

# Detaljplan Gärdet 1:1

PM Geoteknik

Beställare

Kungälv kommun

**DOKUMENTNAMN: 1173-PM-01 Geoteknik**

**DATUM: 2023-11-03**


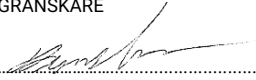
**KUND: Kungälv kommun**

# Detaljplan Gärdet 1:1

## 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.

REV.	DATUM	BESKRIVNING	UTFÖRD	GRANSKAD
HANDLÄGGARE  Lukas Johansson, lukas@awer.se			GRANSKARE  Daniel Lennartsson, daniel@awer.se	
SÖKVÄG: \\A-Server\Awer\05 Uppdrag\2023\1173 - Detaljplan Gärdet 1_1, Kungälv\03-Produktion\02 Dokument\PM\1173-PM-01 Geoteknik.docx				

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 SYFTE OCH UPPDRAG .....	1
2 UNDERLAG .....	2
2.1 Arbetsmaterial .....	2
2.2 Tidigare utförda undersökningar.....	2
3 STYRANDE DOKUMENT .....	2
4 OBJEKTSBESKRIVNING.....	3
5 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS .....	3
6 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR .....	3
7 MARKFÖRHÅLLANDEN .....	4
7.1 Topografi och ytbeskaffenhet.....	4
7.2 Geoteknik .....	7
7.3 Kwicklera.....	7
7.4 Materialtyp och tjälfarlighetsklass.....	7
7.5 Hydrogeologi.....	8
7.6 Markradon .....	8
7.7 Erosion.....	8
8 STABILITETSANALYS .....	9
8.1 Allmänt .....	9
8.2 Tillståndsbedömning .....	9
8.3 Säkerhetsfaktor totalstabilitet.....	11
8.4 Valda värden .....	12
8.5 Portrycksförhållanden .....	15
8.6 Befintlig förstärkning .....	15
8.7 Laster 16	
8.8 Beräkningsresultat.....	16
8.9 Känslighetsanalys.....	17
8.10 Bakåtgripande skred.....	17
8.11 Stabilitetshöjande åtgärder .....	18
9 SÄTTNINGSANALYS .....	19
9.1 Delområde 1 .....	20
9.2 Delområde 2.....	23
10 REKOMMENDATIONER.....	26
10.1 Allmänt .....	26
10.2 Grundläggning.....	26
10.3 Gator och ledningar .....	26
10.4 Tjäldjup.....	27
10.5 Öppet schakt.....	27
10.6 Erosion.....	27
10.7 Sättningar.....	27
10.8 Stabilitet .....	28
10.9 Hydrogeologi.....	28
10.10 Markradon.....	28
10.11 Omgivningspåverkan.....	29
10.12 Arbetsmiljö.....	29

10.13	Kontrollprogram.....	29
11	VIDARE ARBETE/ RÅD TILL FRAMTAGANDE AV HANDLINGAR .....	29

## BILAGOR

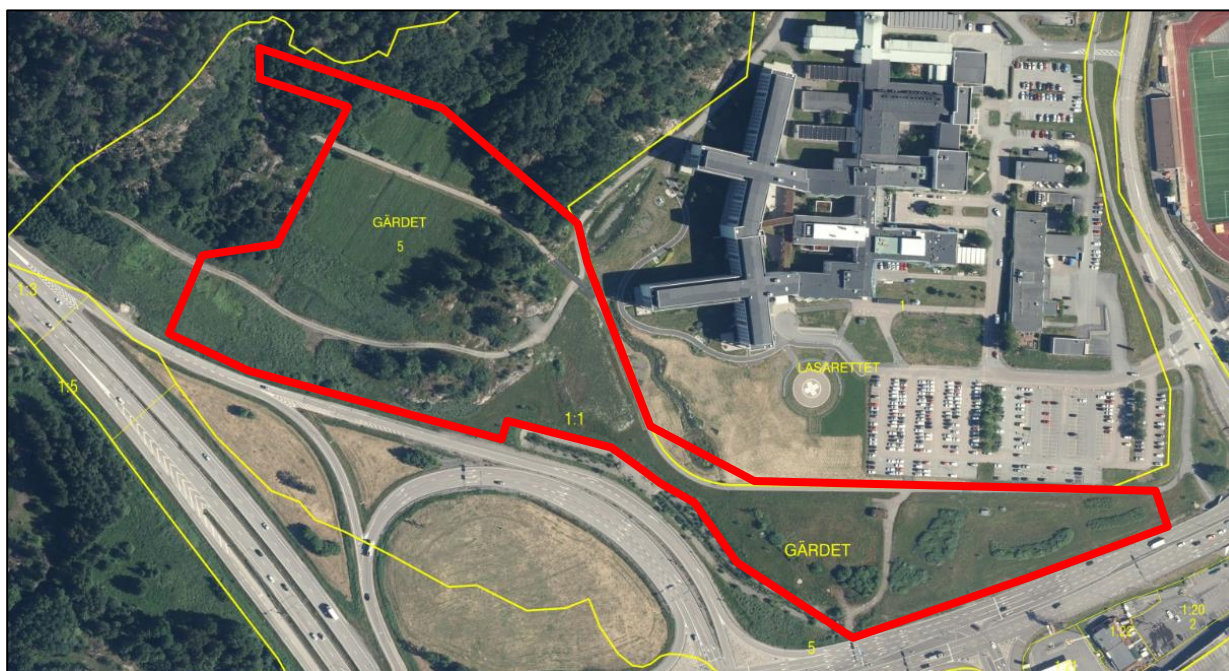
Bilaga A – Valda värden

Bilaga B – Stabilitetsberäkningar

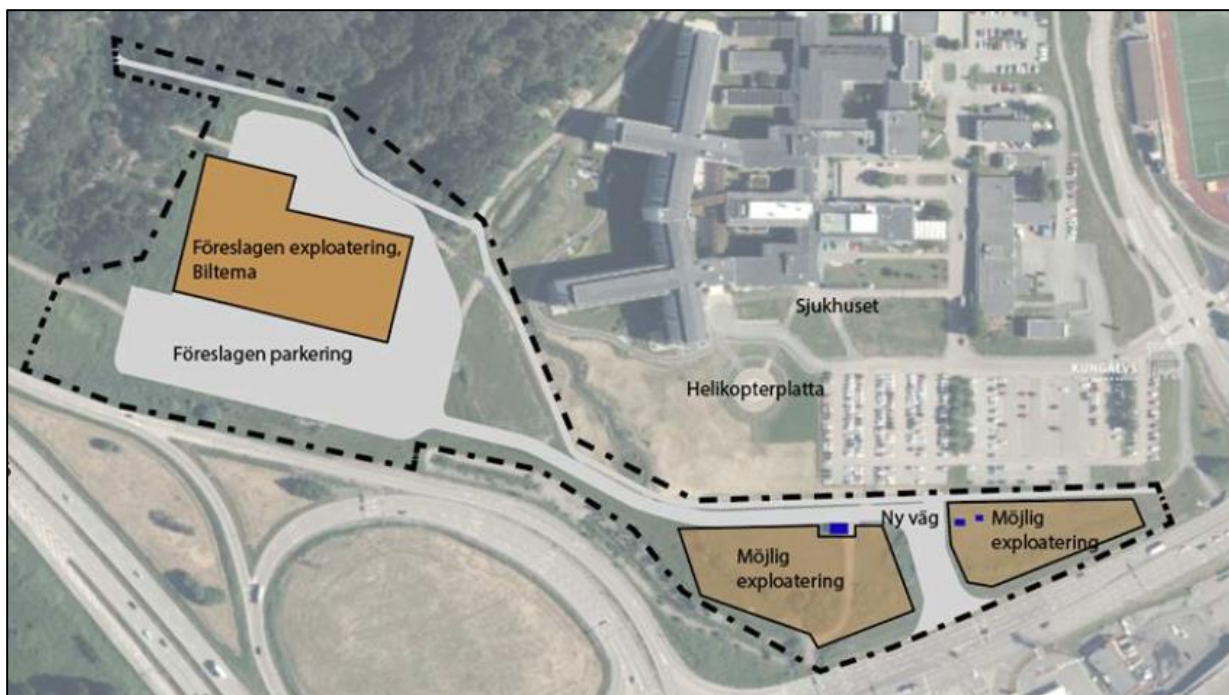
Bilaga C – Befintliga förstärkningsåtgärder

## 1 SYFTE OCH UPPDRAG

Kungälv kommun avser att på fastigheten Gärdet 1:1 i Kungälv tätort upprätta en ny detaljplan för verksamheter, restaurang, handel och kontor. Planområdet ligger mellan E6 och sjukhuset. Se Figur 1-1 och Figur 1-2 för planområdets utbredning inom Kungälv tätort. Planområdet är ca 6 ha stort.



Figur 1-1 – Planområdets utbredning inom fastigheten Gärdet 1:1 i Kungälv (Lantmäteriet, 2023).



Figur 1-2 – Förslag på planområde med möjlig exploatering och vägar ungefärligt markerade (Kungälv kommun, 2023).

Inom västra planområdet planeras för en ny byggnad med detaljhandel och kontor för Biltema med tillhörande parkering och inlastning. I söder längs Marstrandsvägen utreds ytterligare två potentiella exploateringsytor för verksamhet, restaurang eller handel.

Denna handling är PM Geoteknik, som är en analys av det geotekniska underlag som erhållits efter platsbesök, fältgeotekniska och hydrogeologiska undersökningar vid fastigheten Gärdet 1:1 inför upprättandet av ny detaljplan. Undersökningar presenteras i tillhörande MUR Geoteknik.

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

## 2 UNDERLAG

### 2.1 Arbetsmaterial

- "1173-MUR-01 Detaljplan Gärdet 1:1" – Awer Geoteknik, daterad 2023-11-03
- Kartunderlag i dwg-format – Kungälv kommun, daterad 2023-02-28
- Detaljplan för Gärdet 1:1 – "Biltema", pdf – Kungälv kommun, daterad 2023-06-14
- Förstärkningsåtgärder, KC-pelare, pdf – Trafikverket, daterad 2016-04-11
- Situationsplan översikt – "Biltema" – Byggingenjörbyrå, daterad 2023-04-14
- Ledningsritningar – Ledningskollen.se, hämtat augusti 2023
- Jordarts och jorddjupskartor – SGU.se, hämtat 2023-10-20

### 2.2 Tidigare utförda undersökningar

- Geotekniska förutsättningar – Lasarettområdet, stadsplan. Upprättad av Göteborgs förorter, daterad 1985-04-02
- Markteknisk undersökningsrapport & PM Geoteknik – E6 Kungälvsmotet (ÖST). Upprättad av AFRY, daterad 2016-04-11
- PM Geoteknik – Nya Kungälv sjukhus. Upprättad av WSP, daterad 2016-04-27
- Geotekniska förutsättningar – Kungälv sjukhus, ändring av detaljplan. Upprättad av WSP, daterad 2017-01-31
- Geotekniska förutsättningar, komplettering – Kungälv sjukhus, ändring av detaljplan. Upprättad av WSP, daterad 2017-06-22, rev 2017-08-21

## 3 STYRANDE DOKUMENT

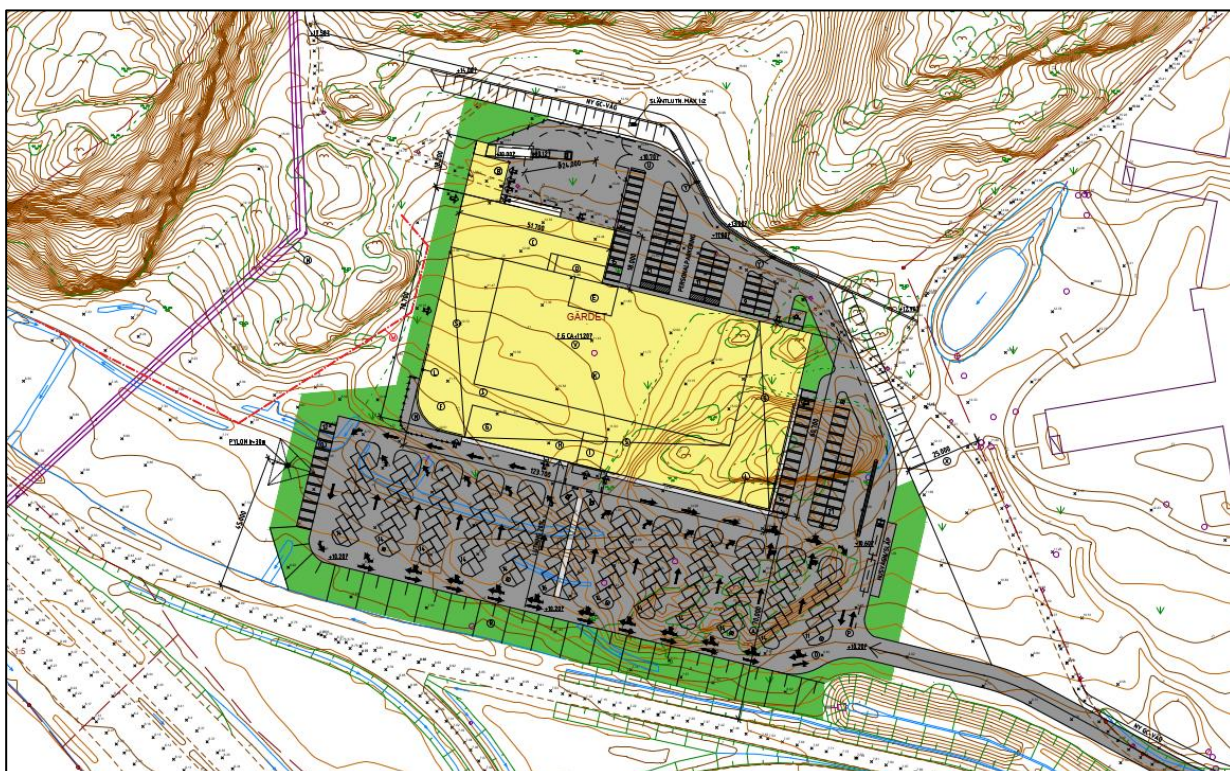
Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationella bilagor och tillämpningsdokument.

**Tabell 3-1 - Planering och redovisning.**

Typ av utredning	Nyttjas i denna PM	Styrande dokument
Alla utredningar	X	SS-EN 1997-1 IEG Rapport 2:2008, Rev 3 IEG Rapport 4:2008, Rev 1 Boverkets författningssamling
Plattgrundläggning	X	IEG Rapport 7:2008, Rev 1
Slänter och bankar	X	IEG Rapport 6:2008, Rev 1
	X	IEG Rapport 4:2010 Schakta säkert 2015
Pålgrundläggning	X	IEG Rapport 8:2009, Rev 2
Stödkonstruktioner		IEG Rapport 2:2009, Rev 1

## 4 OBJEKTSBESKRIVNING

Inom nordvästra delen av planområdet förbi bergknallen avses exploatering för nytt Biltema-varuhus och i sydöstra delen avses möjlig exploatering för verksamhet, restaurang eller handel, se Figur 1-2. Se Figur 4-1 för översiktlig situationsplan över den planerade exploateringen för Biltema. Det planeras en infartsväg mellan parkeringsytorna och väg 168.



Figur 4-1 – Översiktlig situationsplan över exploatering i nordvästra planområdet (Byggingenjörbyrån, 2023).

## 5 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Analys och planerad konstruktion arbetar utifrån geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 i detta skede.

## 6 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR

Privata, statliga och kommunala ledningar finns inom och i anslutning till planområdet.

Enligt historiska flygfoton har majoriteten av planområdet tidigare brukats som åkermark. På bergknallen som delar planområdet i nordväst har det tidigare varit beläget en gård som idag är riven, se Figur 6-1. Spår av gamla dolda grundläggningskonstruktioner ska alltid undersökas i detalj före byggstart.



**Figur 6-1 – Flygfoto från 1975 över undersökningsområdet (Lantmäteriet, 2023).**

## 7 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 7.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Planområdet kan delvis beskrivas av åkermark i nordvästra planområdet och större gräsyta i sydöst. Mellan åkermarken och gräsytan delas planområdet i nordväst av en bergknalle som sträcker sig i sydlig-nordlig riktning. Topografin lutar svagt nedåt från norr mot söder i riktning mot E6:an. Planområdet är ca 6 ha stort. Markhöjderna hos nu utförda sonderingspunkter varierar mellan +7 och +14 omkring åkermarken och +6 och +11 för gräsytan.

Planområdet gränsar till Kungälv sjukhus i norr och E6 i söder. Mellan planområdet och E6:an går ett dike som är skyddat mot erosion med grövre material.

Figur 7-2, Figur 7-3 och Figur 7-3 visar en generell översikt av planområdets topografi och ytbeskaffenhet.





Figur 7-1 – Översiktsbild av nordvästra planområdet, bild tagen från E6:an med riktning nordöst (Google, 2023).

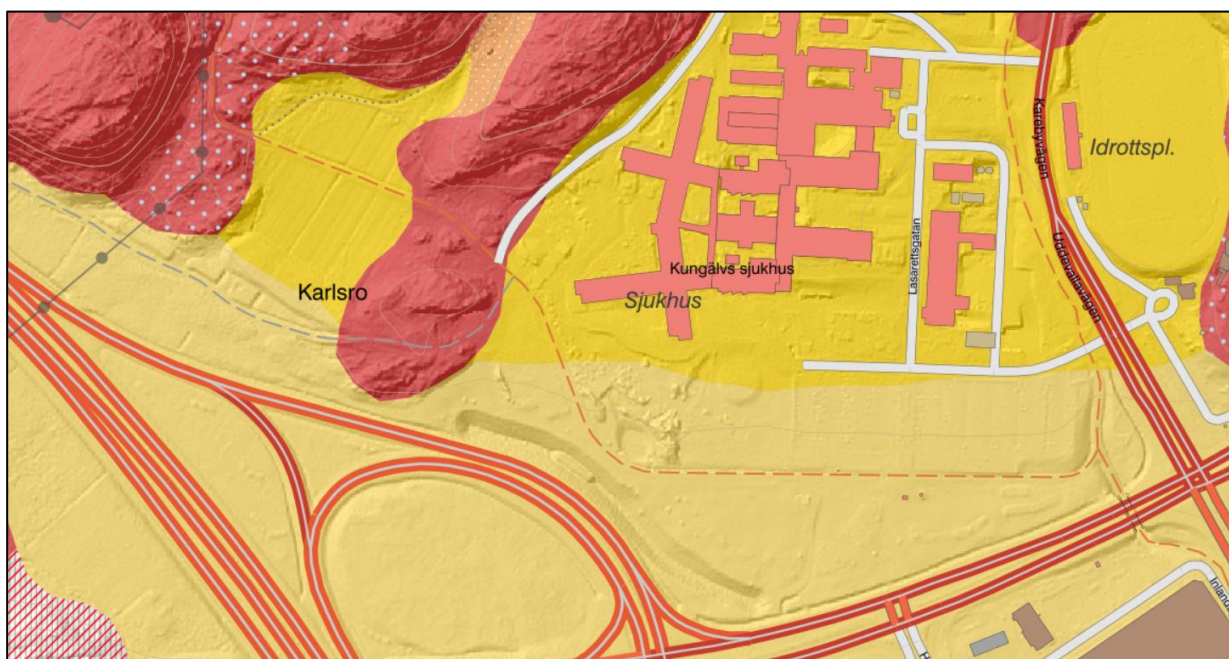


Figur 7-2 – Översiktsbild av sydöstra planområdet, bild tagen från E6:an med riktning sydöst (Google, 2023).



**Figur 7-3 – Översiktsbild av bergknallen som delar planområdet, bild tagen från E6:an med riktning norr (Google, 2023).**

Figur 7-4 visar SGU:s jordartskarta över planområdet. Ytbeskaffenheten enligt jordartskartan består främst av glacial lera (gul) i norra delarna av planområdet följt av postglacial lera (beige) i södra delarna av planområdet närmare Marstrandsvägen och E6:an. I väster delas planområdet av ett bergparti i sydlig-nordlig riktning. Markytetekarteringen från SGU stämmer således relativt väl med utförda undersökningar. Jorddjupen enligt jorddjupskartan varierar mellan 3 och 20 m, där jorddjupen ökar generellt från nordväst mot sydöst.



**Figur 7-4 – Översikt av ytbeskaffenhet, jordartskarta (SGU, 2023).**

## 7.2 Geoteknik

Nedan beskrivs jordlagerföljden översiktligt för ledningssträckan. Detaljerad beskrivning av de geotekniska förutsättningarna med mäktigheter för olika jordlager återfinns i tillhörande MUR/Geo och tidigare utförda undersökningar. De redovisade jordmäktigheterna är uppmätta i provtagningspunkterna och gäller i de specifika punkterna. Således kan mäktigheter och jordlagerföljd variera mellan punkterna och inom undersökningsområdet.

Baserat på utförda undersökningar bedöms jordprofilen generellt bestå av ett mulljordstäckte ovan naturligt lagrad lera följt av friktionsjord på berg.

Naturligt lagrad jord består av **kvicklera**. Lerans mäktighet är mellan ca 3 – 30 m och har överst utvecklat en 1 – 2 m mäktig torrskorpa. Leran är som mäktigast omkring planområdets sydöstra del. Leran beskrivs som siltig och ställvist gyttjig mot djupet. Skjuvhållfastheten hos leran ökar generellt mot djupet och klassificeras som mycket låg till låg.

Inom planområdets sydöstra del har **fyllning** bestående av grus, silt, sand och **slagg** påträffats. Fyllningens mäktighet bedöms vara 4 m.

Följt av leran tolkas **friktionsjord** vila ovan berg. Friktionsjordens mäktighet varierar inom planområdet, där en mäktighet om ca 0,5 – 2 m har påträffats i västra planområdet och inom östra planområdet bedöms ingen friktionsjord alternativt ett tunt täcke vila ovan berget. Benämningen på friktionsjorden är ej undersökt närmare.

Bergövertytan har påträffats i västra planområdet vid ca 8 – 18 m djup under markytan. Övriga sonderingar har som djupast drivits inom sydöstra planområdet, där djupaste sondering har drivits till ca 29 – 30 m djup innan sonderingsstopp. Jorddjupen bedöms generellt luta ner mot djupet från norr mot söder.

## 7.3 Kwicklera

Kwicklera är en lera som vid omrörning kommer förlora majoriteten av sin ursprungliga skjuvhållfasthet där skjuvhållfastheten blir mycket låg. Vid eventuella störningar i kvicklera som följd av exempelvis markarbeten eller stora och små skred, oftast vid vattendrag, kan så kallade sekundärskred inträffa. Sekundärskred innebär att det initiala skredet kan leda till större mer omfattande skred tills skredets bakkant når fastmark eller berg.

Att en lera klassificeras som kvick baseras på dess uppmätta sensitivitet och omrörda odränerade skjuvhållfasthet. Sensitiviteten ska vara över 50 och omrörda odränerade skjuvhållfastheten vara mindre än 0,4 kPa.

Kwicklera har enligt nu och tidigare undersökningar påträffats inom planområdet från ca 3 – 4 m djup och nedåt på utvalda punkter med ostörd provtagning. Förekomsten av kvicklera kan inte uteslutas för hela planområdet.

## 7.4 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 rutinundersökningar och AMA Anläggning 23.

Tabell 7-1 - Materialtyp och tjälfarlighetsklass hos upptagna prover.

Jordart	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
Let / Le	4B	3
siLet / siLe	5A	4
gysiLet / gysiLe	5B	4

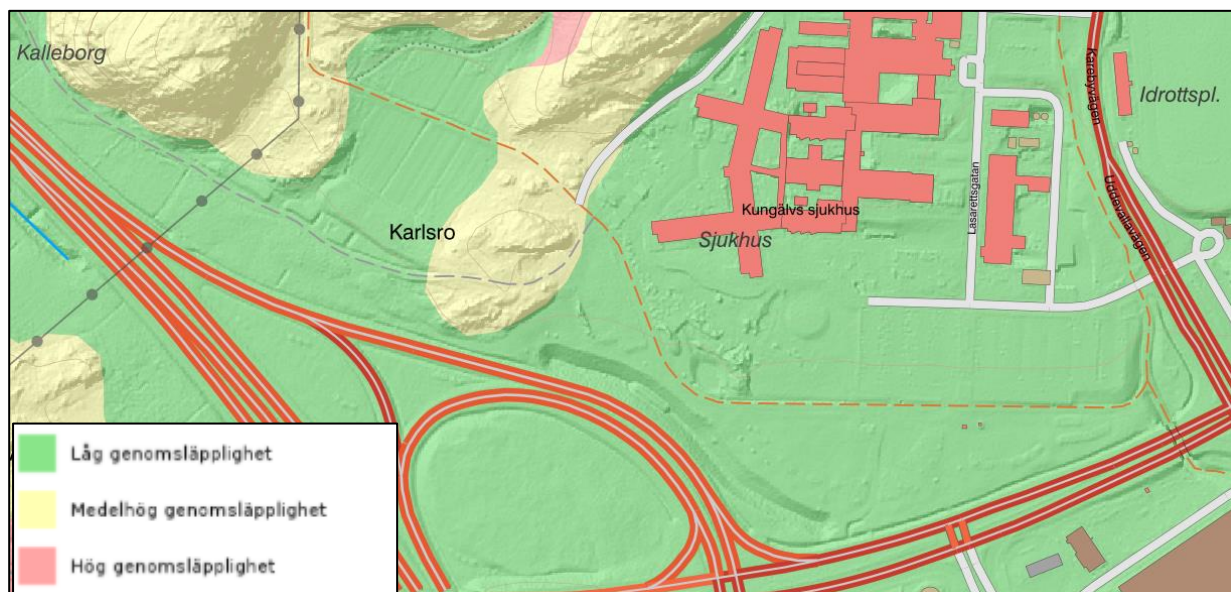
## 7.5 Hydrogeologi

Flertalet grundvattenrör har nu och tidigare installerats inom planområdet. Utförda mätningar visar att grundvattennivån antingen följer terrängen i läge med markytan eller är belägen strax under/över markytan. Tidigare installerade portryckspetsar i lerprofilen visar generellt hydrostatiska portryckförhållanden, där det är en variation av svagt poröver- eller porundertryck mot djupet omkring planområdet.

