

Projekt

Slite, Gotland

Risicanalys och prognoser avseende
omgivningspåverkan från sprängningsarbeten

Rapportnummer 0833 2602 R 03
Datum 2023-10-24
Uppdragsgivare Heidelberg Materials

Handläggare:Erik Bjartell
Per Karlsson**Granskad av:**

Mathias Jern

LEGAL#23554463v1

Innehållsförteckning

1. Uppdrag	1
2. Underlag	1
3. Inventering	2
3.1. Metod	3
3.1.1. Brunnar	3
3.1.2. Vibrationskänslig verksamhet och utrustning	4
3.1.3. Teknikbyggnader	4
3.1.4. Ledningar	4
3.1.5. Kraftledningar – luft	4
4. Inledning och bakgrund	4
4.1. SGU:s jordartskarta	5
4.2. Tillåtna vibrationer och luftstöt vågor	7
4.2.1. Vibrationer i byggnader	7
4.2.2. Luftstöt vågor	7
5. Omgivningspåverkan	7
5.1. Inledning	7
5.2. Allmänt om vibrationer	7
5.3. Restriktioner, störning och skada	8
5.3.1. Risk för skada, omgivande byggnader och anläggningar	8
5.3.2. Störningar – människans upplevelse	8
5.3.3. Orsaken till uppkomsten av markvibrationer	8
5.3.4. Prognostisering och kontroll	9
5.3.5. Vibration- och laddningsberäkningar	11
5.4. Luftstöt vågor	14
5.4.1. Orsaken till uppkomsten av luftstöt vågor	14
5.4.2. Prognostisering och kontroll	15
5.4.3. Luftstöt vågsberäkningar	16
5.5. Stenkast	18
5.5.1. Allmänt	18
5.5.2. Orsaken till oönskat stenkast	18
5.5.3. Säkerhetszon	18
5.5.4. Kastrisker	19
5.5.5. Skyddsavstånd framåt	19
5.5.6. Skyddsavstånd bakåt	20

5.5.7.	Åtgärder	21
5.5.8.	Skutsprängning	22
6.	Förslag till kontrollprogram	23
6.1.	Information och bevakning.....	23
6.2.	Dokumentation	23
6.3.	Vibrations- och luftstövågsmätningar.....	23
7.	Slutsatser omgivningspåverkan.....	24

Bilagor

Bilaga 1 Kartbilaga - Objektorientering

Bilaga 2 Inventering - Bedömningsunderlag för tillåtna vibrationsnivåer

Bilaga 3 Sammanställning - Tillåtna vibrationsvärden

1. Uppdrag

Nitro Consult AB har fått i uppdrag att utreda omgivningspåverkan med avseende på vibrationer, luftstötvågor och risken för stenkast i samband med fortsatt och utökad bergtäktsverksamhet vid fastigheten Gotland Othem Österby 1:229. 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.

I uppdraget ingår att upprätta riskanalys enligt Svenska Standarder SS 4604866:2011 och SS 025210, att ange tillåtna nivåer för markvibrationer och luftstötvågor samt att ange rekommendationer för att minimera risken för kast från sprängning.

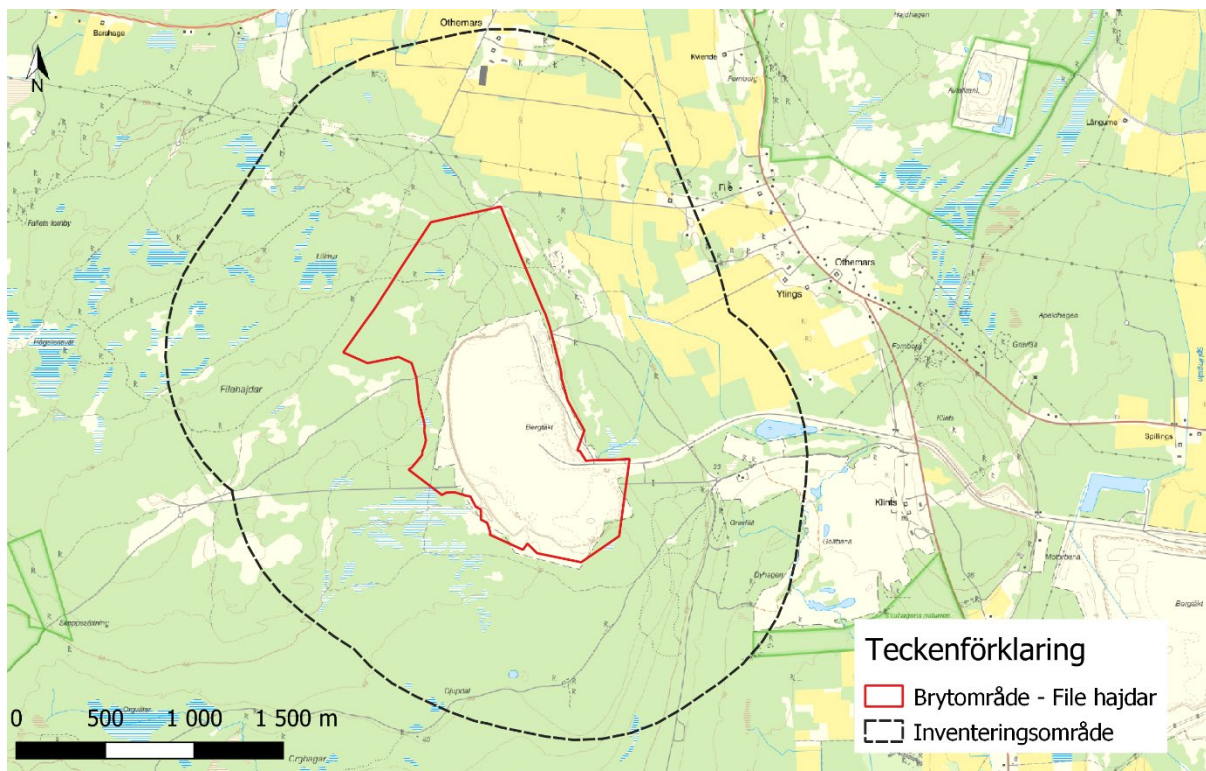
Denna utredning omfattar ej geologiska, hydrogeologiska eller geotekniska undersökningar. Bullerutredning för verksamheten ingår inte heller i denna rapport.

2. Underlag

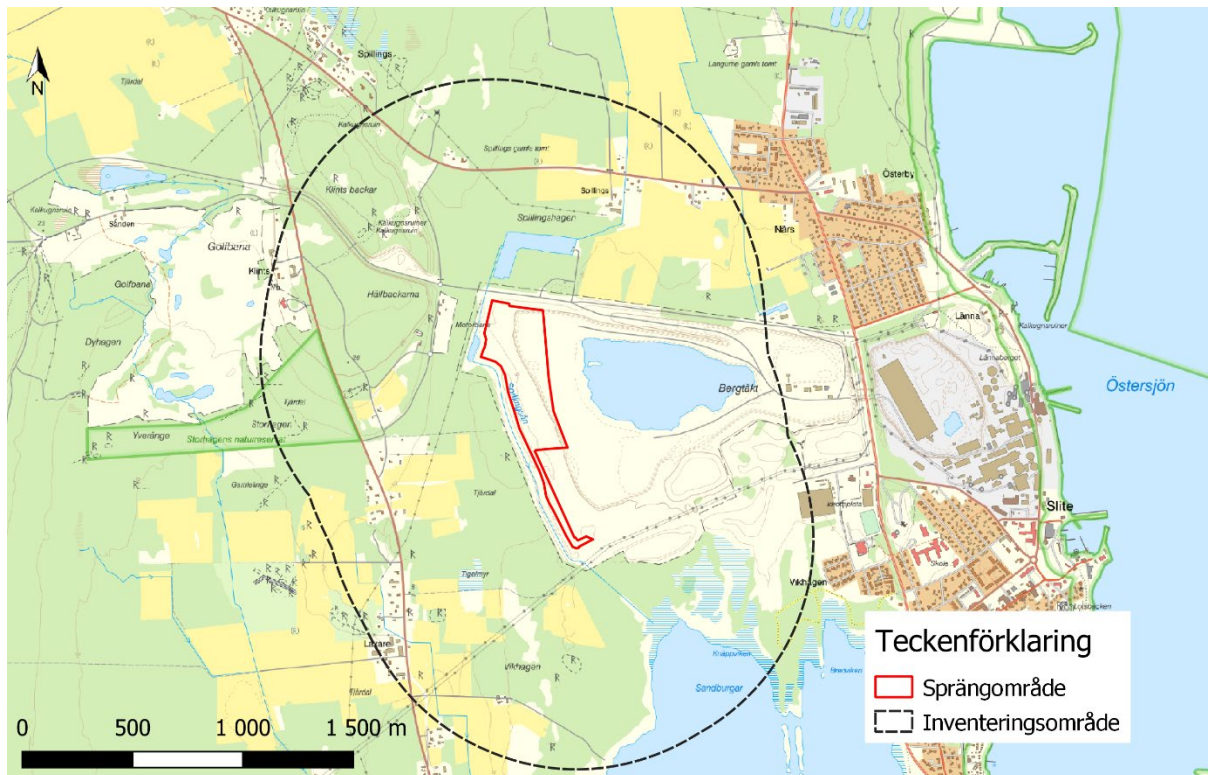
- Inventering utförd under september & december månad 2022
- Underlag för samråd inför ansökan om tillstånd till fortsatt och utökad täkt- och vattenverksamhet vid Slite, Gotlands kommun, daterat 2022-06-29
- Uppgifter om planerad brytning, ritningar och fastighetsförteckning från Heidelberg Materials
- Svensk Standard SS 4604866:2011: *Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader*
- Svensk Standard SS 025210: *Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstötvågor – Riktvärden för byggnader*
- ”2131 7852 Omgivningspåverkan från sprängning: Prognostisering, kontroll och skyddsåtgärder”, Nitro Consult, daterat 2021-12-14
- Jordartskartan över aktuellt område från Sveriges Geologiska Undersökning – SGU:s kartgenerator
- Fastighetskartan över aktuellt område från Lantmäteriet – Min karta

3. Inventering

Inventeringen syftar till att identifiera förekomsten av byggnader, anläggningar och verksamheter som är känsliga för störningar genom i första hand vibrationer och luftstöt vågor från sprängning. Inventeringen har skett i ett område som motsvarar ca 1 000 m radie från planerat brytområde och sprängområde, se Figur 3.1 och Figur 3.2.



Figur 3.1 Karta över inventerings- och brytområde för File hajdar.



Figur 3.2 Karta över inventerings- och sprängområde för Västra brottet.

3.1. Metod

Den inventering som ligger till grund för riskanalysen omfattar ett område på ca 1 000 m radie räknat från täkternas planerade brytning/sprängområdesgränser. Inventering har genomförts genom platsbesök där en okulär bedömning av fastigheter skett.

På översiktskartorna i bilaga 1 redovisas inventeringsområden och den bebyggelse som kan komma att beröras av den planerade täktverksamheten.

I bilaga 2 redovisas de fastigheter som har inventerats. De inventerade objekten har numrerats löpande. Riskanalysen baseras på en utvändigt okulär kontroll/inventering. Det vill säga, en bedömning av dimensionerande material, grundläggning och undergrunden för respektive byggnad. I vissa fall har fastighetsägare lämnat kompletterande uppgifter.

I bilaga 3 visas en sammanställning av inventeringsobjekten och beräknade tillåtna vibrationsnivåer (toppvärden i vertikal mätriktning). Alla redovisade avstånd är räknade från gränsen för respektive bryt- och sprängområdesgränser till närmaste bostadshus.

3.1.1. Brunnar

Somliga fastigheter har enskilda brunnar. Dessa redovisas inte i denna utredning då de inte bedöms vara dimensionerande – dvs. styrande för riskbedömningen - ur vibrationssynpunkt. En hydrogeologisk utredning genomförs som en annan del i tillståndsansökan.

3.1.2. Vibrationskänslig verksamhet och utrustning

Inom inventeringsområdet har ingen vibrationskänslig utrustning eller verksamhet påträffats inom sådant avstånd att det blir dimensionerande ur vibrationssynpunkt.

3.1.3. Teknikbyggnader

En transformatorstation och ett ställverk finns inom inventeringsområdet, men ingen har påträffats på ett sådant avstånd att det är dimensionerande ur vibrationssynpunkt.

3.1.4. Ledningar

Ledningar i mark har inte inventerats eftersom de inte bedöms vara känsliga för vibrationer.

