



Lidköping kommun

Kv Sandstenen

PM Geoteknik

Stabilitetsberäkningar

Datum: 2024-04-19	Rev:	Uppdragsnummer: 5001862
Upprättad av: Anton Laitila		
Granskad av: Håkan Rosén		

INNEHÅLL

1	ADMINISTRATIVA UPPGIFTER	3
2	BAKGRUND OCH SYFTE.....	3
3	UNDERLAG	4
4	MARKFÖRHÅLLANDENA.....	4
4.1	TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET	4
4.2	JORDLAGERFÖLJD	5
4.3	GRUNDVATTEN	5
5	STABILITETSFÖRHÅLLANDEN	6
5.1	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	6
5.2	PROGRAMVARA	6
5.3	STYRANDE DOKUMENT.....	6
5.4	BERÄKNINGSSEKTIONER	6
5.5	STABILITETSKRAV	7
5.6	LASTER	7
5.7	PORTRYCK	7
5.8	VALDA VÄRDEN FÖR MATERIALPARAMETRAR	8
5.9	ÖVRIGA ANTAGANDEN/FÖRUTSÄTTNINGAR	10
5.10	RESULTAT	10
6	SLUTSATSER	11

1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Objekt: Kv Sandstenen

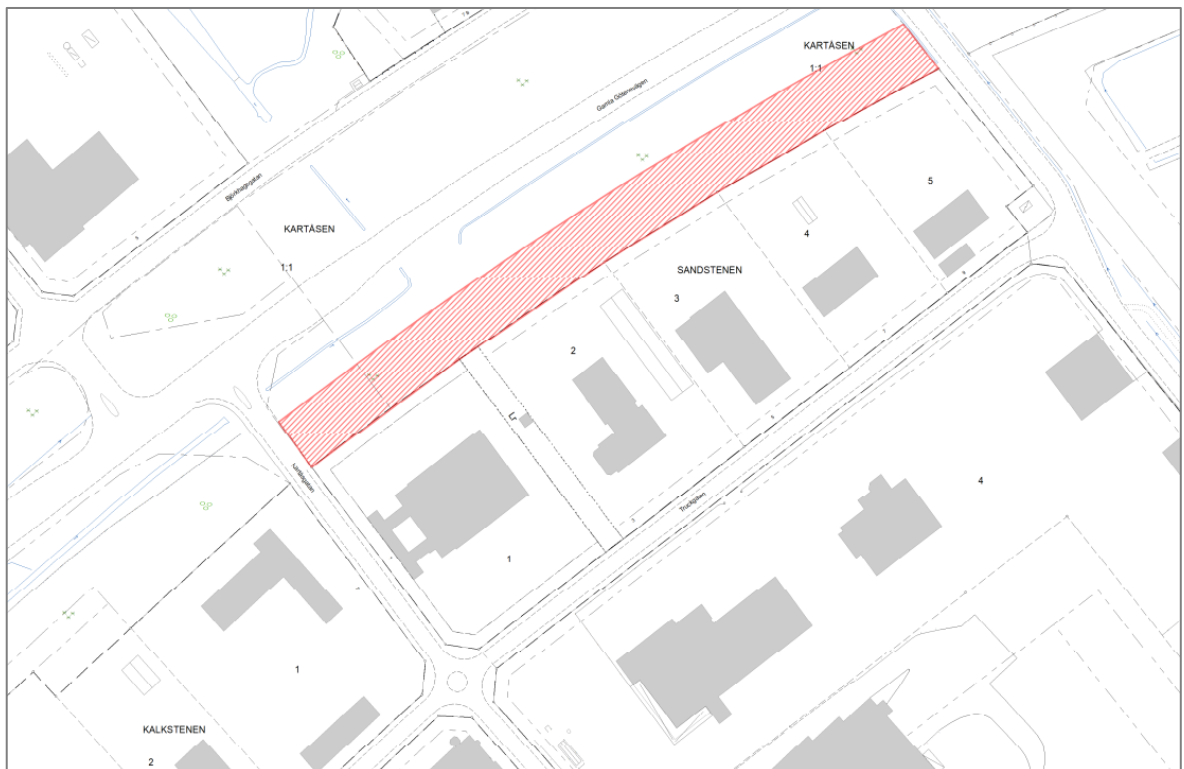
Beställare: Lidköpings kommun

Kontaktperson beställare: Erik Alnemar

Vår kontaktperson: Anton Laitila, Geotekniker Mitta AB

2 BAKGRUND OCH SYFTE

Mitta AB har på uppdrag av Lidköpings kommun utfört en stabilitetsutredning vid kv Sandstenen i Kartåsens industriområde i samband med en detaljplaneändring. Ändringen avser att utöka verksamhetsmark mot en bäck (Brantabäcken) och syftet med utredningen är att klarlägga hur nära bäcken byggnation kan ske utan att det uppstår stabilitetsproblem. På området planeras en industribyggnad grundläggas. I Figur 1 framgår en situationsplan över aktuellt område. I föreliggande PM redogörs utförda stabilitetsberäkningar, beräkningsförutsättningar samt slutsatser.



