

PM GEOTEKNIK

ICA FASTIGHETER AB

Tång 2:5, Bro

UPPDRAGSNUMMER 30016536



2021-09-09

REV: 2025-10-30

SWECO SVERIGE AB

UPPDRAGSLEDARE: SOFIE WALLENBERG

HANDLÄGGARE: DAVID NYSTRÖM-PERSSON

GRANSKARE: HELENA BERGGRUND

ÄNDRINGSFÖRTECKNING

VERSION	DATUM	AVSER
1	2021-09-09	
2	2025-10-30	Justering kapitel 2, 5.2, 6, 7, 8, 9, 11 och 13.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Uppdrag och syfte	2
2	Underlag	2
3	Styrande och rådgivande dokument	3
4	Objekt	3
5	Geotekniska förhållanden	5
6	Sättningsförhållanden	7
7	Stabilitetsförhållanden	7
8	Hydrogeologiska förhållanden	8
9	Miljötekniska förhållanden	9
10	Markradon	9
11	Bergtekniska förhållanden	9
12	Omgivningspåverkan	10
13	Geotekniska rekommendationer	11
14	Fortsatt utredning	12

BILAGOR

<i>Beteckning</i>	<i>Typ</i>	<i>Datum</i>	<i>Rev. datum</i>	<i>Sidor</i>
Bilaga 1	Sulfidanalys	2021-05-20		2

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av ICA Fastigheter AB har Sweco Sverige AB utfört en geoteknisk undersökning för planerad exploatering enligt detaljplanen för Tång 2:5, se Figur 1.1.

Syftet med uppdraget har varit att undersöka de geotekniska förhållandena inom området, inklusive bergytans nivå, inför vidare projektering och massbalansering.

Denna PM utgör ett underlag för fortsatt projektering och behandlar rekommendationer och synpunkter för vidare projektering. Givna rekommendationer ska i senare skede ses över av geotekniskt sakkunnig.



Figur 1.1 Planerad byggnation inom detaljplaneområdet [4].

2 Underlag

Som underlag till denna PM har följande använts:

- [1] Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, Tång 2:5, Sweco Sverige AB, Revidering daterad 2022-11-23.
- [2] PM Geoteknik, Tång 2:5, Sweco Sverige AB, daterad 2020-12-04.
- [3] Platsbesök, 2020-09-07.
- [4] Digitalt dispositionsunderlag tillhandahållet av Archus (2020).
- [5] SGU:s jordarts-, jorddjups- och berggrundskarta (SGU, u. åa; SGU, u. åb, SGU u. åc).

2 (12)

PM GEOTEKNIK
REV. 2025-10-30
TÅNG 2:5, BRO

- [6] Rapport, Provtagning av bergmaterial, vid fastigheten Viby 19:1 i Upplandbro, daterad 2020-04-07
- [7] Redogörelse för modell, Tång 2:5 Bro, Sweco Sverige AB, daterad 2021-06-24.
- [8] Markradonundersökning, Tång 2:5 Bro, Sweco Sverige AB, daterad 2020-10-02.
- [9] PM Analys genomförbarhet vattenfrågor, Tång 2:5, FVB Sverige AB, daterad 2025-02-12.
- [10] PM Översiktlig miljöteknisk markundersökning, del av Tång 2:5, Sweco Sverige AB, daterad 2022-04-01.

3 Styrande och rådgivande dokument

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

Tabell 3.1 Styrande och rådgivande dokument.

Dokumenttitel	Utgiven av	Version/datum
TK Geo 13 TDOK 2013:0667	Trafikverket	2.0/2016-02-29
TR Geo 13 TDOK 2013:0668	Trafikverket	
SS-EN 1997-1 med följande tillämpningsdokument IEGs rapporter	IEG	IEG Rapport 4:2010 IEG Rapport 6:2008 IEG Rapport 7:2008 IEG Rapport 8:2008 IEG Rapport 9:2010
Nationell bilaga 2011:10 – EKS 10	Boverket	

4 Objekt

4.1 Befintliga förhållanden

Tång 2:5 nyttjas idag som golfbana vars verksamhet sträcker sig norr och öster om planerade bebyggelse. Området kantas i väster av ett naturskyddsområde. Åt söder ligger Brunna industriområde.

