



LUGNVIK, ÖSTERSUND

Östersund Norr 1:25 och Lugnviksverket 1

Geoteknisk och markmiljöteknisk utredning för planerat
fabriksområde

PM Geoteknik, Markmiljö - revidering 1

Östersund 2024-06-13 rev. 2026-07-22

Handläggare geoteknik: Jonatan Brattberg

Handläggare markmiljö: Arnulf Hedenvind

Konsult

Geoteknologi Sverige AB
Hammarby Allé 14
120 30 Stockholm
Tel: 070 290 74 40
Org.nr: 559080-8084
Styrelsens säte: Stockholm

Kund

Sydskraft 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
Arnulf Hedenvind 073-615 25 45
E-post: info@hedenvindprojekt.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.....	12
5	Markmiljö och förorenade områden	13
5.1	Resultat och utvärdering.....	13
5.2	Förenklad miljö- och hälsoriskbedömning	19
5.3	Markmiljö och förorenade områden - slutsatser och rekommendationer	23
5.4	Radon	13
6	Geotekniska förutsättningar	24
6.1	Skredrisker vid befintliga förhållanden.....	24
6.2	Grundläggning, markförstärkning.....	25
6.3	Schakt och fyllning.....	29
6.4	Marksättningar	30
6.5	Grundvatten	30
6.6	Dagvatten (LOD), erosion, översvämningar och länshållning	30
6.7	Svällande skifferberg – orsak och åtgärder	31
7	Kompletterande undersökningsbehov	32
8	Ritningar	33
9	Bilagor	33

1 Uppdrag, syfte och objekt

På fastigheterna Östersund Norr 1:25 och Östersund Lugnviksverket 1 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.

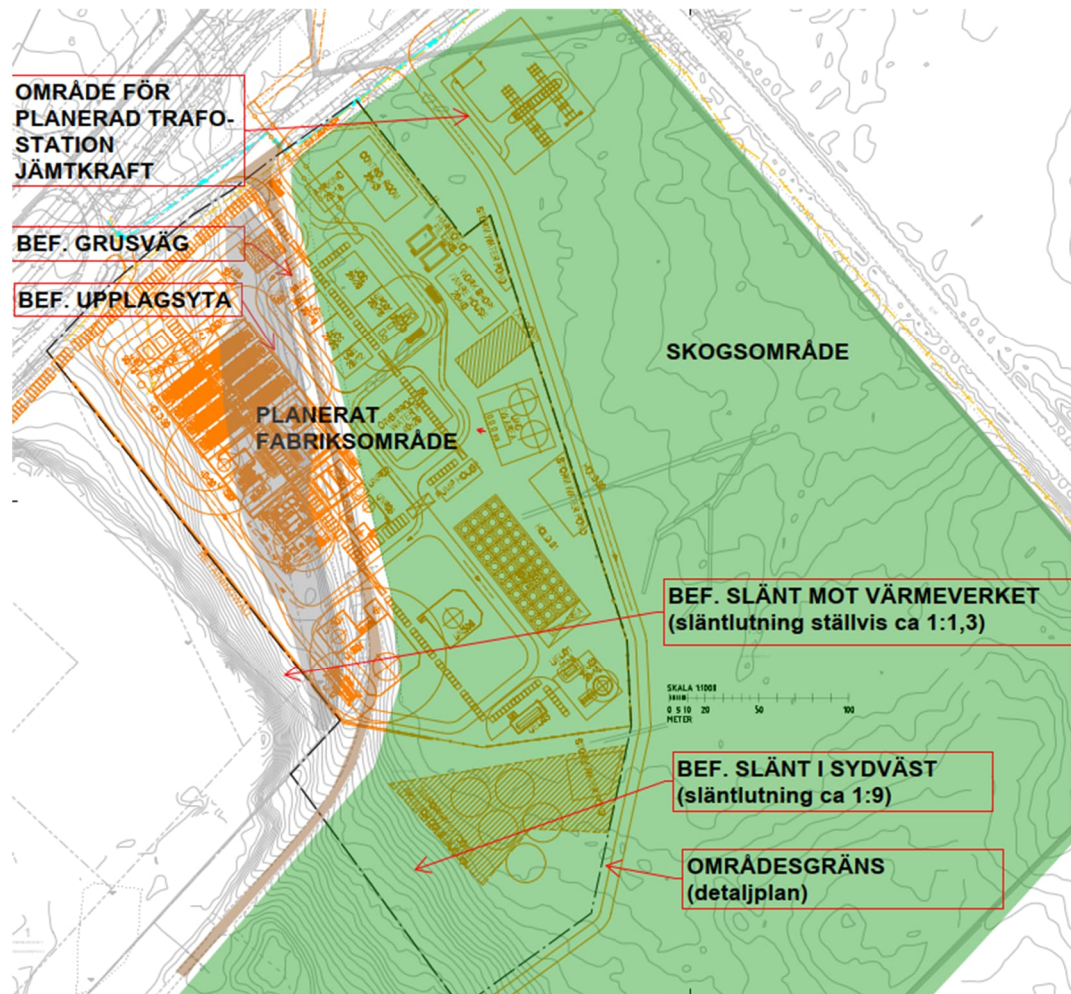
Planerat fabriksområde utgörs av en större industribyggnad med måtten ca 65x125 m med en höjd på ca 20 m med intilliggande teknikbyggnader för släckvatten, vattenrening, kontrollrum, kylsystem m.m. I närheten placeras en metanoltank med måtten 50x50 m ca 20 m hög. Intill byggnaderna och metanoltanken 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 senaste skiss daterat 2026-11-11 för lokalisering av fabrikssystemet. Planerade marknivåer på fabriksområdet ligger mellan **ca +322,0 i väster och +319,0 i öster**.

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 fortsatt projektering av grundläggning till byggnader och tillhörande kör- och uppställningsytor samt som underlag till detaljplan.

I denna handling redovisas också 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 skissutformning, daterat 2026-11-11, med utredningsområdet i streckad svart linje. Befintlig mark består av en upplagsyta i väster (grått) och delvis avverkat skogsområde i öster (grönt) och däremellan en grusväg (brunt). Befintliga slänter i väster (värmeverket) och sydväst åskådliggjorda.

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.

- Tidigare utförda undersökningar vid slänt mot värmeverket, utförda av Sweco 2009.
- Inmätning av slänt mot värmeverket utförd av Arctan 2026-03-11.

2.1 Utförda undersökningar

Geoteknologi har utfört geotekniska och miljötekniska fältundersökningar i februari/mars 2024 genom innovativ markprojektering AB. Undersökningarna har omfattat sammanlagt 30 undersökningspunkter med metoderna jord-berg-totalsondering (för bedömning av jordlagerföljd samt bestämning av bergets nivåer), trycksondering och skruvprovtagning för översiktlig bedömning av jordens hållfasthet- och deformationsegenskaper.

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.

I maj 2026 utfördes provgropsundersökning i torvområde som bekräftade bedömda jordlagerföljder från den geotekniska undersökningen 2024.

I april 2026 utfördes kompletterande installation av grundvattenrör för miljötekniska undersökningar och analyser, vilka redovisas i kapitel 5.

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, mot värmeverket, finns ett höjdområde kring nivå +340. Marken faller sedan lokalt relativt brant mot öster till nivå +326 i västra delen av utredningsområdet, med en släntlutning på ca 1:1,3. I sydvästra delen av utredningsområdet faller marken från ca +327 till +322 och de naturliga släntlutningarna där ligger kring 1:9. Inom utredningsområdet planar marken ut nedan för slänterna och är i östra delen ca +317. Slänternas planlägen åskådliggörs i figur 2.

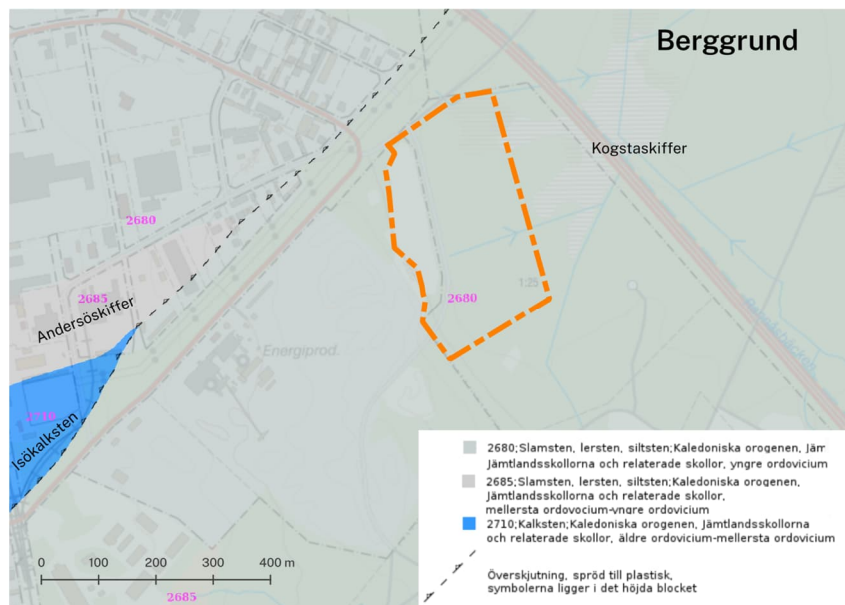
Grusvägen som löper genom utredningsområdet har relativt djupa diken, ca 2 m. Öster om grusvägen finns ett numera avverkat skogsområde som utgör ca 2/3 av utredningsområdet, se *Figur 3*. Stora delar av skogsmarken har tidigare varit kärr och är delvis utdikad.

Nordväst om utredningsområdet ligger östra delarna av Lugnviks industriområde. Direkt väster om utredningsområdet finns Jämtkrafts kraftvärmeverk med en kraftigt uppfyllt upplagsyta för träbränsle. Fyllnadsmaterialet i den uppfyllnaden består enligt undersökning från 2009 delvis av bottenaska från pannorna i värmeverket och av jordmaterial. Materialet har i tidigare geoteknisk utredning utförd av Sweco 2009 klassats att till stor del vara jämförbart med sandmaterial. Öster om utredningsområdet finns skog följt av E14.



Figur 3. Flygbild över området.

Berggrund inom området visas i Figur 4.

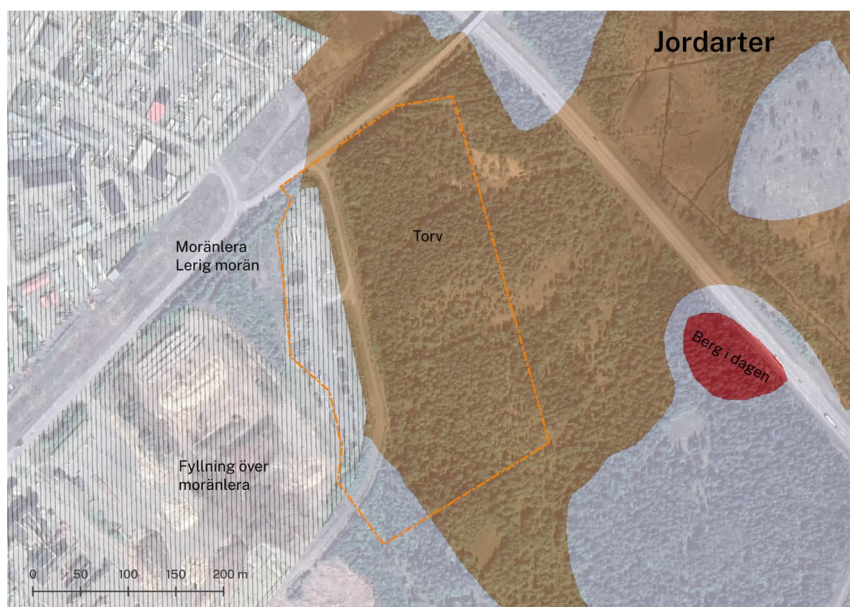


Figur 4. Berggrund. Utsnitt från SGU:s berggrundskarta. (www.sgu.se).

Berggrunden inom utredningsområdet består av Kogtaskiffer (kod 2680) som är en grå-svart siltsten. Mot väster finns en kil av Andersöskiffer (kod 2685) som stratigrafiskt underlagrar Kogtaskiffern. 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 utdikat.



Figur 5 SGU:s jordartskarta karta över området.

4 Befintliga förhållanden

4.1 Geotekniska förhållanden

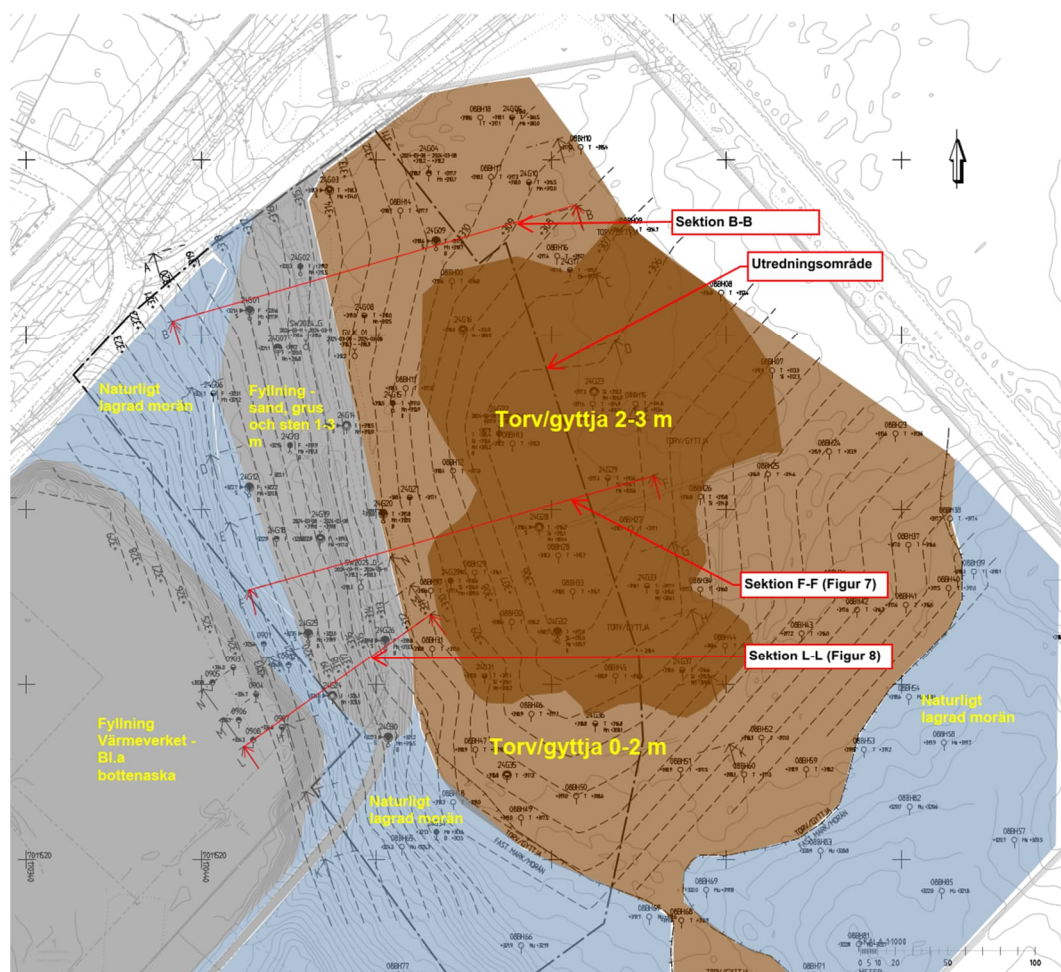
Jordlagren beskrivs i plan i figur 6 och i ritning G-12.1-01 och i sektion i figur 7 och 8.

Marken består i **slänten upp mot värmeverket** i väster, främst av aska med ställvisa trärester från värmeverket (geotekniskt bedömt som i huvudsak sand) som underlagras av ler-/siltmorän på berg, se figur 8.

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 avverkade skogsområdet öster om grusvägen består marken av ytvegetation/rötter med underliggande gyttja och torv. Torven/gyttjan underlagras av **svämsediment** bestående av silt med ställvisa inslag av siltig 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.

