



Mölndal, Noten 13 mfl, detaljplan

Riskutredning avseende bergförhållanden i fjärrkylcentral

2021-12-06

DOKUMENT-ID 21039-71

Möndal, Noten 13 mfl, detaljplan

Riskutredning avseende bergförhållanden i fjärrkylcentral

Datum: 2021-12-06
Beställare: Möndals stad
Beställarens representant: Frida Forsman
Konsult: Geotechnical Engineers of Sweden AB
Anders Carlssons gata 14
417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Mikael Lindström, mikael@geos.se
Jesper Petersson, jesper@geos.se
Handläggare: Jesper Petersson, jesper@geos.se
Uppdragsnummer: 21039
Filnamn och sökväg: A:\Projekt\2021\21039-Möndal-Noten 13 Mfl
Detaljplan\Arbetsdokument\Textdokument\Riskutredning
Bergrum\21039-71 PM Riskutredning Bergförhållanden I
Fjärrkylcentral 2021-12-06.Docx



Rapport upprättad av Jesper Petersson, GEOS, datum 2021-12-06



Rapport granskad av Mikael Lindström, GEOS, datum 2021-12-06

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	4
2. Syfte	4
3. Underlag	5
4. Befintliga förhållanden	5
4.1. Tunneldimensioner och geometri.....	5
4.2. Installerad bergförstärkning	7
4.2.1. Äldre bergförstärkning.....	7
4.2.2. Bergförstärkning från 2014–2016.....	8
4.3. Bergförhållanden	10
4.4. Inläckage.....	11
5. Risker vid sprängning och grundläggning	12
6. Rekommendationer	13

1. Bakgrund

Vid undersökning och utredning för detaljplan vid Noten 13 m.fl. i Mölndal väcktes frågan om bergförhållandena i den anläggning för fjärrkyla som är belägen i berget under Åbybergsparken. Anläggningen drivs av Mölndal Energi och förser bl.a. Mölndals sjukhus med fjärrkyla.

I nära anslutning till anläggningen planeras byggnation av bostäder. Därför har Geotechnical Engineers of Sweden AB på uppdrag av Mölndals stad utfört en riskutredning av rådande bergförhållanden i anläggningen.

Ungefärligt läge för berganläggningen som hyser kylcentralen är markerat i Figur 1-1.



Figur 1-1 Flygfoto med markering av den berganläggning som hyser kylcentralen. Underlag: relationsritning ex K-20.0—5000 från Mölndal Energi samt flygbild från <https://minkarta.lantmateriet.se/> 2021-11-30).

2. Syfte

Aktuell riskutredning syftar till att beskriva bergförhållanden samt tillstånd och omfattning av installerad bergförstärkning som underlag för restriktioner och rekommendationer vid framtida sprängning och schaktning i anslutning till anläggningen.

3. Underlag

Ritningar och dokument från Marie Jernsund, Mölndal Energi:

- Relationsritning ex K-20.0—5000. Bergrum, Frölundagatan
- Situationsplan 5627–S1. Värmeverket, Frölundagatan
- Besiktningensutlåtande efter resterande bergunderhållsarbete utfört 2016-01-13. Ramböll Sverige AB

Platsbesök 2021-11-29 med Susanne Törnqvist, Mölndal Energi.