För vidare projektering kan grundvattennivån ansättas till markytan med hydrostatiska portrycksförhållanden. Grundvattenytan varierar med årstiden och nederbörden.

## 7.6 Markradon

Ingen markradonundersökning har utförts. Lösa impermeabla jordarter som glacial- och postglacial lera anses inte lika genomsläppliga för eventuella radongaser till skillnad från jordarter som sand och grus. Urberget inom planområdet bedöms ha medelhög genomsläpplighet. Se Figur 7-5 för SGU:s karta för genomsläpplighet för planområdet.



Figur 7-5 – Bedömd genomsläpplighet inom planområdet (SGU, 2023).

## 7.7 Erosion

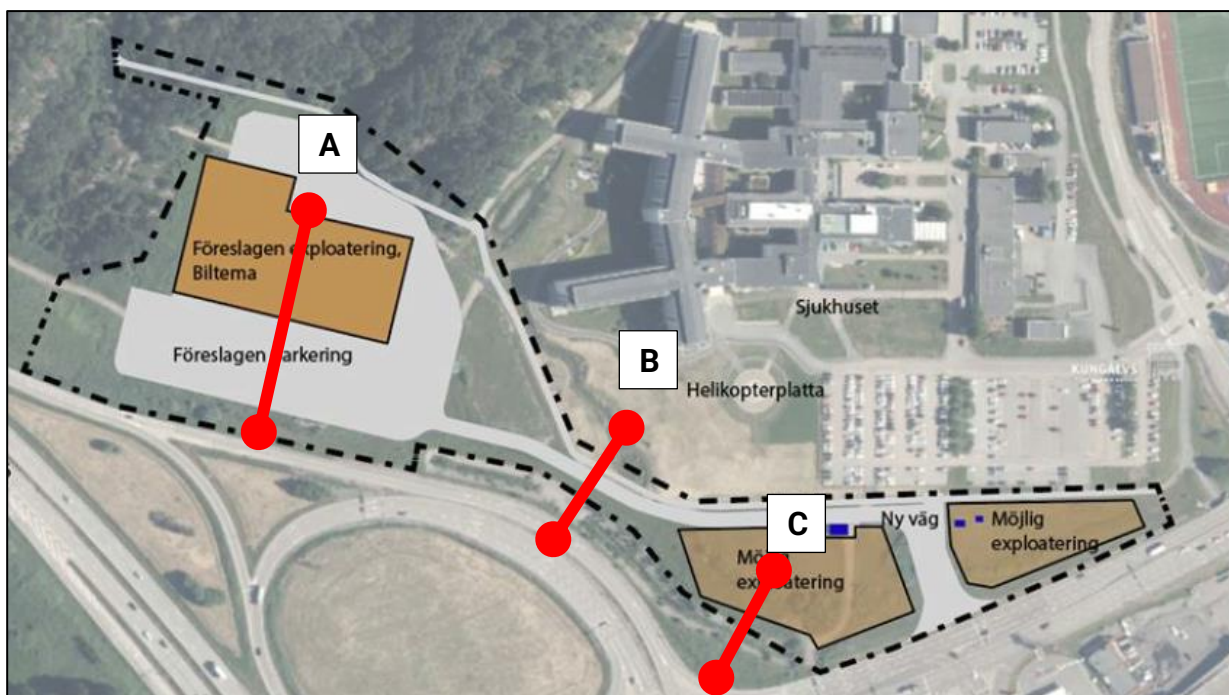
Ingen pågående erosion bedöms föreligga inom planområdet. Angränsande bäck mellan planområdet och E6:an är skyddat mot erosion där inga tecken på rörelser kunde observeras under platsbesök utfört under oktober 2023.

## 8 STABILITETSANALYS

### 8.1 Allmänt

Stabilitetsanalyser för blivande förhållanden har utförts i tre sektioner inom planområdet. En sektion inom nordvästra planområdet beräknas för att utreda stabilitetsförhållanden som följd av nyexploatering (Biltema), en sektion i mitten av planområdet för att utreda stabilitetsförhållanden som följd av ny tillfartsväg intill befintlig bäck/dike mellan planområdet och E6:an. Slutligen ytterligare en sektion för att utreda stabiliteten från möjlig exploatering i sydöstra planområdet mot befintlig bäck/dike. Se Figur 8-1 för valda sektioner.

Sektionernas geometri ritas upp efter upprättad markmodell baserad på grundkarta erhållen av beställaren. För sektion A planas markytan ut efter sektionens slut i beräkningarna.



**Figur 8-1 – Valda beräkningssektioner markerade i rött, benämnda sektion A, B och C.**

Beräkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden i både odränerad och kombinerad analys enligt IEG 4:2010 som detaljerad utredning. Känslighetsanalys med lägre vald odränerad skjuvhållfasthet har utförts i utvalda sektioner.

Samtliga beräkningar har utförts med GeoStudio 2021 R2 version 11.1.1.22085 i modul Slope/w. Vald analysstyp är *Morgenstern-Price* och *Grid and Radius* är vald metodik för beräkning av glidytor.

### 8.2 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 8-1 till Tabell 8-9 för sammanställningar av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden som är underlag för valet av totalsäkerhetsfaktor.

**Tabell 8-1 - Förutsättningar konsekvenser av skred.**

Konsekvenser av skred	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Begränsad utbredning av skred omkring sektion A.	Risk för människoliv eller stor ekonomisk skada vid skred omkring sektion B och C. Risk för bakåtgripande skred för samtliga sektioner. Kwicklera har påträffats inom hela planområdet.

**Tabell 8-2 - Förutsättningar släntens beständighet.**

Släntens beständighet	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Inga tecken på pågående rörelser eller erosion inom planområdet. Intakt gräsvegetation.	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterrosion intill befintliga diken. Brist på busk- eller trädvegetation.

**Tabell 8-3 - Förutsättningar tidigare förändringar i slänten.**

Tidigare förändringar i slänten	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Begränsad historisk exploatering inom planområdet. Utlagda fungerade erosionskydd.	Ett relativt djupt dike längs östra planområdet mot väg 168 och E6:an är anlagt.

**Tabell 8-4 - 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. Kwicklera inom hela planområdet. Relativt stor spridning hos härledda hållfasthetsegenskaper i vissa punkter.

**Tabell 8-5 - 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. Känslighetsanalys för odränerade skjuvhållfasthet. Förhållandena är enkla med små variationer i yta och jordlagerföljd.	Ingen känslighetsanalys utförd på porttrycksförhållanden. Utförd känslighetsanalys på odränerade skjuvhållfastheten visar att modellen är känslig.

**Tabell 8-6 - Förutsättningar fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning.**

Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Undersökningar inom området ger ett bra geotekniskt underlag. CPT-sondering, vingförsök och ostörd provtagning med avancerade labförsök såsom kompressionsförsök är utförda.	Direkta skjuvförsök och triaxialförsök saknas.

**Tabell 8-7 - Förutsättningar släntens geometri.**

Släntens geometri	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Välkänd geometri. Befintliga förhållanden kända med god grundkarta.	Brant släntlutning hos befintligt dike vid sektion B och C (ca 1:2,5).

**Tabell 8-8 - Förutsättningar grundvatten- och portrycksförhållanden.**

Grundvatten- och portrycksförhållanden.	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet.	Långtidsobservationer saknas. Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten. Ingen känslighetsanalys med avseende på portrycksförhållanden är utförd.

**Tabell 8-9 - Förutsättningar ytvattenförhållanden.**

Ytvattenförhållanden	
Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Långsam förändring i vattenstånd. Väldränerat och dikat området inom öster.	För befintliga förhållanden finns risk för lokala vattensamlingar. Långsam dränering.

### 8.3 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.

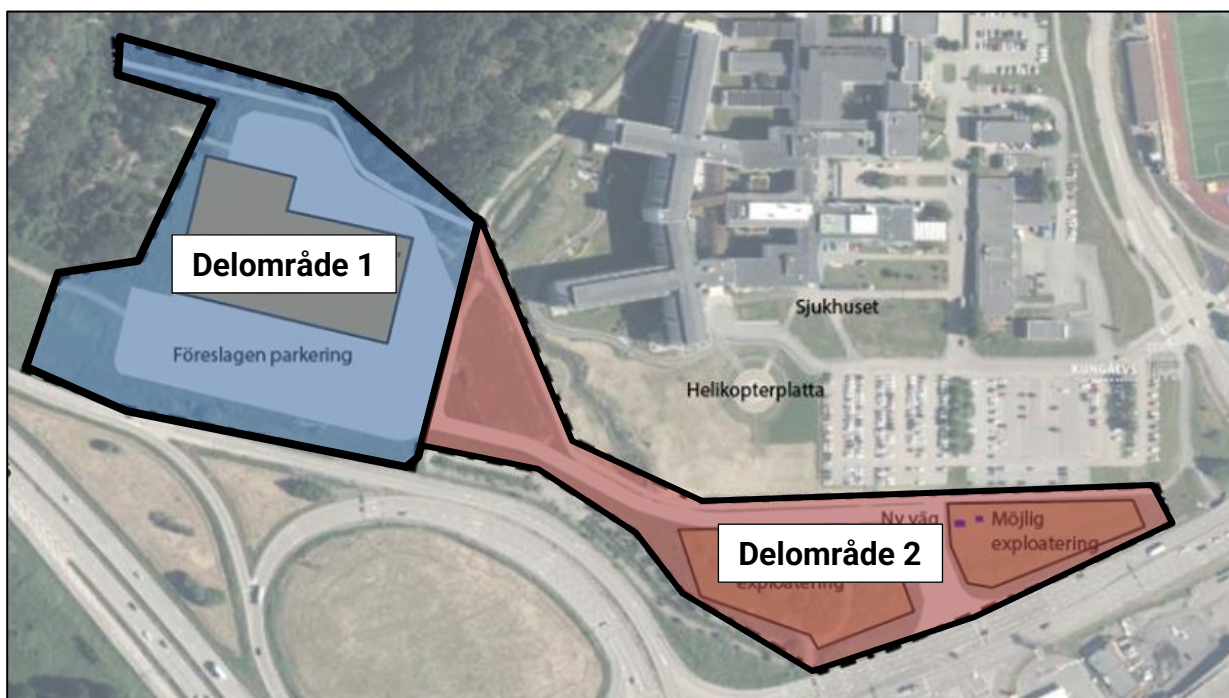
Med hänsyn till balansen mellan gynnsamma och ogynnsamma förhållanden där de gynnsamma förhållandena bedöms väga mer samt förekomsten av kvicklera har följande säkerhetsfaktorer för totalstabilitet valts för respektive beräkningssektion,

**Tabell 8-10 - Valda säkerhetsfaktorer för totalstabilitetsanalys.**

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

## 8.4 Valda värden

Valet av karakteristiska jordparametrar har inom planområdet delats upp i delområden som baseras på topografiska och geotekniska förhållanden erhållna från nu och tidigare utförda undersökningar samt TDOK 2013:0667. Delområde A har valts att representera åkermarken inom nordvästra planområdet och Delområde B representerar resterande gräsytor förbi bergknallen. Se Figur 8-2 för presentation i plan för valda delområden.

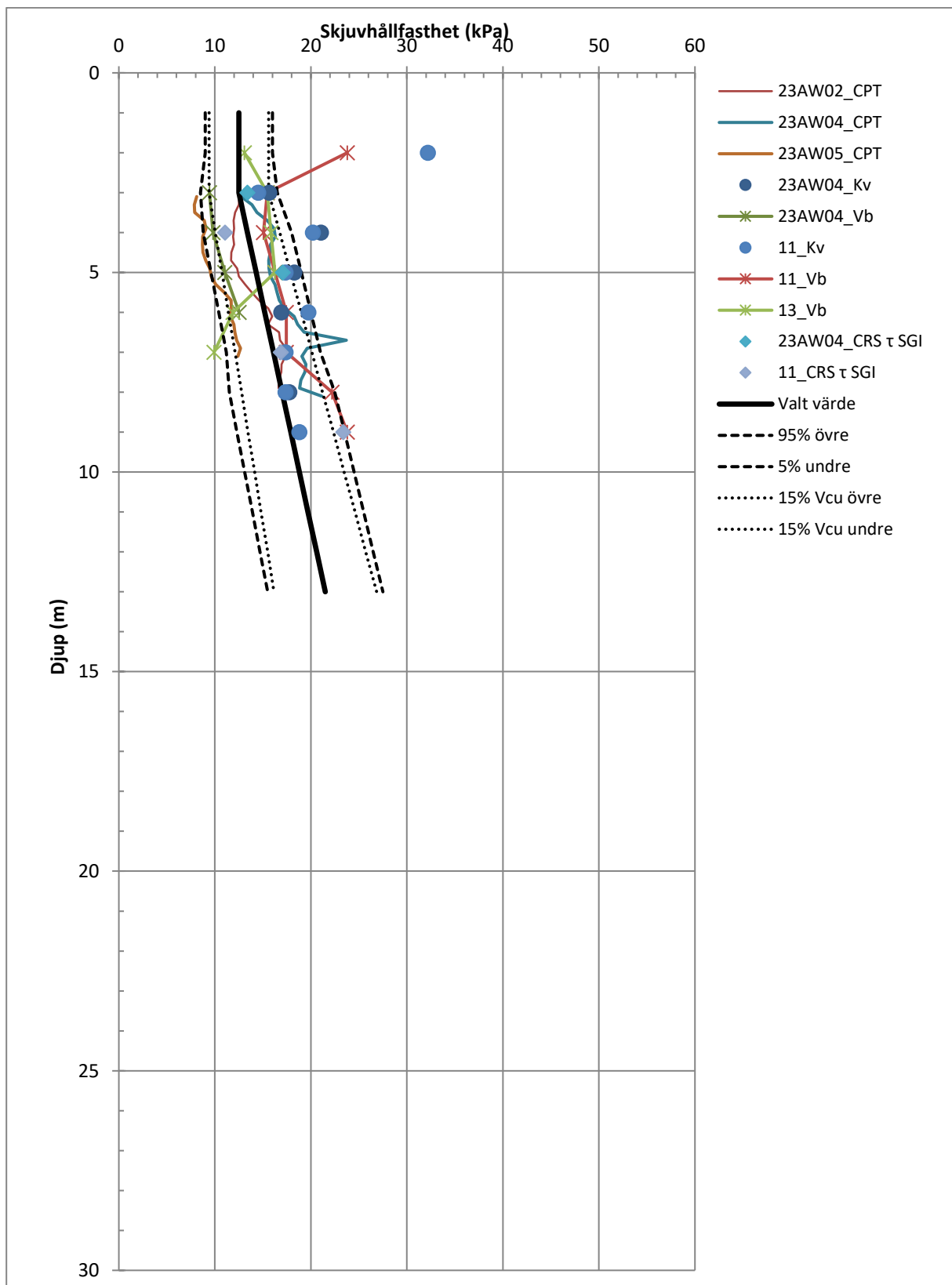


**Figur 8-2 – Valda delområden för valda odränerade skjuvhållfasthetsprofiler.**

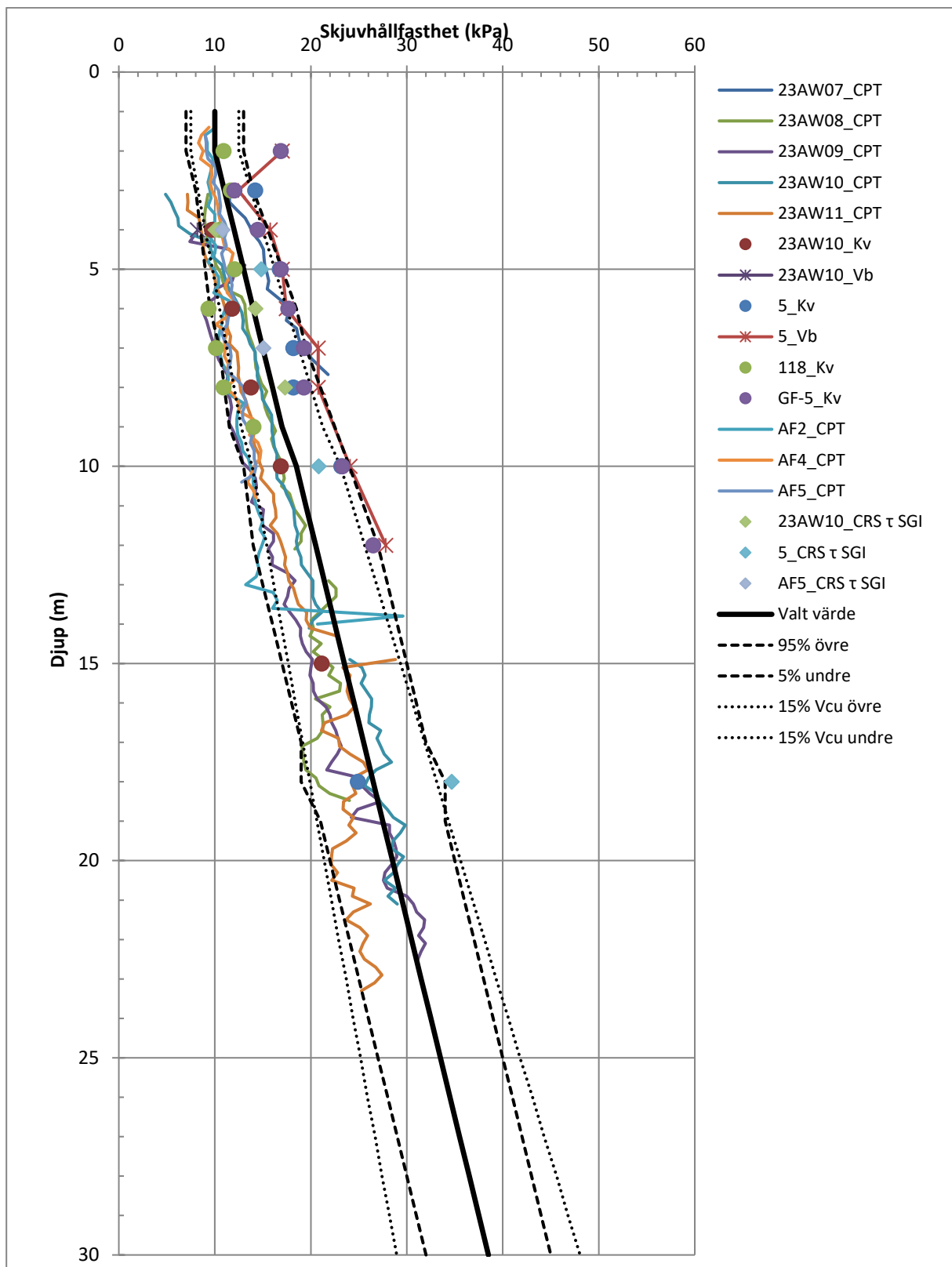
Valet av odränerad skjuvhållfasthet för respektive delområde utförs genom en försiktig värdering där det övre karakteristiska värdet motsvaras av 95-procentsfraktilen och det undre av 5-procentsfraktilen. Valda värden värderas även mot den naturliga variationen för odränerad skjuvhållfasthet hos leran, vilket är 15% enligt IEG 6:2008 för en "normalsvensk lera". Se Figur 8-3 till Figur 8-4 för grafer för valda värden. Valda värden redovisas även i Tabell 8-11. För samtliga indata har en ingenjörsmässig bedömning enligt SGF Rapport 1:2017 utförts med avseende på kvalitet på insamlade data och hur representativa respektive värde är.

Valda värden redovisas även i Bilaga A – Valda värden.





Figur 8-3 – Vald odränerad skjuvhållfasthet för Delområde 1. Figuren visar även övre 95% och undre 5% fraktilen samt naturlig variation ( $V_{cu} = 15\%$ ) för en normalsvensk lera.



Figur 8-4 – Vald odränerad skjuvhållfasthet för Delområde 2. Figuren visar även övre 95% och undre 5% fraktilen samt naturlig variation ( $V_{cu} = 15\%$ ) för en normalsvensk lera.

**Tabell 8-11 – Valda värden för stabilitetsberäkningar, geoteknisk förkortning inom parentes.**

Samtliga Delområden				
Jordlager	$C_u$ [kPa]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Överbyggnad (ÖB)	-	45*	-	20*
Erosionsskydd	-	45*	-	18*
Mulljord (Mu)	-	28*	-	13*
Friktionsjord (Fr)	-	36*	-	18*
Delområde 1				
Jordlager	$C_u$ [kPa]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
siLet (0 – 1 m)	12,5	30	0,1 x $C_u$	16,4
gysiLe (1 – 3 m)	12,5	30	0,1 x $C_u$	15,9
gysiLe (3 – 5 m)	12,5 + 0,9 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,3
siLe (> 5 m)	14,3 + 0,9 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	17,0
Delområde 2				
Jordlager	$C_u$ [kPa]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
siLet (0 – 1 m)	10	30	0,1 x $C_u$	15,7
gysiLe (1 – 2 m)	10	30	0,1 x $C_u$	15,1
gysiLe (2 – 4 m)	10 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,1
leGy (4 – 9 m)	12 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	14,5
gyLe (9 – 10 m)	17 + 1,5 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,7
Le (10 – 15 m)	18,5 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,7
Le (> 15 m)	23,5 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	16,0

\*Tabellvärde från TDOK 2013:0667

## 8.5 Portrycksförhållanden

I beräkningarna har portrycket i samtliga sektioner modellerats som hydrostatiskt från markytan med *Piezometric line*. Befintliga diken antas som torra vid beräkningar för att beakta de sämsta stabilitetsförhållandena.

## 8.6 Befintlig förstärkning

Enligt material från AFRY på uppdrag åt Trafikverket daterat 2016-04-11 är slänterna mot diket för Sektion B och C förstärkta med KC-pelare. Förstärkningen utfördes i samband med byggnationen av nya Kungälvsmotet. Enligt erhållna ritningar och beskrivningar har KC-pelarna en diameter på 600 mm och är installerade i skivor med ett c/c på 1,2 m mellan skivorna och 0,45 m mellan pelare i samma skiva. Pelarna är installerade till 10 m djup eller fast botten inom valda beräkningssektioner. Täckningsgraden blir ca 45%. Förväntad pelarhållfasthet redovisas i Tabell 8-12. Se Figur 8-5 för planritning över diket med installerade KC-pelare.

Befintliga förstärkningsåtgärder och teknisk beskrivning redovisas i Bilaga C.

**Tabell 8-12 – Förväntad pelarhållfasthet enligt AFRY, 2016.**

Djup under arbetsyta [m]	Medelvärde $C_{u\_pelare}$ [kPa]
0 – 0,5	-
0,5	>100
0,5 – 2,0	Rätlinjig interpolation
> 2,0	150

I stabilitetsberäkningarna förutsätts KC-pelarna erhålla en konstant odränerad skjuvhållfasthet på 100 kPa. Den befintligt förstärkta jordvolymen beräknas erhålla en odränerad skjuvhållfasthet på 50,3 kPa med ett installationsmönster och täckningsgrad enligt ovan. KC-pelarna är installerade till 10 m djup eller bottenfriktion och har en tunghet på 15 kN/m<sup>3</sup>.



Figur 8-5 – Planritning över förstärkningsåtgärder (KC) intill diket (Trafikverket, 2016).

## 8.7 Laster

Beräkningsförutsättningarna för stabiliteten utgår från att ingen markavjämning utförs och därmed befintlig geometri beräknas med tillförd last från ny exploatering. Stabiliteten prövas mot olika lastfall som motsvarar exploatering i form av uppfyllnader och/eller nybyggnationer.

För Sektion A och C prövas befintliga förhållanden samt lastfall i läge av befintlig markyta tills stabilitets-/bärighetsbrott inträffar.

För Sektion B prövas befintliga förhållanden samt trafiklast ovan blivande väg. Om stabiliteten för befintliga förhållanden är tillfredsställande prövas för olika geometrier på vägen, där anläggning längs befintlig markyta, markhöjning med 35 cm och markhöjning med 70 cm beräknas.

Pådrivande trafiklast är följande enligt TDOK 2013:0667,

- 15 kN/m<sup>2</sup> för trafik på körbana
- 5 kN/m<sup>2</sup> för trafik på GC-väg

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".

## 8.8 Beräkningsresultat

Beräkningsresultat för valda värden i respektive sektion redovisas i Tabell 8-13 nedan. Beräkningarna redovisas i Bilaga B, se sidhänvisning i tabell inom parentes.

