur 9), den del av området som ligger närmast bergtåkten. Övriga områden för industriverksamhet (område 2 i figur 9), inklusive området för fördelningsstationen, ligger minst 450 m sydöst om bergtåktens verksamhetsområde, vilket gör att risken för överskridande av riktvärden är liten. Riktvärdena gäller byggnader, verksamhet som har vibrationskänslig utrustning eller utrustning känslig för luftstöt vågor bör inte etablera sig nära bergtåkten.

Vid fördelningsstationen beräknas vibrationerna vid sprängning vara upp till ca 5 mm/s, vilket är under angivna riktvärden för skada, vilka för industri och kontorsbyggnader uppförda i betong och/eller trä är 13 mm/s.

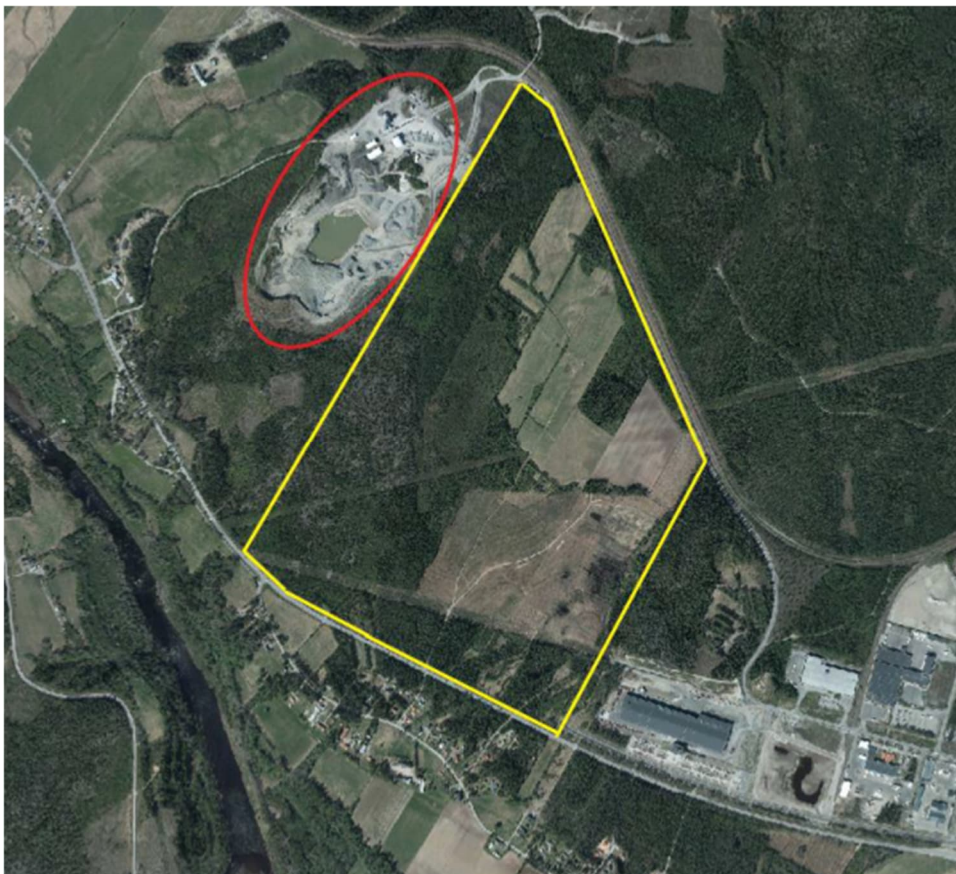
Damning förväntas ha större påverkan på det norra industriområdet (område 1) då det ligger närmare verksamhetsområdet. Påverkan av damm på detaljplanområdet bedöms dock som liten då täktverksamheten är enligt sin tillståndsansökan skyldig att vidta åtgärder för att minimera spridning av damm från verksamheten. Avseende miljö kvalitetsnormerna bedöms det väldigt osannolikt att gränsvärden för högsta partikelhalt i utomhusluft överskrids på grund av dammspridning från täktverksamheten.

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
2 Planområdet	6
3 Allmänt om buller	7
3.1 Hälsa	7
3.2 Akustiska begrepp	7
3.3 Exempel på ljudnivåer.....	8
3.4 Addering och andra egenskaper med ljudnivåer	8
4 Bedömningsgrunder	8
4.1 Riktvärden för buller	8
4.2 Riktvärden för spränginducerade vibrationer i byggnader	9
4.2.1 Riktvärden för vibrationer vid fördelningsstation	11
4.3 Riktvärden för spränginducerade luftstöt vågor i byggnader.....	12
4.4 Stenkast.....	12
4.5 Damning	12
5 Förutsättningar	13
5.1 Buller	13
5.2 Sprängning	15
5.3 Damning	15
6 Riskbedömning	15
6.1 Buller	15
6.2 Sprängning	16
6.2.1 Beräkning av vibrationer	16
6.2.2 Beräkning av luftstöt	20
6.2.3 Stenkast.....	22
6.3 Damning	22
7 Slutsats	24

1 Inledning

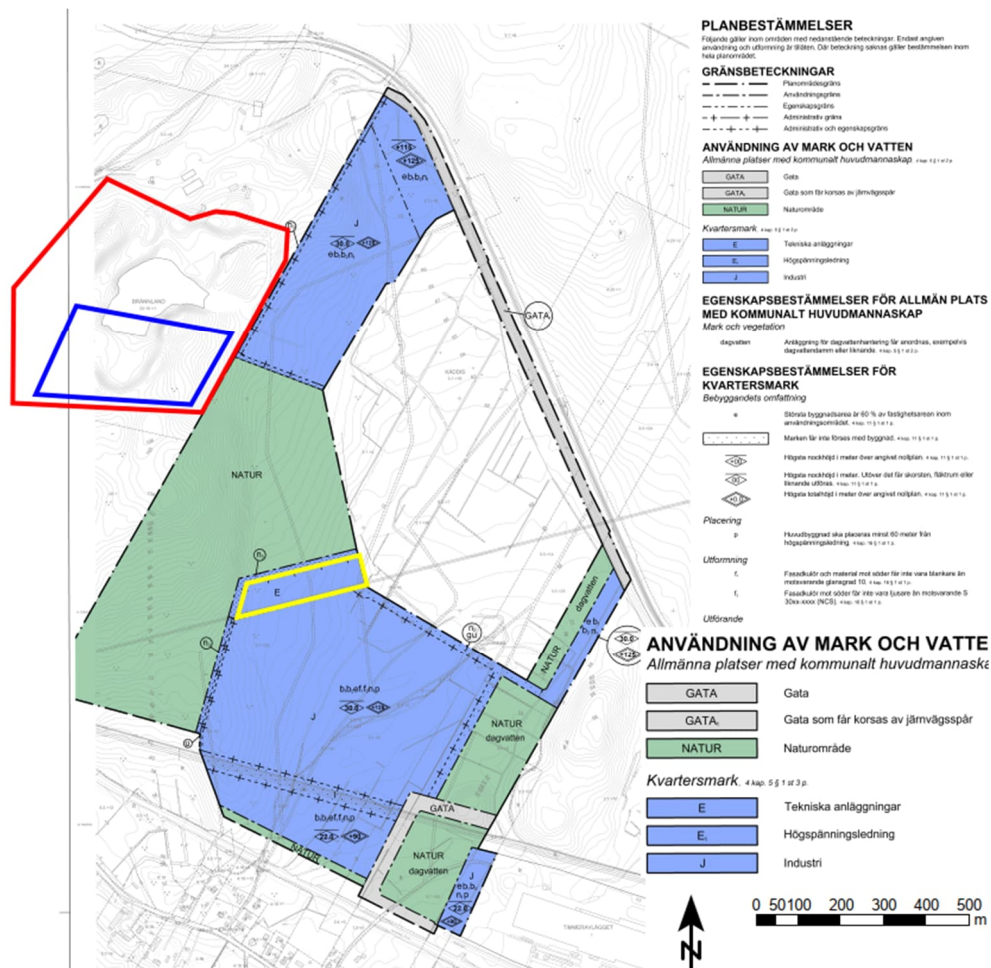
En ny detaljplan håller på att upprättas inom fastigheterna Kåddis 3:1 och 3:3 för att möjliggöra en förlängning av Klockarbäckens industriområde. Inom planområdet planeras framförallt för industri, men även en fördelningsstation för att möjliggöra elintensiva verksamheter och naturområden finns inom planområdet. Området ligger ca 9 km väster om Umeå centrum, se figur 1. E12 passerar söder om planområdet och Klockarbäckens industriområde ligger öster om området. Väster om planområdet ligger en befintlig bergtäkt inom fastigheten Brännland 22:10. Denna riskutredning redovisar bergtäktens omgivningspåverkan på planområdet gällande vibrationer, buller och damm. Även påverkan från stenkast och luftstöt tas översiktligt upp i utredningen. Utredningen berör vilka typer av verksamheter som är lämpliga/olämpliga att etablera inom planområdet och var dessa lämpligen placeras inom planområdet.