4. Befintliga förhållanden

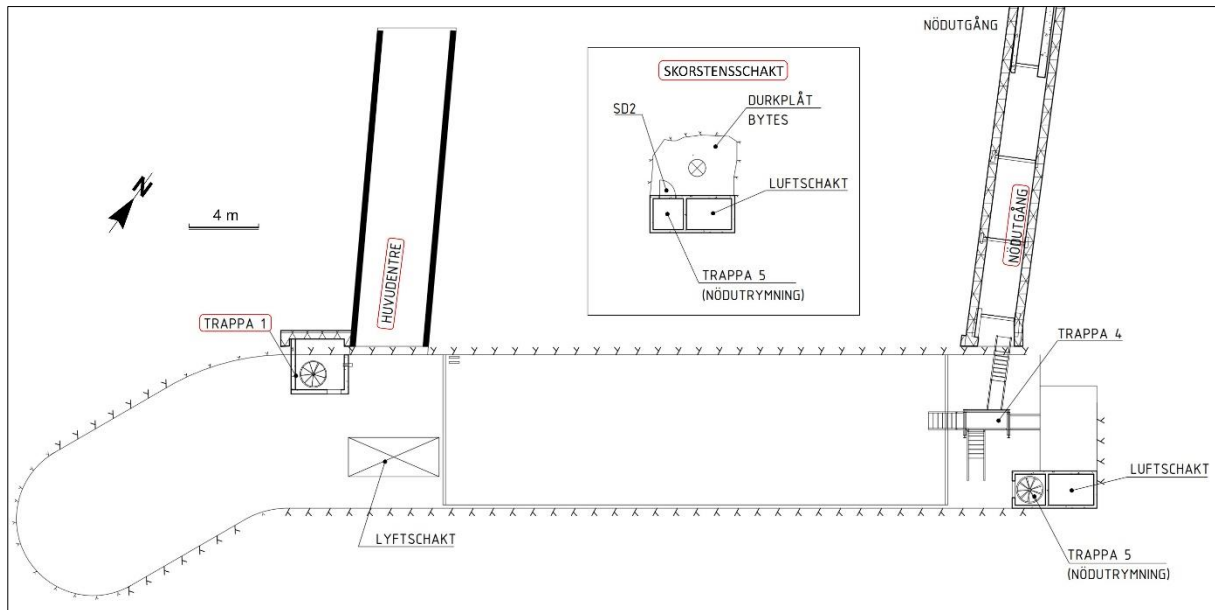
4.1. Tunneldimensioner och geometri

Anläggningen består av ett större bergrum med en spännvidd på 9 m, maximal takhöjd på 11 m och en längd på uppskattningsvis 65 m. Till detta ansluter ett antal tunnlar och schakt med ungefärliga dimensioner enligt Tabell 4-1. Inbördes förhållanden framgår av Figur 4-1 och Figur 4-2.

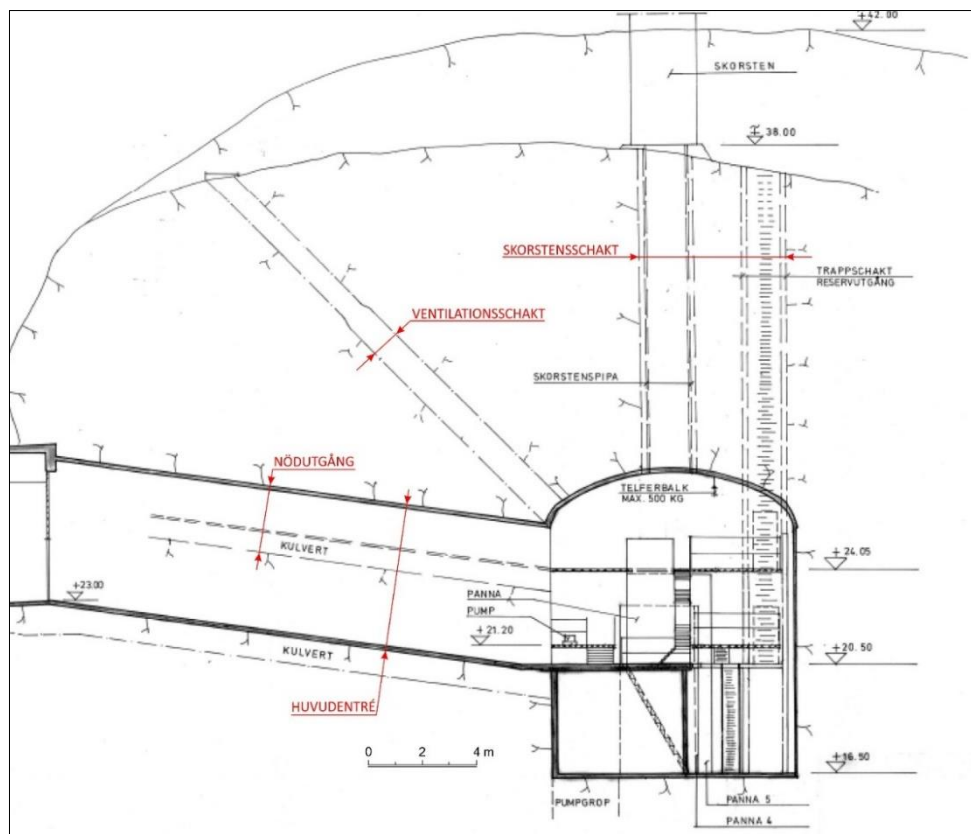
Tabell 4-1. Ungefärliga dimensioner för tunnlar och schakt som ansluter till det centrala bergrummet. Dimensioner för huvudentré och nödutgång av verifierats genom mätning vid platsbesök. Övriga dimensioner från relationsritningar (se avsnitt 3). För relationer mellan de olika anläggningsdelarna se Figur 4-1 och Figur 4-2.