3.1.5. Kraftledningar – luft

Norr om File hajdar går en kraftledning men på grund av det långa avståndet från denna till tåkten (>200 m) bedöms den inte vara dimensionerande ur vibrationssynpunkt. Både väster och söder om Västra brottet passerar en kraftledning som närmast ca 50 m. Denna ledning kommer inte heller vara dimensionerande ur vibrationssynpunkt men måste beaktas med hänsyn till stenkast.

4. Inledning och bakgrund

På fastigheten Othem Österby 1:229 i Slite har Cementa AB för avsikt att ansöka om förnyat och utökat tillstånd för bergtäktsverksamhet. Ansökan avser en tidsperiod om 30 år.

Vid ansökt maximal produktion bryts 3,8 miljoner ton/år. Antal planerade sprängtillfällen per år beräknas bli ca 150 ggr/år men kan komma att ändras i framtiden.

Pallhöjden inom brytområdet beräknas uppgå till ca 15-35 m. Använd borrhålsdiameter är 110 och 127 mm och laddning beräknas ske med bulksprängmedel.

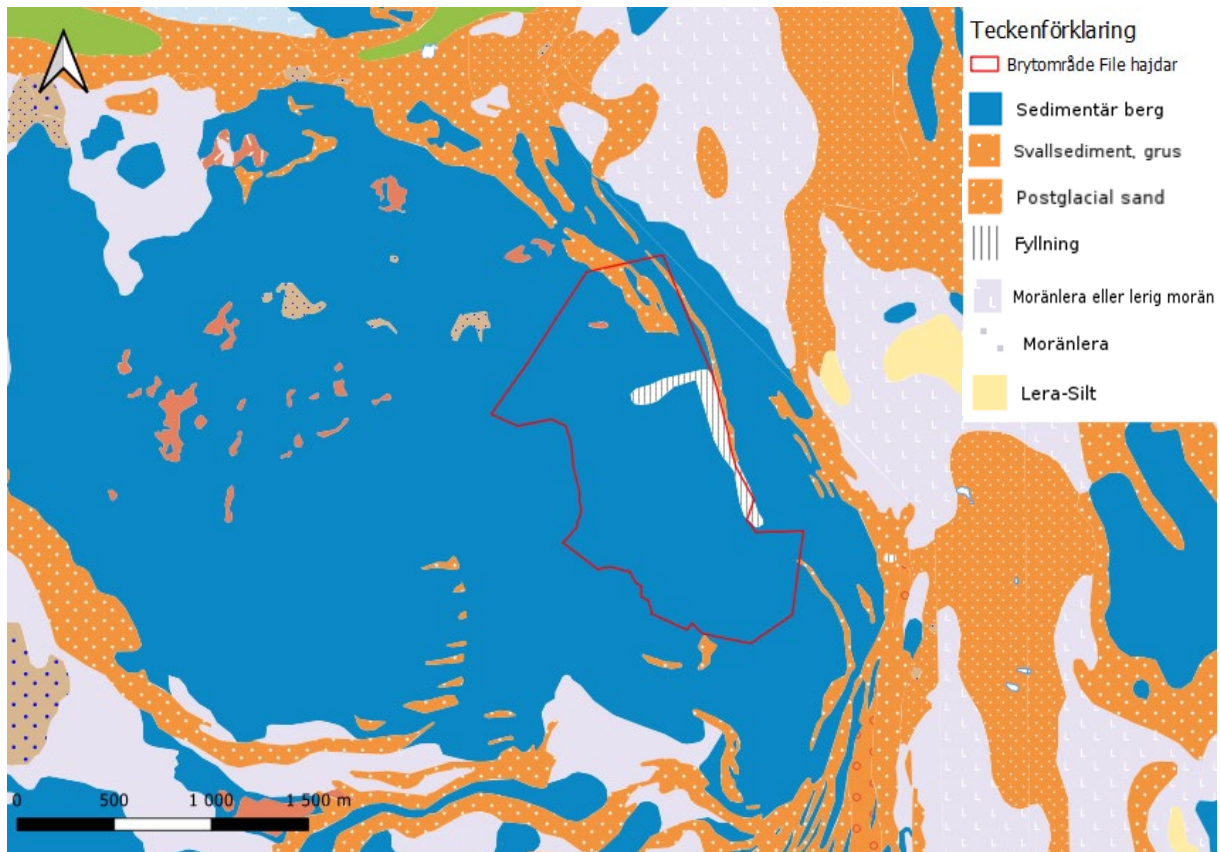
Denna utredning, omfattande markvibrationer, luftstöt vågor och kastrisker från planerade sprängningar, baseras på tillgängligt underlag för tåkten samt på de moderna brytningsmetoder som generellt tillämpas vid bergtäktsverksamhet.

De teoretiskt beräknade vibrationsnivåerna som redovisas i denna utredning baseras på erforderliga borrhålsladdningar för Ø 127 mm vid pallhöjder upp till 35 m. Den ur vibrationssynpunkt samverkande laddningen, Q_s , bygger på att varje borrhål har en unik intervalltid. Det vill säga, att enbart ett hål (eller del av hål), detonerar vid exakt samma tidpunkt.

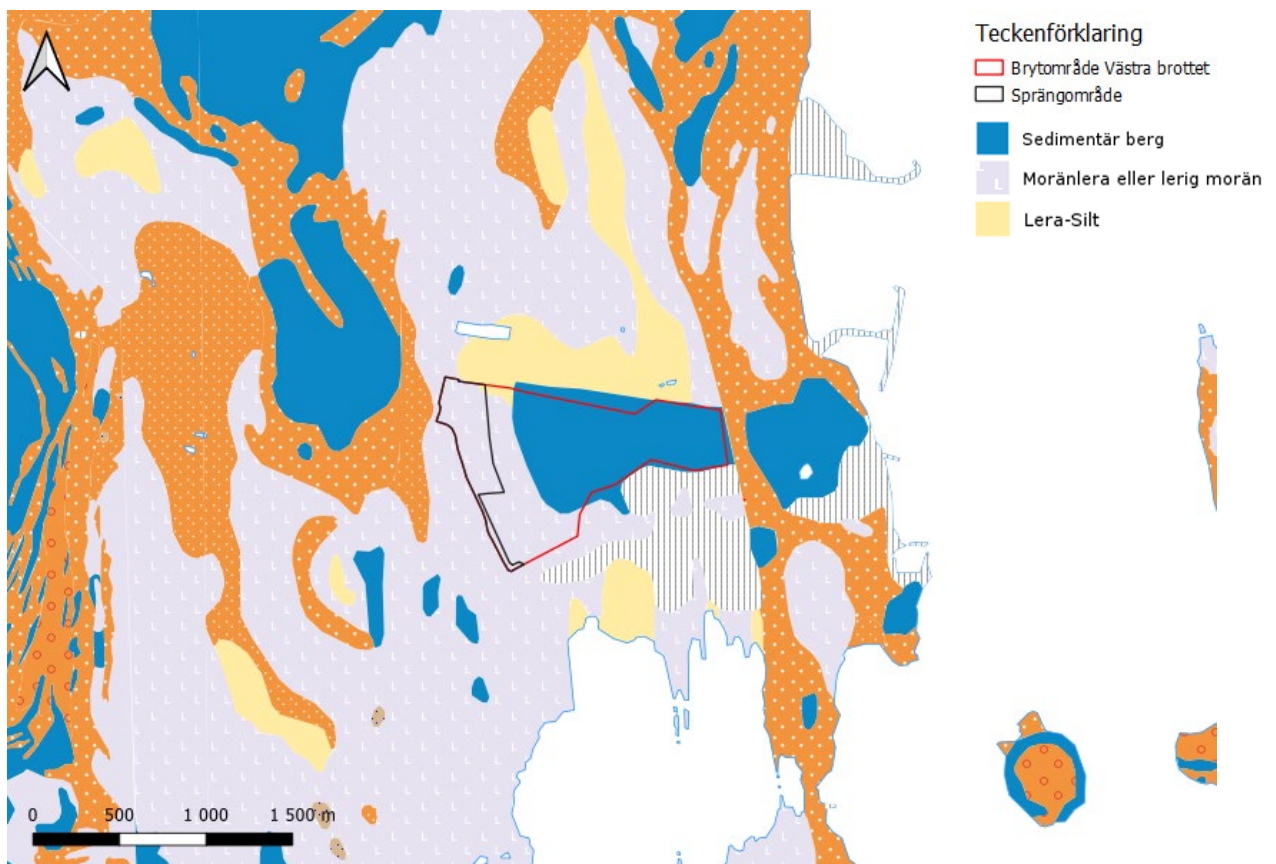
Den miljöpåverkan som följer av själva brytmomenten i en bergtäkt utgörs i huvudsak av damning, buller, luftstöt vågor och vibrationer.

4.1. SGU:s jordartskarta

Vid beräkningar för inventerade objekt i närområde för sprängning används jordartskartan från SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) som underlag för tillåtna vibrationsvärden enligt Svensk Standard SS 4604866:2011, se Figur 4.1 och Figur 4.2.



Figur 4.1 SGU:s jordartskarta över File hajdar-täkten med omnejd.



Figur 4.2 SGU:s jordartskarta över Västra brottet med omnejd.

4.2. Tillåtna vibrationer och luftstöt vågor

Risکانالysen är utförd efter de rekommendationer som anges i Svensk Standard SS 4604866:2011 *Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader* samt Svensk Standard SS 025210 *Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstöt vågor – Riktvärden för byggnader*.

I risکانالysen beräknas tillåtna nivåer för vibrationer och luftstöt vågor, vilka är satta så att skador inte ska uppstå på byggnader. Standarderna behandlar alla slags sprängningsarbeten såsom bergtäkter, gruvor och anläggningsarbeten.

Värdena tar inte hänsyn till den psykologiska effekt som sprängning kan ha på den som vistas i byggnader.

4.2.1. Vibrationer i byggnader

I vibrationsstandarden tas hänsyn till byggnaders undergrund (markslag), grundläggningstyp, vibrationskänslighet i konstruktion och byggnadsmaterial, avstånd från sprängplats, typ av verksamhet, varaktighet och hur ofta sprängning sker.

Tillåtna vibrationsnivåer för byggnader anges i rapporten i form av så kallade V_{350} -värden och gäller vid avstånd 350 m eller längre från salvorna. Vid kortare avstånd ska tillåtna vibrationsnivå justeras enligt Svensk Standard SS 4604866:2011.

De angivna tillåtna vibrationsnivåerna gäller i vertikal mätriktning.

4.2.2. Luftstöt vågor

Vid beräkning av tillåtna luftstöt vågor har anvisningarna i Svensk Standard SS 025210 tillämpats. Standarden anger riktvärden för att förhindra skada på grund av luftstöt våg. Samtliga byggnader, såväl industri-, ekonomi- som bostadsbebyggelse, har åsatts ett generellt värde på 400 Pa reflektionstryck.

5. Omgivningspåverkan

5.1. Inledning

Sprängningsarbetena ska planeras och genomföras på sådant sätt att närliggande bebyggelse inte skadas genom markvibrationer, luftstöt vågor eller stenkast. Arbetena ska bedrivas enligt gällande lagar, föreskrifter och anvisningar. Som exempel kan nämnas AFS 2007:1, 2019:2 *Sprängarbete* och AFS 2010:1 *Berg- och gruvarbete*.

5.2. Allmänt om vibrationer

Vid sprängning uppstår vågrörelser som ger upphov till vibrationer i marken. Vågorna sprider sig symmetriskt från detonationen och avtar med avståndet. Utbredningen beror på ett flertal olika saker, som exempelvis typ av vågor och markens beskaffenhet. Storleken på vibrationerna beror dock främst på avståndet till sprängningen samt storleken på den samverkande laddningen.

5.3. Restriktioner, störning och skada

Det är viktigt att påpeka att de tillåtna vibrationsnivåer som beslutas av myndigheter som ”riktvärden”, ”gränsvärden” eller ”begränsningsvärden” i tillstånds- och tillsynsärenden aldrig, eller mycket sällan, är relaterade till risken för skada på hus. Dessa är i stället komfortvärden i den betydelsen att vibrationsrestriktionerna sätts för att minska störningen hos närboende. Risk för skada på byggnader uppstår i regel först vid betydligt högre värden.

5.3.1. Risk för skada, omgivande byggnader och anläggningar

Vibrationer kan vara den direkta orsaken till skador på byggnader. Oftast uppstår dessa skador då vibrationer orsakar töjning i byggnadsdelar, vilket kan få konsekvensen att materialets hållfasthet överskrids. Mot denna bakgrund har det utvärderats hur stora vibrationsnivåer olika typer av byggnationer kan utsättas för innan det uppkommer risk för skada. I Sverige använder man Svensk Standard SS 4604866:2011 för att bedöma dessa nivåer när det gäller byggnader.