Figur 1. Situationsplan med ungefärlig utökad verksamhetsmark daterad 2024-02-27

3 UNDERLAG

Inga kompletterande geotekniska fältundersökningar har utförts i samband med denna utredning.

Inom kvarteret finns en tidigare undersökning utförd 1985 som huvudsakligen nyttjats för framtagande av jordmodell:

- Geoteknisk undersökning, rapport, Kv Sandstenen, Kartåsen, daterad 1985-03-08, Arbetsnr. 85.008, Civilingenjör Bo Alte AB

Utöver handling ovan finns flertal undersökningar och utredningar utförda vid Kartåsens industriområde i olika tidsperioder, dock utanför aktuellt område. Resultaten från dessa har framför allt beaktats vid utvärdering av materialegenskaper. Huvuddelen av tidigare undersökningar som nyttjats vid denna utredning har sammanställts i följande MUR/PM:

- Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geo), Del av Kartåsen 1:1, Lidköpings kommun, daterad 2018-12-15, upprättad av Bohusgeo AB
- Projekterings-PM/Geoteknik, Kartåsen, Lidköpings kommun, daterad 2019-04-16, upprättad av Bohusgeo AB.
- Geoteknisk undersökning, kombinerad MUR och PM, Skiffern 1, daterad 2024-04-19, Mitta AB.

Följande övriga underlag har även nyttjats:

- Situationsplan, Sandstenen, daterad 2024-02-27, erhållen av Lidköpings kommun 2024-03-18.
- Grundkarta i dwg-format, erhållen av Lidköpings kommun 2024-04-05.
- Jordarts- och jorddjupskarta från SGU:s kartvisare.

4 MARKFÖRHÅLLANDENA

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Det aktuella kvarteret är beläget i nordvästra delen av Kartåsens industriområde och gränsar i sydost och sydväst mot Truckgatan respektive Kartåsgatan. I nordväst löper Ringleden parallellt med kvarteret.

Markytan inom befintligt planområde är plant med en marknivå omkring +49 (RH 2000). Markytorna består huvudsakligen av överbyggnader och hårdgjorda ytor samt en del gräsbevuxna ytor.

Planerat område med utökad verksamhetsmark är ett skogsområde som också är plant och ligger på samma höjdnivå. Parallellt, mellan skogsområdet och Ringvägen i nordväst, löper Brantabäcken. Lokalt mot bäcken lutar marken nedåt omkring 1:2 till 1:2,5. Bottennivån i bäcken ligger omkring +47, dvs en nivåskillnad omkring 2 m. Slänten är rikligt beklädd med

vegetation. Närmare botten, i höjd med vattenståndet (2024-03-27), ligger den finsandiga jorden mer exponerad.

4.2 Jordlagerföljd

Det finns fyra undersökningspunkter utförda inom kvarteret som utgör huvudsaklig grund för jordlagerbedömningen.

Jordlagerföljden består under vegetationsskiktet, ca 0,4 – 0,5 m, av:

1. silt eller finsand
2. siltig lera
3. friktionsjord vilande på berg

Djupet till fast botten eller berg har inte fastställts inom kvarteret.

Silten/finsanden har en mäktighet omkring 4-5 m, är fastare än underliggande lera samt har en vattenkvot uppgående till ca 20-30 %.

Leran återfinns ned till djup om ca 25-35 m djup under markytan. Skjuvhållfastheten är som lägst i överkant, dvs direkt under silten, med värden omkring 12 kPa, och ökar därefter med djupet till som mest ca 60 kPa. Vattenkvoten varierar mellan 45 – 55 %. Konflytgränsen är något högre med värden mellan 50 – 60 %. Sensitiviteten varierar mellan ca 20 – 40, dvs leran är mellan- till högsensitiv. Utförda ödometerförsök indikerar att lera inledningsvis är normalkonsoliderad (OCR ca 1,0) och några meter djupare svagt överkonsoliderad med ca 20 kPa.

4.3 Grundvatten

Utgående från tidigare mätningar av portryck i punkter belägna öster om aktuellt område, bedöms grundvattenytan ligga omkring 1,5 – 2 m under markytan vid torrperioder och ca 0-0,5 m under nederbördsrika perioder.