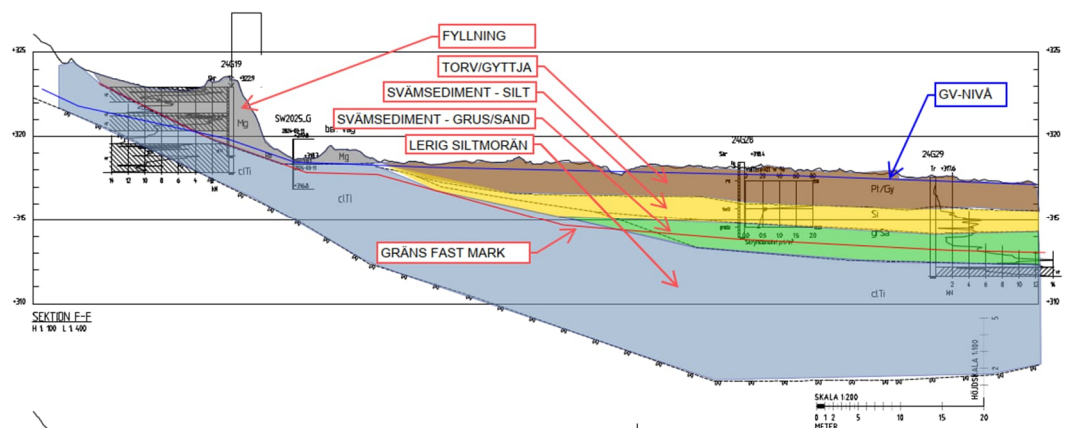
Inom den befintliga upplagsytan i väster förekommer överst ett upp till 3,0 m tjockt lager av lös – fast lagrad *fyllning*.

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

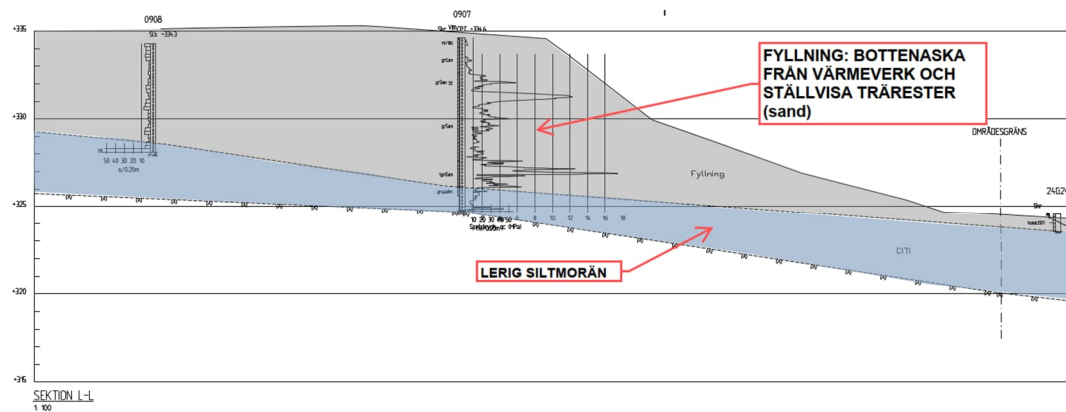
*Torven/gyttjan*s tjocklek varierar i utförda undersökningspunkter mellan 0 och ca 3,5 m och består av låg- till högförmultand torv och gyttja. Uppmätta vattenkvoter i torven/gyttjan ligger mellan ca 400 – 600 %.

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

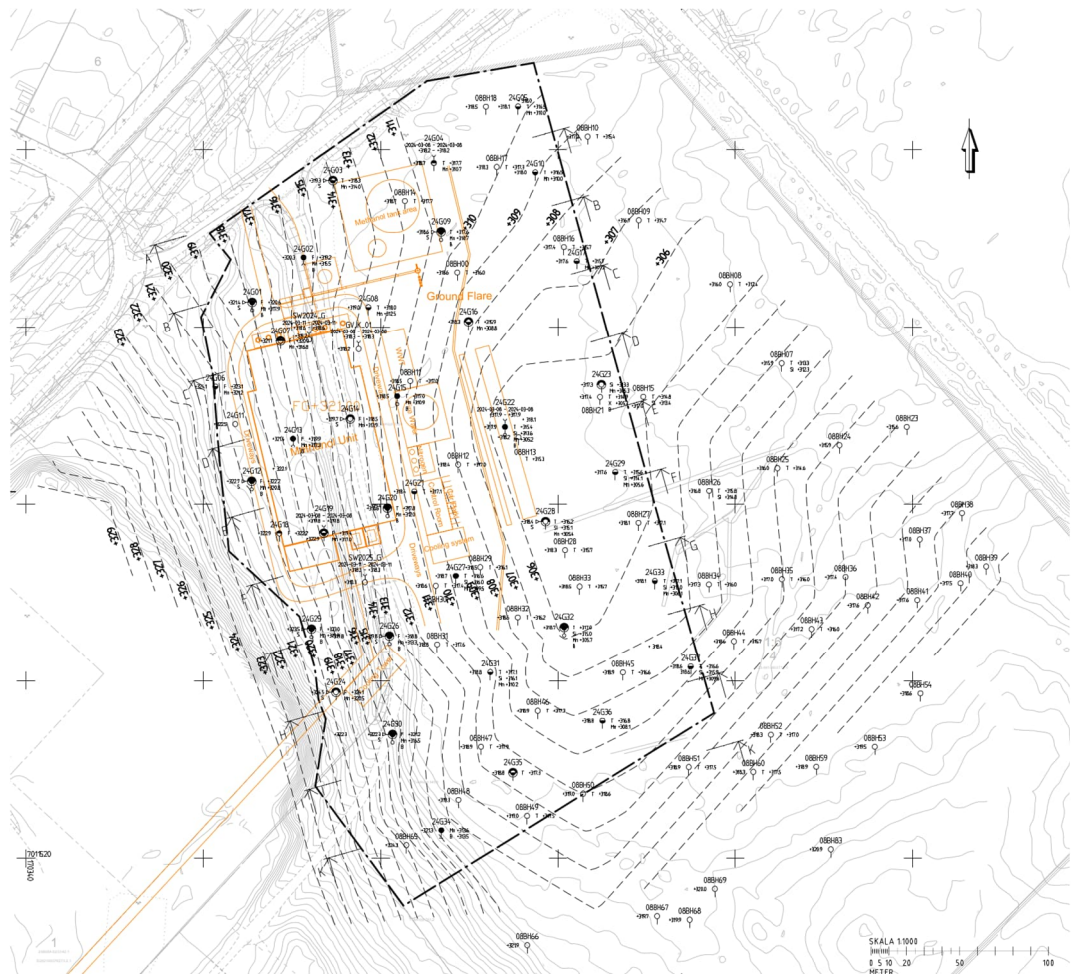


Figur 7 Representativ sektion F-F (planläge se figur 6) med jordlagerföljd åskådliggjord. Röd linje i sektionen representerar gräns till fast lagrad morän. Grundvattennivån redovisas med blå linje i sektionen (planläge se figur 6).



Figur 8 Slänt mot värmeverket, sektion L-L (planläge se figur 6)

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, se figur 9 (samt ritning G-12.1-01). Inget synligt berg i dagen har observerats inom undersökningsområdet.



Figur 9 Bergets nivå visualiserat med nivåkurvor, som utgår från undersökningspunkterna och framställd ytmodell av bergets överyta. Utanför undersökningsområdet skall angivna nivåer uppfattas som osäkra, då ytmodellen 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 10*.

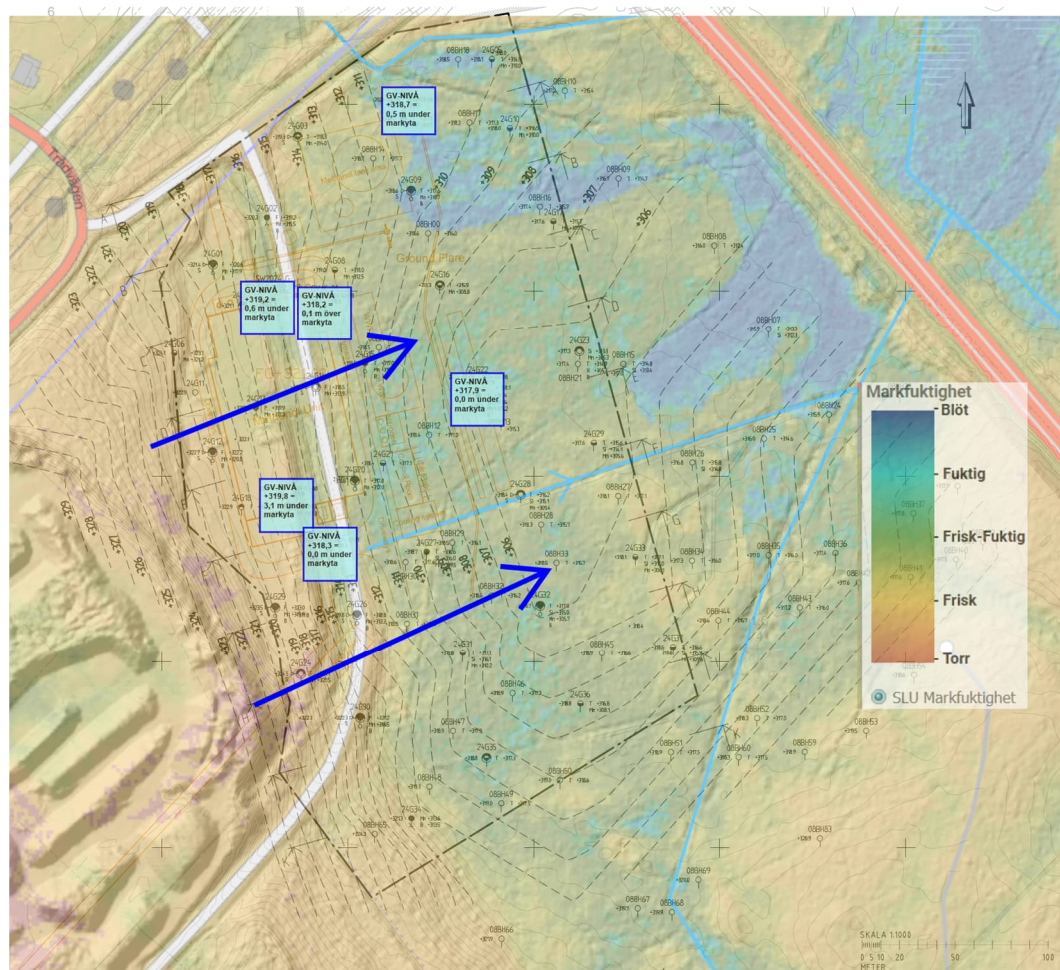


Figur 10. Hydrogeologi och hydrologi kring undersökningsområdet.

Nya och tidigare installerade grundvattenrör påvisar en uppmätt grundvattenyta enligt figur 11.

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 11), 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 och 8.

Det ska inte uteslutas ett undre grundvattenmagasin under de förhållandevis täta svämsedimenten. Det har dock inte kunnat påvisas med utförda grundvattenrörsinstallationer men provgropar utförda maj 2026 har påvisat vattenförande lager under siltjorden. Dess trycknivå har ej kunnat bestämmas men förväntas ligga i nivå med övre grundvattenmagasin då övre och undre grundvattenmagasin med stor sannolikhet kommunicerar med varandra.



Figur 11 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 det numera avverkade 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 10.

Området avvattnas via diken mot Rannåsbäcken som rinner från sydost–nordväst längs E14, se Figur 10. 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 12.



Figur 12. Diskreta provtagningspunkter (skruvpunkter), ytor för samlingsprover och lägen för grundvattenrör. Gräns mellan morän i västra delen av undersökningsområdet och torv i östra delen av undersökningsområdet går vid grusvägen som löper från norr till söder i bilden.

5.1.1 Värden för bedömning av föroreningsnivå

5.1.1.1 Föroreningar i jord

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

- **Mycket låg halt** <MRR¹ (mindre än ringa risk)
- **Låg halt** MRR–KM² (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).

- **Måttlig halt** KM–MKM (mindre känslig markanvändning)
- **Hög halt** MKM–FA³ (farligt avfall)
- **Mycket hög halt** >FA (farligt avfall)

Observera att KM, MKM, MRR och FA används eftersom de är väl etablerade haltnivåer. Alla dessa haltkriterier grundar sig dock på en 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 styr hanteringen av en viss jordvolym.

5.1.1.2 Föroreningar i grundvatten

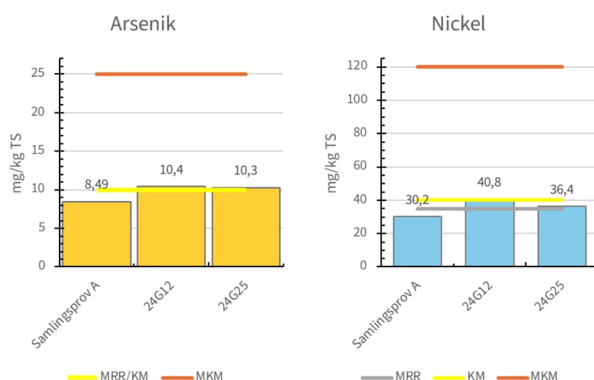
Ämnen och föroreningar i grundvatten jämförs mot SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten (www.sgu.se) som är ett verktyg för att tolka och värdera insamlade data om grundvatten. Grundvattnet klassificeras i fem tillståndsklasser: (1) – Mycket låg halt till (5) – Mycket hög halt. De lägsta halterna utgår i allmänhet från bakgrundshalten medan den högsta klassgränsen är SGU:s tröskelvärden i (SGU-FS 2023:1, om kartläggning, riskbedömning och klassificering av status för grundvatten) och utgår från risken för hälsoeffekter, eller från tekniska och estetiska aspekter när vattnet används som dricksvatten. Exempelvis utgår klassgränserna för PFAS-ämnen från hälsoeffekter, medan klassgränserna för järn och mangan utgår från tekniska och estetiska aspekter som smak, lukt och utfällningar.

SGU:s bedömningsgrunder har begränsningar vid tolkning av markföroreningar. Värdena utgår från halter i hela grundvattenförekomsten eller grundvattenmagasinet och tar inte hänsyn till antropogena källor eller typ av föroreningskälla. Halter i grundvattnet nära en punktkälla kan överskrida tillståndsklass 5 med flera tiopotenser.

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 13* visas halter i proven jämfört mot MRR, KM och MKM.



Figur 13. Metaller inom upplagsytan.

Arsenik- och nickelhalter i *samlingsprov* av fyllning inom upplagsområdet är **mycket låga** eftersom de underskrider eller ligger i nivå med MRR, se *Figur 13*. I *stickproven* av

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

moränlera är halterna **låga till måttliga** eftersom de ligger strax över MRR/KM eller mellan MRR och KM.

Vi bedömer att **arsenik- och nickelhalterna i moränlera är naturliga** eftersom bakgrundshalterna i morän i Östersundsområdet är tydligt högre än uppmätta halter (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.

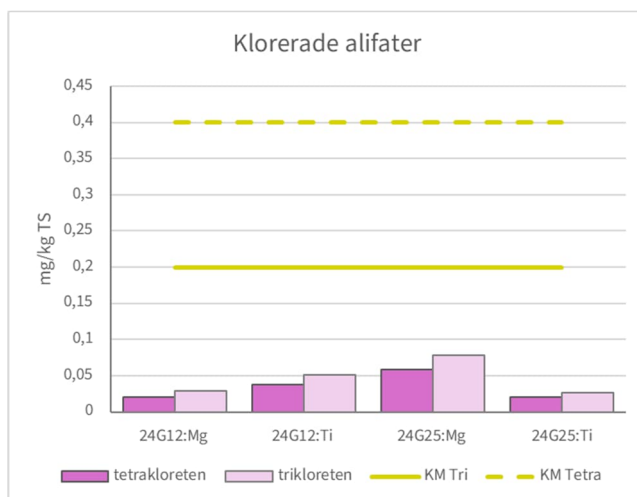
För nickel är däremot halterna i grundvattenproven höga till mycket höga. Vi bedömer att halterna har naturliga geokemiska orsaker, nämligen reducerande förhållanden i grundvattnet med åtföljande höga halter av järn och mangan, vilket även gynnar mobilisering av nickel. I samma grundvattenprov finns höga blyhalter som inte heller är förhöjda i jordproverna. Det visar att förhöjda halter i grundvattnet kan förekomma trots naturliga metallhalter i jorden.

De mycket höga halterna av järn och mangan men även höga halterna av kalcium och magnesium kan också bero på att grundvattenproverna inte filtrerats före analys. Nivåerna kan därför orsakats av partiklar.

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 terpener som misstänktes kunna förekomma från tidigare verksamheter eller spridits från närliggande område för 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 14*.



Figur 14. Tetra- och trikloreten i stickprov från fyllning och moränlera.

Halterna **tetra- och trikloreten** är **låga** och 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. Föroreningarna kan ha sitt

ursprung i tidigare verksamhet eller ha spridits med grundvattnet till området från någon uppströms förekommande källa.

5.1.2.3 Föroreningar i grundvatten

I grundvattnet **centralt i undersökningsområdet** 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 12*. Halterna bedöms vara låga och underskrider SGU:s bedömningsgrunder för grundvattenförekomster med upp till en tiopotens.