För anläggningar, installationer och utrustningar tillämpas andra bedömningsgrunder. Exempelvis tillverkares rekommendationer, teoretiska beräkningar eller branschpraxis.

5.3.2. Störningar – människans upplevelse

Människan kan vara mycket känslig för vibrationer. Många känner av vibrationer redan vid 0,2-0,5 mm/s (svängningshastighet). Människans förmåga att bestämma vibrationens storlek och att bedöma om en vibration är skadlig för en byggnad eller inte, utifrån kännbar upplevelse, är nästintill obefintlig. Byggnader skadas sällan ens vid vibrationsnivåer som är många gånger högre än kännbarhetsströskeln. Risk för byggnadsskada föreligger normalt i intervallet 50-1 000 ggr kännbarhetsströskeln.

Något som ytterligare komplicerar detta är att vi människor är mest känsliga för vibrationer som innehåller höga frekvenser, medan byggnader oftast riskerar att skadas vid låga frekvenser.

I detta sammanhang är betydelsen av information och kunskap mycket viktig. Har man kunskaper om sprängningen, det vill säga att man vet när den ska ske, hur det fungerar och på vilket sätt omgivningen påverkas, så minskar oftast både oron för sprängningen och reaktionen på vibrationer och luftstöt våg. Samma sak gäller skrämseleffekten, som är en av de viktigaste orsakerna till störning. Detta kan lätt undvikas om man på lämpligt och anpassat sätt förvarnar de som så önskar om när nästa sprängning kommer att ske.

5.3.3. Orsaken till uppkomsten av markvibrationer

Vibrationer är en svängningsrörelse i mark som uppstår bland annat vid sprängning. Eftersom vibrationen är en del av den fragmenteringsprocess som också är sprängningens syfte, så är sprängningens omfattning en avvägning mellan att uppnå optimal fragmentering samtidigt som man i möjligaste mån undviker störning för närboende.

För att minska påverkan i omgivningen omfattar täkttillstånd normalt sett en reglering av tillåtna vibrationsnivåer i omgivningen. Vanligt förekommande i svensk praxis är att bergtäkter tilldelas ett begränsningsvärde för vibrationer på 4 mm/s (får överskridas i 10% av fallen) och ett maxvärde på 6 mm/s vilket aldrig får överskridas för byggnader som klassas som bostäder. Prognoser och beräkningar i denna riskanalys kommer utgå ifrån denna praxis, för att inga vibrationsnivåer i bostäder ska överskrida 4 mm/s.

Från inventeringen har de närmaste belägna byggnaderna enligt Svensk Standard SS 4604866:2011 tilldelats ett gränsvärde mellan 6–8 mm/s. Detta gränsvärde representerar den vibrationsnivå av påverkan som fastigheten bedöms tåla utan att riskera skada från vibrationerna som orsakas av sprängningar.

5.3.4. Prognostisering och kontroll

Hur stor vibrationen blir i omgivningen beror främst på följande faktorer:

- Avstånd mellan detonation och hus (mätpunkt)
- Samverkande laddning (normalt laddningen i ett borrhål)
- Sprängämnets egenskaper
- Tidsfördröjning mellan de olika detonationerna (salvans tändföljd)
- Kopplingsfaktor, dvs. hur bra energin från sprängmedlet når in i berget
- Geologi, dvs. hur vibrationerna fortplantar sig i marken

Av dessa är de två sista parametrarna platsspecifika och därmed mätbara men inte påverkbara. Övriga parametrar kan verksamhetsutövaren påverka och av dessa är avstånd och samverkande laddning generellt sett de viktigaste. Detta innebär att avstånd och samverkande laddning kan användas för att styra vibrationens storlek. Tidsfördröjningen kan i viss mån påverka vibrationens storlek (normalt i storleksordningen 20–30 %).

I denna rapport används den s.k. skallagsekvationen för att prognostisera vibrationer och bestämma hur mycket man får ladda för att undvika att gå över en bestämd vibrationsnivå:

$$v = A \left(\frac{r}{\sqrt{q}} \right)^B \quad (\text{Skallagsformeln}),$$

parametern $\left(\frac{r}{\sqrt{q}} \right)$ benämns ofta SD, skaldistansen

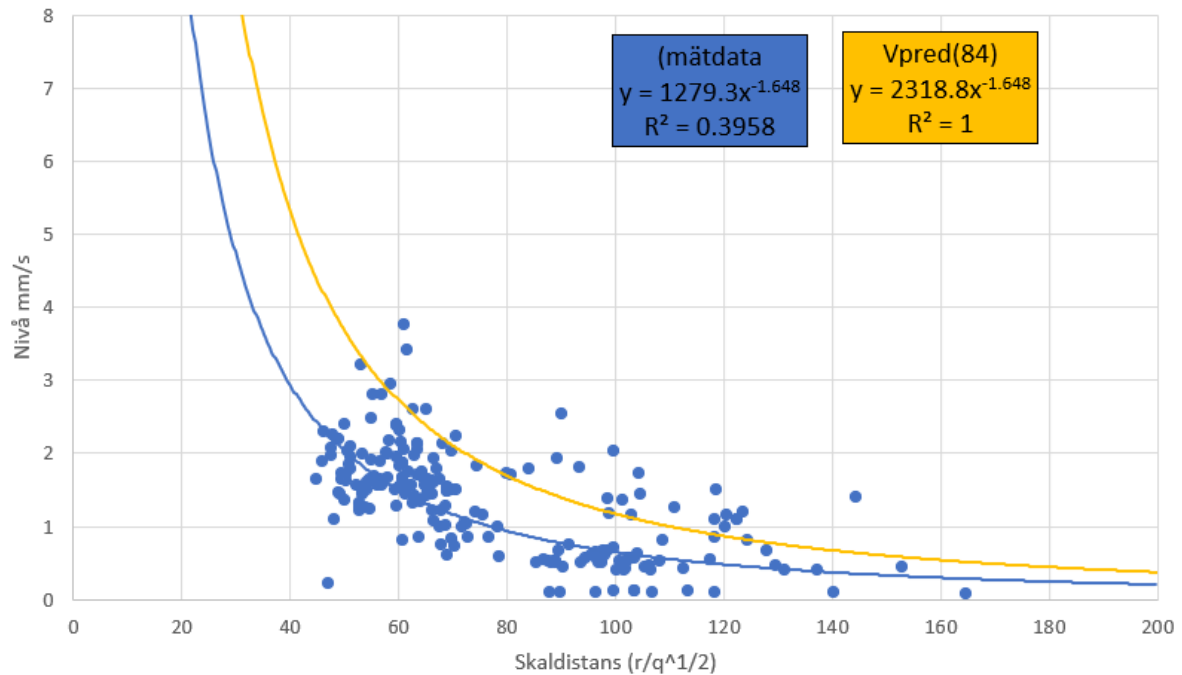
r = avstånd mellan sprängplats och objekt i m

q = max samverkande laddning i kg

A och B är platsberoende konstanter

v = svängningshastighet (vibration) i mm/s

För framtagning av platsspecifika skallagssamband har historiska data gällande vibrationer och luftstötsvågstryck analyserats. Denna data har tagits från NCVIB (NCVIB är en webbapplikation där mätdata samt information om salvor kan sparas och behandlas) och kommer från tidigare sprängningar i Slites bergtäkter. Denna data har exporterats och analyserats i Excel genom manuell regressionsanalys för slutlig framtagning av platsspecifika skallagssamband. I Figur 5.1 plottas uppmätta värden vid File hajdar och Västra brottet mot skaldistansen.



Figur 5.1 Vibrationsmätningar vid File hajdar och Västra brottet. Figuren visar data från mätpunkter vid Slite, där regressionsanalysen bygger på data från dessa punkter.

Den platsberoende ekvationen som bestämts i detta projekt syns i Figur 5.1, där den blå linjen motsvarar förväntad medelvibrationsnivå beroende på skaldistans, och den gula linjen innebär att 84 % av alla sprängningar givit lägre vibrationer med avseende på skaldistansen (+ 1 standardavvikelse). Det är konstanterna för den gula linjen som används i detta projekt.

När sprängningar görs på avstånd där vibrationer behöver beaktas med avseende på omgivningspåverkan kan därför skallagsekvationen tillämpas och i Slite finns indata för att dessa samband ska vara direkt relaterade till File hajdar och Västra brottet (Figur 5.1).

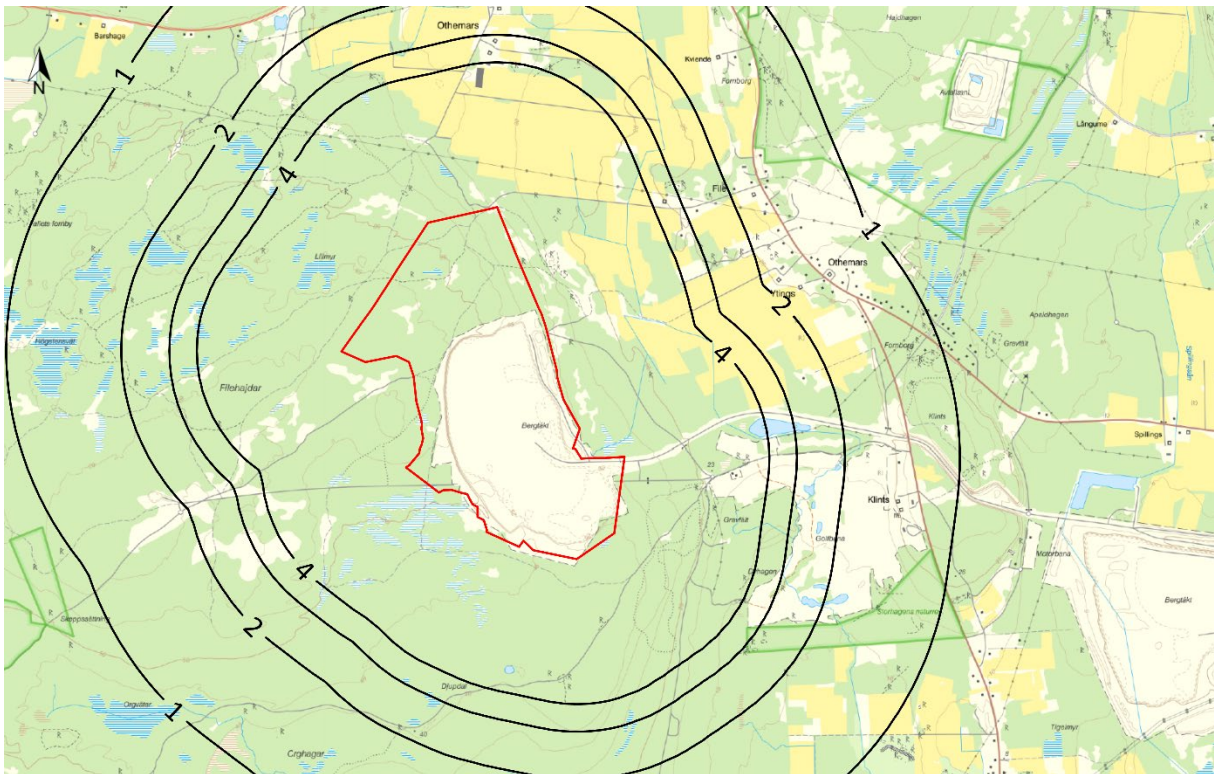
En förutsättning för att kunna genomföra detta är god kontroll över salvans position samt samverkande laddningsmängd (laddning per hål). I dagsläget mäts samtliga salvor in med GPS positionering, det är en rekommendation att detta görs även fortsättningsvis.

Genom att följa upp sprängningar på detta sätt kan man verifiera att den använda modellen stämmer, korrigera den om man kommer i annan geologi med annan respons samt vidta skyddsåtgärder om man behöver spränga i områden där man riskerar för höga vibrationer.