5 STABILITETFÖRHÅLLANDEN

5.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Beräkningar är utförda för permanentskedet, i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

5.2 Programvara

Stabilitetsberäkningarna har utförts med programmet SLOPE/W 2021. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.

I de aktuella analyserna har plana (block) och cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod. Beräkningarna har utförts med dränerad och kombinerad analys. Inga tredimensionella effekter är medtagna i beräkningarna.

5.3 Styrande dokument

Stabilitetsberäkningar har utförts med stöd av:

- TK Geo 13, Publikationsnr. 2013:0667, version 2.0
- TR Geo 13, Publikationsnr. 2013:0668, version 2.0
- IEG Rapport 4:2010, Tillståndbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar

5.4 Beräkningssektioner

Stabiliteten har analyserats i två sektioner som är orienterade i sydöstlig/nordvästlig riktning och sträcker sig från kvarteret och korsar Brantabäcken i nordväst, se översiktskarta i Figur 2. Sektionerna bedöms vara representativa för hela kvarteret då likartade geometrier och jordlagerförhållanden råder längs hela slänten.



Figur 2. Planritning med valda sektioner för stabilitetsberäkningar.

5.5 Stabilitetskrav

Stabilitetsberäkningar har utförts med odränerad och kombinerad analys enligt IEG Rapport 4:2010. Beräkningar är utförda för planläggning med status detaljerad utredning, vilket innebär att erforderlig säkerhetsfaktor ska uppgå minst inom spannet $F_c \geq 1,7 - 1,5$ vid odränerad analys och $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ vid kombinerad analys.

I detta fall har värden i mitten av spannet valts, dvs på $F_c \geq 1,6$ för odränerad analys respektive $F_{komb} \geq 1,45$ för kombinerad analys. Detta val är baserat på ett antal olika gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer. Dessa redogörs i Tabell 1.

Tabell 1. Värdering av erforderlig säkerhetsfaktor utgående från gynnsamma och ogynnsamma faktorer.

Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Begränsad utbredning av skred	Risk för människoliv och stor ekonomisk skada
Ej kvicklera	Högsensitiv lera
Riklig vegetation, små tecken på erosion	Kohesionsjord
Små variationer i yta, jordlagerföljd och hållfasthet	Inga vidimerande fält- och laboratorie undersökningar har utförts
Välkänd geometri	Känslighetsanalys ej utförd
Tvådimensionell analys	Avancerade laboratieförsök saknas

5.6 Laster

En utbredd last på 30 kPa har placerats på markytan som motsvarar ca 1,5 m uppfyllning med friktionsjord alternativt en flervåningsbyggnad (ca 2-3 plan). Lastens avstånd från bäcken har anpassats till dess att erforderlig säkerhetsfaktor uppnåddes.

5.7 Portryck

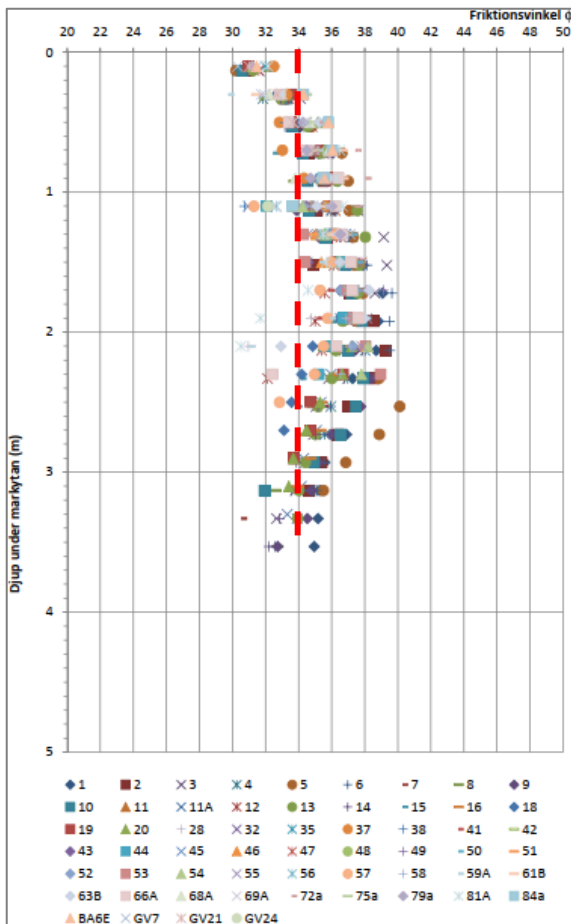
Grundvattennivån antas vara belägen ca 0,5 m under befintlig markyta. En hydrostatisk portrycksprofil har valts. Vattennivån i bäcken antas i beräkningarna ligga på samma nivå som bäckbotten, dvs bäcken är helt dränerad. Detta är det dimensionerande fallet och bedöms vara på säker sida. Sannolikt råder ej en säsongsmässigt hög grundvattennivå på tomten samtidigt som bäcken är helt dränerad med tanke på den höga genomsläppligheten i finsanden.