Det område som skall bebyggas inom Tång 2:5 består, utöver anlagda golfbanor, även av skogspartier som skiljer banorna från varandra. Dessa skogspartier har efter platsbesök konstaterats bestå av fastmark, det vill säga ytnära morän och berg, se Figur 4.1 och 4.2. Det noterades även att berg i dagen förekommer inom golfbanornas sträckning.

Området är kuperat och är höglänt inom de västra delarna och låglänt i öst.

Marknivåerna varierar mellan +21,3 och +44,8 i de inmätta sonderingspunkterna.



Figur 4.1 Ytnära morän, och berg i dagen mellan banor.



Figur 4.2 Åt vänster, ytnära berg i detaljplaneområdets sydvästra hörn. Bergschakt för intilliggande fastighet framgår även här. Åt höger, sondering intill ytnära fast mark inom skogsområde.

4.2 Planerad byggnation

Tång 2:5 ska bebyggas med lager- och logistikbyggnader med tillhörande hårdgjorda ytor. Planerad marknivå är inte beslutad i skrivande stund men förväntas vara på ca +40 inom den västra delen av området och ca +29 i den östra delen, enligt [4].

5 Geotekniska förhållanden

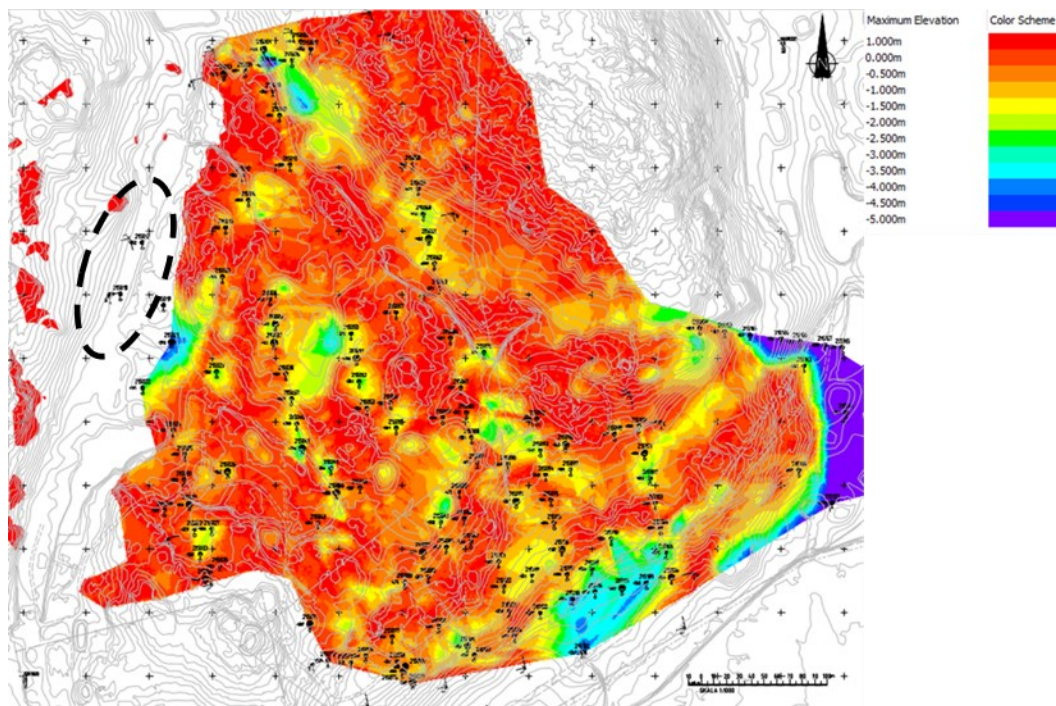
5.1 Jordlagerföljd

5.1.1 Västra området

I Figur 5.1 framgår det översiktligt hur bergnivån inom området varierar, se även separat bergmodell [7]. Inom skogspartierna (där det ej är anlagd golfbana) utgörs jordlagerföljd av ett ytlager friktionsjord ovan berg. Mäktigheten på friktionsjorden varierar mellan ca 0 och 2 meter.