Figur 1. Översikt över området. Planområdet ungefärligt inom gul markering, bergtäkt markerat i rött.

2 Planområdet

I figur 2 visas urklipp från plankartan. Blå ytor är industrimark och gröna ytor är naturmark. Föreslagen placering av fördelningsstation är markerad med gul linje. Verksamhetsområde i rött och brytområde i blått för bergtäkten i väster har kopierats in i figuren. Närmaste avstånd från brytområde till industriområde som får förses med byggnad är 45 m. Närmaste avstånd från brytområde till planerad fördelningsstation är 440 m. Täkten ligger öppet på ett berg som höjer sig 50-60 meter över omgivande slätter. Bergets sluttning mot öst är relativt flackt.



Figur 2. Urklipp från plankartan daterad 2023-11-15. Föreslagen placering av fördelningsstation i gult (användning E). Bergtäktens verksamhetsområde inom röd linje och brytområde inom blå linje i väster har kopierats in i kartan.

3 Allmänt om buller

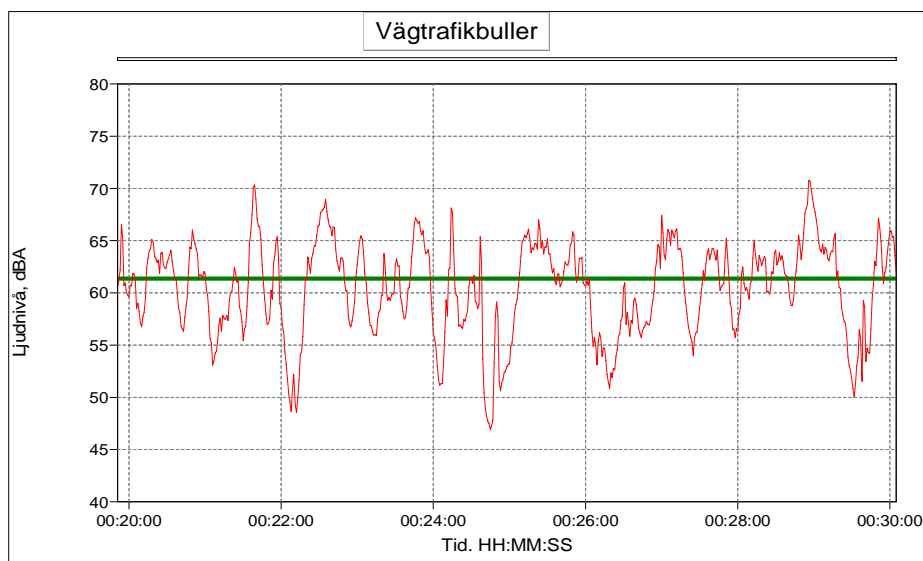
3.1 Hälsa

Buller, önskat ljud, är ett av våra största folkhälsoproblem (enligt WHO). När människan utsätts för buller är vanligaste reaktionen en känsla av obehag. Därutöver anses buller bland annat orsaka stressreaktioner, kommunikationsproblem, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar och störningar vid sömn och vila.

3.2 Akustiska begrepp

Ljud mäts ofta i decibel med beteckningen dBA. Indexet "A" efter "dB" indikerar att ljudnivån vid olika frekvenser har korrigerats efter hur det mänskliga örat uppfattar frekvenser. Det mänskliga örat uppfattar högre frekvenser bättre än låga.

Riktvärden för buller anges ofta i bullermåtten ekvivalent ljudnivå, L_{eq} , och maximal ljudnivå, L_{max} . Ekvivalent ljudnivå avser en medelljudnivå under en given tidsperiod, till exempel under en timme för industribuller. Maximal ljudnivå avser den högsta ljudnivån under perioden, till exempel vid passage av ett tungt fordon. I figur 3 visas ett exempel på uppmätt trafikbullernivå där ekvivalent ljudnivå är ca 61 dBA och maximal ljudnivå 70 dBA.



Figur 3. Ett exempel på trafikbullernivåer där grön linje visar ekvivalent ljudnivå för hela mätperioden och röd linje maximal ljudnivå med 1 sekund intervall.

3.3 Exempel på ljudnivåer

I tabell 1 visas exempel på ungefärliga ljudnivåer så att det är lättare att jämföra mot riktvärden.

Tabell 1. Tabellen visar exempel på olika ljudnivåer som kan förekomma i vardagen.

Händelse	Ljudnivå, [dBA]
Tyst sovrum	20
Kylskåp, 1m	30
Bakgrund kontor	40
Normalt samtal	65
Inuti personbil	70
Storstadsgata	75
Passerande godståg, 100 m	80
Motorsåg, 1 m. Diskotek	100

3.4 Addering och andra egenskaper med ljudnivåer

Två lika bullerkällor ökar ljudnivån med 3 dB jämfört med en bullerkälla.

Detta medför till exempel att om antalet arbetsmaskiner ökar till dubbelt så många så ökar ljudnivån med 3 dB.

Ljudnivån från punktkällor (industri) avtar med ca 6 dB vid en avståndsfördubbling (vid hård mark).