5.8 Valda värden för materialparametrar

Valt värde för finsanden/siltens tunghet antas, med stöd av Tabell 5.2-1 i TK Geo 13, uppgå till 19 kN/m^3 .

Valt värde, utifrån härledda värden, för finsanden/siltens hållfasthet i form av friktionsvinkel: $\phi' = 34^\circ$, se Figur 3.

Inga undersökningar för utvärdering av finsanden/siltens hållfasthet har utförts i direkt närhet till kvarteret. Härledda värden gäller för planområdet Kartåsen 1:1 men bedöms som representativa för nu aktuellt område.



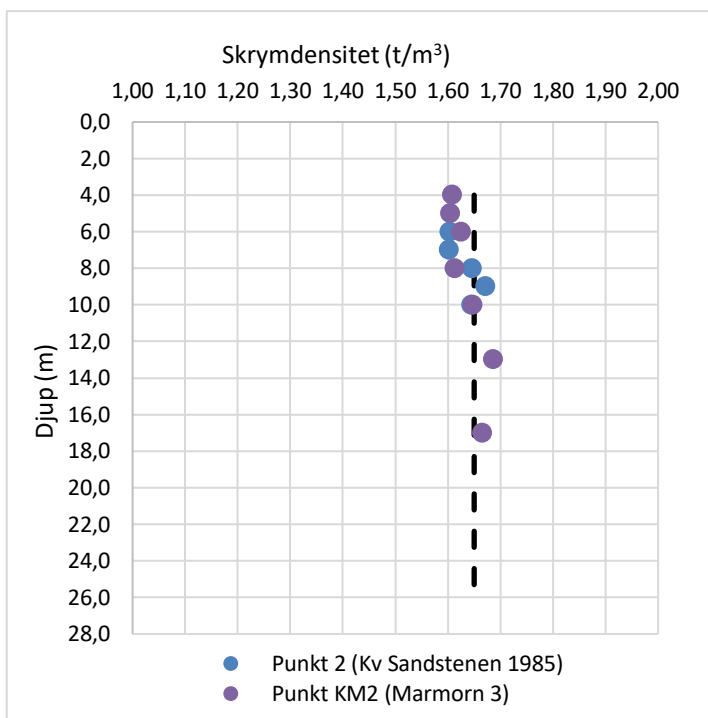
Figur 3. Härledda värden på friktionsvinkel, från Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geo), Del av Kartåsen 1:1.

Valt värde, utifrån härledda värden, för lerans skrymdensitet: $\rho = 1,65 \text{ t/m}^3$, se Figur 4.

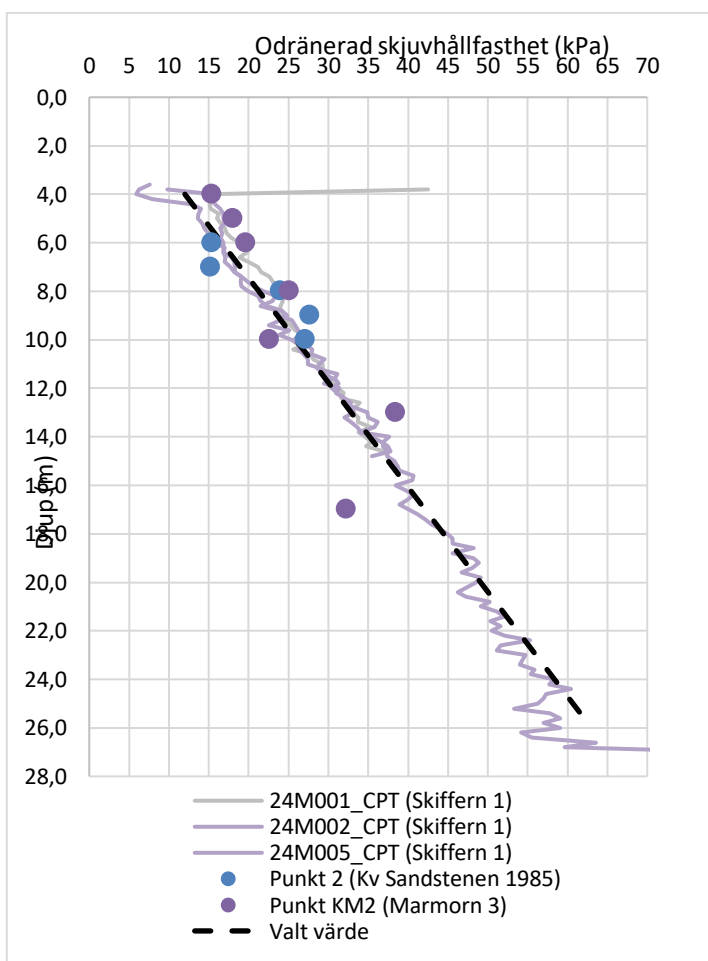
Valt värde, utifrån härledda värden, för lerans odränerade skjuvhållfasthet: $c_u = 12 + 2,32 \cdot z$, se Figur 4.

