



Flytt Kiruna kyrka Översiktlig geoteknisk utredning

LKAB

PM GEOTEKNIK
(PM/GEO)

2023-09-29
Rev 2023-11-13



| DOKUMENTINFORMATION | |
|----------------------------|--------------------|
| Uppdrag | Flytt Kiruna kyrka |
| Uppdragsnummer | D0125749 |
| Beställare | LKAB |
| Datum | 2023-09-29 |
| Revidering | 2023-12-19 |

| | | |
|----------------|--|------------------|
| Uppdragsledare | Simon Thellbro Tfn. +46105054732 Mail. simon.thellbro@afry.com | |
| Upprättad av | Oscar Detmer Waara Tfn. +4610-505 72 37 Mail. Oscar.detmerwaara@afry.com | |
| | Karrar Ali Tfn. Mail. Karrar.ali@afry.com | |
| Granskad av | Tobias Lundström Tfn. +4670 249 08 98 Mail. tobias.lundstrom@afry.com | Datum 2023-09-05 |



Innehållsförteckning

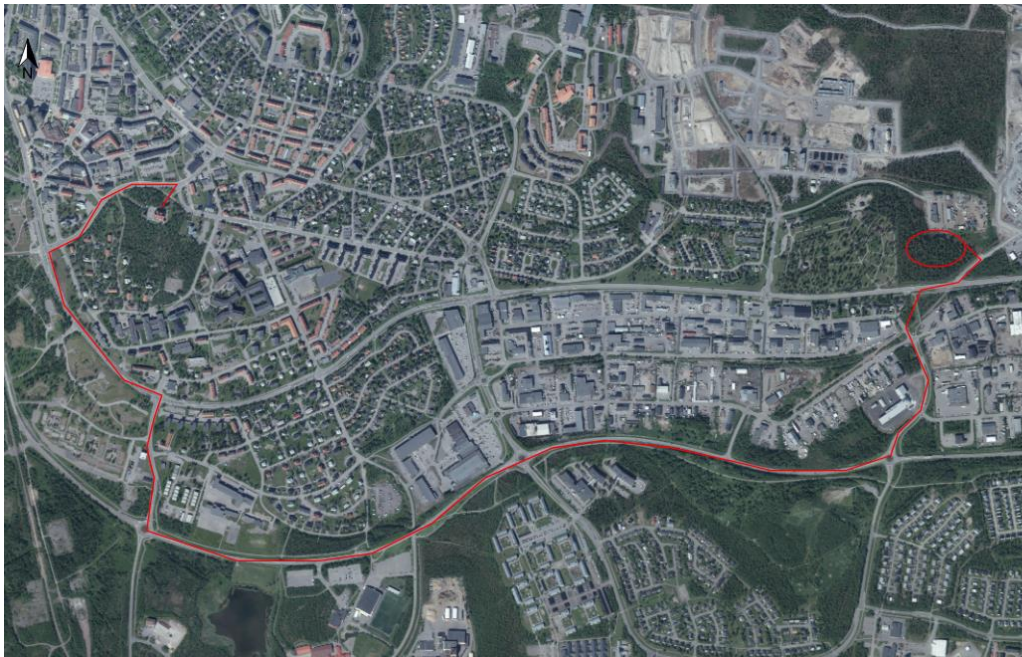
| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | OBJEKT | 4 |
| 2 | BEFINTLIG SAMT BLIVANDE YTBEKÄFFENHET | 4 |
| 3 | SYFTE, BEGRÄNSNINGAR OCH GEOTEKNISK KATEGORI | 6 |
| 4 | UNDERLAG | 6 |
| 4.1 | Tidigare utförda undersökningar | 6 |
| 5 | NU UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR | 6 |
| 5.1 | Koordinat- och höjdsystem | 6 |
| 6 | GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN OCH ÅTGÄRDER, FLYTTVÄGEN | 7 |
| 6.1 | Gruvvägen | 7 |
| 6.2 | Hjalmar Lundbohmsvägen | 7 |
| 6.3 | Gruvfogdegatan | 8 |
| 6.4 | Silfwerbrandvägen | 9 |
| 6.5 | Lombololen | 9 |
| 6.6 | Österleden | 12 |
| 6.7 | Malmvägen | 12 |
| 6.8 | Flyttleden | 13 |
| 6.9 | Värmeverksvägen | 14 |
| 7 | GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN OCH ÅTGÄRDER, KIRUNA KYRKA OCH KLOCKTORN (NYTT LÄGE) | 14 |
| 7.1 | Jordlagerprofil | 14 |
| 7.2 | Hållfasthets- och deformationsegenskaper | 15 |
| 7.3 | Hydrogeologi | 15 |
| 7.4 | Dimensionering | 15 |
| 7.5 | Förutsättningar och rekommendationer | 17 |
| 7.6 | Radon | 18 |