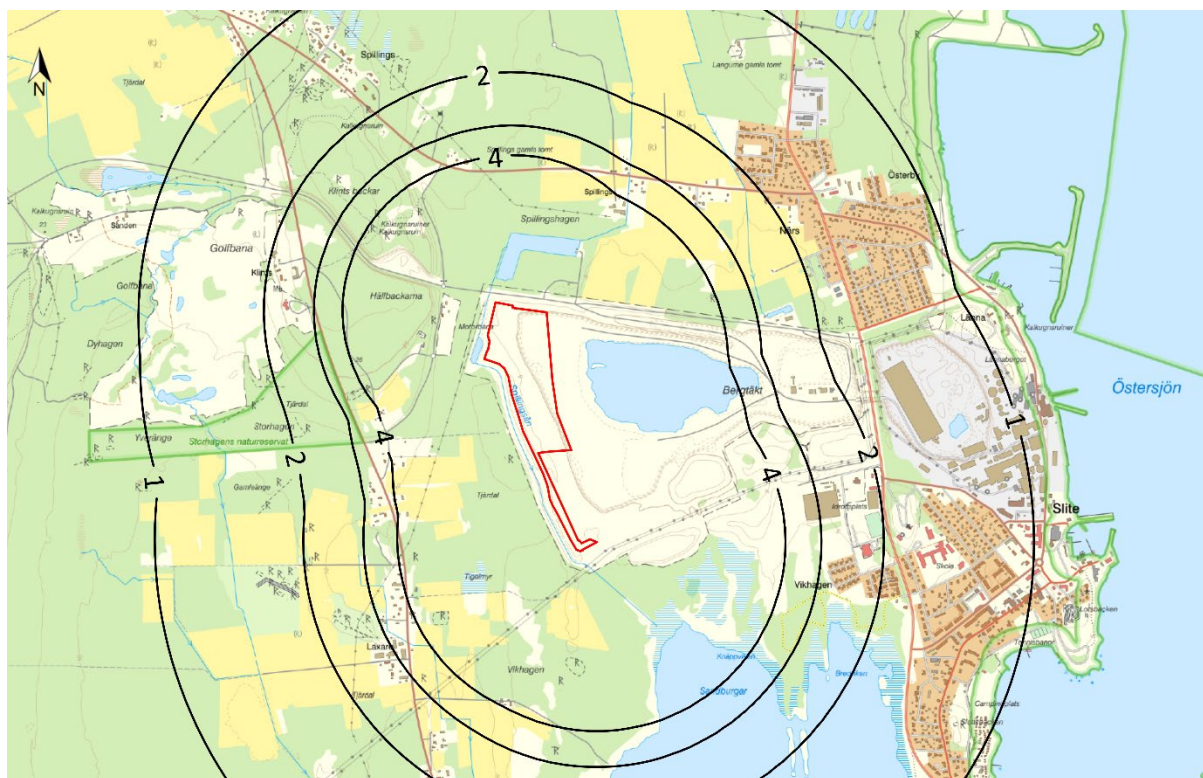
Genom att planera sina sprängningar på detta sätt kan man med hög säkerhet hålla sig under tillåtet värde. Normalt när det är ett s.k. riktvärde som sprängningarna skall understiga planeras sprängningarna med 84 % säkerhet.

5.3.5. Vibration- och laddningsberäkningar

För framtagande av vibration- och laddningsberäkningar används det platsspecifika skallagsbandet. Vibrationsprognosen bygger även på en maximal samverkande laddning (oftast laddning per hål) på 300 kg. För vibrationskartan visas maximala prognostiserade nivåer som isolinjer, se Figur 5.2 för File hajdar-täkten och Figur 5.3 för Västra brottet.



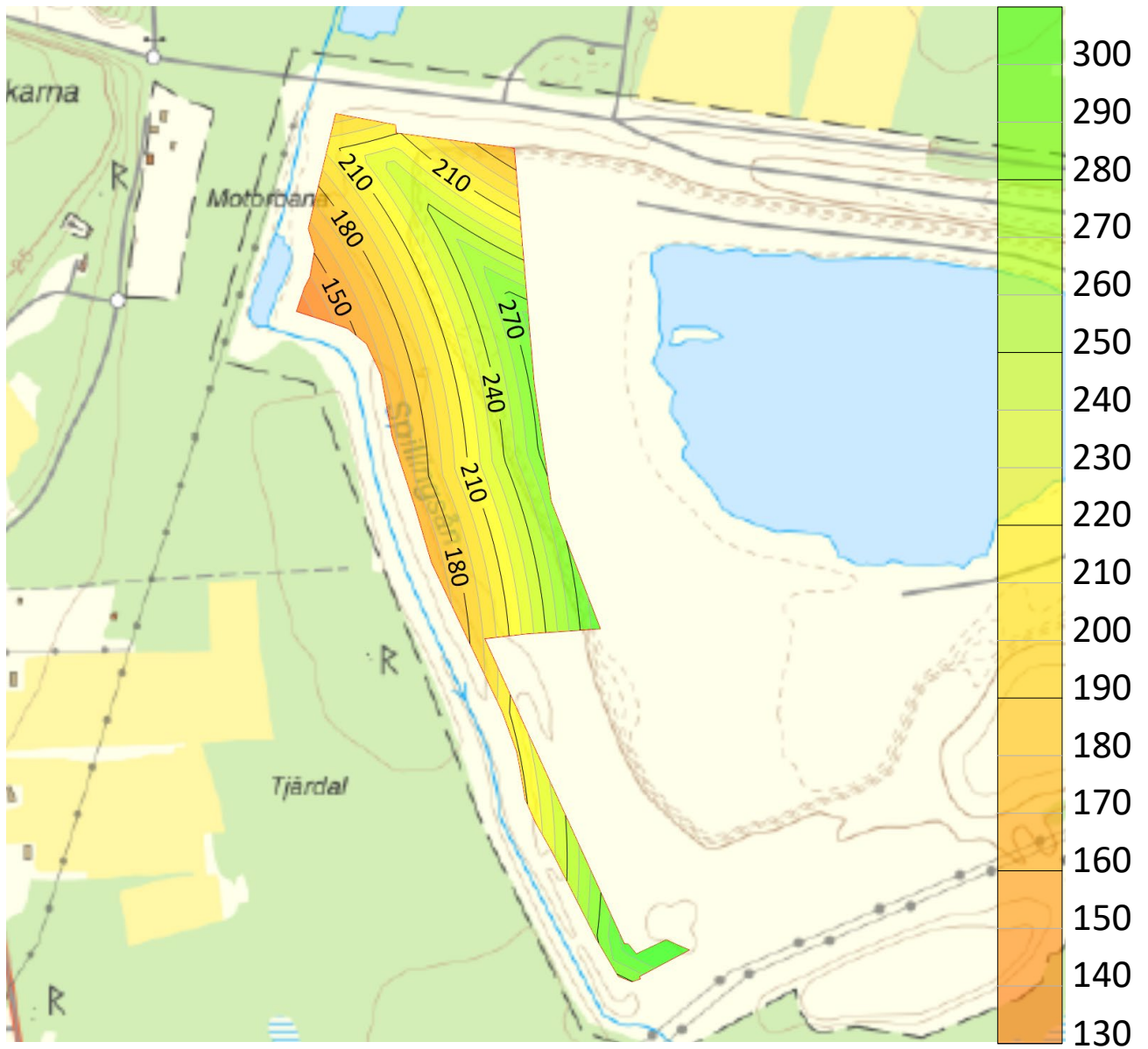
Figur 5.2 Karta som visar prognostiserad maximal vibrationsnivå (mm/s) vid en maximal samverkande laddning på 300 kg vid File hajdar-täkten. Rött område representerar brytområdet.



Figur 5.3 Karta som visar prognostiserad maximal vibrationsnivå (mm/s) vid Västra brottet utifrån laddningsmängder enligt Figur 5.4. Rött område representerar sprängområdet.

Utifrån Figur 5.2 kan man se att den planerade samverkande laddningsmängden om ca 300 kg är möjlig i File hajdar-täkten. Detta innebär att med planerade pallhöjder och borrhålsdiameter kommer vibrationsnivåerna hålla sig under antagna begränsningsvärden och planerade laddningsmängder kan användas i hela täkten.

Vid Västra brottet kan de planerade samverkande laddningsmängderna om ca 300 kg användas längst söderut, se Figur 5.4. Frånsett detta område kommer laddningarna att begränsas, med en minsta prognostiserad laddning om ca 130 kg. Detta innebär att åtgärder för att reducera den samverkande laddningen kan komma att bli nödvändiga. Alternativ till att minska pallhöjden (palldelning) kan vara att minska borrhålsdiametern eller att använda så kallad däckladdning där man delar upp laddningen i mindre delar i borrhålet.



Figur 5.4 Karta som visar prognostiserad maximal laddning (kg) vid Västra brottet.

5.4. Luftstöt vågor

5.4.1. Orsaken till uppkomsten av luftstöt vågor

Luftstöt vågor är tryckförändringar som uppstår vid sprängning. Höga luftstöt vågor kan leda till skador på byggnader, framför allt gäller detta fönsterskador och putsnedfall. Säkra nivåer för detta anges i Svensk Standard SS 02 52 10 Vibration och stöt – Sprängningsinducerade luftstöt vågor – Riktvärden för byggnader (1996).

Högsta tillåtna värde för luftstöt våg enligt Svensk Standard SS 02 52 10 är 500 Pa reflektionstryck. Som jämförelse visar studier att risken för att en fönsterruta går sönder är 0,1 % vid 700 Pa frifältstryck, vilket motsvarar 1 400 Pa reflektionstryck.

Luftstöt vågen kan dock upplevas störande då den inne i huset upplevs på samma sätt som markvibrationen.

För att minimera denna störning beslutar tillståndsgivande myndigheter om restriktioner för hur kraftig luftstöt vågen får vara vid närliggande bostäder. Vanligt förekommande villkor för bergtäkter är ett tillåtet värde på 100 Pa frifältstryck/200 Pa reflektionstryck (som ska innehållas 90% av fallen), m samt ett maxvärde på 150 Pa frifältstryck/300 Pa reflektionstryck som aldrig får överskridas.

Luftstöt vågor från sprängning uppkommer framför allt av två orsaker. Den första är att sprängningen orsakar att en stor mängd sten trycks framåt i hög hastighet vilket i sin tur skapar en luftstöt våg. Den andra är att sprängämne kommer för nära omgivande luft och att den gasexpansion som uppstår i detonationen ger upphov till en luftstöt. Den första orsaken ger alltid upphov till en viss luftstöt medan det ofta är den andra orsaken som, vid enstaka tillfällen, ger upphov till oväntat höga nivåer på luftstöt vågor.

Orsaken till oväntat hög luftstöt våg kan antingen vara sprängningsförfarandet (exempelvis dålig förladdning) eller geologiska förhållanden, som är svåra att upptäcka. Inträffar detta i kombination med ofördelaktiga meteorologiska förhållanden kan luftstöten bli kraftig.

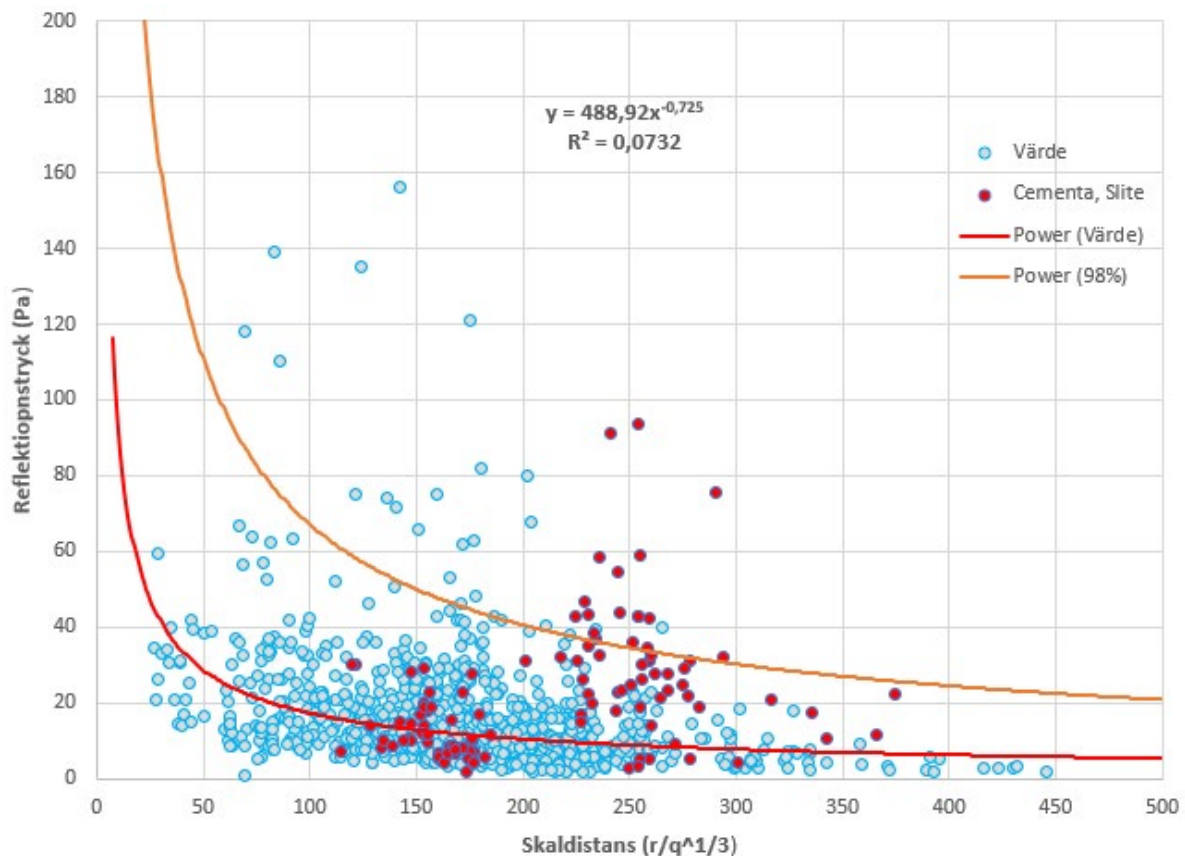
5.4.2. Prognostisering och kontroll

Luftstöt vågens utbredning och intensitet kan, från ett sprängningstillfälle till ett annat, visa stora variationer vid samma mätplats beroende av många olika faktorer. Störst inverkan på luftstöt vågens storlek har:

- Samverkande laddning
- Avstånd
- Sprängämnets inneslutningsfaktor
- Topografiska förhållanden
- Vindriktning och vindstyrka
- Luftlagrens skiktning (temperaturinversion och molnbas)
- Markytans reflektions- och absorptionsförmåga

Av ovanstående faktorer kan samverkande laddning, avstånd och inneslutningsfaktorn anpassas för att minska luftstöt vågens storlek, medan de andra beror helt och hållet på aktuella förhållanden när salvan ska skjutas.

