

Projekterings PM Geoteknik

Norrköpings kommun



Uppdrag	Kardusen 12, Norrköping
Uppdragsnummer	30050904
Kund	Norrköpings kommun
Uppdragsledare	Lars O. Waltersson
Handläggare	Mårta Liden Mouna Brahmi
Granskare	Lars Malmros
Datum	2023-05-12
Dokumentreferens	BM \\Sestofs010\projekt\22284\30050904_Karduse n_12,_Norrköping,_Geoteknik+_Markmiljötek nik\000\10_TEXT\G \30050904_PM

Sammanfattning

Förutsättningar

Marken är relativt plan med nivåer mellan +13 och +14. Jordlagerföljden under asfalt respektive matjord utgörs av ca 0,5 - 1 m fyllning följt av lera ned till ca 8 – 9 m under befintlig markyta. Lerans övre ca 1 m är torrskorpefast men har därunder låg skjuvhållfasthet. Under leran följer ca 10 till 12 m löst till medelfast lagrad växellagrad jord av lera, silt och sand, innan fastare friktionsjord tar vid. Sonderingar har stoppat i fast friktionsjord vid -14, motsvarande 28 m under befintlig marknivå, utan att berg påträffats.

Grundvatten förekommer i ett undre magasin av friktionsjord under det täta lerlagret. Grundvattnets trycknivå har vid korttidsmätning under utredningstiden uppmätts mellan +8,5 och +9,1, motsvarande 5,0 – 5,6 m under befintlig marknivå.

Markytan är plan och området är stabilt för såväl befintliga som planerade förhållanden. Släntstabiliteten måste dock beaktas i byggskedet vid schaktarbeten. Marken är sättningsbenägen vid ökad belastning och troligen pågår ännu sättningar från befintliga belastningar. Ingen risk för erosion föreligger inom planområdet. Sverige Geologiska Undersöknings (SGU) kartering indikerar att området utgörs av högradonmark.

Konsekvenser

Sättningsförhållandena i området innebär att geotekniska åtgärder krävs för byggnationer och markhöjningar. Byggnader grundläggs med pålgrundläggning. Markhöjningar bör undvikas alternativt utföras med förstärkningsåtgärd, exempelvis lättfyllning, för att undvika stora sättningar.

Uppmätt grundvattennivå visar att planerade byggnationer inte påverkar grundvattennivån. Planerad exploatering bedöms inte påverka grundvattenbildningen i området, då marken utgörs av täta lerlager med liten infiltration.

Den låga grundvattennivå bedöms vara påverkad av tidigare byggnationer. Det finns risker för skador i omgivande byggnader men det är inte en konsekvens av aktuell detaljplan.

Innehållsförteckning

1	Objekt	4
2	Syfte	4
3	Underlag för projekteringen	4
4	Styrande dokument	5
5	Geoteknisk kategori	5
6	Befintliga förhållanden	5
6.1	Topografi & Ytbeskaffenhet	5
7	Planerad byggnation	5
8	Geotekniska förhållanden	6
8.1	Jordlager	6
8.2	Valda värden	7
8.3	Grundvattenförhållanden	8
9	Sättningar	9
10	Stabilitet	10
11	Slutsatser och rekommendationer	11
11.1	Grundläggning byggnad	11
11.2	Markarbeten och höjdsättning	11
11.3	Dagvattenhantering	12
11.4	Risker	12
11.4.1	Geotekniska risker	12
11.4.2	Hydrogeologiska risker	12
11.1	Fortsatt utredningsbehov	13

Bilagor

Bilaga 1.1	Stabilitetesberäkning: Odränerad analys	2023-03-24
Bilaga 1.2	Stabilitetesberäkning: Kombinerad analys	2023-03-24

1 Objekt

På uppdrag av Norrköpings kommun har Sweco Sverige AB utfört en översiktlig geoteknisk undersökning för ny detaljplan som omfattar nytt flerbostadshus inom fastigheten Kardusen 12 i Norrköping, se Figur 1.



Figur 1. Flygfoto med undersökningsområde markerat i rött (hämtad från minkarta.lantmateriet.se).