1 Objekt

Som ett led i samhällsomvandlingen planeras en flytt av Kiruna kyrka. AFRY projekterar breddning av den planerade flyttvägen samt ny grundläggning av Kiruna Kyrka med tillhörande klocktorn.

På uppdrag av LKAB har AFRY genomfört en översiktlig geoteknisk utredning för flytten av Kiruna kyrka från den nuvarande positionen till nya industriområdet i Kiruna. Även en komplettering av den geotekniska undersökningen i det nya läget för kyrkan utfördes. Utredningen är ett underlag för marken där Kiruna kyrka kommer att fraktas på. Se i figur 1 nedan för vald passage för flytten. Där befintlig kyrka är till väst på figuren och framtida tomta till öst markerat med röd cirkel.



Figur 1. Ortofoto över Kiruna samt ritat i röd linjesträckningen för passagen av Kiruna kyrka.

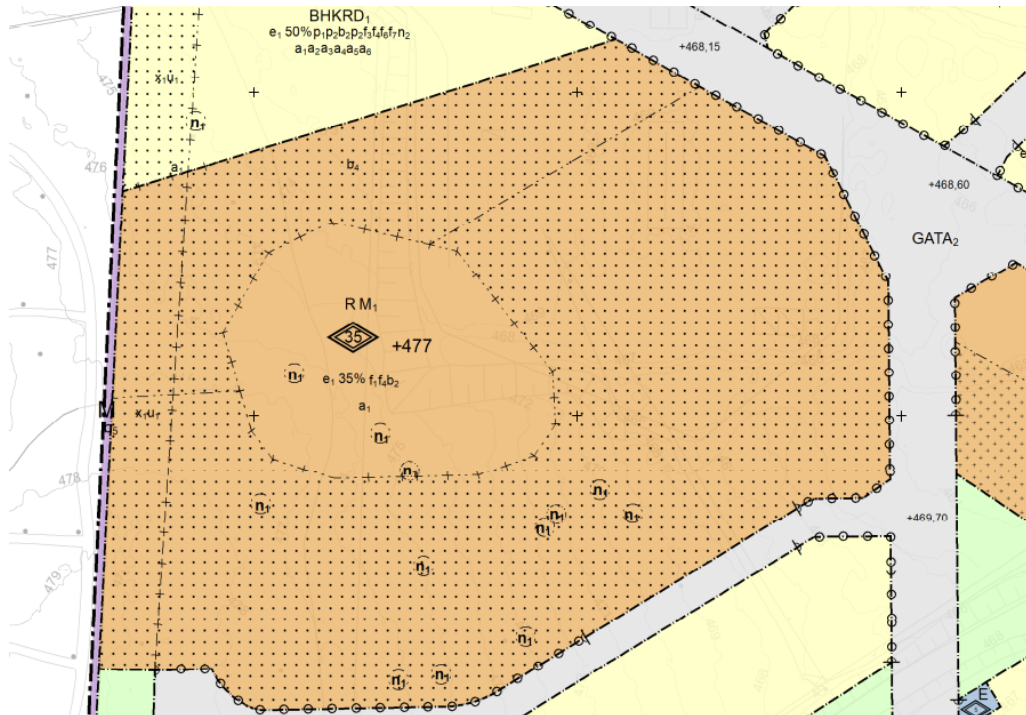
2 Befintlig samt blivande ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet utgörs i dagsläget till största del asfalterade vägar och vägren bestående av sand med blandad växtlighet. Tilltänkt byggnation av väg kommer att befinna sig närliggande till befintlig väg för att klara av bredden vid transport av kyrkan. Tilltänkt placering av Kiruna kyrka är strax väster om en ca 6 meter hög slänt som skapats då industrimarken ("Stena-tomten") jämnades av.