**Tabell 8-13 – Beräknade säkerhetsfaktorer för respektive sektion och lastfall/geometri, sidhänvisning i Bilaga B inom parentes.**

Sektion	$F_c$	$F_{KOMB}$
Sektion A: Befintliga förhållanden	3,35 (1)	3,20 (2)
Sektion A: 10 kPa	2,66 (3)	2,62 (4)
Sektion A: 20 kPa	2,19 (5)	2,19 (6)
Sektion A: 30 kPa	1,84 (7)	1,48 (8)
Sektion A: 40 kPa	1,43 (9)*	1,25 (10)*
Sektion B: Befintliga förhållanden	1,64 (11)	1,09 (12)
Sektion C: Befintliga förhållanden	2,36 (13)	0,87 [1,49] (14)**

\*Bärighetsbrott i övre leran.

\*\*Lokalbrott i slänten, realistisk säkerhetsfaktor inom parentes.

## 8.9 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys avseende lägre vald odränerad skjuvhållfasthet utförs för samtliga sektioner. Valet av lägre odränerad skjuvhållfasthet baseras på det lägsta värdet enligt den undre 5%-fraktilen och 15% variationskoefficient i härledda odränerade skjuvhållfasthetsprofiler som presenteras i Figur 8-3, Figur 8-4 och Bilaga A. Valda värden för känslighetsanalys redovisas i Tabell 8-15 nedan.

**Tabell 8-14 – Valda värden för känslighetsanalys (odränerad skjuvhållfasthet), geoteknisk förkortning inom parentes.**

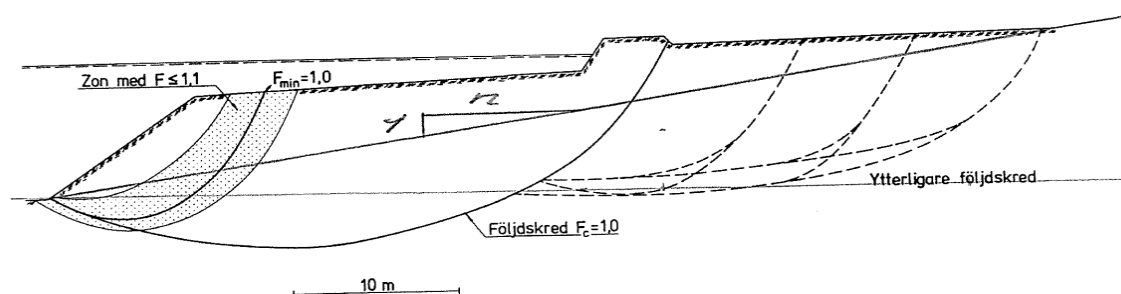
Delområde 1				
Jordlager	$C_u$ [kPa]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
siLet (0 – 1 m)	9	30	0,1 x $C_u$	16,4
gysiLe (1 – 3 m)	9	30	0,1 x $C_u$	15,9
gysiLe (3 – 5 m)	8,6 + 0,5 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,3
siLe (> 5 m)	9,6 + 0,8 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	17,0
Delområde 2				
Jordlager	$C_u$ [kPa]	$\Phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
siLet (0 – 1 m)	7	30	0,1 x $C_u$	15,7
gysiLe (1 – 2 m)	7	30	0,1 x $C_u$	15,1
gysiLe (2 – 4 m)	7,5 + 0,5 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,1
leGy (4 – 9 m)	8,5 + 0,5 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	14,5
gyLe (9 – 10 m)	11,5 + 1,5 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,7
Le (10 – 15 m)	13 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	15,7
Le (> 15 m)	17 + 1 kPa/m	30	0,1 x $C_u$	16,0

Ingen känslighetsanalys för höjda GV-tyor/prognostiserade portryck har utförts. Det bedöms att den värsta känslighetsanalysen är en minskning av odränerad skjuvhållfasthet.

## 8.10 Bakåtgripande skred

Inom områden med kvicklera finns det en risk att efter ett s.k. initialskred (primärskred) kan ett ytterligare bakåtgripande följdskred inträffa, vilket ökar den totala utbredningen av ett skred. För att ett följdskred ska kunna utvecklas bedöms det vara tillräckligt med ett skikt av kvicklera (<1 m) i lerprofilen.

Utbredningen av bakåtgripande skred kan bedömas enligt *SGI Publikation 46 – Metodik för kartläggning av kvicklera* där den fortsatta utbredningen bakåt bestäms genom att rita upp en linje från slänthöjden med lutningen 1:n, där faktor  $n$  är en funktion av sensitiviteten hos leran som berörs vid ett primärskred, se Figur 8-6. Faktorn  $n$  multipliceras därefter med slänthöjden för att erhålla utbredningen av följdskred, se Tabell 8-15 för bedömd omfattning av eventuella bakåtgripande skred för respektive sektion.



Figur 8-6 – Bedömning av utbredning av sekundära skred i sensitiv lera (SGI, 2018).

Tabell 8-15 – Geometrier för sekundära skred per beräkningssektion.

Sektion	Faktor $n$	Slänthöjd	Avstånd
Sektion A	15	4,6 m	69 m*
Sektion B	10	4 m	40 m
Sektion C	10	2,5 m	25 m

\* Bakåtgripande skred stannar av vid berg i dagen i norr.

### 8.11 Stabilitetshöjande åtgärder

I och med befintliga förhållanden för Sektion B och C ej är tillfredsställande för valda värden utförs stabilitetsberäkningar med stabilitetshöjande åtgärder tillsammans med känslighetsanalysen för lägre vald odränerad skjuvhållfasthet. För Sektion A bedöms bärigheten vara dimensionerande och beräkningarna utreder vart gränsen mot upphov till bärighetsbrott går med lägre vald odränerad skjuvhållfasthet.

För stabilitetshöjande åtgärder för blivande väg för Sektion B samt lovpliktiga laster (10 kPa) för Sektion C förutsätter beräkningarna att KC-förstärkning likt tidigare intill diket installeras. Se Kapitel 8.6 – Befintlig förstärkning för KC-pelarnas geometrier och hållfasthetsegenskaper.

För känslighetsanalysen utöver befintliga förhållanden i sektion B och C utförs endast beräkningar för odränerade förhållanden vilket bedöms vara dimensionerande. Beräkningarna för kombinerad analys visar på kritiska lokala glidytor i befintlig KC-förstärkning, vilket inte bedöms representera verkligheten.

Beräkningsresultat för lägre odränerad skjuvhållfasthet enligt Tabell 8-14 i respektive sektion redovisas i Tabell 8-13 nedan. Beräkningarna även redovisas i Bilaga B, se sidhänvisning i tabell inom parentes.

**Tabell 8-16 – Beräknade säkerhetsfaktorer för respektive sektion och lastfall/geometri, sidhänvisning i Bilaga B inom parentes.**

Sektion / Förstärkningsåtgärd	$F_c$	$F_{KOMB}$
Sektion A: Befintliga förhållanden	2,42 (15)	2,37 (16)
Sektion A: 10 kPa	1,94 (17)	1,92 (18)
Sektion A: 20 kPa	1,60 (19)*	1,60 (20)
Sektion B: Befintliga förhållanden	1,07 (21)	1,06 (22)
Sektion B: Väg längs befintlig markyta, KC, 11 m bredd 20 m djup	1,68 (23)	-
Sektion B: Väg 35 cm ovan markytan, KC, 14 m bredd 20 m djup	1,85 (24)	-
Sektion B: Väg 70 cm ovan markytan, KC, 14 m bredd 20 m djup	1,76 (25)	-
Sektion C: Befintliga förhållanden	1,65 (26)	0,84 [1,33] (27)**
Sektion C: 10 kPa, KC 5 m bredd 15 m djup	1,66 (28)	-

\*Bärighetsbrott i övre leran.

\*\*Lokalbrott i slänten, realistisk säkerhetsfaktor inom parentes.

## 9 SÄTTNINGSANALYS

Sättningsberäkningar har utförts med hjälp av GS Settlements version 22.0.1.0.

Känslighetsanalys har utförts med olika belastningsnivåer för att undersöka hur mycket sättning som utvecklas vid olika spänningssituationer. Beräkningen utreder sättningarna som utvecklas i mitten av lastens utbredning på utvald jordprofil. Lastens utbredning har antagits vara 100x100 m<sup>2</sup>.

Tabell 9-1 nedan redovisar valda sättningsparametrar för angivna jordlager. Valda värden baseras på utförda CRS-försök och empiri.

Se Kapitel 7.2 för nivå-sättning av jordlager.

**Tabell 9-1 – Valda parametrar för sättningsberäkning.**

Delområde 1				
Jordlager	$\sigma'_c$ [kPa]	$\sigma'_L$ [kPa]	$M_L$ [kPa]	$M_0$ [kPa]
siLet (0 – 1 m)	60	110	350	2500
gysiLe (1 – 3 m)	60	110 + 3 kPa/m	350	2500
gysiLe (3 – 5 m)	60 + 6 kPa/m	116 + 6 kPa/m	350 + 30 kPa/m	2500 + 200 kPa/m
siLe (> 5 m)	72 + 6 kPa/m	128 + 6 kPa/m	410 + 30 kPa/m	2900 + 200 kPa/m
Delområde 2				
Jordlager	$\sigma'_c$ [kPa]	$\sigma'_L$ [kPa]	$M_L$ [kPa]	$M_0$ [kPa]
siLet (0 – 1 m)	40	80	200	2250
gysiLe (1 – 2 m)	40	80	200	2250
gysiLe (2 – 4 m)	40 + 7 kPa/m	80 + 6 kPa/m	200	2250 + 200 kPa/m
leGy (4 – 9 m)	54 + 7 kPa/m	92 + 6 kPa/m	200 + 20 kPa/m	2650 + 200 kPa/m
gyLe (9 – 10 m)	89 + 7 kPa/m	122 + 6 kPa/m	300 + 20 kPa/m	3650 + 200 kPa/m
Le (10 – 15 m)	96 + 6 kPa/m	128 + 6 kPa/m	320 + 20 kPa/m	3850 + 200 kPa/m
Le (> 15 m)	126 + 6 kPa/m	158 + 6 kPa/m	420 + 20 kPa/m	4850 + 200 kPa/m

Valt förkonsolideringstryck redovisas i spänningsdiagram enligt i Bilaga A – Valda värden.

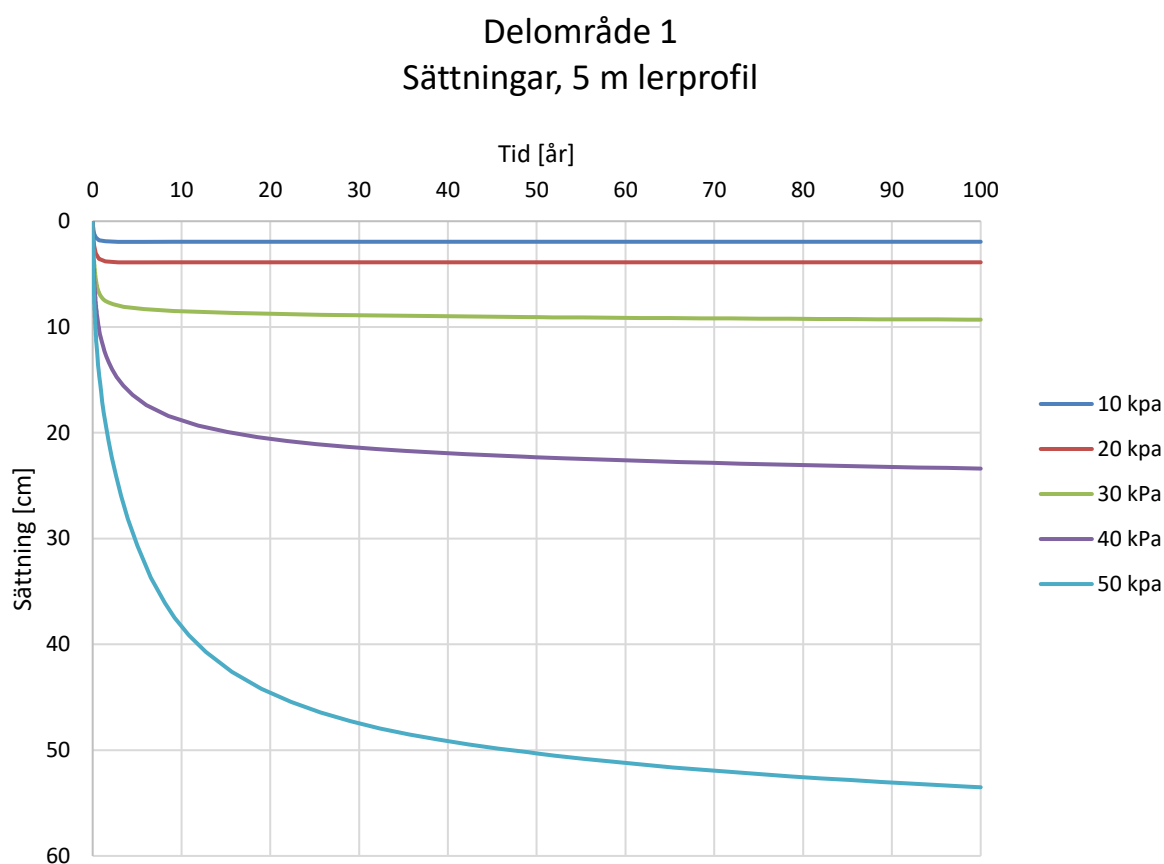
Laster har valts enligt TDOK 2013:0667 och IEG Rapport 4:2010 med empirisk last 10 kPa/våning och tunghet 20 kN/m<sup>3</sup> hos fyllnadsmaterial. Exempelvis antas 2 våningar för planerad byggnation belasta marken med 20 kPa, likaså om man höjer marken med 1 m fyll.

Sättningsberäkningar har utförts för både Delområde 1 och 2 för olika lerdjup för att utreda eventuella differenssättningar. För Delområde 1 utreds lerdjupen 5, 10 och 15 m. För Delområde 2 utreds lerdjupen 15, 25 och 35 m. Utvecklande sättningar i underliggande friktionsjord bedöms som försumbara.

Hydrogeologiska förhållanden i beräkningarna ansätts till 0,5 m djup under markytan med hydrostatiskt portryck mot djupet.

## 9.1 Delområde 1

Sättningsanalyser för Delområde 1 redovisas i figurer och tabeller nedan.



**Figur 9-1 – Beräknade sättningar i relation till tid, 5 m lerprofil.**

**Tabell 9-2 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 5 m lerprofil.**

Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	1,9
Centrerat under belastning, 20 kPa	3,9
Centrerat under belastning, 30 kPa	9,1
Centrerat under belastning, 40 kPa	22,3
Centrerat under belastning, 50 kPa	50,3

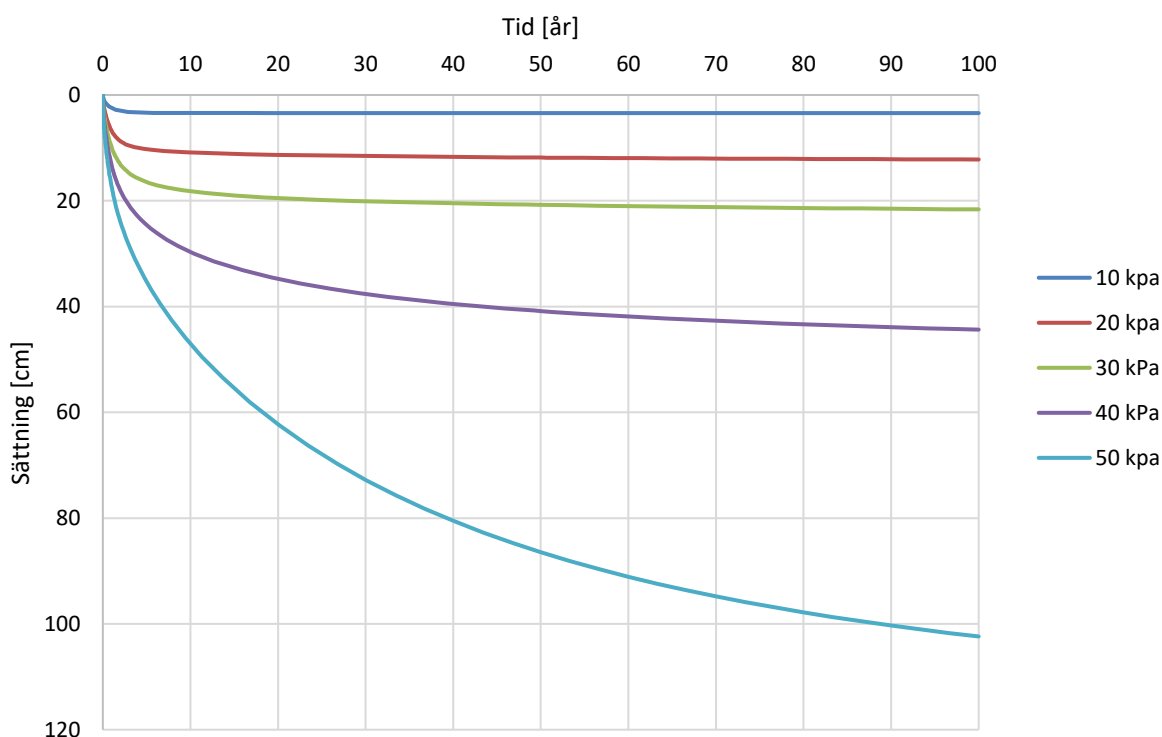
Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 5 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.



**Tabell 9-3 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 5 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0
Centrerat under belastning, 20 kPa	0
Centrerat under belastning, 30 kPa	0,05
Centrerat under belastning, 40 kPa	0,2
Centrerat under belastning, 50 kPa	0,6

**Delområde 1**  
**Sättningar, 10 m lerprofil**



**Figur 9-2 – Beräknade sättningar i relation till tid, 10 m lerprofil.**

**Tabell 9-4 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 10 m lerprofil.**

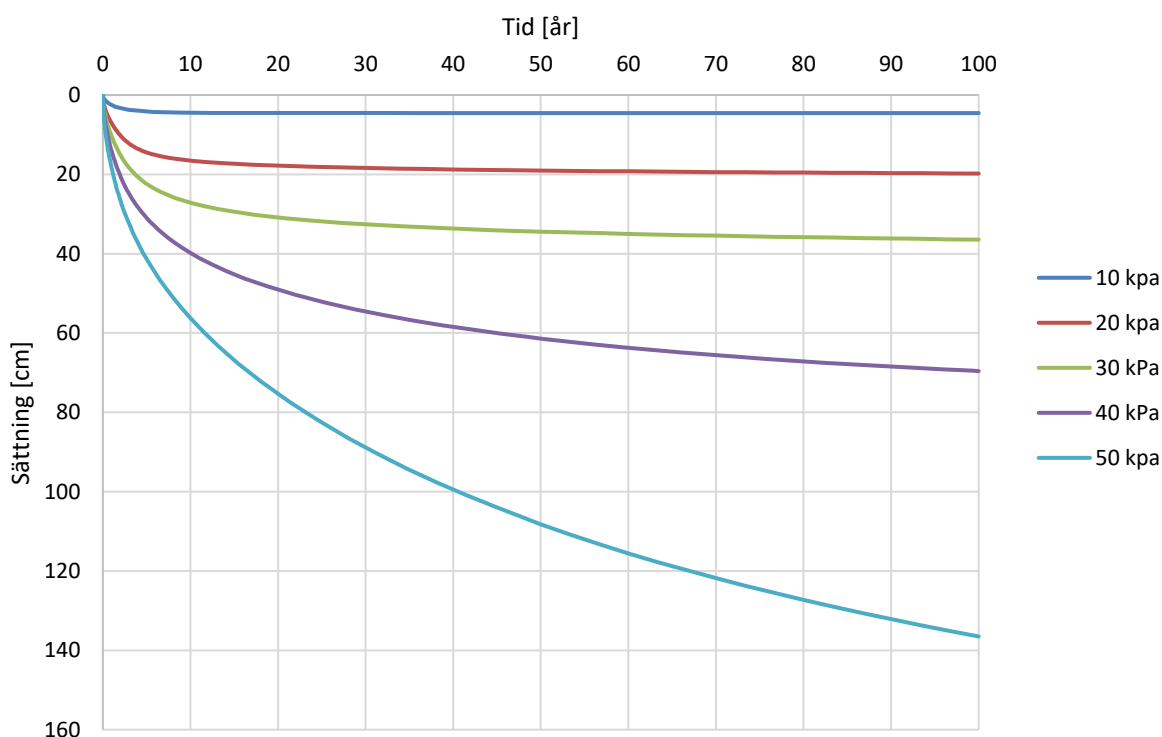
Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	3,4
Centrerat under belastning, 20 kPa	11,8
Centrerat under belastning, 30 kPa	20,8
Centrerat under belastning, 40 kPa	40,8
Centrerat under belastning, 50 kPa	86,5

Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 10 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.

**Tabell 9-5 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 10 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0
Centrerat under belastning, 20 kPa	0,07
Centrerat under belastning, 30 kPa	0,2
Centrerat under belastning, 40 kPa	0,7
Centrerat under belastning, 50 kPa	3,2

**Delområde 1**  
**Sättningar, 15 m lerprofil**



**Figur 9-3 – Beräknade sättningar i relation till tid, 15 m lerprofil.**

**Tabell 9-6 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 15 m lerprofil.**

Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	4,6
Centrerat under belastning, 20 kPa	19,0
Centrerat under belastning, 30 kPa	34,4
Centrerat under belastning, 40 kPa	61,4
Centrerat under belastning, 50 kPa	108,2

Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 15 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.

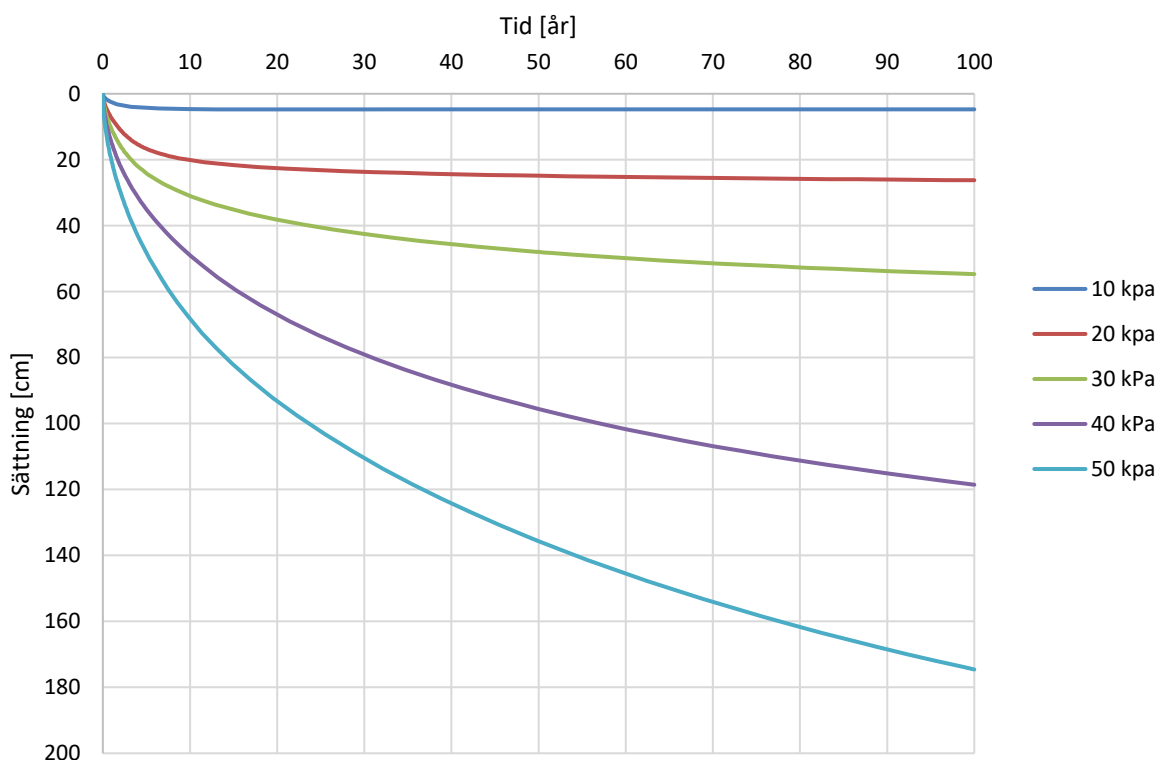
**Tabell 9-7 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 35 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0
Centrerat under belastning, 20 kPa	0,2
Centrerat under belastning, 30 kPa	0,4
Centrerat under belastning, 40 kPa	1,6
Centrerat under belastning, 50 kPa	5,7

## 9.2 Delområde 2

Sättningsanalyser för Delområde 2 redovisas i figurer och tabeller nedan.