För att prognostisera luftstöt vågstryck kan man använda samma metodik som för vibrationer, men då spridningen är betydligt större behövs det mer data för att kunna göra en analys. I Figur 5.5 plottas mätningarna från Slites kalkbrott (röda prickar) tillsammans med data från ett stort antal andra bergtäkter och gruvor i Sverige (blå prickar). Detta låter sig göras eftersom egenskaperna i mediet luftstöt vågen går genom (luft) inte ändrar sig på samma sätt som det geologiska mediet markvibrationen går genom.



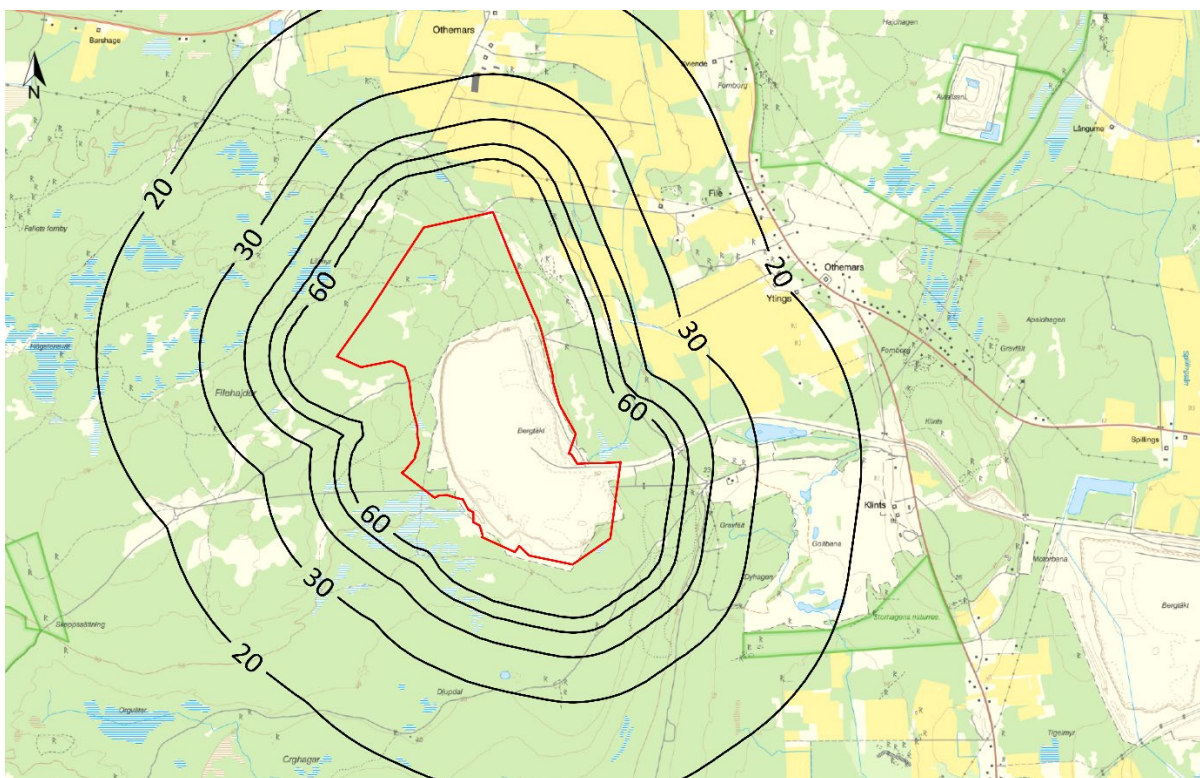
Figur 5.5 Luftstövågmätningar vid Slites bergtäkter. Uppmätta salvor (reflektionstryck) röda punkter, plottade tillsammans med ett stort antal mätningar från andra täkter och gruvor (över 1000 salvor).

Framtaget samband i Figur 5.5 har sedan använts för att prognostisera maximalt luftstövågstryck kring kalkbrottet. För prognosen har 98 %-linjen använts. Orsaken till att en högre säkerhetsmarginal används för luftstövågstryck än för markvibrationer är att avståndet mellan sprängplatsen och ett skyddsobjekt (exempelvis ett bostadshus) är av mindre betydelse när det gäller luftstövågor än för markvibrationer.

I mätpunkt 3b vid File hajdar är luftstövågen ibland något högre än förväntat (de röda punkterna i Figur 5.5 som ligger över ”maxlinjen”). Orsaken till detta har inte utvärderats, eftersom värdena vid närmaste bostäder ändå är långt under det värde som normalt sett tillåts dvs. 100 Pa frifältstryck (värdena överstiger aldrig 50 Pa frifältstryck).

5.4.3. Luftstövågsberäkningar

För framtagande av luftstövågsberäkningar används det platsspecifika skallagsambandet enligt kapitel 5.4.2 ovan. Luftstövågsprognosen bygger även på en maximal samverkande laddning (oftast laddning per hål) på 300 kg för File hajdar samt laddningsmängder enligt figur 5.4 för Västra brottet. I Figur 5.6 och 5.7 visas det maximala prognostiserade luftstövågstrycket för File hajdar respektive västra brottet.



Figur 5.6 Karta över prognostiserat maximalt luftstövågstryck (frifältstryck i Pa) vid File hajdar-täkten. Rött område representerar brytområdet.



Figur 5.7 Karta över prognostiserat maximalt luftstövågstryck (frifältstryck i Pa) vid Västra brottet. Rött område representerar sprängområdet.

Sammantaget kan det konstateras att det förväntade luftstöt vågstrycket hamnar under antagna begränsningsvärden och därmed under skadliga nivåer.

5.5. Stenkast

5.5.1. Allmänt

I samband med detonation frigörs en stor mängd gas under högt tryck vars syfte är att fragmentera och lossa bergvolymen. Denna process förorsakar även oönskade effekter som exempelvis stenkast.

Vid produktions- och större anläggnings sprängning där täckning av salvorna inte är möjlig förekommer alltid stenkast, dock oftast i mindre omfattning och med relativt begränsade kastlängder. Detta bygger på ett kontrollerat sprängningsförfarande med normala säkerhetsåtgärder avseende förladdning, tändföljd, bergrensning, borrhålsprecision, laddning av salvans första rad etc. Noggrannheten i utförandet av dessa säkerhetsåtgärder är avgörande för hur stor risken för stenkast är samt hur långa kastlängder som kan förväntas.

5.5.2. Orsaken till oönskat stenkast

Orsaken till oönskad stenkastning kan anses vara antingen att avståndet mellan sprängmedlet och bergytan är för liten (dvs. att försättningen eller förladdningen varit för liten) eller att mängden sprängmedel är för stor.

För liten försättning kan bero på exempelvis felborrning, dvs. att borrhålet hamnar för nära ytan eller att berg i framkant rasat ut och av det skälet skapar en mindre försättning än planerat.

För stor laddning kan exempelvis bero på hålrum i berget där sprängmedel samlas eller felborrning som resulterar i att två borrhål går ihop.

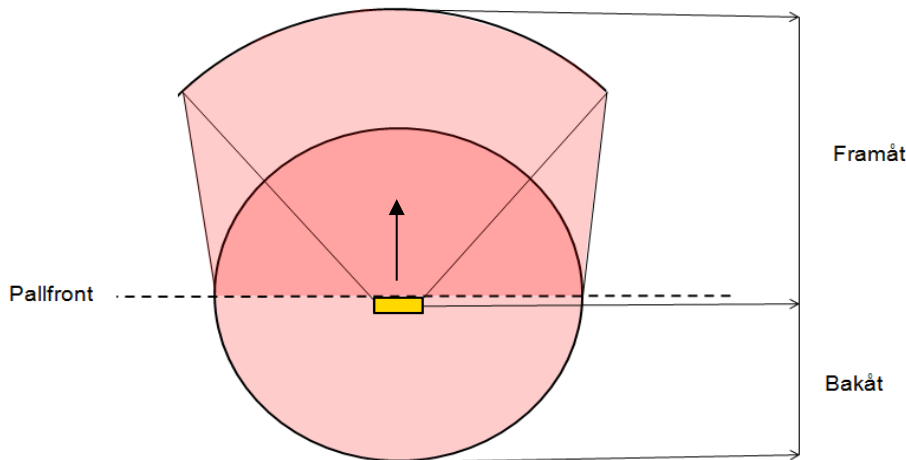
5.5.3. Säkerhetszon

För att sprängning utan täckning ska kunna ske på ett säkert sätt måste en säkerhetszon upprättas. Inom säkerhetszonen får inga människor befinna sig vid sprängning. Det är även lämpligt att i största möjliga mån undvika att övriga byggnader och objekt som kan skadas av stenkast finns inom säkerhetszonens område. Säkerhetszonen är konstruerad så att ingen sten i normala fall ska kastas längre än halva zonens utsträckning (för områden där andra objekt än människor, i detta fall främst kraftledningar ska skyddas minskas denna skyddszon till 50 % dvs 150 % av teoretisk kastlängd).

Vid Slite används normalt 110 mm eller 127 mm hål vid laddning. Generellt rekommenderas, vid användande av 127 mm borrhål, ett skyddsavstånd på 530 m framför salvan och 300 m bakom (se Figur 5.8).

Dessa avstånd gäller under förutsättning att man har en "normal" säkerhetsnivå och normala sprängtekniska parametrar (laddning, försättning, hålavstånd etc.) vid sprängningarna. För andra skyddsobjekt än *människor* kan en mindre skyddszon tillämpas.

Genom att öka längden på förladdningen kan man minska kastlängder bakåt och på samma sätt kan man minska avståndet framåt genom att öka försättningen.



Figur 5.8 Säkerhetszonens utformning. Den runda cirkeln gäller kratereffekt (det vill säga för bakåtkast) medan det utökade området i framåtriktningen gäller kasten från pallkant.

5.5.4. Kastrisker

Runt omkring File hajdar ligger närmaste bostadshus ca 865 m från brytområdet. Detta innebär att inget bostadshus kommer innanför skyddszonen för sprängning. De närmaste objekten är kraftledningsgatan (ca 230 m norr om brytområdets nordöstra kant) samt vägar och cykelvägar.

Vid Västra brottet ligger närmaste bostadshus ca 525 m (objekt 40) från sprängområdet. Det återfinns även en mindre sommarstuga ca 415 m (objekt 41) från sprängområdet. Vidare återfinns en crossbana (objekt 61) i nordväst som har ett närmaste avstånd om ca 150 m från tälten, samt en skjutbana (objekt 60) på närmaste avstånd om ca 280 m.

Objektens placering i relation till sprängområdet innebär således att goda rutiner behövs för att säkerställa att inga människor vistas inom säkerhetszonen. Verksamhet vid crossbanan samt skjutbanan ska exempelvis inte bedrivas under sprängningsarbete i de norra delarna av Västra brottet.

Sammantaget ställer detta krav på kontroll och säkerhet avseende kastrisker. Antingen genom att stänga av områden vid sprängning eller genom att vidta åtgärder för att minska kastlängder och medföljande risker. Det är av yttersta vikt att man tar hänsyn till säkerhetszon och har god kontroll på människor som kan vistas i närheten.

