



LUGNVIK, ÖSTERSUND

eMethanol Östersund

Geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för
lokaliseringsutredning avseende planerat fabriksområde

PM Geoteknik, Markmiljö

Planeringsunderlag

Östersund 2024-06-13

Handläggare: Jonatan Brattberg

Granskad av: Olle Kwick

Konsult

Geoteknologi Sverige AB
Hammarbybacken 27
120 30 Stockholm
Tel: 070 290 74 40
Org.nr: 559080-8084
Styrelsens säte: Stockholm

Kund

Sydkraft Hydrogen AB (Uniper) genom Clas Moberg - Moberg-Röhl AB
E-post: clas.moberg@moberg-rohl.com

Kontaktperson

Jonatan Brattberg 070 482 21 51
E-post: jonatan.brattberg@geoteknologi.se

Innehåll

1	Uppdrag, syfte och objekt.....	3
2	Underlag	4
2.1	Utförda undersökningar	5
3	Befintliga förhållanden.....	5
3.1	Topografi och geologi	5
4	Befintliga förhållanden.....	7
4.1	Geotekniska förhållanden	7
4.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	10
4.3	Hydrologi.....	11
5	Markmiljö och förorenade områden	12
5.1	Resultat och utvärdering.....	12
5.2	Förenklad miljö- och hälsoriskbedömning	17
5.3	Markmiljö och förorenade områden - slutsatser och rekommendationer	20
5.4	Radon	21
6	Geotekniska förutsättningar	21
6.1	Skredrisker.....	21
6.2	Marksättningar	21
6.3	Grundläggning, markförstärkning.....	22
6.4	Schakt och fyllning.....	25
6.5	Grundvatten	26
6.6	Dagvatten (LOD), erosion, översvämningar och länshållning	26
6.7	Svällande skifferberg – orsak och åtgärder	26
7	Kompletterande undersökningsbehov	27
8	Ritningar	28
9	Bilagor	28

1 Uppdrag, syfte och objekt

I Lugnvik, Östersund nordost om värmeverket ca 2 km norr om centrala Östersund planerar Sydkraft Hydrogen AB nyetablering av industriverksamhet för metanolframställning, se geografiskt läge i figur 1.



Figur 1. Översikt Östersund, aktuellt område inom röd rektangel norr om centralorten.

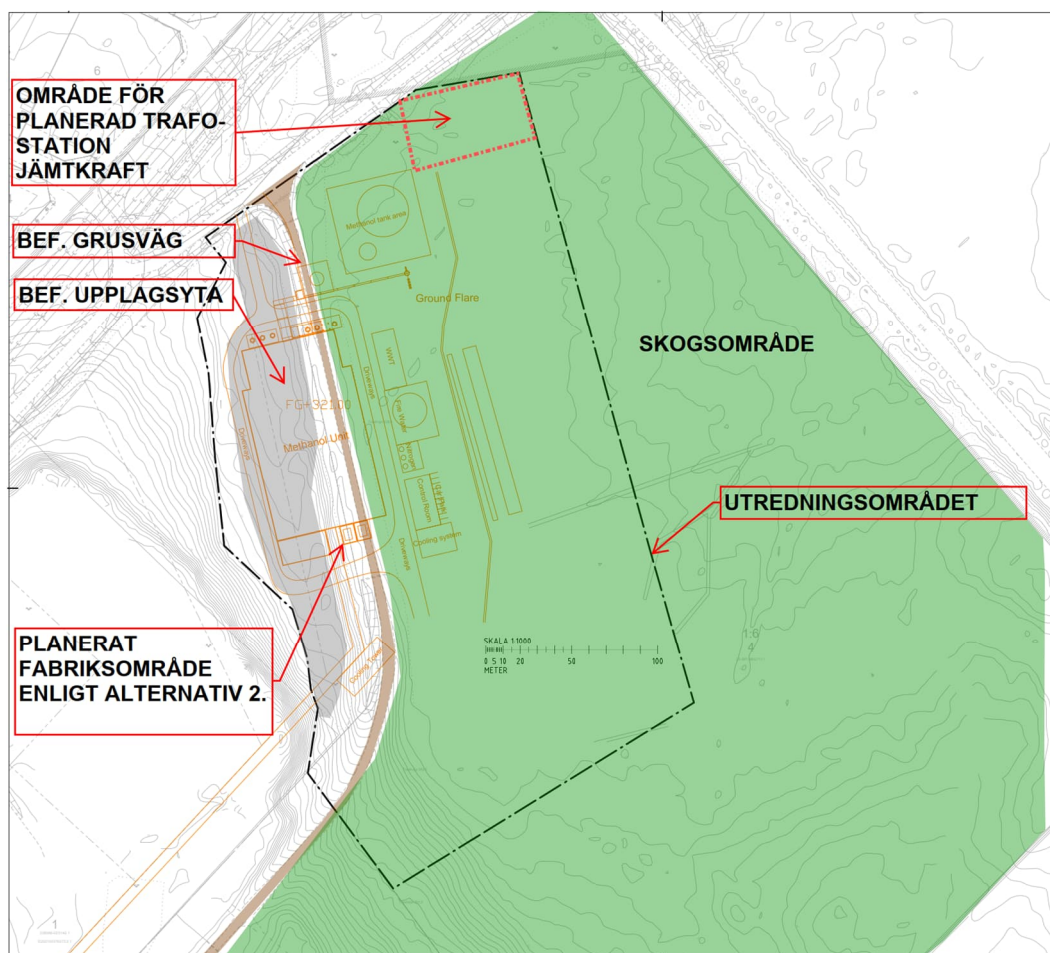
Fabriksområdet utgörs av en större industribyggnad med måtten ca 65x125 m med en höjd på ca 20 m med intilliggande teknikbyggnader för släckvatten, vattenrening, kontrollrum, kylsystem m.m. I närheten placeras en metanoltank med måtten 50x50 m ca 20 m hög. Intill byggnaderna och metanoltanken planeras körytor, uppställningsplatser och parkeringar. Totalt tar hela systemet ca 3 ha markyta i anspråk.

Placering av byggnader och enheter är under utredning och i figur 2 ses ”alternativ 2”, daterat 2024-02-12 för lokalisering av fabrikssystemet. Andra förslag på utplacering finns med hela systemet justerat mer österut i skogsområdet.

På uppdrag av Sydkraft Hydrogen (Uniper) genom Moberg-Röhl AB har Geoteknologi utfört geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för det planerade fabriksområdet.

Denna handling är avsedd att utgöra geotekniskt och miljötekniskt underlag till lokaliseringsutredning för fabrikssystemet. Syftet med denna handling är även att utgöra geotekniskt underlag för projektering av grundläggning till byggnader och tillhörande kör- och uppställningsytor.

I denna handling redovisas geotekniskt och miljötekniskt underlag till Jämtkraft, som i nordöstra delen av området planerar en transformatorstation för elförsörjning till fabriksområdet.



Figur 2. Förslag till utformning enligt "alternativ 2", daterat 2024-02-12, med utredningsområdet i streckad svart linje. Befintlig mark består av en upplagsyta i väster (grått) och skogsområde i öster (grönt) och däremellan en grusväg (brunt).

2 Underlag

Underlag för denna utredning har varit:

- SGU jordartskarta (skala 1:25 000).
- SGU Berggrundskarta.
- Historiska kartor Lantmäteriet.
- Potentiellt förorenade områden, EBH-karta, Länsstyrelsen.
- Information av befintliga ledningar inom området erhållna av Jämtkraft och ledningskollen, erhållna av beställaren i februari 2024.
- Flygskanningsdata beställt via Metria (erhållet av ArcTan 2023-02-13) för befintliga marknivåer.
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar, Östersunds kommun, utfört av Olsson Bygg- och Markkonsult Lundsjön 2008-07-28.
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar för intilliggande värmeverket, Jämtkraft, utfört av WSP 2022-09-30.

2.1 Utförda undersökningar

Geoteknologi har utfört nya geotekniska fältundersökningar i februari/mars 2024 genom innovativ markprojektering AB. Undersökningarna har omfattat sammanlagt 30 undersökningspunkter med metoderna jord-bergsondering (för bedömning av jordens lagerföljd samt bestämning av bergets nivåer).

Resultaten av utförda fält- och laboratorieundersökningarna redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, daterad 2024-05-24. Tolkade jordlager redovisas på planritning G-12-1-01 samt sektionsritning G-12-2-03 tillhörande denna PM.

Denna PM med tillhörande ritning redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 14.15 i plan och RH 2000 i höjd.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Topografi och geologi

Utredningsområdet ligger norr om centrala Östersund strax öster om Lugnviks industriområde och Jämtkrafts kraftvärmestation, se figur 1.

Väster om utredningsområdet, vid kraftvärmestationen, finns ett höjdområde kring nivå +340. Marken faller sedan relativt brant mot öster till nivå +326 i västra utredningsområdet. Inom utredningsområdet planar marken ut och är i östra delen ca +317.

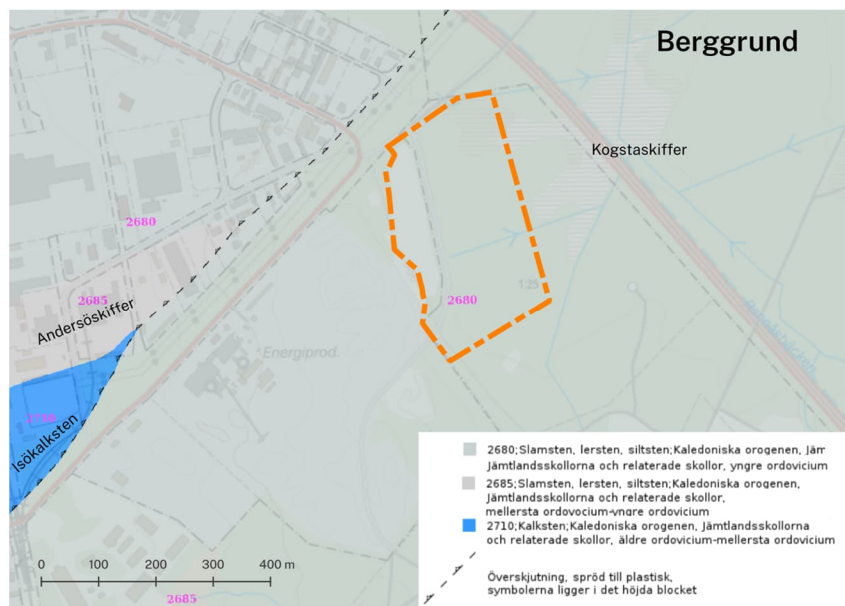
Grusvägen som löper genom utredningsområdet har relativt djupa diken, ca 2 m. Öster om grusvägen finns ett skogsområde som utgör ca 2/3 av utredningsområdet, se *Figur 3*. Stora delar av skogsmarken har tidigare varit kärr och är delvis utdikad.

Nordväst om utredningsområdet ligger östra delarna av Lugnviks industriområde. Direkt väster om utredningsområdet finns Jämtkrafts kraftvärmeverk med en kraftigt uppfyllt upplagsyta för träflis. Fyllnadsmaterialet i den uppfyllnaden består enligt uppgift från Jämtkraft delvis av bottenaska från pannorna i värmeverket och av jordmaterial. Öster om utredningsområdet finns skog följt av E14.



Figur 3. Flygbild över området.

Berggrund inom området visas i Figur 4.

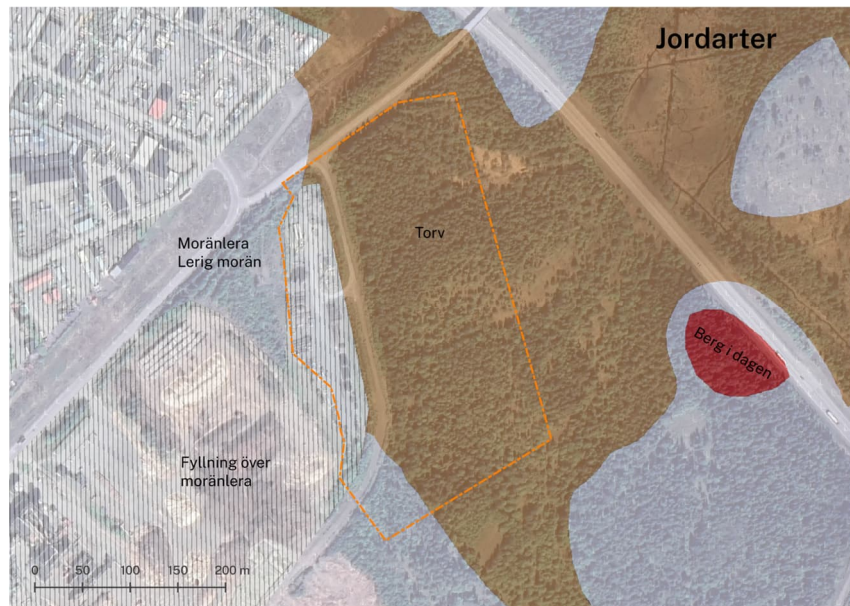


Figur 4. Berggrund. Utsnitt från SGU:s berggrundskarta. (www.sgu.se).

Berggrunden inom utredningsområdet består av Kogstaskiffer (kod 2680) som är en grå-svart siltsten. Mot väster finns en kil av Andersöskiffer (kod 2685) som stratigrafiskt underlagrar Kogstaskiffern. Ytterligare mot sydväst finns Isökalksten som i sin tur underlagrar Andersöskiffern.

Längs Isökalkstenen och vidare genom Kogstaskiffern går en spröd till plastisk lokal deformationszon från sydväst–nordost.

Inom västra undersökningsområdet finns fyllning som överlagrar moränlera eller lerig morän. Östra delen av undersökningsområdet består av torv som sannolikt överlagrar moränleran, se figur 5. Torvmarken är tidigare kärr som idag är utdikad.