Figur 2. Historiska flygfoton. ca 2022 (vänster) och 1960 (höger)

Kiruna kyrka är en kvadratisk byggnad på ca 40x40 meter, samt ca 40 meter hög. Byggnaden har en uppskattad vikt på cirka 600-700 ton. Klocktornet är ca 10x10 meter och ca 35 meter hög. I erhållen detaljplankarta framgår det att hela området för kyrkan planeras fyllas upp till nivå +477.



Figur 3. Urklipp ur detaljplankarta.



3 Syfte, begränsningar och geoteknisk kategori

Syftet med de geotekniska undersökningarna är att redogöra för de översiktliga geotekniska förhållandena längs med vägsträckan samt bedöma och redovisa de geotekniska förutsättningarna för breddningen av flyttvägen samt i kyrkans blivande läge.

Samtliga permanenta konstruktioner inom objektet bedöms kunna tillhöra Geoteknisk kategori 2 (GK2) och Säkerhetsklass 2 (SK2).

Redovisning av utförda fält- och laboriearbeten hittas i separat Markteknisk undersökningsrapport geoteknik, MUR/Geo, daterad 2023-09-29.

4 Underlag

Vid upprättande av denna rapport har följande material nyttjats:

- Digitalt material i form av baskarta
- Jorddjups- och Jordartskarta från SGU
- Nya Kiruna Kyrka, PM AFRY, 2022-12-09

Enligt jordarts- och jorddjupskartan består undersökningsområdet huvudsakligen av morän med ett jorddjup på ca 7 meter, se Figur 3 och Figur 4.

4.1 Tidigare utförda undersökningar

Under 2022 har AFRY på uppdrag av LKAB utfört en geoteknisk undersökning i det nya läget för kyrkan. Resultatet från undersökningarna redovisades i Markteknisk undersökningsrapport, Nya Kiruna Kyrka, Översiktlig geoteknisk utredning, daterad 2022-12-09. Slutsatser och rekommendationer redovisades i PM Geoteknik, Kiruna nya kyrka, daterad 2022-12-09. Dessa rapporter bifogas ej denna utredning men resultatet inarbetas i denna rapport.

5 Nu utförda undersökningar

AFRY har under 2023 utfört geotekniska undersökningar inom berört område. Totalt har 1 hejar-, 5 JB2-, 25 viktsonderingar och 28 skruvprovtagningar utförts. Mer utförlig information kring de utförda undersökningarna återfinns i tillhörande markteknisk undersökningsrapport.

5.1 Koordinat- och höjdsystem

Koordinatsystem: SWEREF 99 20 15

Höjdsystem: RH 2000



6 Geotekniska förhållanden och åtgärder, Flyttvägen

6.1 Gruvvägen

6.1.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m bredd, i huvudsak på höger sida i längdriktningen.

6.1.2 Geotekniska förhållanden

Längs med vägsträckan har 3 st undersökningspunkter utförts, 23AF001 – 23AF003, omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

De övre lagren sträcker sig ungefär 0,1–0,4 m och består av växtdelar och sandig jord som är mycket löst lagrade. Under dessa lager följer en morän som i den norra delen (23AF001) klassificeras som en grusig siltsandmorän (4A, T3) och i övriga delar består området av en grusig lerig siltmorän (M5A, T4) alternativt grusig siltig lermorän (M5A, T4).. Provtagning och sondering har stoppat på djup mellan 1,5 – 2 m u.my.