4 Bedömningsgrunder

4.1 Riktvärden för buller

För industriområden och industrilokaler finns det inte riktvärden för buller utomhus. För lokaler hänvisar Boverkets byggregler, BBR, till Ljudklass C enligt *Svensk Standard SS 25268* som minimikrav för högsta ljudnivå inomhus. Kraven på högsta ljudnivå från trafik och andra yttre bullerkällor anges i form av total A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå respektive maximal ljudtrycksnivå i möblerade rum med stängda fönster. Tabellens kravvärden gäller för normal standard. För några lokaler finns även utökade krav angivna. Kravvärden för maximal ljudnivå från trafik bör inte överskridas oftare än 5 gånger per medelmaxtimme. I SS 25268 finns inte redovisat hur ofta maximal ljudnivå från industri får överskridas, men det är rimligt att anta samma antal överskridanden som för trafik.

Kravvärdena varierar beroende på typ av utrymme. Bestämning av krav ska alltid göras utgående för utrymmesfunktion, inte rumsbeteckning. I

utrymme där utrymmesfunktion varierar över tid ska val av tabellrad göras så att kraven uppfylls för alla utrymmesfunktioner som kan förväntas förekomma mer än tillfälligt.

I tabell 2 redovisas krav på kontorslokaler (samt hotell och restauranger) som kan förväntas vara de lokaler inom planområdet som har ljudkrav.

Tabell 2. Högsta A-vägd ekvivalent och maximal inomhusljudnivå från trafik och andra yttre ljudkällor, för kontorslokaler, hotell och restauranger.

Utrymmesfunktion	Exempel på rumsbeteckning	Krav
28a. Särskilda krav på störfrihet och dämpad ljudmiljö.	Gästrum, föreläsningssal, aula, vilrum.	$L_{eq} = 30$ dBA $L_{max} = 45$ dBA
28b. Vissa krav på störfrihet och behov av taluppfattbarhet.	Kontor, expedition, konferensrum, mötesrum, kontorslandskap, bibliotek.	$L_{eq} = 35$ dBA $L_{max} = 50$ dBA
28c. Inga krav på störfrihet men med behov av taluppfattbarhet.	Matsal, uppehållsrum, idrottshall, cafeteria, korridor.	$L_{eq} = 40$ dBA
28d. Inga krav på störfrihet eller taluppfattbarhet.	Förbindelsestråk, hisshall, trapphus, kapprum, entré, omklädningsrum, hygienutrymme, WC, kopieringsutrymme.	$L_{eq} = 45$ dBA
För utökade krav gäller dessutom: - Kravvärde för kategori 28a ändras till $L_{eq} = 25$ dBA och $L_{max} = 40$ dBA. - Kravvärde för kategori 28c ändras till $L_{eq} = 35$ dBA och $L_{max} = 50$ dBA.		

4.2 Riktvärden för spränginducerade vibrationer i byggnader

I svensk standard SS 4604866:2011 anges riktvärden för tillåtna vibrationer på byggnader och anläggningar i samband med sprängningsarbeten. Standarden gäller för alla slags sprängningsarbeten. Riktvärdet är ett rekommenderat erfarenhetsmässigt värde för att minimera risken för skada.

Riktvärdena tar inte hänsyn till den psykologiska effekt som sprängning kan ha på dem som vistas i byggnaderna, inte heller till de risker för skador som kan uppstå i vibrationskänsliga utrustningar.

Riktvärdet (v) vid sprängning avser vibrationsvärdet i grundläggningsnivån och kan beräknas ur formel (1) nedan.

$$v = v_0 \cdot F_b \cdot F_m \cdot F_d \cdot F_t \quad (1)$$

Där

v_0 = okorrigerad svängningshastighet i mm/s, beroende på typ av byggnadens undergrund.

F_b = byggnadsfaktor som beaktar vibrationskänsligheten i byggnader.

F_m = materialfaktor som beaktar vibrationskänsligheten i ingående material.

F_d = avståndsfaktor som beaktar inverkan av avståndet mellan sprängningsplats och mätpunkt (byggnad).

F_t = verksamhetsfaktor som tar hänsyn till om sprängningsarbetena är kort- eller långvariga.

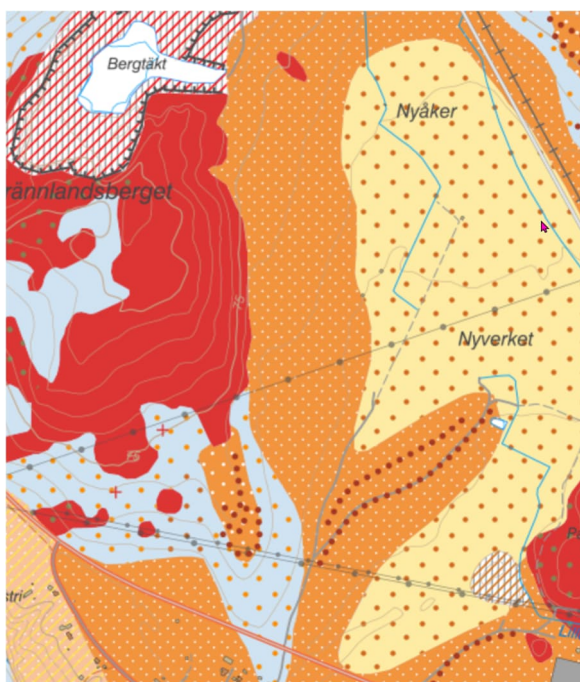
I tabell 3 och 4 redovisas olika indata beroende på undergrund och materialfaktor. I figur 4 visas jordartskartan (för bestämning av undergrund) och i figur 5 visas jorddjupskartan för området, källa: SGU.

Tabell 3. Vertikal svängningshastighet vid olika undergrunder.

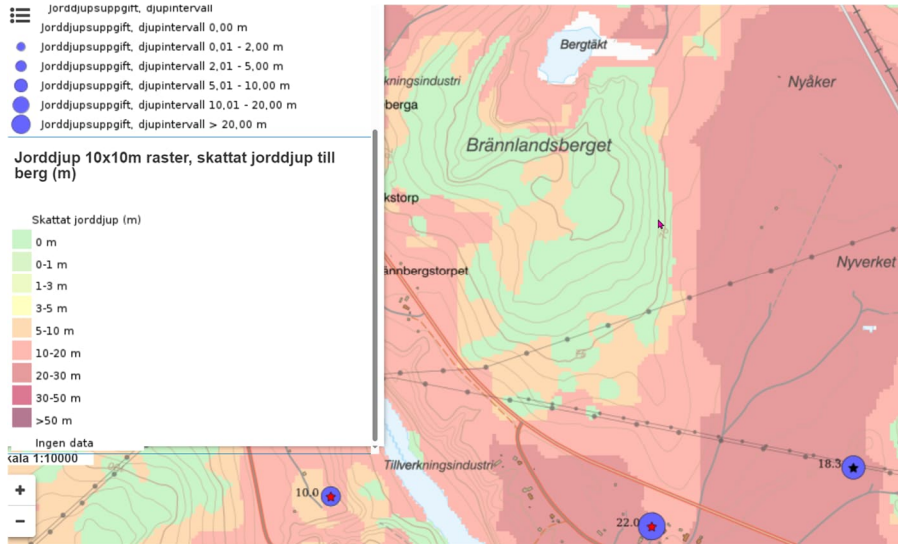
Undergrund	Vertikal svängningshastighet v_0 , [mm/s]
Lera (Löst lagrad morän, sand, grus, lera).	18
Morän (Fast lagrad morän, skiffer, mjuk kalksten).	35
Berg (Granit, gnejs, hård kalksten, kvartsitisk sandsten, diabas).	70

Tabell 4. Materialfaktor för olika material.