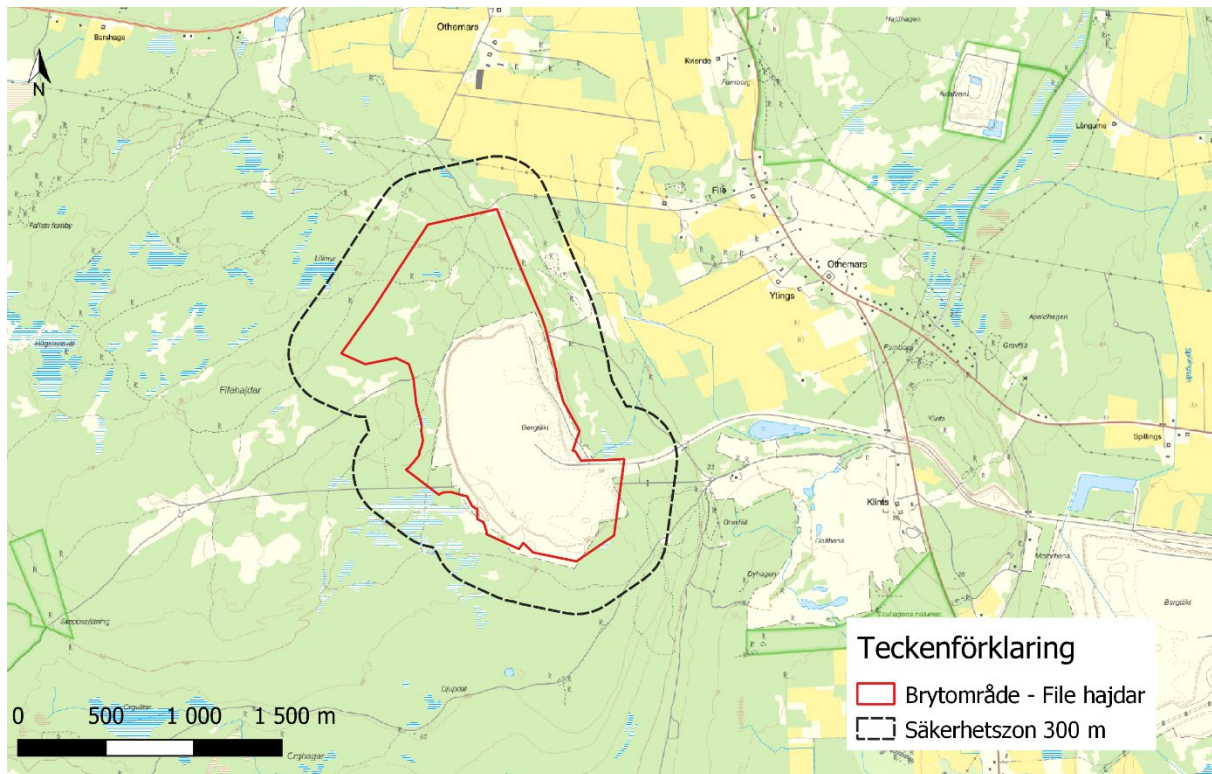
5.5.5. Skyddsavstånd framåt

Eftersom det är opraktiskt att utföra omfattande skyddsåtgärder framför salvan är det lämpligt att alltid försöka rikta den från omgivande bebyggelse, kraftledningar, vägar eller aktiviteter, där så är möjligt. Detta innebär således att salvorna riktas bort från de objekt som befinner sig inom 530 m avstånd från sprängning för att minimera risken för kastsador.

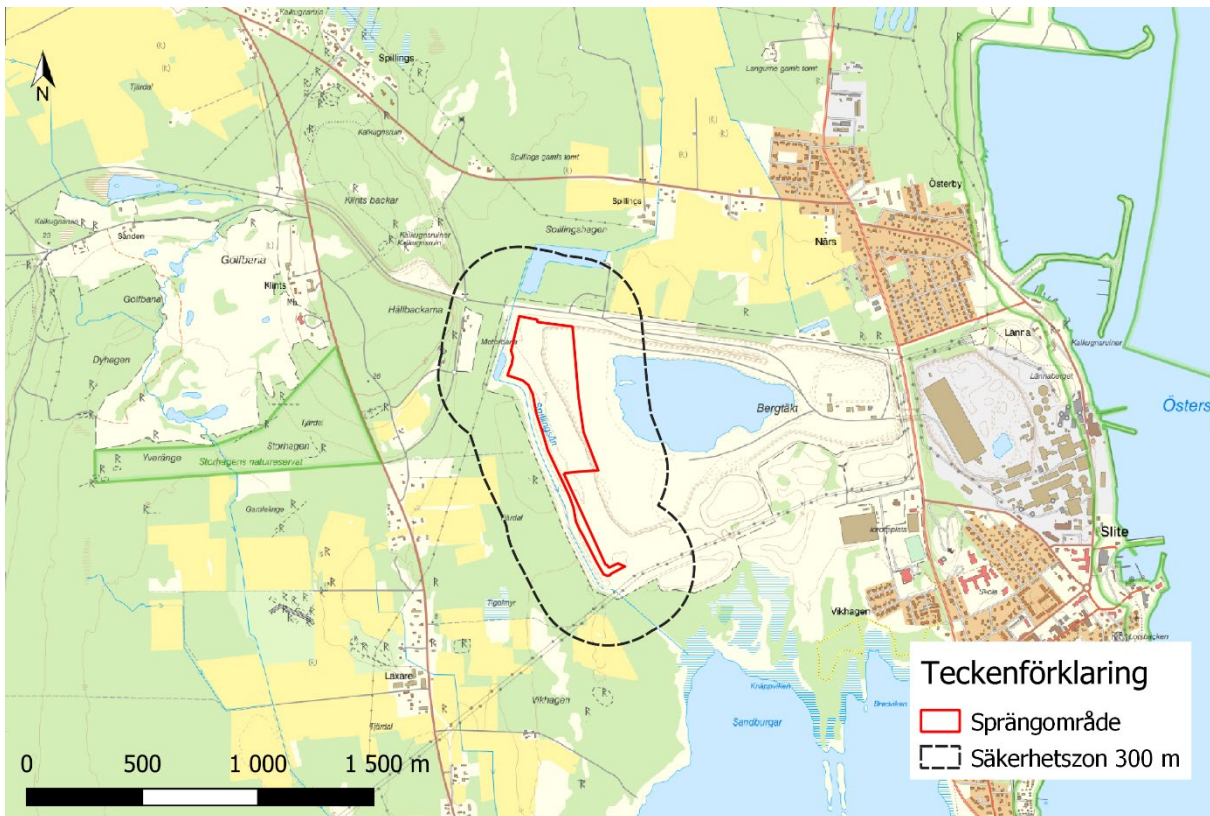
5.5.6. Skyddsavstånd bakåt

Är avståndet bakåt kortare än ca 300 m till något objekt bör extra säkerhetsåtgärder genomföras, se Figur 5.9 för en säkerhetszon om 300 m för File hajdar. Dels bör förladdningen alltid vara längre än försättningen, dels måste förladdningslängden vara anpassad till skyddsavståndet. Är avståndet bakåt betydligt kortare än 300 m till något objekt måste särskilda åtgärder tas i form av ökad förladdningslängd. Generellt är det stora avstånd från brytområdet till omkringliggande objekt vid File hajdar-täkten. Närmaste objekt är kraftledningar nordöst om brytområdet samt enstaka skogsvägar/cykelvägar. I dessa områden bör man rikta salvan från dessa objekt.

Vid Västra brottet gäller motsvarande säkerhetszon, se Figur 5.10. Inom denna zon återfinns, som tidigare nämnt en skjutbana samt en crossbana (objekt 60 respektive 61), vilka således behöver stängas av vid sprängning.



Figur 5.9 Karta illustrerar en säkerhetszon om 300 m utifrån brytområdesgränserna för File hajdar.



Figur 5.10 Karta illustrerar en säkerhetszon om 300 m utifrån sprängområdesgränserna för Västra brottet.

5.5.7. Åtgärder

De rekommendationer som ges här skall ses som vägledande. Geologiska och strukturgeologiska egenskaper kan ibland innebära att extra skyddsåtgärder behöver vidtagas. Den som har det yttersta ansvaret för själva sprängningen måste alltid göra en egen riskbedömning och vid behov komplettera åtgärderna innan sprängningen genomförs. Detta kan göras genom att noga följa upp salvor som skjuts i områden som är mindre känsliga.

Då bergsprängning pågått under många år i Slite, finns god kännedom om bergets egenskaper och så även dess kastbenägenhet.

5.5.7.1. Vägar och cykelvägar

När det gäller vägarna är rekommendationen att stänga av dessa när avståndet understiger 300 m och att rikta salvorna från vägarna när avståndet är mindre än 530 m.

5.5.7.2. Luftledningarna File hajdar

En kraftledningsgata passerar som närmast ca 230 m från brytområdet. För att ha en god säkerhetsmarginal bör längden på förladdningen ökas i brytområdets nordöstra del.

5.5.7.3. Luftledningarna Västra brottet

I området omkring Västra brottet passerar kraftledningar både nordväst och söder om brottet. Närmaste avstånd till kraftledningen är ca 50 m från takten. Detta kräver således god kontroll och extra försiktighetsåtgärder i form av ökad förladdningslängd.

5.5.8. Skutsprängning

Större skut får sprängas om de täcks väl. Mindre skut som kan hanteras med lastmaskin ska flyttas till en plats som är säker ur kastsynpunkt innan de sprängs. I övrigt utförs all skuthantering genom knackning med hydraulhammare.

6. Förslag till kontrollprogram

6.1. Information och bevakning

I kontrollprogrammet för brytningen ska det anges rutiner för information till kringboende i samband med sprängning. Även rutiner för bevakning, signalering, posters placering etc. ska ingå i kontrollprogrammet.

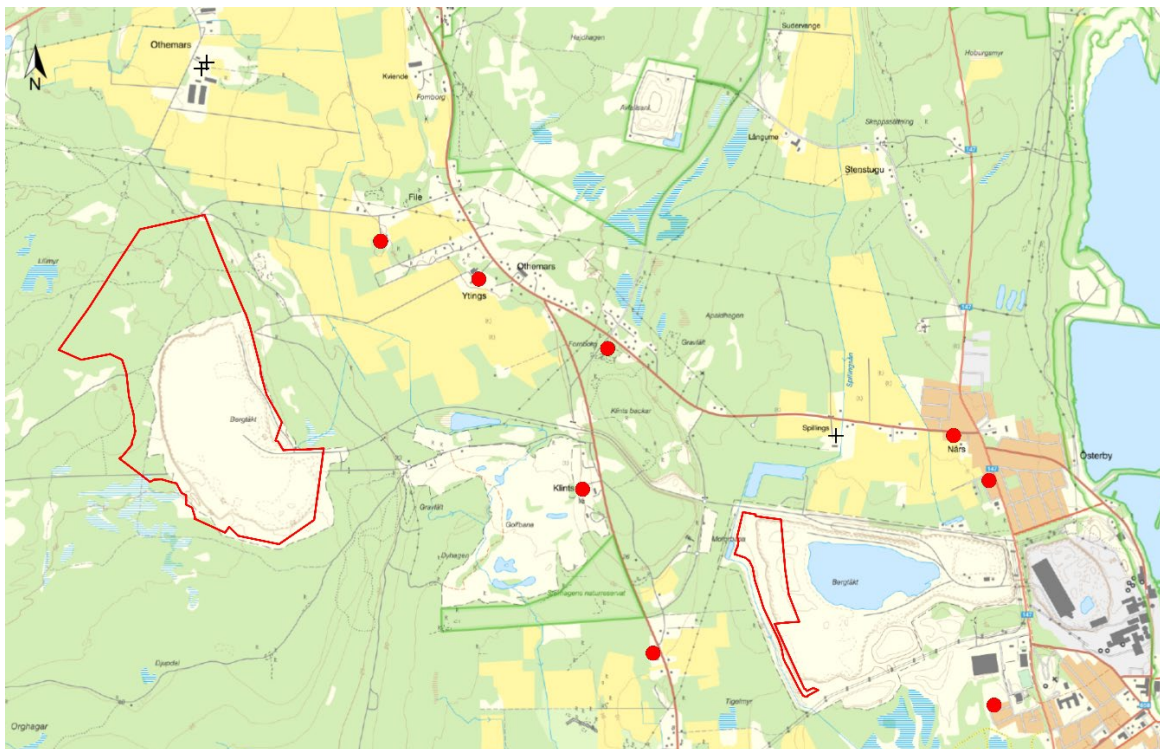
6.2. Dokumentation

Utförda vibrations- och luftstövågsmätningar ska redovisas i en sammanställning där även relevanta salvdata, utdrag ur sprängjournaler såsom samverkande laddningsmängd, avstånd till mätpunkter etc. ska ingå. Sprängjournaler tillsammans med tändplaner, borrhålsinmätningar och salvornas läge i plan ska förvaras och vara tillgängliga på arbetsplatsen.