2 Syfte

Undersökningen syftar till att översiktligt utreda de geotekniska förutsättningarna inom planområdet avseende grundläggning, stabilitet och sättningar.

PM Geoteknik syftar till att beskriva rådande geotekniska förhållanden samt förutsättningar och risker kopplade till planerad exploatering, som underlag i planläggningsskedet.

3 Underlag för projekteringen

Underlag för utredningen har varit:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) geoteknik för objektet, upprättad av Sweco, daterad 2023-03-31.
- Idéskiss av planerad konstruktion, tillhandahållen av beställaren daterad 2022-11-16.
- Förslag till plankarta, daterad 2022-11-16.
- Grundkarta, höjddata erhållen från beställaren, daterad 2022-11-16.
- Arkivmaterial från NOKA:
 - Borrundersökningar på Ljura ägor.
 - Geoteknisk utredning för flerbostadshus- Detaljplan för en del av Ljura 1-1.

- Grundförhållandena för kvarteret Elddonet och del av Kardusen.
- Grundundersökning för planerad bebyggelse i kvarteret Kardusen.
- Planerad bebyggelse av skohagsgärdet mellan Albrektsvägen och Söderleden.
- Uppförande av LSS-gruppboende samt komplementbyggnad och parkeringsplatser på fastigheten Plånet 1.

4 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997–1 och SS-EN 1997–2, med tillhörande nationell bilaga BFS 2022: 4 – EKS 12.

5 Geoteknisk kategori

Planerad byggnation bedöms tillhöra geoteknisk kategori 2 (GK 2).

6 Befintliga förhållanden

6.1 Topografi & Ytbeskaffenhet

Aktuellt område utgörs idag av öppen mark i form av gräsbeklädda ytor och parkering. Området avgränsas av Ljuragatan i söder, befintliga byggnader i norr och öster samt spårvagnsspår i väster. Söderleden är belägen ca 110 m söder om undersökningsområdet.

Området är plant, marknivåerna i utförda undersökningspunkter varierar mellan +13,2 och +14.

7 Planerad byggnation

Inom aktuellt område planeras byggnation av flerbostadshus enligt Figur 2.



Figur 2. Planerad byggnation enligt idéskiss.

8 Geotekniska förhållanden

8.1 Jordlager

Enligt utförda undersökningar består jorden av sandig matjord med en mäktighet om ca 0,1- 0,3 m följt av sandig och grusig fyllning ned till djup som varierar mellan 0,6–0,8 m under markytan.

Under fyllning följer lera ned djup mellan ca 8 och 9 m under befintlig markyta. Lerans övre 0,8 - 1,2 m är av fastare torrskorpekaraktär. Lerans övre del är siltig, finsandig och ställvis gyttjig, medan den mot djupet blir varvig. Sulfidfläckar har påträffats vid enstaka provnivå.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet är mycket låg till låg, i medel ca 19,2 kPa ned till ca 8 m. Lerans vattenkvot har uppmätts till 66 - 80% och konflytgräns till 55–70%. Lerans övre ca 4 m är överkonsoliderad, medan den djupare delen av lerprofilen är normal- till underkonsoliderad för nuvarande förhållanden. Leran är högsensitiv men inte kvick.

Under lera följer växellagrad jord, sannolik lera, silt och sand, som har en mäktighet som varierar mellan 10–17,5 m. Friktionsjordens relativa lagringstäthet bedöms variera mellan låg och medelhög ned till ca 20 m under markyta och därunder medelhög till hög. Fastare lager förekommer i enstaka punkter högre upp i friktionsjord.

Slagsonderingar har stoppat i fast friktionsjord vid -14, motsvarande 28 m under befintlig marknivå, utan att berg påträffats.