Klass	Material	Materialfaktor F_m
1	Armerad betong, stål, trä.	1,20
2	Oarmerad betong, tegel, betonghålisten, lättklinker betong.	1,00
3	Autoklaverad lättbetong, revertering, puts, gipsstuckatur m.m.	0,75
4	Kalksandsten (mexitegel), kakelugn med känsliga fogar.	0,65



Figur 4. Jordartskarta från SGU. Röd = berg, orange = postglacial sand, gul = lera-silt och blå = morän.



Figur 5. Jorddjupskarta från SGU.

Vid avstånd mer än 350 m från sprängplatsen är $F_d = 0,5$ för lera, 0,35 för morän och 0,22 för berg. För industri och kontorsbyggnader är byggnadsfaktorn, $F_b = 1,2$. Verksamhetsfaktorn $F_t = 1$ för bergtäkter med ett fåtal sprängningar per år. I beräkningarna nedan antas två olika fall av undergrunder, lera och berg enligt tabell 3. Det antas att byggnaderna består av armerad betong, stål eller trä, vilket ger materialfaktorn $F_m = 1,2$. Med dessa indata beräknas riktvärdet v till:

$$v = 18 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 1 = 13 \text{ mm/s för undergrund av lera enligt tabell 3}$$

och

$$v = 70 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,22 \cdot 1 = 22 \text{ mm/s för undergrund av berg enligt tabell 3.}$$

Vid en jämförelse mellan figur 2 och 4 ser man att områden som består av jordarten berg till stor del är naturområde som inte ska bebyggas. Detta medför att riktvärdet **13** mm/s för vibrationer vid sprängning antas för byggnader i denna rapport.

4.2.1 Riktvärden för vibrationer vid fördelningsstation

Byggnaderna vid planerad fördelningsstation tillämpar riktvärden enligt standard SS 4604866:2011, d.v.s. enligt ovan. För transformator och styr- och reglerutrustning har Ellevios anläggningar riktvärdet 35 mm/s. Svenska kraftnät skriver i sitt dokument *TR01-21 Stamnätstationer Bygg och mark*, daterat 2023-03-30, att:

vid om- eller tillbyggnad av station ska sprängning utföras som "försiktig sprängning". Med tanke på driftsatta apparater gäller laddningsnivå 0,008, vilket med en våghastighet på 3000 m/s motsvarar en svängningshastighet på ca 20 mm/s.

Detta medför att det är byggnadens riktvärde på 13 mm/s som kommer att vara dimensionerande.

4.3 Riktvärden för spränginducerade luftstövågor i byggnader

I svensk standard SS 02 52 10 anges riktvärden för tillåtna luftstövågor på byggnader i samband med sprängningsarbeten. Standarden gäller för alla slags sprängningsarbeten. Riktvärdena tar inte hänsyn till den psykologiska effekt som luftstövågor kan ha på personer i närliggande byggnader, inte heller till de risker för skador som kan uppstå i stövågskänslig utrustning.

Riktvärdet för maximalt reflektionstryck är **500 Pa** för alla typer av byggnader (reflektionstrycket är ungefär lika med dubbla frifältstrycket).

4.4 Stenkast

Stenkast från det lossprängda berget kan flyga långt och är den främsta orsaken till dödsfall vid bergsprängning samt skador på utrustning, se bok "MODERN BERGSPRÄNGNINGSTEKNIK" av Stig O Olofsson. Med en specifik laddning på ca 0,8 kg/m³ (uppgifter från NCC, bergtäktens verksamhetsutövare) och en borrhålsdiameter på 89 mm kan den okontrollerade kastlängden vara upp till ca 600 m, därför behöver ett kontrollerat sprängningsförfarande utföras där kastlängden minskas väsentligt. När det inte är möjligt att täcka salvorna måste andra åtgärder vidtas för att minska kastlängden. Detta bygger på säkerhetsåtgärder när det gäller till exempel förladdning, tändföljd, hålinmätning, bergrensning etc. Man bör tillämpa skyddsavstånd så att sten i normala fall aldrig ska kastas längre än halva skyddsavståndet

4.5 Damning

Till skydd för människors hälsa finns miljö kvalitetsnormer för partiklar angivna i luftkvalitetsförordningen. I denna förordning avser partiklar måtten PM_{2,5} och PM₁₀ som är massan partiklar i luft som är mindre än 2,5 respektive 10 mikrometer i diameter. Miljö kvalitetsnormen gäller för utomhusluft, med undantag för arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar

för spårbunden trafik. Luftkvalitetsförordningen anger ingen exakt definition om vad som omfattas som arbetsplats och därmed vilka verksamheter som är undantagna miljökvalitetsnormerna. Enligt Naturvårdsverket bör miljökvalitetsnormerna gälla om allmänheten har tillträde till arbetsplatsen.

Miljökvalitetsnormerna för partiklar är gränsvärdesnormer som inte får överskridas. Gränsvärden anges som hösta halt partiklar per kubikmeter luft utvärderat under en viss medelvärdesperiod, se tabell 5. Tabellerade värden motsvarar inte ideala förhållanden utan en lägre halt är mer optimalt.

Tabell 5. Högsta mängd partiklar i utomhusluft enligt luftkvalitetsförordningen.

Förening	Medelvärdesperiod	MKN-värde	Antal tillåtna överskridanden per kalenderår
Partiklar (PM ₁₀)	Dygn	50 µg/m ³	35 dygn
	År	40 µg/m ³	
Partiklar (PM _{2,5})	År	25 µg/m ³	-

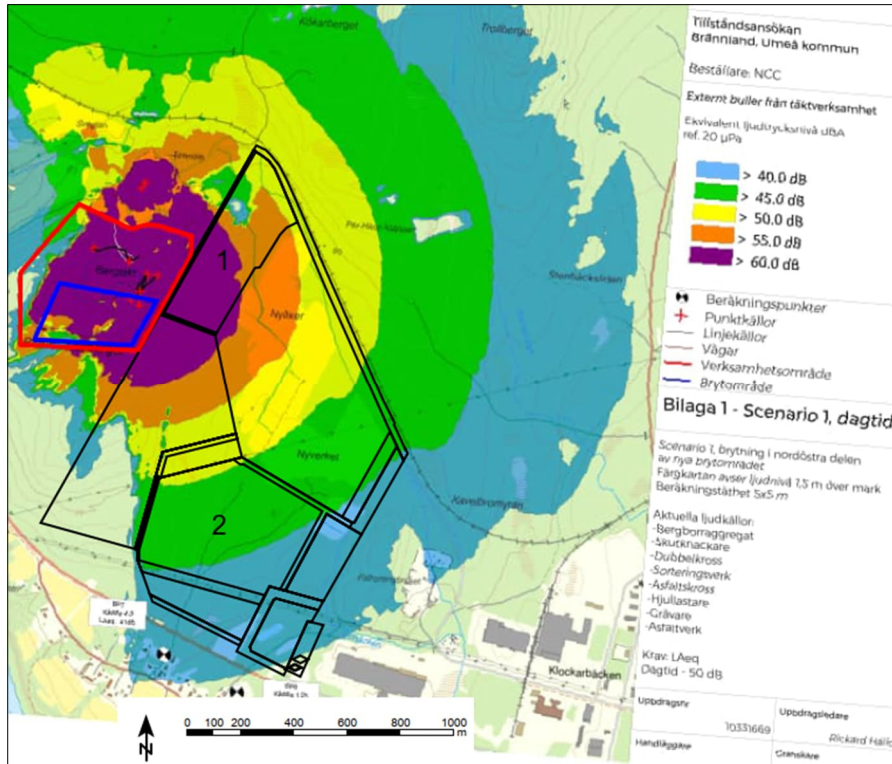
5 Förutsättningar

I denna riskutredning ingår att utreda bergtäktens påverkan på planområdet i form av buller, vibrationer och damm.