I undersökningspunkt 23AF002 är moränen mycket lös till löst lagrad ner till ca 1 m under markytan, därunder fast till mycket fast lagrad. I övriga punkter är moränen mycket fast lagrad.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.1.3 Geotekniska åtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.2 Hjalmar Lundbohmsvägen

6.2.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m bredd samt sänkas något i förhållande till befintlig mark. Schakt kommer ske på både höger och vänster sida om vägen.



6.2.2 Geotekniska förhållanden

Längs vägsträckan har ett undersökningspunkter blivit identifierade och betecknade som 23AF004. Utförda metoder innefattade av skruvprovtagning och viktsondering.

Det aktuella området består av ett ca 0,1 m tjockt ytlager av växtdelar. Detta underlagras sedan av grusig sandmorän (M2, T1) ner till minst 1,2 m djup där provtagningen stannade. Moränen bedöms vara fast lagrad och viktsonderingen erhöll stopp på 0,4 m djup.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.2.3 Geotekniska åtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms vara erforderliga.

6.3 Gruvfogdegatan

6.3.1 Vägförslag

På sträckan blir det helt nyanlagd väg med 24 m bredd med två körfält. Vägen hamnar ungefär i nivå med befintlig mark alternativt i en liten skärning.

6.3.2 Geotekniska förhållande

6.3.2.1 Km 1/150

I området har punkt 23AF005 utförts, omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

Jorden består överst av ca 0,1 m grusig sandig växtdelar på ca 0,3 m fyllning av grusig siltig sandmorän (M3A, T2). Sedan underlagras det av en naturlig grusig siltig sandmorän (M3A, T2) till ca 1,4 m under markytan. Den naturliga grusiga siltig sandmorän bedöms vara fast lagrad, och provtagning avbröts 1,4 m under markytan.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.3.3 Geotekniska åtgärder

Inga geotekniska åtgärder bedöms erforderliga inom området.



6.4 Silfwerbrandvägen

6.4.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m bredd. Breddning sker på båda sidor om befintlig väg.

6.4.2 Geotekniska förhållanden

Längs med vägsträckan har 3 st undersökningspunkter utförts, 23AF006 – 23AF008, omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

Inom området består jorden från ytan av ett ca 10 cm tjockt lagerväxtlager, blandat med grus och sand. Detta underlagras sedan av generellt av en grusig morän eller sandig siltmorän (M4A, T3).

I punkt 23AF008 finns en fyllning av stenjord (M2, T1), på djup 0,1–0,5 m. Därunder finns en trolig fyllning av grusig siltig sandmorän ner till 1,1 m under markytan. Detta följs sedan av siltmorän (M5A, T4) till ca 2,7 m under markytan där moränen påträffas. Moränen består i huvudsak av grusig siltig sandmorän (M3B, T2) och grusig sandmorän (M2, T1).

Moränen är över lag fast lagrad medan den sandiga silten är löst lagrad i ytan men ökar med fasthet mot djupet.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.4.3 Geotekniska åtgärder

Inga geotekniska åtgärder bedöms erforderliga på sträckan. På grund av förekomst av lösa sediment rekommenderas dock tidig utläggning av vägfyllningarna och att eventuell asfaltering görs säsongen efter att fyllningarna lagts ut.

6.5 Lombolaleden

6.5.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m, i huvudsak på vänstra/norra sidan fram till km ca 2/000, därefter utförs breddningen i huvudsak på högra/södra sidan. I km ca 2/350–2/500 sänks vägen ca 2,5 till 3,0 m jämfört med befintlig nivå och i km 2/750 ska en GC-port eventuellt förlängas.