8.2 Valda värden

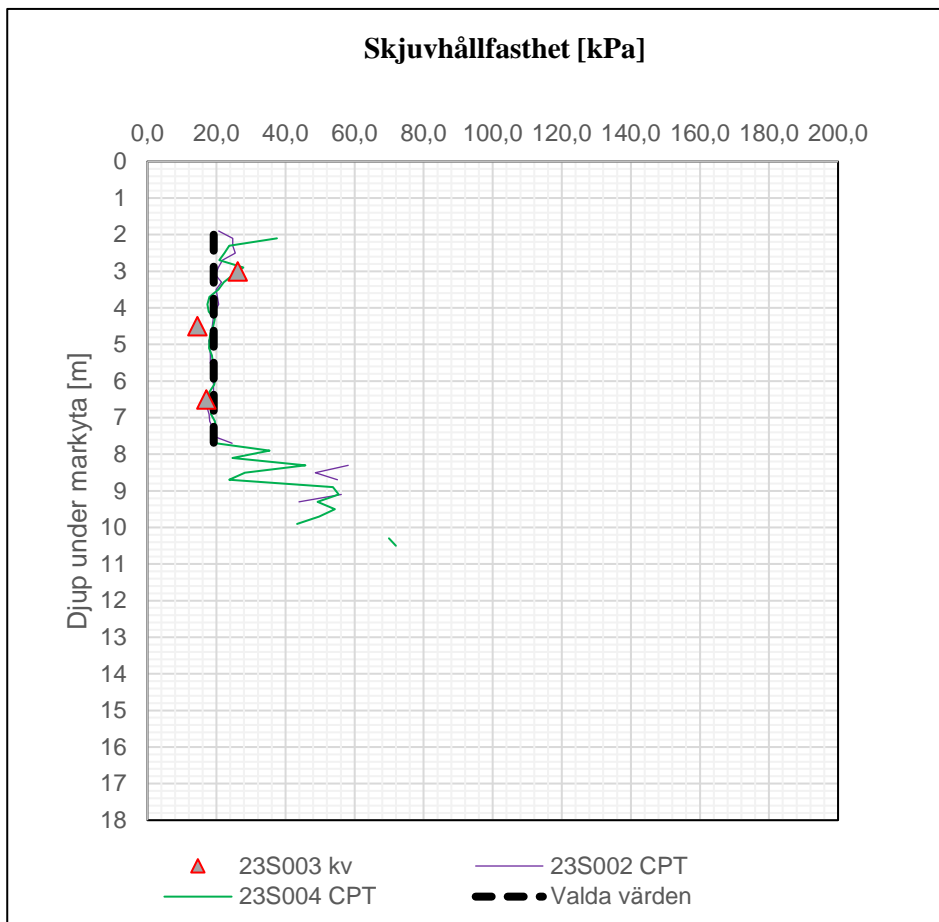
För detaljer kring härledning av jordens materialparametrar hänvisas till Markteknisk undersökningsrapport (MUR) för objektet, upprättad av Sweco daterad 2023-03-31. En sammanställning av valda värden redovisas i Tabell 1.

För lerans odränerade skjuvhållfasthet redovisas härledda värden tillsammans med valda värden i Figur 3.

Tabell 1. Valda värden.

Jordart	Tunghet [kN/m ³]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Friktionsvinkel [°]	Elasticitetsmodul [MPa]
Fyllning	18	--	40	--
Torrskorpelera	17*	30		--
Lera	16	19,2	--	--
Lös fiktionsjord	17–18*	--	33	10
Fast friktionsjord	17–18*	--	37	30

*Från TK Geo



Figur 3. Valt värde odränerad skjuvhållfasthet [kPa].

8.3 Grundvattenförhållanden

Ett filterförsatt grundvattenrör har installerats, enligt Tabell 2.

Tabell 2. Grundvattenmätning.

Id	Nivå my	Rörtyp	Nivå rörtopp	Filterlängd [m]	Nivå spets	Uppmätt grundvattennivå	Djup under markyta [m]	Datum	Anmärkning
23S001 GW	+14,10	Rf Stål 1"	+14,7	0,5	+0,2	+8,53	5,57	2023-02-02	Mätt kort efter installation
						+9,06	5,04	2023-02-10	--

Grundvattennivå har vid korttidsmätning utredningstiden uppmätts till nivå 9,06 motsvarande ca 5,0 m under befintliga markytan. Normalt förväntas grundvattnets trycknivå i lerområden ligga omkring torrskorpans underkant, vilket innebär att uppmätt trycknivå är relativt låg.