### Delområde 2 Sättningar, 15 m lerprofil



**Figur 9-4 – Beräknade sättningar i relation till tid, 15 m lerprofil.**

**Tabell 9-8 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 15 m lerprofil.**

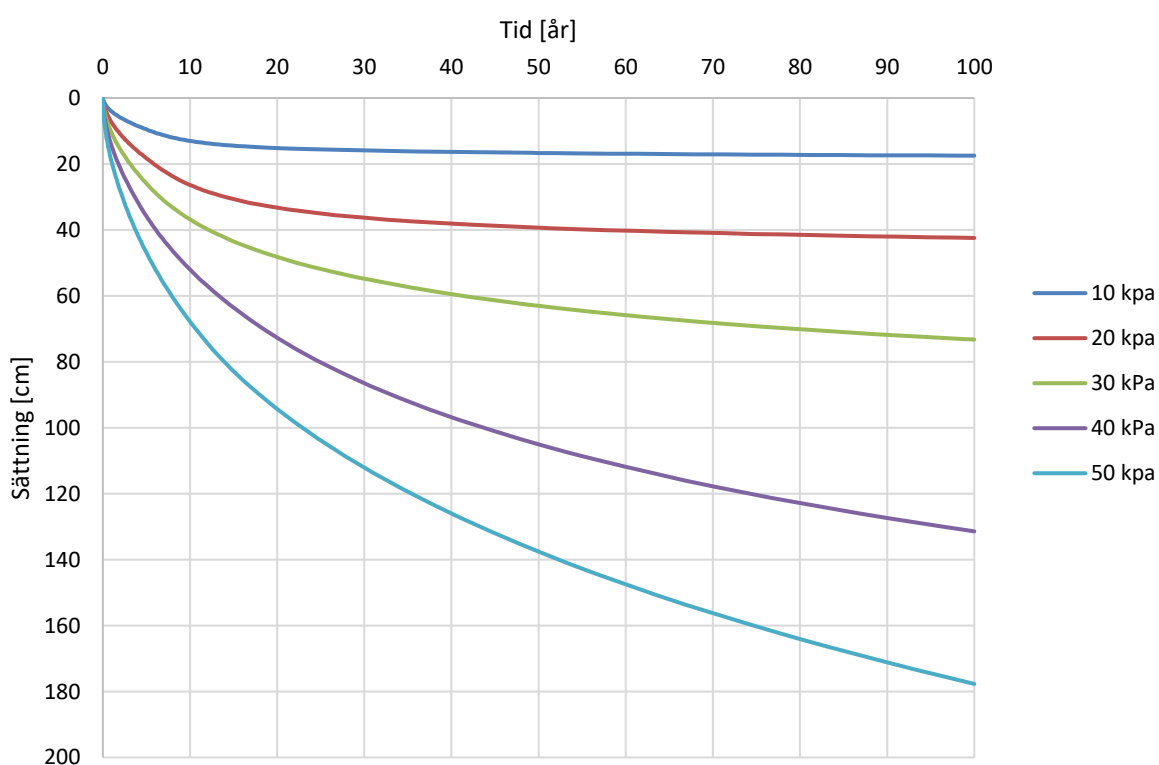
Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	4,7
Centrerat under belastning, 20 kPa	24,9
Centrerat under belastning, 30 kPa	48,0
Centrerat under belastning, 40 kPa	95,6
Centrerat under belastning, 50 kPa	135,7

Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 15 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.

**Tabell 9-9 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 5 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0
Centrerat under belastning, 20 kPa	0,3
Centrerat under belastning, 30 kPa	1,3
Centrerat under belastning, 40 kPa	4,6
Centrerat under belastning, 50 kPa	7,8

**Delområde 2**  
**Sättningar, 25 m lerprofil**



**Figur 9-5 – Beräknade sättningar i relation till tid, 25 m lerprofil.**

**Tabell 9-10 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 25 m lerprofil.**

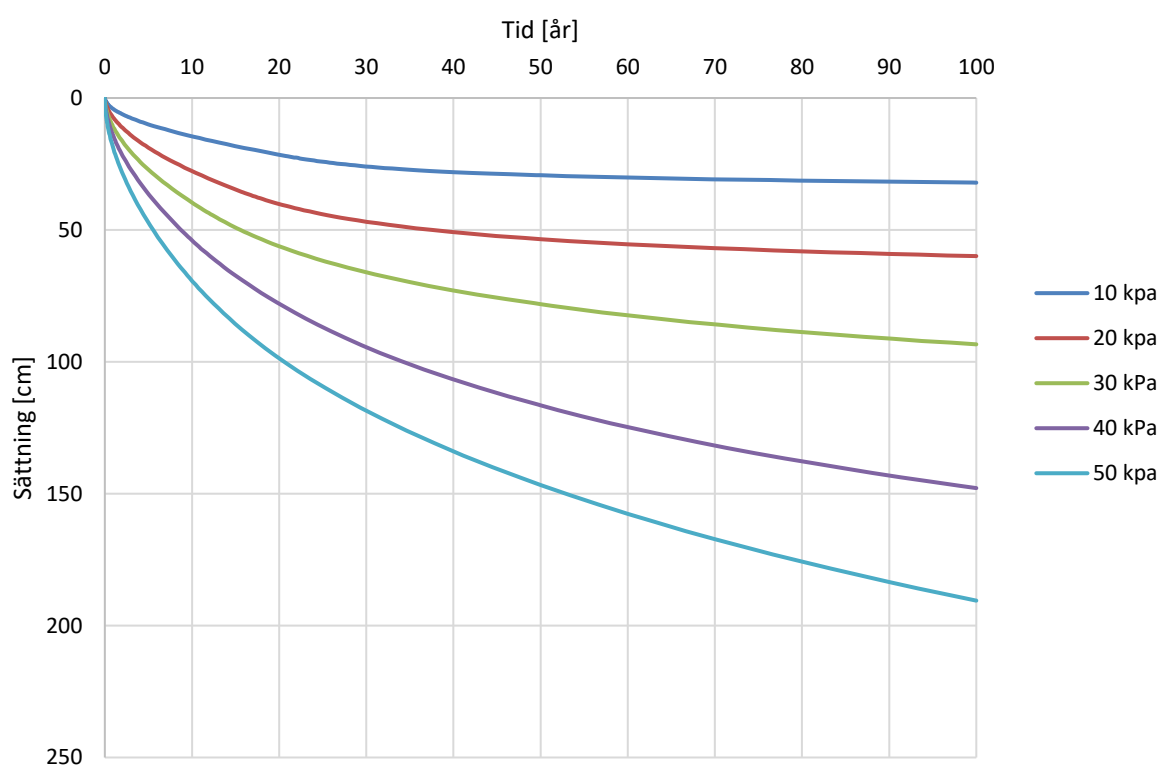
Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	16,7
Centrerat under belastning, 20 kPa	39,3
Centrerat under belastning, 30 kPa	63,1
Centrerat under belastning, 40 kPa	105,1
Centrerat under belastning, 50 kPa	137,6

Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 25 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.

**Tabell 9-11 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 10 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0,2
Centrerat under belastning, 20 kPa	0,6
Centrerat under belastning, 30 kPa	2,0
Centrerat under belastning, 40 kPa	5,3
Centrerat under belastning, 50 kPa	8,0

**Delområde 2**  
**Sättningar, 35 m lerprofil**



**Figur 9-6 – Beräknade sättningar i relation till tid, 35 m lerprofil.**

**Tabell 9-12 – Beräknad ackumulerad sättning efter 50 år, 35 m lerprofil.**

Punkt	Sättning [cm] (kommande 50 år)
Centrerat under belastning, 10 kPa	29,3
Centrerat under belastning, 20 kPa	53,5
Centrerat under belastning, 30 kPa	78,2
Centrerat under belastning, 40 kPa	116,5
Centrerat under belastning, 50 kPa	146,7

Nedanstående Tabell 9-3 redovisar bedömd krypsättningshastighet efter 50 års pålastning för jorddjup om 35 m. Notera att konsolideringssättningar bedöms fortsätta att utvecklas både innan och efter 50 år.

**Tabell 9-13 – Beräknad krypsättningshastighet efter 50 års belastning, 35 m lerprofil.**

Punkt	Krypsättning [mm/år]
Centrerat under belastning, 10 kPa	0,6
Centrerat under belastning, 20 kPa	1,3
Centrerat under belastning, 30 kPa	3,0
Centrerat under belastning, 40 kPa	6,3
Centrerat under belastning, 50 kPa	8,8

## 10 REKOMMENDATIONER

### 10.1 Allmänt

Eventuella ytlager av organiska jordlagerföljder ska alltid avschaktas innan någon fyllning eller grundläggning utförs. Nivåsättning av markyta, gata och anläggningar är inte bestämd i detta skede i projektet.

Fyllning av organiskt innehåll har påträffats till åtminstone 3 m djup inom sydöstra planområdet.

### 10.2 Grundläggning

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

Grundläggning av blivande byggnationer inom planområdet rekommenderas utföras med stödpålar på berg. Det ska dock noteras att pålarna kan vara glidningsbenägna under installationsförfarandet på grund av tunn friktionsjord närmast berg i kombination med lutande bergyta. Tunn friktionsjord har observerats inom hela området. 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 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.

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.

### 10.3 Gator och ledningar

Nya gator och allmänna ytor rekommenderas grundläggas med förstärkning. Med hänsyn till den höga grundvattenytan kan förstärkning med kalk- och cementpelare ej uteslutas vid blivande anläggningar.

Ledningar i leran rekommenderas anläggas med förstärkt ledningsbädd. Schaktning och återfyllnad bör följa gällande AMA-beskrivning för respektive jordmaterial.

## 10.4 Tjäldjup

Dimensionerande tjäldjup i Kungälv är 1,2 meter för siltiga jordar. Utskiftning av naturlig jord bör utföras minst till detta djup vid jordarter som utgör tjälfarlighetsklass 4. Alternativt att konstruktioner isoleras mot tjälnedträngning på ett konstruktivt sätt för att reducera tjälnedträngningen.

## 10.5 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 kvicklera har påträffats inom planområdet, vilket höjer kravet på geoteknisk kategori till GK3 och samtliga schaktarbeten ska vidtas med försiktighet.

Med hänsyn till förekomsten av kvicklera ska geoteknisk kategori GK3 tillämpas vid schaktarbeten.

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.

## 10.6 Erosion

Ingen pågående erosion bedöms föreligga inom av planområdet.

Även om erosionen inte bedöms pågå är områdena känsliga, då ökad erosion kan orsaka stabilitetsproblem i nuvarande och blivande gestaltning. I och med klimatförändringar kommer sannolikt vattenflödena i bäckarna öka som följd av ökad nederbörd och ytavrinning. Även nybyggnationer inom planområdet innebär ökade flöden då mängden avrinning från hårdjorda ytor ökar.

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

## 10.7 Sättning

Nu utförda CRS-försök och CPT-sonderingar visar att leran generellt är normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad med OCR omkring 1,5 mot djupet.

Sättningsberäkningarna för Delområde 1 visar att som följd av byggnation eller annan tillförande av laster överstigande 10 kPa utan förstärkning, kommer långtidsbundna och skadliga sättningar utvecklas i lerprofilen. Beräkningar för Delområde 2 visar att samtliga nya laster ovan oförstärkt mark kommer ge upphov till långtidsbundna och skadliga sättningar.

För att reducera risken för skadliga sättningar erfordras grundläggning med stödpålar till berg alternativt kompensationsgrundläggning.

## 10.8 Stabilitet

Stabilitetsförhållanden för Sektion A för befintliga förhållanden samt utspridd ytlast upp till 20 kPa bedöms som tillfredsställande och uppfyller rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:10. Vid utspridd ytlast som överstiger 20 kPa från allmänna ytor, exempelvis parkeringar, bedöms det finnas upphov till bärlighetsbrott och förstärkning erfordras. Förslagsvis kalk- och cementpelare.

Stabilitetsförhållanden för Sektion B bedöms ej som tillfredsställande för befintliga förhållanden eller för blivande väg med trafiklast. För att stabiliteten ska vara tillfredsställande och uppfylla rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:10 rekommenderas förstärkning med kalk- och cementpelare. För anläggning av ny väg i läge av befintlig markyta rekommenderas KC-förstärkning till 20 m djup och 11 m bredd från befintliga pelare längs diket. Vid höjning av marknivån med 35 och 70 cm rekommenderas KC-förstärkningen breddas till 14 m.

Stabilitetsförhållandena för Sektion C bedöms ej som tillfredsställande för befintliga förhållanden och uppfyller inte rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:10. Stabilitetsförhållandena bedöms inte som tillfredsställande för lovpliktiga laster och uppåt. För att stabiliteten ska vara tillfredsställande och uppfylla rekommendationer enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:10 rekommenderas förstärkning med kalk- och cementpelare. Vid anläggning av lovpliktiga laster (10 kPa) rekommenderas KC-förstärkning till 15 m djup och 5 m bredd från befintliga pelare längs diket.

Vid beslut av utbredning av nybyggnation och nivåställningar 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 befintligt dike.

Alla fyllningar, tillfälliga som permanenta över 2 m rekommenderas detaljstuderas och godkännas av geotekniskt sakkunnig.

## 10.9 Hydrogeologi

Grundvattenytan kan ansättas till 0,5 m under befintlig markyta. Då marken undulerar är det svårt att ansätta en bedömd grundvattennivå i RH2000 som skulle utgöra hela området.

Leran 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 övriga ytor är fastställd.

## 10.10 Markradon

Ingen markradonundersökning har utförts. Enligt kartmaterial från SGU har ytbeskaffenheten låg genomsläpplighet. Ingen särskild åtgärd med markradonskydd bedöms krävas för planerade byggnader som förväntas grundläggas på lera. Eventuella källare bör vara ventilerade för att reducera risken för ackumulering av radonhalter alternativt andra åtgärder.

Nya fyllnadsjordar under planerade byggnader ska även undersökas för markradon innan grundläggning, vid normal och högradonhalt bör byggnader radonsäkras



## 10.11 Omgivningspåverkan

Inför markarbeten ska riskanalys avseende vibrationsanstaltande arbeten upprättas. Riskanalysen ska bland annat omfatta närliggande fastigheters grundläggningsmetod och behandla riktvärden för vibrationer som följd av olika arbetsmetoder för att minimera risk för förändringar på närliggande egendom. Egendomar ska besiktigas före och efter vibrationsanstaltande arbeten.

Innan eventuella pålningsarbeten utförs ska omgivningspåverkan vid installationsprocessen i samband med massundanträngning studeras. Dessa analyser ska också vara vägledande för vilka påltyper som väljs inom området samt hur kontrollprogrammet utformas vidare i projektet.

Vid schakt- och fyllnadsarbeten erfordras åtgärder för att inte orsaka utdränering och grundvattensänkning mot omkringliggande byggnader och anläggningar. Detta för att inte äventyra befintliga grundläggningar med skadliga sättningar som konsekvens.

Föreliggande PM har räknat med en portrycksprofil som förutsätter att det ej dräneras ut i permanentskedet till en nivå under grundvattenytan på 0,5 m djup. För att undvika grundvattensänkning vid anläggandet av ledningar kan barriärer av tät lera brukas.

## 10.12 Arbetsmiljö

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

## 10.13 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.

# 11 VIDARE ARBETE/ 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.

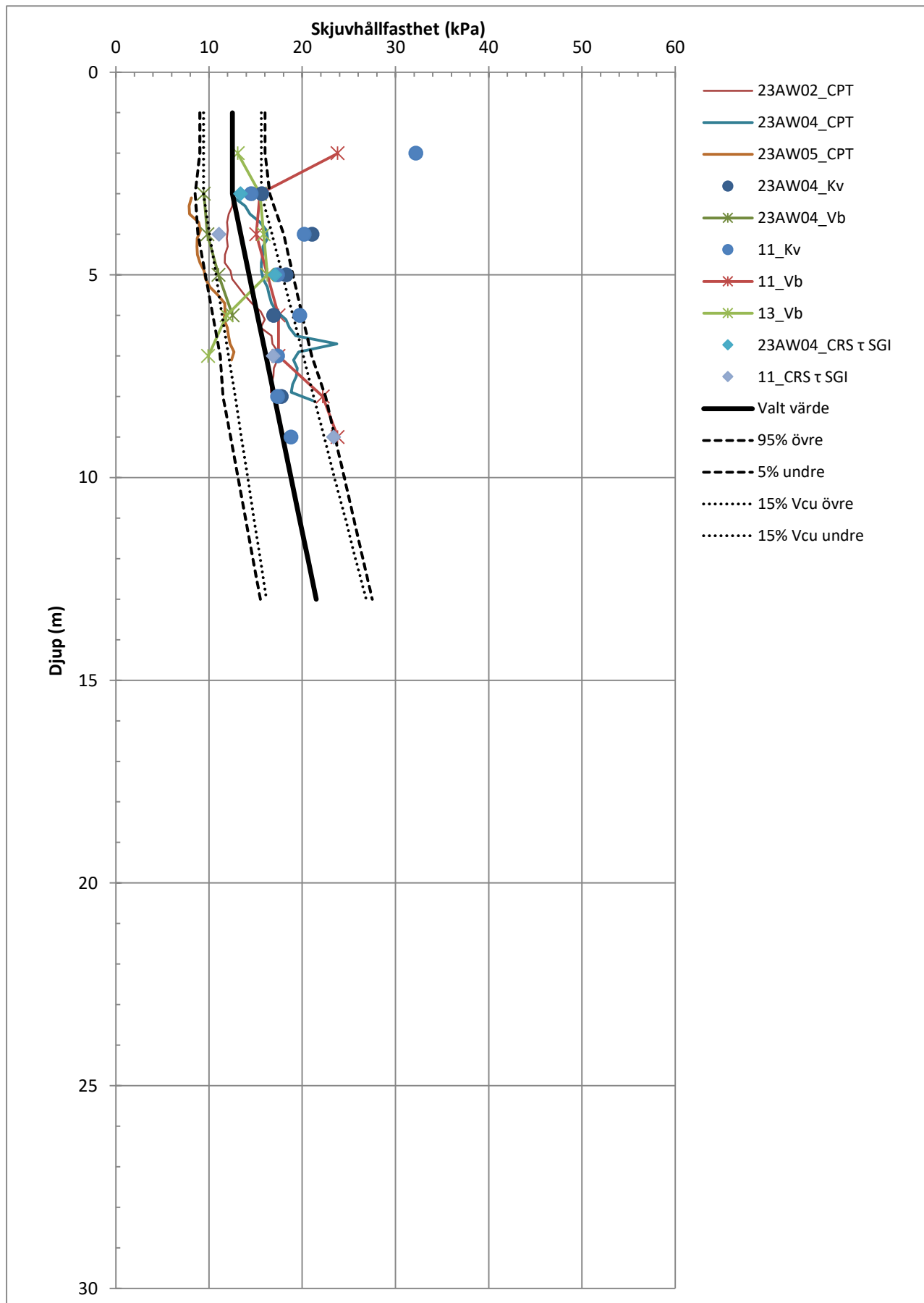
Denna PM är ett projekteringsunderlag för detaljplanering och eventuellt förfrågningsunderlag, men kan ej användas som handling i förfrågningsunderlag. Utförda fältundersökningar, rekommendationer i detta PM och vidare geoteknisk projektering vid utförandeentreprenad ska skrivas in i mängdförteckning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

Vid totalentreprenad kan denna handling medfölja som informationsunderlag till totalentreprenör.

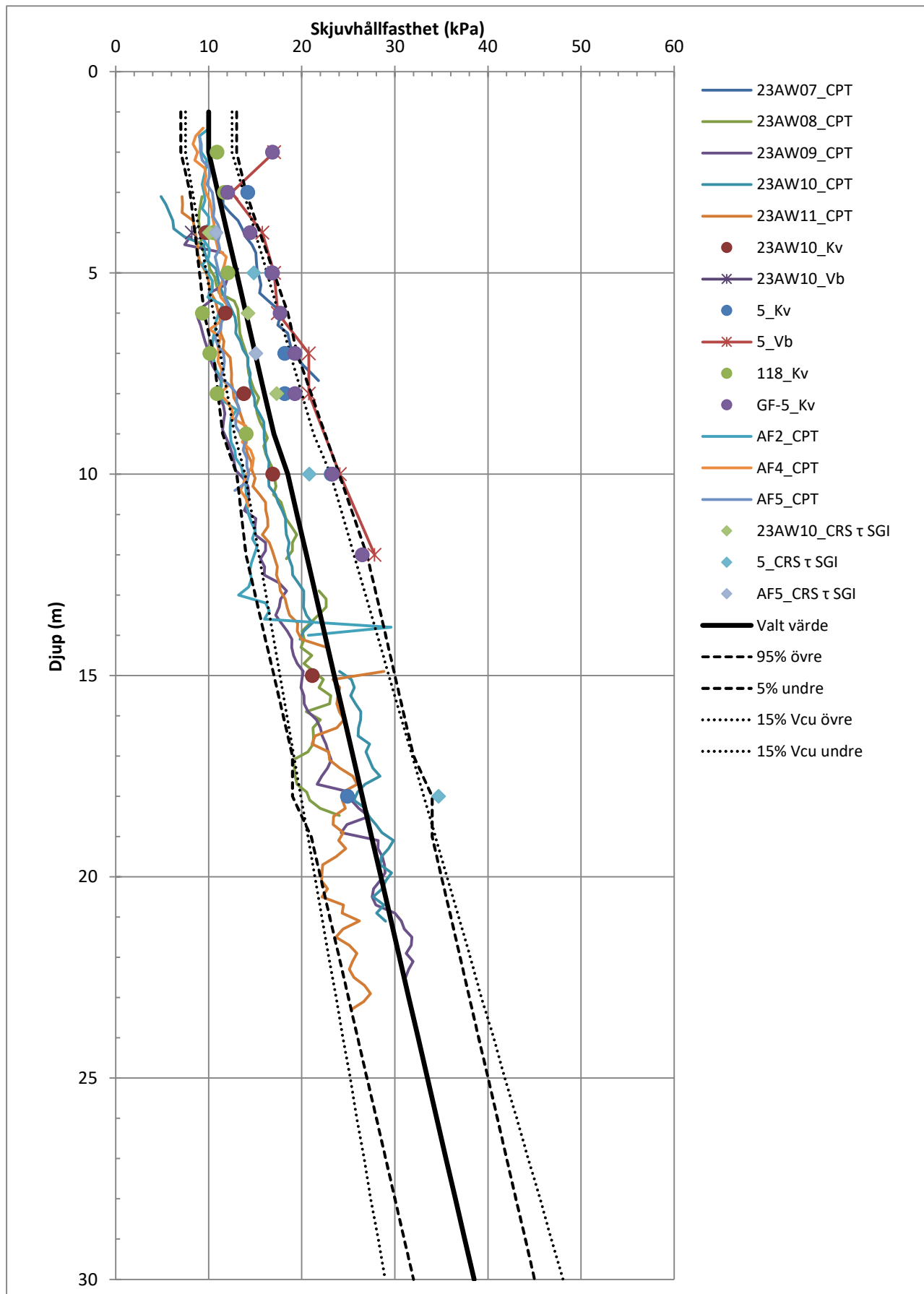
Entreprenören ska ha med geotekniskt- och bergtekniskt sakkunnig i sin organisation, oavsett entreprenadform för att kunna följa upp säker schakt, besiktningar, grundlösningar etcetera. Krav på detta ska skrivas in i förfrågningsunderlaget.

