

PM Geoteknik Krokfors 2

Ljusnarsbergs kommun



Ändringsförteckning

| Ver | Datum | Ändringsbeskrivning | Granskad | Godkänd av |
|-----|------------|--|----------|------------|
| 0 | 2022-12-22 | Original | SEDNYS | |
| 1 | 2023-01-04 | Justering enl. beställares mottagningskontroll | SEDNYS | |

Bilagor

1. Bilaga 1 - SLOPE_W Analysis
2. Bilaga 2 - Sättningsrapport

Uppdrag PM Geoteknik Krokfors 2
Uppdragsnummer 30051705
Kund Lindesbergs kommun
Handläggare Amin Zeinali / Pedro Nascimento
Granskare David Nyström-Persson
Datum 2023-01-04
Dokumentreferens ZA
\\sestofs010\projekt\22171\30051705\000\1_xx
\34_dokument\3403_geoteknik\02_mur-
pm\pm\pm geoteknik krokfors 2-230104.docx

Innehållsförteckning

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Objekt | 4 |
| 2 | Syfte | 4 |
| 3 | Underlag för projekteringen | 4 |
| 4 | Styrande och rådgivande dokument..... | 5 |
| 5 | Geotekniska undersökningar..... | 5 |
| 5.1 | Fältundersökningar..... | 5 |
| 5.2 | Laboratorieundersökningar | 5 |
| 5.3 | Grundvatten..... | 5 |
| 6 | Befintliga förhållanden..... | 5 |
| 6.1 | Hydrogeologiska förhållanden..... | 5 |
| 6.2 | Geotekniska förhållanden..... | 5 |
| 6.3 | Området topografi..... | 6 |
| 7 | Eventuella placeringar för byggnad..... | 7 |
| 7.1 | Blått delområde | 8 |
| 7.2 | Rött delområde | 9 |
| 7.3 | Grönt delområde..... | 10 |
| 8 | Grundläggning | 10 |
| 8.1 | Förhindras föroreningar att nå grundvatten..... | 11 |
| 9 | Slutsatser..... | 13 |
| 10 | Förslag på kompletterande utredningar | 14 |

1 Objekt

På uppdrag av Ljusnarsbergs kommun har Sweco Sverige AB upprättat en PM Geoteknik som underlag för nya byggrätter på upp till 4-6 våningar i Kopparberg. Området är ca 2,5 ha och ligger i anslutning till Kopparberg station, se Figur 1.



Figur 1 Uppdragsområdet framgår av blå markering.

2 Syfte

Utredning är utförd för att få en bild av de geotekniska förhållandena i området samt ligga till grund av nya byggrätter upp till 4-6 våningar. De eventuella platserna för byggnader kommer att diskuteras i ett senare skede inom projektet.

3 Underlag för projekteringen

- [1] Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun- Kompletterande utredningar och åtgärdsförberedelser- MUR, Golder Associates AB, 2020a
- [2] Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun- Kompletterande utredningar och åtgärdsförberedelser- PM, Golder Associates AB, 2020b
- [3] Huvudstudie avseende f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk i Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun, Sweco Enviromental AB, 2014
- [4] Redogörelse för genomförda undersökningar inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk i Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun, Sweco Enviromental AB, 2014
- [5] Kaveltorps före detta koppar- och blyverk- Fältrapport, Golder Associates AB, 2021a
- [6] Kaveltorps före detta koppar – och blyverk – Spridningsutredning och karaktärisering av utfyllnadsmaterial, Golder Associates AB, 2021b

4 Styrande och rådgivande dokument

Följande dokument har varit styrande och rådgivande för framtagandet av denna PM Geoteknik.

- TK Geo 13 TDOK 2013:0667
- TR Geo 13 TDOK 2013:0668

5 Geotekniska undersökningar

5.1 Fältundersökningar

Golder Associates AB har utfört geotekniska undersökningar i år 2020.

- 6 st JB2-sonderingar
- 10 st Vim-sondering

5.2 Laboratorieundersökningar

Antal utförda provtagningar (borrhål) är 5 st. LabMind har utfört laboratorieanalyser i år 2020.