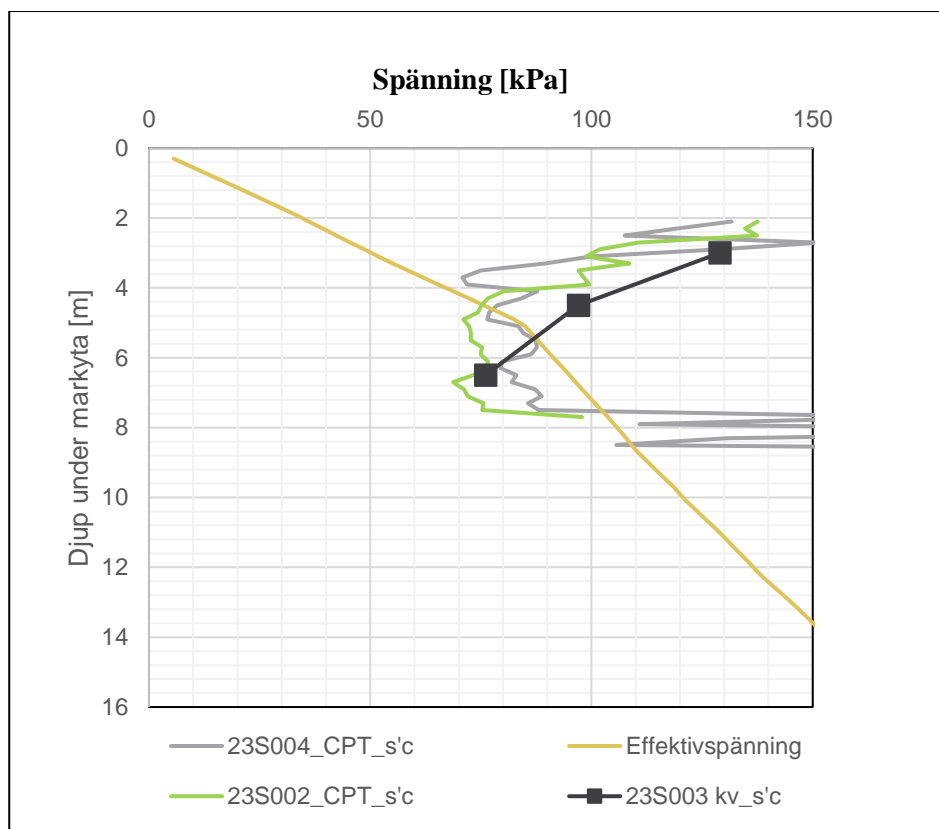
Nivån överensstämmer dock med tidigare undersökningar i närområdet, där grundvattennivå omkring 5 m under markytan uppmätts åtminstone de senaste 20 åren. Äldre arkivmaterial från 1950 inför byggnation av befintliga byggnader inom Kardusen 12 indikerar högre grundvattennivåer.

Grundvattennivån varierar med årstid och nederbördförhållanden.

9 Sättningar

Lerans sättningsegenskaper har undersökts och visar att lerans övre ca 4 m är överkonsoliderad, medan den djupare delen av lerprofilen är normal- till underkonsoliderad för nuvarande förhållanden, se Figur 4. Leran är därmed sättningsbenägen vid ökade belastningar och det bedöms pågå sättningar i dagsläget även utan nya belastningar

Rådande effektivspänning är från ca 5 m djup högre än uppmätt förkonsolideringsspanning, vilket innebär att konsolideringssättningar pågår. Att effektivspänningen är hög beror på den låga grundvattennivån. Kvarvarande konsolideringssättningar bedöms uppgå till ca 10 cm.