Figur 5 SGU:s jordartskarta karta över området.

4 Befintliga förhållanden

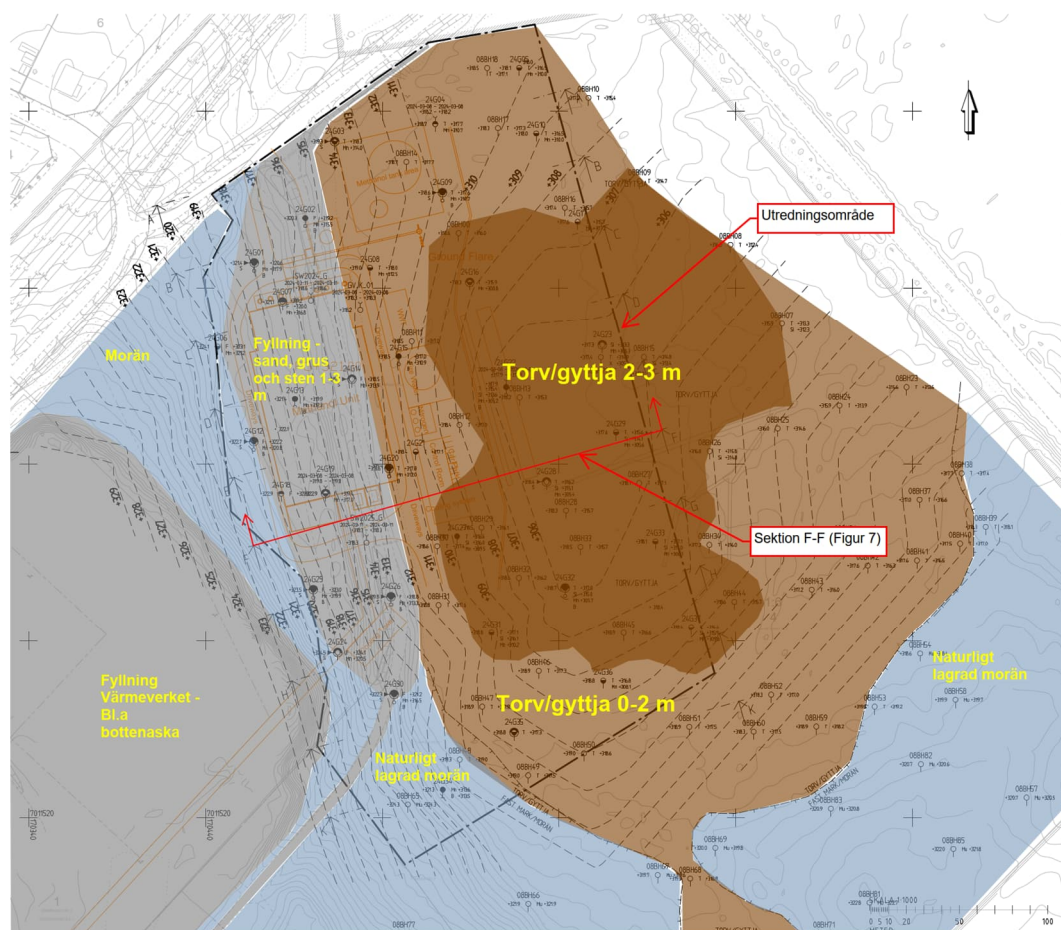
4.1 Geotekniska förhållanden

Jordlagren beskrivs i plan i figur 6 och i ritning G-12.1-01 och i sektion i figur 7 samt ritning G-12.2-03.

Marken består i **slänten upp mot värmeverket** i väster, främst av ler-/siltmorän med underliggande berg. Vid **upplagsytan** väster om grusvägen består marken av fyllning ovan silt- och/eller lermorän.

Grusvägen är enligt utförda undersökningar grundlagd på morän och överbyggnaden består av fyllning, sand och grus.

Inom i stort sett hela skogsområdet öster om grusvägen består marken av ytvegetation/humusjord med underliggande gyttja och torv. Torven/gyttjan underlagras av *svämsediment* bestående av silt med inslag av lera med underliggande sand/grus. Under svämsedimentet övergår marken i ler- och /eller *siltmorän* vars relativa fasthet ökar mot djupet, se figur 7.



Figur 6 Jordlagerförhållanden i och kring utredningsområdet.

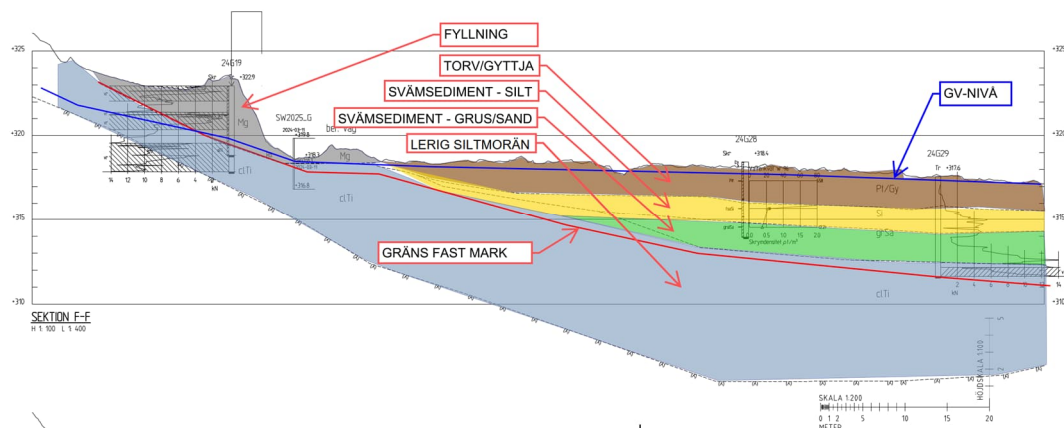
Inom den befintliga upplagsytan i väster förekommer överst ett upp till 3,0 m tjockt lager av lös – fast lagrad *fyllning*.

Fyllningens sammansättning varierar och består av blandade fraktioner av främst, sand, silt, lera och ställvisa inslag av humus.

Torven/gyttjans tjocklek varierar i utförda undersökningspunkter mellan 0 och ca 3,5 m och består av låg- till högförmultand torv och gyttja. Uppmätta vattenkvoter i torven/gyttjan ligger mellan ca 400 – 600 %.

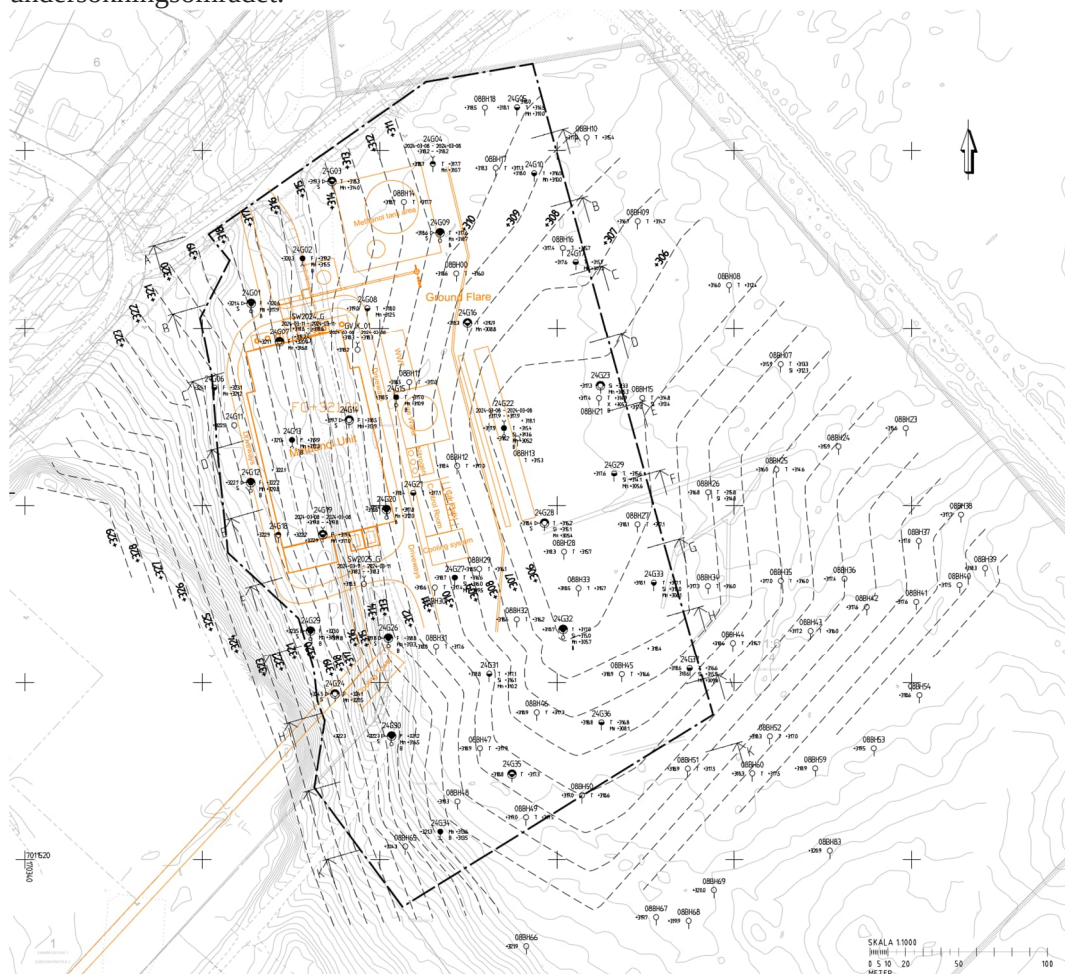
Svåmsedimenten under torven/gyttjan tjocklek varierar över området mellan ca 1–3 m och består av silt, ställvisa inslag av lera med underliggande lager av sand och grus.

Siltmoränens tjocklek varierar från ca 2 till 7 m och består i utförda provtagningspunkter av halvfast – fast lagrad lerig siltmorän, som utfirån utförda undersökningar bedöms stenig och blockig.



Figur 7 Representativ sektion F-F med jordlagerföljd åskådliggjord. Röd linje i sektionen representerar gräns till fast lagrad morän. Grundvattennivån redovisas med blå linje i sektionen.

Bergets nivå varierar i utförda undersökningspunkter mellan ca +321,0 i väster och +305,7 i skogsområdet, motsvarande ca 1,7 – 13,0 m djup under markytan vid undersökningspunkterna. Inget synligt berg i dagen har observerats inom undersökningsområdet.



Figur 8 Bergets nivå visualiserat med nivåkurvor, som utgår från undersökningspunkterna och framställd ytmödel av bergets överyta. Utanför undersökningsområdet skall angivna nivåer uppfattas som osäkra, då ytmödeln där baseras på inventerade undersökningspunkter på relativt stort avstånd från de nyligen utförda.

4.2 Hydrogeologiska förhållanden

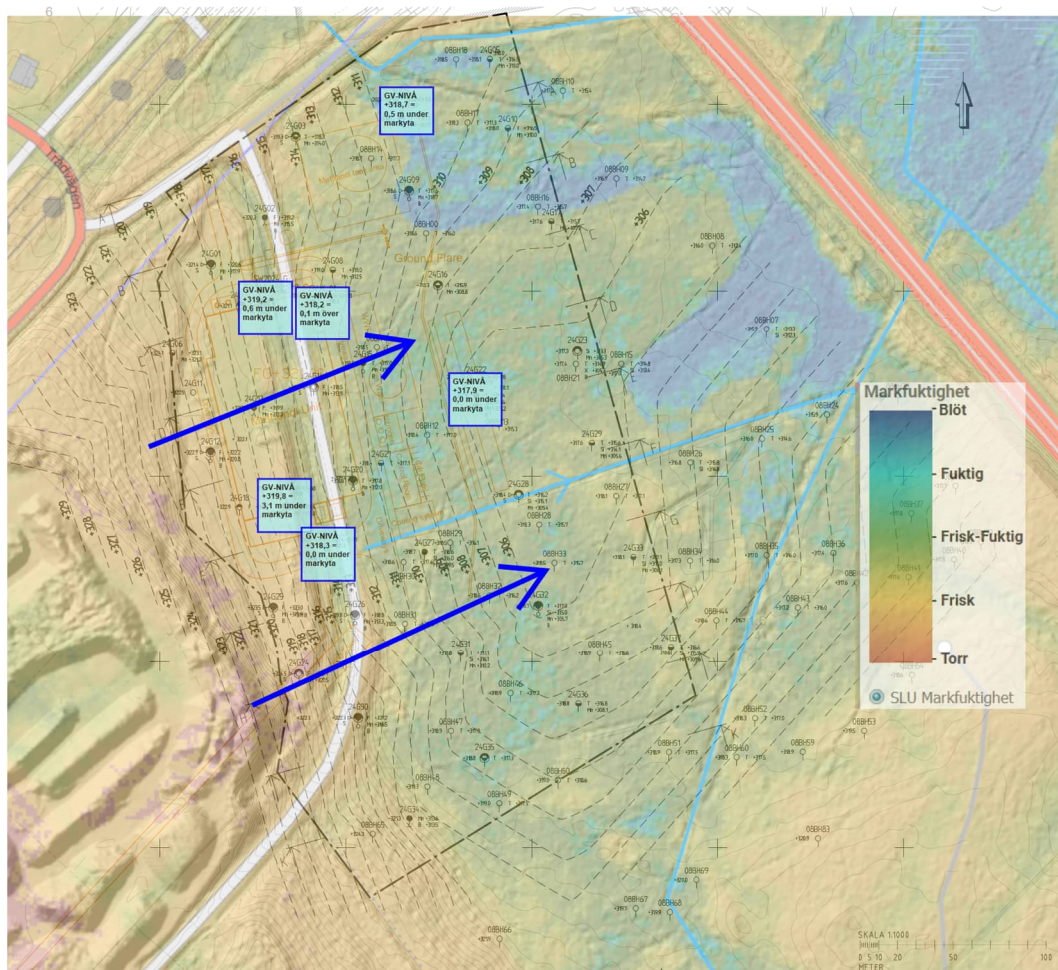
Grundvattenmagasin i jorden är begränsat med inströmning inom kraftvärmeverkets område i väster och utströmning i skogsmarken i östra delen av området. Det finns sannolikt en lokal grundvattendelare i nord-sydlig riktning inom kraftvärmeverkets upplagsyta och vidare mot sydost, se *Figur 9*.