## **Bilaga A – Valda värden**

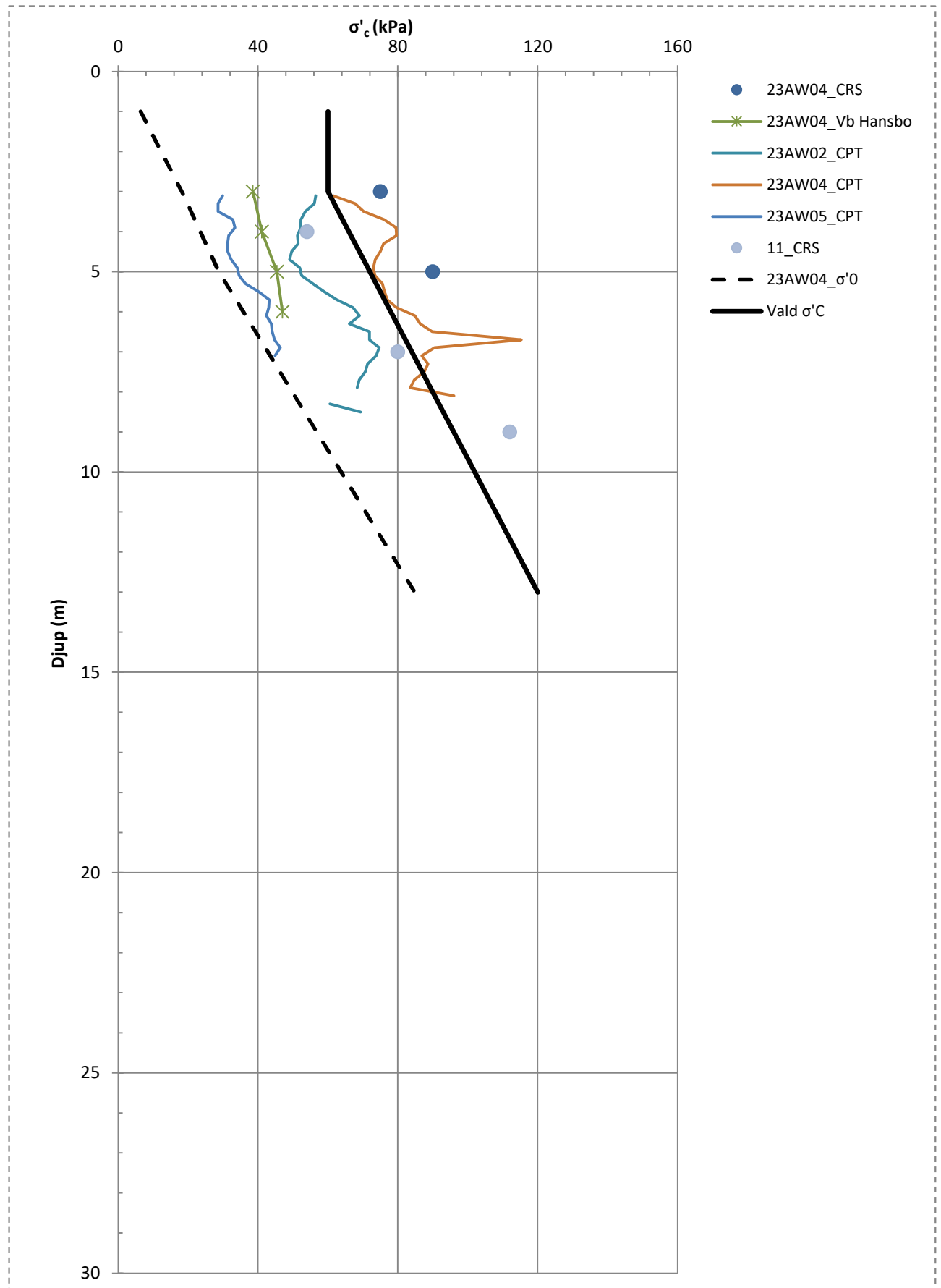
<b>AWER</b> <b>GEOTEKNIK</b> AWER Geoteknik AB Drottninggatan 73 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	<b>Skjuvhållfasthet (korrigerad), sammanställning -                  Delområde 1</b>	
	Uppdrag Detaljplan Gärdet 1:1	Datum 2023-11-03
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1173



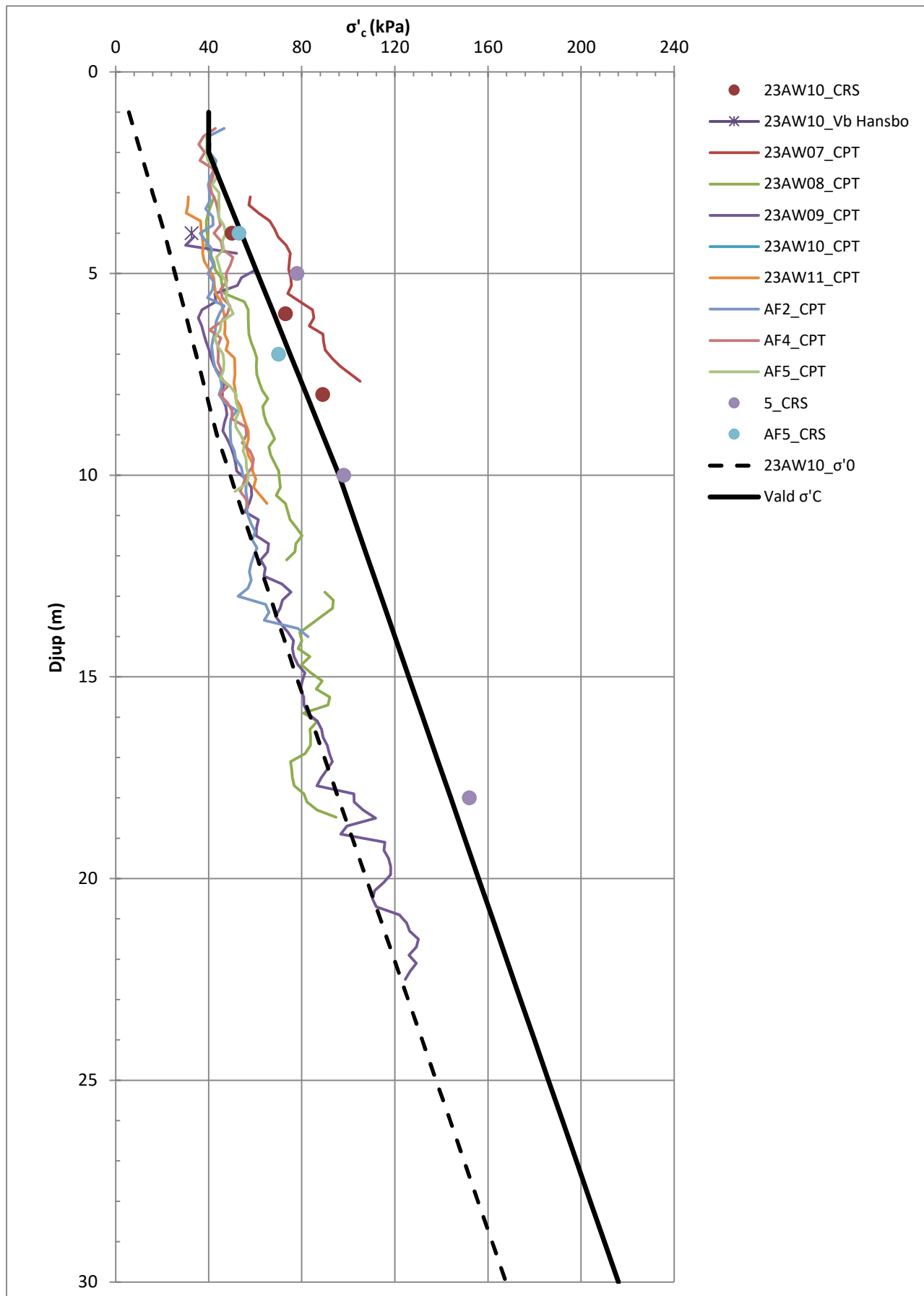
<b>AWER</b> <b>GEOTEKNIK</b> AWER Geoteknik AB Drottninggatan 73 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	<b>Skjuvhållfasthet (korrigerad), sammanställning -                  Delområde 2</b>	
	Uppdrag Detaljplan Gärdet 1:1	Datum 2023-11-03
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1173



<b>AWER</b> <b>GEOTEKNIK</b> AWER Geoteknik AB Drottninggatan 73 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	<b>Spänningsdiagram - Delområde 1</b>	
	Uppdrag Detaljplan Gärdet 1:1	Datum 2023-11-03
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1173



<b>AWER</b> <b>GEOTEKNIK</b> AWER Geoteknik AB Drottninggatan 73 411 07 Göteborg Tfn: 073-820 21 57	<b>Spänningsdiagram - Delområde 2</b>	
	Uppdrag Detaljplan Gärdet 1:1	Datum 2023-11-03
	Delområde / Sektion /	Uppdragsnummer 1173

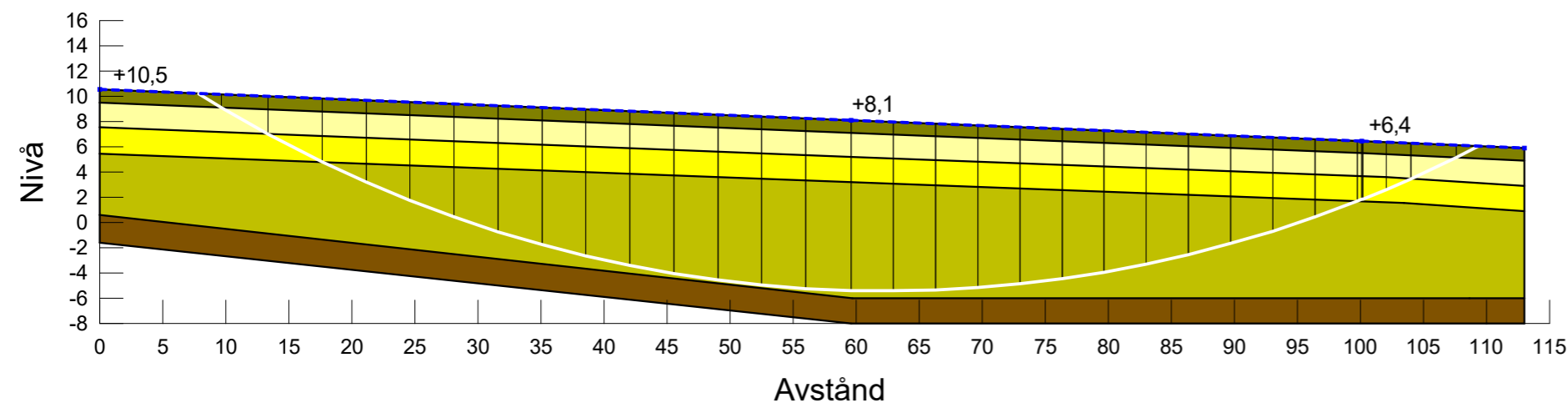
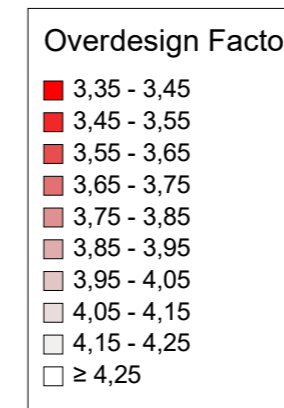
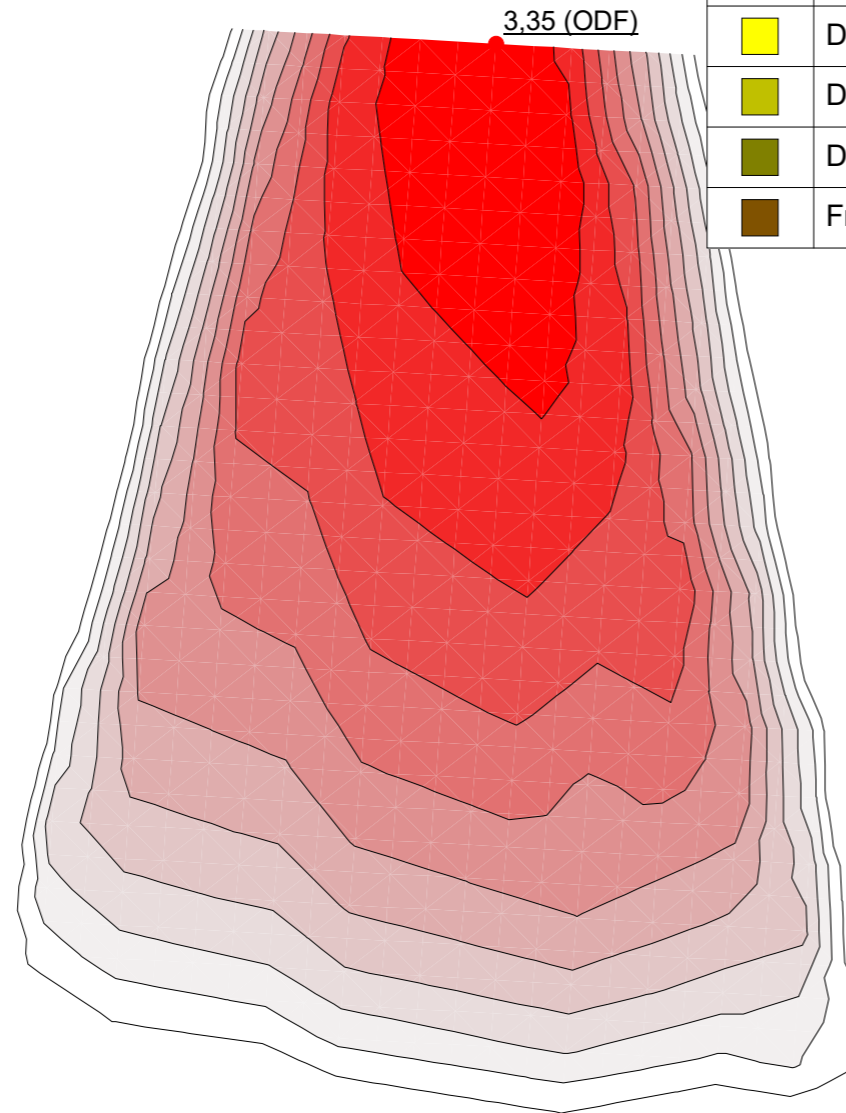


## **Bilaga B – Stabilitetsberäkningar**



Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

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)
	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		12,5	0
	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		12,5	0,9
	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		14,3	0,9
	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		

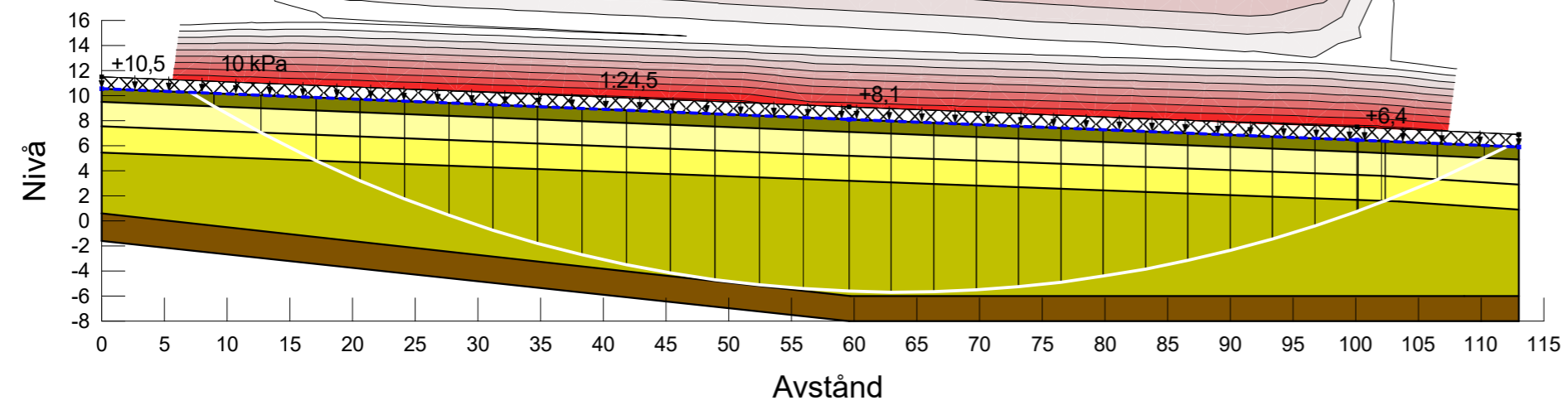
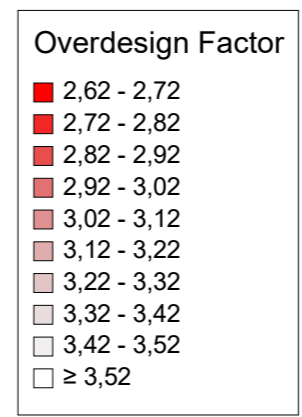
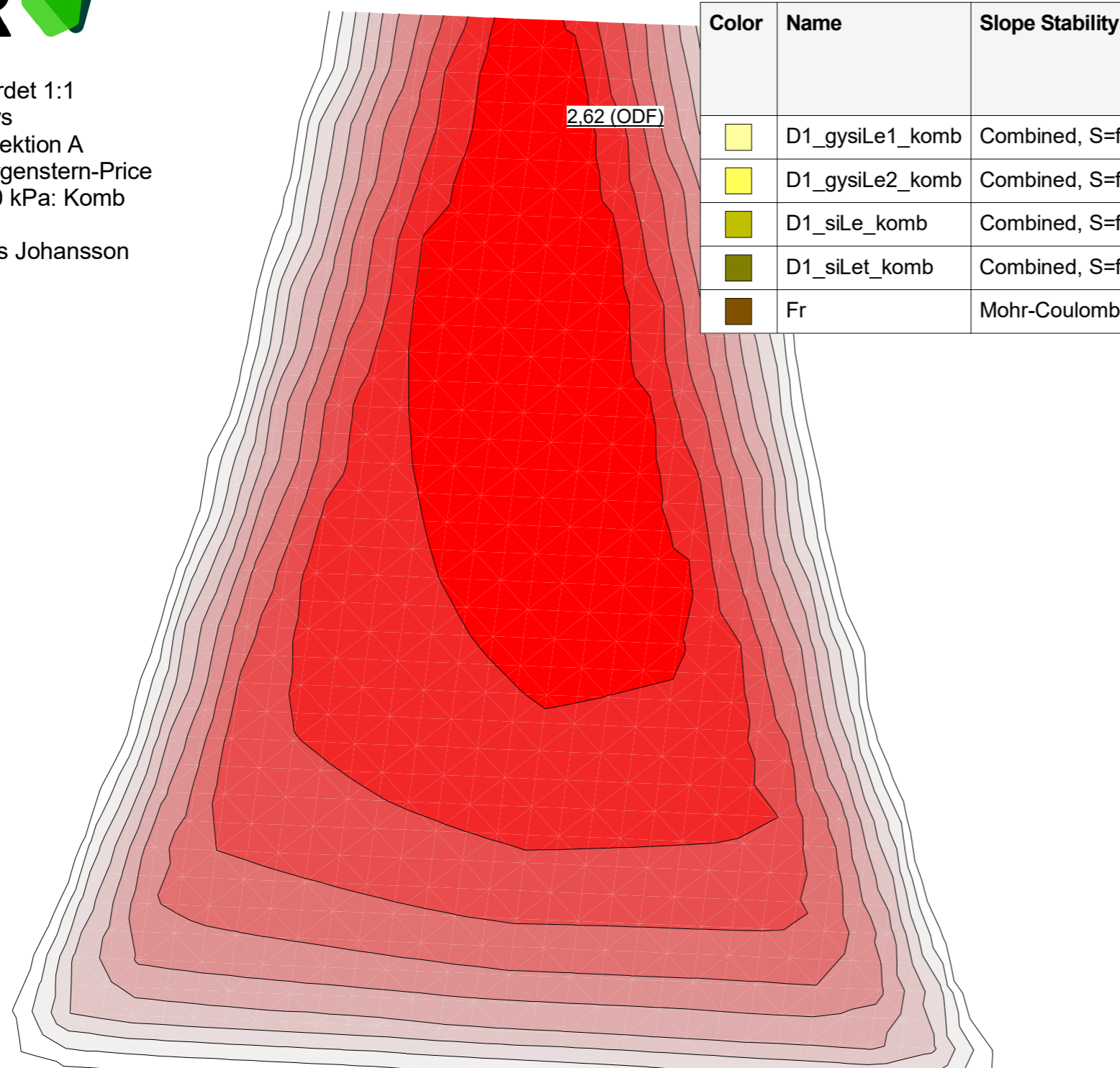






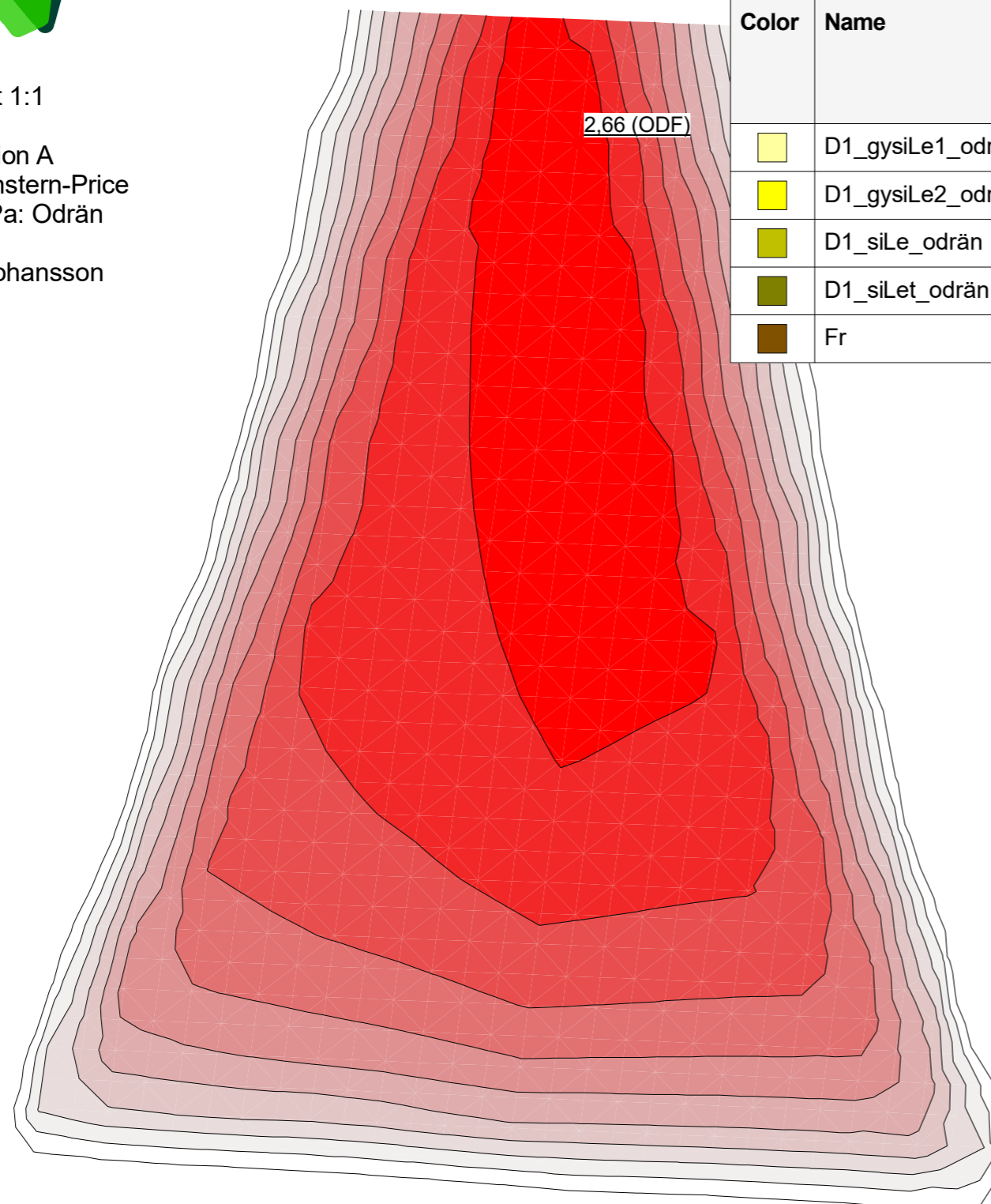
Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 10 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	1,25	0	12,5	0
	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	1,25	0,09	12,5	0,9
	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,43	0,09	14,3	0,9
	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	1,25	0	12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				



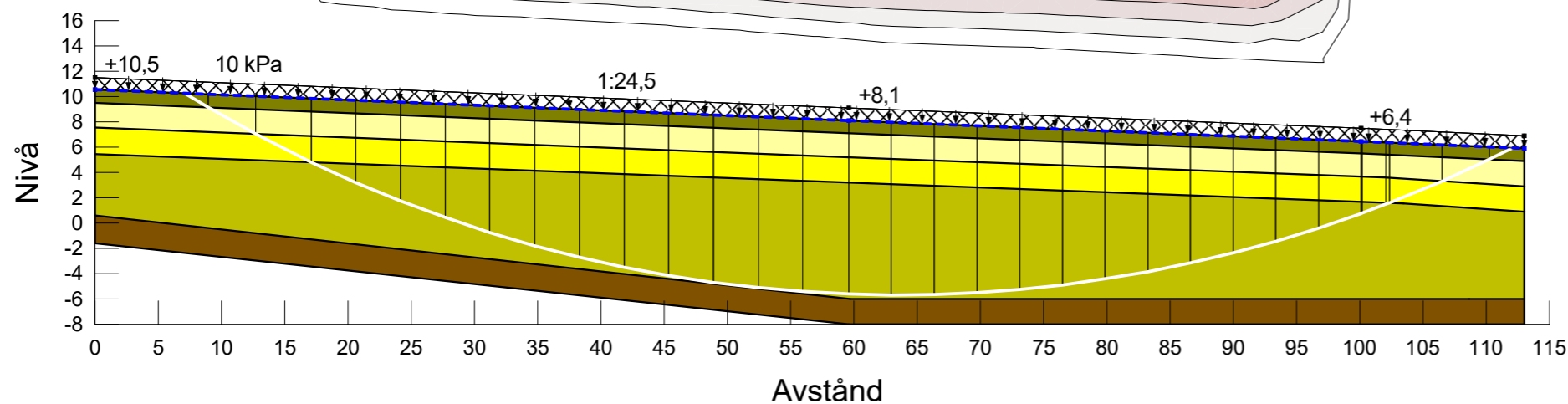


Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 10 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500



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)
Light Yellow	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		12,5	0
Yellow	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		12,5	0,9
Light Green	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		14,3	0,9
Dark Green	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		12,5	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		