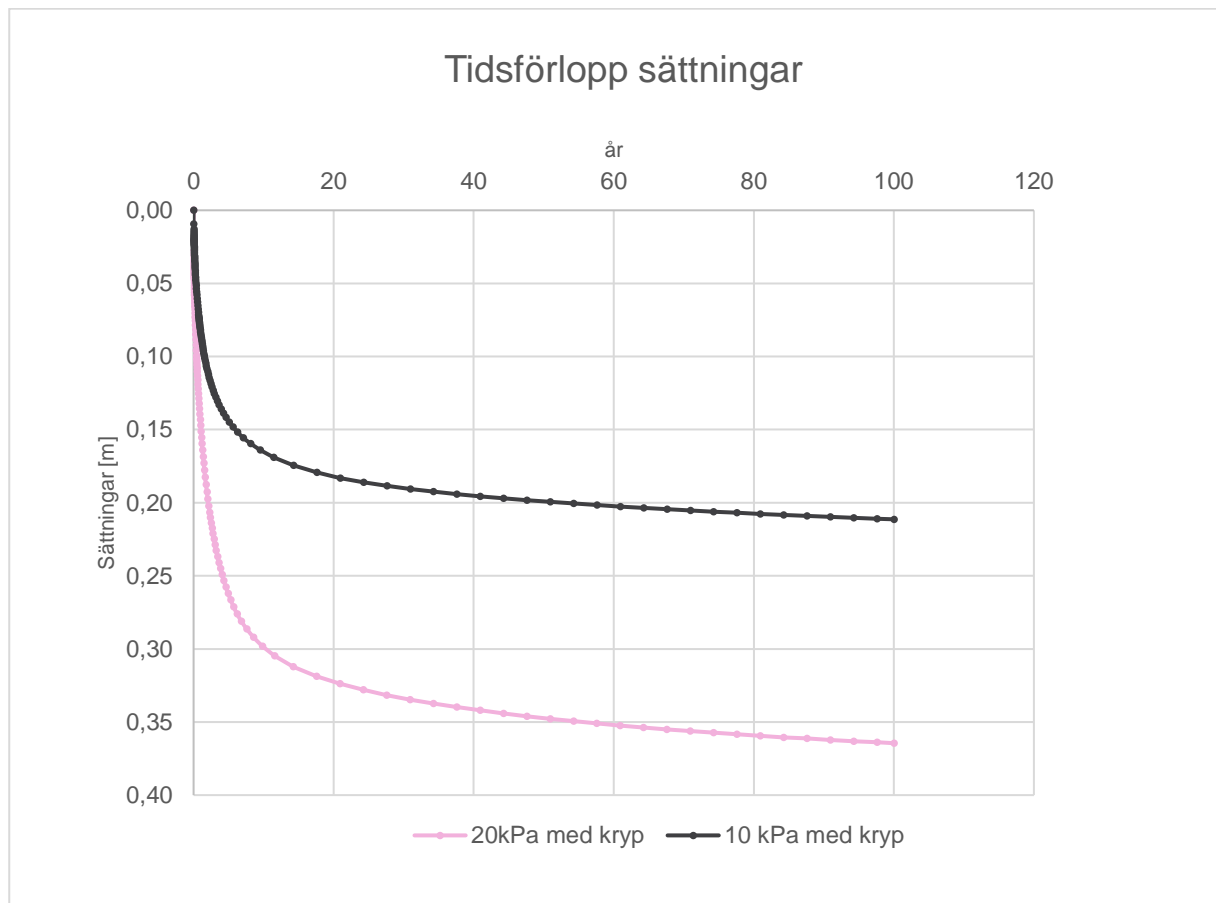


Figur 4. Spänningsituation inom undersökningsområdet, sär. S'c är förkonsolideringsspanning och s'v0 är rådande effektivspänning.

Sättningsberäkningar har utförts för att visa storleksordning av tillkommande teoretiska långtidsättningar (inklusive krypsättningar) vid några olika tillskottslaster. Lasten har antagits jämnt fördelad utan lastspridning mot djupet,

vilket motsvarar exempelvis uppfyllningar, byggnader som grundläggs på hel bottenplatta eller storskalig grundvattensänkning. Utbredd last om 10 kPa motsvarar ca 0,5m uppfyllning, byggnad i ett våningsplan eller 1m grundvattensänkning.

En sammanställning av beräkningsmässiga sättningar efter 100 år och tidsförlopp för sättningarnas utveckling redovisas i Figur 5. Stora sättningar som pågår under lång tid kan förväntas även av små tillskottslaster.



Figur 5. Tidsförlopp sättningar.