6.3. Vibrations- och luftstövågsmätningar

Mätning har kontinuerligt utförts i Slite under många år. Det sitter vibrations- och luftstövågsmätare uppe på byggnader runtomkring täkterna vid Slite. Vid utökningen föreslås det att man fortsätter att mäta vibration och luftstövåg i befintliga punkter samt kompletterar med nya mätpunkter från inventeringen. Förslagsvis vid objekt 1 eller 2 när brytningen går norrut i File hajdar samt objekt 26 för Västra brottet (se Figur 6.1 för nuvarande och nya mätpunktsförslag).

Vidare ska system för mätning och registrering uppfylla krav i Svensk Standard SS 4604866:2011 och Svensk Standard SS 02 52 10.



Figur 6.1 Nuvarande mätpunkter i form av röda punkter och förslag på nya i svarta kryss.

7. Slutsatser omgivningspåverkan

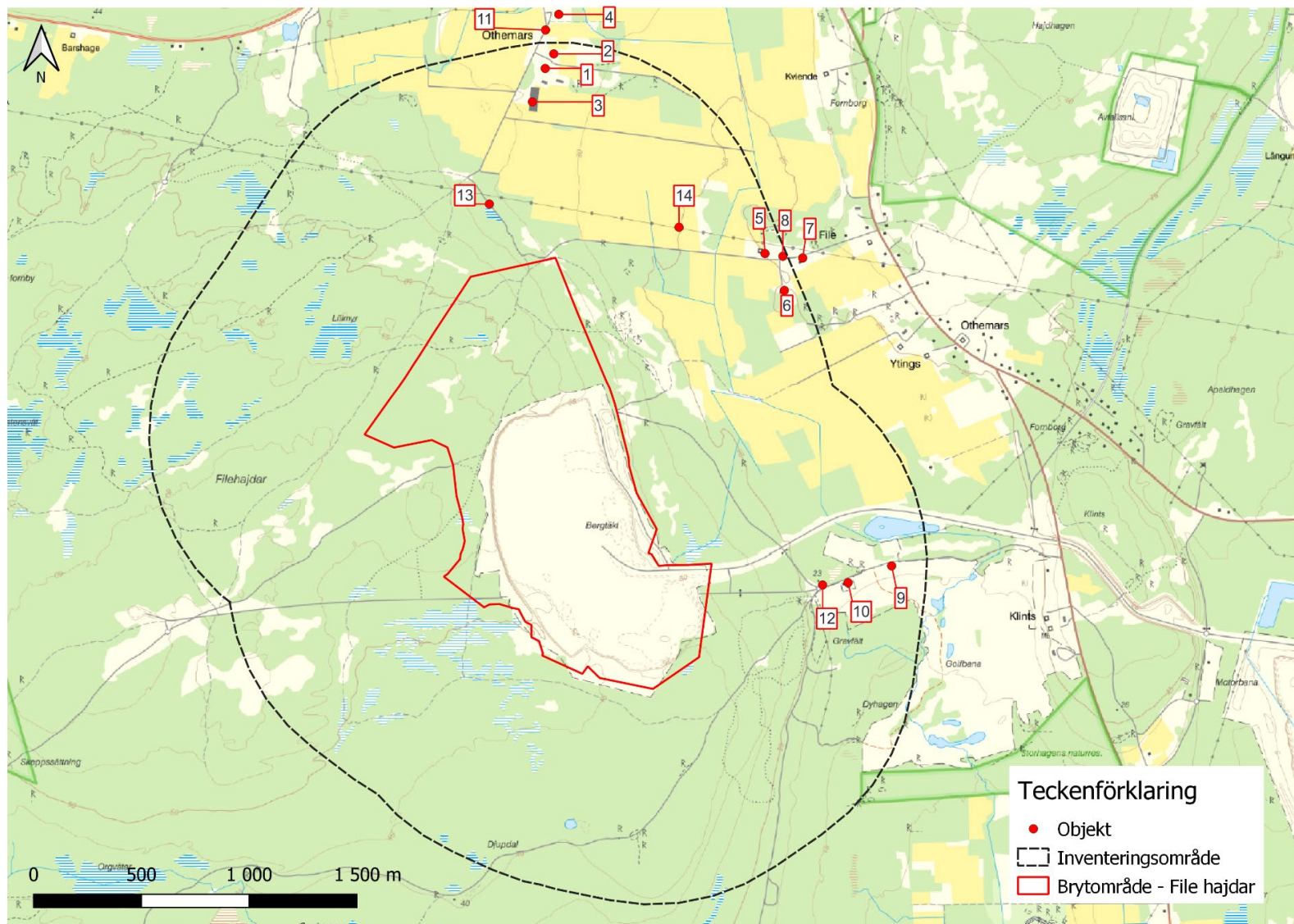
Denna rapport innehåller prognoser för omgivningspåverkan tillsammans med de åtgärder verksamheten bör vidta för att begränsa omgivningspåverkan från sprängning. De prognoser som gjorts i denna rapport för de utökade brytområdena visar att normalt använda begränsningsvärden, som Heidelberg Materials också avser föreslå, inte riskerar att överträdas, det vill säga brytningen kan ske på det sätt och med de laddningar som beskrivs i denna rapport utan att dessa värden riskerar att överskridas.

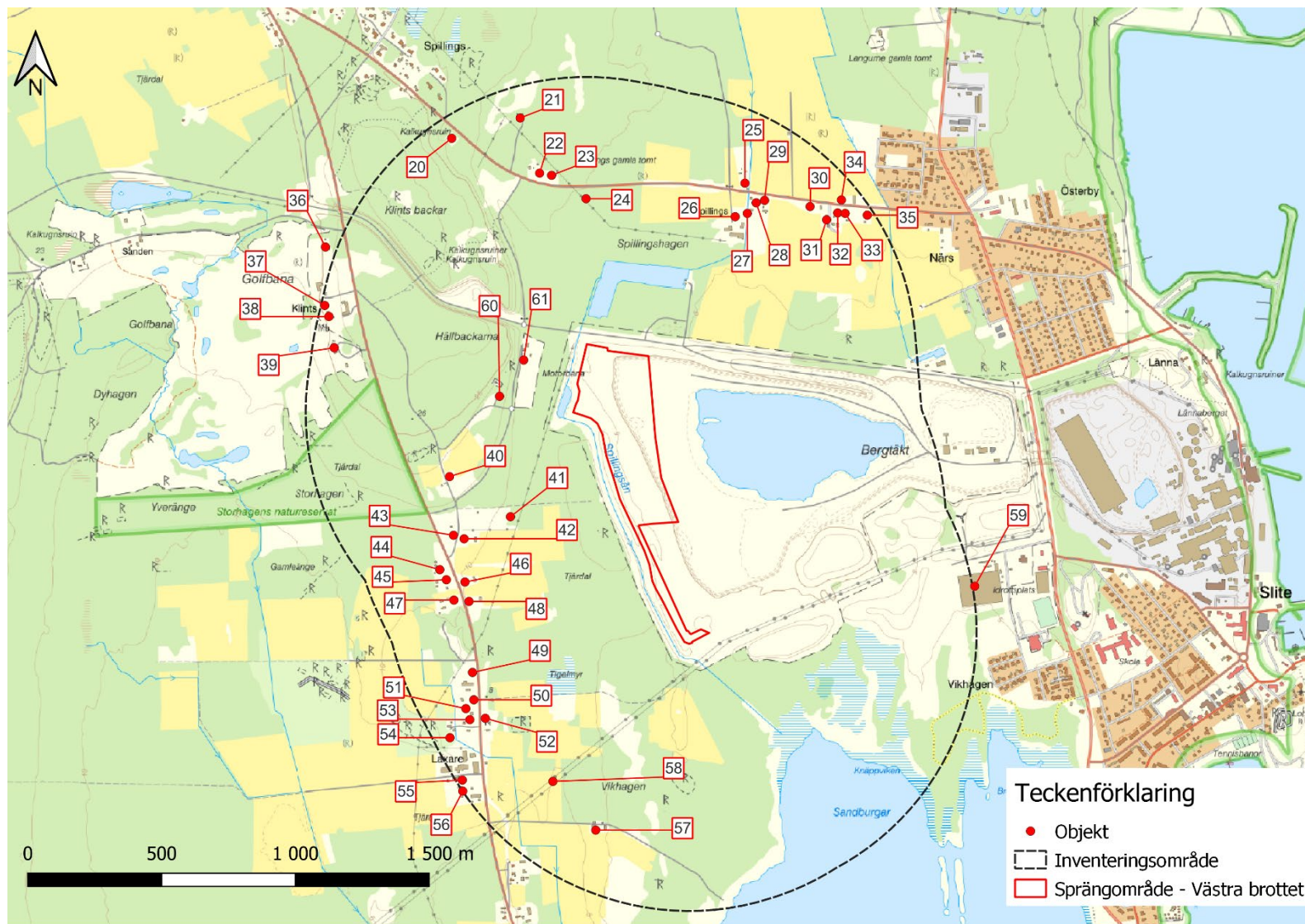
Rapporten visar att sprängningsarbetena kommer att kunna utföras utan att omgivande bostadsbebyggelse utsätts för höga vibrationsnivåer med planerade laddningsmängder i File hajdar-täkten. Vid Västra brottet kommer i vissa delar åtgärder såsom palldelning, delladdning eller minskad håldiameter sannolikt behöva utföras för att minska den samverkande laddningen.

Luftstöt vågorna från sprängningarna beräknas kunna hållas på en låg nivå och inom vanligt förekommande begränsningsvärden, både vad gäller File hajdar och Västra brottet.

Kastrisker behöver beaktas med hänsyn till vägar och luftledningar. Salvorna kan komma att behöva riktas från dessa objekt och säkerhetsåtgärder vidtas i delar av täkterna.

Bilaga 1 - Objektorientering File hajdar



Bilaga 1 - Objektorientering Västra brottet


INVENTERING – BEDÖMNINGSUNDERLAG FÖR TILLÄTNA VIBRATIONSIVÅER

1. OTHEM OTHEMARS 1:19
OTHEM OTHEMARS 130

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar av natursten
Dim.material: Puts
Övrigt: Byggår 1850, verkar obebott

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

2. OTHEM OTHEMARS 132

Objektstyp: Ekonomibyggnad
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar av natursten
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

3. OTHEM OTHEMARS 1:65
OTHEM OTHEMARS 130

Objektstyp: Industri
Stomme: Trä
Fasad: Betonghålstén
Rökkkanaler:
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Betonghålstén
Övrigt: mjölkgård

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

4. OTHEM OTHEMARS 1:2 OTHEM OTHEMARS 136

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar av natursten
Dim.material: Puts
Övrigt:



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

5. OTHEM FILE 1:31 OTHEM FILE 232

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad:
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning:
Dim.material: Puts
Övrigt:



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

6. OTHEM FILE 1:20 OTHEM FILE 236

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar av natursten
Dim.material: Puts
Övrigt:



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

7. OTHEM FILE 1:10 OTHEM FILE 240

Objektstyp: Ekonomibyggnad
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar av natursten
Dim.material: Puts
Övrigt:

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



8. OTHEM S:76 OTHEM FILE 232

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad:
Rökkkanaler:
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning:
Dim.material: Oarmerad betong
Övrigt:

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



9. OTHEM YTINGS 1:27 OTHEM YTINGS 424

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Trä
Övrigt: Ägs av Heidelberg Materials

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



10. OTHEM ÖSTERBY 1:229
OTHEM YTINGS 420

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler:
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Ägs av Heidelberg Materials

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $v_{350} = 6 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

11.

Objektstyp: Ställverk
Stomme: Trä
Fasad:
Rökkkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning:
Dim.material: Armerad betong
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $a_{\max} = 20 \text{ m/s}^2$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

12. OTHEM ÖSTERBY 1:229
OTHEM YTINGS 420

Objektstyp: Pumphus
Stomme: Trä
Fasad: Plåt
Rökkkanaler:
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Armerad betong
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $a_{\max} = 20 \text{ m/s}^2$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

13.

Objektstyp: Vägar
Stomme: Trä
Fasad:
Rökkkanaler:
Markslag: 1)
Grundläggning:
Dim.material:
Övrigt: Vägar och cykelvägar generellt


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = -$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

14.