Figur 9. Hydrogeologi och hydrologi kring undersökningsområdet.

Nya och tidigare installerade grundvattenrör påvisar en uppmätt grundvattenyta enligt figur 10.

Väster om grusvägen ligger grundvattenytan generellt 2–3 m under markytan med en viss gradient upp mot höjdpartierna i väster (värmeverket). I skogsområdet ligger uppmätta grundvattennivåer i februari i höjd med markytan. I ett av observationsrören ligger grundvattenytan något högre än markytan, s.k. artesiskt portryck (se figur 10), vilket kan anses som rimligt då den observationspunkten ligger just nedanför släntfot från upplagsytan och grusvägen. Tolkad grundvattennivå redovisas även i sektion i figur 7.



Figur 10 Utredningsområdet med generell strömningsriktning för ytvatten. De uppmätta grundvattennivåerna redovisas där de är lokaliserade med nivå och djup under markytan. Bakgrundskartan utgörs av SLU:s markfuktighetskarta som anger sannolikhet för blöt mark enligt maskininlärningsmodell (index 0–100).

4.3 Hydrologi

Från skogsområdet, som tidigare varit kärr, i östra undersökningsområdet finns flera diken som leder till Rannåsbäcken. Omkring 700 m mot nordväst vrider bäcken mot väster och rinner samman med Semsån. Dessa rinner ut i Storsjön vid Semsåviken, se Figur 9.

Området avvattnas via diken mot Rannåsbäcken som rinner från sydost–nordväst längs E14, se Figur 9. Rannåsbäcken är en ytvattenförekomst med måttlig ekologisk status på grund av bristande konnektivitet och morfologi. Rannåsbäcken uppnår ej god kemisk status på grund av kvicksilver och PBDE-halter, vilket gäller alla svenska ytvatten. Däremot finns förhöjda halter av PFOS i både ytvatten och fiskmuskel (<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA14033922>).

5 Markmiljö och förorenade områden

Jord och grundvatten har undersökts avseende markmiljö/förorenad mark och utförd undersökning redovisas i sin helhet i Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2024-05-24.

5.1 Resultat och utvärdering

Samtliga analyserade jord- och grundvattenprover finns sammanställda med jämförandevärden i stortabell i Bilaga 1.

Provpunkter för skruvborrprover, ytor för samlingsprover A–C och grundvattenrör visas i Figur 11.



Figur 11. Diskreta provtagningspunkter (skruvpunkter), ytor för samlingsprover och lägen för grundvattenrör.

5.1.1 Värden för bedömning av föroreningsnivå

För att värdera den allmänna föroreningsnivån används riktvärden från Naturvårdsverket och nivåer för jord samt avfallsnivåer från Naturvårdsverket och Avfall Sverige.

- **Mycket låg halt** <MRR¹ (mindre än ringa risk)
- **Låga halt** MRR–KM² (känslig markanvändning)
- **Måttlig halt** KM–MKM (mindre känslig markanvändning)

¹ MRR = halter motsvarande mindre än ringa riks i Naturvårdsverkets Handbok 2010:1, Återvinning av avfall i anläggningsarbeten.

² KM = känslig markanvändning från Naturvårdsverkets generella riktvärden för föroreningar i jord, se rapport 5976, Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning och [Riktvärden för förorenad mark \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se).

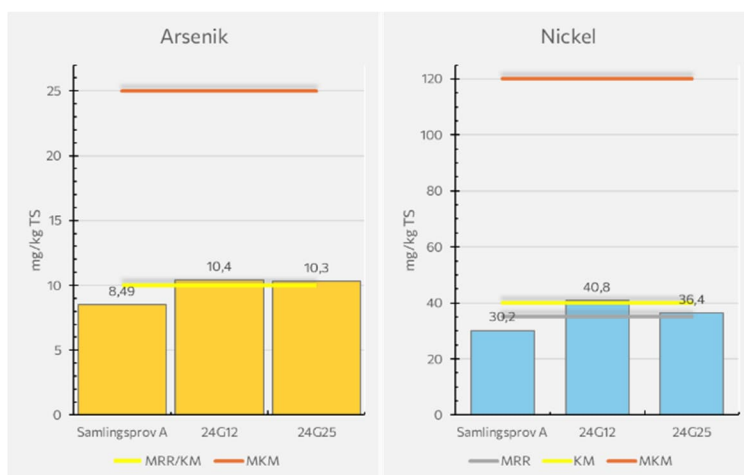
- **Hög halt** MKM-FA³ (farligt avfall)
- **Mycket hög halt** >FA, farligt avfall. Avfall Sveriges rapport 2019:01 från 2019.

Observera att KM, MKM, MRR och FA används eftersom de är väl etablerade haltnivåer. Alla dessa haltkriterier grundar sig dock i bedömning av föroreningshalter i en målpopulation i en jordvolym eller inom en viss yta och inte enstaka stickprov. Riktvärdena används för att bedöma miljö- och hälsorisker medan avfallsnivåerna hantering av en viss jordvolym.

5.1.2 Föroreningar inom upplagsområdet

5.1.2.1 Metaller i jord och grundvatten

Metaller har undersökts i stickprov av moränlera samt samlingsprov av överlagrande fyllning. I *Figur 12* visas halter i proven jämfört mot MRR, KM och MKM.



Figur 12. Metaller inom upplagsytan.

Arsenik och nickelhalter i *samlingsprov* av fyllning inom upplagsområdet är **mycket låga** eftersom de underskrider nivån för MRR, se *Figur 12*. I *stickproven* av moränlera är halterna **låga till måttliga** eftersom de ligger strax över MRR/KM eller mellan MRR och KM.

Vi bedömer dock att **arsenik- och nickelhalterna i moränlera är naturliga** eftersom bakgrundshalterna i morän i Östersundsområdet är tydligt högre (för arsenik 12 mg/kg TS och för nickel 48 mg/kg TS), se Bilaga 2.

I grundvattnet strax nedströms upplagsområdet är arsenikhalterna låga dvs. arsenik sprids inte från moränleran i någon större omfattning.

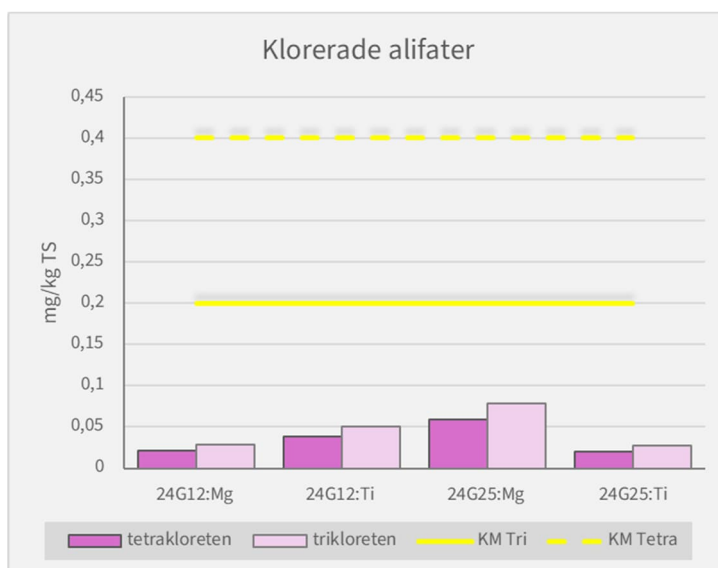
För nickel är däremot halterna i grundvattenproven höga till mycket höga. Vi bedömer dock att halterna beror av naturliga geokemiska orsaker som låga redoxförhållanden i aktuella grundvattenprov vilket mycket höga halter av järn och mangan visar. I samma grundvattenprov med höga nickelhalter finns även höga blyhalter och som inte är förhöjd i jord.

³ Allmänna koncentrationsgränser för klassificering av förorenade massor som farligt avfall: Avfall Sveriges rapport 2019:01, Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor.

5.1.2.2 Organiska ämnen i jord

Inom upplagsområdet finns inga organiska föroreningar av olja (petroleumkolväten som alifater och monocykliska aromatiska kolväten), PAH (polycykliska aromatiska kolväten), PCB (polyklorerade bifenyler), fenoler (och kresoler). Det finns inte heller några förhöjda halter terpenener som misstänktes kunna förekomma från tidigare verksamheter eller spridits från närliggande kraftvärmeverk.

I stickprov av fyllning och morän – provpunkterna 24G12 och 24G25 i mellersta och södra delen av upplagsytan, har **klorerade alifater** som tetra- och trikloreten påträffats, se *Figur 13*.



Figur 13. Tetra- och trikloreten i stickprov från fyllning och moränlera.

Halterna tetra- och trikloreten är låga i stickproven av fyllning och morän där halterna tydligt underskrider KM. I en av provpunkterna är halterna något högre i moränleran jämfört med överlagrande fyllning medan förhållandena är det omvända i den andra provpunkten.

De låga halterna och fördelningen mellan jordarterna indikerar att *föroreningarna sannolikt har sitt ursprung i förorenat grundvatten* som sprids in till området från någon föroreningskälla uppströms undersökningsområdet. Tetra- och trikloreten är föroreningar som sprids lätt med grundvattnet och lätt frigörs från grundvattnet till markens porgas. Tetra- och trikloreten har hög flyktighet i marken (de fördelas till stor del till porgas genom hög nivå på Henrys lags-konstant). Från porgas adsorberas de sedan på jordpartiklar vilket brukar ge allmänt förekommande men låga halter i jord.

5.1.2.3 Organiska ämnen i grundvatten

I grundvattnet **centralt i undersökningsområde** strax nedströms upplagsområdet (öster om området) **finns lösningsmedels-** (xylen, aromater C8–C10 och naftalen) och **oljerester** (alifater C8–C12) i rör 24G19 respektive SW2025, se *Figur 11*. Halterna bedöms vara låga och underskrider riktvärden för grundvatten med en tiopotens.

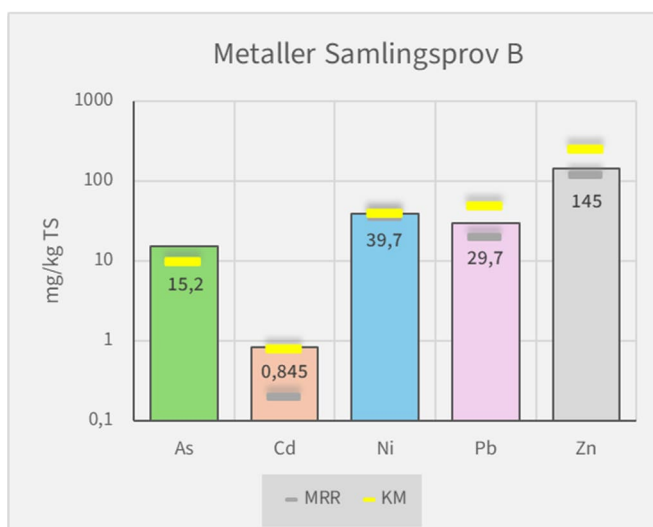
Olje- och lösningsmedelsföroreningen har inte påträffats i jordproverna varför de sannolikt sprids in till området med grundvattnet från källor uppströms. Eventuella klorerade alifater i grundvatten som halterna i jordprover indikerar kan hänga ihop med lösningsmedelsresterna i grundvattnet.

Vi bedömer att lösningsmedels och oljeföreningen inte sprids vidare mot Rannåsbäcken eftersom grundvattenprovet i skogsområdet, 24G22G, inte innehåller några föroreningar, se Bilaga 1. Föroreningarna fastläggs sannolikt i torvmarken när grundvattnet strömmar ut i skogsområdet.

5.1.3 Föroreningar inom vägområdet

5.1.3.1 Metaller

Ett samlingsprov av fyllningen som tillhör vägens överbyggnad har undersökts. Metaller som överskridit föroreningsnivåvärden visas i *Figur 14*.



Figur 14. Metaller i Samlingsprov B, fyllning 0–1 m, i överbyggnad för grusväg. Observera att diagrammets y-axel är logaritmisk.

Måttliga halter arsenik, kadmium, nickel och låg halt bly och zink har påträffats i överbyggnadsfyllningen av grusvägen. Vi bedömer att arsenik, kadmium, bly och zink kan utgöra föroreningar medan nickel sannolikt motsvarar naturliga halter eftersom halten underskrider naturliga halter för morän i Östersundsområdet, se Bilaga 2. Metallföroreningarna har sannolikt funnits i fyllningen redan vid anläggningstillfället och kan vara geogena dvs. ha sitt ursprung i exempelvis bergmaterial som använt till olika fyllningskategorier.