10 Stabilitet

Området är relativt plan och är stabilt för befintliga förhållanden. Stabilitetsförhållandena förändras vid skapade nivåskillnader som uppfyllningar eller schakter. I aktuellt projekt är schakt för eventuell källarvåning det kritiska momentet stabilitetsmässigt och har därför studerats med översiktliga beräkningar för att bedöma risk för påverkan på kringliggande anläggningar.

Stabilitetsberäkningar har utförts med programvaran GeoStudio Slope/W2021 med beräkningsmetod Morgenstern-Price. Beräkningarna (odränerad och kombinerad analys) har utförts med karakteristiska parametrar.

Översiktliga beräkningar har utförts enligt förutsättningarna nedan

- Schaktdjup 3 meter under befintliga markyta.
- Trafiklast 20 kPa med säkerhetsavstånd 1 meter från slänkrön.
- Slänlutning 1:1,5.
- Avstånd ca 30 m mellan slänkrön och befintliga spårväg, med trafiklast 40 kPa (sannolikt något överskattad)

Resultatet från beräkningarna redovisas grafiskt i Bilaga 1. Beräkningarna visar att schakt kan utföras med tillfredsställande stabilitet till ca 3 m djup med slänter i lutning 1:1,5, förutsatt att utrymme finns. Slänkrönet kan belastas med trafiklast om 20 kPa med begränsad utbredning, motsvarande exempelvis byggtrafik. Mot befintlig väg i söder krävs sannolikt stödkonstruktion av utrymmesskäl. Den kritiska glidytan sträcker sig ca 10 m bakom slänkrön och kommer inte påverka befintlig spårväg ca 30 m från planerad byggnad.

Stabiliteten för schakter och uppfyllnader behöver beaktas i projekteringskedet med kompletterande stabilitetsberäkningar för aktuella nivåer och lastfall.

11 Slutsatser och rekommendationer

11.1 Grundläggning byggnad

Med rådande förhållanden ska förutsättas att byggnader grundläggs med pågrundläggning och fribärande golv. Med hänsyn till de stora jorddjupen kan mantelburna pålar vara fördelaktigt.

Grundvattennivån ligger ca 5 m under befintlig marknivå, vilket innebär att källarvåning kan utföras dränerad utan att påverka rådande grundvattenförhållanden i området.

Lättare komplementbyggnader som inte är sättning känsliga kan grundläggas ytligt på plattor.

11.2 Markarbeten och höjdsättning

Uppfyllningar från befintliga nivåer bör undvikas för att undvika stora marksättningar och differenser mellan mark och pålade konstruktioner. Uppfyllningar i närhet av befintliga ytgrundlagda konstruktioner riskerar också att orsaka sättningar i dessa.

Vid uppfyllningar krävs geotekniska förstärkningsåtgärder, som exempelvis lastkompensation med lättfyllning. Sättningar bedöms pågå i området idag och möjligen kan åtgärder krävas vid anslutningar till den pålade byggnaden även om befintliga marknivåer behålls, beroende på kravställning avseende sättningsskillnader.

Om möjligt skulle en sänkning av befintliga marknivåer vara mest gynnsamt för området, eftersom leran i dagsläget inte är helt konsoliderad för rådande låga belastning.

Översiktliga stabilitetsberäkningar tyder på att schakt för källarvåning kan utföras med slänter förutsatt att utrymme finns. Stödkonstruktion kan krävas av utrymmesskäl mot exempelvis Ljuragatan i söder. Stabiliteten måste kontrolleras i projekteringskedet när nivåer är fastställda.

11.3 Dagvattenhantering

Förutsättningar för infiltration av dagvatten är begränsade eftersom jorden utgörs av lågpermeabel lera. Förutsättningar för fördröjningsmagasin är dock förhållandevis god eftersom grundvattennivån är låg. Det föreligger till exempel inte risk för hydraulisk bottenuppträckning vid schakter.

11.4 Risker

11.4.1 Geotekniska risker

Geotekniska risker är främst sättningar vid eventuella uppfyllningar, där det finns risk för både besvärande sättningsdifferenser mot pålade konstruktioner och deformationer i befintliga ytgrundlagda konstruktioner om inte åtgärder vidtas.