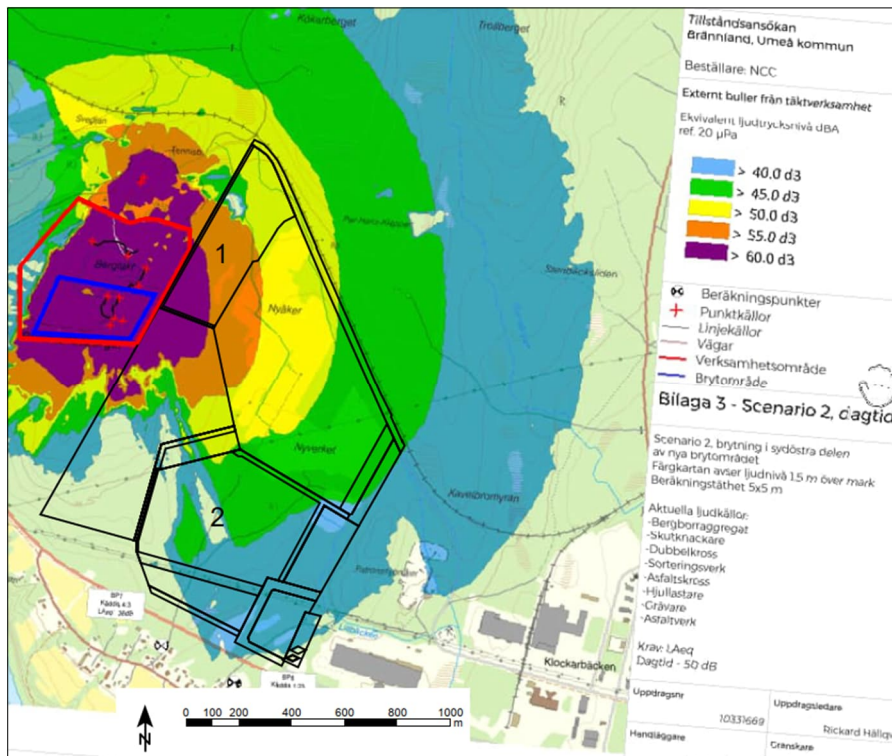
5.1 Buller

I bullerutredningen för tillståndsansökan för täktverksamheten belägen inom fastigheten Brännland 22:10 som redovisats i rapport "TR10331669.01", daterad 2022-03-30 [1], har följande bullerutbredningskartor hämtats, se figur 6 och 7. I båda redovisade beräkningsfallen är även buller från asfaltverket placerat norr om bergtäkten med i beräkningen. Täktverksamheten pågår vardagar mellan 06:00 och 22:00. Borrning och skutknackning pågår endast mellan 07:00 och 18:00. Ingen verksamhet bedrivs nattetid.

Maximal ljudnivå har inte redovisats i bullerutredningen [1], men erfarenheten är att den brukar vara mindre än 15 dBA högre än ekvivalent ljudnivå för buller från bergtäkter, vilket medför att det är ekvivalent ljudnivå som blir dimensionerande för jämförelse med riktvärden inomhus.



Figur 6. Beräkningsfall 1 dagtid. Brytning i nordöstra delen av brytområdet. Beräknad ekvivalent ljudnivå.



Figur 7. Beräkningsfall 2 dagtid. Brytning i sydöstra delen av brytområdet. Beräknad ekvivalent ljudnivå.

5.2 Sprängning

Enligt uppgift från NCC som bedriver täktverksamheten är max samverkande laddning vid sprängning 135 kg, vid en pallhöjd på 19 meter och ett samverkande hål. De kan välja att tända upp salvan på annat sätt med fler samverkande hål om de beräknar att de klarar gällande krav i tillståndet gällande vibrationer och luftstöt. I tillståndet för bergtäktens verksamhet är kraven att vibrationer inte får överskrida 4 mm/s och luftstöt vågor inte får överskrida 200 Pa vid närmaste bostäder.

Den specifika laddningen är 0,8 kg/m³.

5.3 Damning

Damm från täkten uppkommer vid sprängning, krossning, siktning, lastning samt transporter. Enligt tillståndsansökan för täktverksamheten sker transporter med bergmaterial till och från täkten. Vid normalproduktion beräknas det ske cirka 90 fordonsrörelser per dag och cirka 130 fordonsrörelser per dag vid maximal produktion. Tillståndsansökan anger också att damning orsakas huvudsakligen av finkorniga partiklar i fraktionen 0,2-0,45 mm. Partiklar upp till denna fraktion kan lätt sättas i rörelse av vind och transporteras till närområden utanför verksamheten. Dammspridning är väldigt variabelt och spridningsrisken beror på faktorer som väderlek, vindstyrka, vindriktning, topografi, natur och växtlighet, partikelfraktion samt vilka dammbekämpande åtgärder som vidtas.

Enligt tillståndet är det ett villkor att åtgärder för att minska spridning av damm från verksamheten vidtas. För att minimera spridningen av damm från verksamheten anges det i tillståndet att åtgärder som bevattning samt saltning av interna transportvägar vid torr barmarkssäsong vidtas. Kross- och sorteringsverket nyttjar olika dammbegränsande tekniker såsom kapsling, filter, vattendysor och korta fall mellan transportörer och upplagshögar.

6 Riskbedömning

6.1 Buller

Det är beräkningsfall 1 med brytning i den nordöstra delen som ger de högsta beräknade ekvivalenta ljudnivåerna i planområdet, se figur 6. I figur 6 och 7 har de två större områdena med industrimark numrerats 1 för den

norra och 2 för den södra. Redovisad beräknad ekvivalent ljudnivå är större än 60 dBA på den södra delen av område 1. I område 2 redovisas en beräknad ekvivalent ljudnivå på ca 45 till 50 dBA, se figur 6.

Då område 2 beräknas ha en ekvivalent ljudnivå upp till ca 50 dBA behöver ljudnivåskillnaden i fasad vara minst 15 dBA för att klara riktvärdet 35 dBA inomhus för kontor, se tabell 2. Detta uppnås med god marginal för de flesta fasader inklusive fönster. Område 1 har en redovisad ekvivalent ljudnivå över 60 dBA på den södra delen, troligen är ekvivalent ljudnivå över 65 dBA längst i söder. Detta skulle medföra att en ljudnivåskillnad i fasad på minst 30 dBA krävs för att klara riktvärdet 35 dBA för kontor inomhus. För att klara detta behöver för område 1 ljudkrav på yttervägg, fönster etc. ställas för buller från bergtälten.