Olje- och lösningsmedelsföroreningarna har inte påträffats i jordproverna och har mest sannolikt spridits med grundvattnet från någon källa uppströms. Halterna i jorden kan också ligga under analysens rapporteringsgräns.

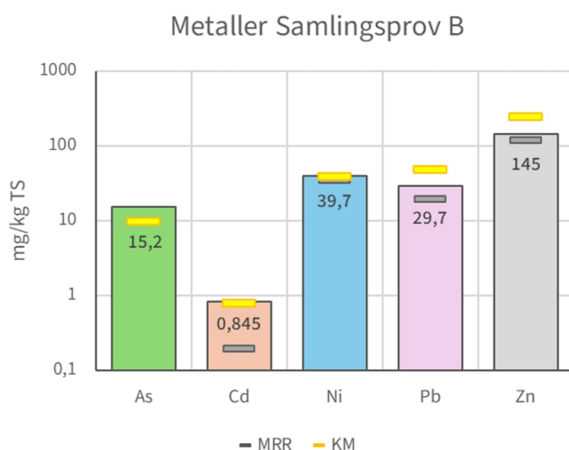
Lösningsmedels- och oljeföroreningarna bedöms inte spridas vidare mot Rannåsbäcken eftersom grundvatten i provpunkt 24G22G inom skogsområdet inte innehåller några föroreningar, se Bilaga 1. Föroreningarna fastläggs sannolikt snabbt i torven som det förorenade grundvattnet strömmar ut i. Torv är en organisk jordart med stor fastläggningsförmåga för både organiska ämnen och metaller. Även vid urschaktning av torv i västra delen av torvmarken kommer det att finnas kvar torv i östra delen mot Rannåsbäcken och som kan fungera som skydd.

Klorerade alifater som påträffats i låga halter i jorden inom delar av upplagsområdet har inte påträffats i rapporterbara halter i grundvattnet. Grundvattenproverna visar att det inte finns någon spridning av klorerade alifater från upplagsområdet.

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 15*.



Figur 15. 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

Metallföreningarna har sannolikt funnits i fyllningen redan vid anläggningstillfället och kan vara geogena dvs. ha sitt ursprung i exempelvis bergmaterial som använt till olika fyllningskategorier i vägens uppbyggnad.

Mycket höga till höga halter järn och mangan samt höga halter kalcium och magnesium kan orsakas av att grundvattenproverna inte filterats före analys. Halterna kan påverkats av partiklar där grundämnena är mycket högre än löst fas i grundvattnet.

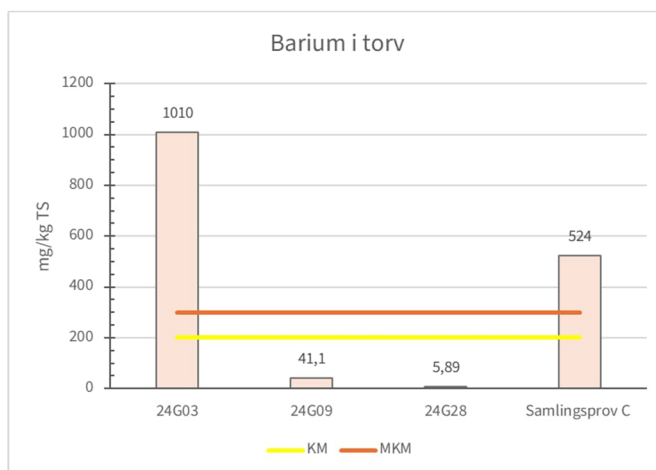
5.1.3.2 Organiska ämnen

Inom vägområdet har inga organiska ämnen som oljekolväten, PAH, fenoler eller PCB påträffats (Samlingsprov B).

5.1.4 Föreningar inom skogs-/torvmarken

5.1.4.1 Metaller

I norra skogsområdet har bariumförening påträffats. Figur 16 visar halter i 24G03, 24G09 och 24G28 samt Samlingsprov C (se Figur 12) som är samlingsprov från de tre stickproven. Prov 24G03 ligger längst norrut och prov 24G28 längst söderut i undersökningsområdet.



Figur 16. Barium i torvprover 0–0,5 m, stickprov och samlingsprov.

Prov 24G03 visar **hög bariumhalt** >1000 mg/kg TS. Det har också gett en **hög halt** i Samlingsprov C på 524 mg/kg TS. Den övriga **två stickproven har mycket låg – låg bariumhalt**.

Vi bedömer att det kan finnas en mindre föroreningskälla dvs. hotspot med barium kring 24G03 i det allra nordligaste delen av skogsområdet, se Figur 12. Inga andra metaller misstänks förekomma. Möjlig förklaring till bariumföreningen kan vara tidigare militär verksamhet. Barium kan ha sitt ursprung i sprängmedel, blixtljus och liknande men kan också ha sitt ursprung i någon annan okänd verksamhet eller aktivitet. Hotspot med barium har inte avgränsats vilket bör utföras för att värdera omfattningen av eventuell sanering.

Mycket höga till höga halter järn och mangan samt höga halter kalcium och magnesium kan orsakas av att grundvattenproverna inte filterats före analys. Halterna kan påverkats

av partiklar och större kolloider (humusfragment) där grundämnena är högre än löst fas i grundvattnet.

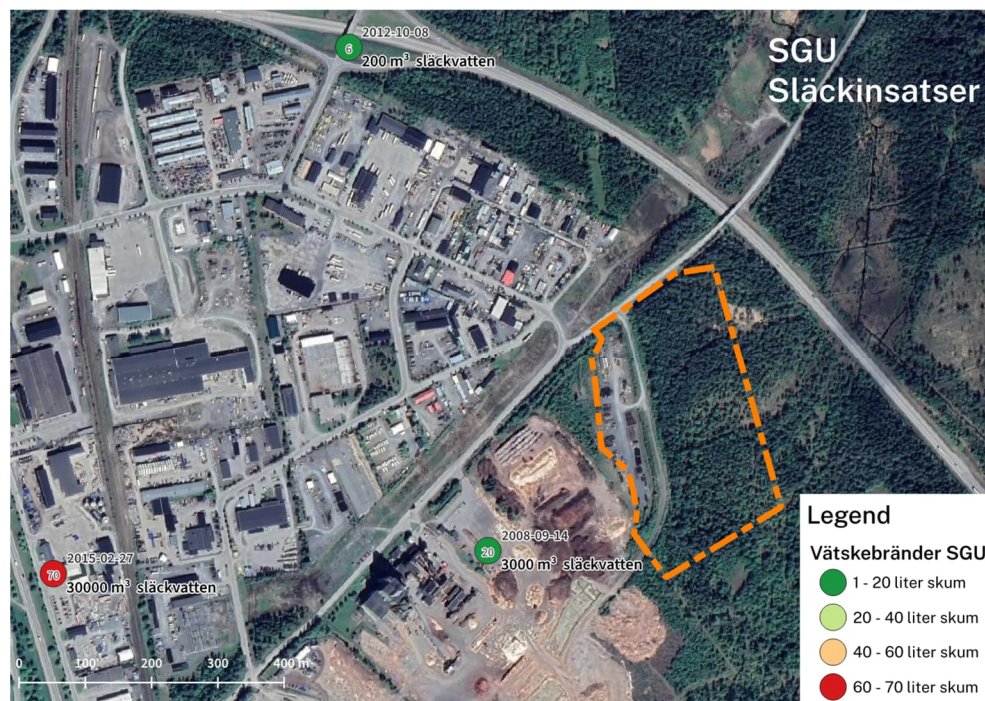
5.1.4.2 Organiska ämnen

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

5.1.5 PFAS i grundvattnet

5.1.5.1 Föroreningskällor

PFAS beskrivs separat eftersom ämnena kan ha ett komplext ursprung. Möjliga källor kan vara lokala inom undersökningsområdet som påförd fyllning eller någon verksamhet inom upplagsområdet, från verksamheter uppströms eller släckinsats av vätskebrand 2008 inom Jämtkrafts område väster om undersökningsområdet, se *Figur 17*. PFAS sprids också diffust via luften till ytlig mark genom atmosfärisk deposition från lokala, regionala och globala källor.



Figur 17. Vätskebränder med möjlig användning av brandskum innehållande PFAS-ämnen.

Vilka PFAS-ämnen som påträffats, deras profil och haltfördelning kan indikera vilka föroreningskällor som kan ha orsakat föroreningen och hur de sprids med grundvattnet. I Bilaga 1 syns att det främst är PFCA, dvs. perfluoralkylkarboxylsyror, som påträffats. I ytvattenprovet har även PFBS påträffats vilket tillhör gruppen PFSA – perfluoralkylsulfonsyror. Centralt inom upplagsområdet dominerar det mest kortkedjiga ämnet, PFBA – perfluorbutansyra (4 kol), medan ämnen med längre kolkedjor (5–8 kol) finns i ungefär samma halt. I grundvatten från torvmarken närmast upplagsområdet och vägen finns de mest kortkedjiga ämnena (4–6 kol). I ytvattnet från diket vid E22 dominerar återigen PFBA (4 kol) men med en successivt avtagande halt av PFAS-ämnen med längre kolkedjor. Här finns också PFBS, som sprids mycket lätt.

PFAS-profilen med avtagande koncentrationer för PFCA med ökande kedjelängd samt låg förekomst av PFBS är förenlig med ett transportpåverkat grundvatten där kortkedjiga PFAS selektivt anrikats genom svagare fastläggning under transporten. Resultatet indikerar påverkan från en diffus eller blandad PFAS-källa uppströms snarare än en lokal punktkälla.

5.1.5.2 Halter i grundvattnet

Centralt i östra delen av upplagsområdet och västra vägområdet finns de högsta PFAS-halterna med **PFAS4 och PFAS24 i mycket hög halt** enligt SGU:s bedömningsgrunder. Halterna är 0,00515 – 0,0081 µg/l för båda grupperna, se Bilaga 1. Mot norr har inga PFAS-ämnen påträffats. Mot öster i grundvattnets strömningsriktning och ut mot torvmarken sjunker halterna (26G_01) där PFAS4 inte förekommer och PFAS24 finns i låg halt (men PFPeA finns i högre halt) strax öster om vägen i torvmarkens början samt i mycket låg halt i torvmarkens södra del. Längre nedströms och in i torvmarken och ut mot Rannåsbäcken har PFAS inte påträffats (26G_02). Detta visar att PFAS fastläggs i torvmarken där det mer långkedjiga fastläggs snabbare än de mer kortkedjiga längs strömningsriktningen. Fastläggningen bedöms förekomma i tillräcklig omfattning även om delar av torvmarken schaktas ur eftersom det sker ganska snabbt i strömningsriktningen.

I ett ytvattenprov som togs i diket invid E22 strax före Rannåsbäcken fanns låga halter PFAS4 och PFAS24. Diket löper från söder om detaljplanområdet mot nord–nordost och avvattnar även ytor mot söder

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. Naturvårdsverket rekommenderar att ett statistiskt mått väljs men eftersom undersökningen är begränsad till enstaka stickprov samt några samlingsprover kommer den högsta påträffade halten för olika delområden att utgöra den representativa halten.

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

Tabell 1. Representativa halter i jord 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	–	–

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark
Trikloret	0,078	–	–

För skogsmarken med torv tas en representativ halt fram för hotspot av barium i norra skogsområdet (1 000 mg/kg TS). För övriga skogsområdet/torvmarken används högsta halten av övriga stickprov som representativ halt (40 mg/kg TS).

Höga halter av järn och mangan i grundvattnet som påträffats inom upplags- och vägområdet men även inom torvmarken bedöms utgöra en låg risk för hälsa, miljön och naturresurser eftersom deras nivåer i SGU:s bedömningsgrunder dels grundas i teknisk och estetiska aspekter (smak, lukt, utfällningar m.m.), dels att halterna kan bero på partiklar och kolloider i grundvattnet. Grundvattenproverna har inte filtrerats innan analys.

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 PFAS4 och PFAS24 har, jämfört med SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten, förhöjda halter upp till 0,008 µg/l påträffats inom upplagsområdet i västra delen av undersökningsområdet. Österut fastläggs PFAS i torvmarken, och halterna avtar tydligt mot diket som avleder vatten mot Rannåsbäcken. I diket förekommer endast låga halter PFAS4 och PFAS24 (0,0003 respektive 0,00085 µg/l), vilka helt eller delvis kan härröra från nederbörd och ytavrinning från området i stort och inte enbart från grundvattnet som strömmar genom torvmarken.

En försiktig skattning av PFAS som **PFAS4** eller PFAS24 på **0,008 µg/l (8 ng/l)** antas **som representativ halt i grundvattnet** från upplags- och vägområdet.

Denna grundvattenhalt motsvarar så låga halter i jorden att de inte är kvantifierbara – en till två tiopotenser under laboratoriets rapporteringsgräns. Det går därför inte att ta fram någon representativ halt för PFAS i jord, och PFAS-bidraget till jorden från grundvattnet bedöms vara försumbart.

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
Trikloret	0,078	–	–	13	Inandning ånga

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark	Hälsoriktvärde	Styrande exponering
------------	------------	-----------	-----------	----------------	---------------------

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

PFAS bedöms inte eftersom möjliga halter i jord är inte är kvantifierbar.

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.

PFAS bedöms inte eftersom möjliga halter i jord inte är kvantifierbar.

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

[mg/kg TS]	Upplagsyta	Vägområde	Skogsmark	Spridningsriktvärde	
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.

För PFAS kommer bara spridning till ytvatten och Rannåsbäcken att vara relevant. Spridning i fri fas är inte möjlig och det finns inte heller någon grundvattenförekomst att skydda mellan upplags-/vägområdet och Rannåsbäcken.

I SGI:s preliminära riktvärden för PFAS i jord och grundvatten (de räknar då endast för PFOS) har man använt *0,65 ng/l som ytvattenkriterium* vilket är gränsvärdet för PFOS och kemisk ytvattenstatus för inlandsytvatten i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25). Detta värde kan sättas som försiktigt ytvattenkriterium även för gruppen PFAS4 där PFOS ingår (vilket SGI också har gjort i sin remissversion av nya riktvärden för PFAS4 i jord och grundvatten).

I Naturvårdsverkets riktvärden för jord och SGI:s riktvärden för PFAS används en transportmodell där utspädning antas vara 4 000 ggr mellan grundvatten från det förorenade området och det skyddade ytvattnet. Antagandet baseras på ett rinnande ytvatten med ett flöde på 0,032 m³/s vilket är tydligt lägre än Rannåsbäckens medelflöde på 0,162 m³/s (från vattenweb: <https://vattenweb.smhi.se/hydronu/>) varför utspädningsfaktorn är försiktigt antagen. Vidare är denna förenklade transportmodell ytterligare försiktig eftersom den inte antar någon fastläggning eller nedbrytning mellan det förorenade området och ytvattnet.

Baserat på den representativa halten för PFAS4 på 8 ng/l och en utspädning på 4 000 ger det ett halttillskott på 0,002 ng/l från upplags- och vägområdets förorenade grundvatten eller 0,3 % av ytvattenkriteriet (PFOS = 0,65 ng/l). **Vi bedömer därför att PFAS4 i grundvattnet från upplags- och vägområdet med god marginal utgör en låg och acceptabel risk för spridning till ytvattnet Rannåsbäcken.**

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 externt omhändertagande för att reducera framtida risker för markmiljön. Mindre volymer bedöms inte påverka markmiljöns funktioner. Någon in situ-sanering av barium i torven bedöms inte vara möjlig utan att förstöra möjligheten till en fungerande markmiljö.

PFAS4 som finns i grundvattnet inom upplags- och vägområdet bedöms utgöra låga och acceptabla risker för hälsa, markmiljö men även spridning till Rannåsbäcken som naturresurs.

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. Klorerade alifater har inte påträffats i grundvattnet vare sig inom upplagsytan eller nedströms området.

Provtagning inom vägområdet har visat följande:

- Fyllningen innehåller förhöjda halter av arsenik, kadmium, nickel, bly och zink som sannolikt är av geogent 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 övrig torv inom skogsområdet har låga bariumhalter i nivå med bakgrundshalter. Barium sprids inte med grundvattnet.

Provtagning av PFAS i grundvatten har visat följande:

- Halter av PFAS4 och PFAS24 som enligt SGU:s bedömningsgrunder för grundvattenkvalitet klassas som höga till mycket höga har påträffats inom upplagsområdet. Klassningen avser grundvattnets tillstånd och inte föroreningarnas risk; den förenklade riskbedömningen (avsnitt 5.2) visar att halterna utgör en låg och acceptabel risk. Ämnena består främst av perfluoralkylkarboxylsyror som PFBA med kort kolkedja (4 kol) men även PFOA (8 kol) förekommer. När grundvattnet strömmar ut i torvmarken fastläggs de snabbt och förekommer inte heller i torvmarkens grundvatten närmare Rannåsbäcken. Samma PFAS-ämnen plus PFBS dyker dock upp i dikesvatten men i låga halter för PFAS4 och PFAS24.