Anläggningsdel	Spännvidd [m]	Höjd [m]	Diameter [m]	Längd [m]
Huvudentré	4,5–4,8	5	–	20
Nödutgång	2,8–3	2,8	–	20
Ventilationsschakt	–	–	0,8–1	18
Skorstensschakt	–	–	5×6	12

Ventilationsschaktets läge framgår inte av planritningen som redovisas i Figur 4-1. Läget för anslutningen till det centrala bergrummet var inte uppenbart vid platsbesöket. Rimligen ansluter det i anfanget, strax sydväst om "trappa 1" i Figur 4-1, men är nu igenmurat (Figur 4-8). En gallerförsedd betongkonstruktion visar dock var schaktet mynnar på utsidan (Figur 4-3).



Figur 4-1 Modifierat utsnitt ur relationsritning ex K-20.0—5000 som visar det centrala bergrummet med anslutande tunnlar och skorstensschakt i plan. Notera att ventilationsschaktet utelämnats, men att det sannolikt ansluter till bergrummet strax sydväst om "trappa 1". Skalstocken är ungefärlig då det saknades skala på ritningen.



Figur 4-2 Modifierat utsnitt ur ritning 5627–S1 som visar det centrala bergrummet med anslutande tunnlar och schakt i en tvärprofil. Vy mot nordost.



Figur 4-3 Foto som visar läget för ventilationsschakts mynning (vit pil) i bergslänten strax sydväst om huvudentrén till berganläggningen.

4.2. Installerad bergförstärkning

Bergförstärkning har installerats vid två tillfällen, dels när berganläggningen ursprungligen byggdes som värmeverk och dels inför ombyggnaden för produktion av fjärrkyla. Situationsplan 5627–S1 är daterad 1981, vilket får antas vara tiden för byggnation. Bergförstärkning inför ombyggnad till central för fjärrkyla gjordes enligt besiktningens utlåtande från Ramböll 2014–2016.

4.2.1. Äldre bergförstärkning

I det centrala bergrummet utgörs bergförstärkningen längs väggar och i tak av följande:

- Systembultning (c/c 1,2 × 3 m) – ingjutna kamjärn, 24 mm i diameter.
- Nätarmerad sprutbetong med en tjocklek på 50 mm (Figur 4-4), lokalt upp mot 100 mm, vilket framgår av borrhningar för bestämning av sprutbetongens status i samband med renoveringsarbetena 2014–2016. Sprutbetong saknas i de nedersta delarna av väggarna längst i sydväst, samt där bergrummet ansluter mot skorstensschaktet.
- I tak och anfang längs huvudentrén har det installerats samma typ av ingjuten systembult och nätarmerad sprutbetong som i det centrala bergrummet (Figur 4-5). Väggarna är vitmålade, men oförstärkta. Tunneln benämnd nödutgång är både omålad och oförstärkt. Skorstensschaktet är förstärkt genom systembultning med ingjutna kamjärn (20–24 mm i diameter). Dock ingen sprutbetong.

Statusen på sprutbetongen förefaller vara god med smärre krympsprickor (Figur 4-5), där lösa partier rensats ned i samband med åtgärderna som utfördes 2014–2016. Ändarna på ingjuten bult är utan undantag rostiga, men vid platsbesöket noterades inget som indikerade urlakning av bultbruk. Bult- och ingjutningslängder är okända.