Vid betraktande av dränerade brott i lera (kohesionsjord) har följande parametrar använts:

- $\phi' = 30^\circ$
- $c' = 0,1 \cdot c_u$ (där c_u är karakteristisk odränerad skjuvhållfasthet)



Figur 4. Härledda värden på skrymdensitet och skjuvhållfasthet.



Figur 5. Jämförelse mot härledda värden på odränerad skjuvhållfasthet från Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geo), Del av Kartåsen 1:1.

I Tabell 1 redogörs en sammanställning av valda materialparametrar för stabilitetsberäkningarna.

Tabell 2. Valda materialparametrar för stabilitetsanalys, karakteristiska värden.

Jordlager	Materialegenskap	Karakteristiskt värde, X_k
Finsand/silt	Tunghet, γ Friktionsvinkel, ϕ'	19 kN/m ³ 34°
Siltig lera	Tunghet, γ Friktionsvinkel Odränerad skjuvhållfasthet, c_u Kohesionsintercept, c'	16,5 kN/m ³ 30° 12+2,32*z där z=0 vid ök lera (ca 4 m u my) 0,1*c _u

5.9 Övriga antaganden/förutsättningar

Nedan listas övriga antaganden för stabilitetsberäkningarna:

- Beräknade glidytor har begränsats till att ligga som närmast 2 m under markytan.
- Friktionsvinkeln på silten/finsanden är baserad på spetstryck från CPT-sonderingar utförda för detaljplan del av Kartåsen 1:1, som ligger utanför aktuellt kvarter.
- Siltens/finsandens tunghet antas utifrån empiri uppgå till 19 kPa enligt Tabell 5.2-1 i TK Geo 13.
- Befintliga marknivåer i beräknade sektioner är hämtade från nivåkurvor hos grundkarta.

5.10 Resultat

Stabilitetsberäkningarna redogörs i sin helhet i Bilaga 1.

Under beräkningsprocessen har lasten motsvarande framtida bebyggelse placerats på olika avstånd från slänten ned mot bäcken till dess att erforderlig stabilitet uppnåddes. Säkerhetsavståndet blev 3 och 7 m i sektion A-A respektive sektion B-B.

6 SLUTSATSER

Stabiliteten i området är tillfredställande. För planerad bebyggelse bedöms dock ett säkerhetsavstånd på 7 m från släntkrön vara nödvändigt, dvs ingen bebyggelse bör ske inom detta område.

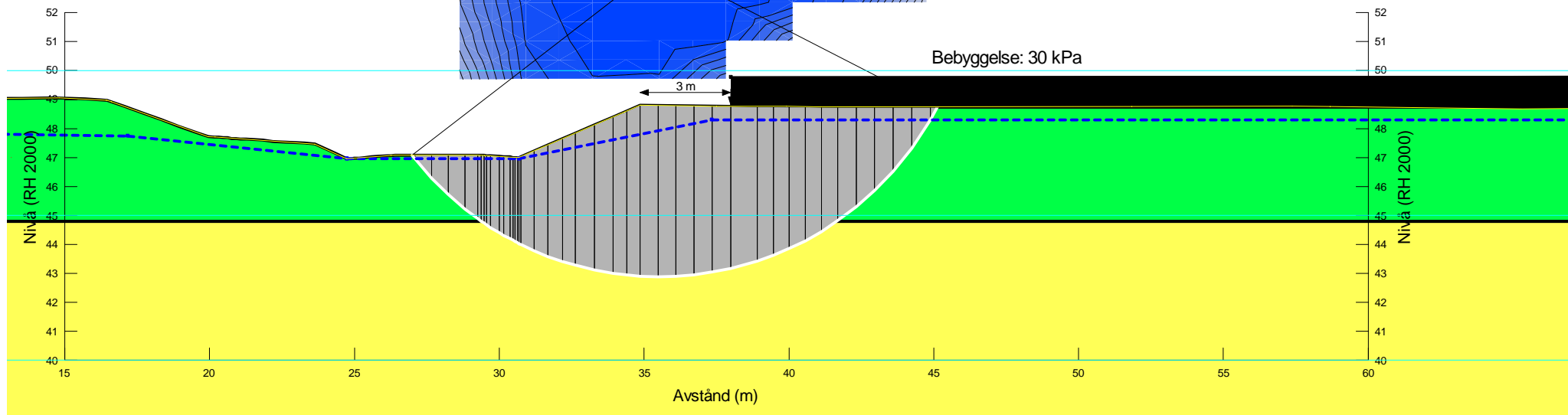
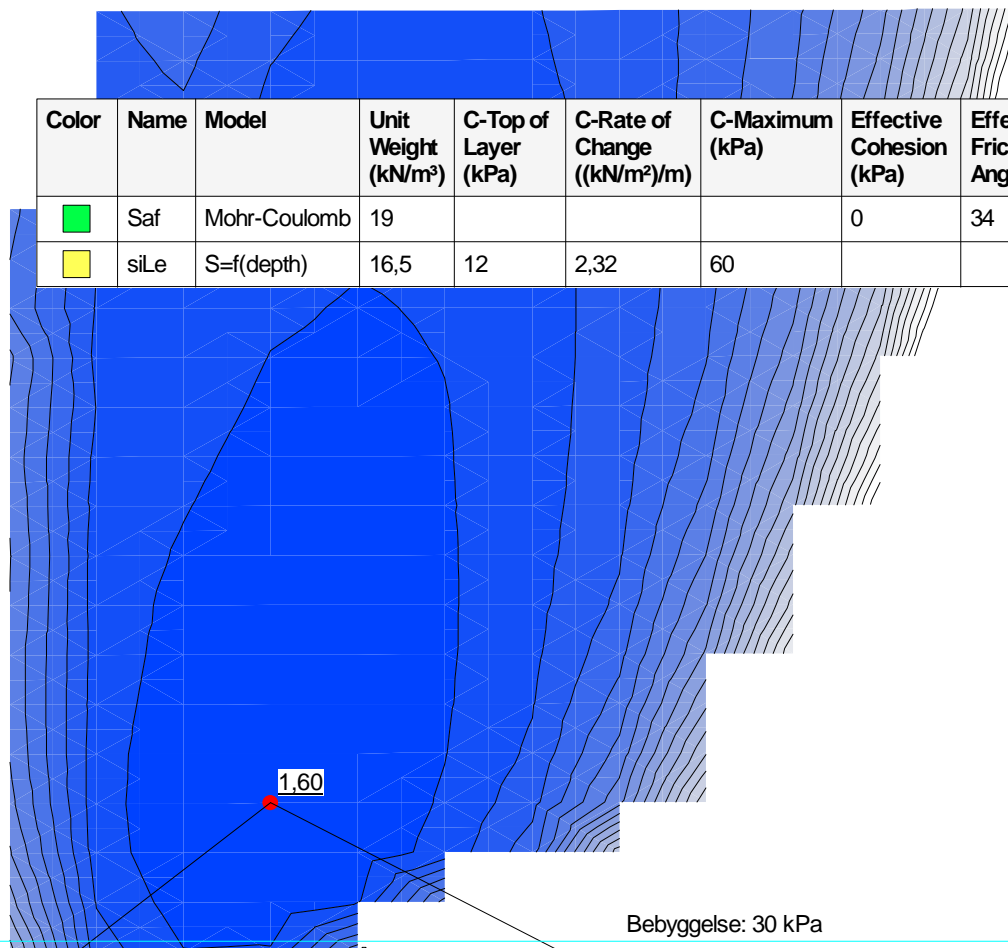
Kompletterande undersökningar har ej utförts inom kvarteret. Jordlagrens materialegenskaper är emellertid likartade i omkringliggande områden och äldre utförda undersökningar inom kvarteret överensstämmer med dessa. Värden på ingångsparametrar som laster (markuppfyllnader och bebyggelse) och portryck har även valts med antaganden som bedöms vara på säker sida.

Framtida klimatförändringar med förändrade nederbördsmonster kan innebära en mindre gynnsam portryckssituation än den nu antagna. Denna förändring bedöms emellertid ha begränsad påverkan på stabiliteten och beräknade säkerhetsfaktorer är tillräckligt höga för att ta höjd för denna risk.

Omkringliggande mark utanför planområdet, utöver den nu utredda slänten, är mycket plan. Risk för skred som sker utanför planområdet som därefter fortplantar sig och kan komma att påverka aktuellt planområde bedöms inte vara aktuellt.

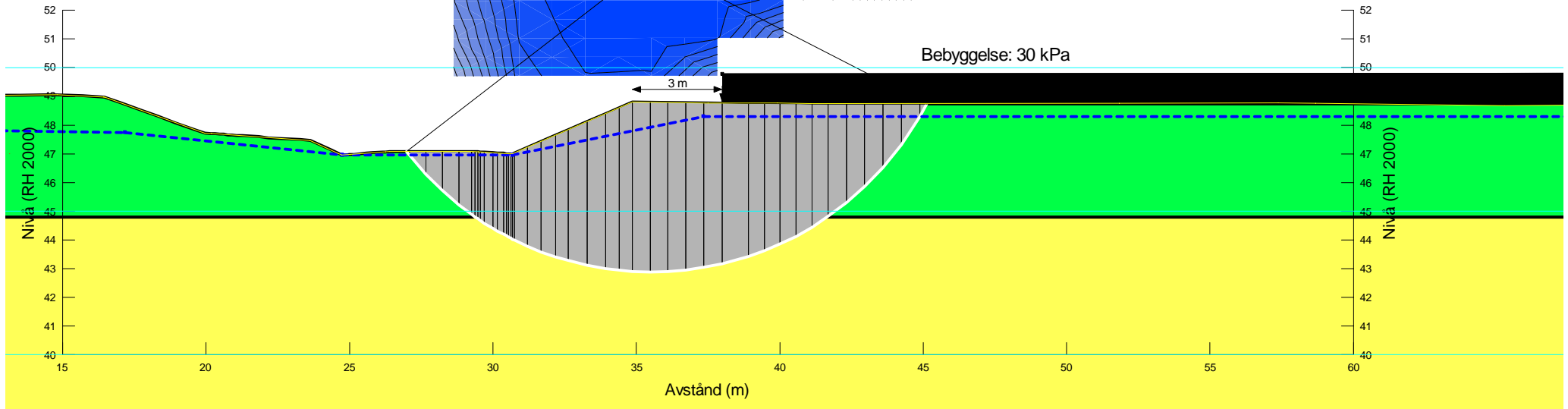
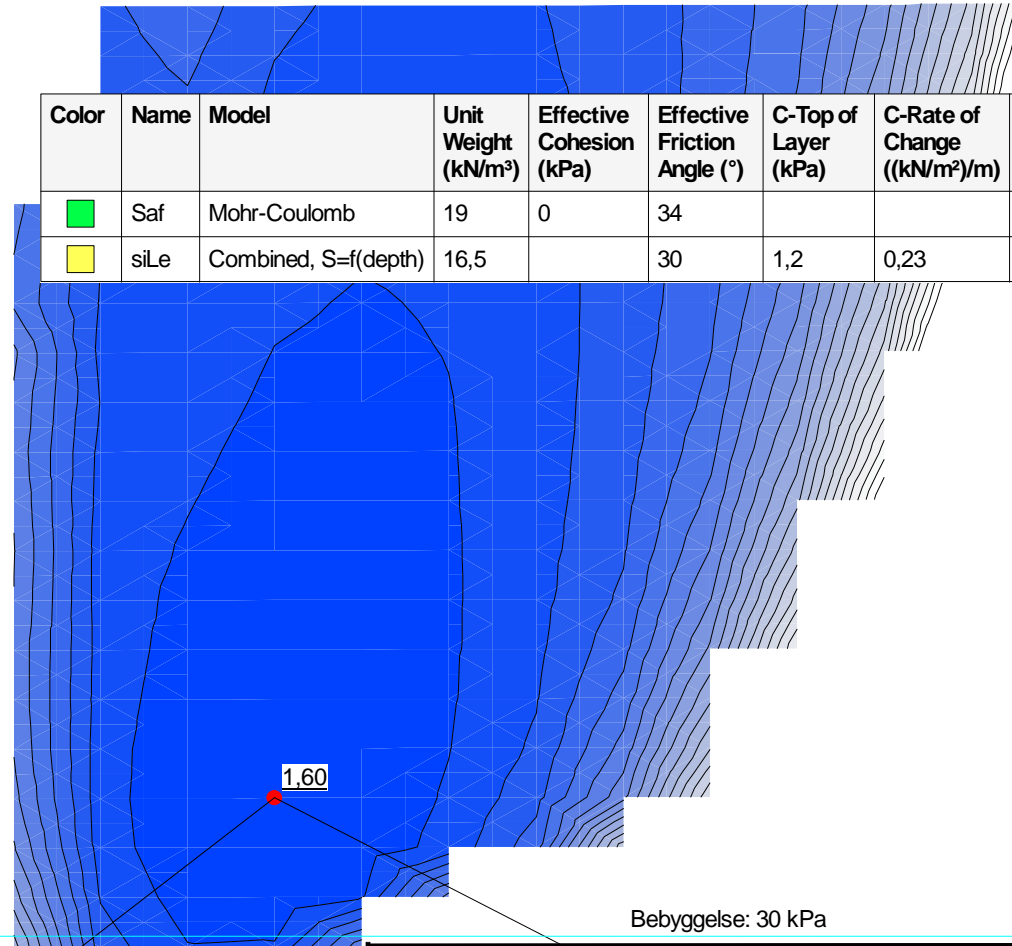
Stabilitetsberäkning
Kv Sandstenen
Odränerad analys
Karakteristiska värden
Sektion A-A

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Line
■	Saf	Mohr-Coulomb	19				0	34	1
■	siLe	S=f(depth)	16,5	12	2,32	60			1



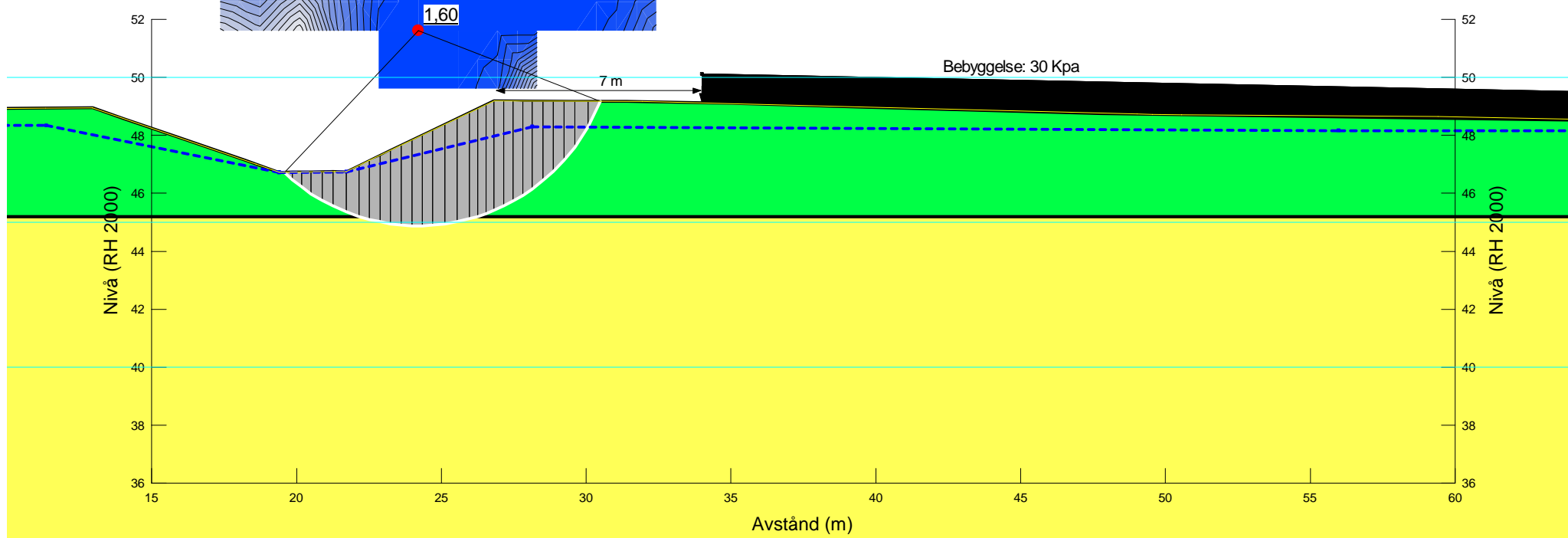
Stabilitetsberäkning
Kv Sandstenen
Kombinerad analys
Karakteristiska värden
Sektion A-A

Color	Name	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	Piezometric Line
■	Saf	Mohr-Coulomb	19	0	34						1
■	siLe	Combined, S=f(depth)	16,5		30	1,2	0,23	12	2,32	0	1



Stabilitetsberäkning
Kv Sandstenen
Odränerad analys
Karakteristiska värden
Sektion B-B

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Line
■	Saf	Mohr-Coulomb	19				0	34	1
■	siLe	S=f(depth)	16,5	12	2,32	60			1



Stabilitetsberäkning
Kv Sandstenen
Kombinerad analys
Karakteristiska värden
Sektion B-B

Color	Name	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	Piezometric Line
Green	Saf	Mohr-Coulomb	19	0	34						1
Yellow	siLe	Combined, S=f(depth)	16,5		30	1,2	0,23	12	2,32	0	1