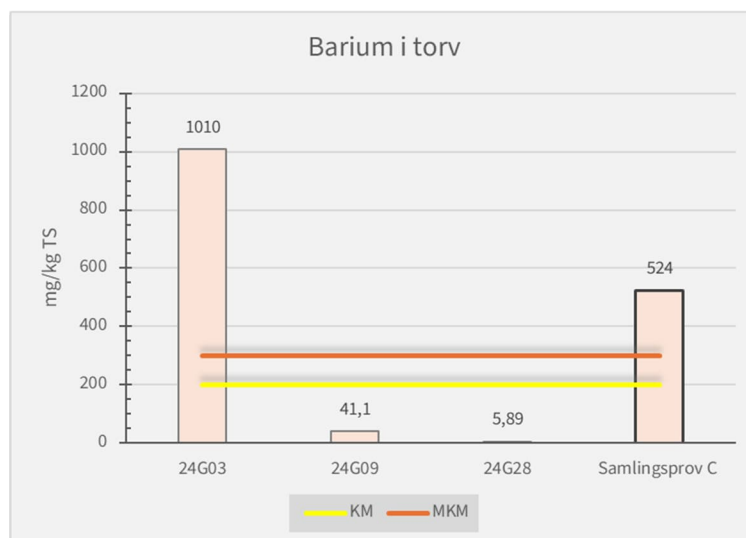
5.1.3.2 Organiska ämnen

Inga organiska ämnen som oljekolväten, PAH, fenoler eller PCB har påträffats i Samlingsprov B, fyllning från vägområdet.

5.1.4 Föroreningar inom skogs-/torvmarken

5.1.4.1 Metaller

Barium har påträffats i torv från skogsområdet. I *Figur 15* visas halter i stickprov 24G03, 24G09 och 24G28 samt Samlingsprov C som är samlingsprov från de tre stickproven.



Figur 15. Barium i torvprover 0–0,5 m, stickprov och samlingsprov.

Ett av stickproven, 24G03, har **höga bariumhalter** >1000 mg/kg TS vilket orsakat en **hög halt på 524 mg/kg TS** i Samlingsprov C. Den övriga **två stickproven har mycket låg-låg bariumhalt**.

Vi bedömer att det sannolikt finns en föroreningskälla dvs. hotspot med barium men inga andra metaller kring 24G03 i det allra nordligaste delen av skogsområdet, se Figur 11. Barium kan ha sitt ursprung från exempelvis tidigare militärverksamhet som sprängmedel, blyljus och liknande men kan också ha sitt ursprung i någon annan okänd verksamhet eller aktivitet. Hotspot med barium har inte avgränsats eftersom halten var okänd vid provtagningstillfället.

5.1.4.2 Organiska ämnen

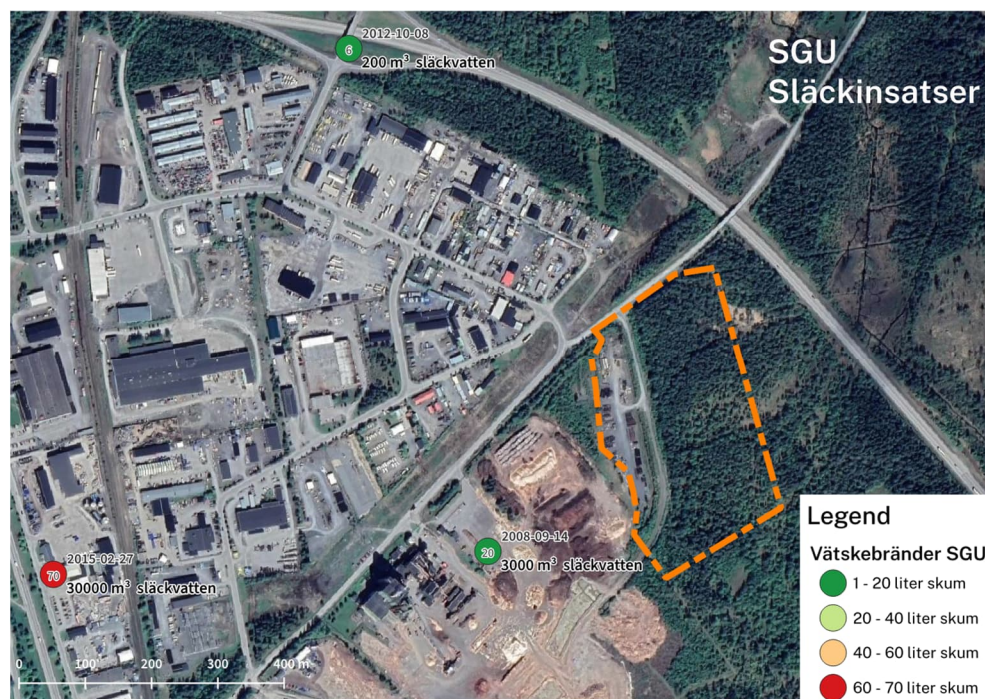
Inga organiska ämnen som oljekolväten, PAH eller PCB har påträffats i Samlingsprov C från torv inom skogsområdet.

5.1.5 PFAS i grundvatten

PFAS-ämnena (34 stycken) har analyserats i samtliga fyra undersökta grundvattenrör, se Bilaga 1. I två av rören, 24G19g och SW2025g, finns PFOA (perfluoroktansyra) i halter 0,00515–0,0081 µg/l dvs. strax över analysens rapporteringsgräns på 0,005 µg/l.

Halterna PFOA ger **mycket höga halter av summerade PFAS-grupper som PFAS4 och PFAS24** jämfört med SGU:s tröskelvärden för grundvattenförekomster dvs. halter för ett grundvattenmagasin som bland annat kan användas som dricksvattenresurs eller strömma ut i en våtmark eller ytvatten.

Källan till PFOA bedöms sannolikt vara en släckinsats av vätskebrand inom Jämtkrafts kraftvärmeverk som gjordes 2008, se *Figur 16*. Vid branden användes cirka 20 liter skum i 3 000 m³ släckvatten. PFOA var också en vanlig detergent i brandskum kring 2008. Man skulle också kunna tänka sig visst diffust tillskott av PFOA från nederbörd och diffusa allmänna källor inom upplagsytorna både i västra undersökningsområdet och inom kraftvärmeverkets upplagsyta. För sådana källor borde dock andra PFAS-ämnena dominera.



Figur 16. Vätskebränder med möjlig användning av brandskum innehållande PFAS-ämnen.

5.2 Förenklad miljö- och hälsoriskbedömning

För att bedöma föroreningarnas miljö- och hälsorisker bedöms Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM – mindre känslig markanvändning vara motiverade i och med att området planeras att anläggas som industrimark.

MKM-riktvärdena utgör tre delriktvärden (effektnivåer) för 1. hälsa, 2. markmiljön och 3. spridning till naturresurser som yt- och grundvatten. För att bedöma riskerna tas representativa halter fram för jorden eller jordlagren inom olika delområden som sedan bedöms mot delriktvärdena.

En representativ halt är den halt som bäst representerar risksituationen utan att risken underskattas. Naturvårdsverkets rekommenderar att ett statistiskt mått väljs men eftersom undersökningen är begränsad till enstaka stickprov samt några samlingsprover kommer högsta påträffad halt för olika delområden att utgöra den representativa halten.

I **Tabell 1** visas representativa halter för delområdena upplagsytan, vägområdet och skogsområdet med torvmark.

Tabell 1. Representativa halter för delområden inom undersökningsområdet.

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark
Arsenik	10	15	–
Barium	–	–	1 000/40
Bly	–	30	–
Kadmium	–	0,85	–
Nickel	41	40	–
Zink	–	14	–
Tetrakloreten	0,059	–	–
Triklloreten	0,078	–	–

För skogsmarken med torv tas en representativ halt fram för hotspot av barium i norra skogsområdet och högsta halten av övriga stickprov från torvmarken som representant för övrig skogsområde/torvmark.

Föroreningarna av olja och lösningsmedel i grundvattnet centralt inom undersökningsområdet bedöms vara så låga att de omöjligt kan påverka vare sig hälsa, markmiljön eller spridning till naturresurser som grundvattenmagasin och ytvatten som Rannåsbäcken. Bedömningen baseras på att halterna tydligt underskrider riktvärden för grundvatten.

För PFAO i grundvattnet har halter upp till 0,008 µg/l påträffats i västra delen av undersökningsområdet men inte i östra delen dvs. föroreningen sprids inte vidare mot viktiga skyddsobjekt som Rannåsbäcken. Eftersom grundvattnet inom undersökningsområdet inte kommer användas till dricksvatten och det inte finns någon spridning mot Rannåsbäcken kan föroreningen inte påverka vare sig hälsa, markmiljön eller spridas till naturresurser som grundvattenmagasin eller naturresurser (Rannåsbäcken).

5.2.1 Hälsorisker

I *Tabell 2* jämförs representativa halter mot hälsoriktvärdet för MKM för respektive förorening och delområde.

Tabell 2. Representativa halter jämfört mot Naturvårdsverkets generella hälsoriktvärde för MKM, mindre känslig markanvändning.

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark	Hälsoriktvärde	Styrande exponering
Arsenik	10	15	–	25	Intag jord
Barium	–	–	1 000/40	10 000	Intag jord
Bly	–	30	–	170	Intag jord
Kadmium	–	0,85	–	64	Intag jord
Nickel	41	40	–	2 400	Inandning damm
Zink	–	14	–	160 000	Intag jord
Tetrakloreten	0,059	–	–	39	Inandning ånga
Triklloreten	0,078	–	–	13	Inandning ånga

Samtliga representativa halter för föroreningar och delområdena underskrider tydligt hälsoriktvärdet för MKM. Vi bedömer att föroreningarna utgör låga och acceptabla hälsorisker för långtidseffekter.

5.2.2 Miljörisker

I *Tabell 3* jämförs representativa halter mot miljöriktvärdet i mark för MKM för respektive förorening och delområde.

Tabell 3. Representativa halter jämfört mot Naturvårdsverkets generella miljöriktvärde för MKM, mindre känslig markanvändning.

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark	Miljöriktvärde
Arsenik	10	15	–	40
Barium	–	–	1 000/40	300
Bly	–	30	–	400
Kadmium	–	0,85	–	12
Nickel	41	40	–	120
Zink	–	14	–	500
Tetrakloreten	0,059	–	–	10
Triklloreten	0,078	–	–	10

Representativa halten för hotspot av barium i norra skogsområdet bedöms kunna utgöra en långsiktig risk för negativa effekter i markmiljön eftersom den representativa halten överskrider MKM-riktvärdet för markmiljön. Riktvärdet tar hänsyn till markprocesser och reaktioner i marken för mikrober och olika dvs. processer som inte märks med blotta ögat. Bariumföroreningen kommer därför inte synas som markskador eller liknande.

För torvmarken inom skogsområdet i stort bedöms barium dock utgöra en låg och acceptabel risk för markmiljön.

För övriga föroreningar och delområden bedöms risken för negativa miljöeffekter för markmiljön var låga och acceptabla eftersom de representativa halterna tydligt underskrider miljöriktvärdet för MKM.

5.2.3 Spridningsrisker

I Tabell 4 jämförs representativa halter mot spridningsriktvärdet i mark för MKM för respektive förorening och delområde. Spridningsriktvärdet omfattar risk för spridning i fri fas (vätskeföroreningar), skydd för grundvatten (som dricksvatten) och skydd för ytvatten (ej öka naturliga halter).

Tabell 4. Representativa halter jämfört mot Naturvårdsverkets generella spridningsriktvärden för MKM, mindre känslig markanvändning.

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark	Spridningsriktvärde
Arsenik	10	15	–	70 grundvattenskydd
Barium	–	–	1 000/40	20 000 grundvattenskydd
Bly	–	30	–	210 grundvattenskydd
Kadmium	–	0,85	–	16 ytvattenskydd
Nickel	41	40	–	140 grundvattenskydd
Zink	–	14	–	2 800 grundvattenskydd
Tetrakloreten	0,059	–	–	0,6 grundvattenskydd
Triklloreten	0,078	–	–	1,2 grundvattenskydd

För samtliga föroreningar inom alla delområden underskrider de representativa halterna spridningsriktvärdena för MKM, mindre känslig markanvändning. Vi bedömer därför att föroreningarna inom alla tre delområden utgör låga och acceptabla spridningsrisker för hälsa och miljö i närliggande naturresurser som grundvattenmagasin och ytvatten.

5.2.4 Sammanfattande riskbedömning

Av föroreningar som påträffats i jord och grundvatten bedöms barium utgöra en risk för markmiljön i jorden inom en mindre yta i norra delen av skogsområdet inom undersökningsområdet. Området med höga bariumhalter bör avgränsas och om volymen förorenad torv överskrider 100 m³ åtgärdas genom urgrävning och extern omhändertagande för att reducera framtida risker för markmiljön.

För att säkerställa låga och acceptabla risker med klorerade alifater som tetra- och trikloreten i jord bör spridningsvägen till området verifieras genom att klorerade alifater undersöks i grundvattnet. Samtidigt bör de låga lösningsmedels- och oljehalterna verifieras eftersom halterna ofta varierar både på kort- och lång sikt.

Att ingen spridning av PFOA sker mot Rannåsbäcken bör verifieras med kompletterande provtagning av grundvatten i skogsområdet där även provtagning av dikesvatten bör utföras.

5.3 Markmiljö och förorenade områden - slutsatser och rekommendationer

Provtagning inom upplagsytan har visat följande:

- Moränlera innehåller svagt förhöjda naturliga halter av arsenik och nickel i nivå med riktvärdet för KM. Metallerna sprids inte med grundvattnet.
- Jord inom centrala delen av upplagsytan inom undersökningsområdet innehåller låga halter klorerade alifater som tetra- och trikloreten. Dessa kan hänga samman med låga halter lösningsmedel och olja som påträffas i grundvattnet inom samma område. Föroreningarna har sannolikt sin källa utanför undersökningsområdet.

Provtagning inom vägområdet har visat följande:

- Fyllningen innehåller förhöjda halter av arsenik, kadmium, nickel, bly och zink som sannolikt är genogent ursprung från fyllningsmaterial som använts som vägöverbyggnad. Metallerna sprids inte med grundvattnet.

Provtagning av skogsområdet har visat följande:

- Bariumhalter över MKM förekommer i en hotspot i norra området medan övriga torv inom skogsområdet har låga bariumhalter i nivå med bakgrundshalter. Barium sprids inte med grundvattnet.