6.5.2 Geotekniska förhållanden och åtgärder

Längs med vägsträckan har 11 st undersökningspunkter utförts, 23AF009 – 23AF016, omfattande skruvprovtagning, viktsondering samt en jord-och bergs sondering i punkt 23AF014.

6.5.2.1 Km 1/670

Jorden består överst av ca 10 cm växtlagslager och lagren där under varierar längs med sträckan.

Från början av sträckan, i punkt 23AF009 (km ca 1/670) finns troliga fyllningar av sandig silt (M5A, T4) ner till ca 2,5 m djup följt av en sandig silt (M4A, T3) ner till ca 3 m djup. Därunder finns en grusig sandig siltmorän.

Fyllningarna av sand är löst lagrade ner till ca 1,6 m under markytan, därunder blir de medelfast lagrade. Moränen är mycket fast lagrad.

Innan vägen breddas rekommenderas att terrassen packas med tung vält efter att vegetationsavtagning har utförts. Inga övriga förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.5.2.2 Km 1/950

I km ca 1/950 (punkt 23AF010) består jorden under växtlagslagret av fyllningar av sandigt siltigt grus (M3B, T2) ner till 1 m djup, därunder av fyllningar av grusig siltig sand (M3B, T2) ner till ca 2,2 m djup. Därunder finns en grusig siltig sandmorän alternativt grusig sandig siltmorän ner till minst 3,9 m under markytan där provtagningen avslutades.

Både fyllningarna och moränen bedöms vara fast lagrade.

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.5.2.3 Km 2/150

I km 2/150 (punkt 23AF011) består jorden under växtlagslagret av fyllningar av sandigt siltigt grus (M3B, T2) ner till 1,5 m djup där provtagningen ej kunde utföras djupare. Den grusiga sanden bedöms vara mycket fast lagrad.

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.5.2.4 Km 2/350

I km 2/350 (punkt 23AF012 och 23AF012B) består jorden utanför vägen av ett ca 0,5 m tjockt lager av torv (M6B, T1). Under den översta torven finns ett lager av torv med inblandning av grus ner till 2,3 m under markytan. På grund av grusinblandningen har det okulärt klassificerats som fyllningar men det kan även vara fyllningar från väggroppen som har blandats med den naturliga torven.



Baserat på viktsonderingen i punkt 23AF012B bedöms fast botten ligga ca 1,5 m under markytan.

Som förstärkningsåtgärd föreslås urgrävning av torv och därefter återfyllning med krossat berg. Som alternativ kan nedpressning utföras med sprängsten.

6.5.2.5 Km 2/500

I km 2/500 (punkt 23AF013 och 23AF013B) består jorden av fyllningar av sand och grusig sand (M2, T1). Provtagning har kunnat utföras till 2 m i punkt 23AF013 och 1,2 m i 23AF013B där dessa har erhållit stopp. Baserat på viktsonderingarna bedöms fyllningarna vara mycket fast lagrade.

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.5.2.6 Km 2/750

I km 2/750 (punkt 23AF014) består jorden överst av en 0,5 m tjock fyllning av grusig siltig sand (M3B, T2) på en siltmorän (M5A, T4). Moränen är löst lagrad ner till ca 2,4 m under markytan där den övergår till att vara fast lagrad. Berg har påträffats 3,7 m under markytan, nivå ca +496,5.

Vid eventuell förlängning av GC-porten kan en tillfällig bro utföras med plattgrundläggning på morän på nivå ca +498, alternativt på berg på nivå ca +496,5.

För breddning av vägen föreslås att tidig utläggning av fyllningarna utförs så att sättningar i moränen hinner uppstå under byggtiden. På grund av högt siltinnehåll i moränen bedöms ytpackning ej vara en lämplig åtgärd.