Objektstyp: Kraftledning
Stomme: Trä
Fasad:
Rökkkanaler:
Markslag: 1)
Grundläggning:
Dim.material:
Övrigt: Kraftledningsgata trä


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = -$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

**20. GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:30
OTHEM SPILLINGS 281**

Objektstyp: Industri
Stomme: Trä
Fasad: Betong
Rökkkanaler:
Markslag: Morän 1)
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Armerad betong, stål, trä
Övrigt: Pumpstation


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 15 \text{ mm/s}$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

21. GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:31

Othesvägen

Objektstyp: Mast
Stomme: Trä
Fasad: Stål
Rökkkanaler:
Markslag: Mjuk kalksten ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Stål
Övrigt: Telemast

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $a_{\max} = 20 \text{ m/s}^2$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



22. GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:22

OTHEM SPILLINGS 291

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Eternitplattor
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Garage putsad och gillestuga

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $v_{350} = 6 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



23. GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:26

OTHEM SPILLINGS 293

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material: Oarmerad betong
Övrigt:

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $v_{350} = 8 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



24.

OTHEM SPILLINGS

Objektstyp: Kraftledning
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Träpålar
Dim.material: Trä
Övrigt: Kraftledningsgata trä

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = -$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



25.

GOTLAND OTHEM NÄRS 1:237
OTHEM NÄRS 297

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material: Puts
Övrigt:

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6 \text{ mm/s}$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



26.

GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:36
OTHEM SPILLINGS 290

Objektstyp: Pumpstation
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Källare verkstad och lagård

Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6 \text{ mm/s}$

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.



27. GOTLAND OTHEM NÄRS 16:2
OTHEM NÄRS 292

Objektstyp: Pumphus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Armerad betong, stål, trä
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $a_{max} = 20 \text{ m/s}^2$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

28. GOTLAND OTHEM NÄRS 16:1
OTHEM NÄRS 292

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $v_{350} = 8 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

29. GOTLAND OTHEM NÄRS 16:2
OTHEM NÄRS 294

Objektstyp: Fritidshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $v_{350} = 6 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

30. GOTLAND OTHEM NÄRS 1:7

Othemsvägen 35

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Gillestuga

**Maximal tillåten vibrationsnivå**Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

31. GOTLAND OTHEM NÄRS 16:3

Othemsvägen 33

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Trä
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

32. GOTLAND OTHEM NÄRS 16:4

Othemsvägen 31

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt: Gäststuga/garage + gillestuga

**Maximal tillåten vibrationsnivå**Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

33. GOTLAND OTHEM NÄRS 1:137

Othemsvägen 29

Objektstyp: Fritidshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Källare



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

34. GOTLAND OTHEM NÄRS 1:22

Othemsvägen 24

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Källare



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

35. GOTLAND OTHEM NÄRS 1:155

Othemsvägen 23

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt:



Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

36. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:49
OTHEM KLINTS 436

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material:
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 13$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

37. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:50
OTHEM KLINTS 440

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Ladugård med träfasad

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

38. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:3
OTHEM KLINTS 442

Objektstyp: Ekonomibyggnad
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Flera byggnader

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

39. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:48
OTHEM KLINTS 442

Objektstyp: Ekonomibyggnad
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Hård kalksten ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Trä
Övrigt: Klubbhus Golfbana

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 19$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

40. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:46
OTHEM KLINTS 441

Objektstyp: Fritidshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Grundmur eller platta, samt gästhus

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

41. GOTLAND BOGE LAXARE 1:14
BOGE LAXARE 296

Objektstyp: Fritidshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler:
Markslag: Sand ¹⁾
Grundläggning: Plintar på mark
Dim.material: Trä
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

42. GOTLAND BOGE LAXARE 1:41
BOGE LAXARE 290

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

43. GOTLAND BOGE LAXARE 1:48
BOGE LAXARE 298

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Tegel
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material: Tegel
Övrigt: Spiktegel

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 10$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

44. GOTLAND BOGE LAXARE 1:49
BOGE LAXARE 297

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Trä
Övrigt: Två fastigheter

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

45. GOTLAND BOGE LAXARE 1:47
BOGE LAXARE 295

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Tegel
Rökkanaler: Plåtklädd skorsten
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt: Spiktegel

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

46. GOTLAND BOGE LAXARE 1:43
BOGE LAXARE 286

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

47. GOTLAND BOGE LAXARE 1:52
BOGE LAXARE 293

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

48. GOTLAND BOGE LAXARE 1:10
BOGE LAXARE 280

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

49. GOTLAND BOGE LAXARE 1:51
BOGE LAXARE 289

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Berg ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 13$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

50. GOTLAND BOGE LAXARE 1:54
BOGE LAXARE 285

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Berg ¹⁾
Grundläggning: Torpargrund
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 10$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

51. GOTLAND BOGE LAXARE 1:53
BOGE LAXARE 283

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Berg ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Trä
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 16$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

52. GOTLAND BOGE LAXARE 1:17
BOGE LAXARE 270

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Kalksandsten
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Berg ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Kalksandsten
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 9$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

53. GOTLAND BOGE LAXARE 1:35
BOGE LAXARE 281

Objektstyp: Fritidshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Berg ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 10$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

54. GOTLAND BOGE LAXARE 1:36
BOGE LAXARE 275

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Armerad betong, stål, trä
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 13$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

55. GOTLAND BOGE LAXARE 1:50
BOGE LAXARE 269

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Tillhörande gillestuga

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

56. GOTLAND BOGE LAXARE 1:29
BOGE LAXARE 267

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt:

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 6$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

57. GOTLAND BOGE LAXARE 1:21
BOGE LAXARE 264

Objektstyp: Bostadshus
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Platta på mark
Dim.material: Oarmerad betong
Övrigt:


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 8 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

58. Kraftledning

Objektstyp: Kraftledning
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkanaler:
Markslag: Lera ¹⁾
Grundläggning: Pålar
Dim.material: Trä
Övrigt: Kraftledningsgata trä


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = -$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

59. GOTLAND OTHEM PUCKEN 1
SPORTVÄGEN 13

Objektstyp: Ekonomibyggnad
Stomme: Trä
Fasad: Prefab
Rökkanaler: Plåtskorsten
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Plintar på mark
Dim.material: Tegel
Övrigt:


Maximal tillåten vibrationsnivå

Sprängning: $V_{350} = 13 \text{ mm/s}$
Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

60. GOTLAND OTHEM ÖSTERBY 1:229
OTHEM KLINTS 433

Objektstyp: Skjutbana
Stomme: Trä
Fasad: Trä
Rökkkanaler:
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Plintar på mark
Dim.material: Trä
Övrigt: Flera olika byggnader

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 15$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

61. GOTLAND OTHEM KLINTS 1:35
OTHEM KLINTS 435

Objektstyp: Klubbstuga - crossbana
Stomme: Trä
Fasad: Puts
Rökkkanaler: Murstock av tegel
Markslag: Morän ¹⁾
Grundläggning: Grundmurar på mark
Dim.material: Puts
Övrigt: Flera olika byggnader, ägs av Heidelberg Materials

**Maximal tillåten vibrationsnivå**

Sprängning: $V_{350} = 8$ mm/s

Anm. 1) Typ av markslag grundas på uppgifter från SGU:s jordartskarta samt observationer på plats.

SAMMANSTÄLLNING AV VIBRATIONSRESTRIKTIONER OCH KONTROLLER

Objekt nr.	Fastighetsbeteckning Adress	Markslag	V ₃₅₀ mm/s	Minsta avstånd cirka (m)
1	OTHEM OTHEMARS 1:19 OTHEM OTHEMARS 130	Lera	6	865
2	OTHEM OTHEMARS 132	Lera	6	930
3	OTHEM OTHEMARS 1:65 OTHEM OTHEMARS 130	Sand	9	685
4	OTHEM OTHEMARS 1:2 OTHEM OTHEMARS 136	Lera	6	1120
5	OTHEM FILE 1:31 OTHEM FILE 232	Sand	6	880
6	OTHEM FILE 1:20 OTHEM FILE 236	Lera	6	900
7	OTHEM FILE 1:10 OTHEM FILE 240	Sand	6	1035
8	OTHEM S:76 OTHEM FILE 232	Sand	9	945
9	OTHEM YTINGS 1:27 OTHEM YTINGS 424	Sand	9	845
10	OTHEM ÖSTERBY 1:229 OTHEM YTINGS 420	Sand	6	630
11	Ställverk	Lera	a _{max} = 20 m/s ²	1020
12	OTHEM ÖSTERBY 1:229 OTHEM YTINGS 420	Sand	a _{max} = 20 m/s ²	505
13	Vägar	-	-	290
14	Kraftledning	-	-	230
20	GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:30 OTHEM SPILLINGS 281	Morän	15	920
21	GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:31 Othemsvägen	Mjuk kalksten	a _{max} = 20 m/s ²	885
22	GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:22 OTHEM SPILLINGS 291	Lera	6	665
23	GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:26 OTHEM SPILLINGS 293	Lera	8	645
24	OTHEM SPILLINGS	Lera	-	610
25	GOTLAND OTHEM NÄRS 1:237 OTHEM NÄRS 297	Lera	6	700
26	GOTLAND OTHEM SPILLINGS 1:36 OTHEM SPILLINGS 290	Lera	6	570
27	GOTLAND OTHEM NÄRS 16:2 OTHEM NÄRS 292	Lera	a _{max} = 20 m/s ²	595

Objekt nr.	Fastighetsbeteckning Adress	Markslag	V ₃₅₀ mm/s	Minsta avstånd cirka (m)
28	GOTLAND OTHEM NÄRS 16:1 OTHEM NÄRS 292	Lera	8	635
29	GOTLAND OTHEM NÄRS 16:2 OTHEM NÄRS 294	Lera	6	655
30	GOTLAND OTHEM NÄRS 1:7 Othemsvägen 35	Lera	6	665
31	GOTLAND OTHEM NÄRS 16:3 Othemsvägen 33	Lera	9	635
32	GOTLAND OTHEM NÄRS 16:4 Othemsvägen 31	Lera	8	660
33	GOTLAND OTHEM NÄRS 1:137 Othemsvägen 29	Lera	6	665
34	GOTLAND OTHEM NÄRS 1:22 Othemsvägen 24	Lera	6	710
35	GOTLAND OTHEM NÄRS 1:155 Othemsvägen 23	Lera	8	635
36	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:49 OTHEM KLINTS 436	Berg	13	1035
37	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:50 OTHEM KLINTS 440	Morän	8	985
38	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:3 OTHEM KLINTS 442	Morän	8	965
39	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:48 OTHEM KLINTS 442	Hård kalksten	19	920
40	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:46 OTHEM KLINTS 441	Morän	8	525
41	GOTLAND BOGE LAXARE 1:14 BOGE LAXARE 296	Sand	8	415
42	GOTLAND BOGE LAXARE 1:41 BOGE LAXARE 290	Lera	6	605
43	GOTLAND BOGE LAXARE 1:48 BOGE LAXARE 298	Morän	10	640
44	GOTLAND BOGE LAXARE 1:49 BOGE LAXARE 297	Lera	9	725
45	GOTLAND BOGE LAXARE 1:47 BOGE LAXARE 295	Lera	8	715
46	GOTLAND BOGE LAXARE 1:43 BOGE LAXARE 286	Lera	6	660
47	GOTLAND BOGE LAXARE 1:52 BOGE LAXARE 293	Lera	6	725
48	GOTLAND BOGE LAXARE 1:10 BOGE LAXARE 280	Lera	6	675
49	GOTLAND BOGE LAXARE 1:51 BOGE LAXARE 289	Berg	13	755
50	GOTLAND BOGE LAXARE 1:54 BOGE LAXARE 285	Berg	10	800

Objekt nr.	Fastighetsbeteckning Adress	Markslag	V ₃₅₀ mm/s	Minsta avstånd cirka (m)
51	GOTLAND BOGE LAXARE 1:53 BOGE LAXARE 283	Berg	16	840
52	GOTLAND BOGE LAXARE 1:17 BOGE LAXARE 270	Berg	9	790
53	GOTLAND BOGE LAXARE 1:35 BOGE LAXARE 281	Berg	10	845
54	GOTLAND BOGE LAXARE 1:36 BOGE LAXARE 275	Morän	13	940
55	GOTLAND BOGE LAXARE 1:50 BOGE LAXARE 269	Lera	6	975
56	GOTLAND BOGE LAXARE 1:29 BOGE LAXARE 267	Lera	6	1000
57	GOTLAND BOGE LAXARE 1:21 BOGE LAXARE 264	Lera	8	775
58	Kraftledning	Lera	-	50
59	GOTLAND OTHEM PUCKEN 1 SPORTVÄGEN 13	Morän	13	355
60	GOTLAND OTHEM ÖSTERBY 1:229 OTHEM KLINTS 433	Morän	15	280
61	GOTLAND OTHEM KLINTS 1:35 OTHEM KLINTS 435	Morän	8	215