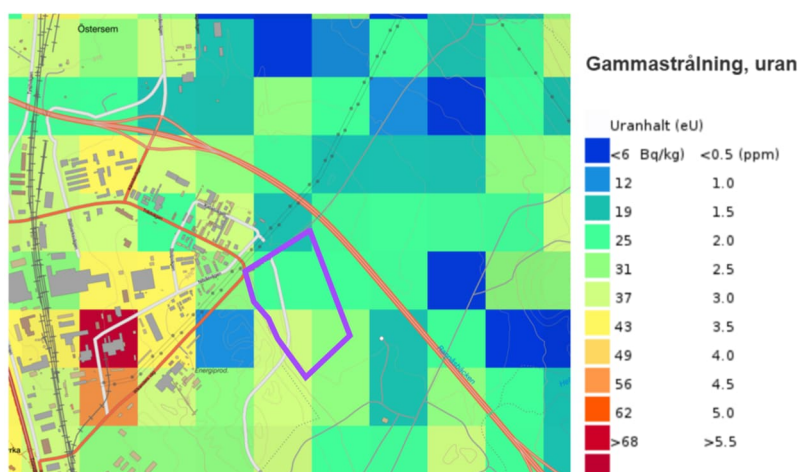
Den förenklade miljö- och hälsoriskbedömningen visar att barium i hotspot i norra området kan utgöra en långsiktig negativ påverkan på markmiljön och bör åtgärdas om föroreningen finns i betydande mängd (ca 100 m³ torv). Bariumföroreningen bör verifieras och avgränsas eftersom den bara påträffats i ett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

Föroreningar av PFAS i grundvattnet bedöms utgöra en låg risk för hälsa, markmiljön och spridning till naturresurser som Rannåsbäcken oavsett om ämnena fastläggs eller rinner igenom torvmarken i området.

Vi rekommenderar kompletterande undersökningar för avgränsning av barium för att avgöra omfattningen av eventuell åtgärd. Arbetet kan utföras i exempelvis 3 – 5 provgropar kring provpunkt 24G03.

5.4 Radon

Risiklassificering 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 18. Uranhalten i mark enligt SGU:s gammaspektrometriska mätningar.

6 Geotekniska förutsättningar

6.1 Skredrisker vid befintliga förhållanden

Förutom i väster, se efterföljande stycke, bedöms marken som låg risk för skred. Detta på grund av den i skogsområdet relativt svagt lutande terrängen. I sydväst finns en slänt, se figur 2, som bedöms som säker mot skred då jorden bedöms bestå av fast lagrad ler-/siltmorän med en släntlutning på ca 1:9.

Inom området har skredrisk lokaliserats i befintlig slänt mot värmeverket på grund av dess branta utformning. Där har en kontrollmätning utförts 2026-03-11 med efterföljande släntstabilitetsberäkning, vilken redovisas i bilaga 3. Beräkningsunderlaget utgörs, i tillägg till inmätningen, av tidigare undersökningar utförda av Sweco 2009.

Vid totalstabilitetsanalys ska vid planläggning av nyexploatering i sand (vilket materialet i slänten bedöms motsvaras av) säkerhetsfaktor F_{comb} vara större än 1,3, enligt IEG R4 2010-Tillståndsbedömningklassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.

Resultat

Vid befintliga förhållanden har slänten en säkerhet motsvarande säkerhetsfaktor 1,05 dvs ej erforderlig säkerhet mot skred, se bilaga 3. Den låga säkerheten gäller ytliga skred.

Slänten kräver alltså någon form av åtgärd för att erforderlig säkerhet ska uppnås. Vid släntstabilitetsberäkning utförd på en antingen avschaktad eller utfylld slänt till släntlutning 1:1,8 erhålls säkerhetsfaktor $>1,3$.

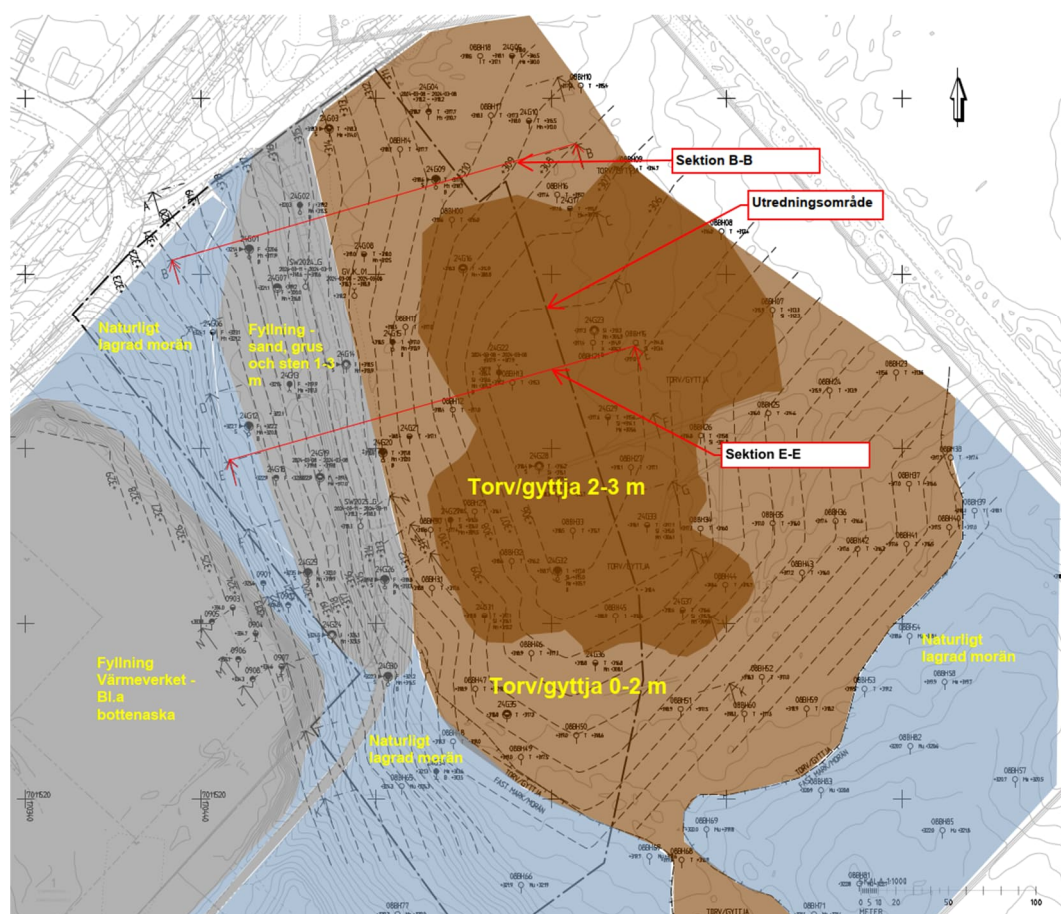
Slutsats:

De branta delarna av befintlig slänt (släntlutning $>1:1,8$) måste åtgärdas genom att antingen avschaktas eller utfyllas till en släntlutning om 1:1,8 för tillfredställande säkerhet mot skred.

Djupare permanenta schakter i torvområdet är inte aktuella med planerad utformning men skulle så vara fallet bör särskilda åtgärder tas för att säkerställa säkerheten mot skred eftersom förekommande torv-/gyttjebotten betraktas som skredbenägna vid djupare permanenta schakter.

6.2 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 i figur 19.



Figur 19 Bedömt djup till terrassnivå inom undersökningsområdet baserat på sonderingsresultat. Vid utskiftning av fyllning och/eller gyttja/torv utgör utskiftningsdjupet i förhållande till befintlig marknivå.

Nedan redovisas generella förutsättningar för grundläggning och rekommenderade markförstärkningsåtgärder:

6.2.1 Område med naturligt lagrad morän:

(blå färg i figur 19)

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. Synnerligen tunga byggnader kan behöva grundläggas med spetsburna pålar på berg.

6.2.2 Område med Fyllning ovan morän:

(grå färg i figur 19)

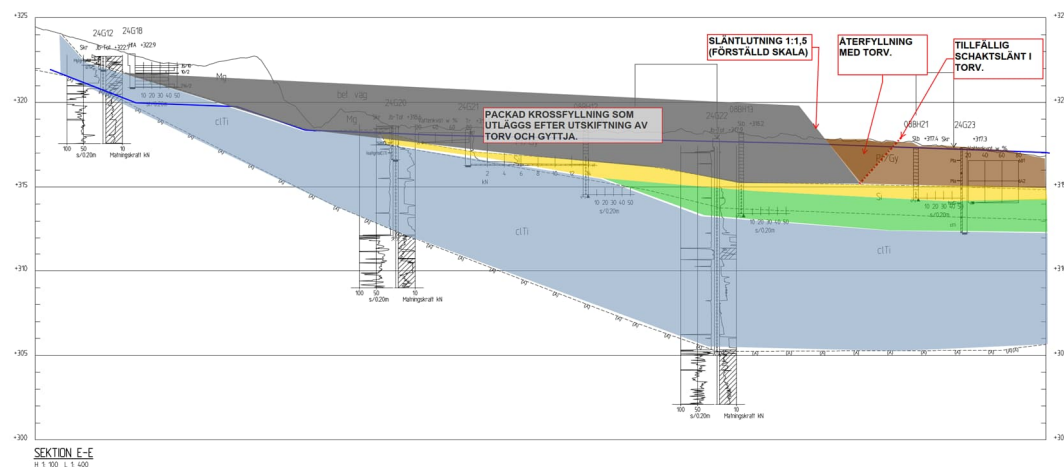
Utskiftning av okontrollerad fyllning erfordras för gator, ledningar och hårdgjorda ytor. Byggnader grundläggs med plattor på fast lagrad morän efter utskiftning av okontrollerad fyllning, på packad sprängbotten eller direkt på fast berg, alternativt med spetsburna pålar av stål eller betong. Utskiftning utförs ned till naturligt fast lagrad morän.

6.2.3 Område med 0 – 3 m gyttja/torv

(brun färg i figur 19) – se även tillhörande planritning G-12.1-01

Hela området föreslås grundläggas efter utskiftning av torv/gyttja på packad krossfyllning till terrassnivå (ca +319 till +321 i området) ovan svämsedimenten (silt och ställvis siltig lera). Gator, ledningar, hårdgjorda ytor samt byggnader grundläggs på krossfyllningen. Bedömt djup till utskiftningsnivå redovisas i figur 19. Särskilt tunga fabriksbyggnader kan behöva grundläggas med borrade spetsburna pålar av stål genom krossfyllningen, nedborrade i berg.

Krossfyllningen kommer med planerade marknivåer ha en mäktighet på mellan ca 3,0 och 5,0 m i området med utskiftad torv/gyttja, se figur 20.



Figur 20 Utformning av krossfyllning i sektion E-E efter utskiftning av torv/gyttja och uppfyllnad till nivå ca +320 (planläge i figur 19).

Stabilitet mot skred vid utskiftning/uppfyllnad

Med uppfyllnad i området (se figur 20) kan det i ändzonerna uppstå risk för skred vilken beräknats i representativ sektion E-E och B-B (planlägen enligt figur 19).

Vid totalstabilitetsanalys ska vid planläggning av nyexploatering säkerhetsfaktorn mot skred vara större än för F_{comb} 1,5–1,4, $F_c = 1,7$ –1,5 och $F_\phi = 1,3$ enligt *SGI Vägledning 8 Utredning av släntstabilitet*.

Vid beräkning har en utbredd last om 110 kPa applicerats på planerad markyta (+320 i ändzonerna). Eftersom ställvis lera påträffats i sektion B-B har både kombinerad och odränerad analys utförts där. I sektion E-E har ingen lera påträffats och endast kombinerad analys är genomförd. Beräkningarna är att betrakta som representativa för alla ändzoner för området. Materialparametrar har härletts från utförda undersökningar och redovisas i sin helhet i bilaga 4.

Resultat

i Tabell 5 redovisas resultat från släntstabilitetsberäkningar i sektion B-B och E-E.

Tabell 5 Resultat släntstabilitetsberäkningar i ändzonerna på uppfyllnaden.

Sektion	Analys	Utbredd last	Säkerhetsfaktor	Krav på säkerhet
E-E	Dränerad	130 kPa	1,30	>1,3
B-B	Odränerad	110 kPa	1,55	>1,5
B-B	Kombinerad	130 kPa	1,42	>1,4

Slutsats

Vid planerade marknivåer till ca +320 i östra delen av utredningsområdet och med utbredd last upp till 110 kPa uppnås tillfredställande säkerhet mot skred. En sådan last motsvarar ca 5 m upplag med fyllning (20 ton /m³) på hela den färdigställda ytan.

När planerade byggnaders lägen, utformning och grundpåkänning är fastställda ska, förutom bärighet och sättningar, även ändzonerna beräknas med tillfredställande säkerhet mot skred.

Om större säkerhet mot skred avses uppnås kan följande tillvägagångssätt anses lämpliga:

- Återfyllning med krossfyllning vid släntfot istället för torv.
- Tryckbank på mothållande sida i torven. Tryckbanken skulle företrädesvis bestå av urgrävd torv.
- Större utskiftningsdjup.
- Stödbensurgrävning i ändzonerna (lokalt djupare utskiftning)

Alternativa grundläggningsmetoder på torv/gyttja redogörs för i avsnitt 6.2.4.

6.2.4 Alternativa grundläggningsmetoder torv/gyttja

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

Grundförstärkningsalternativ 1 – Massutskiftning genom undanpressning

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

Fördelar:

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

Nackdelar:

- Fiberrik torv kan vara svår att undanpressa vilket kräver partiell urgrävning. Metoden passar bäst i högförmultnad torv, dy och gytta, 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 2 – Armering

- Området vegetationsavtäckts.
- 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 ligg tid 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 ligg tid 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 ligg tiden.

Övriga grundförstärkningsalternativ

Flera alternativ finns för att förstärka torven/gytta 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)
- Pål/Påldäck

6.3 Schakt och fyllning

Jordschakt kan i naturligt förekommande morän utföras med fria slänter med en lutning $\geq 1:1,8$ ner till 2,5 m djup. Djupare schakter kan behöva utformas med flackare släntlutningar och/eller stödfyllning/stödkonstruktion eftersom de kan komma att utföras

under grundvattennivån. 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).

I torven kan tillfälliga schaktslänter ställas med släntlutning 1:1,5 utan last på den del av schakten där släntrönet består av torv. Schakt i torv utförs från fast mark (i väster) och schaktmaskiner arbetar sedan från den utskiftade krossfyllningen och vidare ut i torvområdet. Framschaktad terrass i svämsedimenten under utskiftningen ska ej packas då den består av flytbenägna jordar vid vibration och omrörning. Första palltjockleken bör överstiga 0,5 m för att vibration från packning inte ska spridas ner i undergrunden/terrassen.

6.4 Marksättningar

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

Vid utskiftning/uppfyllnad betraktas långtidssättningar som mindre risk eftersom endast ställvisa inslag av lera förekommer och då med begränsad mäktighet. Som en säkerhetsåtgärd kan extra liggtid användas under samtidig inmätning av uppfyllnaden då denna applicerats.

Vid alternativ grundläggning ovan torven ska risk för skadliga långtidssättningar beaktas. Sättningarnas storlek kan antas korrelera med mäktigheten hos torven/gyttjan. Deformationsegenskaper för organiska lösjordar såsom torv/gyttja är svåra att bedöma.

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. men beror på vilken nivå schaktbottnar för ledningsgravar hamnar.

I området för utskiftning av torv till krossmaterial riskerar grundvattengenomströmningen öka eftersom krossfyllningen har högre permeabilitet jämfört med torven.

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 inom fabriksområdet för att reducera flöden.

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. Förekommande torvs absorptionsförmåga har vid provgropsgrävning bedömts som god. Vid schakt för utskiftning av torv bedöms tillrinning av vatten i tillfälliga schakter därför som måttlig men är beroende av årstid och väderlek vid utförandet.

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 Kogstaskiffer 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.