Släntstabilitet vid schakter måste beaktas i projekteringen. Schakt för källarvåning i planerat byggnadsläge riskerar inte att påverka stabiliteten för befintlig spårväg eller befintliga byggnader. Dock kan eventuella djupare schakter närmre befintliga konstruktioner innebära risk för deformationer.

Massundanträngande pålar innebär deformationer och risk för omgivningspåverkan. Omfattningen av pålning för aktuell byggnation är dock förhållandevis liten och i kombination med avstånd till befintliga konstruktioner bedöms risken relativt låg.

Det mäktiga lagret av lösare silt och sand under leran kan vara besvärligt vid drivning av slagna pålar och orsaka falska pålstopp och fjädrande jord, som påverkar pålningens framdrift. Också med hänsyn till stora djup till fast botten kan det vara fördelaktigt både ekonomiskt och tidsmässigt att välja fler kortare pålar med lägre bärförmåga än att driva pålarna till större djup för högre bärförmåga.

En geoteknisk risk kopplat till den låga grundvattennivån är risken för skador i kringliggande byggnader som är grundlagda på träpålar. Träpålar ska vara i syrefri miljö under grundvattennivån för att undvika nedbrytning och röta. Med tanke på den låga grundvattennivån är träpålarna sannolikt redan skadade. Risken är dock övergripande och är oberoende av planerad exploatering i aktuell detaljplan.

I byggskedet finns risk för omgivningspåverkan från vibrationer i samband med vibrerande arbeten. Lera är vibrationskänslig och vibrationer kan spridas relativt långt från källan, vilket innebär att risk för påverkan på kringliggande byggnader och anläggningar måste beaktas.

Det finns risk för vibrationer från spårvägen som kan ge upphov till komfortvibrationer i planerad byggnation.

11.4.2 Hydrogeologiska risker

Ytan är redan idag till stor del hårdgjord och planerad exploatering bedöms inte innebära någon förändring av de hydrogeologiska förhållandena. Pålning innebär att en tillfällig kommunikation skapas mellan markytan och det vattenförande undre grundvattenmagasinet. Leran tätar dock fort utmed pålarna och förutsättningar för en uppåtriktad vattentransport saknas i och med grundvattnets låga trycknivå.

Grundvattennivån är förhållandevis låg i området redan idag vilket innebär att planerade byggnationer kan utföras utan att påverka grundvattennivån, såväl temporärt som permanent. Grundvattnets trycknivå och lerans egenskaper tyder dock på att grundvattennivån redan är påverkad av tidigare byggnationer i området.

11.1 Fortsatt utredningsbehov

Kompletterande undersökningar behövs för dimensioneringsunderlag för pågrundläggning.

Stabilitetskontroller för eventuella djupare schakter ska utföras i projekteringskedet för aktuella schaktdjup och belastningar.

Långtidsmätningar av grundvattennivån rekommenderas för att utreda de naturliga årstidsvariationerna, vilket kan ge en bättre uppskattning av pågående sättningar inom planområdet.

Risikanalyser avseende omgivningspåverkan från vibrationer ska upprättas och även omfatta kontrollprogram för mätningar och besiktningar. Vid känsliga intilliggande anläggningar, exempelvis spårvägen, ska kontroller omfatta både sättnings- och vibrationsmätning.

Påverkan från vibrationer från spårvägen bör utredas inför projektering för att anpassa konstruktionen med hänsyn till vibrationer.