Inom delar med anlagd golfbana utgörs jordlagerföljden överst av ett lager mulljord på ca 0,3 meter. Mulljorden följs av fastare varvig lera av torrskorpekaraktär med en mäktighet som varierar mellan ca 0 och 1 meter. Leran har noterats ha sand och siltskikt i sig. Lokalt har mäktigare lager av torrskorpelera hittats, se svart markering i Figur 5.1. Leran är här upp till 3 meter mäktig.

Torrskorpeleran underlagras av friktionsjord, block förekommer ställvis, med en varierande mäktighet ovan berg.



Figur 5.1 Översikt av bergdjupet inom det västra området räknat från markytan. Skalan går från röd till lila där det är 0,5 meter mellan färgskiftningar. Varma färger visar på ytligt berg och kalla på djupt. Svart markering visar område med större lermäktighet.

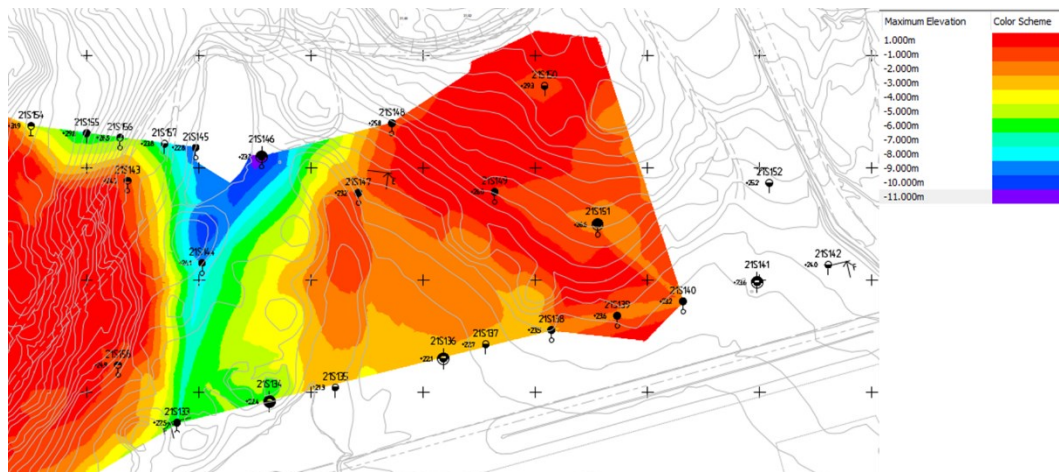
5.1.2 Östra området

I Figur 5.2 framgår det översiktligt hur bergnivån inom området varierar, se även separat bergmodell [7]. Inom områden med yttära berg (där varma färger syns i figuren) utgörs jordlagerföljden överst av fyllning eller friktionsjord vars mäktighet varierar mellan ca 0 och 2 meter.

Inom dalgången som framgår i figuren med kallare färger utgörs jordlagerföljden överst av ett lager mulljord på ca 0,3 meter. Mulljorden följs av fyllning med en mäktighet som varierar mellan ca 1 och 1,5 meter.

Fyllningen underlagras av lera med en mäktighet som varierar mellan ca 4 och 7 meter, varav den första metern är av fastare torrskorpekaraktär. Leran är varvig och siltskikt förekommer. Mot djupet, runt 7,5 meter räknat från markytan, har lera som är sulfidbandad återfunnits. Vidare har leran en låg odränerad skjuvhållfasthet med ett medelvärde om ca 16 kPa.

Leran underlagras av friktionsjord ovan berg.



Figur 5.2 Översikt av bergdjupet inom det östra området räknat från markytan. Skalan går från röd till lila där det är 1,0 meter mellan färgskiftningar. Varma färger visar på yttligt berg och kalla på djupt.