- 15 st okulära bedömningar på störda jordprover

5.3 Grundvatten

Golder Associates AB har utfört geotekniska undersökningar i år 2020:

- 5 st grundvattenrör

6 Befintliga förhållanden

Marknivån i undersökningsområdet stiger från +148, strax söder om Garhytteån in norr, till ca +155, vid Konstmästaregatan, i söder. Markytan i området består till största delen av grönytor och asfalt.

6.1 Hydrogeologiska förhållanden

Uppmätta grundvattennivåer varierar mellan +145 och +148 som motsvarar ca 6-8 m under befintlig marknivå.

6.2 Geotekniska förhållanden

SGU:s jordartskarta, se Figur 2, visar att området till största delen ligger på silt och sand.

Från de tidigare utförda geotekniska sonderingarna framgår det att marken i området överst består av upp till ca 6m fyllning (Golder 2020a). Denna utgörs i huvudsak av sten, grus, sand, silt och har störst mäktighet i norr/nordost som avtar söderut. Fyllningen underlagras av ca 4-10m silt med medelhög relativ fasthet. Siltlager tilltar söderut från ca 2m tjocklek till 8m tjocklek. Silten vilar på berg. Bergfritt djup varierar mellan ca 8 och 11m.



Figur 2 SGU:s jordartskarta över området. Ljusgrön=Glacial grovsilt—finsand, Grön= Isälvs sediment, Gul = glacial lera, Ljusblå = Sandig morän, Röd =Urberg.

6.3 Området topografi

Området är nästan helt platt, men marknivån avtar något både öster och norrut, se Figur 3 och 4. Marknivån avtar ca 1 m vid dike i nordlig riktning, samt upp till ca 7–8 m vid dike vid gångväg, se Figur 4.



Figur 3 Väst-öst topografi

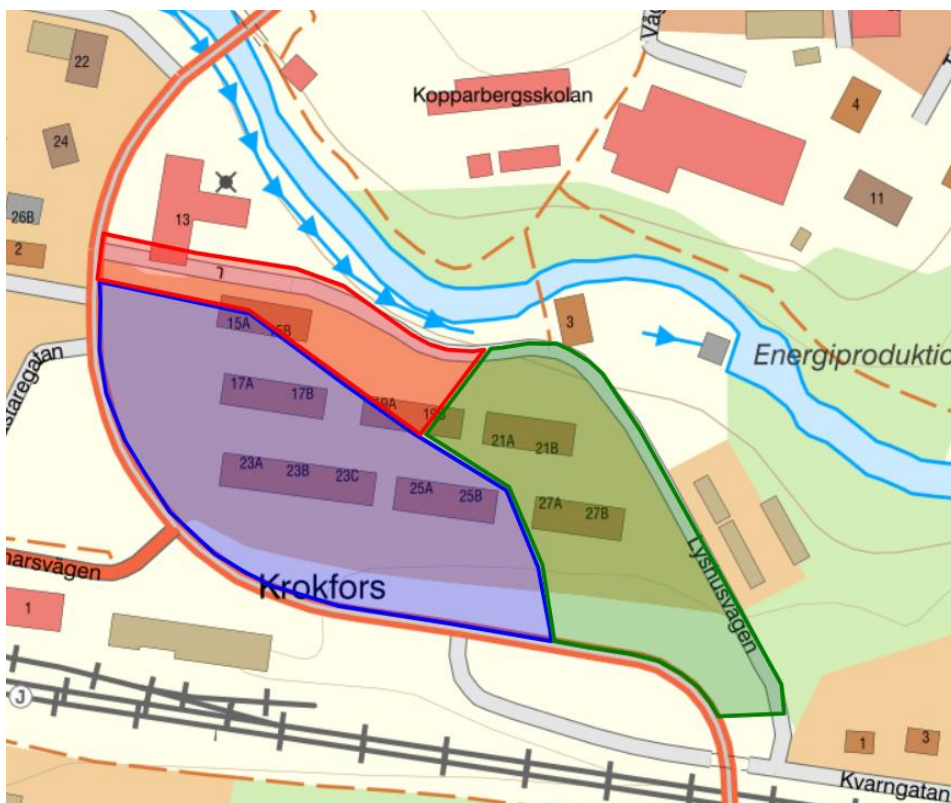


Figur 4 Syd-nord topografi

7 Eventuella placeringar för byggnad

Byggnad last anses vara 10 kPa per våning och byggnadsytan anses vara 390m².