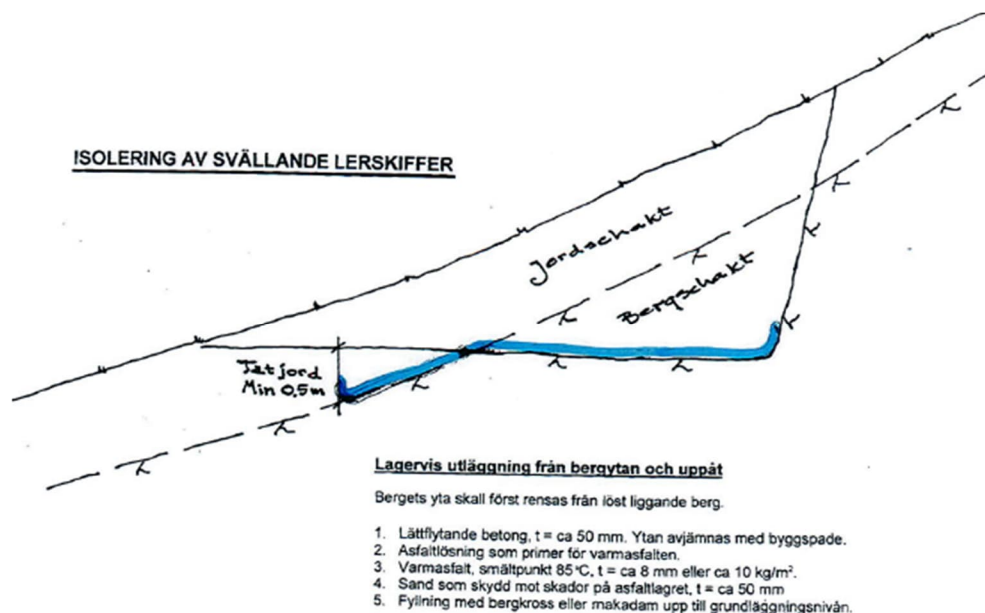
Dessutom ska grundvattennivåerna inte sänkas (gäller alltid), vilket ska tas i beaktning i fortsatt projektering.

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 (kärnbörning = kostsamt) eller en provgrop i vilken en bergbit lossålls. 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 skiffern 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 21.



Figur 21 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 (CPT-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 och bergnivåkurvor.	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

Bilaga 3 – Släntstabilitetsberäkning befintlig slänt (sektion L-L) mot värmeverket.

Bilaga 4 – Släntstabilitetsberäkning för ändzoner (sektion B-B och E-E) efter utskiftning av torv och uppfyllnad med krossmaterial.

Geoteknologi Sverige AB

Jonatan Brattberg

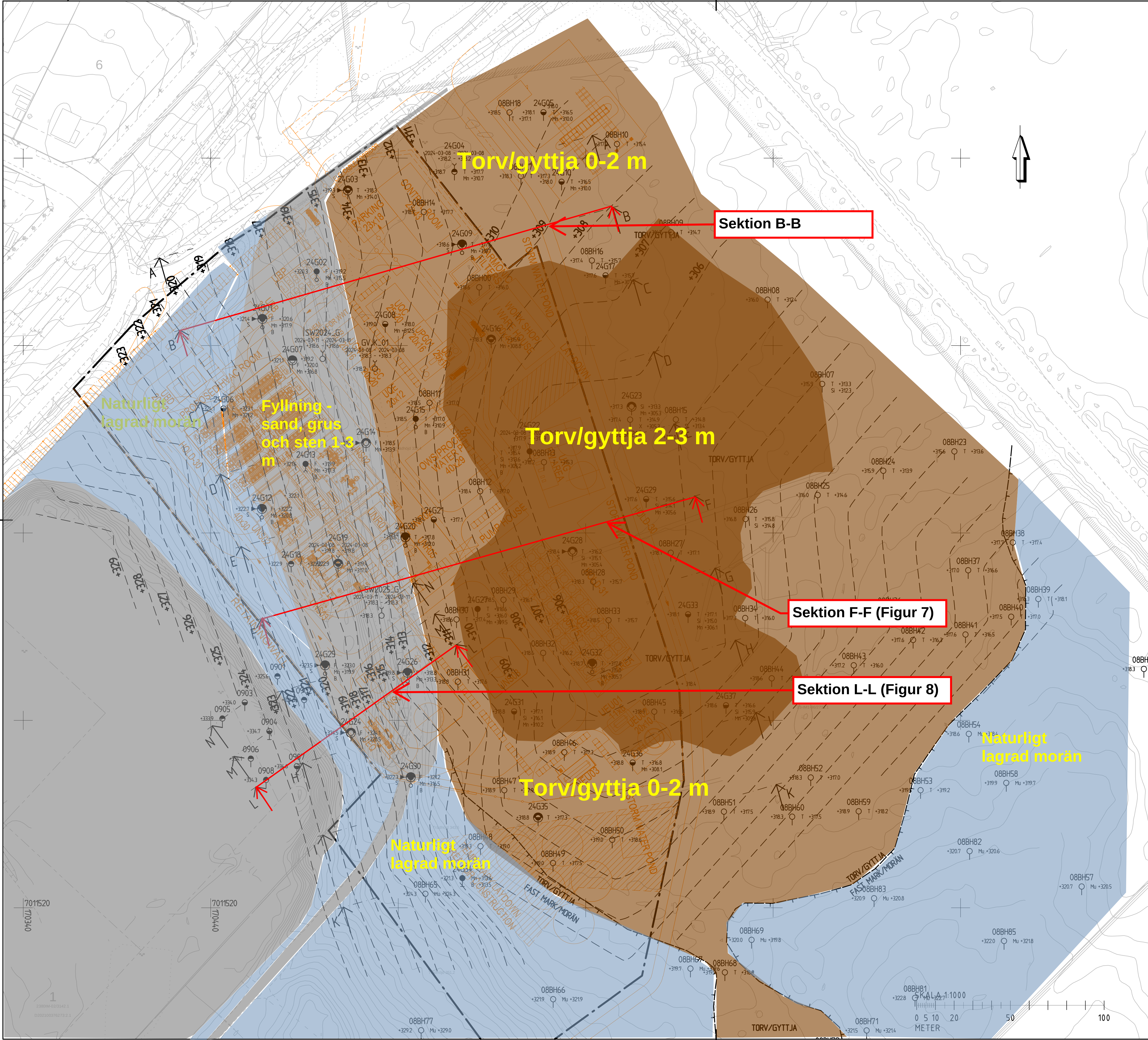
Jonatan Brattberg

Geoteknik

Arnulf Hedenvind

Arnulf Hedenvind

Miljöteknik



KOORDINATSYSTEM

Plan: SWEREF 99 14 15

Höjd: RH 2000

FÖRKLARINGAR

Gränser

Områdesgräns

Planerad bebyggelse

Planerad utformning

Geoteknik

+17

Tolkad bergnivå

Tolkad gräns fast mark

+155

Befintlig marknivå i mät- och undersökningspunkt

T +75
X +12
B

Tolkad nivå för torvens underkant

Tolkad bergnivå i sondering

Miljöprovtagning (jord)

2020-03-24 - 2020-04-15

+80 - +84

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

+10.7

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

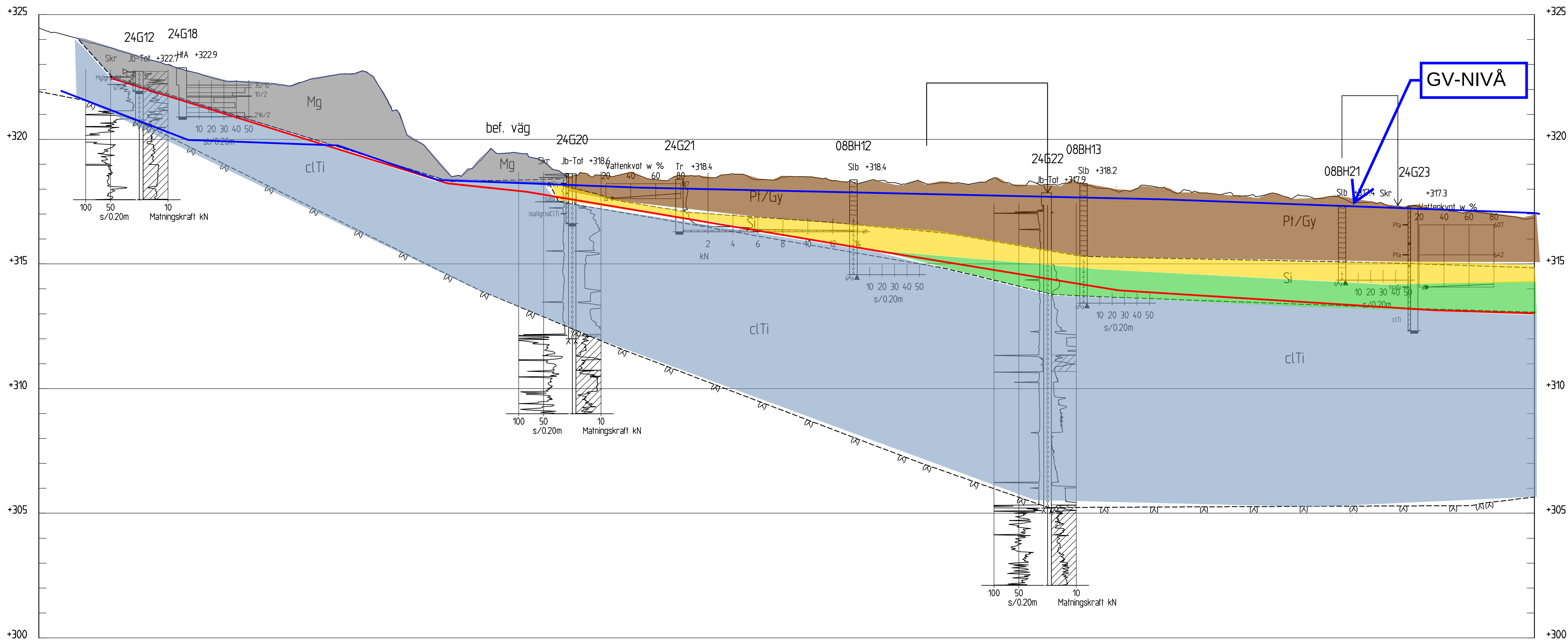
Planerad utformning är enligt underlag NSH2-AFRY-251111, daterad 2025-11-11 av
ENDAST FÖR INFORMATION. För gällande utformning och höjdsättning hänvisas till
respektive teknikområdes ritning enligt ritningsförteckning.

Borrpunkter med id 24Gxx är utförda år 2024 av Geoteknologi

Borrpunkter med nummer 09XX är utförda år 2009 av Sweco geoteknik.

Borrpunkter med nummer 08BHxx 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									
UPPDRAG NR 24571	RITAD/KONSTRUERAD AV J.B.	HANDLAGGARE J. BRATTBERG							
DATUM 2026-07-22	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

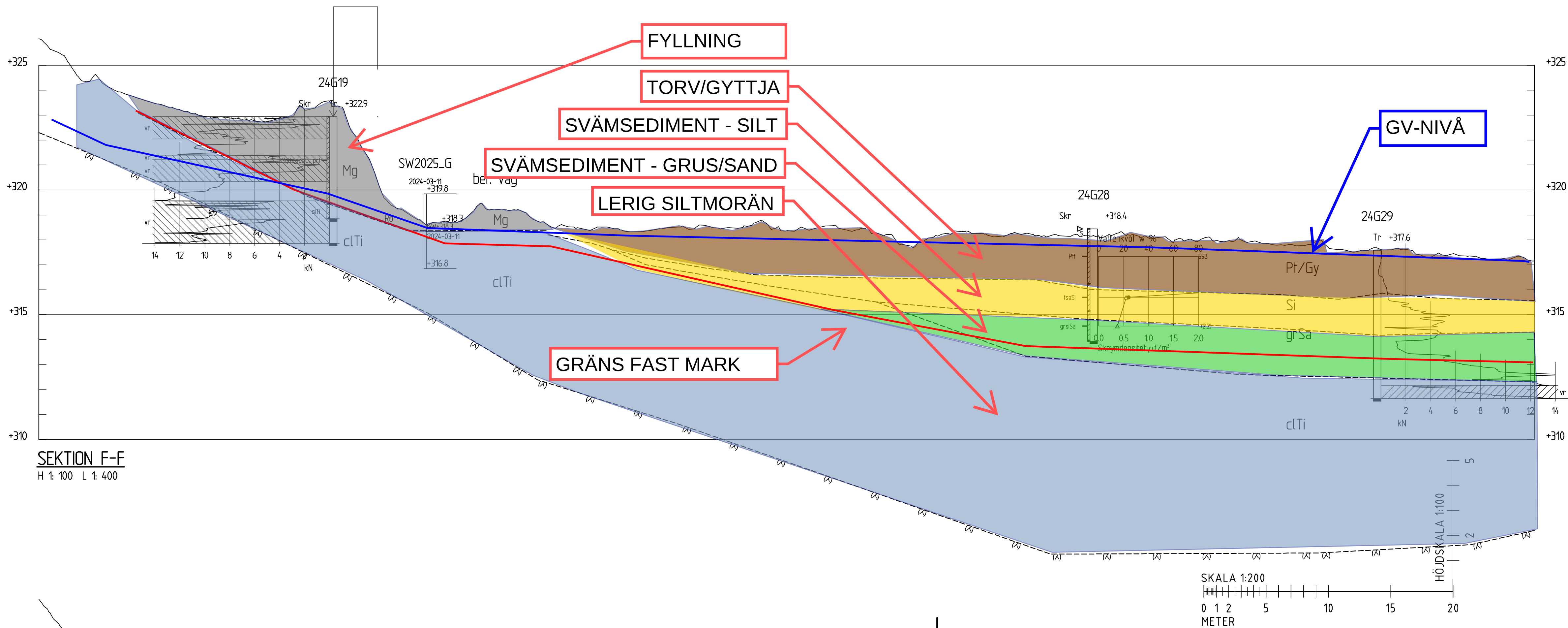
KOORDINATSYSTEM
Plan: SWEREF 99 14 15
Höjd: RH 2000