6 Sättningsförhållanden

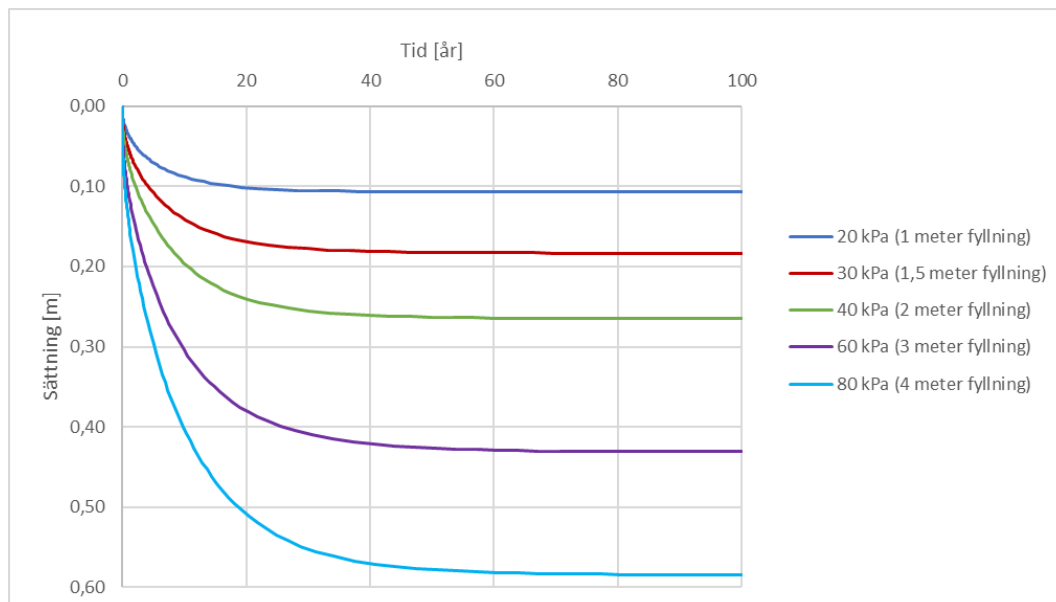
Generellt kan sättningar förekomma i lerjordar om leran utsätts för ett nytt högre spänningsförhållande än det tidigare förekommit på platsen.

6.1 Västra området

I den västra svackan inom det västra höjdpartiet har fast lera och torrskorpelera påträffats. Leran inom svackan bedöms vara mindre sättningsbenägen och klara av en viss belastning innan sättningar uppstår.

6.2 Östra området

Lös lera inom dalgången i områdets sydöstra del är sättningsbenägen vid ökad belastning. Beräknade teoretiska sättningar för en utbredd belastning redovisas i Figur 6.1. Krypsättningar har inte beaktats i detta skede.



Figur 6.1 Beräknade sättningar i punkt 21S134, i planområdets sydöstra del.

7 Stabilitetsförhållanden

Inom planområdet råder i dagsläget stabila förhållanden utan tecken på ras eller skred.

7.1 Västra området

Inom fastmarksområdet (med berg och friktionsjord) bedöms det inte föreligga några stabilitetsproblem vid grundläggning av planerad byggnation.

I lerområdet i områdets västra delar förutsätts att vid belastningar större än 20 kPa (motsvarande ca 1 meters markuppfyllnad) krävs markförstärkning eller

stödkonstruktioner för att säkerställa markens stabilitet. I detaljprojekteringen utreds omfattningen på de stabiliserande åtgärderna.

7.2 Östra området

Inom fastmarksområdet (med berg och friktionsjord) bedöms det inte föreligga några stabilitetsproblem vid grundläggning av planerad byggnation.

I lerområdet i områdets sydostliga delar förutsätts att vid belastningar större än 20 kPa (motsvarande ca 1 meters markuppfyllnad) krävs markförstärkning eller stödkonstruktioner för att säkerställa markens stabilitet. I detaljprojekteringen utreds omfattningen på de stabiliserande åtgärderna.

8 Hydrogeologiska förhållanden

Fem grundvattenrör har installerats inom området och mätningar har gjorts under perioden maj – november 2022 [9]. Två grundvattenrör (G22S004 och G22S005A) är placerade i det höglänta området i väster, två rör (G22S001 och G22S003) är placerade i området mellan högre och lägre partier och ett rör (G22S002) är placerad i det lägst liggande lerområdet i sydost. Grundvattenrörens lägen redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik [1].

Tabell 8.1 Sammanställning av grundvattennivåer i grundvattenrör enligt utförda mätningar 2022.