6.5.2.7 Km 3/000

I km 3/000 (punkt 23AF015) består jorden från ytan av en ca 1,1 m tjock fyllning av siltig grusig sand (M2, T1). Därunder finns en grusig sandig siltmorän (M3B, T2). Fyllningarna bedöms vara löst lagrade och moränen bedöms vara fast lagrad.

Inga geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erforderliga.

6.5.2.8 Km 3/900

I km 3/900 (punkt 23AF016) består jorden under växtlagslagret av fyllningar av grusig sand (M2, T1) ner till 0,6 m under markytan. Därunder finns en sandig jord och siltig sand (M3B, T2) ner till 1,7 m under markytan där en grusig sandmorän (M2, T1) påträffas ner till minst 2,8 m under markytan där provtagningen erhöll stopp.

Fyllningarna av sand bedöms vara löst lagrade medan moränen bedöms vara fast till mycket fast lagrad.



Efter utförd vegetationsavtagning rekommenderas att terrassen packas med tung vält, därefter kan vägen byggas utan ytterligare förstärkningsåtgärder.

6.6 Österleden

6.6.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m. Vägen breddas på både vänstra och högra sidan. Från km ca 4/400 blir det ny väg fram till km ca 4/520 där den ansluts mot Malmvägen.

6.6.2 Geotekniska förhållanden

Längs med vägsträckan har 2 st undersökningspunkter utförts, 23AF017 och 23AF019, omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

I början av sträckan, km 4/050 (punkt 23AF017) består det översta lagret av cirka 2 m grusig sandig torv (M6B, T1) på en grusig sandig siltmorän (M4A, T3). Den grusiga sandiga torven är mycket löstlagrad till ca 0,8 m under markytan. Därunder är den mycket fast lagrad. Även den underliggande grusiga sandiga siltmoränen bedöms vara mycket fast lagrad.

I läge för nya dragningen mellan km 4/400 till 4/520 består jorden av ett tunt lager (ca 20 cm) torv eller matjord på ca 30 cm grusig sand. Därunder finns en grusig siltmorän. Såväl den grusiga sanden som moränen bedöms vara fast till mycket fast lagrad.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.6.3 Geotekniska åtgärder

Vid punkt 23AF017 föreslås urgrävning av det ca 0,8 m tjocka lagret av grusig sandig torv och återfyllning med krossat berg. Alternativt kan nedpressning av sprängsten utföras.

Vid den nya sträckningen mellan km 4/400 till 4/520 krävs inga åtgärder.

6.7 Malmvägen



6.7.1 Vägförslag

Vägen har 2 körfält och kommer att breddas till 24 m, breddning sker på båda sidor om vägen.

6.7.2 Geotekniska förhållanden

I området har 1 undersökningspunkt utförts, 23AF020, omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

Jorden består från ytan av ca 3 m siltig sand (M3B, T2). Därunder finns en grusig siltig sandmorän (M3B, T2). Provtagningen avslutades vid 3,6 m djup.

Den grusiga sanden är lös till medelfast lagrad ner till ca 1 m under markytan där den övergår till att vara fast lagrad.

Viktsonderingen stoppades vid 1,12 m och provtagningen stannade på ca 3,6 m djup.

Berg

Inga jord- och bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.7.3 Geotekniska åtgärder

Efter vegetationsavtagning har utförts rekommenderas att terrassen packas med tung vält. I övrigt bedöms inga särskilda åtgärder vara erforderliga.

6.8 Flyttleden

6.8.1 Vägförslag

På sträckan blir det ny väg med 24 m bredd med två körfält.

6.8.2 Geotekniska förhållanden

I området har 3 st undersökningspunkter utförts, 23AF021-23AF023, omfattande skruvprovtagning, viktsondering samt jord- och bergssondering i punkt 23AF022 och 23AF023.

Området består huvudsakligen av grusig siltmorän (M5A, T4) eller grusig sandig siltmorän (M3B, T2). I undersökningspunkt 23AF023 finns dock en stenig grusig siltmorän. Moränen bedöms vara mycket fast lagrad och provtagning har som mest kunnat utföras till ca 1,1 m djup.