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



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

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 2026-07-22	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				
Provpunkt	Enhet	24G12 0-0,5 m	24G12 0,5-0,8 m	24G25 0-0,5 m	24G25 0,5-1,0 m	Samlingsprov A ¹	Samlingsprov B ²	Samlingsprov C ²	24G03 ²	24G09 ²	24G28 ²	Tillstånd			
Jordart		Mg [grsaSi]	siTi	Mg [grsaSi]	siTi	Mg [grsaSi]	Mg [grsaSi]	Peat	Peat	Peat	Peat				
Nivå		0-0,5	0,5-1,0	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				94
Metaller och grundämnen	As, arsenik	mg/kg TS		10,4		10,3	8,49	15,2	3,87	7,59	0,913	10	10	25	1 000
	Ba, barium	mg/kg TS		78,8		78	60,2	524	1010		41,1	200	300	50 000	x
	Cd, kadmium	mg/kg TS		0,114		0,12	0,104	0,845	0,132	0,165	0,116	0,2	0,8	12	1 000
	Co, kobolt	mg/kg TS		12,4		12,5	13	13	4,18	8,83	0,388	15	35	1 000	x
	Cr, krom	mg/kg TS		29,2		31,1	26	23,5	5,42	11	1,57	40	80	150	10 000
	Cu, koppar	mg/kg TS		32,9		26,7	22	32,5	9,38	14,9	3,68	40	80	200	2 500
	Hg, kvicksilver	mg/kg TS		<0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,1	0,25	2,5	50
	Ni, nickel	mg/kg TS		40,8		36,4	30,2	39,7	9,3	17	2,18	35	40	120	1 000
	Pb, bly	mg/kg TS		19,7		13,4	11,6	29,7	5,1	9,12	5,52	20	50	180	2 500
	V, vanadin	mg/kg TS		32,2		34	26,8	28,2	6,22	14,4	1,43	100	200	10 000	x
	Zn, zink	mg/kg TS		52,6		64,1	56,7	145	52,7	75,2	41,4	120	250	500	2 500
	alifater >C5-C8	mg/kg TS		<1,0		<1,0						25	150	700	x
	alifater >C8-C10	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			25	120	700	x
	alifater >C10-C12	mg/kg TS		<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0			100	500	1 000	x
Monocykliska aromatiska kolväten (MAH)	alifater >C12-C16	mg/kg TS		<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0			100	500	10 000	x
	alifater >C5-C16	mg/kg TS		<3,0		<3,0						100	500		x
	alifater >C16-C35	mg/kg TS		<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0			100	1000	10 000	x
	bensen	mg/kg TS		<0,010		<0,010						0,012	0,04	1 000	x
	toluen	mg/kg TS		<0,050		<0,050						10	40	1 000	x
	etylbenzen	mg/kg TS		<0,050		<0,050						10	50	1 000	x
	m,p-xylen	mg/kg TS		<0,050		<0,050						10	50	1 000	x
	o-xylen	mg/kg TS		<0,050		<0,050									x
	s,a xylen	mg/kg TS		<0,050		<0,050									x
	s,a TEX	mg/kg TS		<0,100		<0,100									x
	aromater >C8-C10	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			10	50	1 000	x
	naftalen	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	acenafylen	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	acenaften	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	fluoren	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	fenantren	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	antracen	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	fluoranten	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	pyren	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	bens(a)antracen	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	krysen	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	bens(b)fluoranten	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	bens(k)fluoranten	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	bens(a)pyren	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	dibens(a,h)antracen	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	bens(g,h,i)perylen	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08	<0,08	<0,08						x
	s,a PAH 16	mg/kg TS		<1,5		<1,5	<1,5	<1,5	<1,5						x
	s,a cancerogena PAH	mg/kg TS		<0,28		<0,28	<0,28	<0,28	<0,28						x
	s,a övriga PAH	mg/kg TS		<0,45		<0,45	<0,45	<0,45	<0,45						x
	s,a PAH L	mg/kg TS		<0,15		<0,15	<0,15	<0,15	<0,15			0,6	3	15	1 000
	s,a PAH M	mg/kg TS		<0,25		<0,25	<0,25	<0,25	<0,25			2	3,5	20	1 000
	s,a PAH H	mg/kg TS		<0,33		<0,33	<0,33	<0,33	<0,33			0,5	1	10	50
	aromater >C10-C16	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0				3	15	1 000
	metylpyrener/metylfluorantener	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0						x
	metylkysener/metylbens(a)antracener	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0						x
	aromater >C16-C35	mg/kg TS		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			10	30	1 000	x
Fenoler och kresoler	fenol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	o-kresol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10							x
	m,p-kresol	mg/kg TS		<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20						x
	summa fenoler och kresoler	mg/kg TS		<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20			1,5	5	10 000	x
	2,3-dimetylfenol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10						x
	2,4+2,5-dimetylfenol	mg/kg TS		<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20						x
	2,6-dimetylfenol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10							x
	3,4-dimetylfenol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10							x
	3,5-dimetylfenol	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10	<0,10							x
Polyklorerade bifenyler (PCB)	PCB 28	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 52	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 101	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 118	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 153	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 138	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	PCB 180	mg/kg TS		<0,0020		<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020						x
	s,a PCB 7	mg/kg TS		<0,0070		<0,0070	<0,0070	<0,0070	<0,0070			-	0,008	0,2	10
												0,08	0,25	10 000	x
															x
Halogenerade flyktiga organiska föreningar	diklormetan	mg/kg TS		<0,08		<0,08	<0,08								x
	1,1-dikloreten	mg/kg TS		<0,01		<0,01	<0,01								x
	1,2-dikloreten	mg/kg TS		<0,05		<0,05	<0,05								x
	trans-1,2-dikloreten	mg/kg TS		<0,01		<0,01	<0,01								x
	cis-1,2-dikloreten	mg/kg TS		<0,02		<0,02	<0,02								x
	1,2-diklorpropan	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10								x
	kloroform	mg/kg TS		<0,03		<0,03	<0,03								x
	tetraklormetan	mg/kg TS		<0,01		<0,01	<0,01								x
	1,1,1-trikloreten	mg/kg TS		<0,01		<0,01	<0,01								x
	1,1,2-trikloreten	mg/kg TS		<0,04		<0,04	<0,04								x
	trikloreten	mg/kg TS		0,029		0,051	0,078	0,027							x
	tetrakloreten	mg/kg TS		0,021		0,038	0,059	<0,02							x
	vinylklorid	mg/kg TS		<0,10		<0,10	<0,10								x
	1,1-dikloreten	mg/kg TS		<0,01		<0,01	<0,01								x
Ickehalogenerade flyktiga organiska föreningar	alfa-pinen	mg/kg TS		<0,050		<0,050	<0,050								x
	beta-pinen	mg/kg TS		<0,050		<0,050	<0,050								x
	3-karen	mg/kg TS		<0,050		<0,050	<0,050								x
	limonen	mg/kg TS		<0,050		<0,050	<0,050								x
Glödförlust (GF)	Glödförlust (GF)	% TS		2		1,91	1,78	2,04	80,4						
TOC, beräknad	TOC, beräknad	% TS		1,16		1,11	1,03	1,18	46,6						

Resultaten från laboratorieanalyserna (enhet mg/kg TS) jämförs med:

*Mindre än ringa risk, NV handbok (2010:1)

**Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) - Tabellvärden uppdaterade november 2022

***Farligt avfall (FA) Avfall Sverige 2019:01

¹ Se MUR Bilaga 1 - Fältnoteringar och analyser jord och vatten

² Delprov från samlingsprov C - Se MUR Bilaga 1 - Fältnoteringar och analyser jord och vatten

		Morän					Torv				Torv	Torv	Torv	Ytvatten					
		Inom upplagsområde					Nedströms nära centralt				Nedst. Öst	Norr	Söder	Dike					
Enhet	Bakgrund¹	Tillståndsklass grundvattenförekomst					Riktvärden	Norr	Centralt	Centralt	Söder	Väst	Centralt	Öst	Söder	Öst	24G04	GV1_RGS	26G_NED
		1	2	3	4	5		SW2024_G	24G19_G	24G19G	SW2025_G	26G_01	24G22_G	26G_02	GRV2501	26G_03	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16
							2024-02-22	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16
Ca, kalcium	mg/L	85	<10	10–20	20–60	60–100	≥100	111	163	184	172	84,6	129	101		44,5	112	118	
K, kalium	mg/L	4,2	<3	3–6	6–12	12–25	≥25	1,16	3,4	2,11	10,5	<0,4	3,47	0,451		<0,4	2,05	1,96	
Mg, magnesium	mg/L	8,3	<2	2–5	5–10	10–30	≥30	11	14,2	13,8	35,2	12,7	23,4	5,57		3,41	16,8	21,1	
Na, natrium	mg/L	17	<5	5–10	10–50	50–100	≥100	2,03	2,58	1,13	38,2	6,95	19,6	1,9		0,879	13,5	9,78	
Fe, järn	mg/L	0,67	<0,1	0,1–0,2	0,2–0,5	0,5–1	≥1	5,61	0,273	11,8	<0,004	8,7	0,0372	3,07		0,0427	0,00371	7,27	
Mn, mangan	µg/L	112	<50	50–100	100–300	300–400	≥400	2670	14400	10600	344	796	355	878		702	559	688	
Al, aluminium	µg/L	220	<10	10–50	50–100	100–500	≥500	2900	169	21,4	<2	12,8	14,8	5,63		115	<10	2,33	
As, arsenik	µg/L	0,64	<1	1–2	2–5	5–10	≥10	1,15	1,15	6,2	<0,5	4,2	<0,5	0,271		0,437	0,0808	0,508	
Ba, barium	µg/L							67,1	70,1	56,1	95,3	32,1	88,4	28,4		26,7	73,4	65,5	
Cd, kadmium	µg/L	0,04	<0,05	0,05–0,1	0,1–0,5	0,5–1	≥1	<0,05	0,162	0,0146	<0,05	0,00427	<0,05	<0,002		0,00329	0,00556	<0,002	
Co, kobolt	µg/L	0,48						7,28	16	9,87	0,125	1,57	0,161	0,0611		0,0551	0,0339	0,111	
Cr, krom	µg/L	0,39	<0,5	0,5–5	5–10	10–25	≥25	4,8	1,61	0,19	<0,5	0,131	<0,5	0,126		0,286	<0,04	<0,04	
Cu, koppar	µg/L	3	<5	5–10	10–100	100–500	≥500	4,56	8,49	1,24	24	0,247	1,22	<0,1		0,36	0,21	0,991	
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	0,00257	<0,02	<0,002	<0,02	<0,002		0,00262	<0,002	<0,002	
Mo, molybden	µg/L							0,898	0,626	0,924	<0,5	0,48	0,758	0,127		0,505	1,58	0,0927	
Ni, nickel	µg/L	1,4	<0,5	0,5–2	2–10	10–20	≥20	11,4	23,6	7,78	5,09	2	2,52	0,169		0,584	1,07	0,211	
Pb, bly	µg/L	0,27	<0,5	0,5–2	2–5	5–10	≥10	10,2	1,02	0,174	<0,2	0,0293	<0,2	0,0254		0,182	<0,01	0,12	
V, vanadin	µg/L	0,78						4,73	0,792	0,362	<0,05	0,092	<0,05	0,301		0,556	0,0173	0,0362	
Zn, zink	µg/L	14	<5	5–10	10–100	100–500	≥500	22,4	25,2	3,76	73,9	1,38	7,86	1,02		1,1	0,454	0,479	
alifater >C5-C8	µg/L						100²	<10	<10		<10		<10						
alifater >C8-C10	µg/L						100²	<10	<10		13		<10						
alifater >C10-C12	µg/L						100²	<10	<10		12		<10						
alifater >C12-C16	µg/L						100²	<10	<10		<10		<10						
alifater >C5-C16	µg/L							<20	<20		25		<20						
alifater >C16-C35	µg/L						100²	<20	<20		<20		<20						
alifater C5–C35	µg/l		<0,1	0,1–1	1–10	10–100	≥100	<20	<20		25		<20						
bensen	µg/L		<0,02	0,02–0,1	0,1–0,2	0,2–1	≥1	0,5²	<0,2	<0,2		<0,2		<0,2					
toluen	µg/L		<0,1	0,1–1	1–5	5–40	≥40	40²	<0,2	<0,2		<0,2		0,6					
etylbenzen	µg/L							30²	<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							250²	<0,2	2,4		<0,2		0,3					
aromater >C8-C10	µg/L							70²	<1,0	3,8		<1,0		<1,0					
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						

						Morän				Torv				Torv	Torv	Torv	Ytvatten		
						Inom upplagsområde				Nedströms nära centralt				Nedst. Öst	Norr	Söder	Dike		
Enhet	Bakgrund ¹	Tillståndsklass grundvattenförekomst					Riktvärden	Norr	Centralt	Centralt	Söder	Väst	Centralt	Öst	Söder	Öst	24G04	GV1_RGS	26G_NED
		1	2	3	4	5		SW2024_G	24G19_G	24G19G	SW2025_G	26G_01	24G22_G	26G_02	GRV2501	26G_03	24G04	GV1_RGS	26G_NED
								2024-02-22	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16
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						<0,025	0,247			<0,025		<0,025						
s:a PAH M	µg/L						<0,025	<0,025			<0,025		<0,025						
s:a PAH H	µg/L						<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						
metylkrysener/metylbens(a)antracene	µg/L						<1,0	<1,0			<1,0		<1,0						
aromater >C16-C35	µg/L						<1,0	<1,0			<1,0		<1,0						
perfluorbutansyra (PFBA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	0,0198	<0,0100	0,00827	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0040	<0,0100	<0,0020	<0,0040	0,00454
perfluorpentansyra (PFPeA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	0,00394	<0,0100	0,0109	<0,0100	<0,0100	<0,0006	<0,0004	<0,0006	<0,0003	<0,0003	<0,0006
perfluorhexansyra (PFHxA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	0,00251	<0,0100	0,00517	<0,0100	<0,0100	<0,0003	0,00241	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,00124
perfluorheptansyra (PFHpA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	0,00303	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,000569
perfluoroktansyra (PFOA)	µg/L						<0,0050	0,0081	0,00381	0,00515	<0,0004	<0,0050	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,000318
perfluornonansyra (PFNA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluordekansyra (PFDA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluorbutansulfonsyra (PFBS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,000345
perfluorhexansulfonsyra (PFHxS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluoroktansulfonsyra (PFOS)	µg/L						<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0050	<0,0004	<0,0050	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
6:2 fluortelomersulfonsyra (6:2 FTS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
s:a PFAS4*	µg/L	<0,0003	0,0003–0,001	0,001–0,002	0,002–0,004	≥0,004	<0,0100	0,0081	0,00381	0,00515	<0,0008	<0,0100	<0,0006	<0,0008	<0,0008	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,000318
summa PFAS 11	µg/L						<0,0500	0,0081	0,0331	0,00515	0,0243	<0,0500	<0,0066	0,00241	<0,0066	<0,0025	<0,0035	<0,0035	0,00701
perfluorundekansyra (PFUnDA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluordodekansyra (PFDoDA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluortridekansyra (PFTrDA)	µg/L						<0,0200	<0,0200	<0,0010	<0,0200	<0,0004	<0,0200	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluorpentansulfonsyra (PFPeS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluorheptansulfonsyra (PFHpS)	µg/L						<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0050	<0,0004	<0,0050	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluornonansulfonsyra (PFNS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluordekansulfonsyra (PFDS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluorundekansulfonsyra (PFUnDS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
perfluordodekansulfonsyra (PFDoDS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0006	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluortridekansulfonsyra (PFTrDS)	µg/L						<0,0200	<0,0200	<0,0010	<0,0200	<0,0010	<0,0200	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0020	<0,0010	<0,0010	<0,0010
s:a PFAS 20	µg/L						<0,102	0,0081	0,0331	0,00515	0,0243	<0,102	<0,0087	0,00241	<0,0094	<0,0046	<0,0056	<0,0056	0,00701
s:a PFAS 21	µg/L						<0,108	0,0081	0,0331	0,00515	0,0243	<0,108	<0,0088	0,00241	<0,0095	<0,0047	<0,0057	<0,0057	0,00701
4:2 fluortelomersulfonsyra (4:2 FTS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
8:2 fluortelomersulfonsyra (8:2 FTS)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
perfluoroktan-sulfonamid (PFOSA)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0010	<0,0100	<0,0004	<0,0100	<0,0003	<0,0004	<0,0004	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
N-metylperfluoroktansulfonamid (MeF)	µg/L						<0,0500	<0,0500	<0,0020	<0,0500	<0,0020	<0,0500	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
N-etylperfluoroktansulfonamid (EtFOS)	µg/L						<0,0500	<0,0500	<0,0050	<0,0500	<0,0020	<0,0500	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
N-metylperfluoroktansulfonamidetanol	µg/L						<0,0250	<0,0250	<0,0050	<0,0250	<0,0020	<0,0250	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
N-etylperfluoroktansulfonamidetanol	µg/L						<0,0250	<0,0250	<0,0050	<0,0250	<0,0020	<0,0250	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
perfluoroktansulfonamidättiksyra (FO ₈)	µg/L						<0,0100	<0,0100	<0,0050	<0,0100	<0,0020	<0,0100	<0,0010	<0,0020	<0,0020	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
N-metylperfluoroktansulfonamidättiksyra	µg/L						<0,010												

		Morän				Torv				Torv	Torv	Torv	Ytvatten						
		Inom upplagsområde				Nedströms nära centralt				Nedst. Öst	Norr	Söder	Dike						
Enhet	Bakgrund¹	Tillståndsklass grundvattenförekomst					Riktvärden	Norr	Centralt	Centralt	Söder	Väst	Centralt	Öst	Söder	Öst	24G04	GV1_RGS	26G_NED
		1	2	3	4	5		SW2024_G	24G19_G	24G19G	SW2025_G	26G_01	24G22_G	26G_02	GRV2501	26G_03	24G04	GV1_RGS	26G_NED
							2024-02-22	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2024-02-22	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16	2026-04-16
diklormetan	µg/L								<2,0		<2,0		<2,0		<2,0		<2,0		<2,0
1,1-diklorethan	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
1,2-diklorethan	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
trans-1,2-dikloreten	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
cis-1,2-dikloreten	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
s:a 1,2-dikloreten	µg/L	<0,02	0,02–0,1	0,1–0,5	0,5–3	≥3			<1,0		<1,0		<1,0		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-diklorpropan	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
kloroform	µg/L								<0,3		<0,3		<0,3		<0,3		<0,3		<0,3
tetraklormetan	µg/L								<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2
1,1,1-trikloreten	µg/L								<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2
1,1,2-trikloreten	µg/L								<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5
trikloreten	µg/L								<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5		<0,5
tetrakloreten	µg/L								<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		<0,2
s:a tri- och tetrakloreten	µg/L	0,1	0,1–1	1–2	2–10	≥10			<0,5		<0,5		<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
vinylklorid	µg/L								<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0		<1,0
1,1-dikloreten	µg/L								<0,1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1		<0,1
pH		>8,5	7,5–8,5	6,5–7,5	5,5–6,5	≤5,5		7,8	6,9		7,2		7,5						
mättemperatur pH	°C							20,2	20,2		20,2		20,2						

* PFOS+PFOA+PFHxS+PFNA
** Motsvarar summering av 24 ämen med olika toxicitetsfaktorer mot PFOA.