GV-rör	Marknivå	Min	Max	Medel	
G22S001	+26,0	+21,8 4,2 m	+22,3 3,7 m	+22,1 3,9 m	Under my
G22S002	+21,4	+20,4 0,9 m	+20,8 0,5 m	+20,7 0,7 m	Under my
G22S003	+27,9	+25,4 2,5 m	+26,8 1,1 m	+26,0 1,9 m	Under my
G22S004	+36,1	+33,8 2,3 m	+35,2 0,9 m	+34,7 1,4 m	Under my
G22S005A	+37,3	+36,2 1,1 m	+37,0 0,2 m	+36,7 0,5 m	Under my

Enligt utförda mätningar ligger medelgrundvattennivån på olika nivåer inom området. Detta beror på den varierande topografin och geologin i området med mer eller mindre genomsläppliga jordar samt bergspartier som grundvattendelare vilket orsakar en oregelbunden grundvattentillrinning som är känslig för årstid och nederbörd. Mätta medelnivåer ger inte en sammanhängande grundvattennivå inom planområdet utan respektive grundvattenrör visar medelgrundvattennivån i den delen av området som det sitter i. Grundvattennivån varierar med årstid och nederbörd, fler mätningar rekommenderas utföras för att få kontroll på grundvattennivåns variation under året.

I närheten av planområdet finns inga grundvattenmagasin noterade i SGUs kartvisare. Enligt SGUs kartvisare finns brunnar norr och öster om planområdet.

Vid detaljprojekteringen ska utredas att grundläggning och dränering för byggnader, konstruktioner och ledningar inte orsakar skadliga grundvattensänkningar på brunnar eller andra grundvattenberoende objekt i intilliggande områden. För att säkerställa detta ska en hydrogeologisk utredning utföras.

9 Miljötekniska förhållanden

Inga MIFO-objekt (potentiellt eller konstaterat förorenade områden) finns registrerade inom fastigheten enligt länsstyrelsens EBH-stöd över potentiellt förorenade områden [10]. Enligt en miljö Due Diligens utredning utförd av WSP 2019 har hantering av bekämpningsmedel, bränsleprodukter, gödsel och avloppsslam skett inom fastigheten. En dieselloolycka skedde år 2016 där 27-50 liter diesel läckte ut. Den förorenade jorden grävdes upp och miljöförvaltningen kontrollerade platsen efter urgrävning.

En översiktlig miljöteknisk markundersökning har utförts av jord i ett mindre område i den sydöstra delen av planområdet [10]. Enligt undersökningen bedöms inga föroreningar som kan innebära skada på miljö eller hälsa förekomma inom området.

10 Markradon

Den markradonundersökning som utförts har visat på att marken överlag utgörs av normalradonmark [8].

En punkt inom området har visat på mycket höga halter och faller under klassifikationen högradonmark.

Byggnader i området skall utföras med minst radonskyddande konstruktion.

11 Bergtekniska förhållanden

Till grund för analys av bergmassan i området ligger platsbesök utfört av Sweco bergteknik (Fredrik von Weisz och Erik Atle Nilsson, 2021), satellitbilder från området (Google, u.å), foto av hållar och slänt från tidigare fältbesök (Nyström-Persson, 2020), SGU berggrundskartor (SGU, u.åc), preliminär provtagning av berg från Jb-sondering samt kemisk analys av bergmassa från område ca 400 m bort (Lilliesköld Sjö, 2020).

Den huvudsakliga bergarten i området är granodiorit med fåtalet inslag av glimmerskiffer. I utförd kartering är granodioriten ensam förekommande i hela området fram till en linje N-S-ligt dragen cirka 30 m öster om borrhypunkt 21S028. Väster om borrhypunkt 21S028 förekommer glimmerskiffer ställvis i den bergskärning som utgör norra gränsen av fastighet Örnäs 1:22, samt i en karteringspunkt cirka 30 m norr om borrhypunkt 21S015. Glimmerskiffer kan förväntas hålla högre halter av sulfid, men utgör en liten del av karterat berg.

Då glimmerskiffern är mer lättvittrad kan den förekomma i större omfattning där det idag finns svackor i terrängen, där åtkomst till undersökning av berg är svår och där en mindre andel bergmassor ska schaktas bort.