Den förenklade miljö- och hälsoriskbedömningen visar att barium i hotspot i norra området kan utgöra en långsiktig negativ påverkan på markmiljön och bör åtgärdas om föroreningen finns i betydande mängd (ca 100 m³ torv). Övriga föroreningar i jord och grundvatten utgör låg och acceptabel miljö- och hälsorisk.

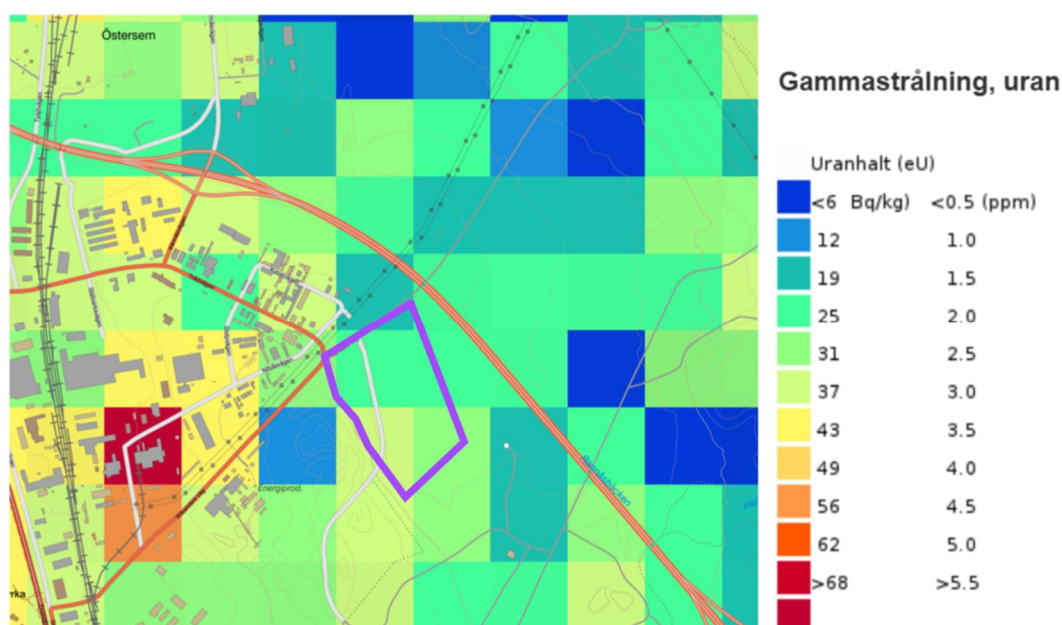
Vi rekommenderar följande kompletterande undersökningar i senare skede i projektering:

- Avgränsning av barium för att avgöra omfattning av åtgärd.
- Kontroll av klorerade alifater i grundvatten grundvattenrören. Syftet är att verifiera riskbedömningen och säkerställa att föroreningarna har sitt ursprung i inströmmade grundvatten.
- Kontroll av lösningsmedel och olja för att säkerställa låga halter och huruvida de sprids tillsammans med klorerade alifater.

- Kompletterande provtagning av PFOA (PFAS) i grundvatten inom skogsområdet och i dikesvatten inom skogsområdet för att säkerställa låg spridning mot Rannåsbäcken.

5.4 Radon

Riskklassificering av marken med hänsyn till radon har översiktligt kontrollerats. Enligt SGU:s gammaspektrometriska mätningar, som ger en indikation på radonhalten i markens porluft, över området är markens uranhalt låg till normal, se figur 17. I samband med bygglovsprövning bör en mer utförlig radonundersökning krävas för att klarlägga behov av eventuella skyddsåtgärder.



Figur 17. Uranhalten i mark enligt SGU:s gammaspektrometriska mätningar.

6 Geotekniska förutsättningar

6.1 Skredrisker

Om arbeten utförs i den befintliga slänten mot värmeverket väster bör särskild utredning utföras för att säkerställa säkerhet mot skred. I synnerhet som förekommande siltmorän är erosionskänslig vid nederbörd etc.

Vid schakt och uppfyllnad i torvområdet bör särskilda åtgärder tas för att säkerställa säkerheten mot skred eftersom förekommande torv-/gyttjejord och svämsediment betraktas som skredbenägna vid djupare schakter.

6.2 Marksättningar

Vid grundläggning av byggnader på fast lagrad morän skall momentana marksättningar vid lasttillförsel kontrolleras i samband med kontroll av markens bärförmåga.

Risk för skadliga långtidssättningar ska beaktas vid grundläggning inom skogsområdet öster om grusvägen eftersom marken består av lösjordar. Sättningarnas storlek kan antas korrelera med mäktigheten hos lösjordarna. Deformationsegenskaper för organiska lösjordar såsom torv/gyttja är dock svåra att bedöma och därför bör förväntad sättning vid grundläggning ovan lösjord bedömas baserat på vald grundläggningsnivå och metod.

6.3 Grundläggning, markförstärkning

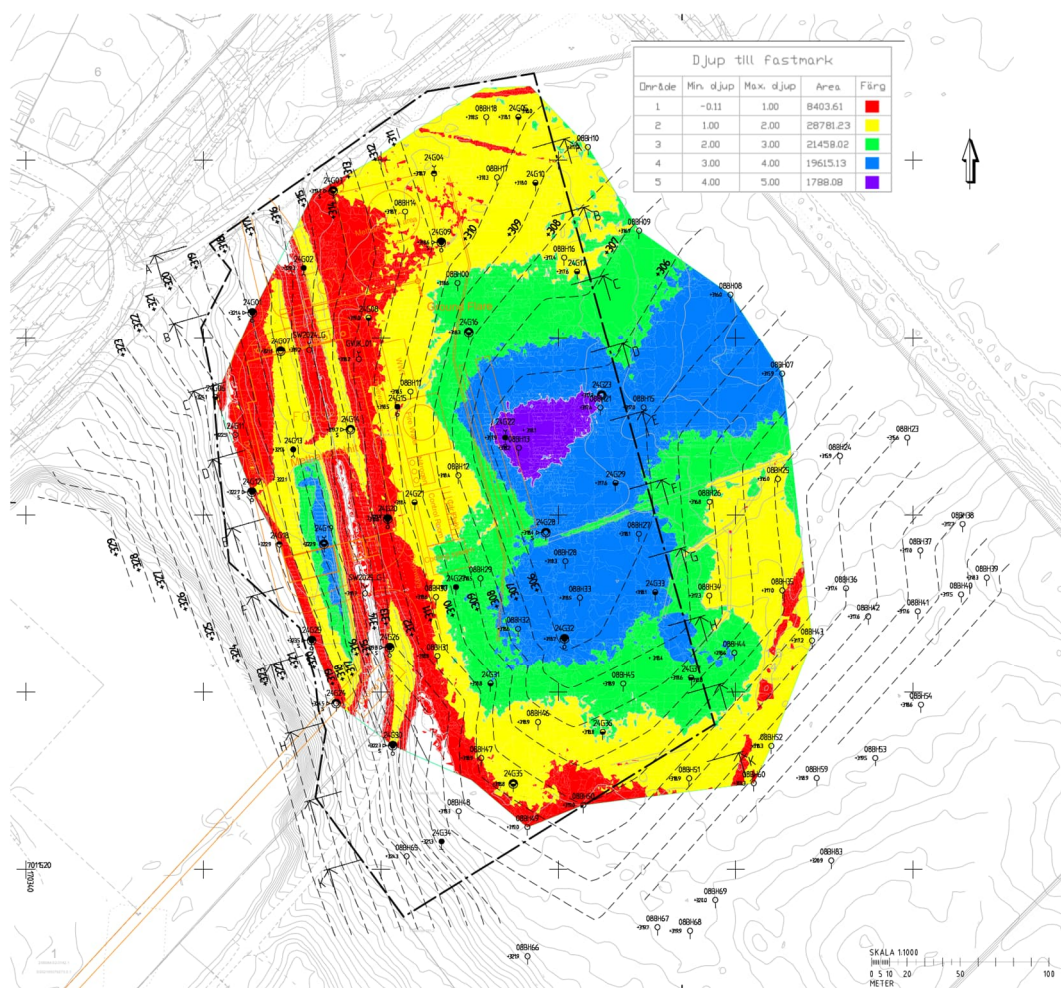
Grundläggningen av byggnader och behov av markförstärkningsåtgärder för gator, ledningar, hårdgjorda ytor med mera kan i princip hänföras till de jordarter som redovisas på planritning nr G-12-1-01 och i avsnitt 4.1, figur 6. Nedan redovisas generella förutsättningar för grundläggning och rekommenderade markförstärkningsåtgärder:

Naturligt lagrad morän: Ingen markförstärkning eller restriktioner erfordras för gator, ledningar och hårdgjorda ytor. Byggnader grundläggs med plattor på fast lagrad morän, på packad sprängbotten eller direkt på fast berg.

Fyllning ovan morän: Utskiftning av okontrollerad fyllning erfordras för gator, ledningar och hårdgjorda ytor. Byggnader grundläggs med plattor på fast lagrad morän, på packad sprängbotten eller direkt på fast berg, alternativt med spetsburna pålar av stål eller betong. Utskiftning utförs ned till fast botten. Bedömda djup för utskiftning är angivna i figur 18 och på ritning G-12.1-02.

0 – 3 m gyttja/torv Markförstärkningsåtgärder för gator, ledningar och hårdgjorda ytor utförs efter utskiftning av torv/gyttja och underliggande lösa jordlager av silt och lera, på packad fyllning. Alternativa grundläggningsmetoder på torv/gyttja redogörs för i avsnitt 8.1.

Byggnader grundläggs på packad fyllning på fast lagrad morän efter utskiftning av torv/gyttja och lösa jordlager. Bedömt djup lösjord/utskiftningsnivå redovisas i fig.18 samt ritn. G-12.1-02. Alternativt kan byggnaderna grundläggas med spetsburna pålar av stål eller betong. Erfarenhetsmässigt är borrarade stålrörspålar bäst lämpad i förekommande blockiga siltmorän.



Figur 18 Bedömt djup till fast mark inom undersökningsområdet baserat på sonderingsresultat som sammanställts till ytmodell. Vid eventuell utskiftning av fyllning och/eller gyttja/torv utgör utskiftningsdjupet i förhållande till befintlig marknivå. Ofärgat område inom utredningsområdet innebär att markförhållandena bedöms som fast mark (morän) i dagen, dvs ingen utskiftning.

6.3.1 Alternativa grundläggningsmetoder torv/gyttja

Vid grundläggning av byggnader inom skogsområdet bedöms det inte finnas några alternativ till utskiftning eller pålgrundläggning. För övriga ytor inom skogsområdet såsom uppställningsytor, parkeringar etc. kan följande alternativa grundläggningsalternativ vara aktuella:

Grundförstärkningsalternativ 1 – Urgrävning och återfyllning

- Torven grävs ur och deponeras, alternativt avlämnas på plats vid sidan av banken (fungerar som tryckbank).
- Området fylls med fyllnadsmaterial av materialtyp 1 eller 2.
- Banken fylls upp till vägterrass.
- Vägöverytan färdigställs.

Fördelar:

- Ingen förbelastning och liggtid ger kortare byggtid.

- Beprövad metod.
- Bra bärförmåga.
- Begränsade sättningar under livslängd.
- Fall A massor från övriga projektet kan användas.

Nackdelar:

- Grundvattenytan ligger ytligt och försvårar fyllning/packning av återfyllnadsmaterialet under gv-ytan.
- Omgivningspåverkan med temporära grundvattensänkningar.
- Överskottsmassor av torv/gyttja.
- Kräver hög kvalitet på återfyllnadsmaterial.

Grundförstärkningsalternativ 2 – Massutskiftning genom undanpressning

- Området vegetationsavtäcks.
- Större block pressas ned till botten av torven mot fast lagrad morän.
- Blocken staplas på varandra till dess att ursprunglig marknivå uppnåts.
- Banken fylls upp till terrass.
- Förbelastning och liggtid används normalt innan färdigställande av överytan.

Fördelar:

- Torv pressas åt sidan och ökar banken stabilitet.
- Torven behöver inte avlägsnas.
- Schakt i övriga området kan delvis försörja undanpressningen med block.
- Beprövad metod - kräver dock entreprenör med metodspezifisk erfarenhet.

Nackdelar:

- Fiberrik torv kan vara svår att undanpressa vilket kräver partiell urgrävning. Metoden passar bäst i högförmultnad torv, dy och gyttja, dvs. ca 1 m under markytan i skogsområdet.
- Omgivningspåverkan – undanpressad torv ger upphov till hävning av intilliggande mark.
- Effekten inte helt förutsägbar då torvfickor kan uppstå mellan blocken i den förstärkta profilen med lokala sättningar som följd – dock begränsade.

Grundförstärkningsalternativ 3 – Armering

- Området vegetationsavtäcks.
- Materialavskiljande lager av geotextil utlägges på torven med ovanpåliggande förstärkningsmaterial (tillfällig köryta).
- Geonät/geotextil utlägges tillsammans med fyllningsmaterial för att skapa en styv botten som flyter på torven.
- I stället för geotextil/geonät kan eventuellt rustbädd av timmer och/eller träslanor användas som armering.
- Överbyggnad utlägges på den armerade jorden.
- Förbelastning och liggtid innan överytan färdigställs.

Fördelar:

- Enkel metod att utföra.
- Mindre överskottsmassor.
- Mindre omgivningspåverkan.
- Vid användning av rustbädd av timmer/slanor ses en miljöfördel – kolsänka etc.

Nackdelar:

- Stabiliteten måste kontrolleras – kan resultera i tryckbankar i periferin.
- Sättningarna reduceras inte.
- Kräver längre liggtid och kan inte färdigställas förrän sättningarna klingat av.
- Vid användning av rustbädd måste grundvattenytan hållas högt för beständigheten.
- Beständighet hos geonät/geotextil är svårbestämd.
- Bygger in en underhållsarv med liggtiden.