Geokemiska bakgrundshalter för morän i 2 mm fraktion

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

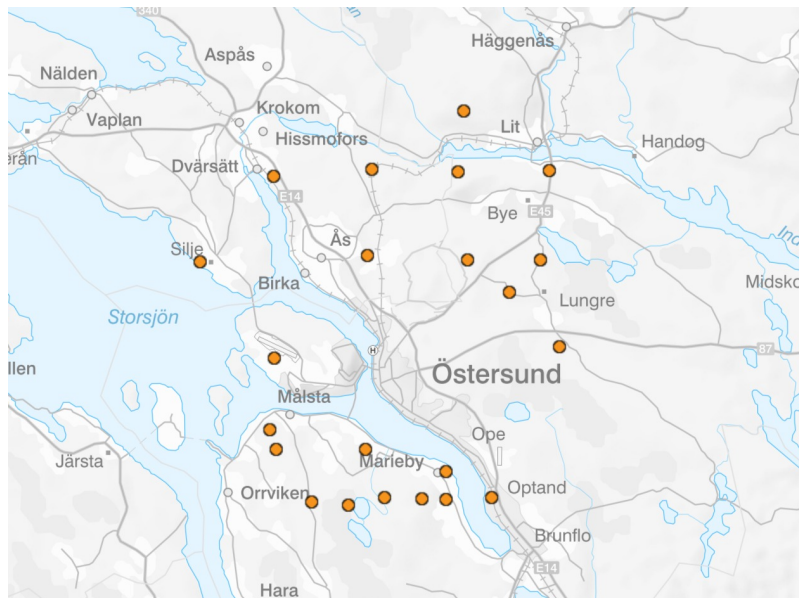
E: 483617 N: 7010237 Radie: 15 km

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

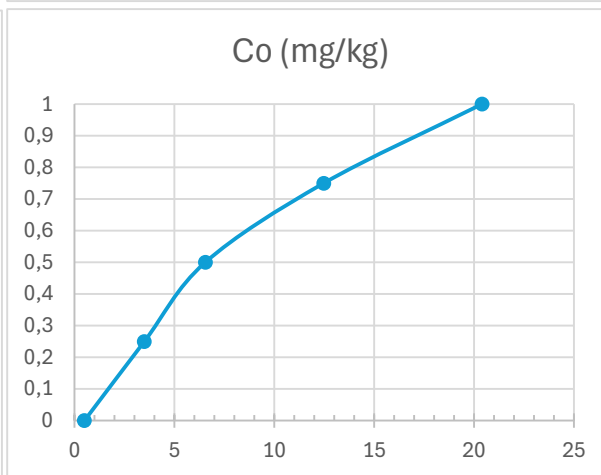
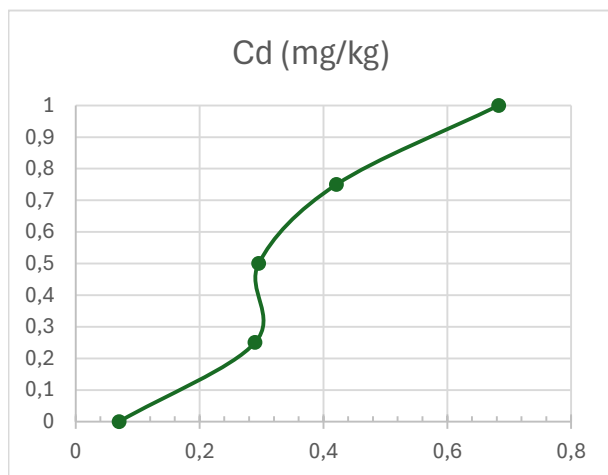
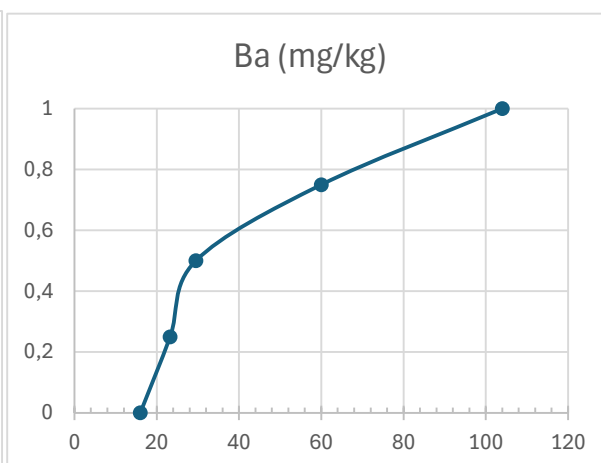
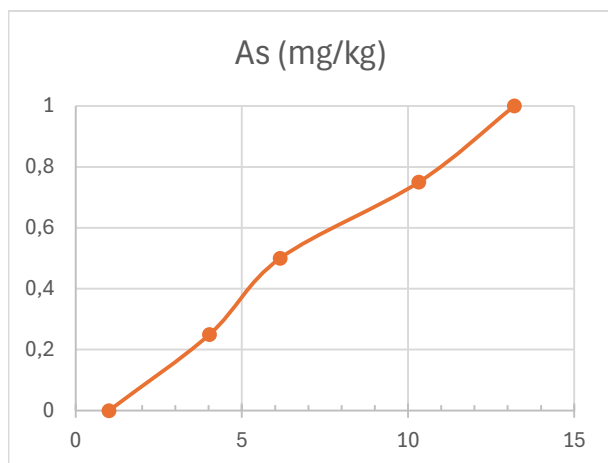
De analyser som här redovisas är analyser utförda på den visuellt opåverkade horisonten i morän. I regel innehåller grövre jordarter lägre metallhalter, och finkorniga jordarter högre halter.

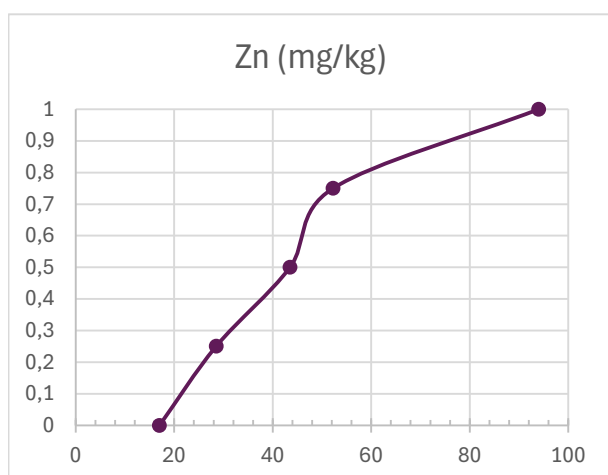
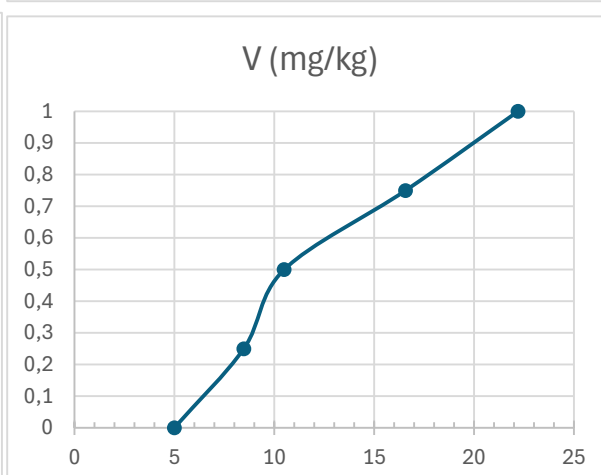
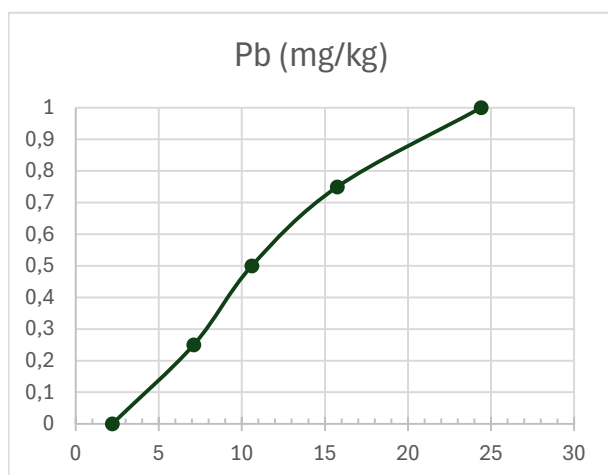
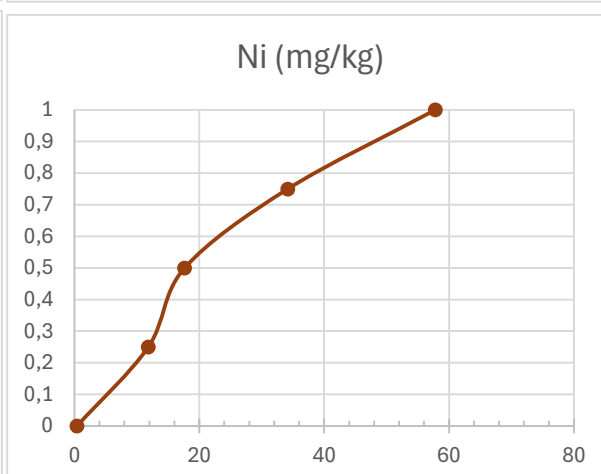
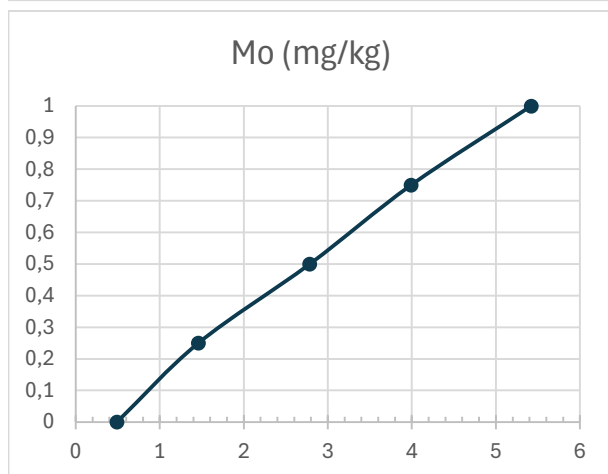
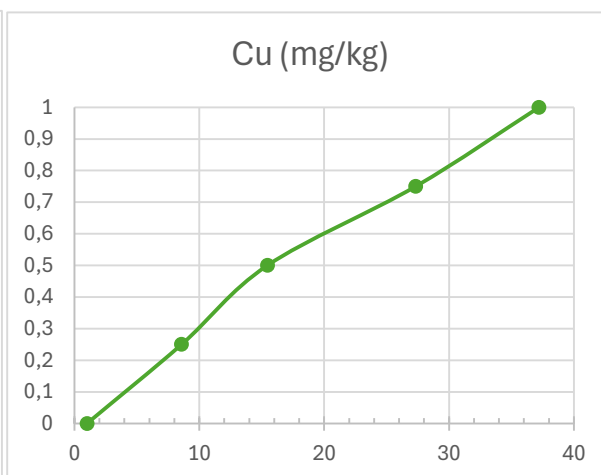
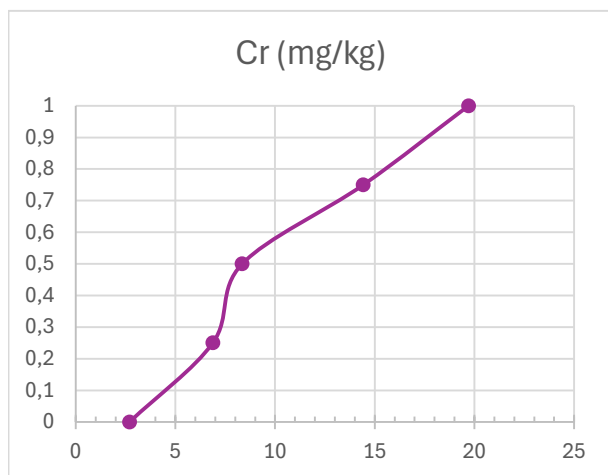
Med hjälp av resultaten är det möjligt att göra en uppskattning av storleksordningen på de regionala bakgrundshalterna, och om det är sannolikt att det t ex naturligt förekommer halter över riktvärden för känslig markanvändning.

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

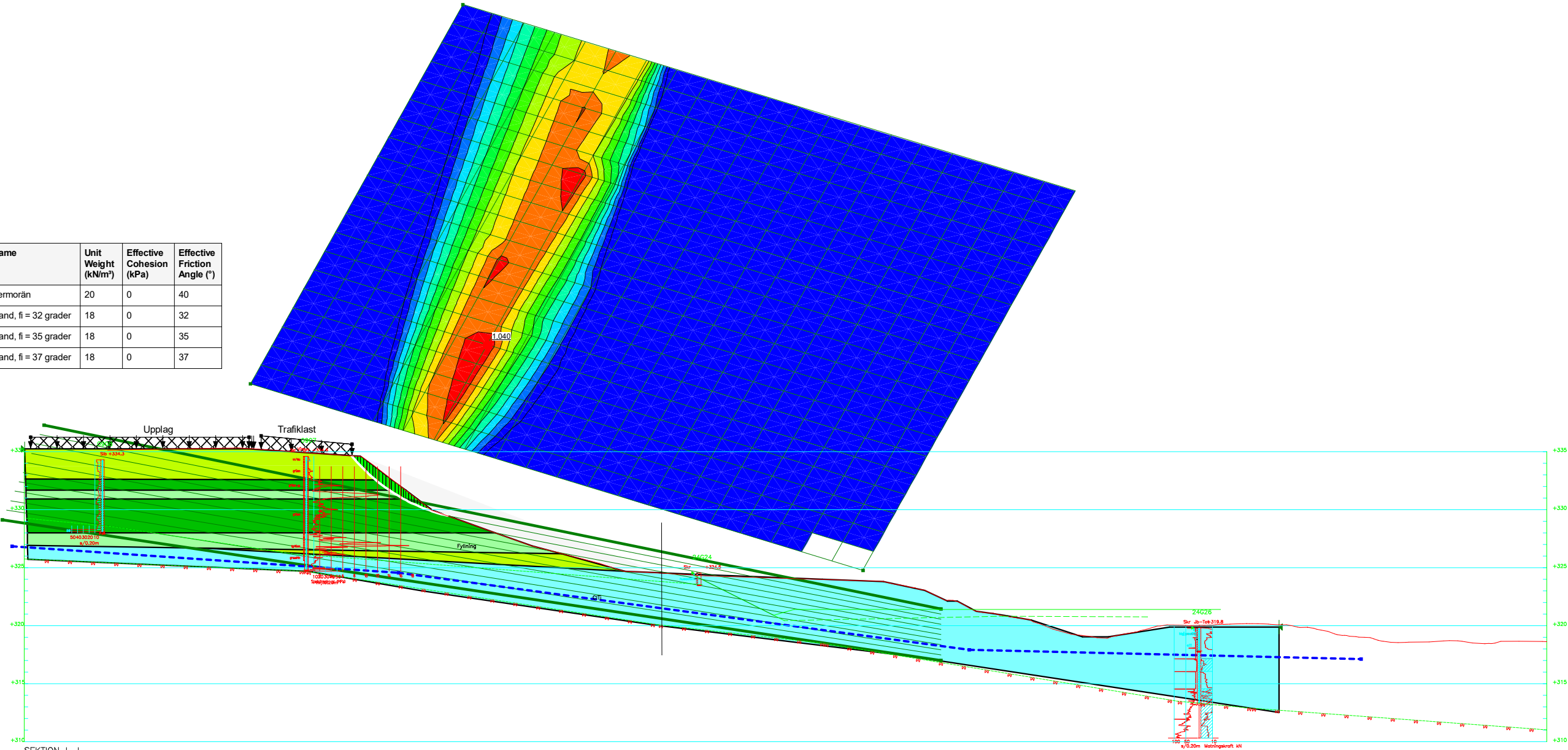
Grundämne 90:e percentil

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



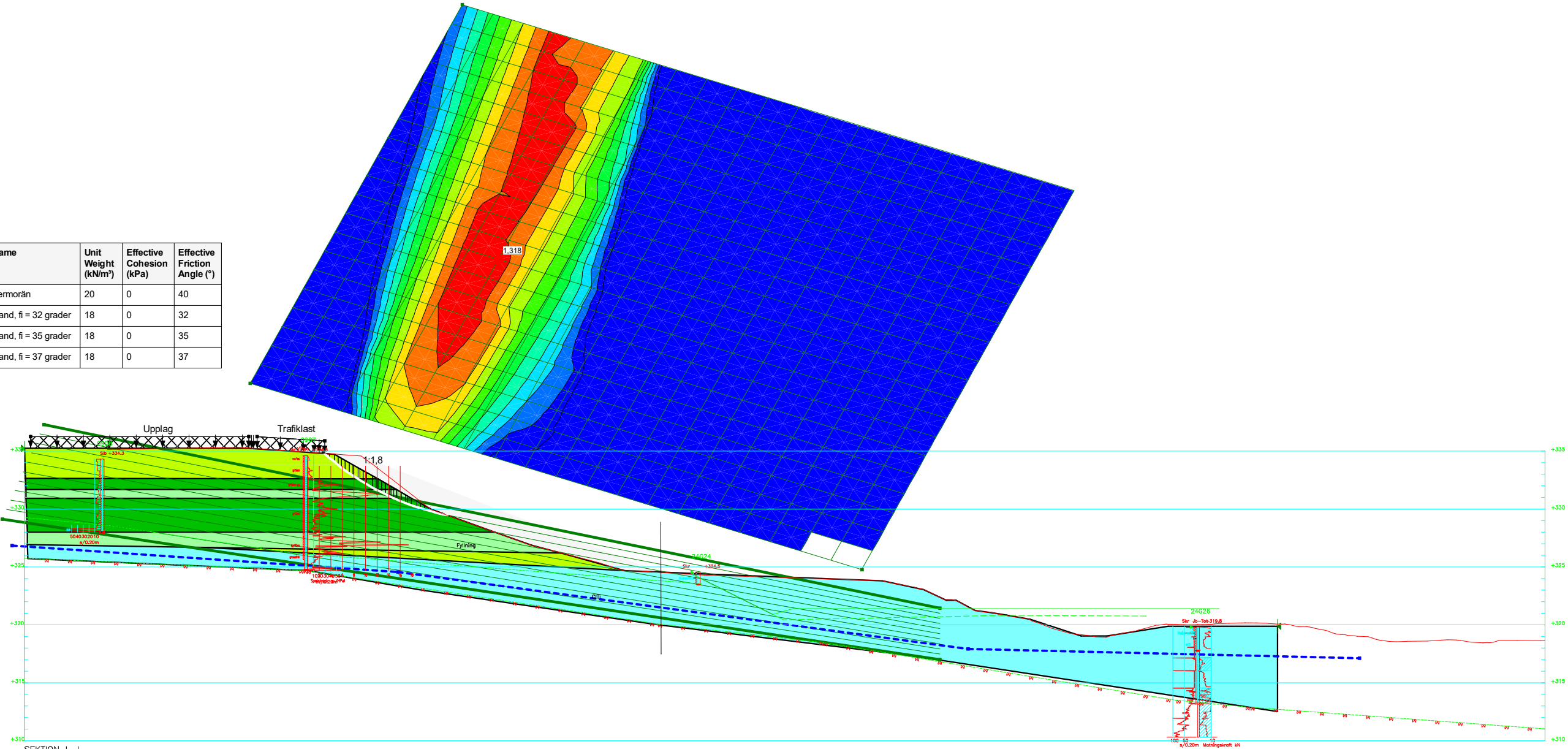


Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Lermorän	20	0	40
■	Sand, fi = 32 grader	18	0	32
■	Sand, fi = 35 grader	18	0	35
■	Sand, fi = 37 grader	18	0	37