Förekomst av sulfidmineral i bergmassa kan, i samband med bergschakt och krossning, ge upphov till oxidering och lakning vilket ger upphov till surt lakvatten samt fria metalljoner. Sulfidmineral förekommer naturligt i bergmassan i varierande halter och exponeringsgraden för den totala mängden sulfid i bergmassan ökar signifikant vid bergschakt och framför allt vid krossning. Kvarvarande bergmassa i direkt anslutning till schaktat berg, exempelvis bergskärning eller schaktbotten, bedöms påverkas i liten omfattning då bergmassan inte krossas upp i samma utsträckning som schaktad bergmassa. Bergmassa med låga halter av sulfidmineral kan krossas till finfraktion utan risk för uppkomst av surt lakvatten. I en analys av krossmassor vid närliggande projekt, Viby 19:1, visades att medelsvavelhalten var 632 mg/kg, vilket är att betrakta som inom normalt spann [6].

Utförd provtagning av borrkax från Jb-sondering avser tre borrhull i södra-centrala delen av området, se MUR ritning 100G1101 [1] samt Bilaga 1. Provsvar för totalsvavelhalt varierar mellan 52 mg/kg och 1100 mg/kg. Då ingen riktlinje finns för gränsvärden av svavel eller sulfid i bergmassa jämförs provsvaren mot ett konservativt gränsvärde på 1000 mg/kg totalsvavel, där alla prover rapporteras hålla halter under eller mycket nära 1000 mg/kg totalsvavel. Bergmassan kring dessa tre provpunkter bedöms inte medföra en miljörisk. Alla tre provpunkter bedöms vara tagna i granodioriten och vara representativa för halterna inom hela området. Högre halter sulfid kan förekomma i glimmerskiffern, vilken förekommer med okänd utbredning, men efter kartering bedöms utgöra uppskattningsvis <10% av den totala bergmassan som ska schaktas bort.

Kompletterande prover ska utföras under projekteringen eller entreprenaden på glimmerskiffern för bestämning av sulfidhalt. Påvisas låga halter sulfid i glimmerskiffern anses hela bergmassan inom Tång 2:5 hålla låga halter sulfid, snittvärde <1000 mg/kg totalsvavel.

Det är viktigt att i detaljprojektering utreda planerad lösning för dränering och dagvattenhantering, med hänsyn till att upplag av massor inte ska dräneras mot känslig våtmark eller naturområde, i det fall högre halter sulfid och tungmetaller skulle förekomma i bortschaktad bergmassa. Kontrollprogram upprättas i samråd med sakkunnig för dagvattenhantering i syfte att säkerställa pH och halter av metalljoner i arbetsområdet, samt planera masshantering för att leda lakvatten till pumpgrop eller samlingspunkt för provtagning eller uppsamling. Avtäckt bergövertyta ska synas av bergsakkunnig för att bekräfta förhållandet i mängder mellan granodiorit och glimmerskiffer.

I byggskedet ska kontroller och besiktningar av det schaktade berget utföras för att hitta oupptäckta svagheter i berget och förhindra risken för blocknedfall och bergras.

12 Omgivningspåverkan

För att klarlägga risken för skador i intilliggande byggnader, konstruktioner och ledningar från vibrationer vid planerade markarbeten rekommenderas att en riskanalys med avseende på vibrationsalstrande arbeten utförs. I riskanalysen inventeras befintliga byggnader och konstruktioner samt rekommenderade maximala vibrationsnivåer och restriktioner redovisas.

10 (12)

PM GEOTEKNIK
REV. 2025-10-30
TÅNG 2:5, BRO

13 Geotekniska rekommendationer

I dagsläget är områdets utformning samt byggnaders placering och höjdsättning inte helt beslutad. Nedan rekommendationer är därför generaliserade utifrån områdets geotekniska förutsättningar.

Inom planområdet råder i dagsläget stabila förhållanden utan tecken på ras eller skred.

Utförda undersökningar visar att marken inom planområdet i huvudsak utgörs av friktionsjord på berg eller berg i dagen. Inom dessa fastmarksområden bedöms ingen sättnings- eller stabilitetsproblematik föreligga och byggnader och konstruktioner bedöms kunna grundläggas direkt i mark.