Övriga grundförstärkningsalternativ

Flera alternativ finns för att förstärka torven/gyttjan och kan vara aktuella beroende på projektets tidplan och restriktioner på sättningar etc. Nedan anges övriga alternativ vilka kan vara intressanta för projektet.

- Förbelastning/vertikaldränering
- Djupstabilisering (ex. KC-pelare)
- Pålar/Påldäck

6.4 Schakt och fyllning

Jordschakt kan i naturligt förekommande morän utföras med fria slänter med en lutning $\geq 1:1,5$ ner till 2,5 m djup. Djupare schakter kan behöva utformas med flackare slänthlutningar och/eller stödfyllning/stödkonstruktion eftersom de kan komma att utföras under grundvattennivån.

Förekommande siltjord ska förutsättas vara flytbenägen och erosionskänslig tillsammans med vatten. Då grundvattennivån utförda mätningar ligger delvis nära markytan bedöms problem med grundvatten som troliga vid schaktarbeten. Vid schakt i siltmorän i kombination med vatten kan även erosionsproblem uppstå med släntutfall och eller ras/skred i djupare schakter som resultat. Grundvattennivån bör därför avsänkas till 0,5 m under schaktbotten/terrass innan schakt/packning utförs.

Små förändringar, vid till exempel riklig nederbörd kraftigt kan förändra en siltjord från ett material, som med lätthet kan packas till fast lagring, till ett material som vid packning blir uppluckrad, lös och svårhanterlig. För siltmorän som ska användas som fyllnadsmaterial ska vattenkvoten vara mellan 7 – 12 %.

För att undvika risk för uppluckring och flytjordsproblem vid schakt rekommenderas att schaktbottnar och slänter täcks med presenningar vid regn eller snösmältning.

Eftersom silten är tjällyftande skall grundläggningsarbetena, framförallt fyllning/packning anpassas till årstider med tjälfria förhållanden.

Schaktbarhetsklass för den fast lagrade siltmoränen bedöms till 4–5 enligt klassificeringssystem -85, där 5 är den högsta klassen (mest svårskaktad).

6.5 Grundvatten

Vid urdikning och grundläggning under befintlig marknivå ska risken för skadliga grundvattennivåförändringar beaktas. Som huvudregel gäller, enligt miljöbalken 11 kap. 9 §, tillståndsplikt för temporära och permanenta grundvattensänkningar med vissa undantag, exempelvis: *Vattenverksamhet där det är uppenbart att allmänna eller enskilda intresse inte kommer att skada*¹. Därtill föreligger även risk för svällande skifferberg i området på grund av grundvattensänkning, se avsnitt 6.7.

1. Information från Länsstyrelsen Jämtland län – Vattenverksamhet.

Vid grundläggning inom områdena med höga grundvattennivåer kan grundvattenbevarande åtgärder erfordras, såsom strömningsavskärande fyllning i ledningsgravar m.m.

6.6 Dagvatten (LOD), erosion, översvämningar och länshållning

Markens infiltrationsförmåga har ej vidare undersökts. Det ska dock konstateras att naturligt förekommande siltmorän har låg permeabilitet och skapar sämre förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

Möjligheter till LOD finns främst inom områden österut med tanke på markens naturliga sluttning, se avsnitt 4.2, figur 10 samt att jorden inom skogsområdet bedöms ha bättre infiltrationsförmåga.

Vid avledning av dagvatten bör fördröjningsmagasin anläggas för att reducera flödena.

För att förebygga erosion vid nederbörd rekommenderas det att den naturliga vegetationen bibehålls i slänterna. Dagvattnet i området bör ej ledas direkt i slänter utan erosionsskydd.

Om området anläggs i väster, på den nuvarande upplagsytan, bedöms inga särskilda risker föreligga för översvämningar. Då grundvattennivåerna i skogsområdet ligger ytligt finns där risk för översvämning, men beror på vilket planerad marknivå som ansätts.

Vi schakt under grundvattenytan förväntas länshållning behöva utföras.

6.7 Svällande skifferberg – orsak och åtgärder

”Svällskiffer” eller svällande skifferberg, vilket är en mer korrekt benämning, utgör alltid en risk i Östersundsområdet då berggrunden till stor del utgörs av alunskiffer, främst Kogtaskiffer och Andersöskiffer, se avsnitt 4.1, med lokalt förekommande mineralsammansättning enligt nedan.

Alunskiffer har en varierande sammansättning av organiskt material, kalkrika mineraler och järnsulfider. Svällningen orsakas av oxidationen av järnsulfider vilket leder till bildning av gipskristaller. Stora krafter kan utvecklas i samband med svällningen vilket gör det till ett stort problem som kan orsaka deformationer av ovanliggande byggnader, främst källargrundläggningar.

För att oxidationen ska ske behöver berget syresättas, antingen genom grundvattensänkning eller att berget blottas i dagen. Huruvida det blir aktuellt vid

eMetanolfabriken får fortsatt projektering visa, men beror i stort sett av bergnivån i förhållande till schaktdjupet.

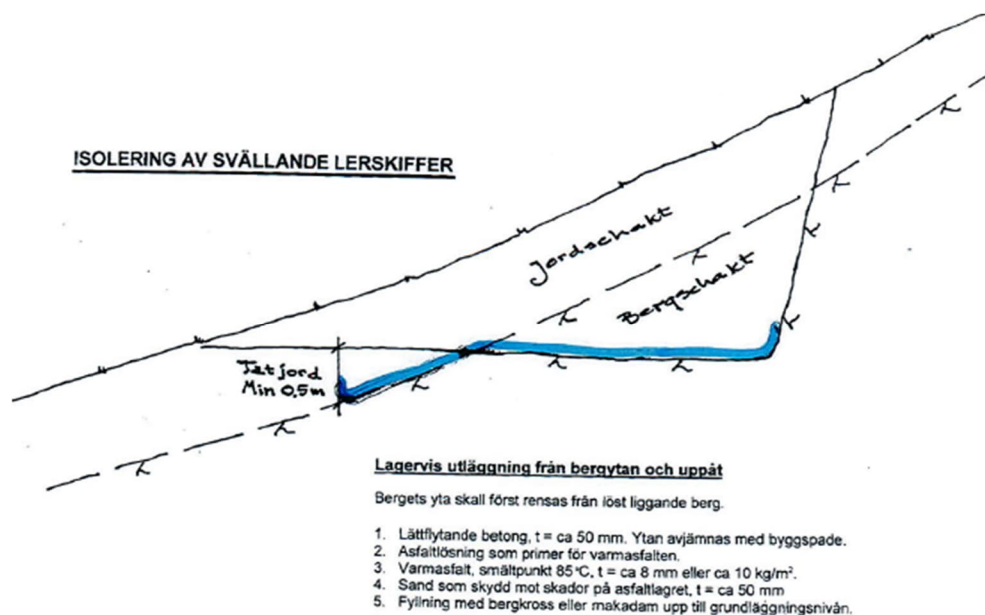
Dessutom ska grundvattennivåerna inte sänkas (gäller alltid), vilket ska tas i beaktning i fortsatt projektering.

Att kontrollera om underliggande berg verkligen har svällande egenskaper är ofta svårt och i dagsläget finns ingen vedertagen provtagning- och laborationsmetodik för det. Det enda som säkert fungerar är fullskaleförsök (framschaktat berg) eller att ett bergprov plockas upp (kärnborrning = kostsamt) eller en provgrop i vilken en bergbit lossas. Bergprovet läggs sedan på ett papper på skrivbordet och efter ca 1 vecka blir det tydligt om stenen sväller eller ej.

Erfarenhetsmässigt kan dock svällande skifferberg vara så pass lokalt förekommande att den, trots provtagning med gynnsamt resultat, ska förutsättas riskera förekomma mellan provtagningsplatserna även om dessa är nära varandra. Därför bör alltid åtgärder vidtas vid risk för svällande skifferberg, se 6.7.1.

6.7.1 Åtgärder vid risk för svällande skifferberg.

Det finns vedertagna åtgärder för att förhindra oxidation av skiffen och då främst genom att täcka blottat berg med övergjuten betong och bitumen (tätskikt), samt behålla tät jord i schakten minst 0,5 m, för att förhindra syresättning vilket beskrivs i figur 19.



Figur 19 Beskrivning av hur svällande skifferberg isoleras för att motverka oxidation - svällning.

7 Kompletterande undersökningsbehov

I planskedet bedöms inga kompletterande geotekniska undersökningar krävas. I detaljprojekteringsskedet för blivande byggnader finns behov för kompletterande geotekniska undersökningar (sonderingar och provtagningar) för mer detaljerad utredning av schakt- och grundläggningsförutsättningar.

Om byggnader och anläggningar planeras utanför utredningsområdet ska kompletterande undersökningar utföras där med avseende på geotekniska förhållanden, förorenad mark, grundvatten och bergförekomst.

Förekommande skifferberg kan provtas för att analysera risken för svällande egenskaper men enligt diskussion i avsnitt 6.7 ses detta som onödigt då risken kvarstår trots provtagning.

Avseende markmiljö, se avsnitt 5.3.

8 Ritningar

<u>Ritning nr:</u>	<u>Typ, innehåll</u>	<u>Skala (A1)</u>
G-12-1-01	Plan, Tolkade markförhållanden	1:1000
G-12-1-02	Plan, tolkat djup till fast mark inom utredningsområdet och bergnivåer.	1:1000
G-12-2-03	Sektion E-E, F-F tolkad geoteknik, bergnivåer, djup till fast mark och grundvattennivå	L 1:400, H 1:100

Resultat av utförda undersökningar med tolkade jordlagergränser redovisas på planritning G-10-1-01 samt sektionsritning G-10-2-01 -- 06, tillhörande MUR-Geoteknik.

9 Bilagor

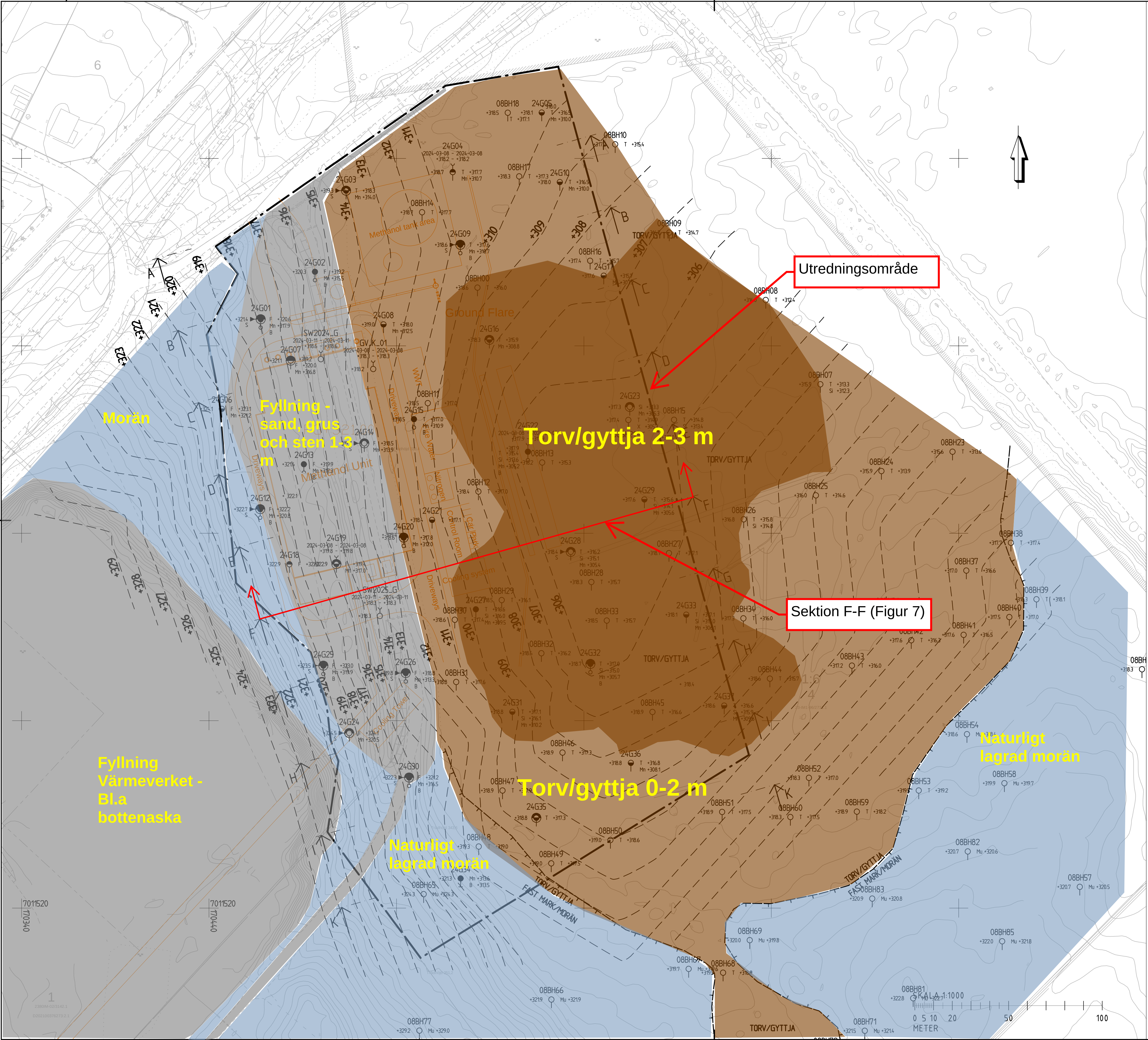
Bilaga 1 – Analysresultat jord och grundvatten med jämförandevärden