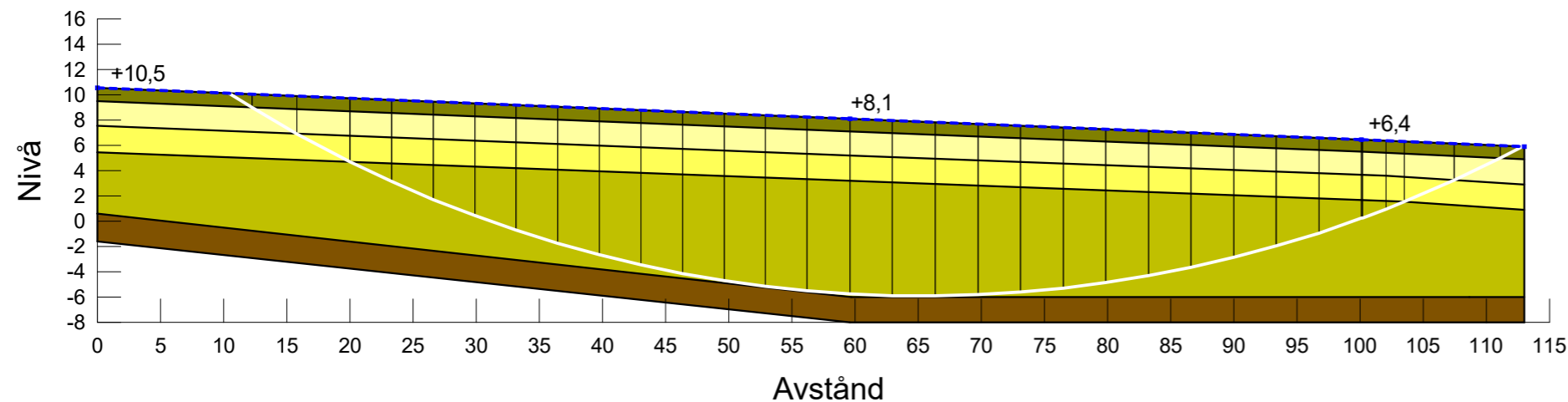
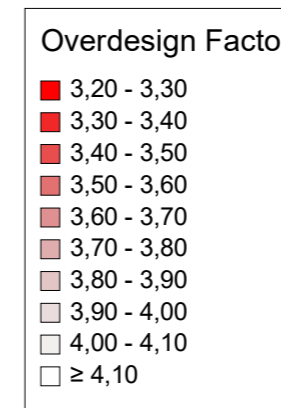
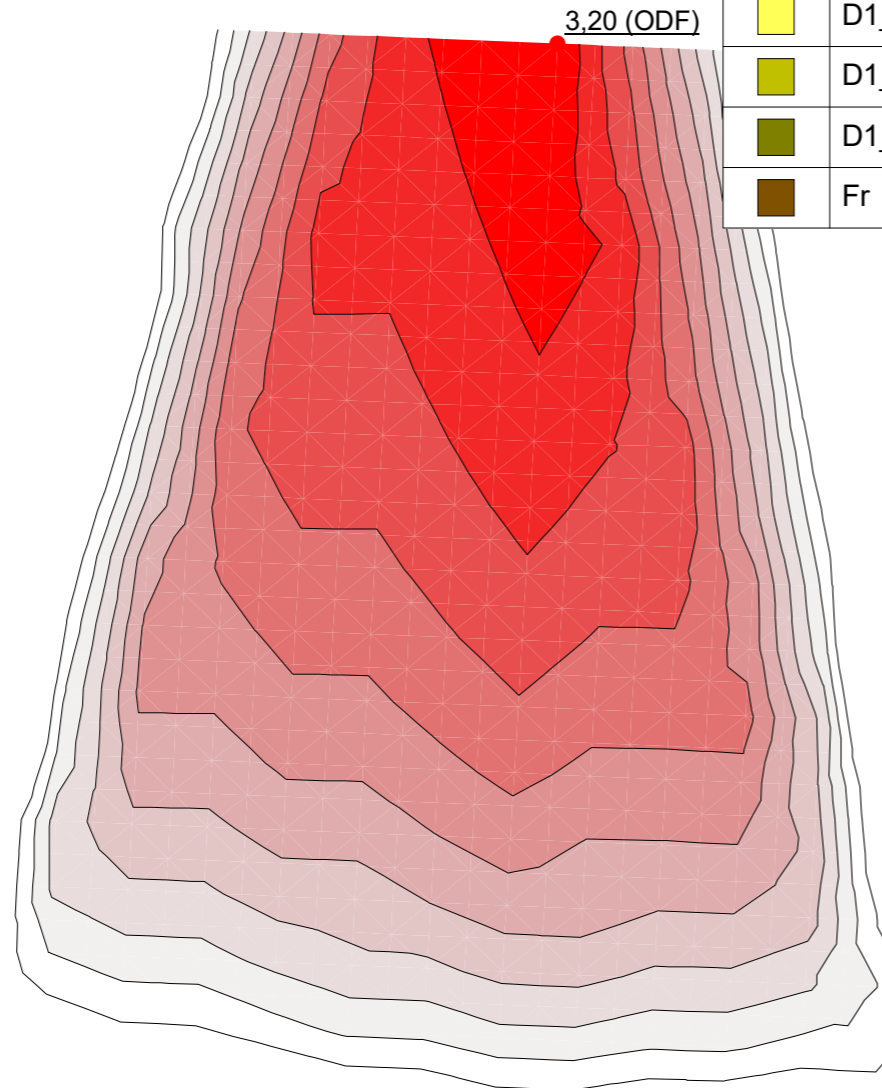
Overdesign Factor	
Red	2,66 - 2,76
Dark Red	2,76 - 2,86
Red-Orange	2,86 - 2,96
Orange	2,96 - 3,06
Light Orange	3,06 - 3,16
Pink	3,16 - 3,26
Light Pink	3,26 - 3,36
Light Grey	3,36 - 3,46
White	3,46 - 3,56
White	≥ 3,56





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

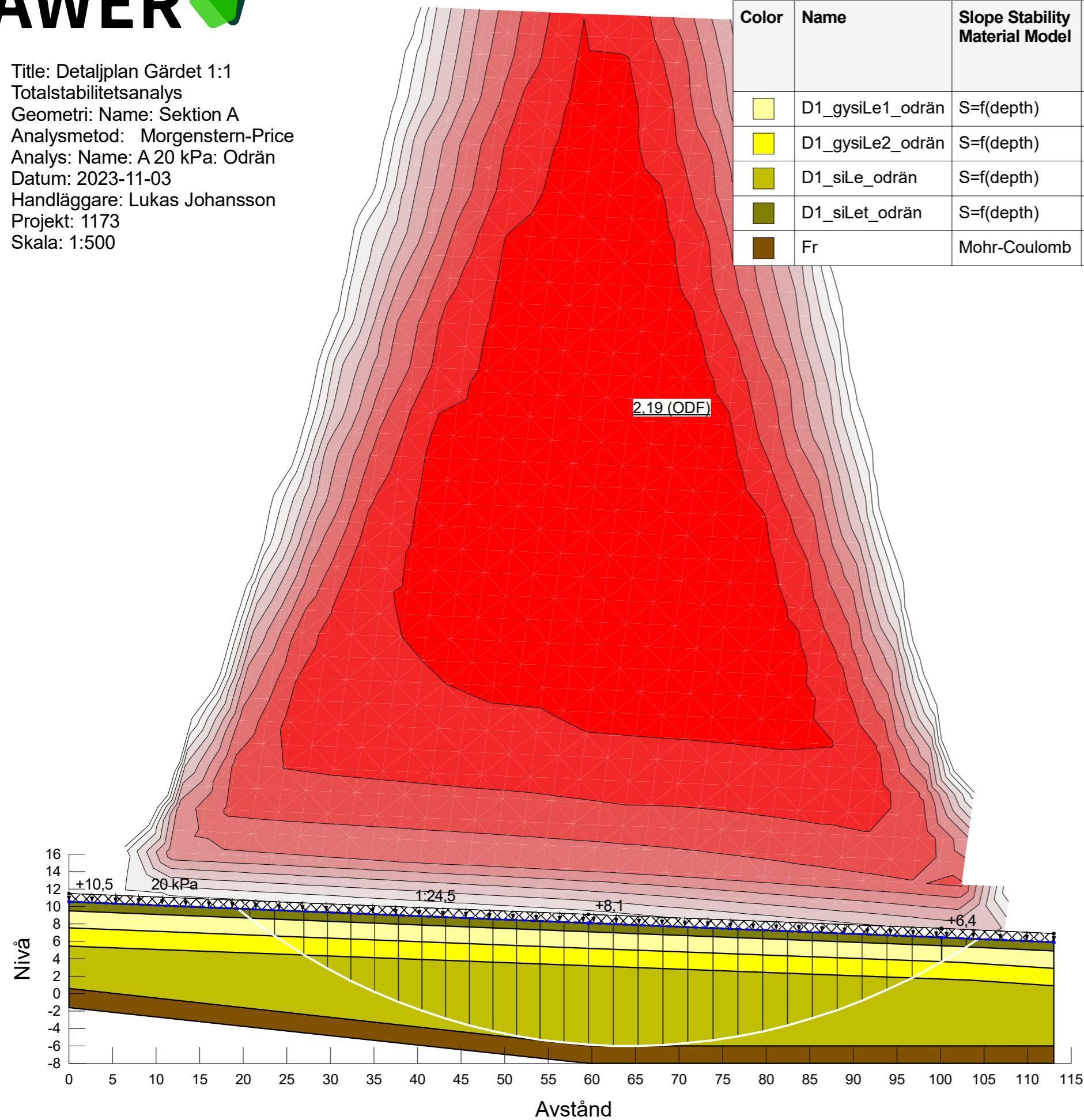
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	1,25	0	12,5	0
	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	1,25	0,09	12,5	0,9
	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,43	0,09	14,3	0,9
	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	1,25	0	12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 20 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

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)
	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		12,5	0
	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		12,5	0,9
	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		14,3	0,9
	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		



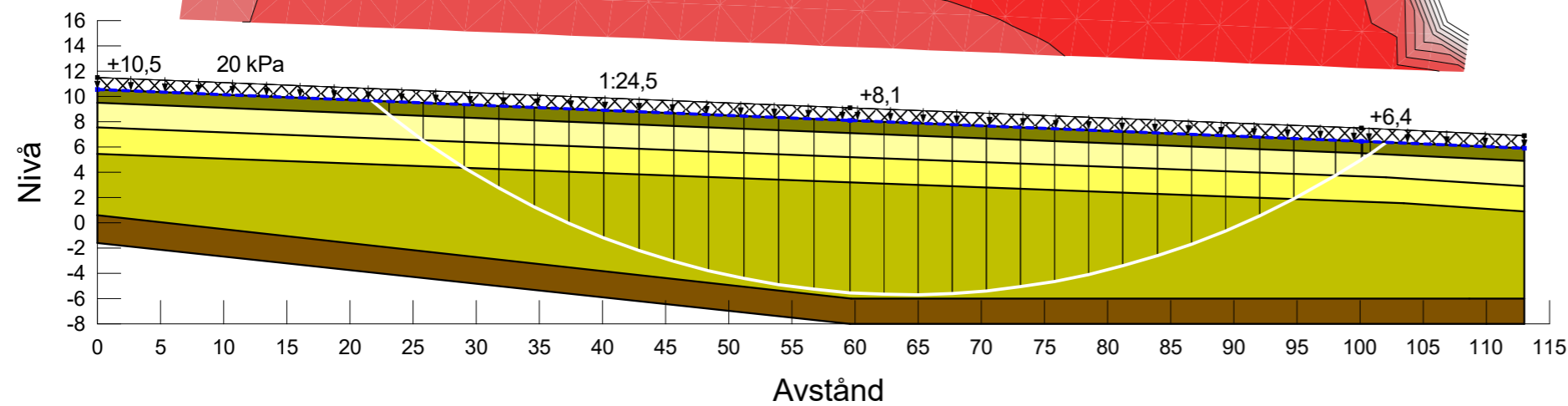
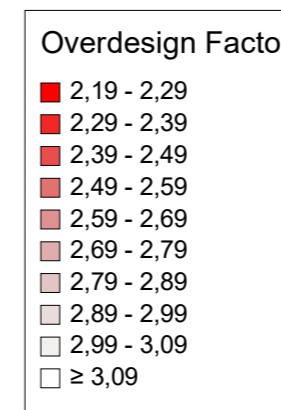
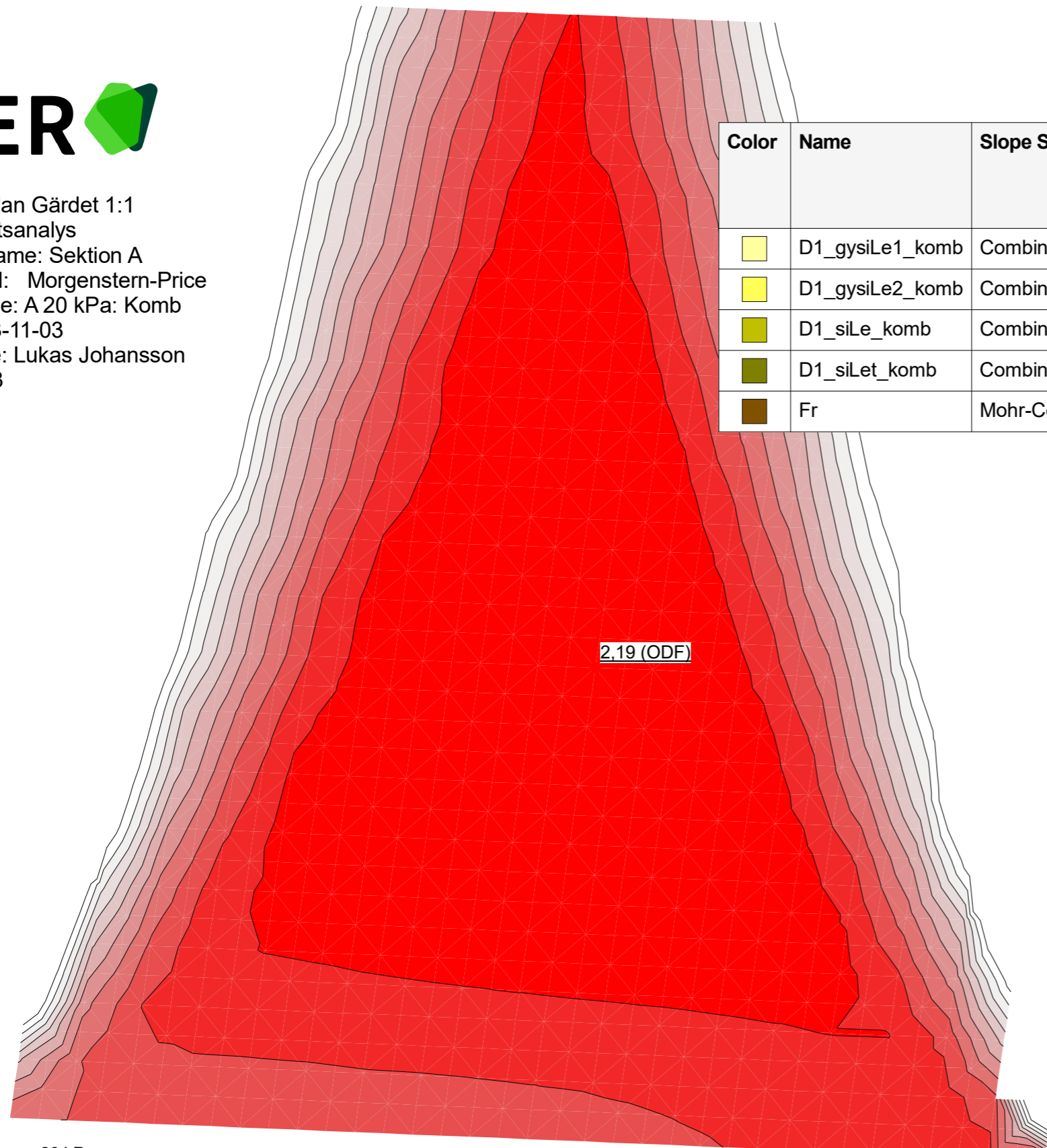
Overdesign Factor

	2,19 - 2,29
	2,29 - 2,39
	2,39 - 2,49
	2,49 - 2,59
	2,59 - 2,69
	2,69 - 2,79
	2,79 - 2,89
	2,89 - 2,99
	2,99 - 3,09
	≥ 3,09



Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 20 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

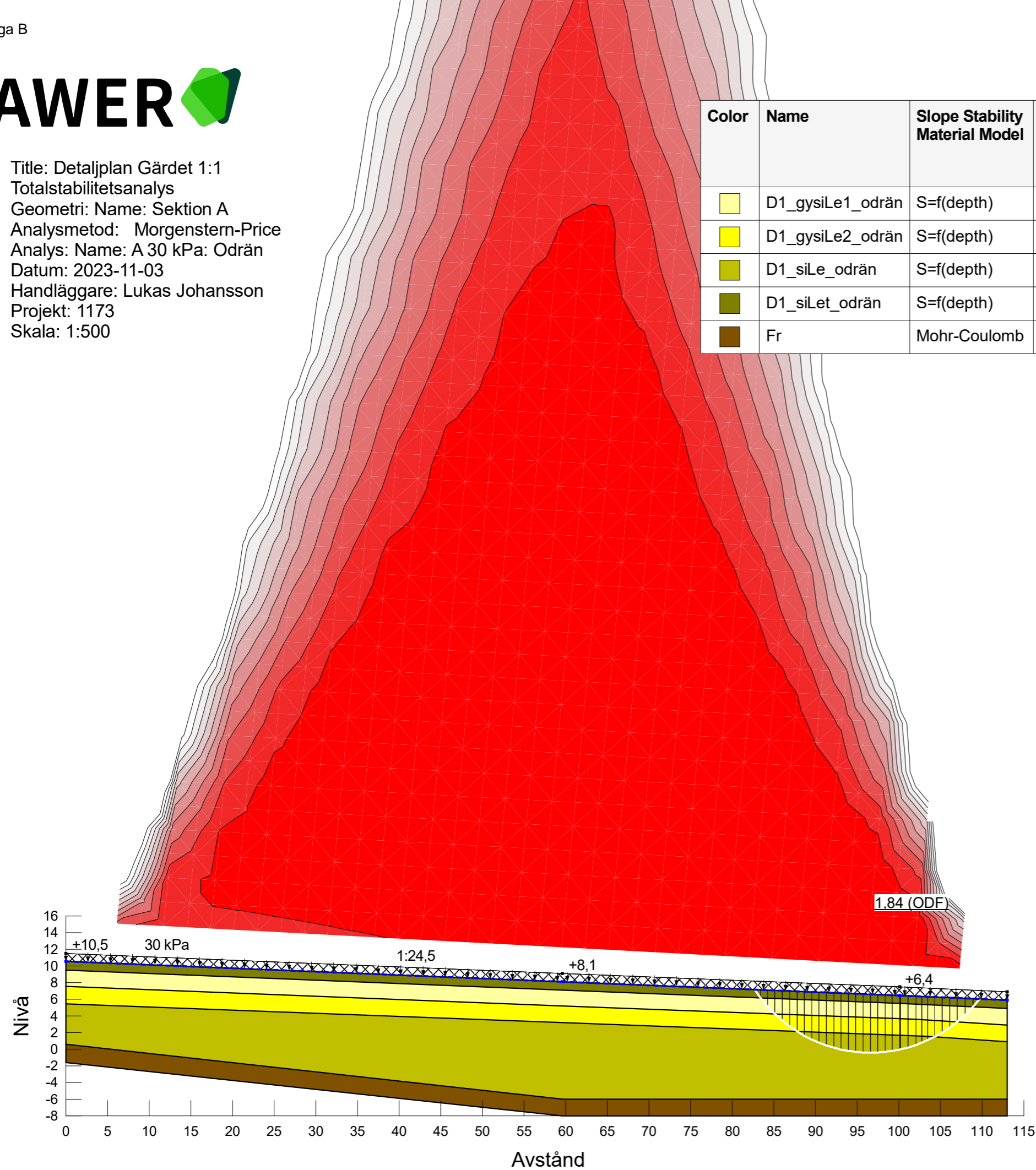
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	1,25	0	12,5	0
	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	1,25	0,09	12,5	0,9
	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,43	0,09	14,3	0,9
	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	1,25	0	12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 30 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

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)
Light Yellow	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		12,5	0
Yellow	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		12,5	0,9
Light Green	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		14,3	0,9
Dark Green	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		12,5	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		

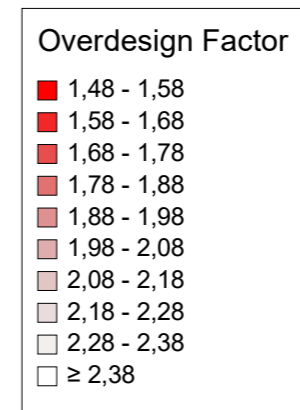
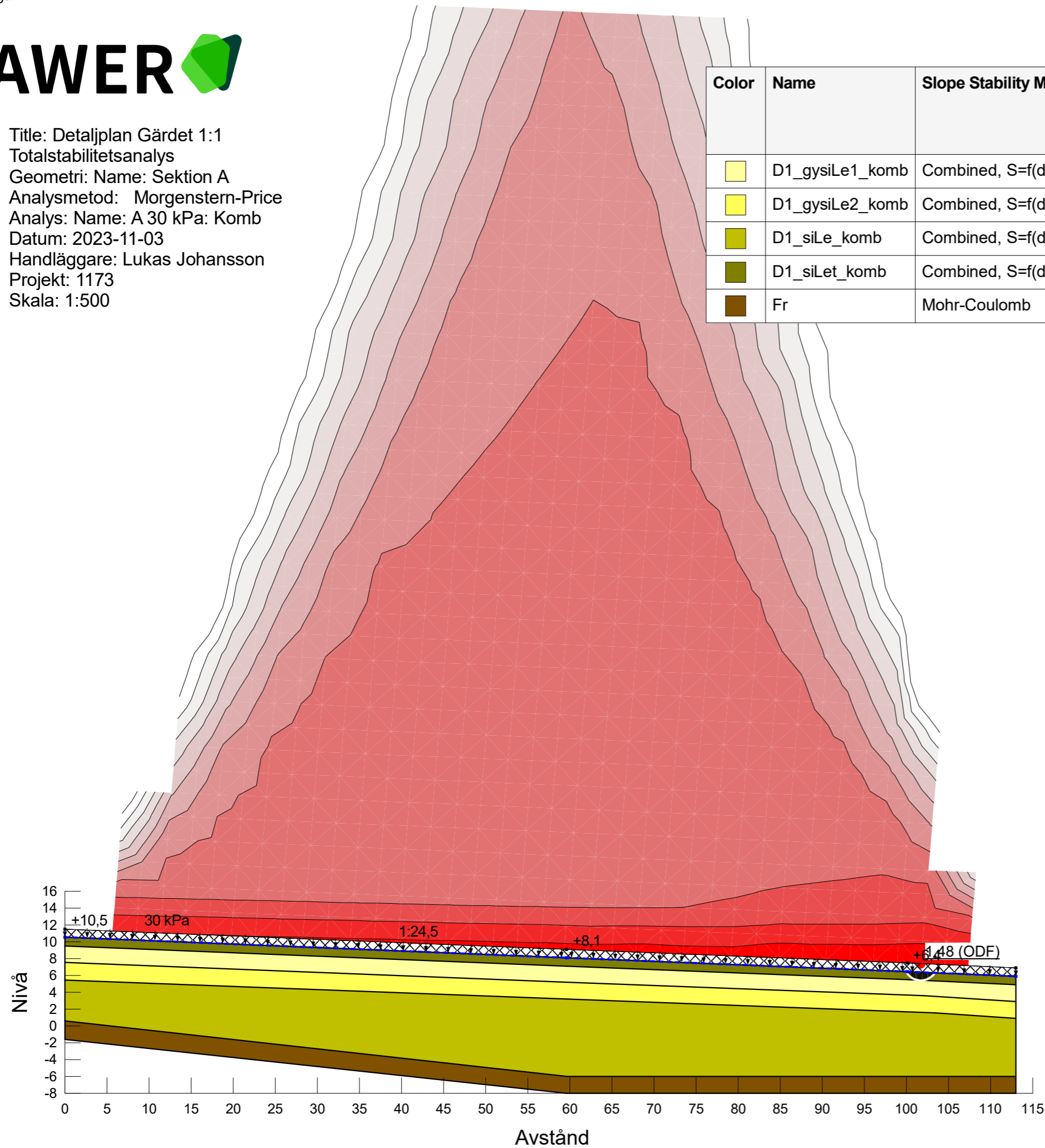


Overdesign Factor
1,84 - 1,94
1,94 - 2,04
2,04 - 2,14
2,14 - 2,24
2,24 - 2,34
2,34 - 2,44
2,44 - 2,54
2,54 - 2,64
2,64 - 2,74
≥ 2,74



Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 30 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

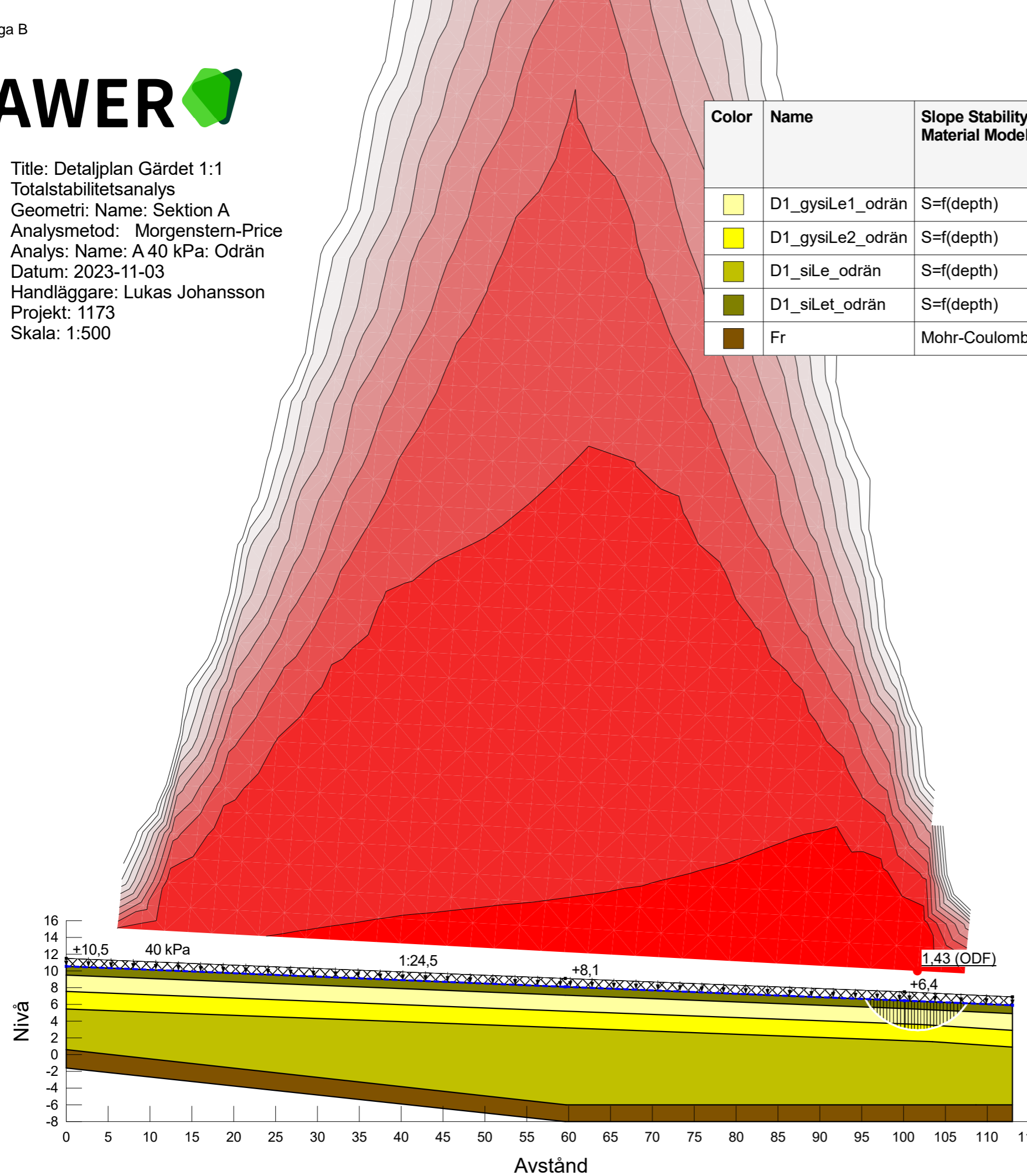
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Lightest Yellow	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	1,25	0	12,5	0
Light Yellow	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	1,25	0,09	12,5	0,9
Yellow-Green	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,43	0,09	14,3	0,9
Green	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	1,25	0	12,5	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 40 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