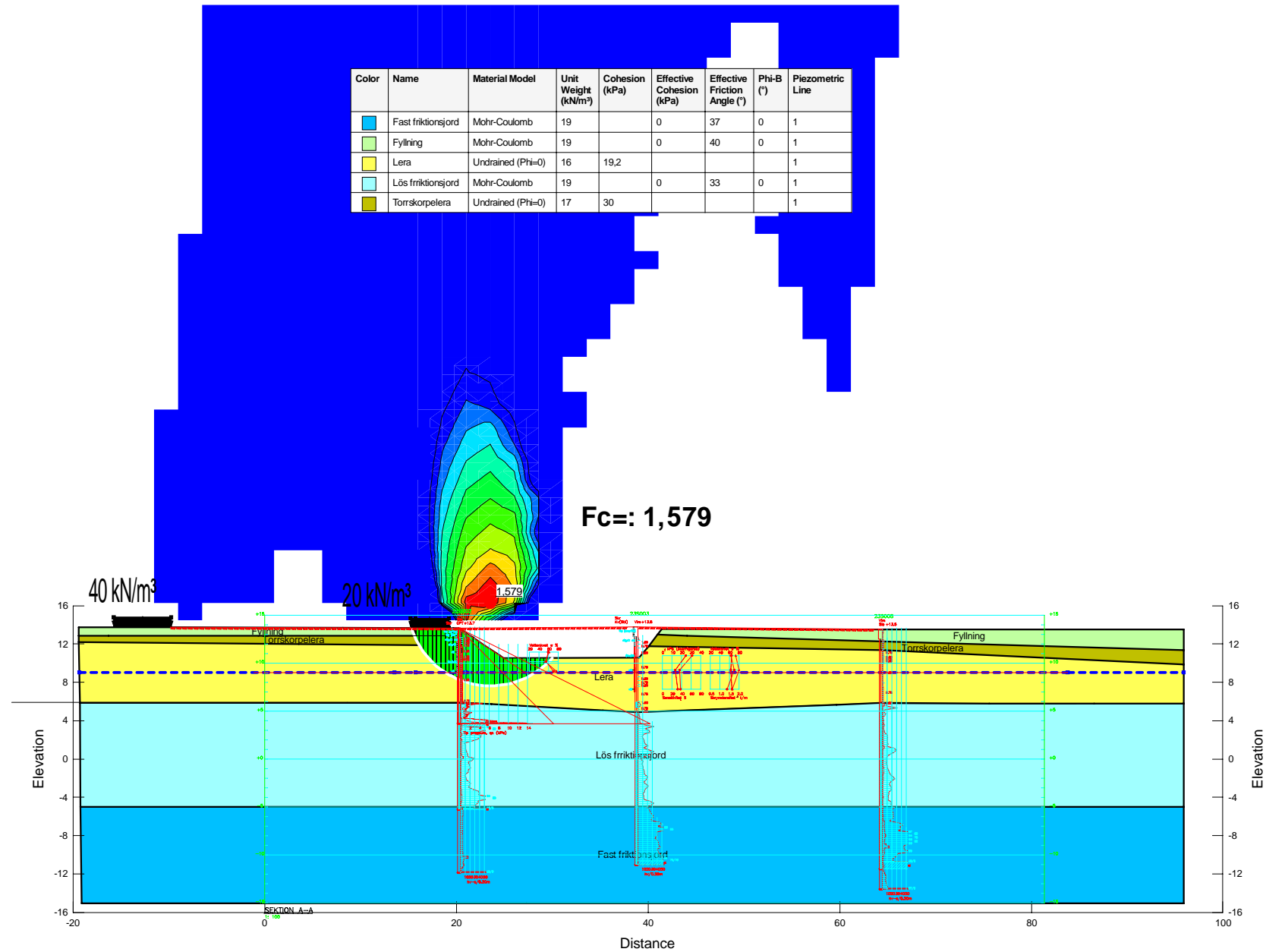
Bilaga 1.1

Odränerad analys

Schakt för källavåning, djup 3 m
Släntlutning 1:1.5

Norrköpings Kommun
Kardusen 12, Norrköping
30050904

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19		0	37	0	1
Green	Fyllning	Mohr-Coulomb	19		0	40	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	16	19.2				1
Cyan	Lös friktionsjord	Mohr-Coulomb	19		0	33	0	1
Brown	Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17	30				1



Bilaga 1.2

Kombinerad analys

Schakt för källavåning, djup 3 m
Släntlutning 1:1.5

Norrköpings Kommun
Kardusen 12, Norrköping
30050904

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	37						0	1
Green	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	40						0	1
Yellow	Lera_komb	Combined, S=f(depth)	16		30	0	0	19.2	1	0,1		1
Cyan	Lös friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	33						0	1
Orange	Torrskorpelera_Komb	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	30	1	0,1		1