6.2 Sprängning

Sprängning ger bland annat upphov till vibrationer, luftstöt vågor och stenkast.

6.2.1 Beräkning av vibrationer

Enligt tillståndet för bergtälten får vibrationer från sprängning inte överstiga 4 mm/s vid närmaste bostad (ca 450 m avstånd).

Då det inte finns underlag från verksamhetsutövaren hur vibrationerna breder ut sig och hur stor den samverkande laddningen är på olika platser i brytområdet har en uppskattning av vibrationerna på olika avstånd från sprängplatsen utförts nedan. Beräkningarna har skett med max samverkande laddning.

Det går inte att beräkna vibrationens storlek på samma enkla sätt som beräkning av buller. Detta p.g.a. att vibrationernas storlek beror på en mängd faktorer som är svåra att förutse. Genom att utföra provsprängningar med en mindre mängd samverkande laddning och sedan öka laddningsmängden allteftersom (uppmätta vibrationer ska hela tiden ligga under riktvärdet), får man indata till en beräkningsmodell för att beräkna vibrationer.

Skallagsekvationen är den vanligaste metoden i Sverige för att beräkna vibrationerna med avseende på laddnings storlek och avstånd.

Ekvationen skrivs:

$$v_{max} = A \cdot \left(\frac{r}{\sqrt{Q}} \right)^{-B} \quad (2)$$

Parametern $\left(\frac{r}{\sqrt{Q}}\right)$ kallas ofta SD (skallagsdistansen).

Där

v_{\max} = max svängningshastighet [mm/s].

r = avstånd mellan samverkande laddning och mätpunkt [m].

Q = samverkande laddning [kg].

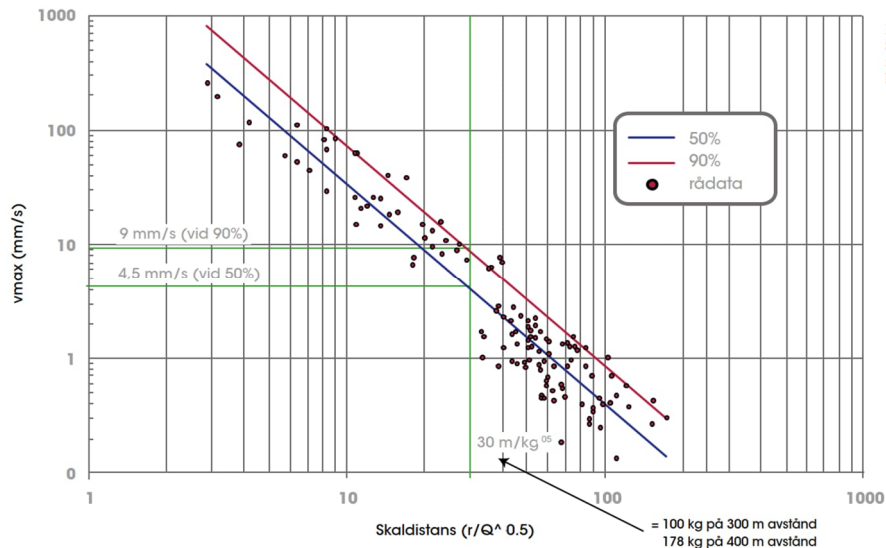
A = platsspecifik konstant.

B = platsspecifik konstant.

Vibrationsnivåerna från provsprängningarna plottas mot skaldistansen i ett log-log-diagram, se exempel i figur 8. Med hjälp av en linjär regressionsanalys kan en rät linje sedan anpassas till uppmätta vibrationsnivåer och konstanterna A och B i ekvation (2) bestämmas.

Exempel: Om figur 8 skulle motsvara resultat från provsprängningar vid bergtäkten Brännland 22:10, kan man från figuren beräkna konstanterna A och B för den räta linjen där 90 % av vibrationsnivåerna från provsprängningarna understiger vibrationsnivån för linjen (röd linje i figur 2), vilket ger A = 6 520 och B = 1,94.

Från andra publikationer/rapporter kan andra värden på konstanterna hämtas. I rapporten "Prognoser och restriktioner för vibrationer från bergschaktning och transporter", daterad december 2010, anges konstanten A till 2 400 och B till -1,65. Värdena baseras på mätningar från större ovanjordssprängningar, företrädesvis bergtäkter. Det är dock oklart om dessa konstanter gäller medelvärdet (50 % överskrider vibrationsnivån) eller med färre överskridanden, till exempel 10 % som i exemplet ovan. Med dessa värden på konstanterna A och B erhålls beräknade vibrationsnivåer som är likvärdiga som med beräkningar med konstanterna A och B som erhållits från figur 8.



Figur 1.
Skaldistanslinjer
med 50% och 90%
konfidensnivå.

Figur 8. Exempel på skaldistans plottad mot v_{max} . Figur hämtad från publikation *RTC Mätmetod och begränsningsvärden för komfort* (december 2010).

En annan ekvation för att beräkna vibrationer vid sprängning togs fram av Langefors och Kihlström (1978), se ekvation (3). Överföringskonstanten K beror på bergets homogenitet och sprickighet. För den hårda svenska graniten är den omkring 400 men ligger normalt lägre. För till exempel mjukt berg är K ca 100. Ekvation (3) överskattar vibrationerna på längre avstånd (över 100 m).