Bilaga 2 – Bakgrundshalter metaller

Geoteknologi Sverige AB

Jonatan Brattberg

Jonatan Brattberg



KOORDINATSYSTEM
Plan: SWEREF 99 14 15
Höjd: RH 2000

FÖRKLARINGAR

Gränser

Utredningsområde

Användningsgräns (DP)

Egenskapsgräns (DP)

Fastighetsgräns

Arbetsområdesgräns

Planerad bebyggelse

Planerad utformning (FG = färdig golvnivå)

Geoteknik

+17

Tolkad bergnivå

Tolkad gräns fast mark

+155

Befintlig marknivå i mät- och undersökningspunkt

Le +75

X +12

B

Tolkad nivå för lerans underkant

Tolkad bergnivå i sondering

Miljöprovtagning (jord)

2020-03-24 - 2020-04-15

+10 - +8.4

GW-rör, befintligt, med mätperiod samt lägsta och högsta uppmätta grundvattennivåer

I övrigt se SGF:s beteckningssystem (www.sgf.net)

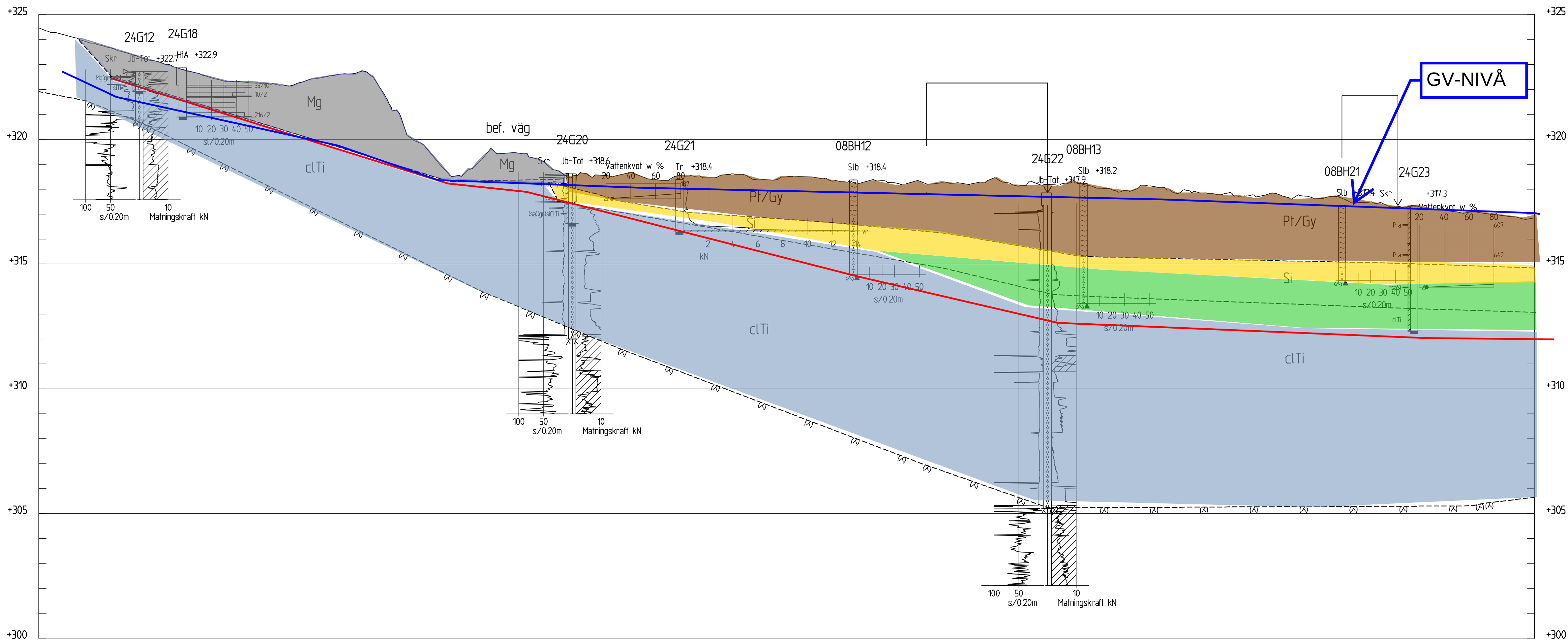
HÄNVISNINGAR
Undersökningsresultat, se MUR ritningar:
Plan, se ritning G-10-1-01
Sektion A-A, B-B, C-C, se ritning G-10-2-01
Sektion D-D, E-E, F-F, se ritning G-10-2-02
Sektion G-G, H-H, I-I, se ritning G-10-2-03
Sektion J-J, K-K, L-L, se ritning G-10-2-04
Sektion M-M, N-N, O-O, se ritning G-10-2-05

ANMÄRKNINGAR
Planerad utformning är enligt underlag T1010201.alt2, daterad 2024-02-12 är ENDAST FÖR INFORMATION. För gällande utformning och höjdsättning hänvisas till respektive teknikområdes ritning enligt ritningsförteckning.

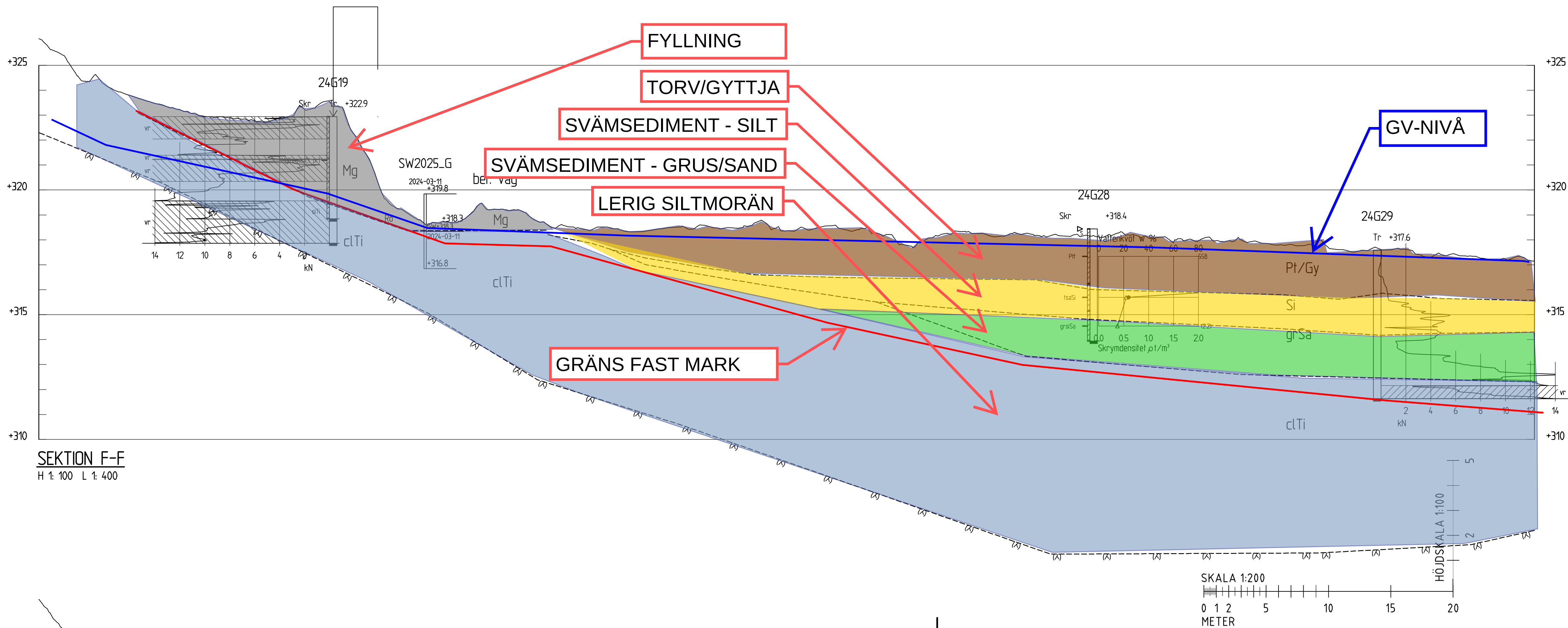
Borrpunkter med id 24Gxx är utförda år 2024 av Geoteknologi
Borrpunkter med nummer 08Bxxx är utförda år 2008 av Olsson Bygg- och Markprojekt.

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
PLANERINGSUNDERLAG				
eMETHANOL ÖSTERSUND				
UNIPER				
GEOTEKNOLOGI SVERIGE AB HAMMARBYBACKEN 27 120 30 STOCKHOLM TEL: 070 290 74 40			 Geoteknologi	
UPPDRAG NR 24571	RITAD/KONSTRUERAD AV J.B.	HANDLAGGARE J. BRATTBERG		
DATUM 2024-06-13	ANSVARIG JONATAN BRATTBERG			
PLANERAT FABRIKSOMRÅDE				
GEOTEKNISK UTREDNING				
TOLKAD GEOTEKNIK				
PLAN				
SKALA 1:1000	A1	NUMMER G-12.1-01	I BET	





SEKTION E-E
H 1: 100 L 1: 400



SEKTION F-F
H 1: 100 L 1: 400

KOORDINATSYSTEM
Plan: SWEREF 99 14 15
Höjd: RH 2000

FÖRKLARINGAR

— Befintlig markyta (enl. laserdata, Lantmäteriet)
- - - - - Tolkade jordlagergränser
- - - - - Tolkad bergnivå

I övrigt se SGF:s beteckningssystem
www.sgf.net

HÄNVISNINGAR
Plan, se ritning G-10.1-01

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN		
PLANERINGSUNDERLAG						
eMETHANOL ÖSTERSUND						
UNIPER						
GEOTEKNOLOGI SVERIGE AB HAMMARBYBACKEN 27 120 30 STOCKHOLM TEL: 070 290 74 40						
 Geoteknologi						
UPPDRAG NR 24571	RITAD/KONSTRUERAD AV J.B.	HANDLAGGARE J. BRATTBERG				
DATUM 2024-06-13	ANSVARIG JONATAN BRATTBERG					
PLANERAT FABRIKSOMRÅDE						
GEOTEKNISK UTREDNING						
TOLKADE JORDLAGERFÖRHÅLLANDEN						
PLAN						
SKALA SE RITNING	A1	NUMMER G-12.2-03	I BET			

Uppdragsnummer: 24571
Uppdragsnamn: eMethanol Östersund

	Riktvärde högsta halt			>MRR	>KM	>KM	>KM	>MKM	>MKM	>MKM	24G09 ²	24G28 ²									
	Provpunkt	Enhet		24G12 0-0,5 m	24G12 0,5-0,8 m	24G25 0-0,5 m	24G25 0,5-1,0 m	Samplingsprov A ¹	Samplingsprov B ¹	Samplingsprov C ¹	24G03 ²	24G09 ²	24G28 ²								
	Jordart			Mg [grsaSi]	siTi	Mg [grsaSi]	siTi	Mg [grsaSi]	Mg [grSa]	Samplingsprov	Peat	Peat	Peat								
	Nivå			0-0,5	0,5-0,8	0-0,5	0,5-1,0	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5								
	Sampling Date			2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	2024-03-03	MRR*	KM**	MKM**	FA***				
Torrsubstans vid 105°C	TS 105°C	%		94	93,5	93,6	91,7	90,8	90,2	46,1	26,7	12,9	15,7						94		
Metaller och grundämnen	As, arsenik	mg/kg TS			10,4		10,3	8,49	15,2	3,87	7,59	0,913	0,546	10	10	25	1 000	x	5	15,2	
	Ba, barium	mg/kg TS			78,8		78	60,2	89,5	524	1010	41,1	5,89		200	300	50 000	x	5	1010	
	Cd, kadmium	mg/kg TS			0,114		0,12	0,104	0,845	0,132	0,165	0,116	<0,1	0,2	0,8	12	1 000	x	5	0,845	
	Co, kobolt	mg/kg TS			12,4		12,5	13	13	4,18	8,83	0,388	0,252		15	35	1 000	x	5	13	
	Cr, krom	mg/kg TS			29,2		31,1	26	23,5	5,42	11	1,57	1,09	40	80	150	10 000	x	5	31,1	
	Cu, koppar	mg/kg TS			32,9		26,7	22	32,5	9,38	14,9	3,68	2,68	40	80	200	2 500	x	5	32,9	
	Hg, kvicksilver	mg/kg TS			<0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,1	0,25	2,5	50	x	0	0	
	Ni, nickel	mg/kg TS			40,8		36,4	30,2	39,7	9,3	17	2,18	4,17	35	40	120	1 000	x	5	40,8	
	Pb, bly	mg/kg TS			19,7		13,4	11,6	29,7	5,1	9,12	5,52	1,04	20	50	180	2 500	x	5	29,7	
	V, vanadin	mg/kg TS			32,2		34	26,8	28,2	6,22	14,4	1,43	0,764		100	200	10 000	x	5	34	
	Zn, zink	mg/kg TS			52,6		64,1	56,7	145	52,7	75,2	41,4	2,72	120	250	500	2 500	x	5	145	
	Alifatiska kolväten	alifater >C5-C8	mg/kg TS			<1,0		<1,0								25	150	700	x	0	0
alifater >C8-C10		mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					25	120	700	x	0	0	
alifater >C10-C12		mg/kg TS			<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0					100	500	1 000	x	0	0	
alifater >C12-C16		mg/kg TS			<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0					100	500	10 000	x	0	0	
alifater >C5-C16		mg/kg TS			<3,0		<3,0								100	500		x	0	0	
alifater >C16-C35		mg/kg TS			<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0				100	1000	10 000	x	0	0	
Monocykliska aromatiska kolväten (MAH)	bensen	mg/kg TS			<0,010		<0,010								0,012	0,04	1 000	x	0	0	
	toluen	mg/kg TS			<0,050		<0,050								10	40	1 000	x	0	0	
	etylbenzen	mg/kg TS			<0,050		<0,050								10	50	1 000	x	0	0	
	m,p-xylen	mg/kg TS			<0,050		<0,050								10	50	1 000	x	0	0	
	o-xylen	mg/kg TS			<0,050		<0,050								10	50	1 000	x	0	0	
	s,a xylen	mg/kg TS			<0,050		<0,050											x	0	0	
	s,a TEX	mg/kg TS			<0,100		<0,100											x	0	0	
	aromater >C8-C10	mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0					10	50	1 000	x	0	0	
	naftalen	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	acenafylen	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	acenafthen	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	fluoren	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	fenantren	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	antracen	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	fluoranten	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	pyren	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	bens(a)antracen	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	krysen	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	bens(b)fluoranten	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	bens(k)fluoranten	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	bens(a)pyren	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	dibens(a,h)antracen	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	bens(g,h,i)perylene	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
	indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS			<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08							x	0	0	
	s,a PAH 16	mg/kg TS			<1,5		<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5							x	0	0	
	s,a cancerogena PAH	mg/kg TS			<0,28		<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28							x	0	0	
	s,a övriga PAH	mg/kg TS			<0,45		<0,45	<0,45	<0,45	<0,45	<0,45							x	0	0	
	s,a PAH L	mg/kg TS			<0,15		<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15			0,6	3	15	1 000	x	0	0	
	s,a PAH M	mg/kg TS			<0,25		<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25			2	3,5	20	1 000	x	0	0	
	s,a PAH H	mg/kg TS			<0,33		<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33			0,5	1	10	50	x	0	0	
	aromater >C10-C16	mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0				3	15	1 000	x	0	0	
	metylpyrener/metylfluorantener	mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0							x	0	0	
	metylkysener/metylbens(a)antracener	mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0							x	0	0	
	aromater >C16-C35	mg/kg TS			<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0				10	30	1 000	x	0	0	
	Fenoler och kresoler	fenol	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0
		o-kresol	mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0
m,p-kresol		mg/kg TS			<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20							x	0	0	
summa fenoler och kresoler		mg/kg TS			<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20			1,5	5	10 000	x	0	0	0	
2,3-dimetylphenol		mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
2,4+2,5-dimetylphenol		mg/kg TS			<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20							x	0	0	
2,6-dimetylphenol		mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
3,4-dimetylphenol		mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
3,5-dimetylphenol		mg/kg TS			<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10							x	0	0	
																		x	0	0	
Polyklorerade bifenyler (PCB)	PCB 28	mg/kg TS			<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020										



Uppdragsnummer: 24571
Uppdragsnamn: eMethanol Östersund

		Enhhet	Bakgrund ¹	Tillståndsklass grundvattenförekomst					Riktvärden	Uppströms	Uppströms	Uppströms	Nedströms
				1	2	3	4	5		SW2024_G	24G19_G	SW2025_G	24G22_G
Provtagningsdatum										2024-02-22	2024-02-22	2024-02-22	2024-02-22
Grundämnen	Ca, kalcium	mg/L	85	<10	10–20	20–60	60–100	≥100		111	163	172	129
	K, kalium	mg/L	4,2	<3	3–6	6–12	12–25	≥25		1,16	3,4	10,5	3,47
	Mg, magnesium	mg/L	8,3	<2	2–5	5–10	10–30	≥30		11	14,2	35,2	23,4
	Na, natrium	mg/L	17	<5	5–10	10–50	50–100	≥100		2,03	2,58	38,2	19,6
	Fe, järn	mg/L	0,67	<0,1	0,1–0,2	0,2–0,5	0,5–1	≥1		5,61	0,273	<0,004	0,0372
	Mn, mangan	µg/L	112	<50	50–100	100–300	300–400	≥400		2670	14400	344	355
	Al, aluminium	µg/L	220	<10	10–50	50–100	100–500	≥500		2900	169	<2	14,8
	As, arsenik	µg/L	0,64	<1	1–2	2–5	5–10	≥10		1,15	1,15	<0,5	<0,5
	Ba, barium	µg/L								67,1	70,1	95,3	88,4
	Cd, kadmium	µg/L	0,04	<0,05	0,05–0,1	0,1–0,5	0,5–1	≥1		<0,05	0,162	<0,05	<0,05
	Co, kobolt	µg/L	0,48							7,28	16	0,125	0,161
	Cr, krom	µg/L	0,39	<0,5	0,5–5	5–10	10–25	≥25		4,8	1,61	<0,5	<0,5
	Cu, koppar	µg/L	3	<5	5–10	10–100	100–500	≥500		4,56	8,49	24	1,22
	Hg, kvicksilver	µg/L	0,0021	<0,001	0,001–0,01	0,01–0,05	0,05–0,5	≥0,5		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Mo, molybden	µg/L								0,898	0,626	<0,5	0,758
	Ni, nickel	µg/L	1,4	<0,5	0,5–2	2–10	10–20	≥20		11,4	23,6	5,09	2,52
	Pb, bly	µg/L	0,27	<0,5	0,5–2	2–5	5–10	≥10	5 ²	10,2	1,02	<0,2	<0,2
	V, vanadin	µg/L	0,78							4,73	0,792	<0,05	<0,05
	Zn, zink	µg/L	14	<5	5–10	10–100	100–500	≥500		22,4	25,2	73,9	7,86
	Alifater	alifater >C5-C8	µg/L							100 ²	<10	<10	<10
alifater >C8-C10		µg/L							100 ²	<10	<10	13	<10
alifater >C10-C12		µg/L							100 ²	<10	<10	12	<10
alifater >C12-C16		µg/L							100 ²	<10	<10	<10	<10
alifater >C5-C16		µg/L								<20	<20	25	<20
alifater >C16-C35		µg/L							100 ²	<20	<20	<20	<20
alifater C5–C35		µg/l		<0,1	0,1–1	1–10	10–100	≥100		<20	<20	25	<20
Monocykliska aromater (MAH)	bensen	µg/L		<0,02	0,02–0,1	0,1–0,2	0,2–1	≥1	0,5 ²	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	toluen	µg/L		<0,1	0,1–1	1–5	5–40	≥40	40 ²	<0,2	<0,2	<0,2	0,6
	etylbenzen	µg/L							30 ²	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	m,p-xylen	µg/L								<0,2	1,9	<0,2	0,3
	o-xylen	µg/L								<0,2	0,5	<0,2	<0,2
	s:a xylen	µg/L							250 ²	<0,2	2,4	<0,2	0,3
	aromater >C8-C10	µg/L							70 ²	<1,0	3,8	<1,0	<1,0
Polycykliska aromater (PAH)	naftalen	µg/L								<0,030	0,247	<0,030	<0,030
	acenaftylen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	acenaften	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	fluoren	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	fenantren	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	antracen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	fluoranten	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	pyren	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	bens(a)antracen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	krysen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	bens(b)fluoranten	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	bens(k)fluoranten	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	bens(a)pyren	µg/L		<0,0005	0,0005–0,001	0,001–0,002	0,002–0,01	≥0,01		<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	dibens(a,h)antracen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	bens(g,h,i)perylen	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	indeno(1,2,3,cd)pyren	µg/L								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	s:a PAH 16	µg/L								<0,180	0,247	<0,180	<0,180
	s:a cancerogena PAH	µg/L								<0,035	<0,035	<0,035	<0,035
	s:a övriga PAH	µg/L								<0,055	0,247	<0,055	<0,055
	s:a PAH L	µg/L							10 ²	<0,025	0,247	<0,025	<0,025
	s:a PAH M	µg/L							2 ²	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	s:a PAH H	µg/L							0,05 ²	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
	PAH3	µg/L		<0,001	0,001–0,01	0,01–0,5	0,5–10	≥10		<0,025	0,247	<0,025	<0,025
	PAH5	µg/L		<0,001	0,001–0,01	0,01–0,1	0,1–2	≥2		<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
	PAH4	µg/L		<0,3	0,3–1	1–2	2–4	≥4		<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
	aromater >C10-C16	µg/L								<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	metylpyrener/metylfluorantener	µg/L								<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	metylkrysen/metylbens(a)antracener	µg/L								<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	aromater >C16-C35	µg/L								<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Per- och polyfluorerade alkyldsubstanser – PFAS	perfluorbutansyra (PFBA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorpentansyra (PFPeA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorhexansyra (PFHxA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorheptansyra (PFHpA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluoroktansyra (PFOA)	µg/L								<0,0050	0,0081	0,00515	<0,0050
	perfluornonansyra (PFNA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluordekansyra (PFDA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorbutansulfonsyra (PFBS)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorhexansulfonsyra (PFHxS)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluoroktansulfonsyra (PFOS)	µg/L							0,045 ³	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
	6:2 fluortelomersulfonsyra (6:2 FTS)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	s:a PFAS4*			<0,0003	0,0003–0,001	0,001–0,002	0,002–0,004	≥0,004		<0,0100	0,0081	0,00515	<0,0100
	summa PFAS 11	µg/L								<0,0500	0,0081	0,00515	<0,0500
	perfluorundekansyra (PFUnDA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluordodekansyra (PFDoDA)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluortridekansyra (PFTrDA)	µg/L								<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
	perfluorpentansulfonsyra (PFPeS)	µg/L								<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
	perfluorheptansulfonsyra (PFHpS)	µg/L								<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
	perfluornonansulfonsyra (PFNS)	µg/L											

Geokemiska bakgrundshalter för morän i 2 mm fraktion

Datapunkter inom cirkel med centrumkoordinater (SWEREF99-TM) och radie enligt:

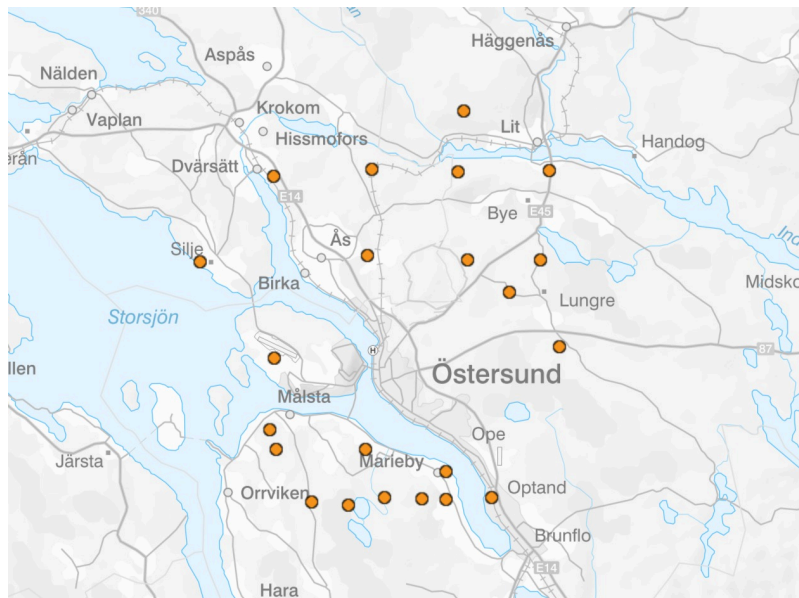
E: 483617 N: 7010237 Radie: 15 km

Grundämne	N	Min	Max	Median	75 perc	25 perc	KM	MKM
As (mg/kg)	22	1	13.2	6.15	10.325	4.025	10	25
Ba (mg/kg)	22	16	104	29.5	60	23.25	200	300
Cd (mg/kg)	10	0.07	0.683	0.2955	0.421	0.2895	0.8	12
Co (mg/kg)	22	0.5	20.4	6.55	12.475	3.5	15	35
Cr (mg/kg)	22	2.7	19.7	8.35	14.425	6.875	80	150
Cu (mg/kg)	22	1	37.2	15.45	27.325	8.575	80	200
Mo (mg/kg)	10	0.49	5.42	2.785	3.9925	1.46	40	100
Ni (mg/kg)	22	0.4	57.8	17.65	34.175	11.825	40	120
Pb (mg/kg)	22	2.2	24.4	10.6	15.75	7.1	50	180
V (mg/kg)	22	5	22.2	10.5	16.575	8.475	100	200
Zn (mg/kg)	22	17	94	43.5	52.25	28.5	250	500

KM = Känslig markanvändning

MKM = Mindre känslig markanvändning

KM- och MKM-värden enligt [Naturvårdsverket](#)



Om resultaten

Resultaten baserar sig på den kartläggning av markens kemi som SGU bedrivit sedan 1980-talet. SGU har analyserat framför allt finfraktioner i moräners C-horisont, den visuellt sett opåverkade delen i jordmånen, typiskt på ca 1 m djup. Ett par tusen av proven har även analyserats på halterna i fraktionen <2 mm, dvs den fraktion som används vid undersökning av förorenad mark. För de metaller som presenteras här är korrelationen mellan halterna i finfraktionen och i <2 mm fraktionen signifikant positiv, och så stark att det är möjligt att använda finfraktionen för att beräkna halten i <2 mm fraktion utan att introducera ett alltför stort fel.

Tolkningshjälp

De analyser som här redovisas är analyser utförda på den visuellt opåverkade horisonten i morän. I regel innehåller grövre jordarter lägre metallhalter, och finkorniga jordarter högre halter.

Med hjälp av resultaten är det möjligt att göra en uppskattning av storleksordningen på de regionala bakgrundshalterna, och om det är sannolikt att det t ex naturligt förekommer halter över riktvärden för känslig markanvändning.

eMethanol Östersund PM-Geoteknik och markmiljö Bilaga 2 - sid 3(4)

Grundämne 90:e percentil

As (mg/kg)	12
Ba (mg/kg)	86
Cd (mg/kg)	0,56
Co (mg/kg)	17
Cr (mg/kg)	17,5
Cu (mg/kg)	33
Mo (mg/kg)	4,8
Ni (mg/kg)	48
Pb (mg/kg)	21
V (mg/kg)	20
Zn (mg/kg)	75