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)
	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		12,5	0
	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		12,5	0,9
	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		14,3	0,9
	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		12,5	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		



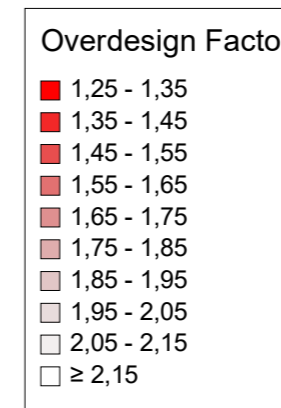
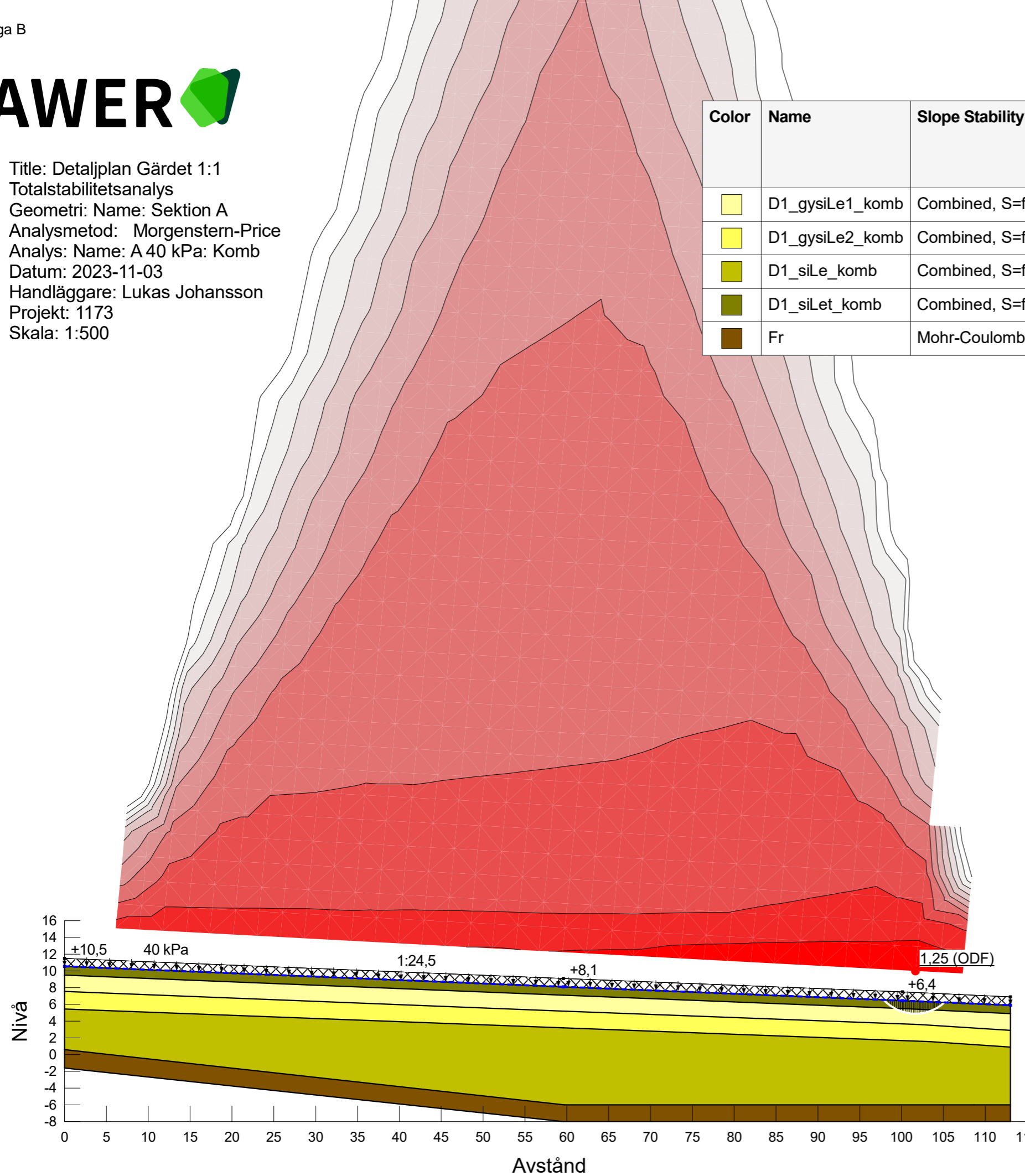
Overdesign Factor	
	1,43 - 1,53
	1,53 - 1,63
	1,63 - 1,73
	1,73 - 1,83
	1,83 - 1,93
	1,93 - 2,03
	2,03 - 2,13
	2,13 - 2,23
	2,23 - 2,33
	≥ 2,33





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 40 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

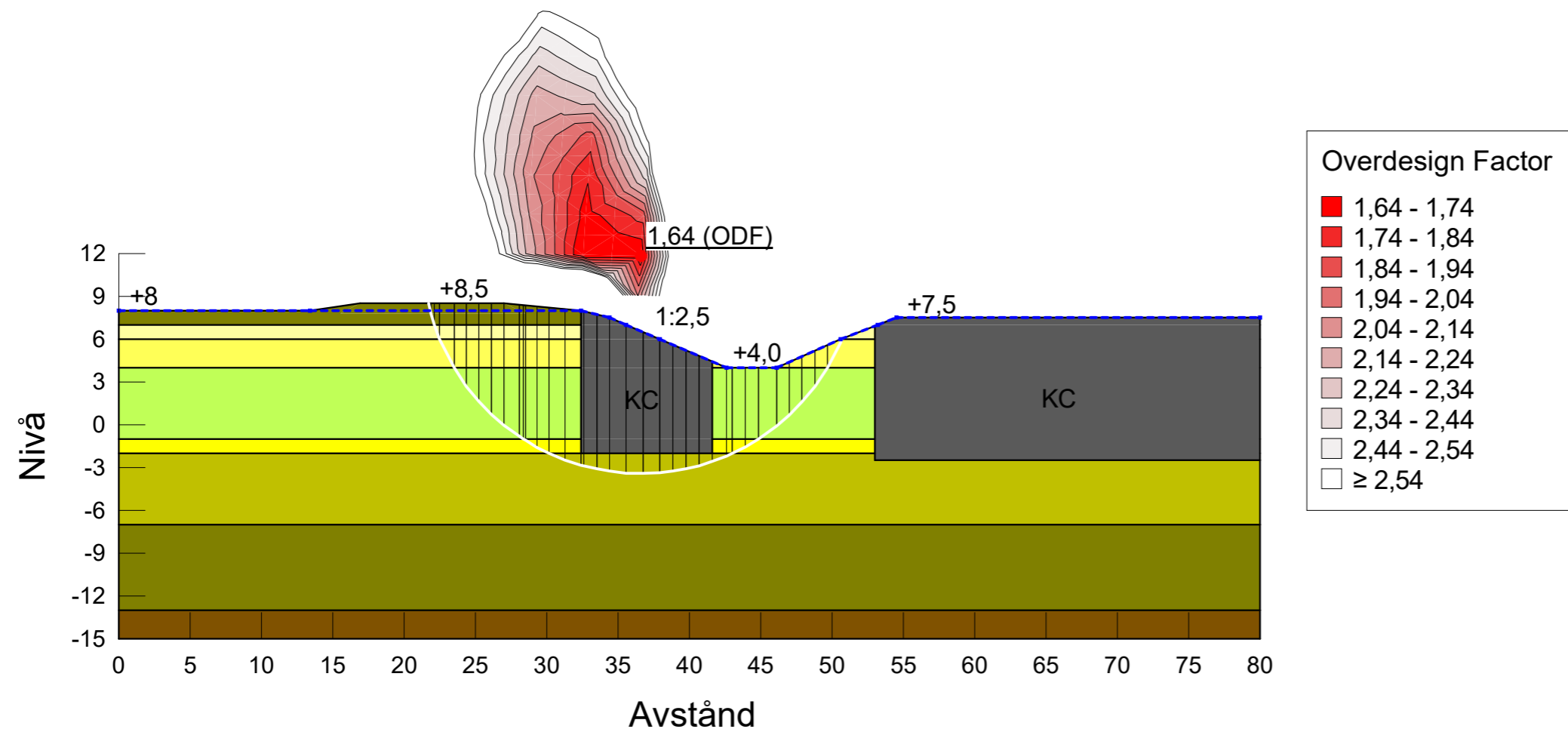
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Lightest Yellow	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	1,25	0	12,5	0
Light Yellow	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	1,25	0,09	12,5	0,9
Yellow-Green	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	1,43	0,09	14,3	0,9
Green	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	1,25	0	12,5	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

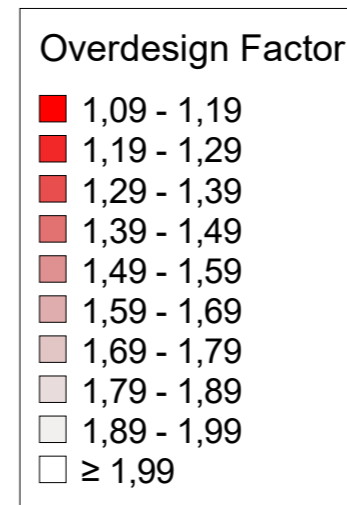
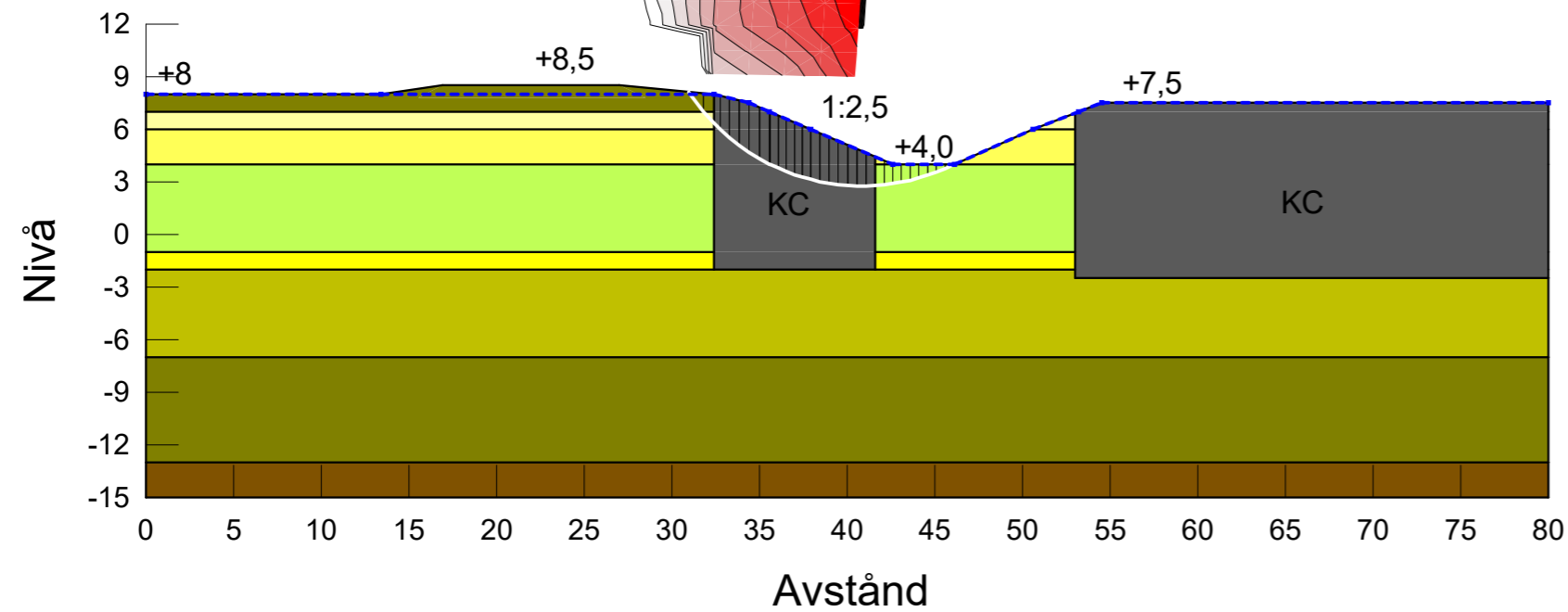
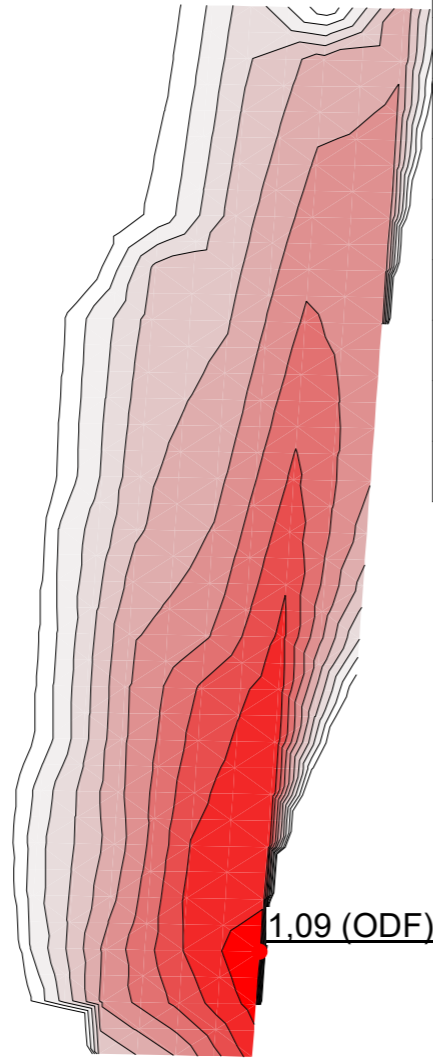
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Yellow	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		17	1,5
Light Yellow	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		10	0
Light Yellow	D2_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,1		10	1
Yellow-Green	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		18,5	1
Green	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		23,5	1
Light Green	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		12	1
Dark Green	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		10	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
Grey	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

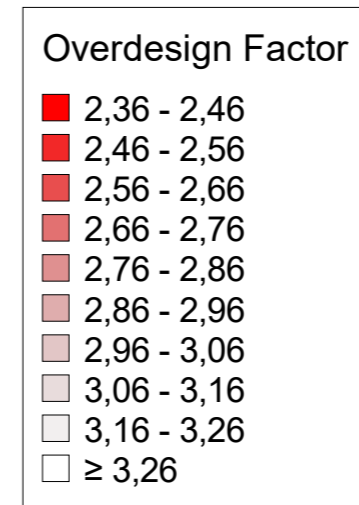
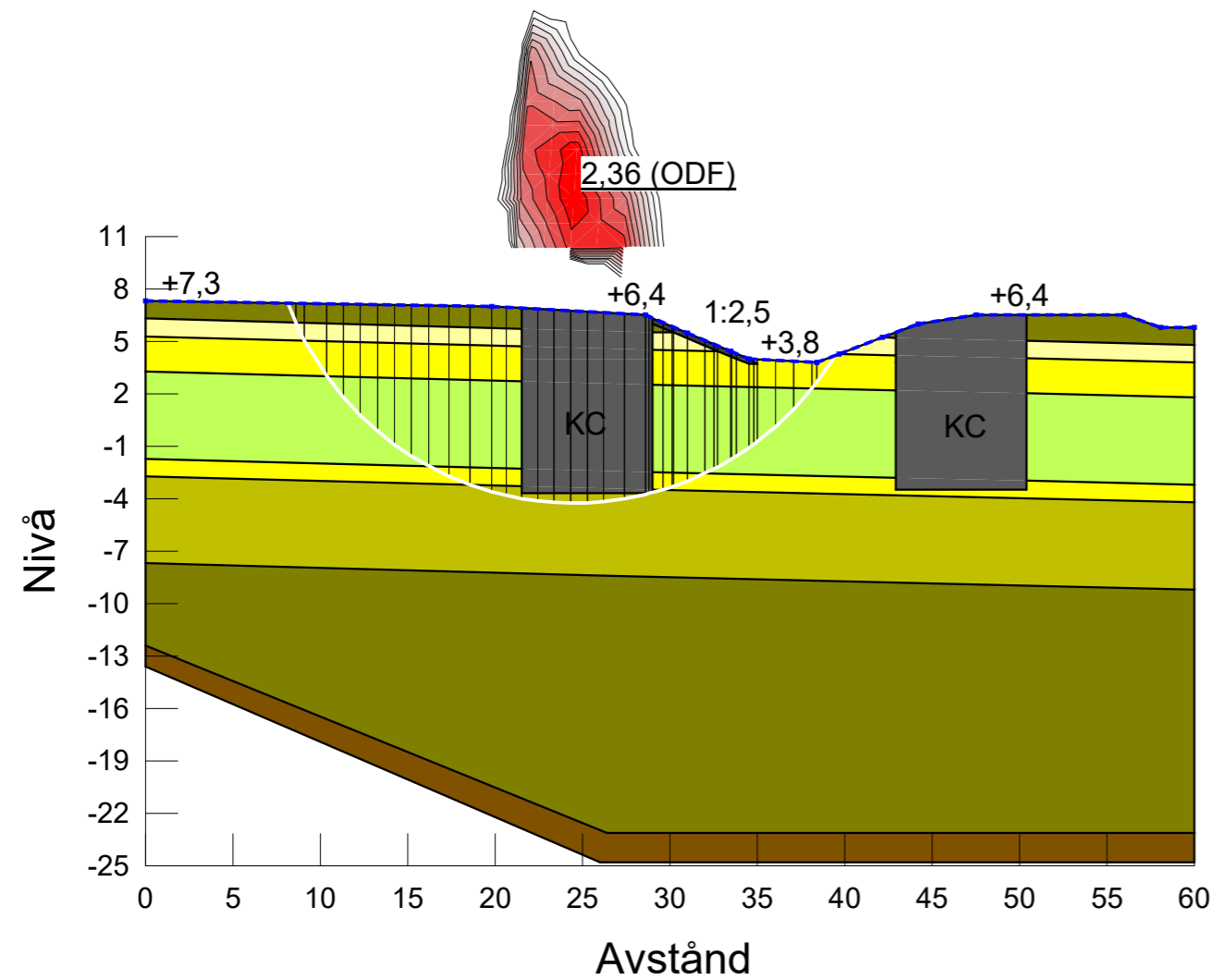
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,7	0,15	17	1,5
	D2_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	1	0	10	0
	D2_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	1	0,1	10	1
	D2_Le_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,85	0,1	18,5	1
	D2_Le2_komb	Combined, S=f(depth)	16	30	2,35	0,1	23,5	1
	D2_leGy_komb	Combined, S=f(depth)	14,5	30	1,2	0,1	12	1
	D2_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1	0	10	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion C  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: C Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

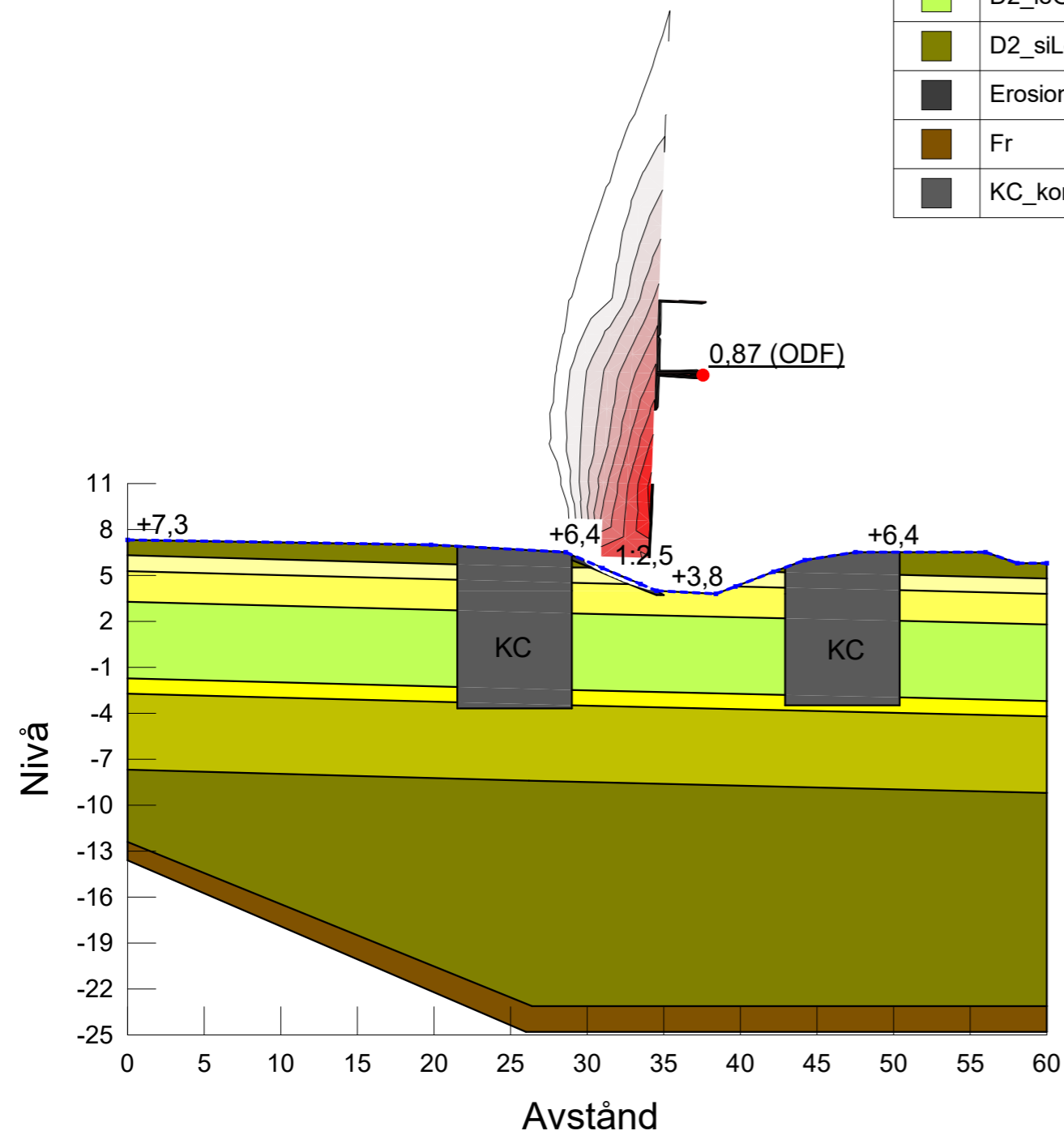
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		17	1,5
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		10	0
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		18,5	1
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		23,5	1
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		12	1
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		10	0
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	18	45		
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0