Berg

Jord- och bergsondering har utförts i området och troligt berg upptäcktes vid ca 6,79 m djup (nivå +460,1) i punkt 23AF022 och 5,84 m djup (nivå +463,16) i punkt 23AF023.



Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.8.3 Geotekniska åtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms vara erforderliga.

6.9 Värmeverksvägen

6.9.1 Vägförslag

I nuläget finns inget vägförslag för sträckan.

6.9.2 Geotekniska förhållanden

I området har 1 st undersökningspunkter utförts, 23AF027 omfattande skruvprovtagning och viktsondering.

Undersökningspunkten visar att materialet består av fyllningar av grusig silt och vara fast lagrat. Både skruvprovtagning och viktsondering stannade efter ca 0,5 m. Baserat på övriga undersökningar i området bedöms underliggande material utgöras av en fast morän, troligen siltig morän (M5A, T4)

Berg

Inga jord- eller bergsonderingar har utförts i området.

Hydrogeologi

Inga grundvattenmätningar har utförts i området

6.9.3 Geotekniska åtgärder

Inga förstärkningsåtgärder bedöms vara erforderliga.

7 Geotekniska förhållanden och åtgärder, Kiruna kyrka och klocktorn (nytt läge)

7.1 Jordlagerprofil

Enligt utförda fältundersökningar består marken av ett tunt lager mulljord ovan morän. Morän i området utgörs främst av materialtyp 4A samt tjälfarlighetsklass 3. I undersökningspunkt 22AF111 som utförts inom industriområdet har ett lager fyllnadsjord påträffats i den översta metern.

Berg har verifierats 3,0 – 6,8 meter under markytan, motsvarande +463,6 - +469,61.



7.2 Hållfasthets- och deformationsegenskaper

Utförda hejarsonderingar har utvärderats enligt TK Geo 13 varpå karakteristiska värden valts genom en ingenjörsmässig värdering, enligt kap 5.2.4. Valda karakteristiska värden redovisas i tabellen nedan. Tunghet har valts empiriskt med hänsyn till TK Geo 13, ingen tunghet presenteras för odränerade förhållanden då mark anses vara väl dränerad.

Tabell 1. Sammanställning av karakteristiska värden för kyrkbyggnaden.

| Valda karakteristiska värden, Kyrkbyggnaden | | | |
|---|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Jordlager [m.u.my.] | Tunghet [kN/m ³] | Friktionsvinkel [°] | Elasticitetsmodul [MPa] |
| Mulljord 0-0,3 | - | - | - |
| Sandmorän 0,3-1,0 1,0-6,0 | 20 20 | 34 41 | 15 70 |
| Berg Nivå +467 | - | - | - |

Tabell 2. Sammanställning av karakteristiska värden för klocktornet.

| Valda karakteristiska värden, Klocktornet | | | |
|---|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Jordlager [m.u.my.] | Tunghet [kN/m ³] | Friktionsvinkel [°] | Elasticitetsmodul [MPa] |
| Mulljord 0-0,3 | - | - | - |
| Sandmorän 0,3-1,0 1,0-6,0 | 20 20 | 36 41 | 25 70 |
| Berg Nivå +468,6- +469,6 | - | - | - |

7.3 Hydrogeologi

Samtliga utförda undersökningar visar på en djupt belägen grundvattenyta på ca +464.

7.4 Dimensionering

7.4.1 Dimensioneringsätt

Grundläggning på platta på mark ska dimensioneras i enlighet med dimensioneringsätt 3 (DA3). Pålgrundläggning ska dimensioneras i enlighet med dimensioneringsätt 2 (DA2).