$$v = K \sqrt{\frac{Q}{r^{3/2}}} \quad (3)$$

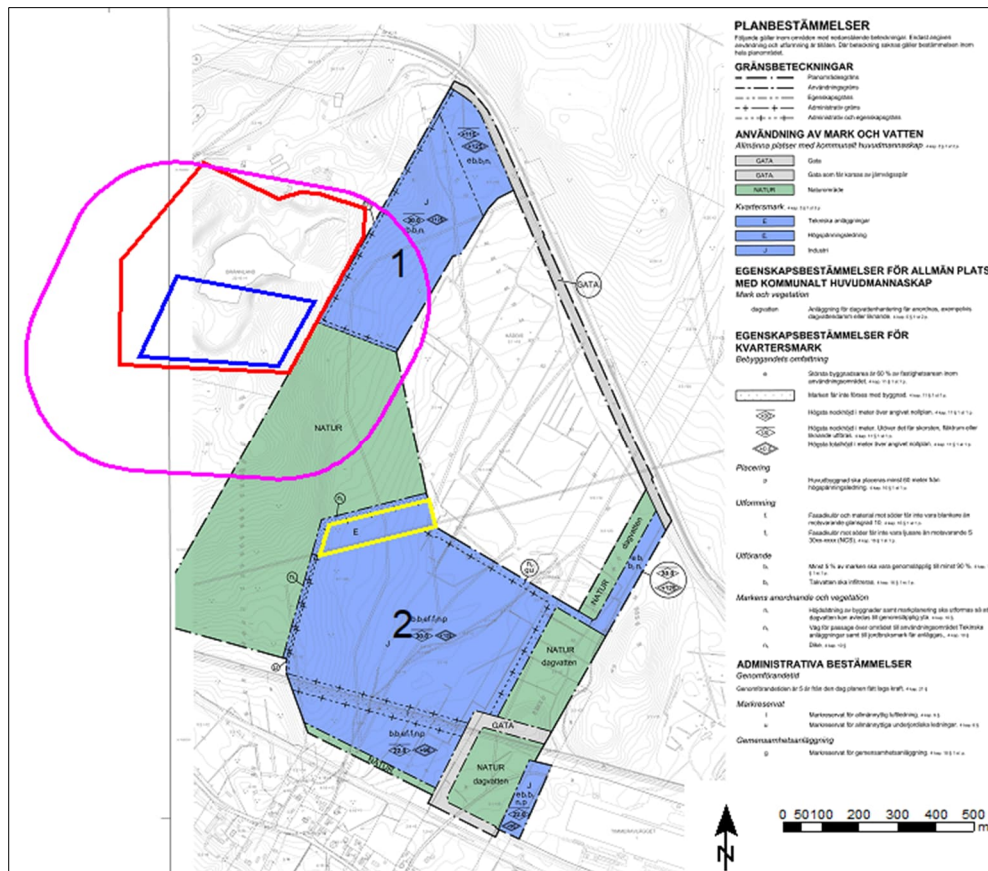
I tabell 6 redovisas beräknad vibrationsnivå vid några olika avstånd vid sprängning med en samverkande laddning på 135 kg per borrhål. Normalt är det bara ett hål som används vid beräkning av samverkande laddning (sprängningen är något tidsförskjutet för alla borrhål), men om det av någon anledning är flera hål som detonerar samtidigt redovisas även det i tabellen. Vid beräkningarna har skallagekvationen (2) använts med värden på konstanterna A och B enligt exempel i figur 2 (vid 50 m avstånd användes ekvation 3).

Tabell 6. Beräknad vibrationsnivå vid 1,2, 3 eller 4 samverkande borrhål med laddning 135 kg/hål.

Avstånd, [m]	Beräknad vibrationsnivå, [mm/s]			
	Antal samverkande borrhål			
	1	2	3	4
50	250	382	428	494
100	100	200	290	380
200	26	50	76	100
300	12	23	34	45
400	7	13	20	26
500	4,8	9	13	17
700	2,8	5	7	8,8
1000	1,5	2,7	3,8	4,8

För industri och kontorsbyggnader inom planområdet är beräknade riktvärden för vibrationer från sprängning 13 mm/s. Detta medför att byggnaderna måste vara minst 300 m från sprängplatsen med avseende på vibrationer. Område 2, se figur 6, ligger minst 450 meter från brytområdet, vilket gör att byggnader kan uppföras i område 2 med avseende på vibrationer. Planerad fördelningsstation ligger närmare 500 m från brytområdet, vilket ger en beräknad vibrationsnivå på knappt 5 mm/s. Område 1 ligger närmare brytområdet, vilket medför att det endast är den övre halvan av område 1, se figur 9, som är lämplig att uppföra byggnader på då avståndet till brytområdet bör vara minst 300 m (underlag var sprängningar inom brytområdet sker och hur stora laddningar det är på olika områden inom brytområdet har inte erhållits).

Vanlig kontorsutrustning, till exempel datorer, är inte vibrationskänsliga. Angivna riktvärden för utrustning vid fördelningsstationen är också över riktvärdena för industribyggnaden. Verksamheter med vibrationskänslig utrustning med ett riktvärde för vibrationer som understiger riktvärdet för vibrationer för byggnaden bör inte etablera sig i planområdet.



Figur 9. Avståndet 300 m från brytområdet (blå linje) är markerad med rosa linje.

6.2.2 Beräkning av luftstöt

Enligt tillståndet för bergtäckten får luftstöt vågor vid sprängning inte överstiga 200 Pa reflektionstryck vid närmaste bostad (ca 450 m avstånd).

Det är liksom för vibrationerna svårt att beräkna luftstöt vågen, den beror förutom på förhållande vid sprängningen även på rådande vindar och lufttryck vid spräng tillfället. Vid pallsprängningar reduceras luftstöt vågstrycket väsentligt om borrhålen förladdas väl med krossmaterial. Den vanligaste orsaken till höga luftstöt vågor är att förladdningen saknas, är för kort eller av fel material.

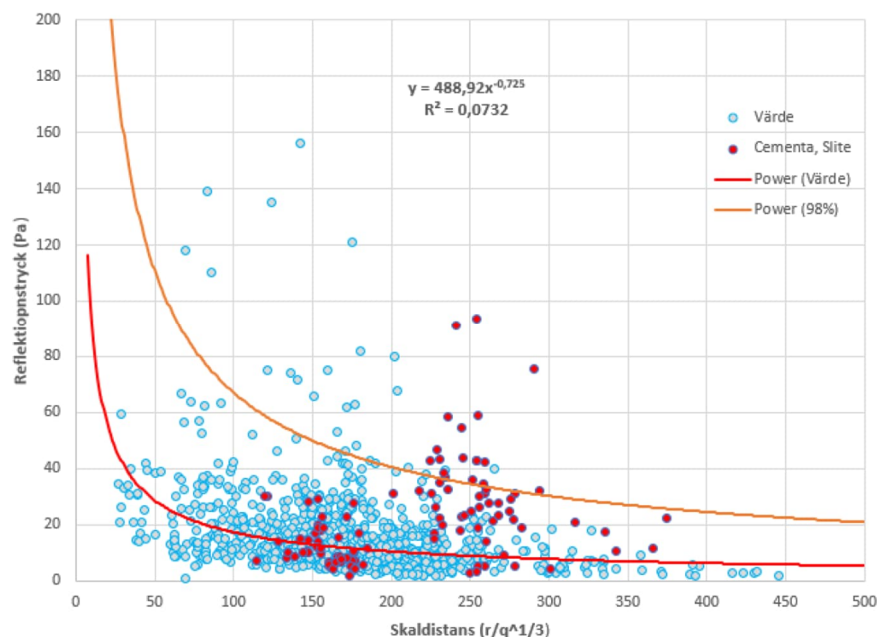
På liknande sätt som för vibrationer kan man plotta uppmätta luftstöt vågstryck mot skaldistansen, $\frac{r}{q^{1/3}}$, och därefter analysera data för att göra en kurvanpassning. I figur 10 visas uppmätta reflektionstryck (blå och röda punkter) och redovisade kurvanpassningar, där röd representerar medelvärdet och orange linje representerar värdet som 98 % av uppmätta reflektionstryck understiger. Figur 10 är hämtad från rapport "Omgivningspåverkan från sprängning: prognostisering, kontroll och

skyddsåtgärder. File hajdar och Västra brottet Slite, Gotland” från Nitro Consult, daterad 2021-12-14, och representerar mätdata från ett stort antal mätningar från andra täkter och gruvor (över 1000 sprängningar).

I tabell 7 redovisad uppskattade reflektionstryck på olika avstånd från en sprängning med en samverkande laddning på 135 kg.

Tabell 7. Uppskattad luftstöt vid sprängning med samverkande laddning på 135 kg. Värdet är uppskattade från figur 9.