Beträffande eventuell placering av byggnader så är området uppdelat i 3 delområden med hänsyn till topografi och jordlager, se Figur 5.



Figur 5 Delområden utifrån jordlager och topografi

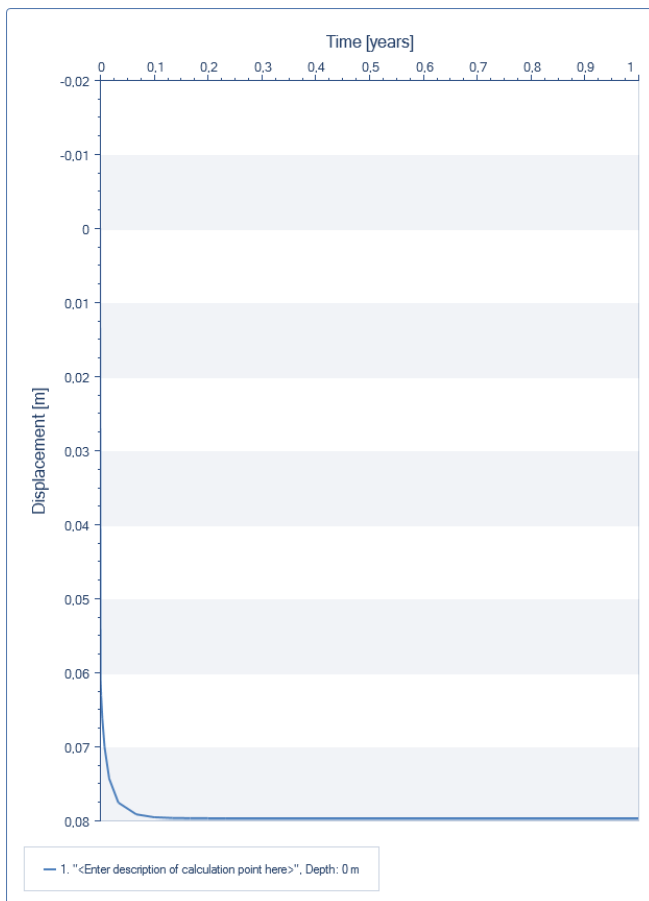
7.1 Blått delområde

Området är platt och marken består av upp till 1 m fyllning som underlagras av ca 10m silt med medelhög relativ fasthet. Silten vilar på berg på ett djup om ca 11-12 m från markytan. Det finns stor risk för tjällyftning på grund av tjockt och ytligt siltlager. Det finns risk för stor tjällyftning under vintern och stor bärighetsförlust under våren då silt har en hög tjälfarlighetsklass (klass 4) och tjälldjupet är 1,8 m i Kopparberg.

Risken för ras/skred inom det blå delområdet bedöms vara låg och erforderlig stabilitet råda då området i stort är plant.

Enligt laborationsresultat och sondering finns det inget lerlager i blå delområdet och tidsberoendesättningar sker därmed inte. Förväntade sättningar bedöms ske inom en kort tidsperiod. Sättning enligt jordlager har beräknats med hjälp av "Geosuite Sättning".

Med en belastning på 60 kPa beräknas sättningen vara upp till 80 mm inom 1 månad i blått delområdet, se figur 6.

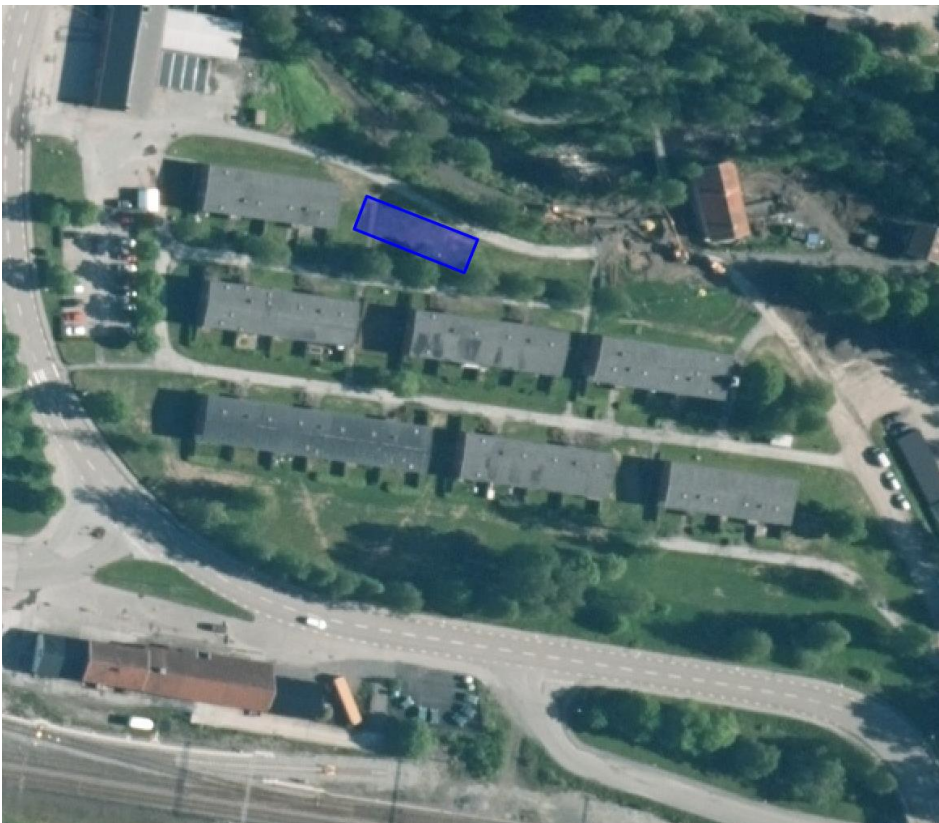


Figur 6 Sättning i blå området

7.2 Rött delområde



Delområdet är nästan helt plant, men marknivån avtar norrut. Marken består av upp till 5 m fyllning och sand vilket underlagras av ca 3-4 m silt med medelhög relativ fasthet. Silten vilar på berg ca 10 m under markytan. Tjåldjupet är mindre än djupet till siltlagret vilket resulterar i att det inte är en hög risk för tjällyftning.

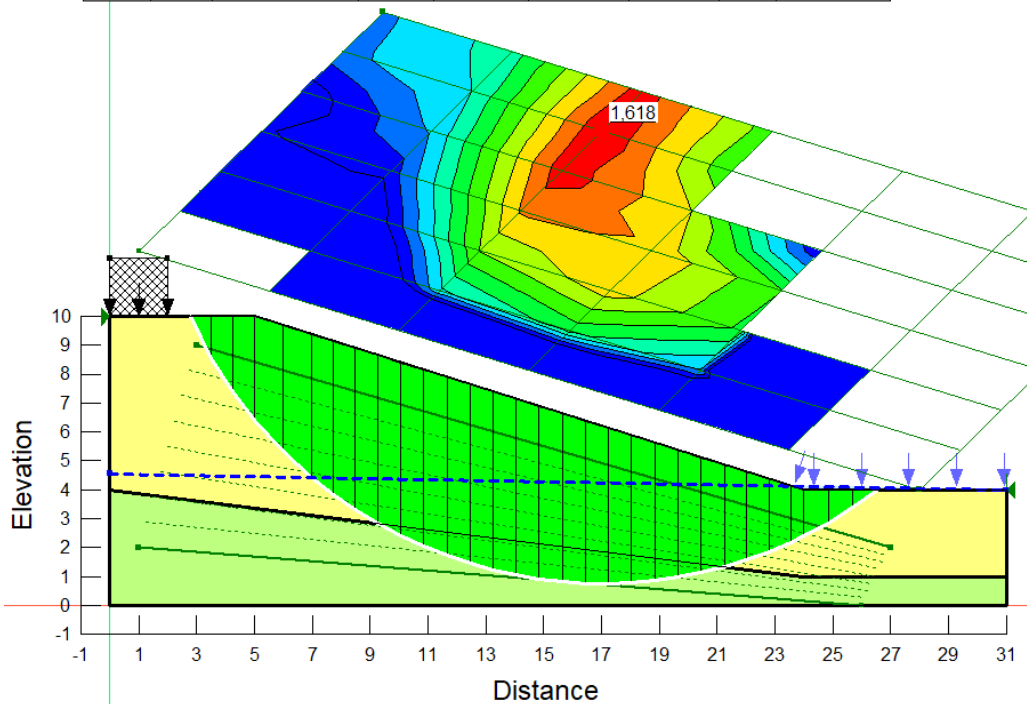
I rött delområde i riktning mot norr och vid dike finns det risk för ras/skred. Det finns ingen tillgång till härledda värden från viktsondering och värden för släntstabilitet antogs därmed från litteraturen efter förekommande jordarter. Med hjälp av "Slope/W" kontrollerades stabiliteten för 6-våningsbyggnaden 3m från slänten med totalsäkerhetsmetoden för den befintliga slänten, se Figur 7.



Figur 7 6-våningsbyggnaden i blå

Krav som ska uppfyllas för erforderlig stabilitet är $F_c \geq 1,5$. Resultat från beräkning ger säkerhetsfaktorn $F_c = 1,618$, se Figur 8. Vilket innebär att erforderlig stabilitet uppnås och ingen risk för ras/skred föreligger i studerat läge. När byggnaders lägen och utformning är bestämda ska släntstabiliteten verifieras.

| Color | Name | Material Model | Unit Weight (kN/m ³) | Cohesion (kPa) | Effective Cohesion (kPa) | Effective Friction Angle (°) | Phi-B (°) | Piezometric Line |
|---|-------|-------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------|-----------|------------------|
|  | F/ Sa | Mohr-Coulomb | 20 | | 0 | 33 | 0 | 1 |
|  | Silt | Undrained (Phi=0) | 17 | 25 | | | | 1 |



Figur 8 Släntstabilitet i rött delområde

7.3 Grönt delområde

Delområdet är nästan helt plant men marknivån avtar något österut. Det avtar i östlig del med upp till 2m. Marken består av upp till 6m fyllning och sand som underlagras av ca 5-6m silt med medelhög relativ fasthet. Silten vilar på berg på ett djup om ca 11m från markytan. Tjåldjupet är mindre än djupet till siltlagret vilket innebär att det inte finns en hög risk för tjällyftning.

Stabilitetsförhållanden inom delområdet bedöms likvärdiga de i "Rött delområde" med avseende på förekommande jordlager och topografi. Planerade byggnader, upp till 6 våningar, bör placeras på plan mark med ca 3 meters avstånd från naturlig slänts släntrön för att ingen risk för ras/skred ska föreligga. När byggnaders lägen och utformning är bestämda ska släntstabiliteten verifieras.

8 Grundläggning

Grundläggning inom det gröna och röda delområdet bedöms kunna utföras med betongplatta på mark eller med hjälp av pålar. Vid schaktningsarbeten i närhet av Garhytteån bör hänsyn tas för inläckage av vatten från ån. Vidare bör konstruktioner utformas vattentäta i det fall grundläggningsnivån är under rådande vattennivåer. Hänsyn för bottenuppträckning för även tas vid schaktarbeten.

I det blå delområdet rekommenderas det att grundläggning sker med hjälp av pålning för att undvika tjällyftning. Schakt i jord kan utföras i siltlager men silt luckras upp vid nederbörd och är flytbenägen. Slänter ska skyddas mot nederbörd med exempelvis presenning. Med hjälp av ordentlig tjälisolering kan betongplatta på mark beaktas för grundläggning.

Om grundläggning av byggnader utförs över gränserna för delområdena grundläggs de på en varierande jordlagerföljd. Då finns en risk för att differentialsättningar kan uppstå m.h.t. jordarnas olika sättningsegenskaper. Därför rekommenderas grundläggning med pålar även här om byggnader placeras inom dessa områden.

Vid pålningsarbeten ska ev. markföroreningar förhindras att nå grundvattnet, se Kapitel 8.1 för åtgärder.

När laster och byggnaders utformning är kända ska verifierande bärighetsberäkningar utföras för att utvärdera möjlighet till grundläggning med platta på mark.

8.1 Förhindras föroreningar att nå grundvatten

Miljötekniska markundersökningar utförda mellan 2014 och 2021 (Sweco, 2014; Golder, 2020a; Golder 2020b; Golder, 2021a; Golder, 2021b) har funnit att marken och grundvattnet i området är förorenat med höga halter av bly och kadmium. Den främsta föroreningskällan är fyllningen som täcker området, som innehåller slagg från tidigare smältverk i området. Detta material täcker hela fastigheten, men tenderar att vara tunnare (0,2-0,5 meter) i söder och tjockare (6,0-7,0 meter) i norr, nära Garhytteån. Under fyllningen återfinns ett naturligt siltigt material med tjocklek varierande från 4,0 till 10,0 meter, som ligger över berggrunden.

Borrhålen och de grundvattenbrunnar som finns i området visar att grundvattennivån finns året runt under fyllnadslagret, men i en punkt nära älven ligger fyllningen nära grundvattenytan, vilket gör att vattnet vid årstidsvariation kan vara i kontakt med fyllningen och de föroreningar den innehåller. Det anses också att det finns ett lokalt vattenutbyte mellan akviferen och ån vars riktning kan variera säsongvis – ibland matar akviferen ån, andra perioder matar ån akviferen.

Under undersökningen i området bedömdes att även om Krokfors bidrar med metallens belastning i ån, är halterna uppströms från området höga och en sanering i syfte att minska denna belastning skulle totalt sett ha liten effekt. Innehållet av metaller i marken utgör en teoretisk risk för människors hälsa, som finns när människor kommer i kontakt med marken. Eftersom området kommer att förvandlas till en byggarbetsplats är det troligt att schaktnings-, borrhings- och pålningsarbete kommer att ske och att arbetare kommer i kontakt med jorden. Denna faktor måste bedömas under planeringsfasen av byggprojektet.

Åtgärdsförslaget från SGU (2022) för området innehåller en sanering av fyllnadsmassorna för att undvika hälsorisker för byggarbetare. Förslaget omfattar schaktning av materialet från 1 till 2 meters djup, vilket avsevärt skulle minska risken för förorening för arbetarna. Enbart denna åtgärd skulle dock inte medföra mer säkerhet vad gäller spridningen av föroreningen, vilket är en risk som byggverksamheten kan utlösa.

När man bedriver ingenjörprojekt som involverar pålar på förorenad mark är det viktigt att bedöma vissa punkter för att inte förvärra föroreningsituationen. UK Environmental Agency (2001) listar:

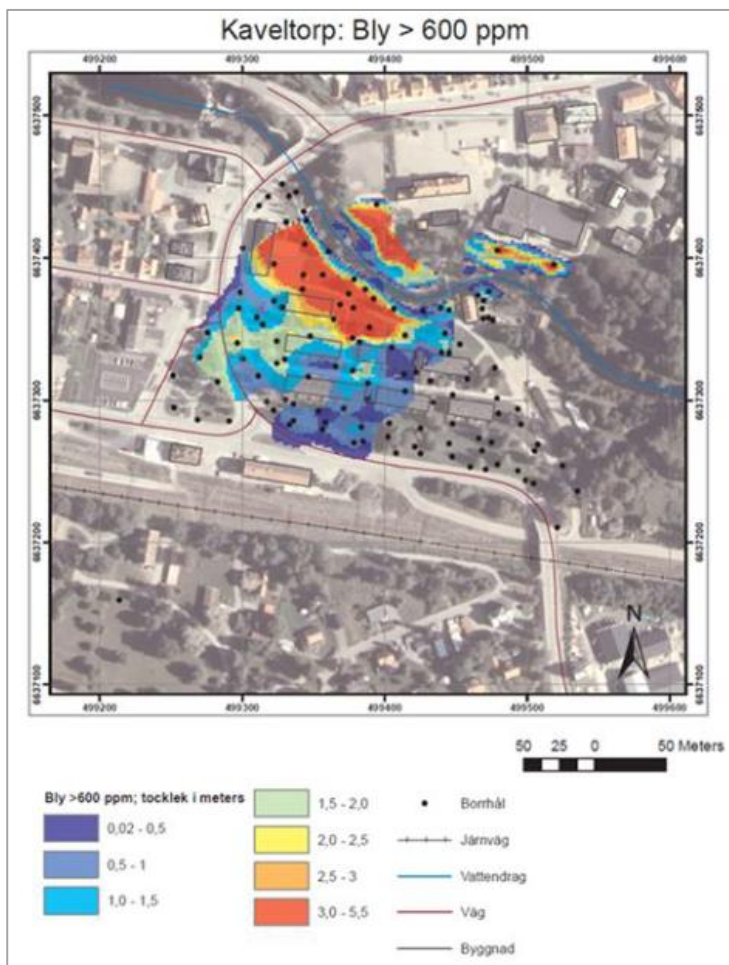
- om ett lågpermeabelt skikt (lera) penetreras av pålarna,
- om pålarna sammanbinder två tidigare åtskilda akviferer,
- om föroreningen ligger ovan en akvifer.
- om det aktuella området ligger inom vattenskyddsområde,
- om grundvattnet har god kvalitet,
- om pålen går igenom grundvattenytan,
- om geologin är sprickig,
- om man arbetar nära ett ytvatten dit förorenat vatten kan rinna av.

Sammanfattningsvis är det viktigt att förstå om pålningen kommer att skapa nya transportvägar för föroreningarna (SBUF och NCC, 2019). För Kaveltorp är många av dessa frågor besvarade: föroreningskällans position är känd (ovanför grundvattenytan), arten av den lokala akviferen är väl beskriven (enkel, ej instängd) och jordskiktningen är gynnsam för pålning, utan någon skyddande akvitard som skulle kunna överträdas. Förutom den norra delen av området, där fyllningen är tjockare och når nära grundvattenytan, är pålning möjlig att bära i fastigheten om vissa försiktighetsåtgärder vidtas:

- Pålning kan utföras i områden med noll eller låga metallkoncentrationer (grå områden i Figur 9)
- I områden med fyllning upp till 1 meter djup (mörkblå i Figur 9) kan pålning göras när fyllningen har tagits bort (grävts/grävts) för att undvika att materialet trycks nedåt. Företrädesvis bör ett större område runt pålen (t.ex. 1,0 x 1,0 meter) tas bort och ersättas med inert material.
- På gröna/gula områden i Figur 9 bör pålning undvikas om inte fyllningen kan tas bort och bytas ut. Tekniska lösningar som inte behöver nå grundvattenytan (t.ex. betongplattor, betongfot) bör övervägas. En riskbedömning bör behövas innan pålning i dessa områden.
- Undvik pålning på områden med hög koncentration av metaller och tjock fyllning (röd/orange i Figur 9).

Med tanke på indelningen som presenteras i Figur 5 och bedömningen ovan, när det gäller föroreningsspridning är det område som skulle vara mindre riskabelt det gröna (östra delen), följt av det blå området (söder). Det röda området, på grund av svårigheten att fullständigt avlägsna fyllningen och föroreningskoncentrationerna, är det minst rekommenderade för pålning. Det röda området skulle kunna staplas beroende på resultatet av saneringen.