Befintligt
Stabilitet Uniper Östersund.gsz
2026-04-30
1:400

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Lermorän	20	0	40
■	Sand, fi = 32 grader	18	0	32
■	Sand, fi = 35 grader	18	0	35
■	Sand, fi = 37 grader	18	0	37

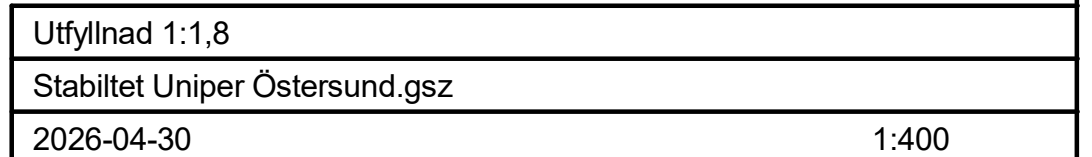
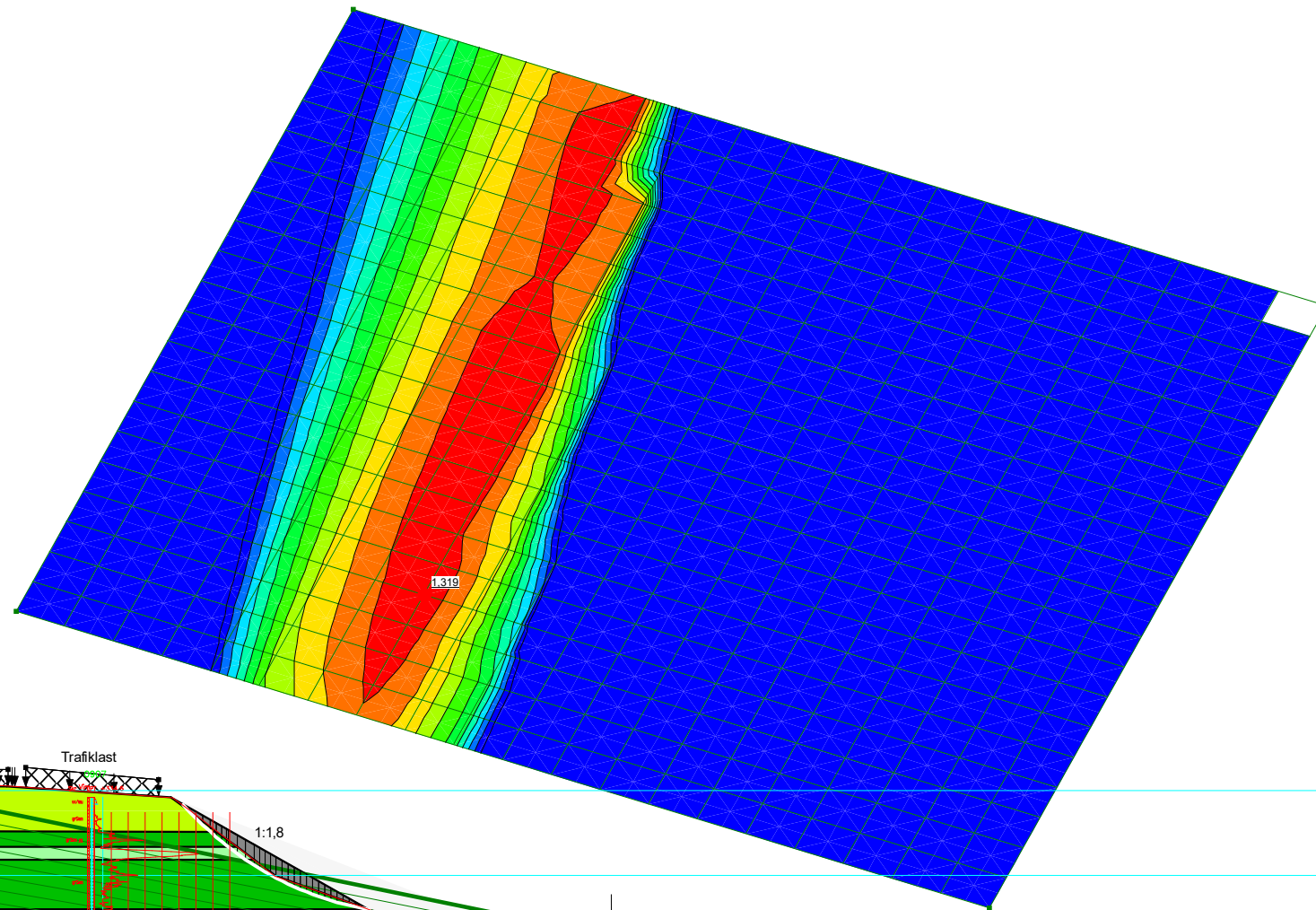


Avschaktning 1:1,8

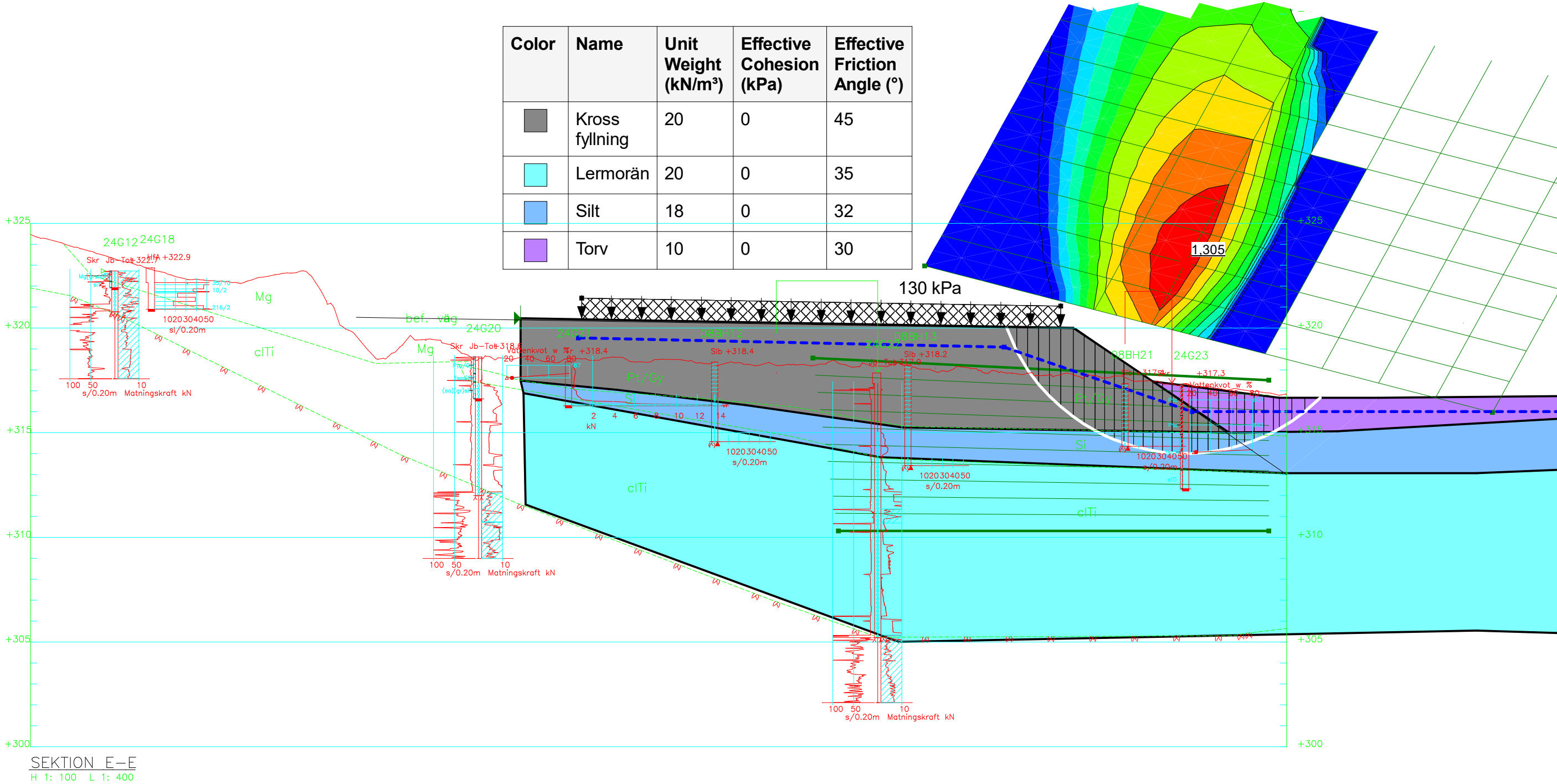
Stabilitet Uniper Östersund.gsz

2026-04-30

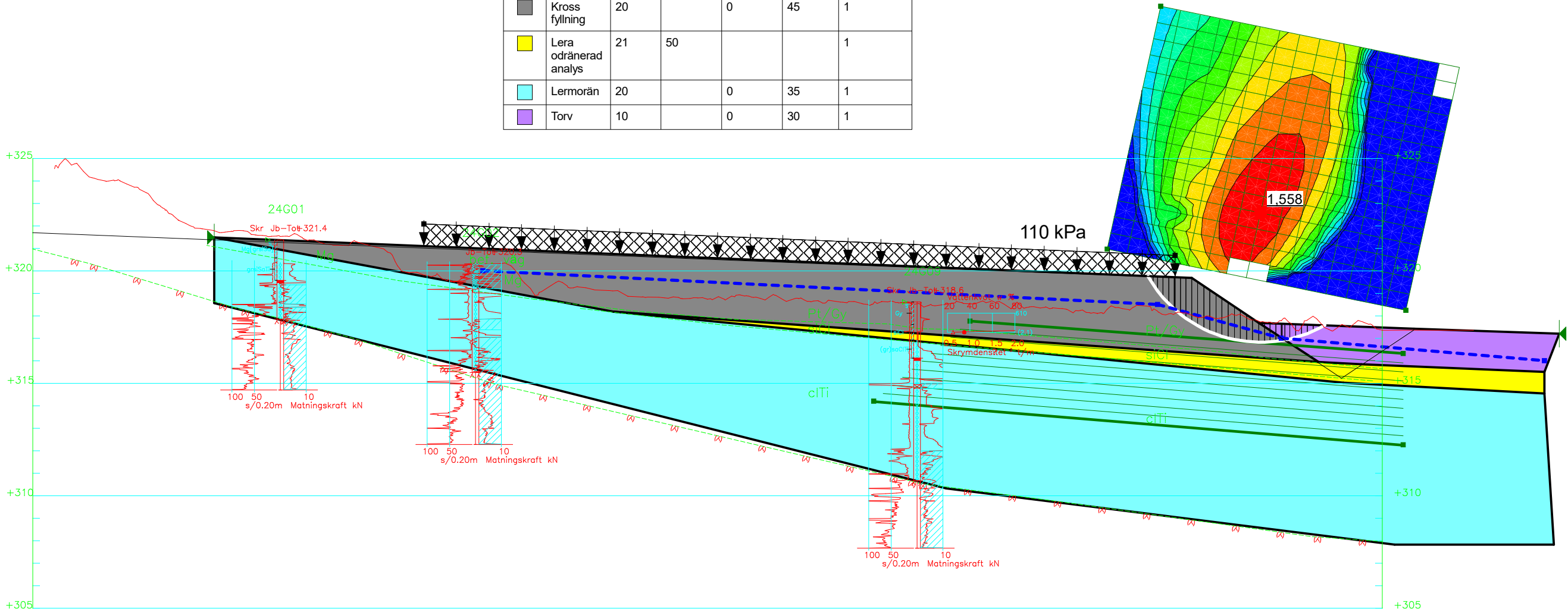
1:400



Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	Kross fyllning	20	0	45
	Lermorän	20	0	35
	Silt	18	0	32
	Torv	10	0	30



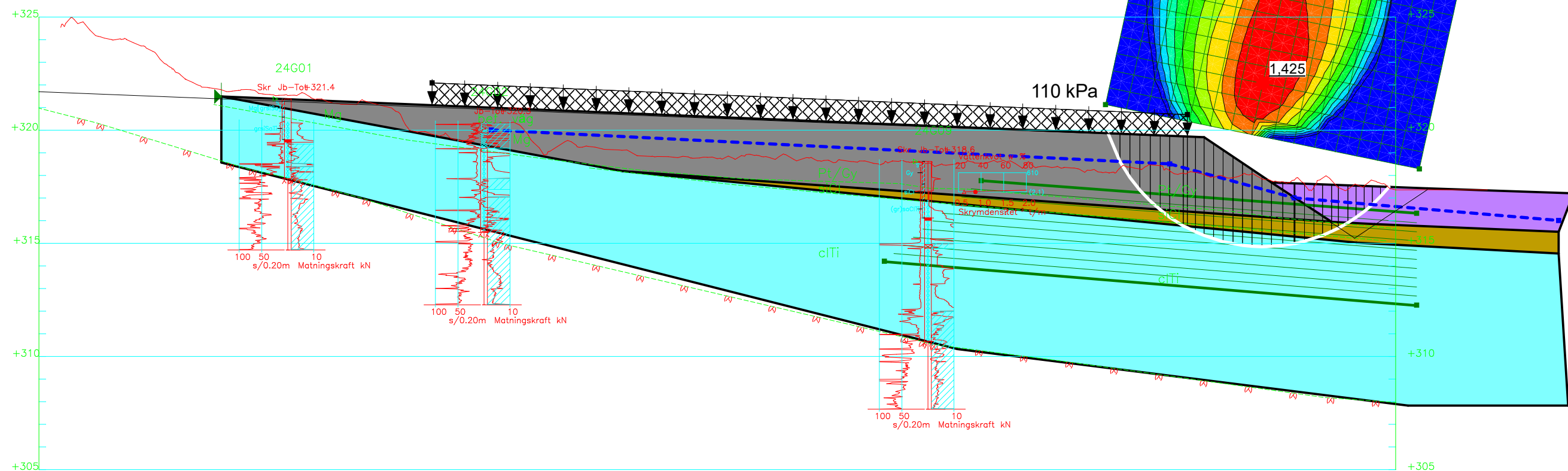
Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Kross fyllning	20		0	45	1
	Lera odränerad analys	21	50			1
	Lermorän	20		0	35	1
	Torv	10		0	30	1



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

ä

Color	Name	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Surface
	Kross fyllning	20	0	45						1
	Lera kombinerad analys	21		30	5	0	50	0	0	1
	Lermorän	20	0	35						1
	Torv	10	0	30						1



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

2: