

Detaljplan Karlsängskolan, Nora

PM Geoteknik

Beställare
Ensucon AB

DOKUMENTNAMN: 1237-PM-01 Geoteknik

DATUM: 2024-05-10

KUND: Ensucon AB

Detaljplan Karlsängskolan, Nora

PM Geoteknik



Denna PM har tagits fram av Awer i egen regi eller på uppdrag av kund. Kundens rättigheter till rapporten är reglerat i uppdragsavtalet/ramavtalet. Om inte gäller ABK 09 i sin helhet. Tredjepart har ej rättighet att använda rapporten eller delar av denna utan Awers skriftliga samtycke om inte annat avtalats i avtal med kund. Awer har inget ansvar om rapporten eller delar av denna används till annat än avtalat, eller av andra än de Awer skriftligt har avtalat eller samtyckt till. Delar av rapportens innehåll är skyddat av upphovsrätt. Kopiering, distribution, ändring, eller annat användande av rapporten kan inte föregå utan avtal med Awer. Allt ovan enligt ABK 09 om inget annat är avtalat i uppdragsavtal/ramavtal.

01	2024-05-10	Erosionskartering och rekommendationer avseende erosion	LJ	DW
REV.	DATUM	BESKRIVNING	UTFÖRD	GRANSKAD
HANDLÄGGARE  Lukas Johansson, lukas@awer.se		GRANSKARE  Daniel Wallin, danielw@awer.se		
SÖKVÄG: \\A-Server\Awer\05 Uppdrag\2023\1237 - Bikupan 17 & 18, Nora\03-Produktion\02 Dokument\PM\1237-PM-01 Geoteknik.docx				

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 UPPDRAG OCH SYFTE	1
2 UNDERLAG	2
3 STYRANDE DOKUMENT	2
4 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	2
5 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR	2
6 MARKFÖRHÅLLANDEN	3
6.1 Topografi och ytbeskaffenhet	3
6.2 Geoteknik	6
6.3 Valda värden	6
6.4 Materialtyp och tjälfarighetsklass	6
6.5 Hydrogeologi	7
6.6 Markradon	7
6.7 Erosion	8
7 STABILITETSANALYS	11
7.1 Allmänt	11
7.2 Tillståndsbedömning	11
7.3 Säkerhetsfaktor totalstabilitet	13
7.4 Valda värden	13
7.5 Hydrogeologiska förhållanden	13
7.6 Laster och lasteffekt	14
7.7 Beräkningsresultat	14
8 SÄTTNINGSANALYS	14
9 REKOMMENDATIONER	15
9.1 Allmänt	15
9.2 Grundläggning	15
9.3 Gator och ledningar	16
9.4 Tjåldjup	16
9.5 Öppet schakt	16
9.6 Erosion	16
9.7 Sättningar	17
9.8 Stabilitet	17
9.9 Hydrogeologi	17
9.10 Markradon	18
9.11 Omgivningspåverkan	18
9.12 Arbetsmiljö	18
9.13 Kontrollprogram	18
10 VIDARE ARBETE	19
11 RÅD TILL FRAMTAGANDE AV HANDLINGAR	19

Awer Sverige AB

VAT.nr/Momsreg.nr: SE559117224101
www.awer.se



BILAGOR

Bilaga A – Valda värden

Bilaga B – Stabilitetsberäkningar

1 UPPDRAG OCH SYFTE

Nora kommun avser att på del av fastigheterna Bikupan 17 & 18 i centrala Nora att upprätta en ny detaljplan. Detaljplanen planeras möjliggöra byggnationerna av en ny skola, bostäder och idrottshall. Undersökningsområdet omfattar ca 4,5 hektar och angränsar Parkgatan i väst, Borgmästargatan i norr, Skolgatan i öst och Hagbyån i söder. Se Figur 1-1 för flygfoto över undersökningsområdet.



Figur 1-1 – Flygfoto över undersökningsområdet markerat i rött. Beläget i centrala Nora (Lantmäteriet, 2024).

Awer Sverige AB har på uppdrag av Ensucan AB utfört en geoteknisk undersökning för rubricerat objekt.

Denna handling är PM Geoteknik, som är en analys av det geotekniska underlag som erhållits efter fältgeotekniska och hydrogeologiska undersökningar på del av fastigheterna Bikupan 17 och 18 inför vidare arbete med ny detaljplan. Undersökningar presenteras i tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR/GEO).

Följande handling är revidering 1, vilket är en komplettering med erosionskartering i fält samt rekommendationer avseende erosion i vidare arbete.

Blivande anläggningar och infrastrukturs placeringar, storlek och nivå på FG (laståverkan) är ej fastställda vid framtagande av denna PM Geoteknik.

2 UNDERLAG

Som underlag till denna rapport och redogörelse har Awer Geoteknik använt följande underlag:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR/GEO), Detaljplan Karlsängskolan, Nora – Awer Sverige AB, daterad 2024-03-15
- Kartunderlag i dwg-format – Samhällsbyggnad Bergslagen, erhållet 2024-01-16
- Ledningsritningar – Ledningskollen.se, hämtat januari 2024
- Jordarts och jorddjupskartor – SGU.se, hämtat 2024-03-06
- Geoteknisk undersökning för yrkesskola i Nora – Civilingenjör Carl G. Ekman, daterad 1961-02-13
- Besiktning av provgrop vid Karlsängskolan i Nora – Civilingenjör Carl G. Ekman, daterad 1964-10-20
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Nora södra stadskärna – WSP, daterad 2011-03-22
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Nya Karlsängskolan, Nora – Structur, daterad 2019-12-17

3 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till Eurocode 7 (SS-EN 1997-1) med tillhörande nationella bilagor, tillämpningsdokument och Boverkets författningssamling.

Följande övriga styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- *TK Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0667, version 2.0) -Trafikverket*
- *TR Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0668, version 2.0) -Trafikverket*
- *AMA Anläggning 23 - Svensk Byggtjänst*
- *Skydd mot skada genom ras (AFS 1981:15), föreskrifter - Arbetsmiljöverket*
- *Schakta säkert – Svensk Byggtjänst och Statens geotekniska institut/SBUF*
- *Radonboken, förebyggande åtgärder i nya byggnader*

4 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Analys och planerad konstruktion arbetar utifrån geoteknisk kategori 2 (GK2).

5 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR

Inom området finns idag byggnader och anläggningar tillhörande Karlsängskolan och Nora idrottshall och simhall. Ledningar finns belägna inom och i anslutning till undersökningsområdet, men redovisas ej i föreliggande PM Geoteknik.

Det kan finnas spår av tidigare grundläggning i läge av parkeringen i undersökningsområdets centrala del, se Figur 5-1. Under fältarbetet av denna geotekniska undersökning tog sonderingar i parkeringsytan stopp vid ca 0,4 m djup under markytan mot förmodat fundament från tidigare grundläggning, se tillhörande MUR/GEO. Spår av tidigare grundläggningar ska alltid undersökas i detalj före byggstart.



Figur 5-1 – Flygfoto över undersökningsområdet från ca 1955 – 1967 till vänster och nutid till höger (Eniro, 2024).

6 MARKFÖRHÅLLANDEN

6.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet består idag av befintliga Karlsängskolan, Nora Idrottshus & simhall samt tillhörande parkeringsytor och vägar. Utöver exploaterad mark består ytbeskaffenheten av gröna ytor med enstaka träd och buskar. Topografin är plan där marknivåerna hos nu utförda punkter inom undersökningsområdet varierar mellan +85,6 och +86,9. Högsta nivån är beläget i norra delen av undersökningsområdet och den lägsta i södra.

Söder om undersökningsområdet rinner Hagbyån i västlig-östlig riktning. Växtlighet i form av träd och buskar klär slänterna längs ån.

Figur 6-1, Figur 6-2 och Figur 6-3 visar en generell översikt av undersökningsområdet.



Figur 6-1 – Översiktspild över norra delen av undersökningsområdet, bild tagen från Borgmästargatan med riktning söder (Google, 2019).

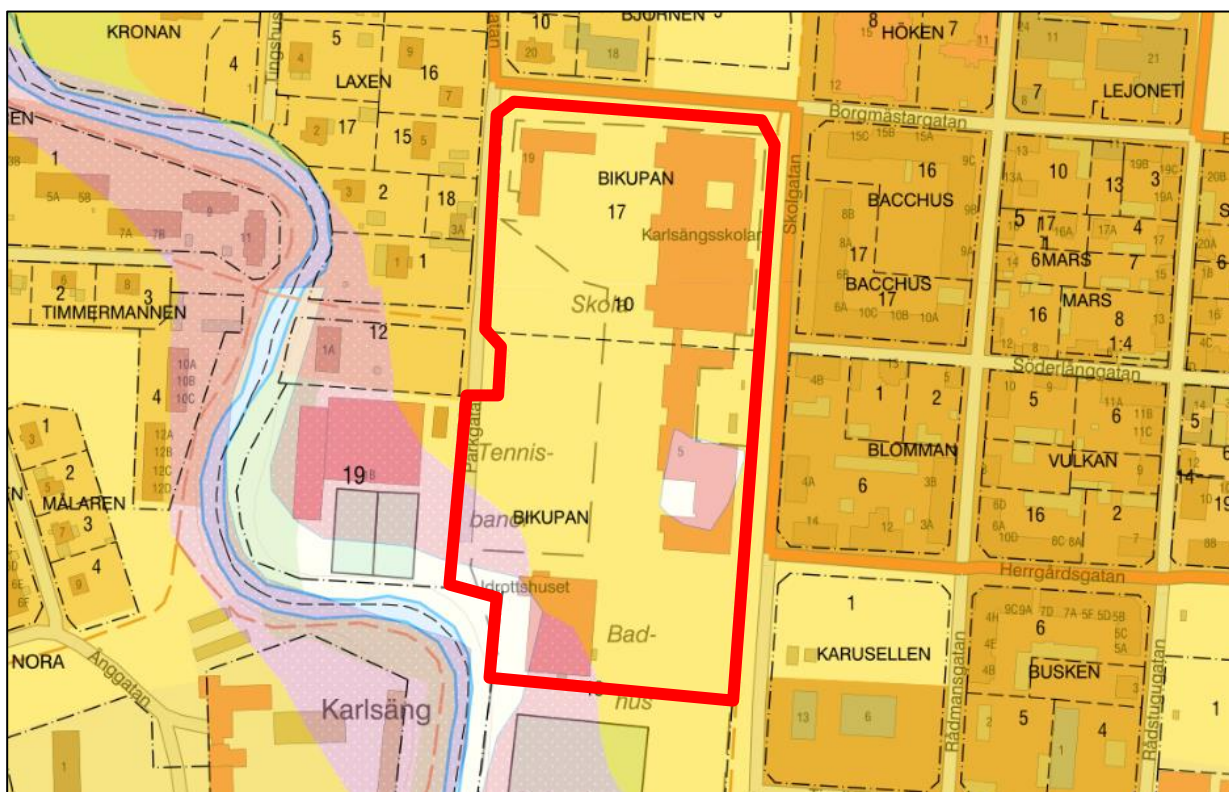


Figur 6-2 – Översiktspild över centrala delen av undersökningsområdet, bild tagen från Parkgatan med riktning öster (Google, 2019).



Figur 6-3 – Översiktsbild över södra delen av undersökningsområdet, bild tagen från Parkgatan med riktning söder. Höger i figuren ses träd som går längs Hagbyån (Google, 2019).

Figur 6-4 nedan visar jordartskartan från SGU genom Lantmäteriets kartverktyg. Kartan visar att jordlagerföljden inom majoriteten av undersökningsområdet består av glacial lera (gul färg) följt av svämsediment (rosa färg, vita prickar) längs Hagbyån. Jorddjupen till berg varierar mellan 5 och 10 m enligt SGU:s jorddjupskarta.



Figur 6-4 – Översikt av ytbeskaffenhet inom undersökningsområdet (Lantmäteriet & SGU, 2024).

6.2 Geoteknik

Baserat på nu utförda undersökningar bedöms jordprofilen generellt bestå av fyllning ovan naturligt lagrad lera och friktionsjord på berg.

Fyllnadsmaterialets mäktighet är ca 0,5 – 2,5 m och består av en variation av grus, sand, lera och organiska massor i form av matjord och växtdelar. Lokalt har även plastbitar observerats vid ringa jorddjup.

Naturligt lagrad jord består av **lera**. Lerans mäktighet varierar mellan ca 6,0 – 12,5 m där leran är som mäktigast i söder och tunnast i norr. Leran beskrivs huvudsakligen som siltig i de översta 2 metrarna med förekomst av sand- och siltskikt. Mot djupet övergår leran från siltig till mer homogen karaktär. Lerans densitet och sensitivitet är inte undersökt närmare. Den odränerade skjuvhållfastheten hos leran är som högst i den siltiga leran och lägst i den homogena leran vid ca. 5 m djup. Därefter ökar den odränerade skjuvhållfastheten svagt mot djupet. Skjuvhållfastheten varierar mellan ca. 30 och 100 i kPa i den siltiga leran och ca. 15 och 30 kPa i den homogena leran. Lerans naturligt uppmätta vattenkvot varierar mellan 12 – 75% och konflytgräns 40 – 45%.

Ställvist mellan fyllnadsmaterialet och leran förekommer tunna lager av organiska jordar, ca 0,5 m mäktiga i form av torv, gyttja och mulljord. Detta har observerats i undersökningspunkter i centrala och södra undersökningsområdet, se tillhörande MUR/GEO.

Följt av leran tolkas **friktionsjord** vila ovan berg. Friktionsjordens mäktighet varierar mellan ca. 1,5 – 2,5 m. Benämningen på friktionsjorden är ej undersökt närmare. Bergöverytan har inte bekräftats genom jordbergsonderingar, men slagsonderingar har som djupast kunnat drivas till 9 – 15 m djup från markytan innan stopp mot förmodat block eller berg.

6.3 Valda värden

Tabell 6-1 nedan redovisar valda värden för odränerad skjuvhållfasthet, friktionsvinkel, elasticitetsmodul och tunghet för härledd jordprofil. Valda värden baseras på sammanställningen av undersökningsresultat samt på tabellvärden ur TDOK 2013:0667. Se Kapitel 6.2 för nivåsättning av jordlager.

Tabell 6-1 – Valda värden.

Jordlager (djup)	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_k [kPa]	Friktionsvinkel, Φ_k [°]	Sättningsmodul, E_k [MPa]	Tunghet, γ_k [kN/m ³]
Fyllnadsmaterial (0 – 2 m)	-	-	-	-
Siltig lera (2 – 4 m)	45	33	6	17*
Lera (>4 m)	15 + 1,2 kPa/m	-	-	17*
Friktionsjord (under lera)	-	42*	20*	20*

*Empiriskt värde/Tabellvärde från TDOK 2013:0667

6.4 Materialtyp och tjälfarlighetsklass

Jordmaterial delas enligt AMA Anläggning 23 in i olika materialtyper (1–6) och tjälfarlighetsklasser (1–4). Exempel på sådant är jordarten sand som hör till materialtyp 2 och tjälfarlighetsklass 1. Definitionen på tjälfarlighetsklass 1 är icke tjällyftande jordart. Vidare exempel är silt, lerig silt och siltig lera som klassas till materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4. Definitionen på tjälfarlighetsklass 4 är mycket tjällyftande jordarter.

Materialtyp och tjälfarlighetsklass har bedömts via tidigare utförda rutinundersökningar och AMA Anläggning 23.

Tabell 6-2 – Materialtyp och tjälfarlighetsklass hos upptagna naturliga jordprover.

Jordart	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
grsiLe / Le(si) / Le / Le sa si	4B	3
siLe si / (gy)saleSi	5A	4
gyLe	5B	4

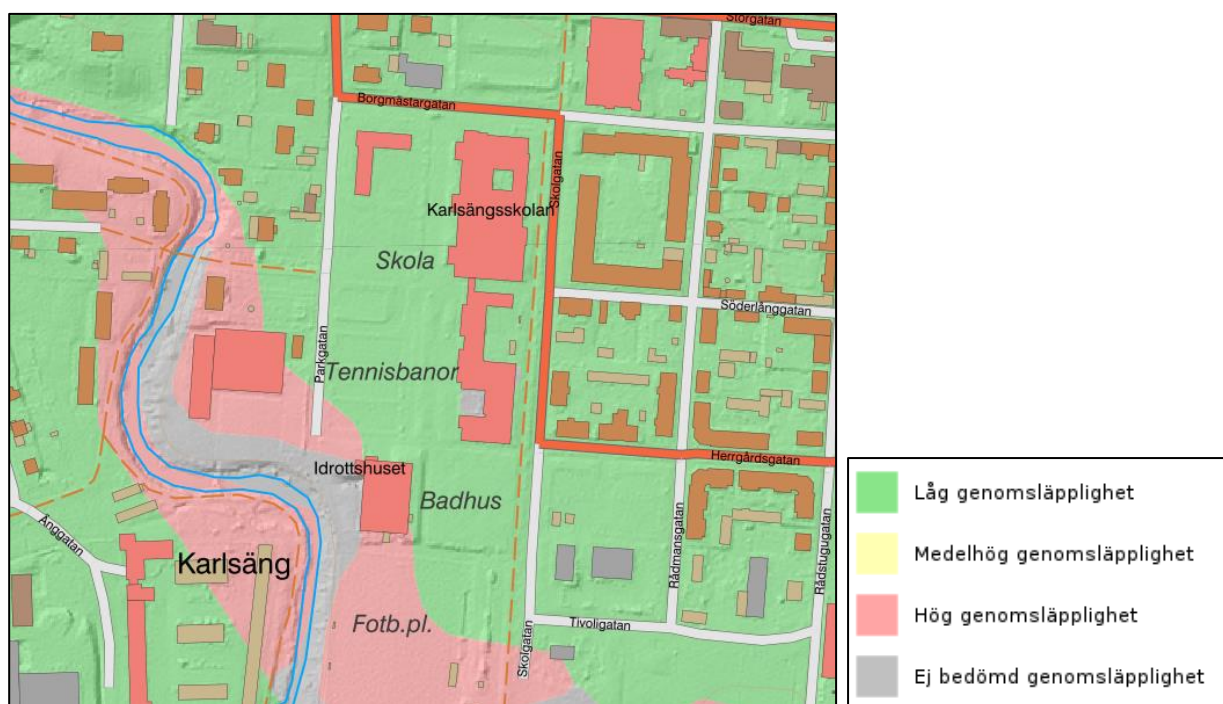
6.5 Hydrogeologi

Flertalet grundvattenrör har installerats i området. Grundvattenmätning har endast utförts i februari månad, 2024. Grundvattennivåer från avlästa grundvattenrör och fria vattenytor i öppna borrhål erhåller relativt lika vattennivåer. Vattenobservationer har varit mellan ca 1,5 – 3 m djup under markytan, motsvarande nivåer +82,8 och +84,6 i hela området. De högsta nivåerna i relation till markyta har observerats i undersökningsområdets södra del.

Det antas hydrostatiska portrycksförhållanden. Grundvattenytan varierar med årstiden och nederbörden.

6.6 Markradon

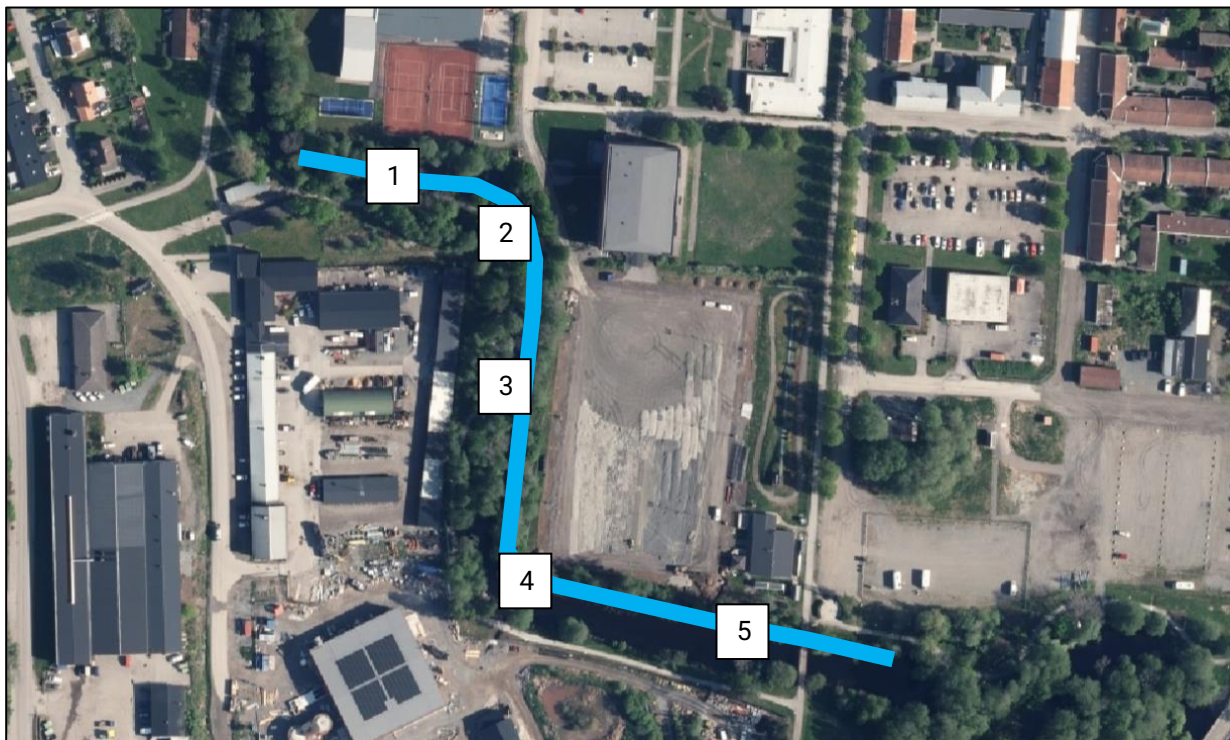
Ingen markradonundersökning har utförts. Glacial lera anses som en lågpermeabel jordart och har låg genomsläpplighet för eventuella radongaser till skillnad från jordarter såsom sand och sandmorän. Svämsedimenten längs Hagbyån bedöms erhålla hög genomsläpplighet. Se Figur 6-5 för SGU:s karta för genomsläpplighet inom undersökningsområdet, kartan kan användas som incitament för eventuell markradon. För att härleda representativ markradonklassificering rekommenderas en markradonundersökning.



Figur 6-5 – Bedömd genomsläpplighet i området (SGU, 2024).

6.7 Erosion

Awer har utfört ett platsbesök med erosionskartering längs Hagbyån i anslutning till aktuellt planområde. Se Figur 6-6 nedan för flygfoto med utredningsområde för erosionskarteringen. Karteringen utfördes under maj, 2024.



Figur 6-6 – Utredningsområde markerat med ljusblått, bilder som redovisas i detta PM numreras i figuren.

Erosion är en process som drivs på av yttre förhållanden såsom nederbörd, vind och vattenflöden. Längs Hagbyån i anslutning till planområdet bedöms erosionen drivas på främst av vattenflöden samt ytaavrinning från kringliggande terräng.

I utredningsområdets nordvästra del är terrängen beklädd med träd, buskar och ställvist någon betongkonstruktion tillhörande idrottshuset/simhallen. Slänten mellan planområdet och Hagbyån bedöms luta ca 1:1. Befintlig växtlighet agerar som erosionsskydd mot vattenflödena, dock kan lutande träd observeras längs slänten där exponerade rötter hänger fritt närmast vattnet, vilket är ett tecken på pågående erosion där finare jordarter har eroderats bort med tiden. Måttlig erosionsaktivitet bedöms föreligga inom utredningsområdet. Se Figur 6-7 för observationer längs utredningsområdets nordvästra strandkant.



Figur 6-7 – Observerad pågående erosion i form av exponerade rötter, lutande träd samt vikar vid släntrönen.

Likt nordvästra delen av utredningsområdet kläs strandkanten mot Hagbyån längs södra planområdet av träd, buskar och annan växtlighet. Terrängen och släntlutningen mot Hagbyån är lite flackare jämfört med nordväst där släntlutningen bedöms vara ca 1:1,5. Pågående måttlig erosionsaktivitet kunde observeras i form av lokala luckor i vegetationstäcket längs strandkanten samt exponerade rötter för träd som delvist börjat luta. Vid brofästet längst österut kan befintligt erosionsskydd i form av grus- och stenbelagd slänt observeras.

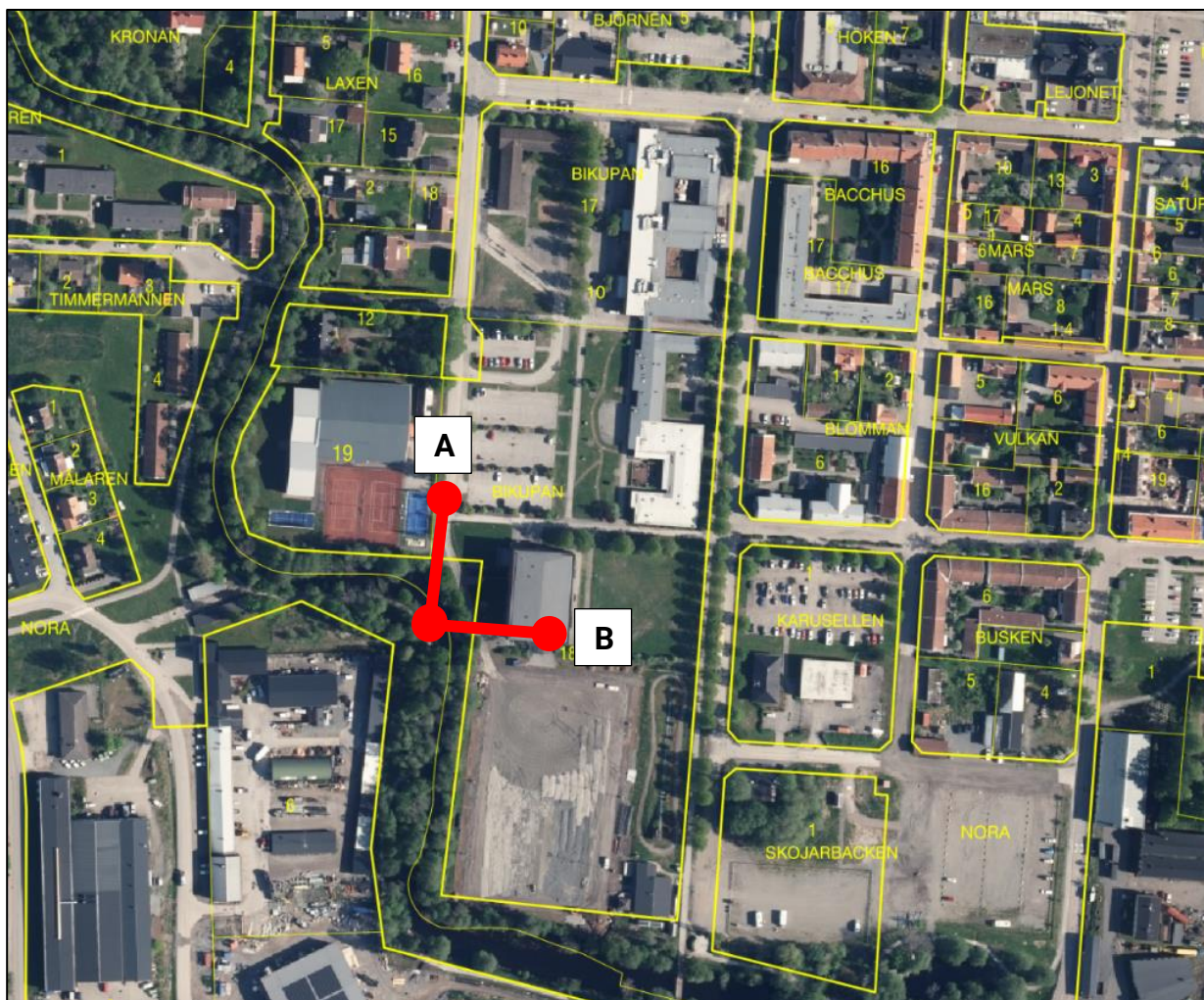


Figur 6-8 – Foton längs planområdets södra gräns. Pågående erosion kan ses i form av lutande träd, lokala vikar och exponerade rötter. I undre figuren kan befintligt erosionsskydd mot bron ses.

7 STABILITETSANALYS

7.1 Allmänt

Stabilitetsanalyser för befintliga och blivande förhållanden har utförts i två sektioner ut mot Hagbyån i anslutning till planområdet. Se Figur 7-1 för valda sektioner mot Hagbyån. Sektionernas geometri ritas upp efter upprättad markmodell baserad på erhållen grundkarta samt höjddata från Lantmäteriet.



Figur 7-1 – Visualisering av utvalda beräkningssektioner markerade i rött, benämnda sektion A och B.

Beräkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden i både odränerad och kombinerad analys enligt IEG 4:2010 som detaljerad utredning. Samtliga beräkningar har utförts med GeoStudio 2023.1.2 version 23.1.2.11 i modul Slope/w. Vald analystyp är *Morgenstern-Price* och *Grid and Radius* är vald metodik för beräkning av glidytor.

Stabilitetsberäkningarna tar inte hänsyn till växtlighet eller naturliga erosionsskydd längs Hagbyån.

7.2 Tillståndsbedömning

Vid tillämpning av stabilitetsberäkning med totalsäkerhetsmetoden ska en noggrann värdering av erforderlig säkerhetsfaktor göras och motiveras. Valet av säkerhetsfaktor härleddes via ett antal

gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer som baseras på nu och tidigare undersökningars omfattning och osäkerheter i antaganden som görs i beräkningarna. Se Tabell 7-1 till 7-9 för sammanställningar av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden som är underlag för valet av totalsäkerhetsfaktor.

Tabell 7-1 – Förutsättningar konsekvenser av skred.

Konsekvenser av skred	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Begränsad utbredning av skred omkring båda sektionerna.	Risk för människoliv eller ekonomisk skada vid skred för båda sektionerna. Kvicklara har ej utretts närmare.

Tabell 7-2 – Förutsättningar släntens beständighet.

Släntens beständighet	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Inga tecken på pågående rörelser inom planområdet. Intakt vegetation längs Hagbyån, gott om träd och buskar.	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterrosion intill Hagbyån. Inget platsbesök har utförts. Brist på busk- eller trädvegetation.

Tabell 7-3 – Förutsättningar tidigare förändringar i slänten.

Tidigare förändringar i slänten	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Begränsad historisk exploatering inom planområdet. Naturligt erosionsskydd.	Inga utlagda erosionsskydd.

Tabell 7-4 – Förutsättningar jordens egenskaper.

Jordens egenskaper	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Relativt homogen jord. De geotekniska förhållandena är kända och ser relativt lika ut inom hela planområdet.	Kohesionsjord. Förekomst av kvicklara har ej utretts närmare. Relativt stor spridning hos härledda hållfasthetsegenskaper i vissa punkter.

Tabell 7-5 – Förutsättningar analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet.

Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Samtligt valda ogynnsammaste extremvärden för last och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffar samtidigt. 2-dimensionell analys. Förhållandena är enkla med små variationer i yta och jordlagerföljd.	Ingen känslighetsanalys utförd på portrycksförhållanden. Beräkningsmodellen visar att stabiliteten är känslig för den odränerade skjuvhållfastheten.

Tabell 7-6 – Förutsättningar fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning.

Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Undersökningar inom området ger ett relativt bra geotekniskt underlag. CPT-sondering och trycksondering är utfört.	Ostörda rutinundersökningar och direkta skjuvförsök saknas. Vingförsök saknas.

Tabell 7-7 – Förutsättningar släntens geometri.

Släntens geometri	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Välkänd geometri. Befintliga förhållanden kända med grundkarta och höjddata.	Inga inmätningar längs Hagbyån har utförts i nu utförd undersökning.

Tabell 7-8 – Förutsättningar grundvatten- och portrycksförhållanden.

Grundvatten- och portrycksförhållanden.	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
God kännedom om grundvattennivåer inom planområdet. Låga grundvattennivåer i relation till marknivå.	Långtidsobservationer saknas. Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten. Ingen känslighetsanalys med avseende på portrycksförhållanden är utförd.

Tabell 7-9 – Förutsättningar ytvattenförhållanden.

Ytvattenförhållanden	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Långsam förändring i vattenstånd.	För befintliga förhållanden finns risk för lokala vattensamlingar. Långsam dränering.

7.3 Säkerhetsfaktor totalstabilitet

Enligt IEG Rapport 4:2010 ska vald säkerhetsfaktor för en detaljerad utredning vara mellan $F_c \geq 1,7 - 1,5$ för odränerad analys och $F_{komb} \geq 1,5 - 1,4$ för kombinerad analys.

Med hänsyn till balansen mellan gynnsamma och ogynnsamma förhållanden, där de ogynnsamma förhållandena väger lite mer har följande säkerhetsfaktorer för totalstabilitet valts för respektive beräkningssektion.

Tabell 7-10 – Valda säkerhetsfaktorer för totalstabilitetsanalys.

Sektion A		Sektion B	
F_c	F_{komb}	F_c	F_{komb}
1,65	1,45	1,65	1,45

7.4 Valda värden

Valda värden i stabilitetsberäkningarna baseras på nu och tidigare utförda geotekniska undersökningar, se Tabell 6-2. Fyllnadsmaterialet antas erhålla en tunghet om 18 kN/m^3 och friktionsvinkel 32° . Mulljorden antas erhålla en tunghet om 13 kN/m^3 och friktionsvinkel 28° . Antaganden enligt TDOK 2013:0667.

7.5 Hydrogeologiska förhållanden

I beräkningarna har portrycket i samtliga sektioner modellerats som hydrostatiskt med *Piezometric line*. Utvald grundvattennivå per beräkningssektion baseras på grundvattenrör i punkt 24E09 och 24E11, se tillhörande MUR/GEO. Grundvattennivån följer sedan terrängen mot Hagbyån, som antas vara torrlagd i stabilitetsberäkningarna.

7.6 Laster och lasteffekt

Beräkningsförutsättningarna för stabiliteten utgår från att ingen markavjämning utförs och därmed befintlig geometri beräknas med tillförd last från ny exploatering. Stabiliteten provas mot olika lastfall som motsvarar exploatering i form av uppfyllnader och/eller nybyggnationer. Befintliga byggnader antas vara grundlagda med ytgrundläggning. Befintliga Nora Idrottshall & simhall antas erhålla en ytlast på 40 kPa.

Blivande ytlaster antas placeras på randen av planområdets gräns intill Hagbyån.

Lasterna räknas enbart som ogynnsamma för glidytor i Geostudio. Beräkningsprogrammet tar inte med bidrag från last som verkar mothållande, även om de presenteras grafiskt i beräkningsbilagorna. Därav redovisas beräknad säkerhetsfaktor som "ODF".

7.7 Beräkningsresultat

Beräkningsresultat för valda värden i respektive sektion redovisas i Tabell 7-11 nedan. Beräkningarna redovisas i Bilaga B, se sidhänvisning i tabell inom parentes.

Tabell 7-11 – Beräknade säkerhetsfaktorer för respektive sektion och lastfall/geometri, sidhänvisning i Bilaga B inom parentes.

Sektion	F_c	F_{KOMB}
Sektion A: Befintliga förhållanden	3,97 (1)	2,92 (2)
Sektion A: 40 kPa	1,82* (3)	1,60 (4)
Sektion A: 50 kPa	1,62 (5)	1,43 (6)
Sektion A: 50 kPa, ytlast placerad 2 m från detaljplanens gräns	1,67 (7)	1,49 (8)
Sektion B: Befintliga förhållanden	1,80 (9)	1,75 (10)
Sektion B: 40 kPa	1,66 (11)	1,62 (12)
Sektion B: 50 kPa	1,48 (13)	1,45 (14)
Sektion B: 50 kPa, ytlast placerad 15 m från detaljplanens gräns	1,65 (15)	1,62 (16)

*Dimensionerande säkerhetsfaktor är bärligheten i övre fyllnadsmaterialet.

8 SÄTTNINGSANALYS

För att få en uppfattning över sättningsförhållanden vid nybyggnation inom Bikupan 17 och 18 har sättningsberäkningar utförts analytiskt. Laster har valts enligt TDOK 2013:0667 och IEG Rapport 4:2010 med empirisk last på 10 kPa per våningsplan för nybyggnation. 10 kPa bedöms även motsvara tillförd last vid markhöjning om 0,5 m (tunghet 20 kN/m³). 2:1 metoden har tillämpats som lastspridningsmodell.

Då beskaffenheten och mäktigheten hos befintligt fyllnadslager varierar inom undersökningsområdet förutsätter sättningsberäkningarna att fyllningen skiftas ur och belastning sker direkt på naturligt lagrad lera. Se valda värden enligt Tabell 6-1 som tillämpas i sättningsberäkningarna, utvecklande sättningar i undre friktionsjorden bedöms som försumbara i relation till sättningar i lerlagret.

Observera att ingen kännedom föreligger om kompressionsmoduler vid effektivspänningar över förkonsolideringstrycket och/eller sekundärkonsolidering då ostörda jordprover med efterföljande CRS-försök ej har utförts. Detta medför att beräknade sättningar riskerar att underskattas om stora lastökningar påförs befintlig jord.

Hydrostatiska förhållanden har antagits med en övre grundvattenyta vid 2 m djup från markytan. Dubbelsidig dränering har antagits. Vald överkonsolideringsgrad (OCR) för siltiga leran är 3,0 och för homogena leran 1,4 med svag ökning mot djupet (1,6 vid 13 m djup).

Sättningsberäkningar har utförts för lastfallen 10, 20, 30, 40 och 50 kPa. Lasterna representerar 1, 2, 3, 4 och 5 våningsplan eller 0,5, 1, 1,5, 2 och 2,5 m markhöjning med fyllnadsmaterial med tunghet 20 kN/m³.

Se Tabell 8-1 nedan för beräknade sättningar.

Tabell 8-1 – Beräknade sättningar för valda lastfall vid 13 m mäktig lera.

Beräknad sättning				
10 kPa	20 kPa	30 kPa	40 kPa	50 kPa
2,1 cm	4,5 cm	10,3 cm	19,3 cm	30,8 cm

Det bedöms att vid ytlaster om 20 kPa och högre utvecklas långtidsbundna sättningar (krypsättningar) i lerprofilen.

9 REKOMMENDATIONER

9.1 Allmänt

Eventuella ytlager av humushaltig jord (mulljord) ska alltid avschaktas innan någon fyllning eller grundläggning utförs.

Blivande anläggningar och infrastrukturs placeringar, storlek och nivå på FG (färdigt golv) är ej fastställda i detta skede och vid framtagande av denna PM Geoteknik.

9.2 Grundläggning

Sättningsberäkningarna visar att vid byggnation på oförstärkt mark kommer långtidsbundna och skadliga sättningar utvecklas vid ytlaster om 20 kPa och högre. Variationen hos lermäktigheterna inom planområdet kan även eventuellt leda till skadliga differenssättningar även om lasten hålls konstant.

Grundläggning av blivande byggnationer inom planområdet rekommenderas utföras med stödpålar på berg. Vid val av slagna pålar ska risken för lutande bergyta (släntberg) värderas. Om lutande bergyta bedöms inverka på tillförlitligheten av spetsburna pålar ska borrade stålrörspålar tillämpas. Om slagna massundanträngande pålar väljs behöver effekten av massundanträngning och portrycksuppbyggnad speciellt värderas.

Vid risk för påhängslaster rekommenderas valda värden kontrolleras för detta lastfall.

Byggnader med källare i området måste också kontrolleras mot upplyftande krafter på grund av grundvattenytans relativt höga nivåer. Eventuella konstruktioner under grundvattenytan rekommenderas utföras vattentätt.

Vid grundläggning på lösare jordarter kan utskiftning krävas för att erhålla jämn och likvärdig mark över hela konstruktionen. Schaktbotten bör vara torr innan grundläggning och allt organiskt material ska schaktas bort.

Då fyllningens sättningsegenskaper och mäktighet varierar inom undersökningsområdet rekommenderas det att nya massor packas och kontrolleras med plattbelastning vid val av plattgrundläggning.

Schaktbotten måste skyddas mot uppluckring under markentreprenaden. Vid eventuell schakt under grundvattenyta ska grundvattenytan tillfälligt sänkas till minst 0,5 meter under schaktbotten. Grundkonstruktioner ska isoleras mot tjäle på ett konstruktivt sätt.

Geotekniker bör utföra schaktbottenbesiktning av naturlig jord i förekommande fall innan grundläggning av byggnader.

9.3 Gator och ledningar

Blivande gator bedöms kunna anläggas utan någon särskild förstärkningsåtgärd. Schaktning och återfyllnad bör följa gällande AMA-beskrivning för respektive jordmaterial.

Djupet på blivande ledningar är ej beslutade i detta skede av projektet. Jordprofilen har förekommande lager och skikt av silt och sand, med hänsyn till detta kan förstärkt ledningsbädd inte uteslutas på grund av risk för bottenuppträckning. Vid projektering av blivande ledningar ska behovet av förstärkt ledningsbädd ses över. Förstärkt ledningsbädd kan exempelvis utföras med geotextil, geonät och 300 mm packat krossmaterial under ledningsbädd. Materialavskiljande lager för ledningar ska utföras med geotextil i klass N2 i jord.

9.4 Tjåldjup

Dimensionerande tjåldjup i Nora är 1,7 meter. Utskiftning av naturlig jord bör göras minst till detta djup då jordarter med tjålfarlighetsklass 4 har påträffats inom undersökningsområdet. Alternativt att konstruktioner isoleras mot tjålnedträngning på ett konstruktivt sätt. Detta gäller både byggnader, gator och ledningar.

9.5 Öppet schakt

Öppen schakt får inte utföras under grundvattenytan utan att detta godkänts av ansvarig geotekniker.

Tillfälliga schakter vid grundläggning och ledningsgravar bör följa råden i "Schakta säkert" för säkra släntlutningar i befintliga jordar. Observera att förekomsten av kvicklera har ej utretts i följande undersökning.

Jordprofilen innehåller silt vilket kan vid nederbörd eller grundvatteninströmningar bli flytbenägen. Detta bör beaktas vid schaktning. Vid kraftig nederbörd kan slänter behöva täckas och vatten avledas för att reducera påverkan av yttre erosion.

Vid schakt bör generellt också lokal- och global stabilitet mot vägar och andra omkringliggande konstruktioner studeras i detalj.

Schaktbottenbesiktning ska utföras av geotekniker innan fyllning och grundläggning påbörjas.

9.6 Erosion

Det bedöms pågå måttlig erosion längs Hagbyån i anslutning till planområdet. Erosion i form av lutande träd och lokala vikar kan observeras längs planområdets gräns.

Områdena bedöms som känsliga då ökad erosion kan orsaka stabilitetsproblem i nuvarande och blivande gestaltning. I och med klimatförändringar kommer sannolikt vattenflödena i Hagbyån öka som följd av ökad nederbörd och ytavrinning. Även nybyggnationer inom planområdet innebär ökade flöden då mängden avrinning från hårdgjorda ytor ökar.

Allt som allt innebär ökade flödesförhållanden försämrade förhållanden mot erosion och i sin tur försämrade stabilitetsförhållanden. För att minska risken för erosionsskador ska erosionsskyddande åtgärder tillämpas vid områden som bedöms som känsliga, exempelvis ledningar, trummor samt intill blivande byggnationer och anläggningar.

Erosionsskydd kan utformas av exempelvis stenskoning alternativt kombinerad stenskoning och vegetationstäck. Det rekommenderas också att frisk vegetation bevaras då växtligheten är ett naturligt erosionsskydd.

9.7 Sättningar

Då fyllningen har varierande beskaffenhet och relativ fasthet rekommenderas det att utskiftning av fyllning utförs innan grundläggning för att reducera risken för skadliga differentialsättningar. För att exakt bestämma omfattningen av utskiftningen erfordras schaktbottenkontroller och plattbelastningstester under byggskedet.

Nu utförda CPT-sonderingar visar att den övre siltig leran är överkonsoliderad, medan den undre mer homogena leran är normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad med OCR omkring 1,4 – 1,6 mot djupet.

Sättningsberäkningarna för planområdet visar att som följd av byggnation eller annan tillförande av laster överstigande 20 kPa utan förstärkning, kommer långtidsbundna och skadliga sättningar utvecklas i lerprofilen.

När placering av FG och lastförhållanden är beslutade rekommenderas kompletterande sättningsberäkningar där även differentialsättningar ska utredas i mer detalj.

9.8 Stabilitet

Stabilitetsförhållanden för Sektion A för befintliga förhållanden samt utspridd ytlast upp till 40 kPa bedöms som tillfredsställande och uppfyller rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010. Vid utspridd ytlast om 50 kPa bedöms stabilitetsförhållandena ej som tillfredsställande, vid oförstärkta förhållanden rekommenderas ytlaster om 50 kPa att anläggas minst 2 m från detaljplanens gräns. Andra alternativ till stabilitetshöjande åtgärder är pålgrundläggning av blivande byggnadskroppar, tryckbank i Hagbyån och/eller ytgrundläggning kombinerat med kompensationsgrundläggning.

Stabilitetsförhållanden för Sektion B för befintliga förhållanden samt utspridd ytlast upp till 40 kPa bedöms som tillfredsställande och uppfyller rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010. Vid utspridd ytlast om 50 kPa bedöms stabilitetsförhållandena ej som tillfredsställande, vid oförstärkta förhållanden rekommenderas ytlaster om 50 kPa att anläggas minst 15 m från detaljplanens gräns. Andra alternativ till stabilitetshöjande åtgärder är pålgrundläggning av blivande byggnadskroppar, tryckbank i Hagbyån och/eller ytgrundläggning kombinerat med kompensationsgrundläggning.

Vid beslut av utbredning av nybyggnation och nivå-sättningar erfordras en kompletterande geoteknisk utredning med lokal- och global stabilitetsbedömning avseende nya anläggningar och byggnationer ut mot slänter inom och i anslutning till planområdet, särskilt intill Hagbyån.

9.9 Hydrogeologi

Mark- och grundvattenytan undulerar inom undersökningsområdet, men generellt kan grundvattennivån ansättas till +84,5 i höjdsystem RH2000 för vidare arbete med detaljplanen. Det rekommenderas kompletterande grundvattenmätningar för att erhålla en mer representativ grundvattenprofil.

Eventuella källare och skyddsrum rekommenderas anläggas vattentäta.

Naturligt lagrad lera inom undersökningsområdet bedöms utgöra en akvitard (lågpermeabla massor) och kan bromsa perkolationen. Nybildning av grundvatten sker främst genom infiltration och perkolation av regnvatten. Områdets möjlighet för infiltration kommer påverkas av antalet byggnader och asfalterad mark. En dagvattenutredning rekommenderas för dimensionering av dagvattenhantering då placering av anläggningar och vägar är fastställd. En lutande markyta, lutande nedåt mot Hagbyån är att rekommendera för att kunna hantera plötslig och kraftig nederbörd.

9.10 Markradon

Baserat på kartmaterial från SGU har jordlagerföljden inom undersökningsområdet låg genomsläpplighet för radonhalt i jordluften. Ingen särskild åtgärd med markradonskydd bedöms krävas. Eventuella källare bör vara ventilerade för att reducera risken för ackumulering av radonhalter alternativt andra åtgärder.

Nya fyllnadsjordar under planerade byggnader ska även denna undersökas för markradon innan grundläggning.

Vid normalradonhalt bör byggnader utformas radonskyddat och vid högradonhalt bör byggnader utformas radonsäkert.

9.11 Omgivningspåverkan

Omgivande konstruktioner och infrastruktur förväntas inte påverkas av byggnationer inom planområdet vid val av plattgrundläggning. Detta förutsätter även att det inte utförs grundvattensänkning inom fastigheten.

Vid pålgrundläggning bedöms omgivande konstruktioner och infrastruktur kunna påverkas av pålningsarbeten. Bedömning av områdespåverkan med eventuellt övervakningsprogram bör upprättas i samband med val av påltyp.

Vid pålgrundläggning bör det skrivas in i mängdförteckningen att entreprenören ska montera mätpunkter (till exempel markpegel och sättningsdubbar) och utföra mätningar för rörelsekontroll med hänsyn till omgivningspåverkan i samband med grundläggningsarbeten.

Risikanalys ska alltid utföras innan markarbeten påbörjas. Vid val av pålgrundläggning bör sprickbesiktning för närliggande byggnader utföras.

Markvibrationer och buller från entreprenadarbeten kan påverka och störa omgivningen.

Permanent grundvattensänkning får ej utföras utan att en utredning gällande omgivningspåverkan utförts samt ansökan om tillstånd för vattenverksamhet inlämnats.

9.12 Arbetsmiljö

Innan uppställning av exempelvis pålkranar och kranar, upplag eller andra tunga markbelastningar under byggnationstiden ska anvisningar från ansvarig geotekniker tas fram vad gäller erforderlig markförberedelse som förstärkningsbädd med mera.

9.13 Kontrollprogram

Schaktnings- och grundläggningsarbeten ska utföras i samråd med geoteknisk sakkunnig. Geoteknisk kontroll ska utföras av geoteknisk sakkunnig enligt upprättat kontrollprogram. Åtgärdsplan med inriktning på avvikande förhållanden så som jordart och dess fasthet ska upprättas och schaktbottenbesiktning utföras innan grundläggningsarbeten påbörjas.

Kontrollprogram upprättas för förskjutningar i mark, för befintliga anläggningar samt för temporära stödkonstruktioner. Vid pålning ska en pålordning upprättas i samband med kontrollprogrammet. Till pålordningen ska även omfattning av lerproppsdragning beskrivas. Lerproppsdragning ska utföras med Augerborr/propprör.

Kontrollprogrammet ska utöver ansvarsfördelning och mätschema även innefatta gränsvärden för tillåtna rörelser, vibrationer och porvattentryck.

10 VIDARE ARBETE

Inför detaljprojektering av blivande vägar, ledningar och byggnadskroppar rekommenderas följande geotekniska kompletteringar utföras när geometrier och lastfall är beslutade,

- Kompletterande ostörd provtagning (kolv) med tillhörande rutinundersökningar och CRS-försök för att härleda lerans representativa sättnings- och skjuvegenskaper mot djupet. Rutinundersökningar härleder även lerans sensitivitet, vilket behövs för kartering av eventuell förekomst av kvicklera.
- Kompletterande installation av portrycksspetsar för att härleda en representativ portrycksprofil inom undersökningsområdet.
- Kompletterande avläsningar i redan installerade grundvattenrör i området över tid.
- Kompletterande jord-bergsonderingar för att härleda bergöverytan och pålbart djup.
- Kompletterande inmätningar längs Hagbyån samt lodning av botten för mer representativ geometri till stabilitetsberäkningar.

11 RÅD TILL FRAMTAGANDE AV HANDLINGAR

Det rekommenderas att det i nästa skede av projektet görs en bedömning av geoteknisk sakkunnig av omfattningen på kompletterande undersökningar som behöver utföras baserat på vad som ska byggas i detalj.

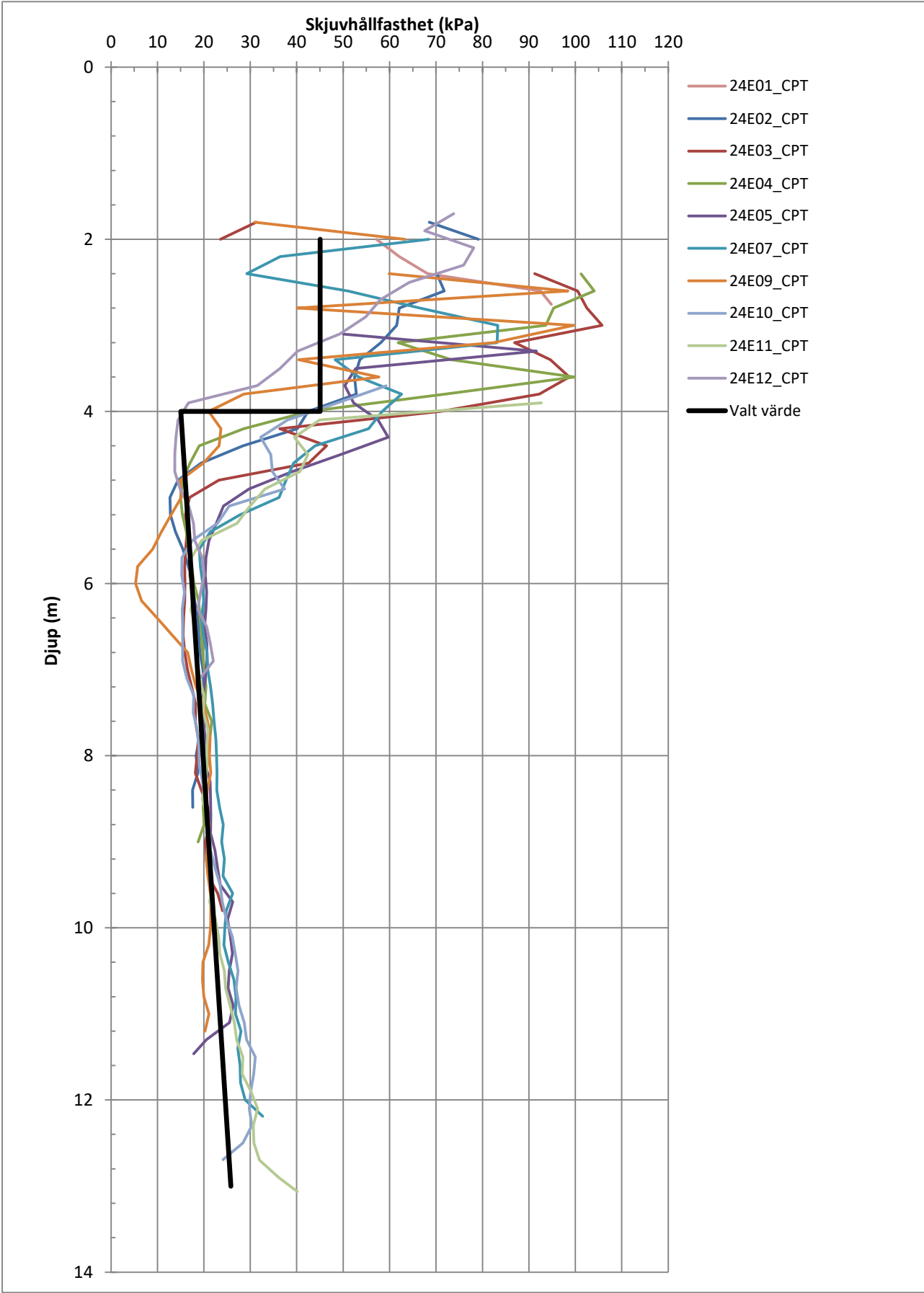
Denna PM är ett projekteringsunderlag för detaljplanering och eventuellt förfrågningsunderlag, men kan ej användas som handling i förfrågningsunderlag. Utförda fältundersökningar, rekommendationer i detta PM och vidare geoteknisk projektering vid utförandeentreprenad ska skrivas in i mängdförteckning tillhörande den tekniska beskrivningen.

Vid totalentreprenad kan denna handling medfölja som informationsunderlag till totalentreprenör.

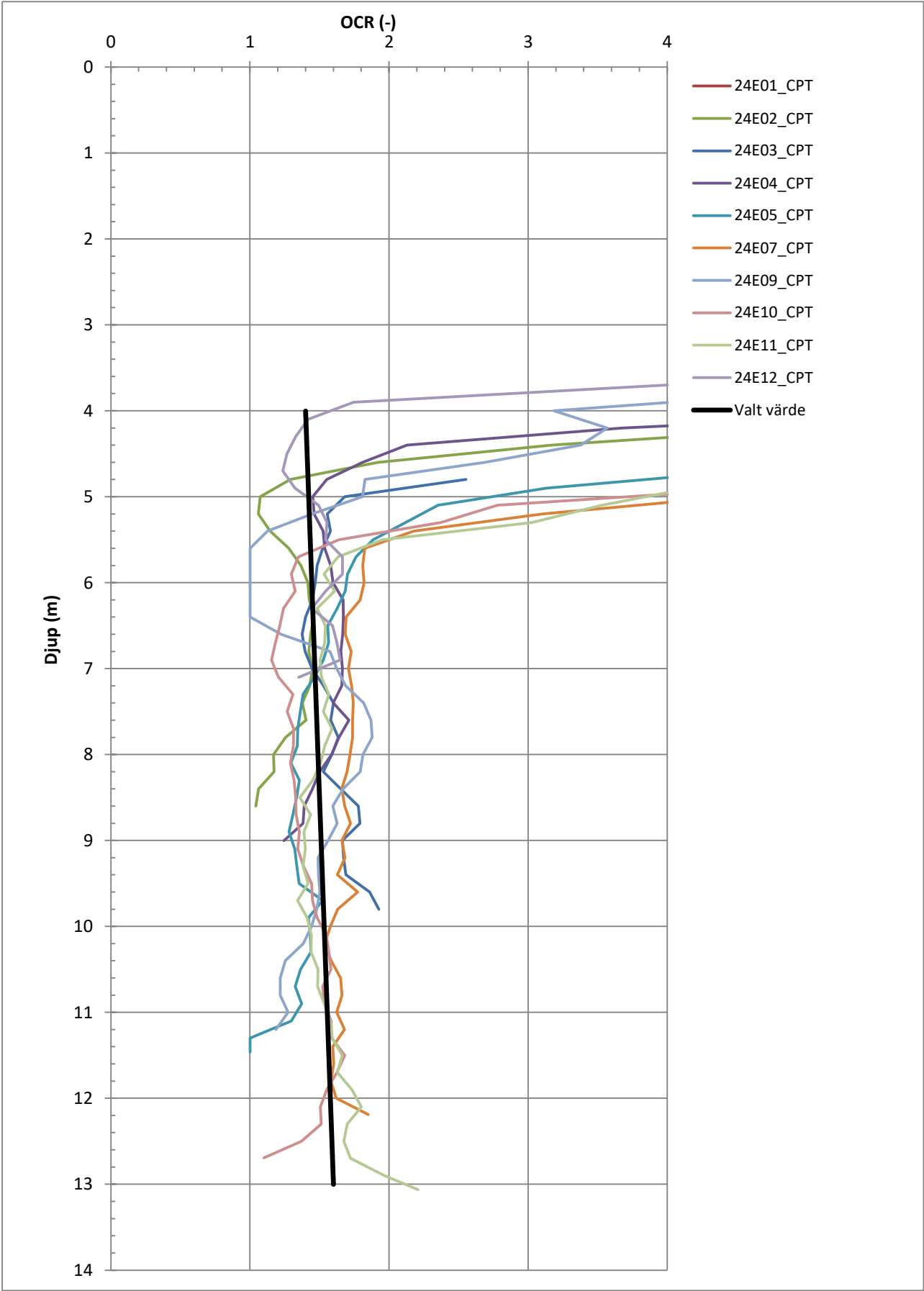
Entreprenören ska ha med geotekniskt- och bergtekniskt sakkunnig i sin organisation, oavsett entreprenadform för att kunna följa upp säker schakt, besiktningar, grundlösningar etcetera. Krav på detta ska skrivas in i förfrågningsunderlaget.

Bilaga A – Valda värden

AWER GEOTEKNIK AWER Geoteknik AB Fredsgatan 1 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	Skjuvhållfasthet, sammanställning	
	Uppdrag Detaljplan Karlsängskolan, Nora	Datum 2024-03-15
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1237



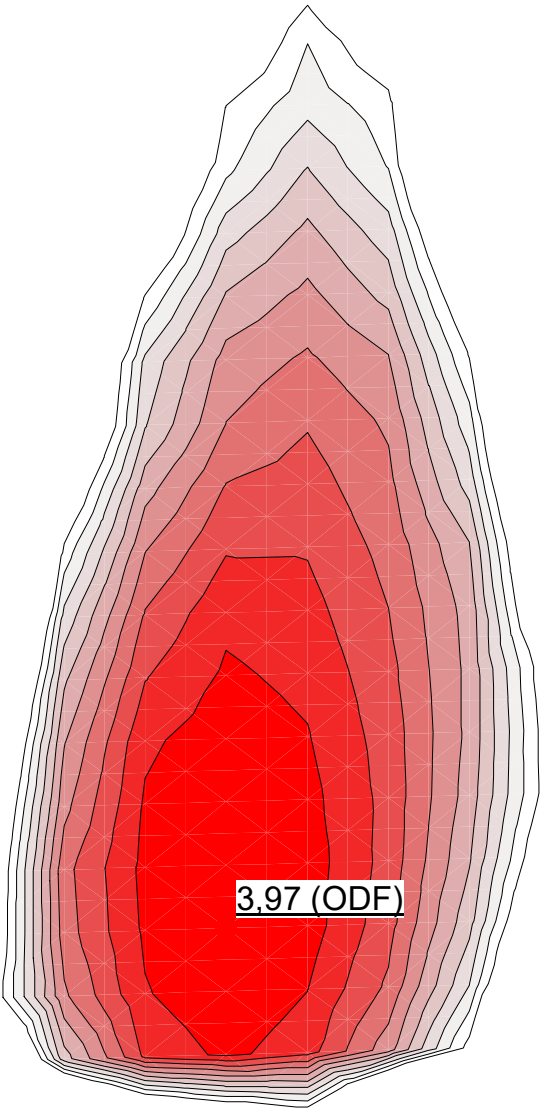
AWER GEOTEKNIK AWER Geoteknik AB Fredsgatan 1 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	Överkonsolideringsgrad, sammanställning	
	Uppdrag Detaljplan Karlsängskolan, Nora	Datum 2024-03-15
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1237



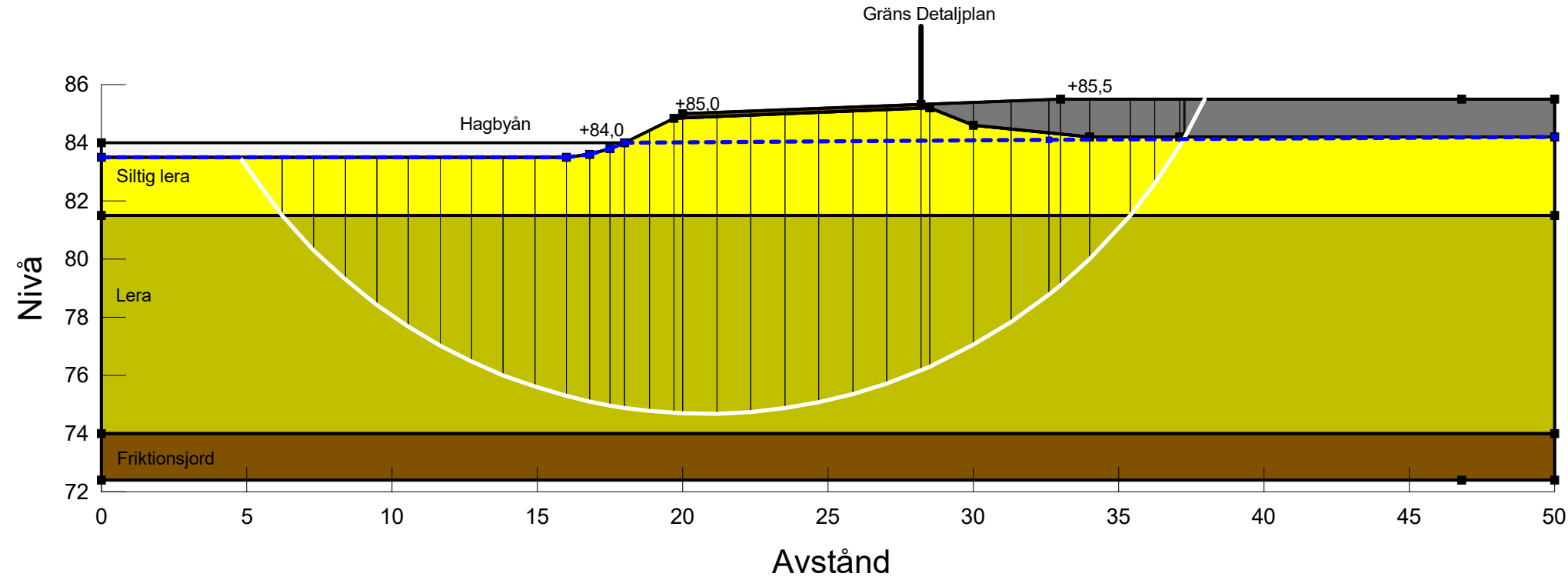
Bilaga B – Stabilitetsberäkningar



Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_Bef_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

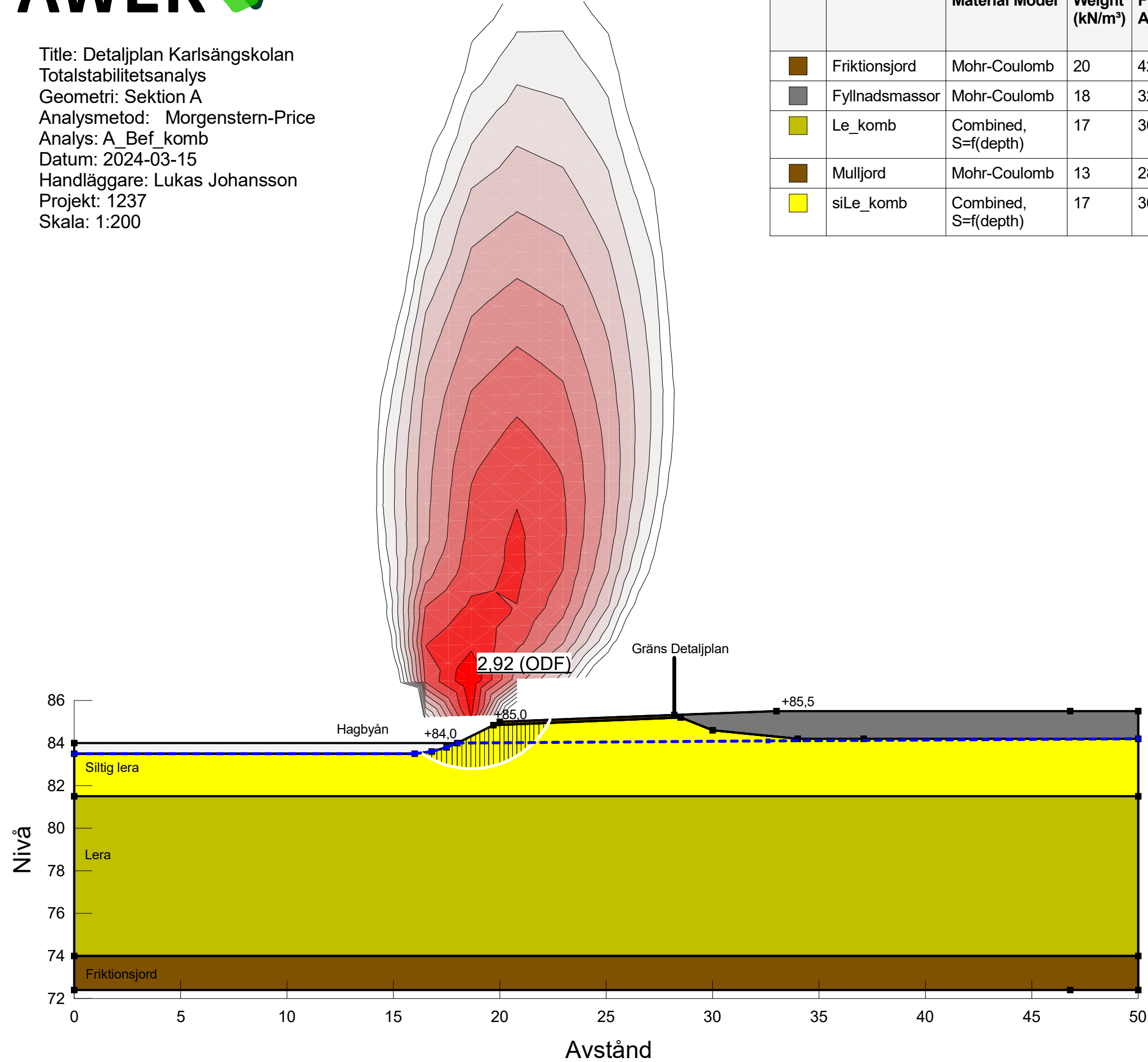


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	1
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		1





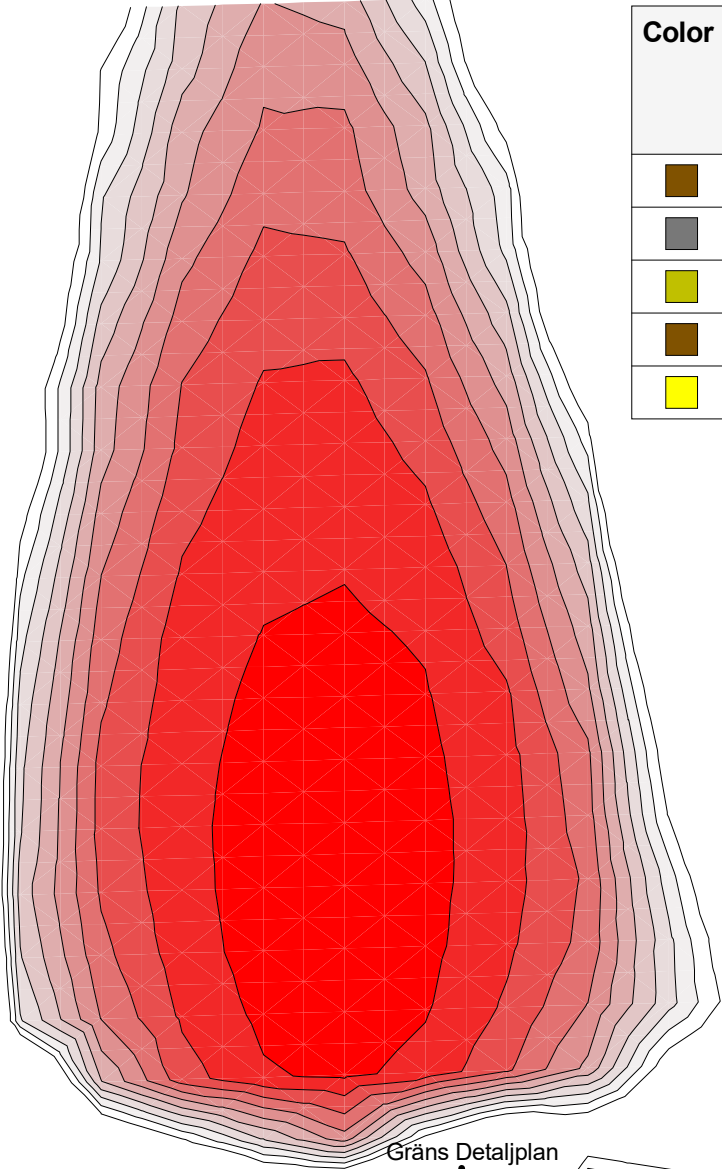
Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_Bef_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200



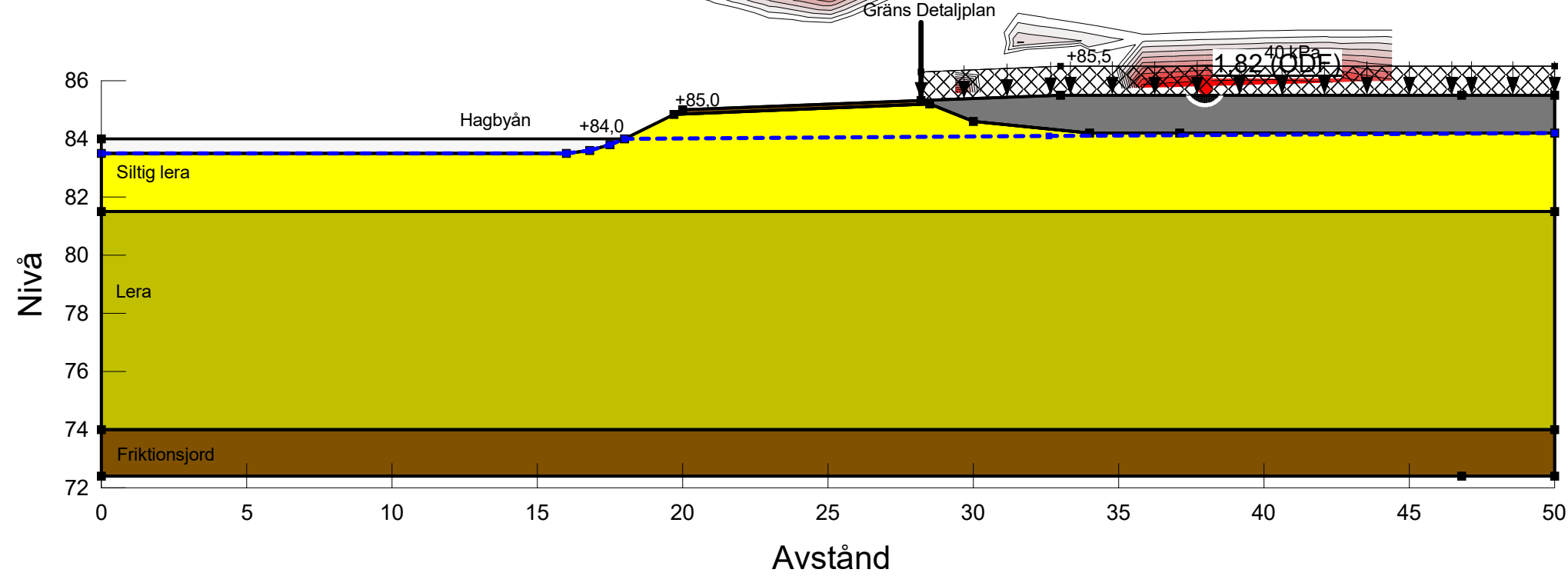
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					1
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,5	0,12	15	1,2	1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28					1
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	4,5	0	45	0	1



Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_40kPa_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200



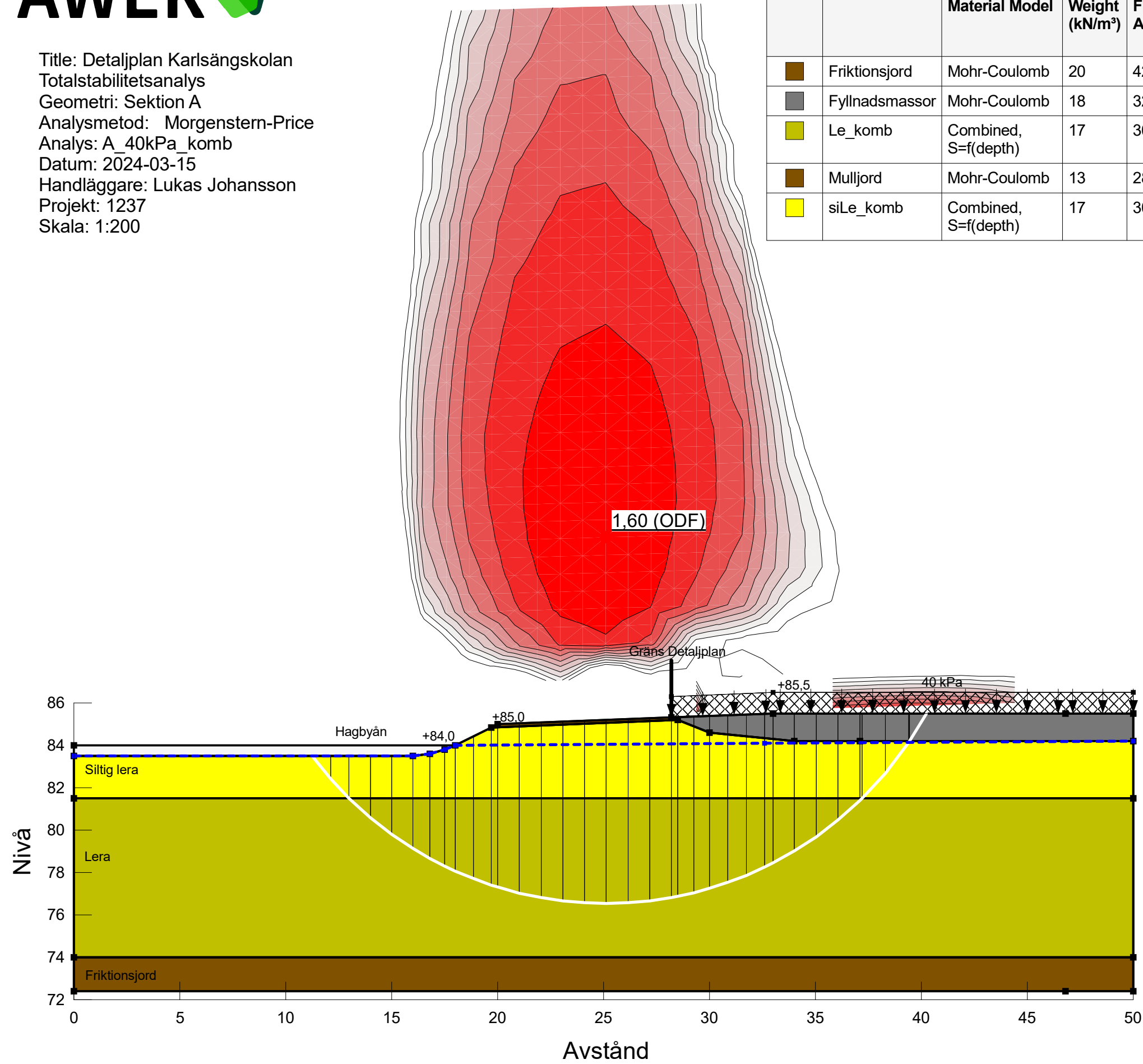
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	1
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		1





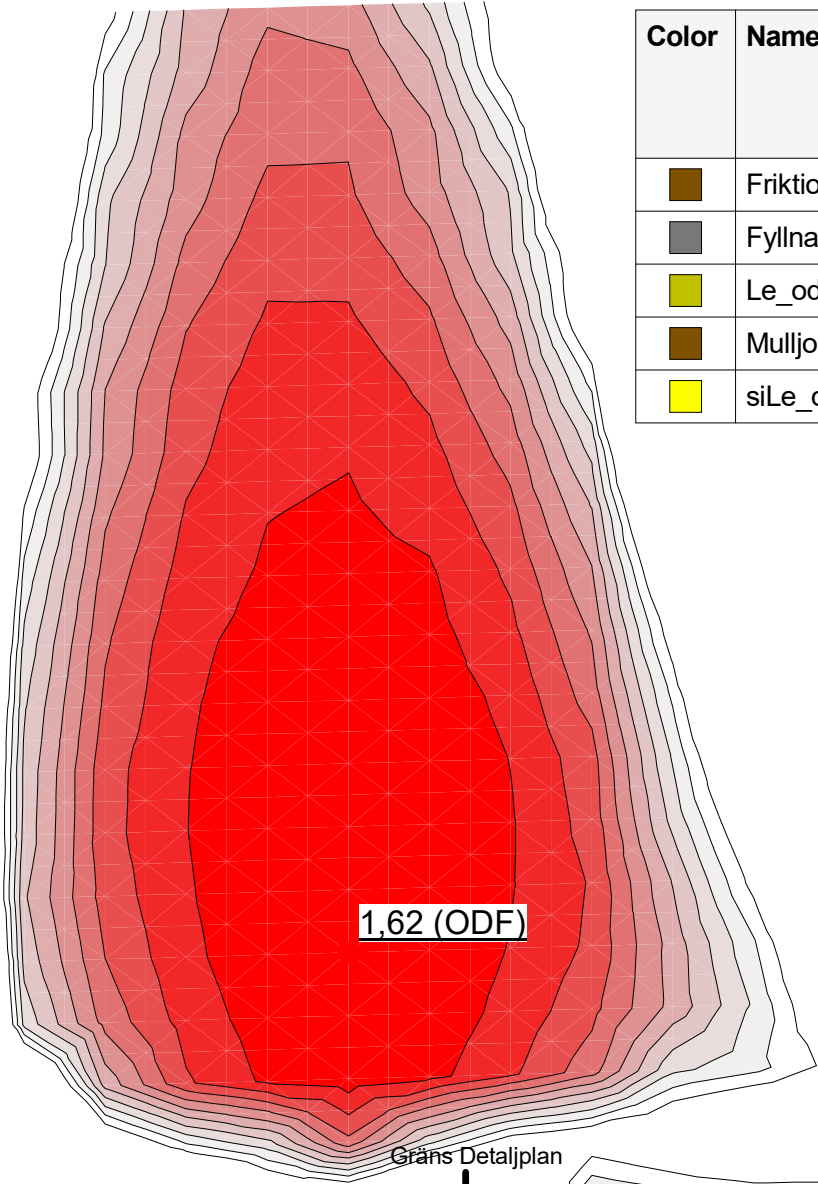
Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_40kPa_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	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)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					1
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,5	0,12	15	1,2	1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28					1
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	4,5	0	45	0	1

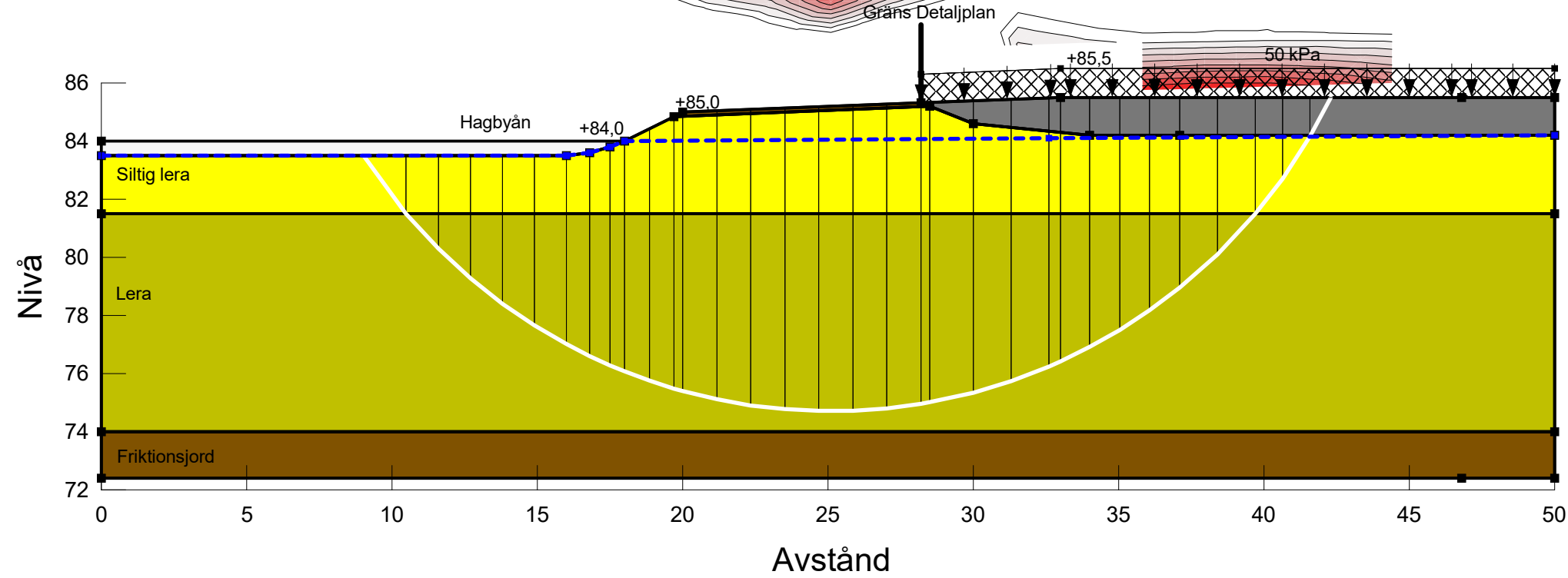




Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_50kPa_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200



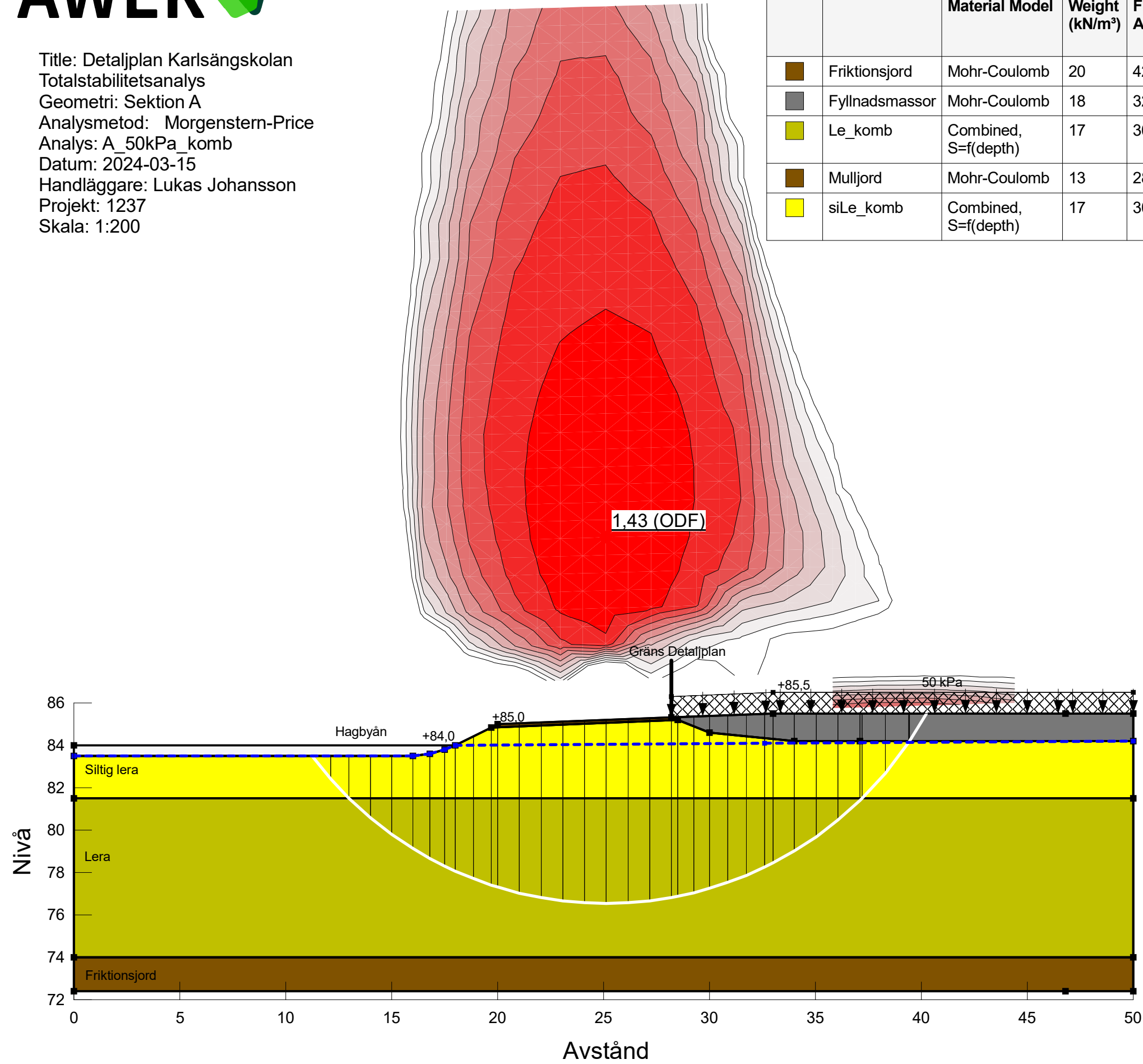
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	1
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		1





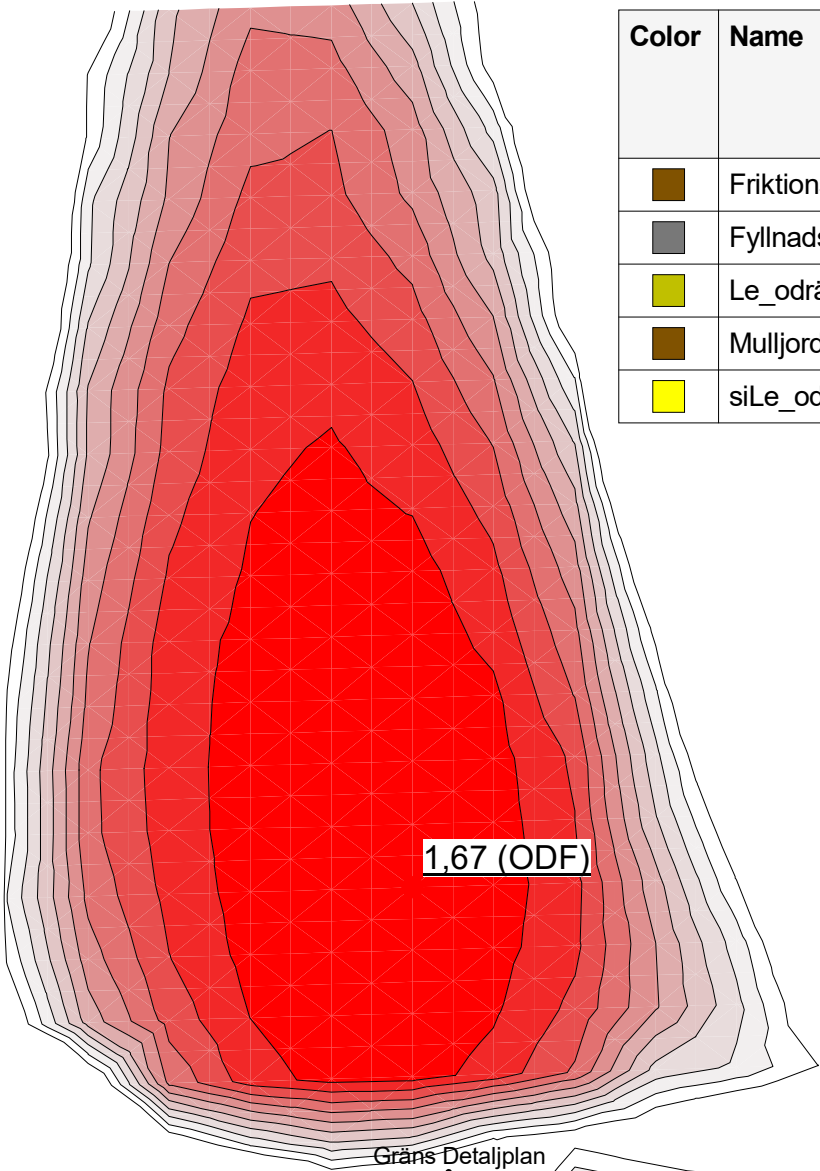
Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_50kPa_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	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)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					1
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,5	0,12	15	1,2	1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28					1
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	4,5	0	45	0	1

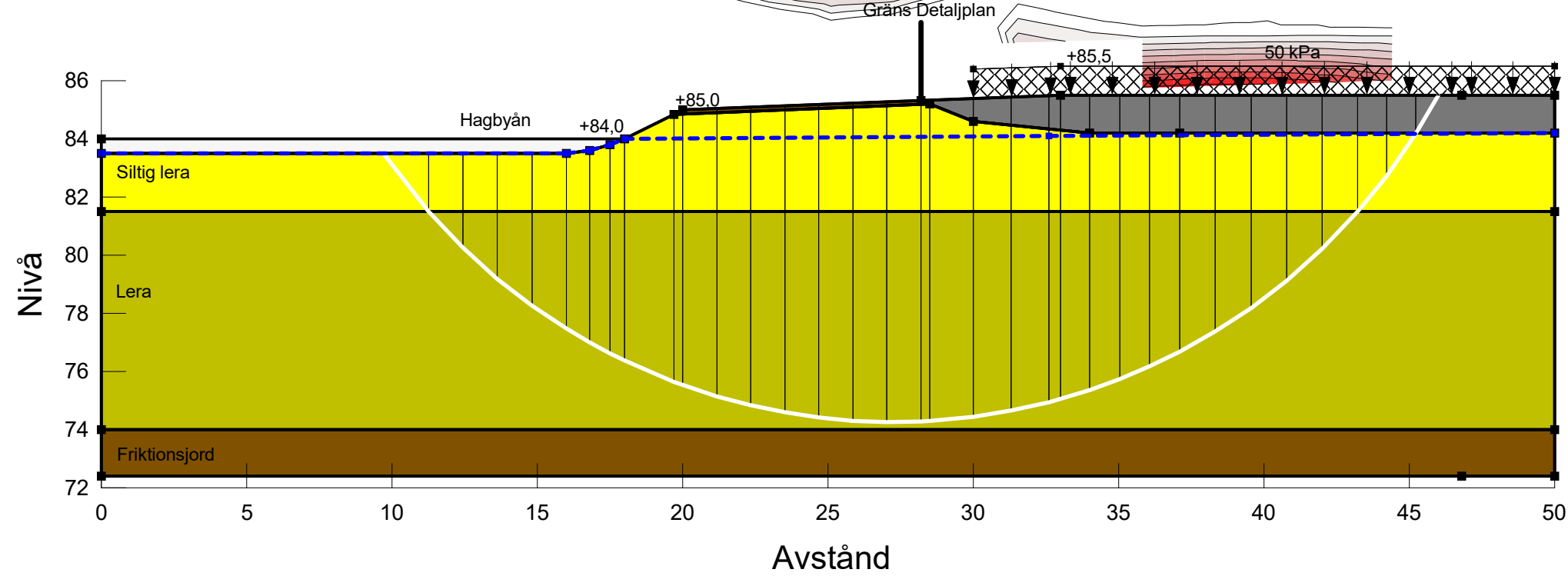




Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_50kPa_odrän_åtgärd
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200



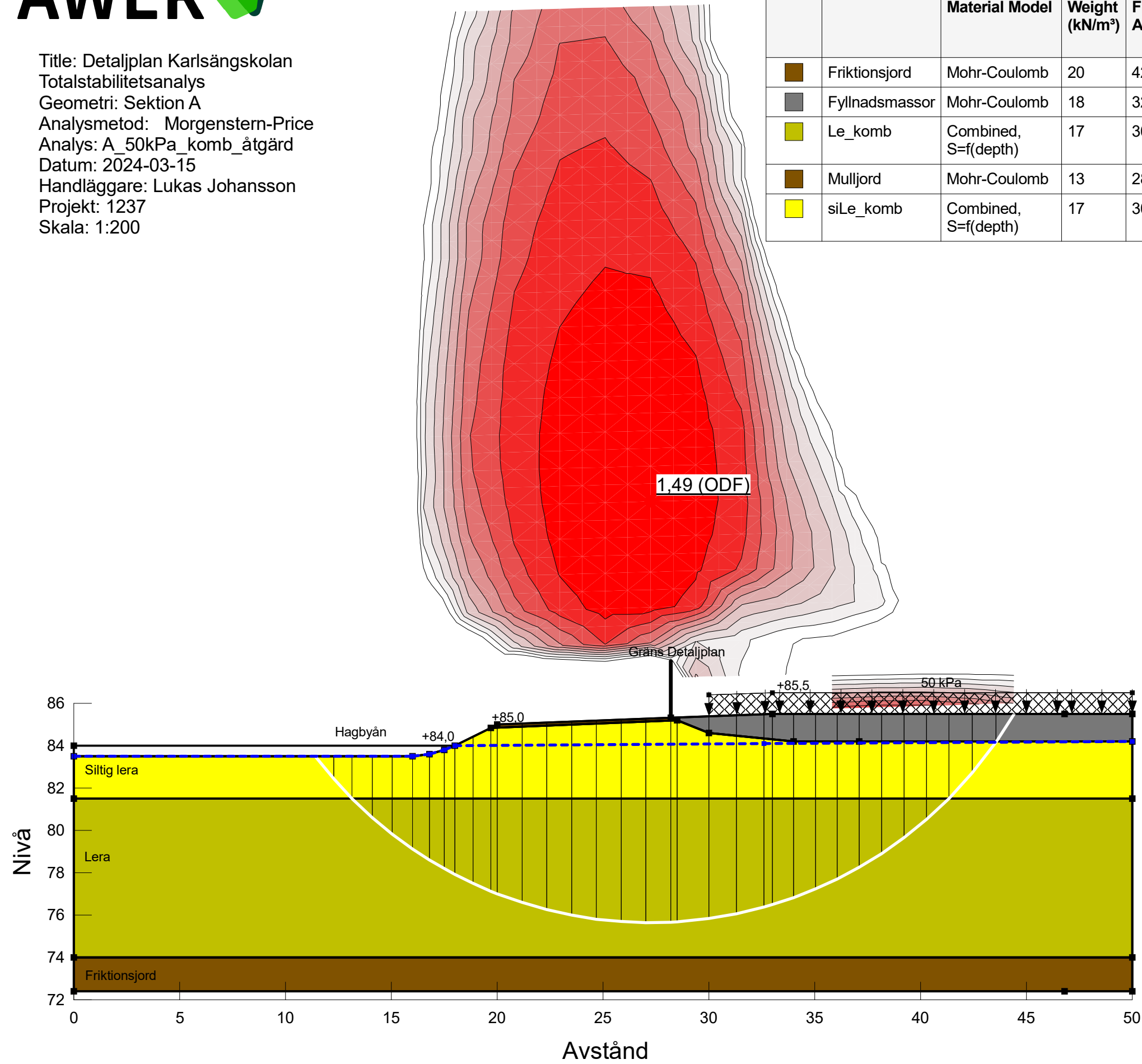
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	1
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		1





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion A
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: A_50kPa_komb_åtgärd
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

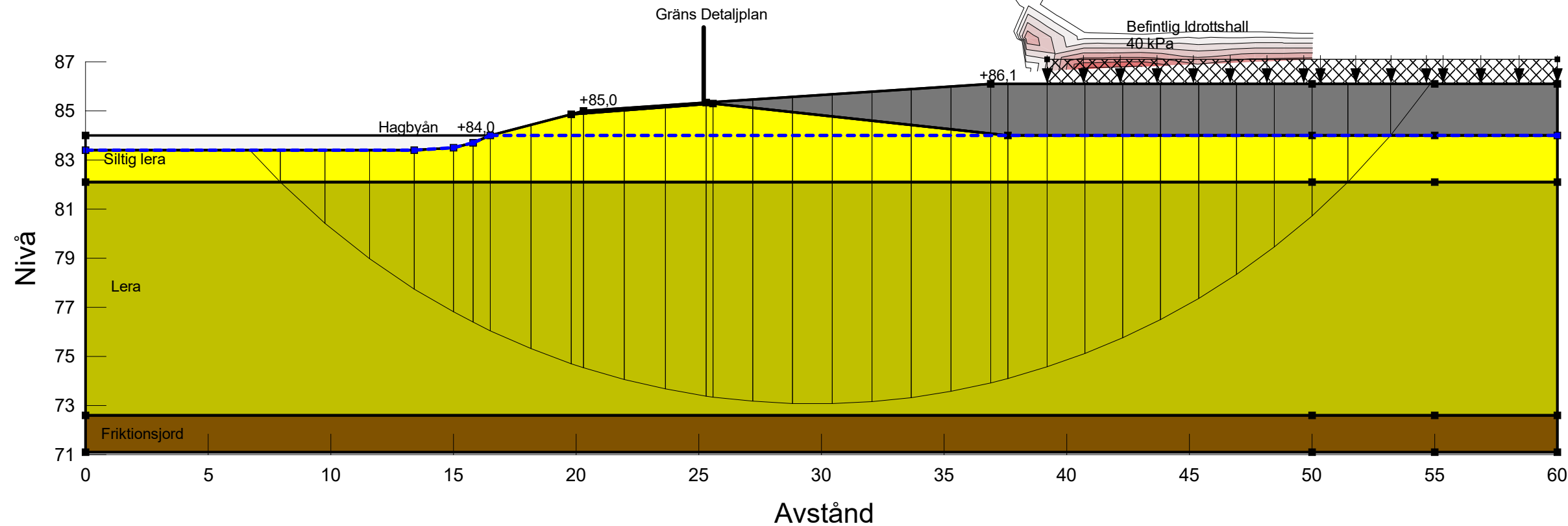
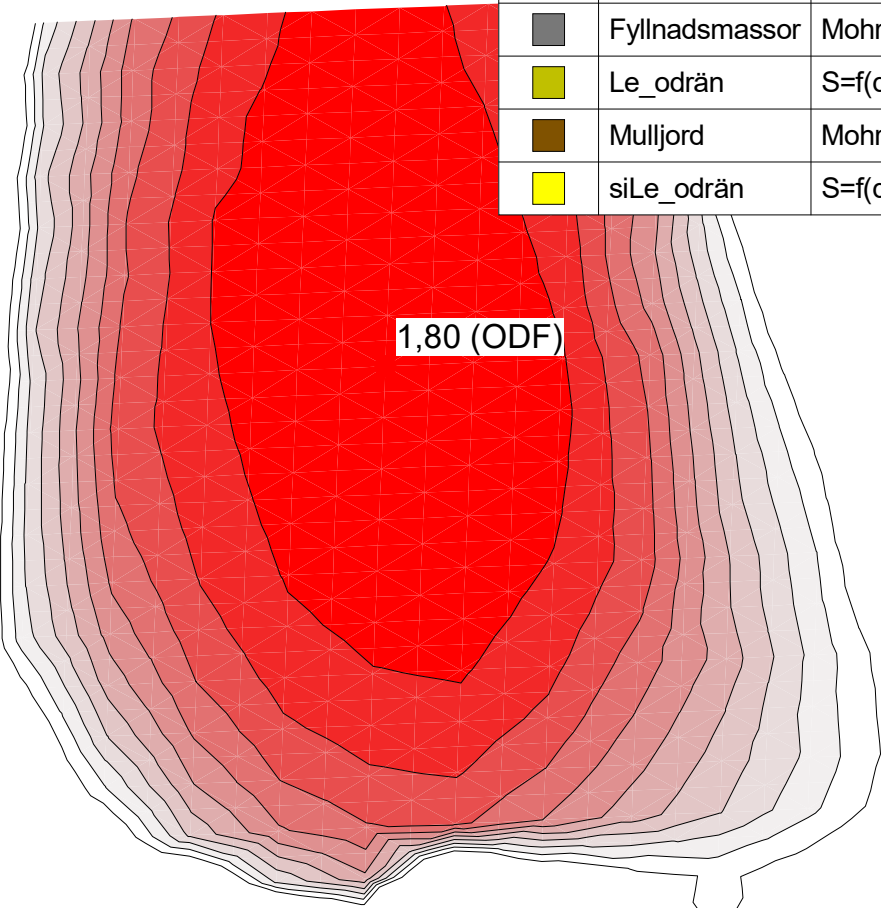
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					1
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					1
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,5	0,12	15	1,2	1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28					1
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	4,5	0	45	0	1





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_Bef_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

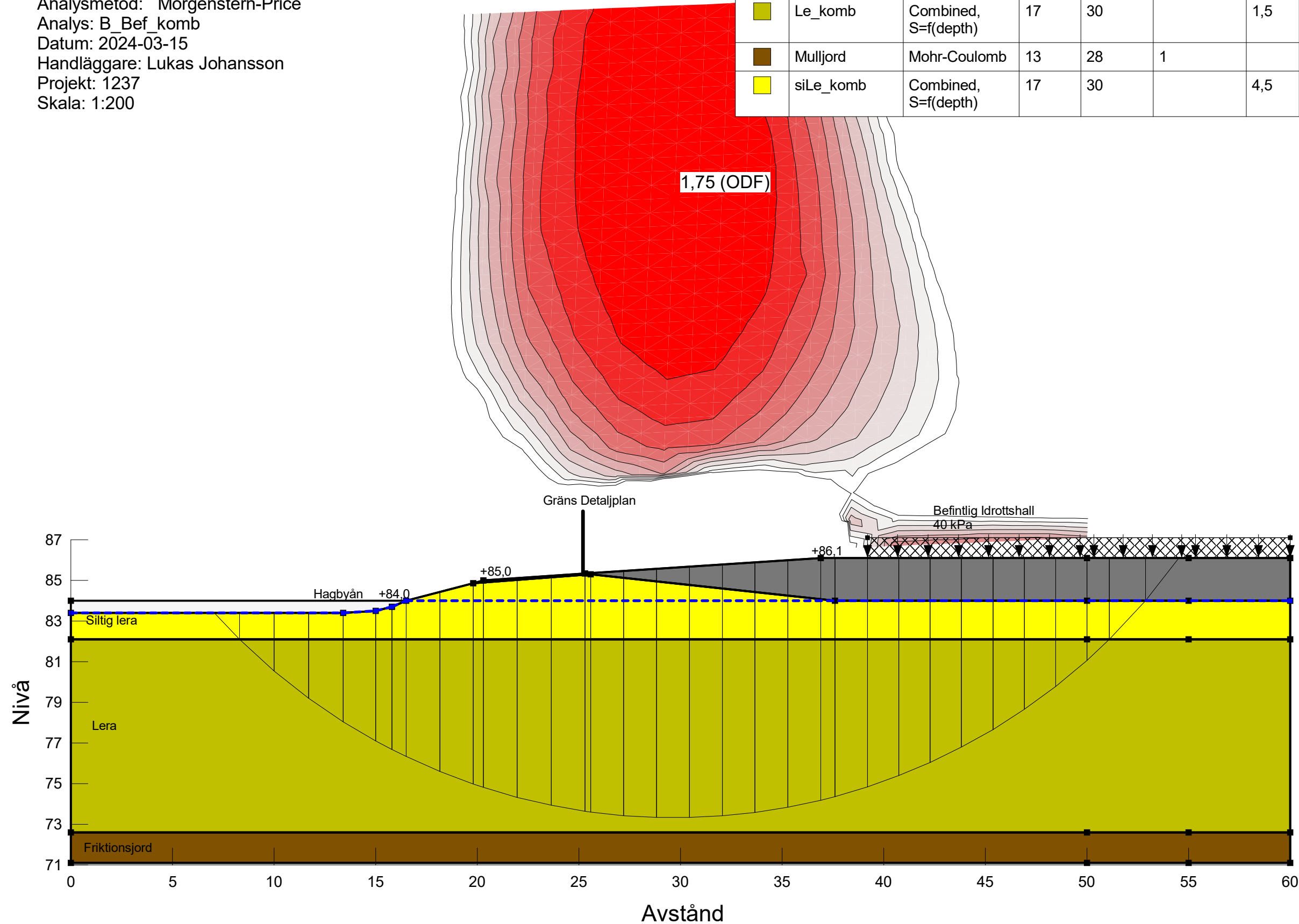
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_Bef_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

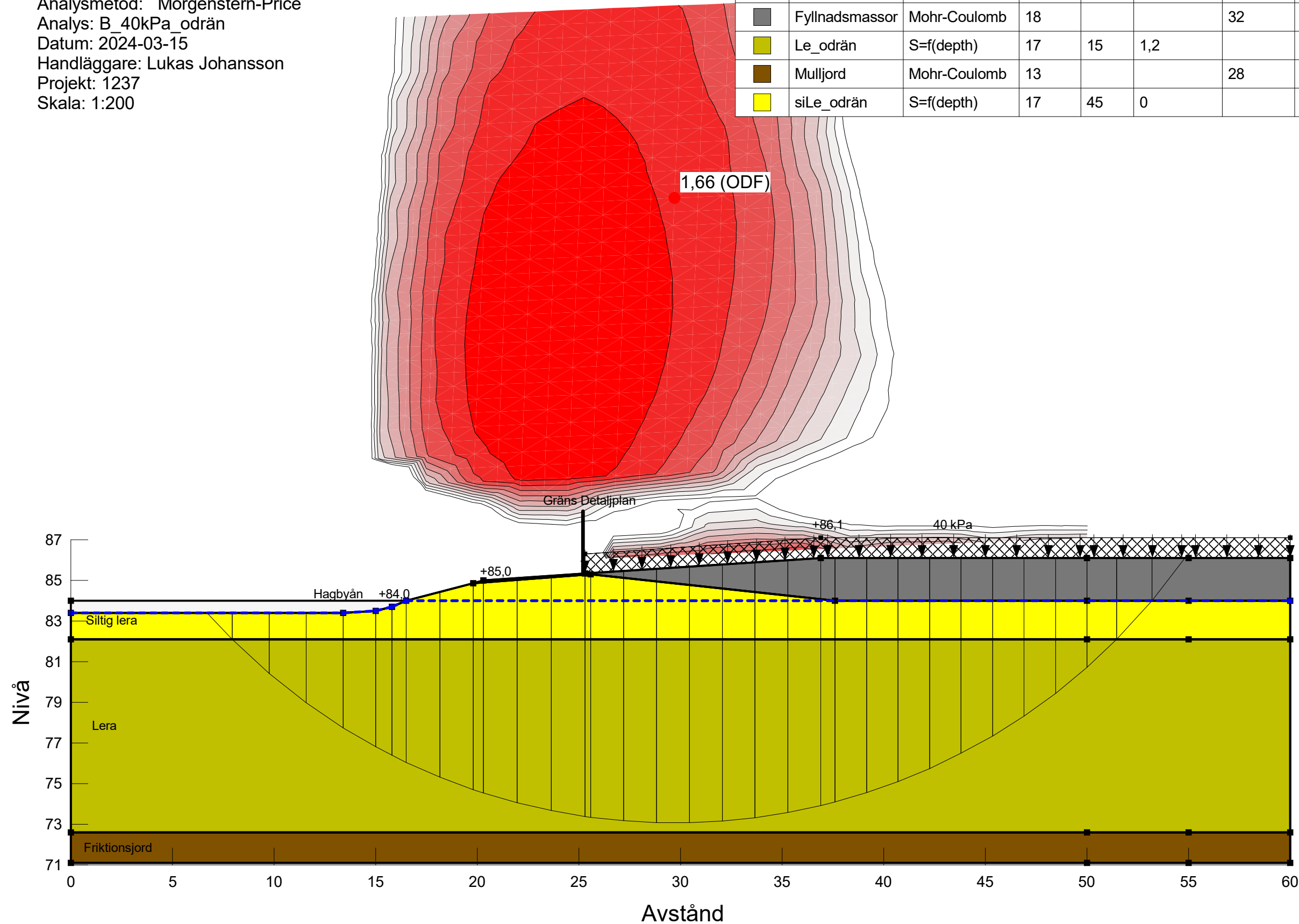
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		1,5	0,12	15	1,2
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28	1				
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		4,5	0	45	0





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_40kPa_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

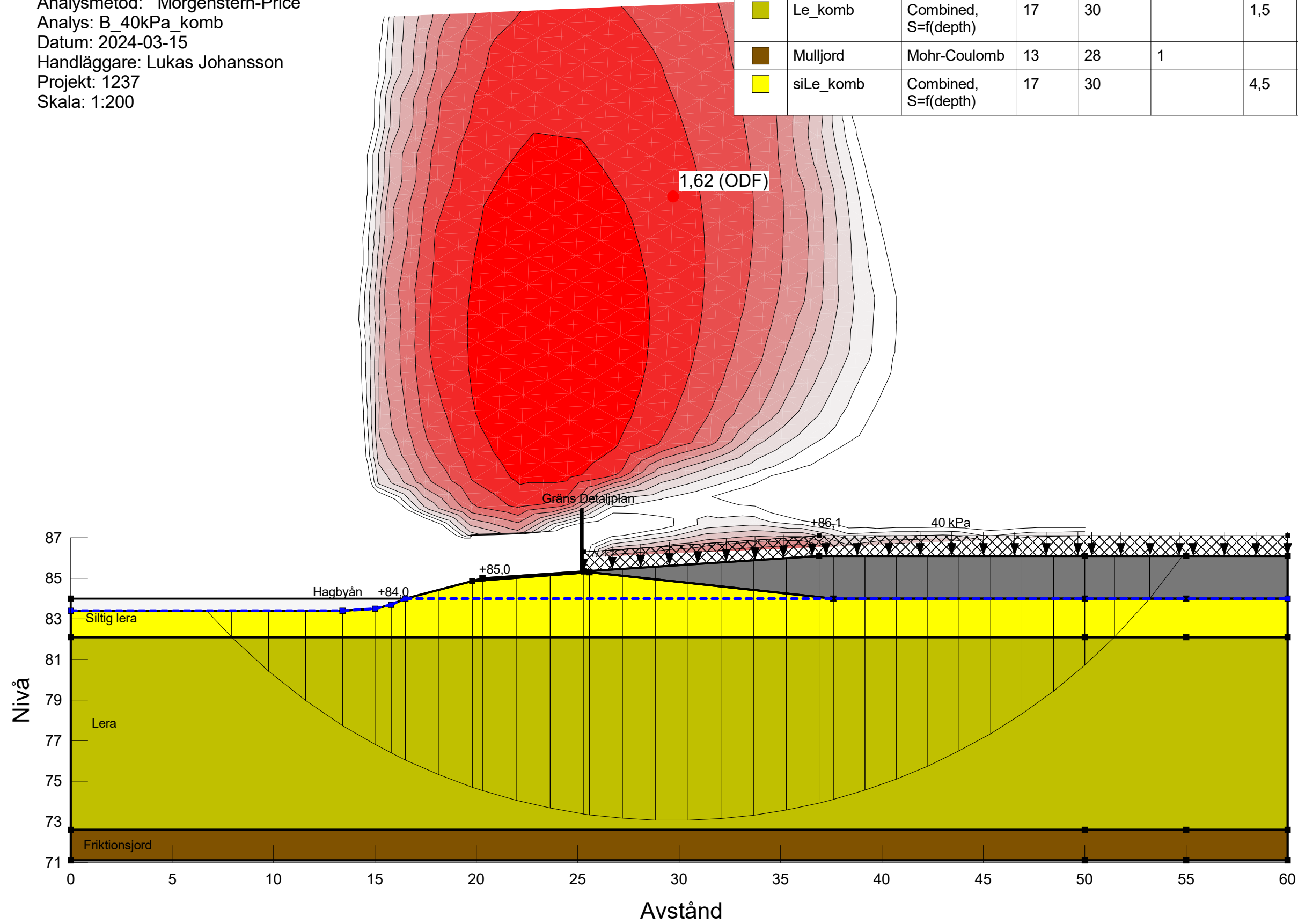
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_40kPa_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

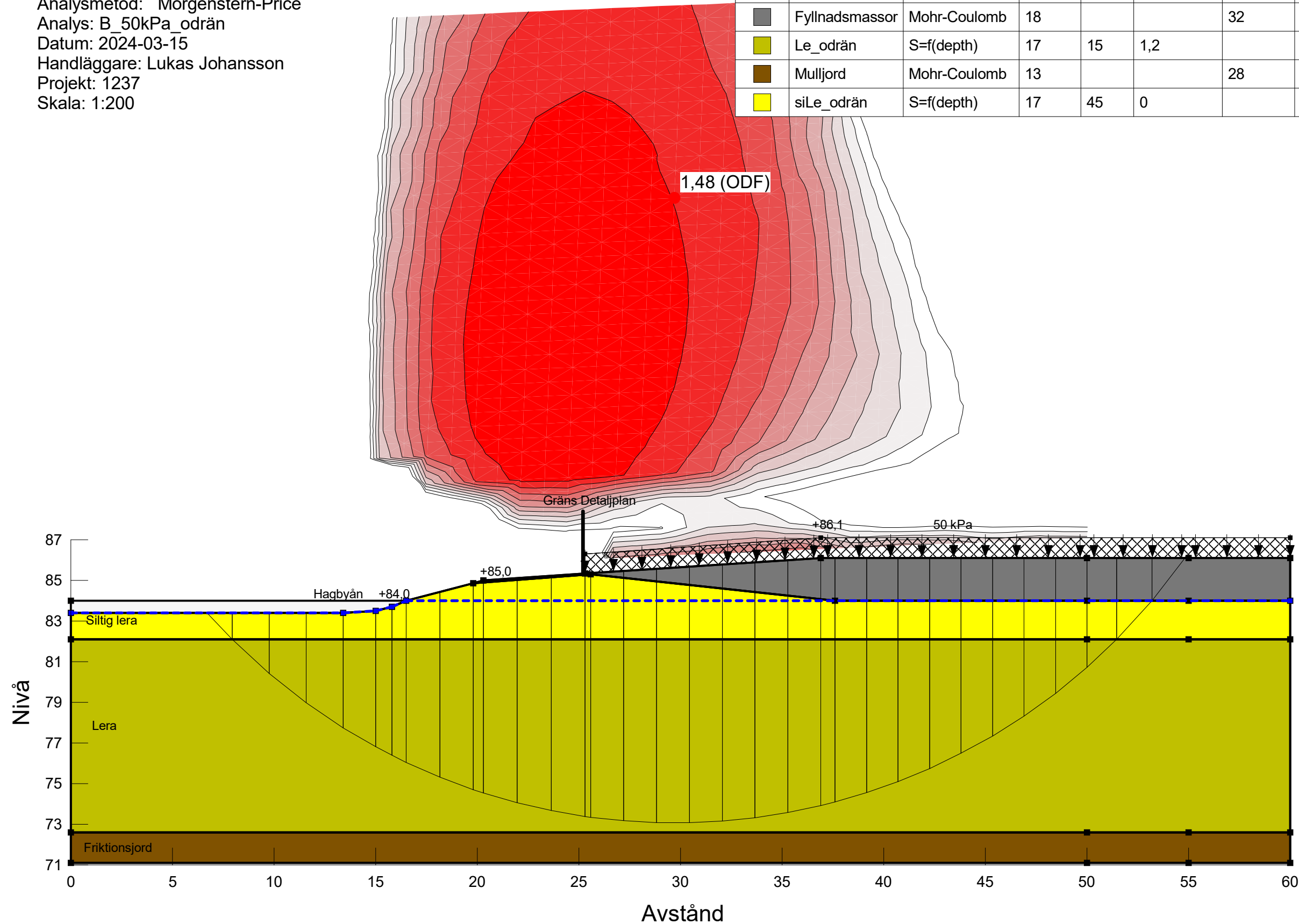
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		1,5	0,12	15	1,2
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28	1				
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		4,5	0	45	0





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_50kPa_odrän
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

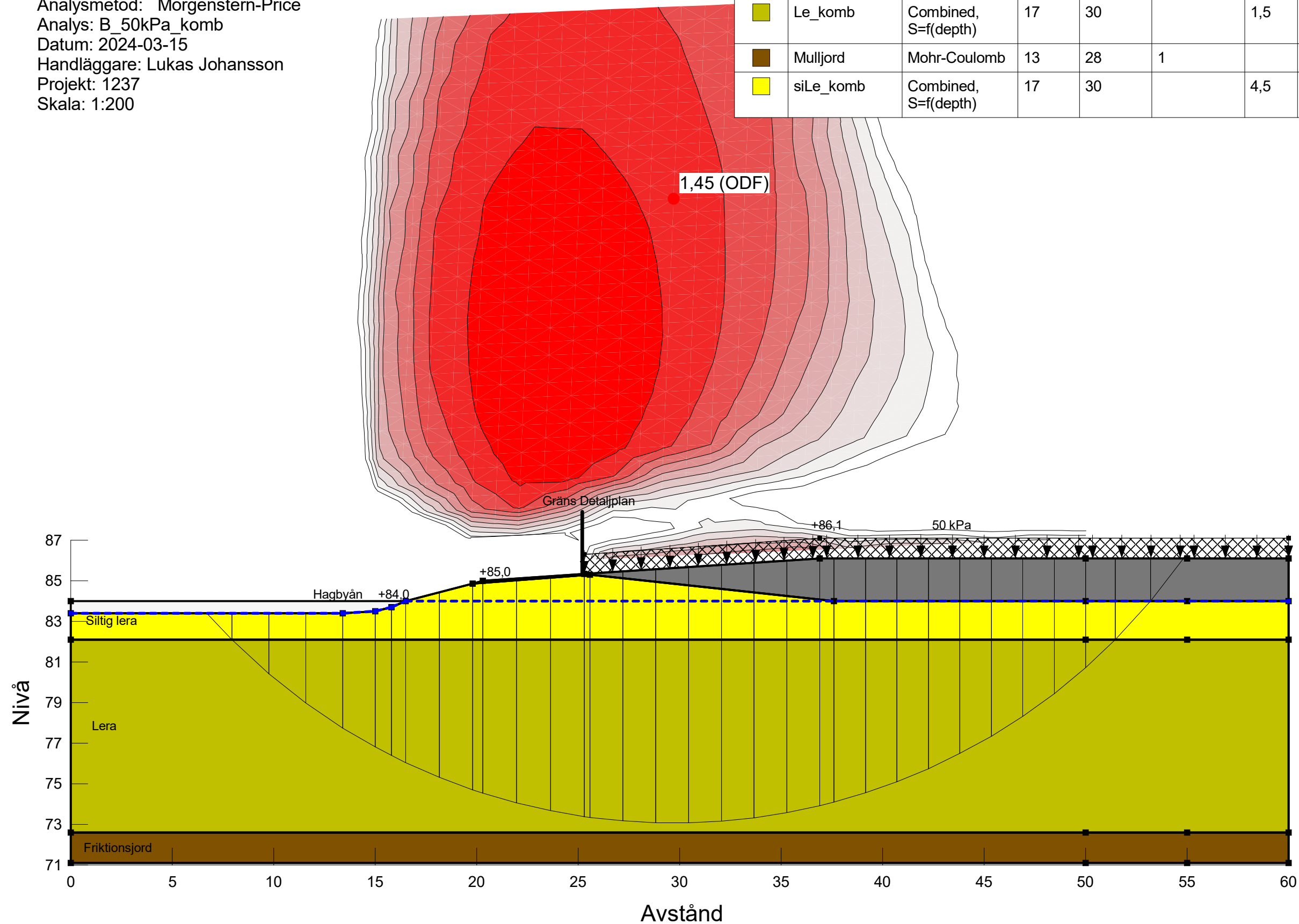
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	
	Le_odrän	S=f(depth)	17	15	1,2		
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
	siLe_odrän	S=f(depth)	17	45	0		





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_50kPa_komb
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

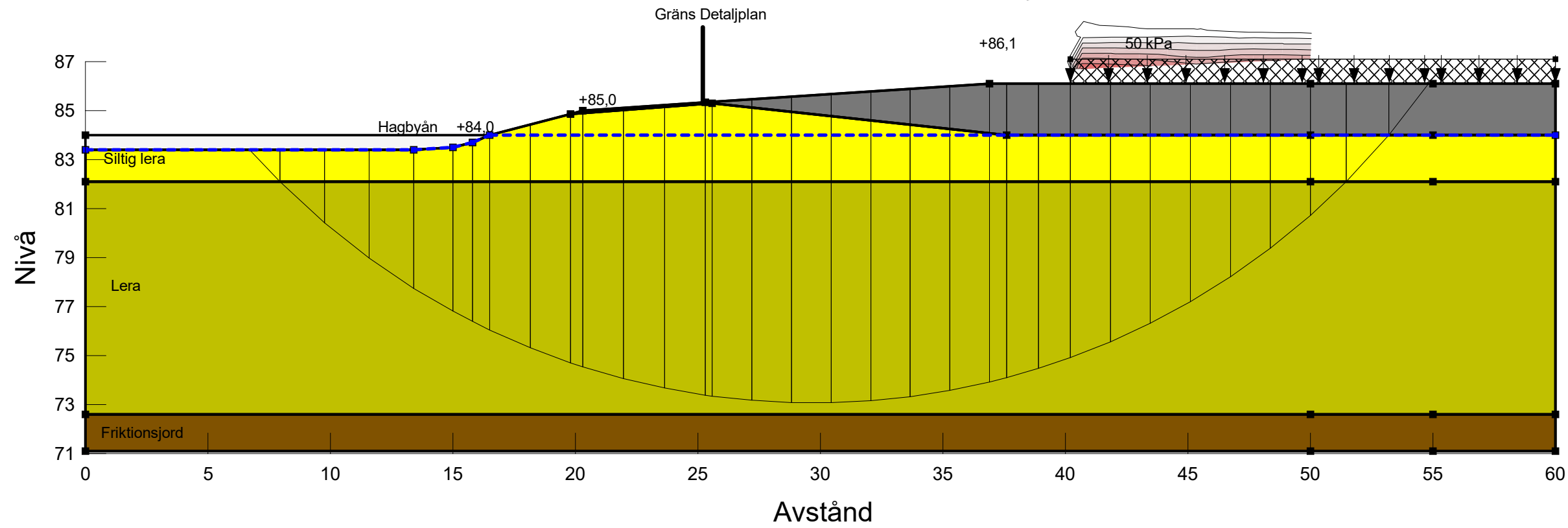
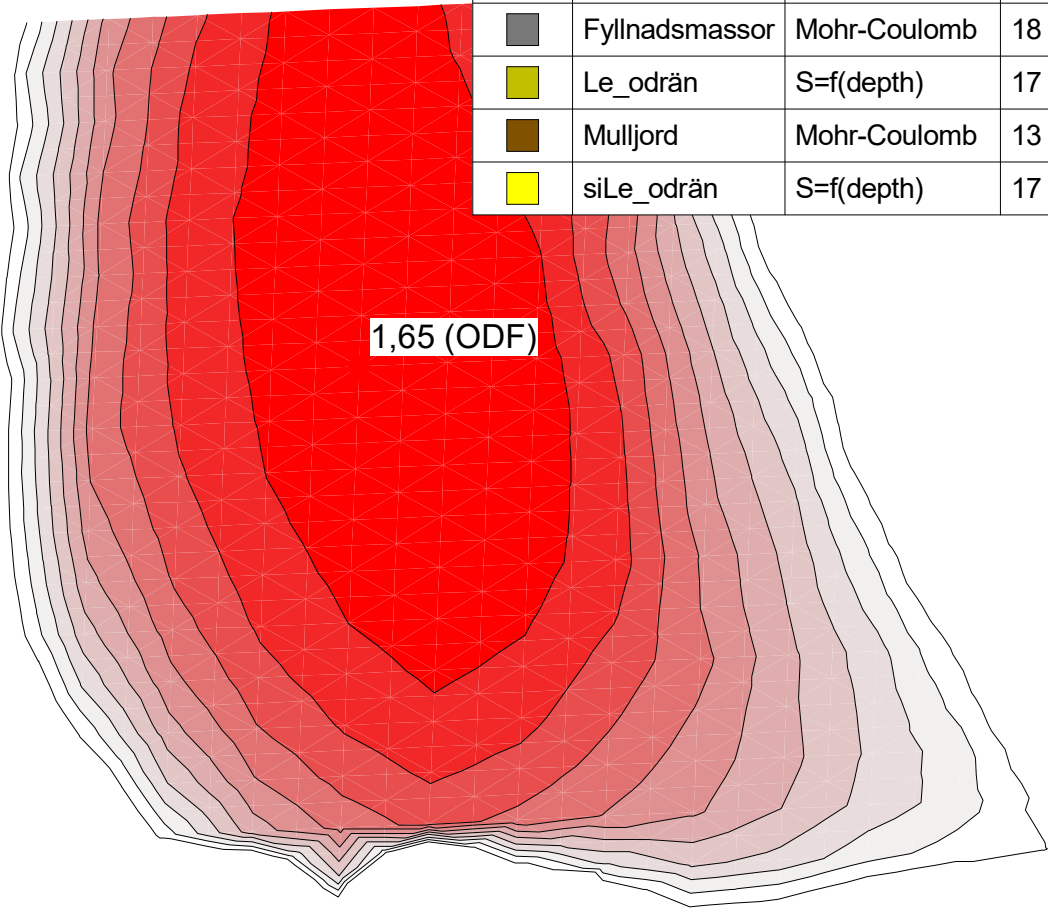
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		1,5	0,12	15	1,2
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28	1				
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		4,5	0	45	0





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_50kPa_odr n_ tg rd
Datum: 2024-03-15
Handl ggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

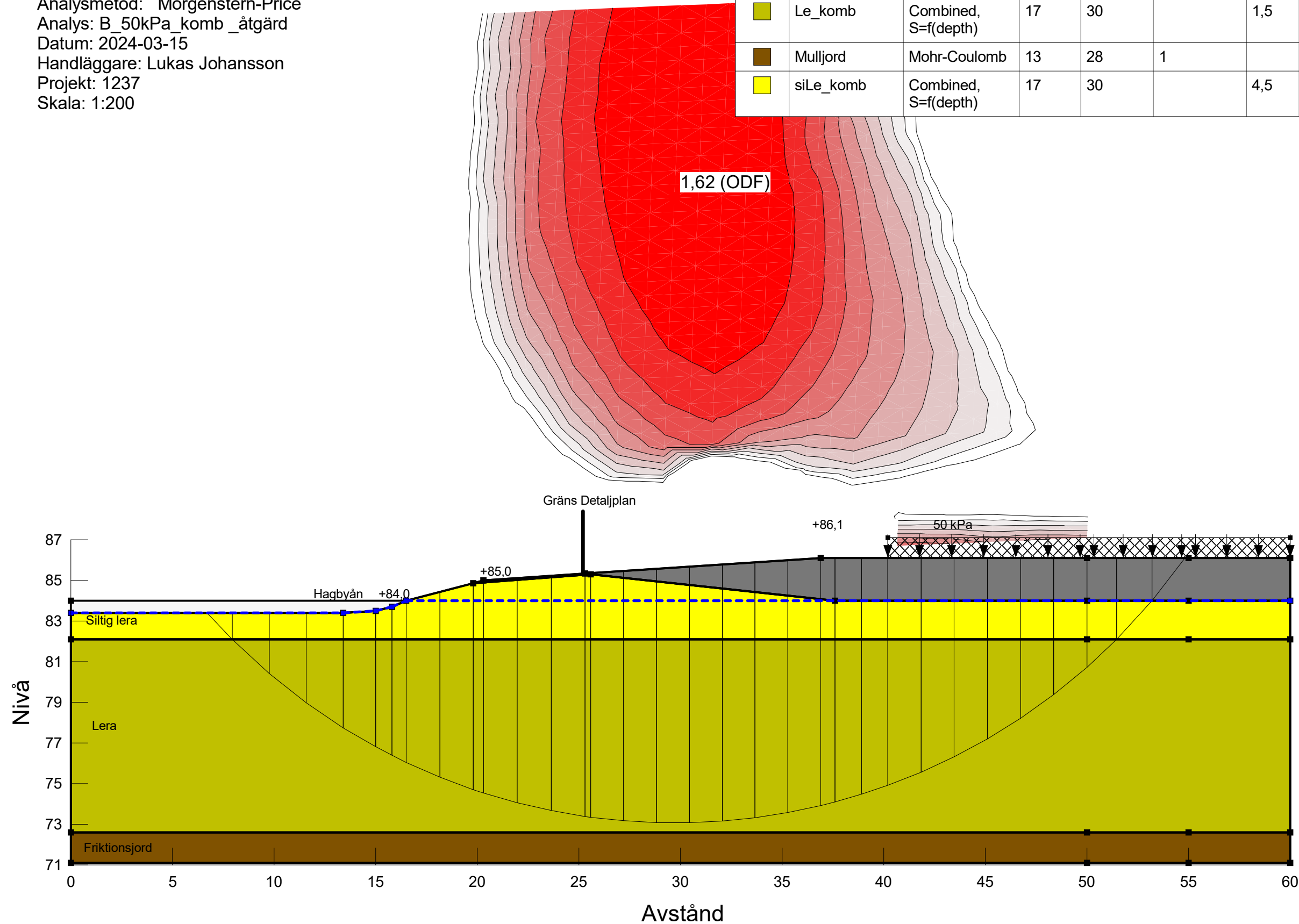
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20			42	
■	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18			32	
■	Le_odr�n	S=f(depth)	17	15	1,2		
■	Mulljord	Mohr-Coulomb	13			28	1
■	siLe_odr�n	S=f(depth)	17	45	0		





Title: Detaljplan Karlsängskolan
Totalstabilitetsanalys
Geometri: Sektion B
Analysmetod: Morgenstern-Price
Analys: B_50kPa_komb_åtgärd
Datum: 2024-03-15
Handläggare: Lukas Johansson
Projekt: 1237
Skala: 1:200

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	42					
	Fyllnadsmassor	Mohr-Coulomb	18	32					
	Le_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		1,5	0,12	15	1,2
	Mulljord	Mohr-Coulomb	13	28	1				
	siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30		4,5	0	45	0



AWER **GEOTEKNIK**

 **Genuin**  **Vänskaplig**  **Jordnära**

awer.se