I de södra och östra delarna av planområdet utgörs marken av lera. Inom dessa lerområden finns risk för sättningar i leran vid belastning, markuppfyllnader eller grundvattensänkningar vilket kan medföra behov av markförstärkning, med exempelvis pålar eller inblandningspelare, för att undvika skador på nybyggnation. Inom områden med lera finns även risk för att instabila förhållanden orsakas av belastning, markuppfyllnader eller för brant ställda jordslänter. För att undvika risken för ras och skred kan markförstärkning, exempelvis pålar eller inblandningspelare, eller stödkonstruktioner, exempelvis spont eller murverk, behövas för att skapa stabila förhållanden.

I samband med detaljprojekteringen, då områdets utformning och bebyggelse definieras med detaljerad information om laster, höjder, nivåer, etc., ska en detaljerad utredning av sättnings- och stabilitetsförhållanden utföras.

I detaljplanarbetet bör säkerställas att markförstärkande och stabilitetshöjande åtgärder kommer att behövas i lerområden för att göra marken lämplig att bygga på. Detta kan säkerställas genom bestämmelser gällande utförandekrav samt krav på bygglov eller marklov. Detta gäller framför allt vid belastningar större än 20 kPa (motsvarande ca 1 meters markuppfyllnad) i lerområdena i planområdets västra och sydostliga delar vilka markeras med gul färg i Jordartskartan, se Figur 13.1.



Figur 13.1 Jordartskartan med planområdet ungefärligen markerat med röd linje, karta från SGU (2025).

14 Fortsatt utredning

När områdets utformning samt byggnaders placering och höjdsättning är beslutad ska kompletterande geotekniska utredningar utföras.

Vidare rekommenderas att riskanalys med avseende på vibrationsalstrande arbeten upprättas.

Projekt Tång 2:5, Bro						
Uppdragsnummer 30016536-002	Uppdragsgivare Sweco Sverige AB				Löp nr 36034	
Provtagningsdatum	Analysmetoder: Avdrivning sulfid 7M HCl ICP-OES(mg/kg TS) [SS-EN-ISO 11885:2009 utg.2 mod.]				Inkom 2021-05-17	
Undersökningsdatum 2021-05-17 - 2021-05-20	Uppslutning 7M HNO ₃ [SS 028311:2017 utg. 2 mod.] Torrsubstans [SS-ISO 11465:1995 utg. 1 mod.]				Datum 2021-05-20	<i>Johan Englöf / Sign. Johan Englöf Se Sykku Kemist</i>
Analysparameter	21S054 0,2-1,6m	21S054 1,6-3,2m	21S123 0,2-1,7m	21S042 Samlings.P		
Arsenik	<5	<5	<5	<5		
Bly	13	14	15	19		
Kadmium	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		
Kobolt	6,9	8,3	13	11		
Koppar	2,1	2,8	34	6,7		
Krom totalt	19	21	39	12		
Nickel	3,0	3,7	25	<2		
Vanadin	26	30	25	39		
Zink	28	30	38	44		
Svavel (Total)*	52	77	1100	460		
Svavel (Sulfid)*	<40	49	<40	210		
Torrsubstans [%]	99,5	99,4	99,4	99,5		

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Analysresultaten avser endast det provmaterial som levererats till laboratoriet.

G:\22172\DATA\ADM4. QA\Ackreditering\[Metaller & Svavel.xls]Blad1



Metod

Bestämning av tungmetaller i jord enligt SS 02 83 11 samt SS-EN ISO 11 885.
Provet upplöses genom tryckkokning med 7 M HNO₃ vid 120 °C och 150 kPa.
Analys görs med ICP-OES.

Mätosäkerhet (k=2)

Arsenik	± 28%
Bly	± 24%
Kadmium	± 23%
Kobolt	± 19%
Koppar	± 21%
Krom	± 12%
Nickel	± 17%
Vanadin	± 16%
Zink	± 10%

Bestämning av torrsubstans enligt SS-ISO 11465.

Provet torkas vid 105 °C.

Mätosäkerhet (k=2) : ± 1,1%

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet beräknad med en täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Denna rapport får endast anges i sin helhet om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Laboratoriets ansvar i samband med uppdrag framgår av Geolab prislista under Allmänna villkor.

Johan Englöf
Kemist