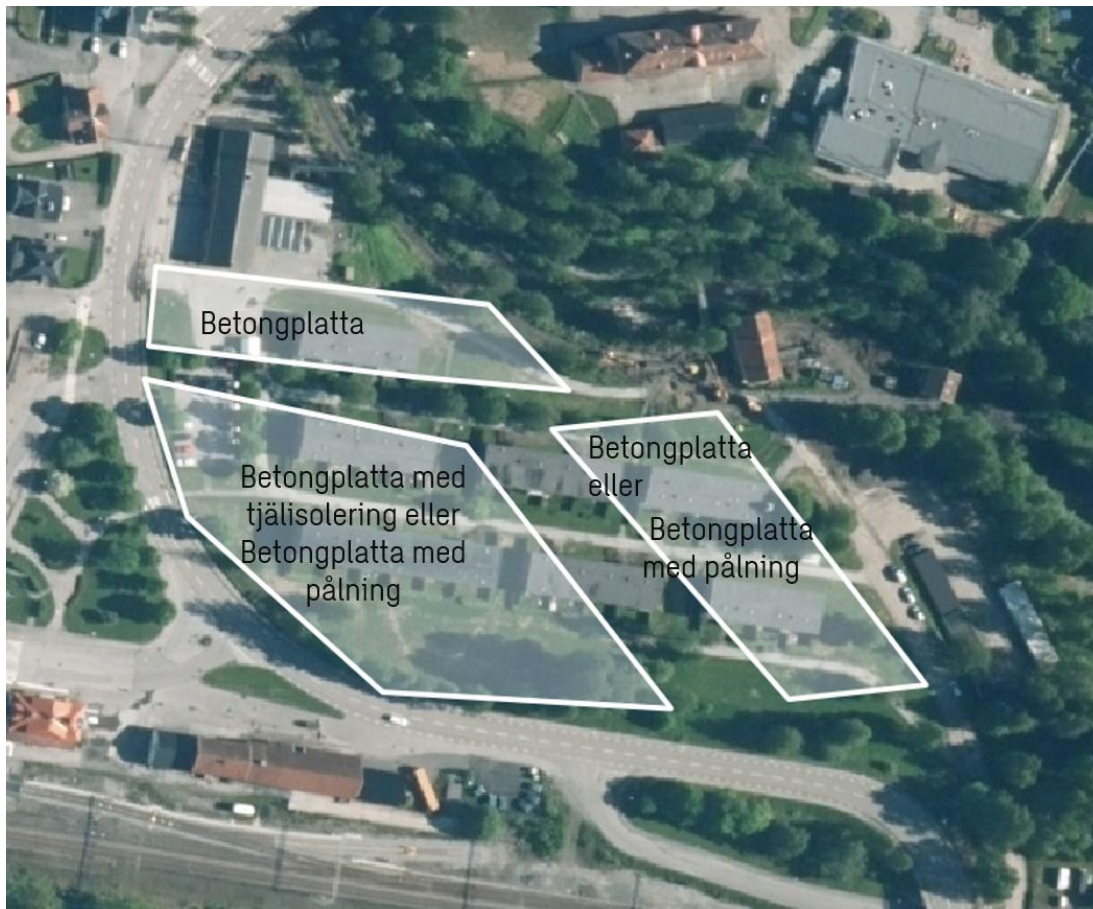
Det är viktigt att lyfta fram att det enligt Statens Geotekniska Institut (SGI, 2019) inför installation av pålar i förorenad mark behöver göras en riskbedömning avseende om nya transportvägar för förorening skapas med projektets pålning, metod, och aspekter som föroreningsituationen, behovet av grundläggningar, de fysiska förhållandena i mark och grundvatten samt förekomsten av skyddsvärda områden bör beaktas. Föreliggande bedömning har som syfte att vägleda och fungera som underlag för beslut, men ytterligare och mer detaljerade studier kan vara nödvändiga, särskilt om man arbetar inom områdena i blå, grön och gul färg i Figur 9.



Figur 9 Utbredning i djupled av bly (källa: SGU, 2022)

9 Slutsatser

- Det föreligger ingen risk för ras/skred för byggnader upp till 6 våningar, placerade inom områden med plan mark och ca 3 meter från naturliga slänters släntröner.
- I det gröna delområdet bedöms grundläggning kunna utföras med betongplatta på mark eller med hjälp av pålar, se Figur 10.
- I det röda delområdet bedöms grundläggning kunna utföras med betongplatta på mark, se Figur 10.
- I det blå delområdet rekommenderas det att grundläggning sker med hjälp av pålning för att undvika tjällyftning, se Figur 10.
- I det blå delområdet, med hjälp av ordentlig tjälisolering kan betongplatta på mark beaktas för grundläggning (istället för pålning).
- När det gäller förorenings spridning med avseende på pålning är de områden som har en lägre risk det gröna området (östra delen), följt av det blå området (söder). Det röda området innehar en hög risk för förorenings spridning vid pålning och grundläggning med pålar rekommenderas ej, se Figur 5.



Figur 10 Grundläggningsrekommendationer i delområdena

10 Förslag på kompletterande utredningar

Enligt befintliga labbresultat och sondering finns det inga lerlager eller lös jord i området. En kompletterande geoteknisk undersökning bör utföras för att få en bättre uppfattning av de förekommande jordlager och jordparametrar inför dimensionering av grundläggning, samt verifierande stabilitets- och sättningsberäkningar i byggnaders lägen.