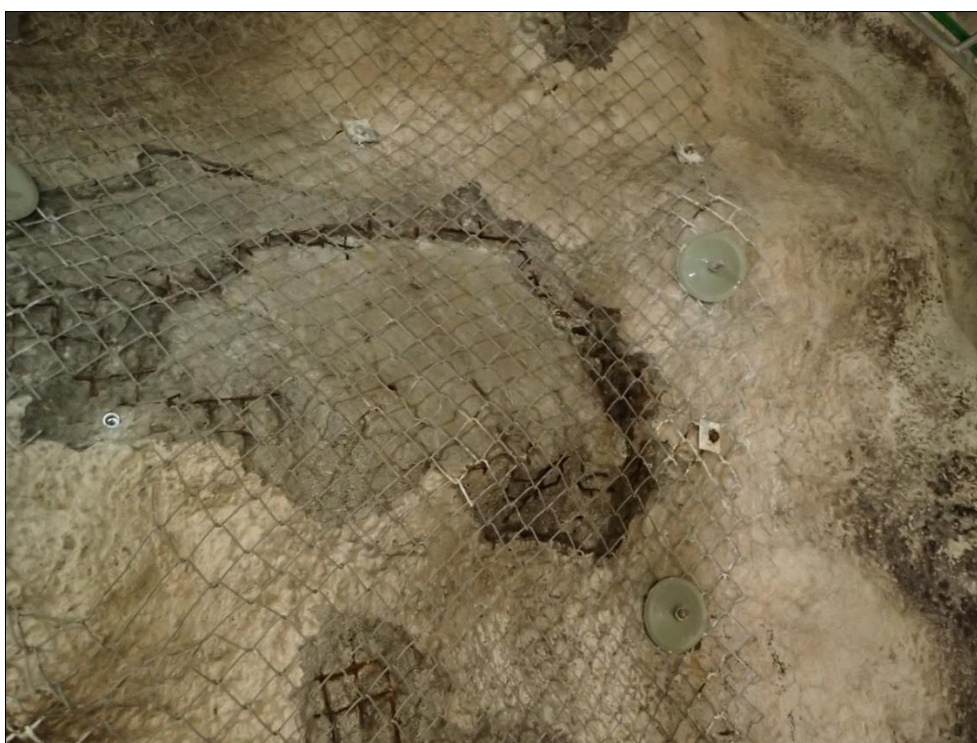
4.2.2. Bergförstärkning från 2014–2016

Spraymarkeringar visar att det i samband med ombyggnad av anläggningen till central för fjällkyla utfördes bomklackning, viss bergrensning och kompletterande förstärkningsarbeten. Vid risk för blockutfall från övre delen av väggar och anfang har det utförts förstärkning med ingjutna bergbultar (epoxybehandlade, 20 mm i diameter) försedda med bricka (Figur 4-6). Mer omfattande partier som bedömts vara potentiellt instabila i det centrala bergrummet har förstärkts med Gunnebestängsel (förefaller att vara tidigare utförda åtgärder) och gabionnät. Taken det centrala bergrummet och i anslutande tunnlar har lämnats utan åtgärd då befintlig förstärkning uppenbarligen bedömts vara fullgod.

I den mån åtkomst varit möjlig har i det närmaste hela skorstensschaktet klätts in i gabionnät som fästs med brickförsedda bultar, öglebult och wire (Figur 4-7). Ett större block i schaktet har förankrats med fjällband.

Frånsett bomknackning och indikationer på bergrensning har tunneln som benämns nödutgång lämnats utan åtgärder.

Statusen på bergbult, gabionnät och infästningar är mycket god, men bultlängder är okända.



Figur 4-4 Foto av väggen i det centrala bergrummet som visar håligheter i den nätarmerade sprutbetongen där det utförts förstärkning med Gunnebestängsel som senare kompletterats med nya infästningsbultar.



Figur 4-5 Foto av huvudentrén som visar sprutbetongtäckta anfang och tak. Väggarna är vitmålade men saknar sprutbetong. Ändar på förmodad systembult sticker ut ett par centimeter från taket. Röda spraymarkeringar på höger vägg visar på förekomsten av lösa block. Smärre krympsprickor är synliga i sprutbetongen.



Figur 4-6 Foto av sydvästra anfanget i huvudentrén som visar selektiv bultförstärkning av mindre, instabila block.



Figur 4-7 Foto av den översta delen av skorstenschaktet som visar inklädnaden i gabionnät.

4.3. Bergförhållanden

Exponerat berg i undre delen av väggarna av det centrala bergrummet samt skorstenschaktet ger begränsad möjlighet till att studera de faktiska bergförhållandena eftersom ytorna ofta är smutsiga och/eller delvis dolda av nät. Enda platsen med exponerat berg som medger inspektion av bergförhållandena är den oförstärkta tunneln som benämns nödutgång (se fotot på rapportens första sida).

Liksom området i övrigt utgörs berggrunden längs tunneln av ådrad, fint medelkornig gnejs med huvudsakligen granitisk sammansättning. Glimmerinnehållet uppgår uppskattningsvis till 8–12 %. Gnejsighetens orientering avviker dock från den som tidigare mätts upp i bergslänten norr om anläggningen. I slänten stupar den normalt 65–80° mot söder (175–195°) medan den längs tunneln lokalt tippat över och stupar 70–75° mot norr (005–010°).

Berggrunden längs tunneln ger intryck av att vara mer uppsprucken än berget i slänten norr om anläggningen, med RQD på uppskattningsvis 60–80 %. Sannolikt till viss del orsakat av sprängskador som uppstått vid tunneldrivningen. Den dominerande sprickgruppen sammanfaller med berggrundens gnejsighet. Dessa kan lokalt bilda decimeterbreda skiviga zoner. I övrigt har inga partier med avvikande bergkvalitet påträffats längs tunneln. Dessutom förekommer ett antal vertikala till brant stupande sprickor med varierande strykningsriktning, samt subhorisontella sprickor som bedöms vara bankningsplan. Sprickytorna är genomgående råa och undulerande utan synlig fyllning.

Även om det bomknackningen gjorts markeringar av lösa block, främst längs den sydvästra väggen, förefaller tunneln vara stabil och det bedöms inte föreligga risk för blockutfall som kan skada installationer. I övriga delar av anläggningen har block och partier med potentiell risk för utfall eller ras hanterats genom montage av bergförstärkning. Dock förekommer det längs väggarna på vissa platser mindre, oförstärkta block som markerats vid bomknackningen. Dessa är antingen låsta mot stabila block eller utgör vid eventuellt utfall obetydlig risk för installationer och personer.

4.4. Inläckage

Berganläggningen är förhållandevis torr utan vare sig fuktfläckar eller dropp från tak eller anfang. En bidragande orsak är sannolikt att anläggningen är relativt högt belägen i den bergsrygg som utgör den norra begränsningen av Åbybergsparken. Mer betydande områden med fukt förekommer dock på följande platser:

- I de under delarna av det centrala bergrummet där det saknas sprutbetong samt kring ett fåtal utstickande bultar i den nedre delen av väggen.
- Från läget för vad som sannolikt är det igenmurade ventilationsschaktet, strax sydväst om "trappa 1" i Figur 4-1 (se Figur 4-8).
- Nedre delen av skorstensschaktet.



Figur 4-8 Foto som visar eventuellt läge för förseglat ventilationsschakt (vita pilar), samt därunder mörka fuktfläckar från inläckage.

5. Risker vid sprängning och grundläggning

Vid sprängning och grundläggning i nära anslutning till anläggningen föreligger följande risker med koppling till stabilitet:

- Blockutfall och ras till följd av vibrationer från sprängning.
- Direkta förskjutningar och lyft längs befintliga slag till följd av gastryck från sprängningar och "svällning" av bergmassan.
- Kollaps av bärande huvudsystem till följd av bristande bergtäckning i kombination med höga laster.

En ytterligare risk är ökat inläckage till följd av att bergmassan öppnas upp genom förskjutningar längs befintliga slag.

Vid sprängning inom ca. 50 m från anläggningen kommer det att fastställas ett riktvärde för sprängningsinducerade vibrationer som ska innehållas. Värdet fastställs av vibrationskonsult baserat på Svensk Standard SS 460 48 66:2011 eller Kretslopp- och vattens anvisningar. Anläggningens tillstånd kommer att vara avgörande för riktvärdet. Eftersom anläggningen nyligen genomgått en omfattande reovering med komplettering av befintlig bergförstärkning bedöms anläggningen vara i gott skick. Det förekommer visserligen mindre bock som vid bomknackning visade sig vara potentiellt instabila, men de är antingen låsta mot stabila block eller utgör vid eventuellt utfall obetydlig risk för installationer och personer. Bedömningen är därför att det inte föreligger skäl att justera ner riktvärdet till följd av bristande bergförstärkning.