7.4.2 Dimensioneringsförutsättningar

Dimensionering utförs med partialkoefficientmetoden, varvid dimensionerande parametrar bestäms enligt följande;



$$X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \cdot \bar{X}$$

γ_m Fast partialkoefficient, se nedan

η Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion. Bör bestämmas i samverkan mellan geotekniker och konstruktör

\bar{X} Härlett medelvärde

7.4.3 Partialkoefficienter

I tabell nedan anges partialkoefficienter för jordparametrar för dimensionering i brottgränstillstånd. I bruksgränstillstånd sätts partialkoefficienter, $\gamma_m=1,0$.

Tabell 3. Partialkoefficienter för jordparametrar

| Material | γ_m |
|---|------------|
| Dränerad skjuvhållfasthet (φ' och c') | 1,3 |
| Odränerad skjuvhållfasthet (c_u) | 1,5 |
| Tunghet (γ) | 1,0 |

Vid beräkning av sättningar ska modellfaktorn $\gamma_{Rd} = 1,3$ tillämpas.



7.5 Förutsättningar och rekommendationer

Förutsättningarna för grundläggningsrekommendationer baseras på föreslagen flytt av Kiruna kyrka och flyttad placering längre västerut för att undvika tidigare stora uppfyllnader (se tidigare PM Geoteknik för Nya kiruna kyrka, översiktlig geoteknisk utredning, daterad 2022-12-09) För större laster, än som denna rapport redovisar, skall en omvärdering av grundläggning ske.

Vid denna texts skrivning förutsätts både kyrka och klocktorn vara placerade i sin helhet på naturlig morän och ej på den utfyllda ytan mot Stenatomten.

7.5.1 Grundläggning

Med nuvarande föreslagen placering kan kyrkan och klocktornet grundläggas med plintar eller plattor på mark, dvs. på den fasta moränen. All grundläggning ska utföras tjälsäkert och moränen ska förutsättas vara av tjälfarlighetsklass 3.

7.5.2 Totalstabilitet

Med föreslagen uppfyllnad med kontrollerade massor och flacka släntlutningar bedöms totalstabiliteten för bäge konstruktioner som tillfredsställande.

Permanenta slänter bör ställas med hänsyn till valt materials friktionsvinkel samt erosionsbenägenhet.

7.5.3 Sättningar

Inga sättningsberäkningar har utförts i nuvarande läge efter att kyrkan flyttats västerut för att undvika stora uppfyllnader. I nuvarande placering är marken homogent uppbyggd av fast morän under hela byggnaden och endast små sättningar bedöms uppstå. Det ska dock beaktas i samband med dimensioneringen av grundläggningen.

I det fall någon del av kyrkan eller klocktornet placeras på tjocka fyllningar ut mot den gamla Stenatomten behöver egen-sättningarna i fyllningarna beaktas så att dessa hinner uppstå innan grundläggning sker.

7.5.4 Fyllning

Fyllning bör utföras i lager som packas enligt AMA. Vid val av uppfyllnadsmaterial krävs att kontrollerade massor av friktionsjord används där materialet beaktas avseende egenskötningar. Detta gäller speciellt under byggnaderna, 1 meter kring dessa och inom en lutning av 1:1 på djupet.

Utläggning av fyllnadslagret bör ej utföras genom ändtippning, speciellt inte inom grundläggningszonerna, eftersom det medför risk för materialseparation, dvs att grövre material kommer underst och finare överst. Vidare bör transporter ske inom varierande stråk så att skillnader i packningsresultat ej erhålls inom packningsytan.



Tillförda fyllnadsmassor skall kontrolleras så att de inte bidrar till en ohälsosam miljö avseende markradon.

7.6 Radon

Utförd radonmätning redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik daterad 2023-08-31. Resultatet visar värden på som mest 28 kBq/m³ vilket innebär normalradonmark, vilket innebär åtgärder för radonskyddat byggande enligt Boverkets byggregler, 6.23 Radon i inomhusluften (2011:6 med ändringar BFS 2019:2). För fler detaljer om radonskyddat byggande, se "Radonboken – Nya byggnader", Connie Cox, 2019. ISBN 9789173339964