Avstånd, [m]	Skaldistans	Beräknad luftstöt (98%), reflektionstryck [Pa]
100	19	> 200
200	39	140
300	58	100
400	78	75
500	97	68
700	136	55
1000	195	40



Figur 10. Punkterna representerar uppmätta reflektionstryck från ett stort antal sprängningar och linjerna representerar en kurvanpassning av medelvärde (röd linje) och 98 % av uppmätta reflektionstryck ligger under linjen).

För att vara klart under riktvärdet 500 Pa reflektionstryck för luftstöt vid sprängning bör byggnaden vara minst 200 m från sprängplatsen, vilket ger 140 Pa enligt tabell 7. Det medför att område 2 och övre halvan av område 1 är lämpliga att förse med byggnader. Enligt tillståndet för bergtäkten är gränsvärdet 200 Pa reflektionstryck för luftstöt från sprängning vid bostäder (närmaste bostad är ca 450 m från brytområdet).

6.2.3 Stenkast

Vid sprängning kan den okontrollerade kastlängden vara upp till ca 600 m. Dock utförs alltid ett kontrollerat sprängningsförfarande så att kastlängden minskas väsentligt. Det går en väg 300 m väster om brytområdet och det finns bostäder som ligger ca 450 m söder om brytområdet. Man kan därför anta att risken för stenkast är liten för avstånd längre än 300 m, vilket är det minsta avstånd som beräknats för vibrationer när det gäller byggnader.

6.3 Damning

Damm utgör en hälsorisk vid inandning och partiklar som är mindre än 10 mikrometer (PM_{10} och $PM_{2,5}$) är respirabla och kan nå ner och påverka andningsorganen. Damm kan även tränga sig in i byggnader via otätheter och öppningar. Utöver potentiella hälsorisker smutsar damm ner och kan orsaka korrosion på egendom.

Enligt de uppgifter som erhållits för denna utredning utgörs dammbildningen på täkten främst av finkorniga partiklar i fraktionen 0,2–0,45 mm. Partiklar av denna storleksordning faller normalt ut ur luften snabbt och lägger sig nära källan. Täktverksamhet ger dock även uppkomst till ännu mindre partiklar (< 0,1 millimeter) och det är dessa som stannar länge i luften och följer med luftrörelser.

Närmsta avstånd till industriområde 2 är cirka 500 meter från bergtäkten. Naturområdet mellan täkt och industriområde 2 består av skog och ger visst skydd mot eventuell spridning av damm. Med planerade åtgärder för dammbekämpning på täktområdet och utifrån avståndet samt avskärmningen av naturområdet, bedöms risken för påverkan av damm från bergtäkten till industriområde 2 som liten.

Till industriområde 1 är avståndet till täktverksamheten betydligt kortare och risken för spridning av damm mer påtaglig. Närmaste avstånd från brytområde till industriområde som får förses med byggnad är cirka 45 meter, och verksamhetsområdet med väg för transport angränsar just vid fastighetsgränsen. Utifrån det korta avståndet till täkt, samt avsaknaden av naturområde mellan, är vikten av effektiv dammbekämpning högre. Graden av påverkan från damm på område 1 kommer till stor del bero på hur effektiva de dammbekämpande åtgärderna är då damm enkelt kan transporteras det korta avståndet vid torra och blåsiga förhållanden. Att damm från täkt till område 1 ska utgöra ett problem bedöms dock som låg då det enligt tillståndsansökan är ett villkor att dammbekämpande åtgärder vidtas. Möjligen kan det uppstå tillfälliga störningar.

Avseende förenlighet med miljö kvalitetsnormer för partiklar i utomhusluft har inget underlag med koppling till luftkvalitet och miljö kvalitetsnormer för området erhållits för denna utredning. Umeå kommun har kartlagt luftkvaliteten i Umeå tätort baserat på 2016 års värden. Kartläggningen sträcker sig inte över täktområdet, närmsta beräknade punkt ligger cirka 2,5 km bort. Vid detta område, längs med väg E12, har halten PM_{10} (årsmedel) beräknats till $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid liknande avstånd från väg som detaljplanområde. Det kan antas att likvärdig halt partiklar erhålls vid detaljplanområdet. SMHI har också gjort en nationell kartläggning av luftkvaliteten baserat på data från 2019. Vid detaljplaneområdet har partikelhalterna PM_{10} beräknats till $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedel) och $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dygnsmedel), och halten $PM_{2,5}$ till $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (årsmedel). Vilken indata som använts för dessa kartläggningar, och om emissionsvärden från bergtäkten är beaktade, är oklart. Dessa modellerade värden ger dock en indikation på vad grundförutsättningarna är.

Utifrån ovannämnda kartläggningar ligger partikelhalterna under gränsvärdena för miljö kvalitetsnormerna med marginal, se gränsvärden i tabell 5. Kartlagda halter uppskattas huvudsakligen uppstå från trafik, närmare bestämt från väg E12. Årsdygnstrafiken på väg E12 år 2021, 2019 och 2015 låg på närmare 9000 fordon respektive. Det anges i tillståndsansökan att cirka 90-130 fordonsrörelser sker per dag på täktområdet, vilket utgör ungefär 1-1,5 % av trafiken på E12:an. Med hänsyn till de åtgärder som görs för att minska dammspridningen av täktens arbetsmoment, bedöms det väldigt osannolikt att partikelhalterna i utomhusluften vid detaljplanområdet skulle förhöjas till värden som överskrider miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft.

7 Slutsats

Beräkningar av buller, vibrationer och luftstöt från verksamhet på bergtälten inom den närbelägna fastigheten Brännland 22:10 visar på nivåer som riskerar att överskrida riktvärden på planområdet upp till ca 300 m från brytområdet vid en max samverkande laddning på 135 kg. Det innebär att byggnader inte bör uppföras på den södra delen av det norra industriområdet i den nya detaljplanen, se område 1 figur 9. Område 2, inklusive området för fördelningsstationen, ligger minst 450 m från brytområdet och buller, vibrationer och luftstöt beräknas därför inte överskrida riktvärden.

Vid fördelningsstationen beräknas vibrationerna vara upp till ca 5 mm/s, vilket är under angivna riktvärden. För industri och kontorsbyggnader uppförda i betong och/eller trä är riktvärdet för skada vid vibrationer från sprängning 13 mm/s.

Påverkan av damm på detaljplanområdet bedöms som liten då täktverksamheten är enligt sin tillståndsansökan skyldig att vidta åtgärder för att minimera spridning av damm från verksamheten. Avseende miljö kvalitetsnormerna bedöms det väldigt osannolikt att gränsvärdena för högsta partikelhalt i utomhusluft överskrids på grund av dammspridning från täktverksamheten.

I tabell 6 redovisas även beräknade vibrationer vid en högre samverkande laddning än 135 kg (till exempel om flera borrhål av misstag detonerar samtidigt). Dock får vibrationerna vid närliggande bostäder enligt tillståndet för bergtälten inte överskrida 4 mm/s vid närliggande bostäder (ca 450 m från brytområdet). Det finns en risk att vibrationerna vid befintliga bostäderna kommer att överskrida 4 mm/s om den samverkande laddningen är mer än 135 kg.