Förskjutningar och lyft längs befintliga slag till följd av gastryck från sprängningar och "svällning" av bergmassan kan uppstå vid sprängning i omedelbar anslutning till anläggningen. I detta sammanhang är bergartens gnejsighet, liksom subhorisontella bankningsplan, att betrakta som svaghetsplan. Det kan i första hand inverka på infästa av installationer och då främst bergförstärkningsbult som kan vara inborrade ett flertal meter. Uppgifter saknas om längder på de kamjärn som använts vid systembultning, men de kan inte uteslutas att vissa är upp till 6 m. För att undvika denna typ av skador tillämpas lämpligen s.k. skonsam sprängning, där slätsprängning och förspräckning är de metoder som vanligtvis används. Alternativt kan bergmassan i omedelbar anslutning till tunneln skyddas från inträngande spränggaser genom förspräckning med snigeldynamit, sågning eller slitsborrning. En spricka eller slits avskärmar även anläggningen från spränginducerade vibrationer.

Risken för kollaps av anläggningens bärande huvudsystem till följd av bristande bergtäckning i kombination med höga laster är endast relevant vid grundläggning över någon av anläggningens tunnlar. Bergtäckningen bedöms genomgående vara 8–10 m och grundläggning över anläggningen utan föregående bergschaktning kan utföras utan risk för att äventyra stabiliteten. Skulle bergtäckningen däremot halveras utförs lämpligen stabilitetsberäkningar för att fastställa minsta tillåtna bergtäckning med avseende på planerad last.

Det kan inte uteslutas att grundvattenförhållandena kring anläggningen påverkas vid schaktning och grundläggning. Generellt sett leder det till en sänkning av grundvattenytan och därmed rimligen till ett minskat inläckage i anläggningen. Samtidigt kan det inte uteslutas att avlägsnandet av tätande lera ger motsatt effekt. Vid sprängning i omedelbar anslutning till anläggningen finns även risk för lokalt ökat inläckage till följd av att befintliga slag som står i kontakt med någon av tunnarna öppnas upp.

6. Rekommendationer

Exakta lägen för de delar av berganläggningen som ligger närmast planerad byggnation ska fastställas genom inmätning.

Inför planerad byggnation ska en riskanalys upprättas som inkluderar anläggningen och anger riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer, samt anvisningar för syneförrättning och vibrationsmätning. Det rekommenderas att riskanalysen även inkluderar kontroll av förändringar avseende inläckage till anläggningen genom att omfattningen av initialt läckage fastställs. Skulle problem med ökat inläckage uppstå hanteras det lämpligen genom efterföljande injektering eller installation av dränering.

Vid planerad bergschaktning inom 10 m från det centrala berggrummet eller skorstenschaktet, alternativt 8 m från ventilationsschaktet eller någon av tunnarna som benämns huvudentré och nödutgång rekommenderas att det upprättas en sprängteknisk PM som anger föreskrifter och restriktioner. Vidare rekommenderas starkt att planerad sprängning inom 10 respektive 8 m från anläggningen föregås av förspräckning med snigeldynamit eller sågning, i syfte att isolera bergmassan i omedelbar anslutning till anläggningen från både vibrationer och permanenta förskjutningar genom "svällning". Bergschaktning ska inte ske närmare än 4 m från befintlig anläggningen utan särskild utredning i samråd med bergsakkunnig efter avtäckning som medger kontroll av de faktiska bergförhållandena. Borrhål närmare än 2 m från konturen (sågad eller förspräckt) ska förseglas innan sprängning.

Även vid planerad byggnation över berganläggningen som kräver att bergtäckningen reducerad till mindre än 6 m rekommenderas en särskild utredning, inklusive stabilitetsberäkning, av bergsakkunnig för att säkerställa att inte det bärande huvudsystemet skadas.