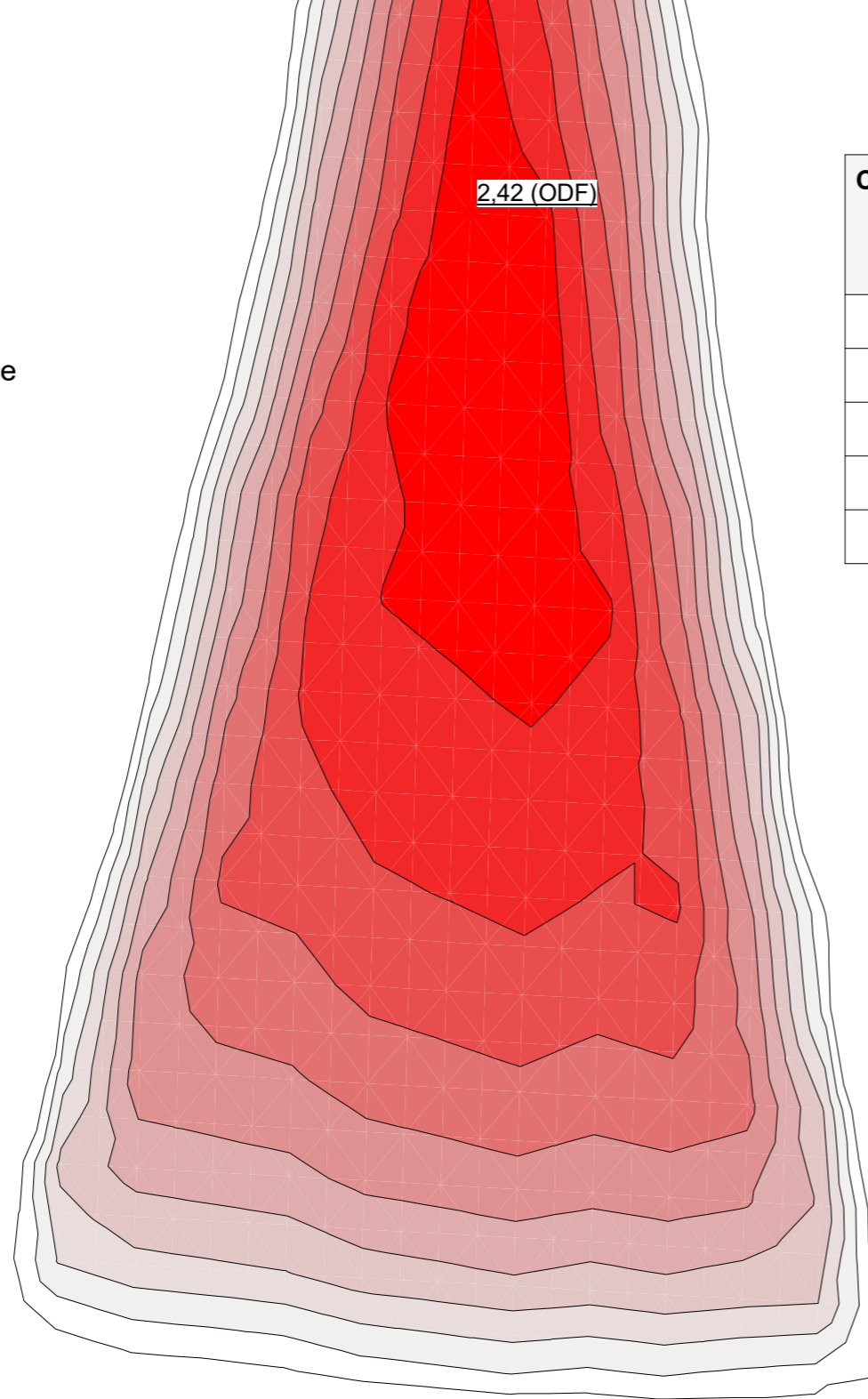
Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion C  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: C Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,7	0,15	17	1,5
	D2_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	1	0	10	0
	D2_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	1	0,1	10	1
	D2_Le_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,85	0,1	18,5	1
	D2_Le2_komb	Combined, S=f(depth)	16	30	2,35	0,1	23,5	1
	D2_leGy_komb	Combined, S=f(depth)	14,5	30	1,2	0,1	12	1
	D2_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1	0	10	0
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	18	45				
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0

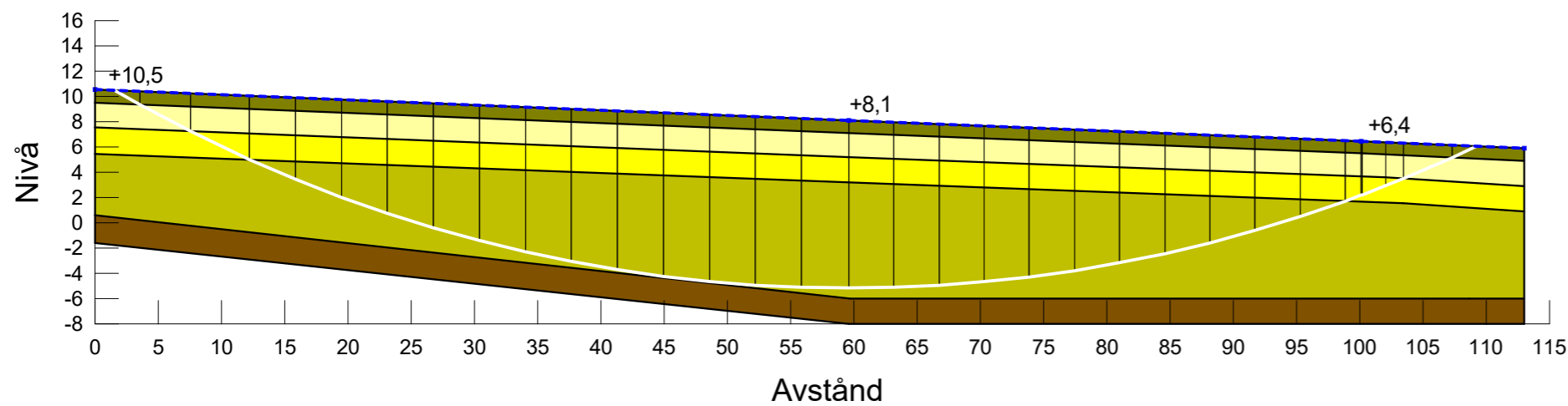




Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Light Yellow	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		9	0
Yellow	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		8,6	0,5
Light Green	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		9,6	0,8
Dark Green	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		9	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		

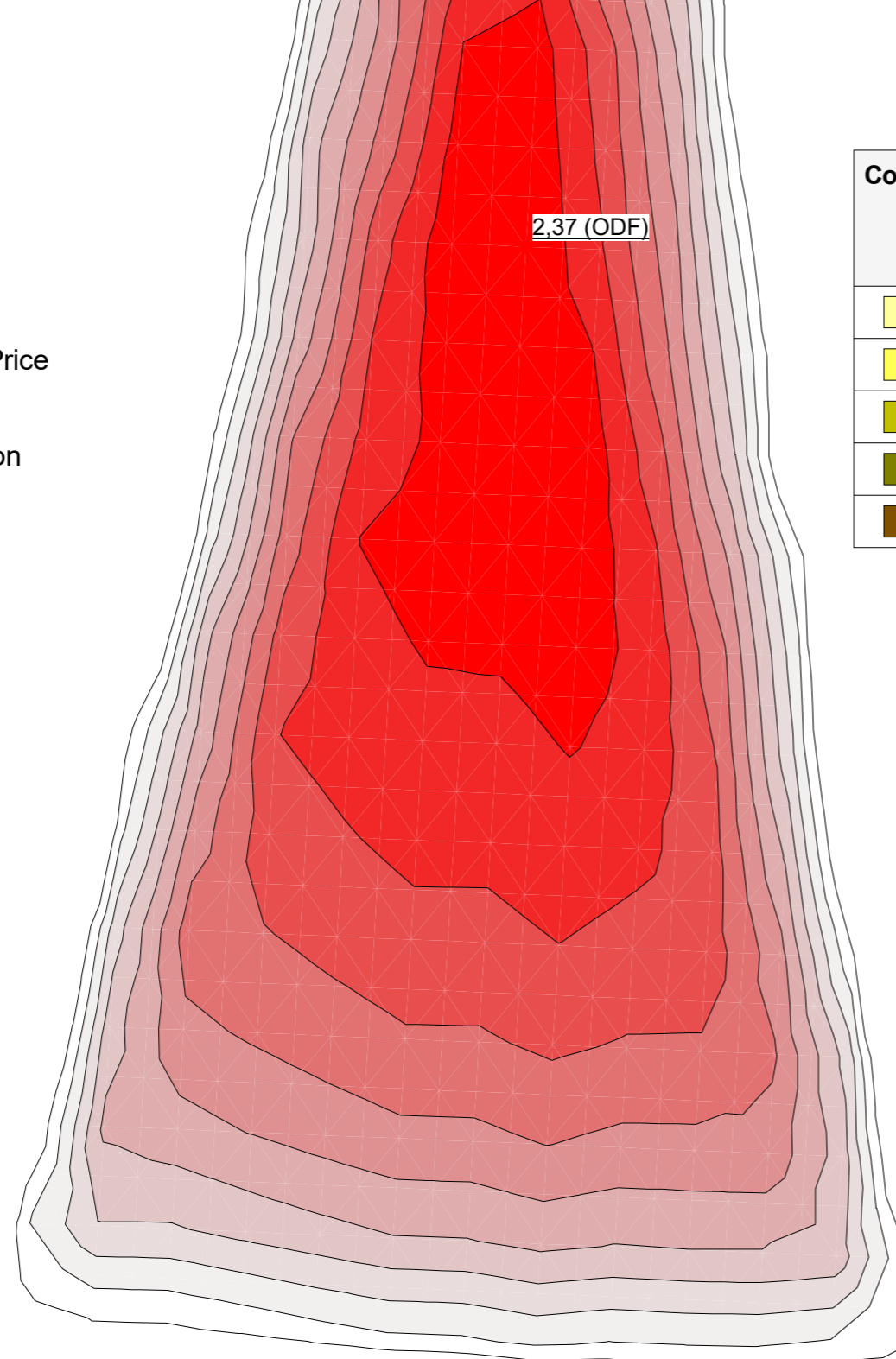


Overdesign Factor

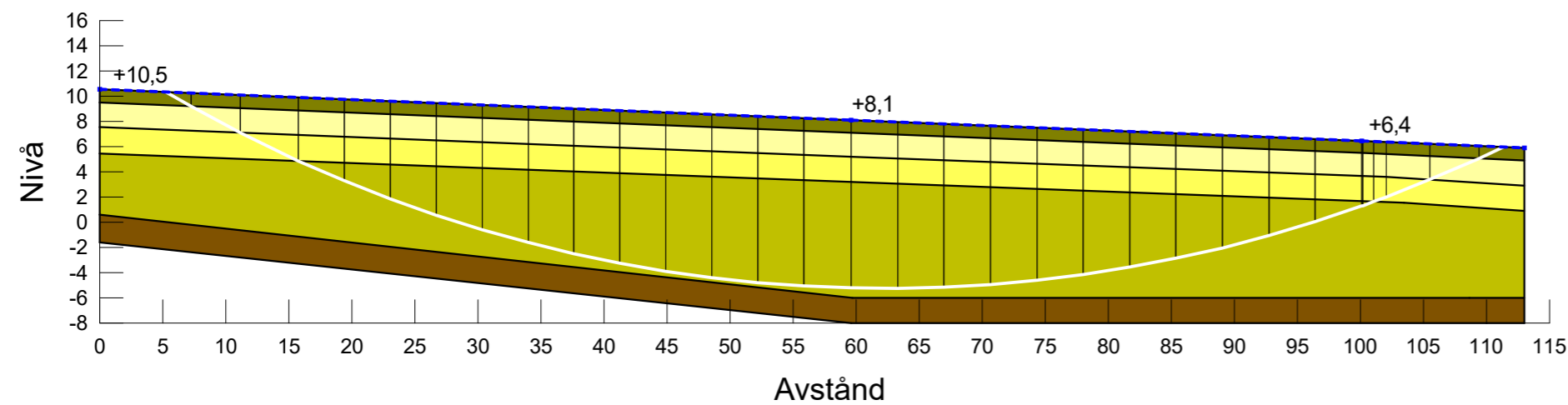
Red	2,42 - 2,52
Dark Red	2,52 - 2,62
Red-Orange	2,62 - 2,72
Orange	2,72 - 2,82
Light Orange	2,82 - 2,92
Yellow-Orange	2,92 - 3,02
Yellow	3,02 - 3,12
Light Yellow	3,12 - 3,22
White	3,22 - 3,32
White	≥ 3,32



Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Light Yellow	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	0,9	0	9	0
Yellow	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	0,86	0,05	8,6	0,5
Light Green	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0,96	0,08	9,6	0,8
Dark Green	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	0,9	0	9	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				



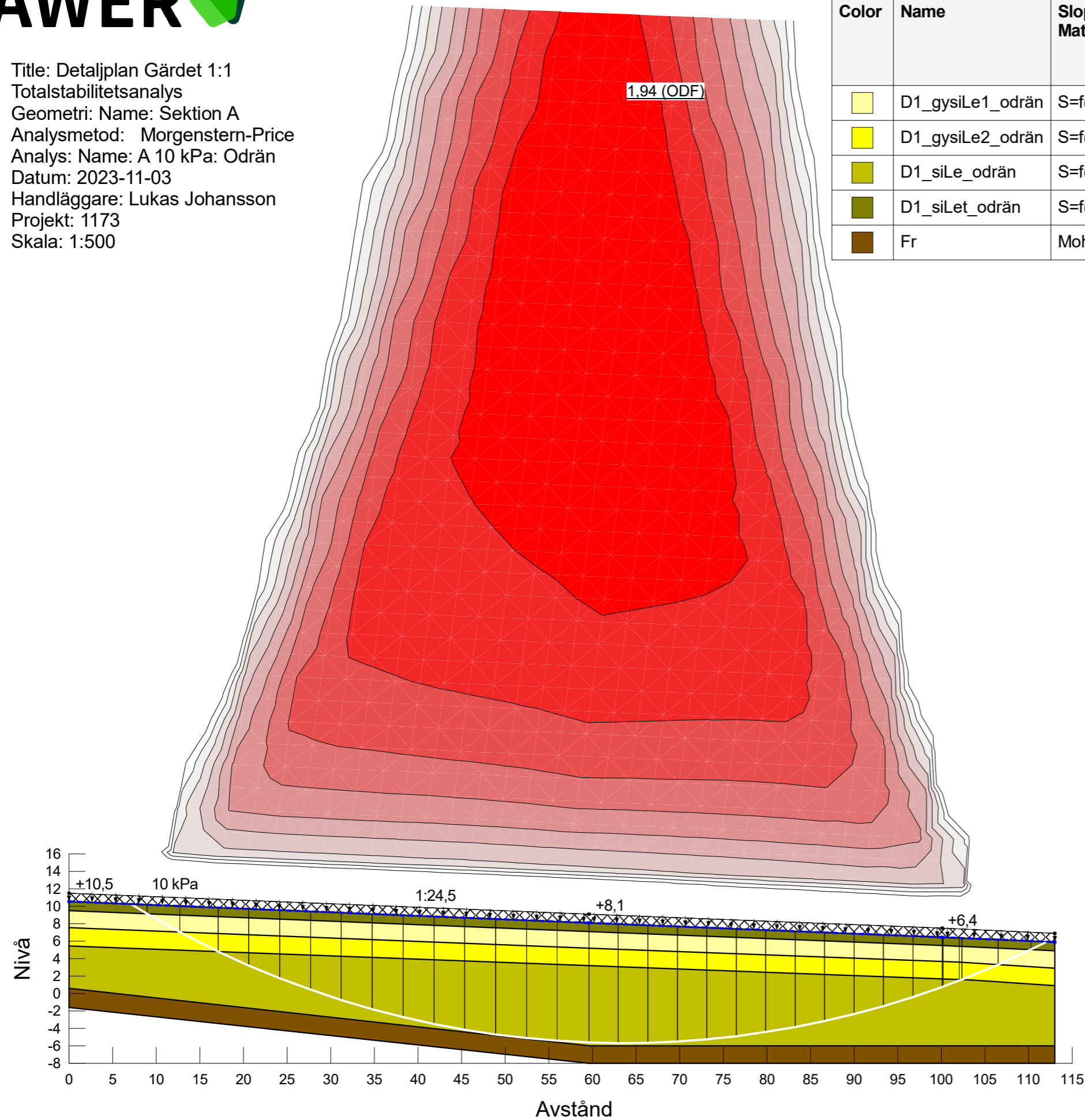
Overdesign Factor

Red	2,37 - 2,47
Dark Red	2,47 - 2,57
Red-Orange	2,57 - 2,67
Orange	2,67 - 2,77
Light Orange	2,77 - 2,87
Yellow-Orange	2,87 - 2,97
Yellow	2,97 - 3,07
Light Yellow	3,07 - 3,17
Very Light Yellow	3,17 - 3,27
White	≥ 3,27



Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 10 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		9	0
	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		8,6	0,5
	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		9,6	0,8
	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		9	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		



Overdesign Factor

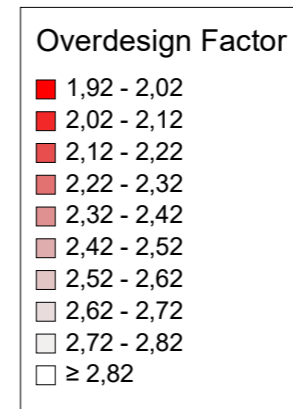
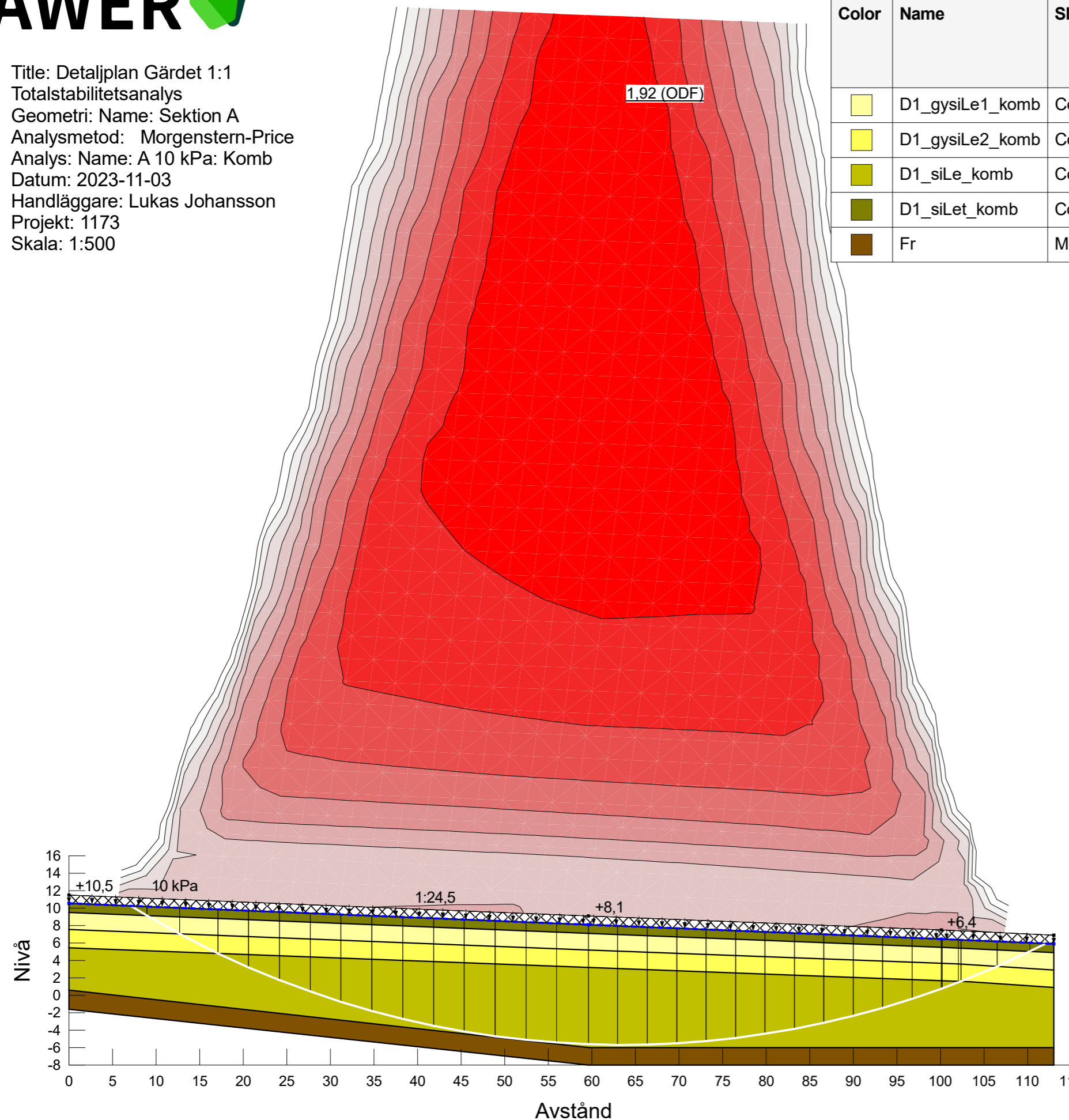
	1,94 - 2,04
	2,04 - 2,14
	2,14 - 2,24
	2,24 - 2,34
	2,34 - 2,44
	2,44 - 2,54
	2,54 - 2,64
	2,64 - 2,74
	2,74 - 2,84
	≥ 2,84





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 10 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

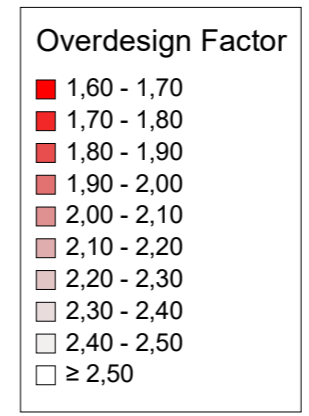
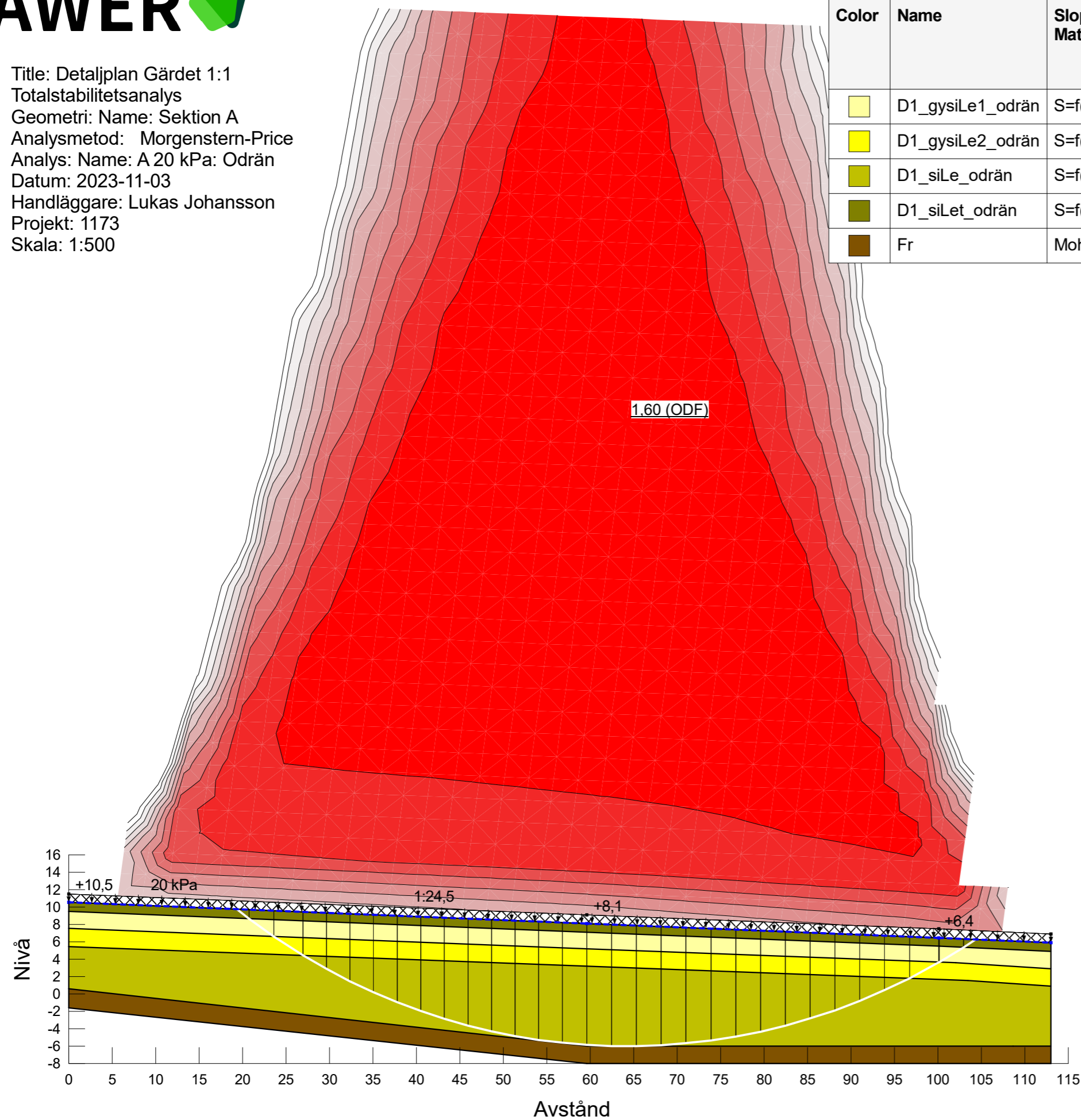
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Light Yellow	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	0,9	0	9	0
Yellow	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	0,86	0,05	8,6	0,5
Light Green	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0,96	0,08	9,6	0,8
Dark Green	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	0,9	0	9	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 20 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

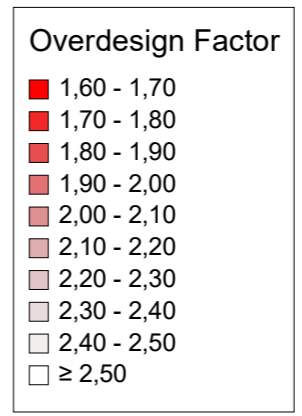
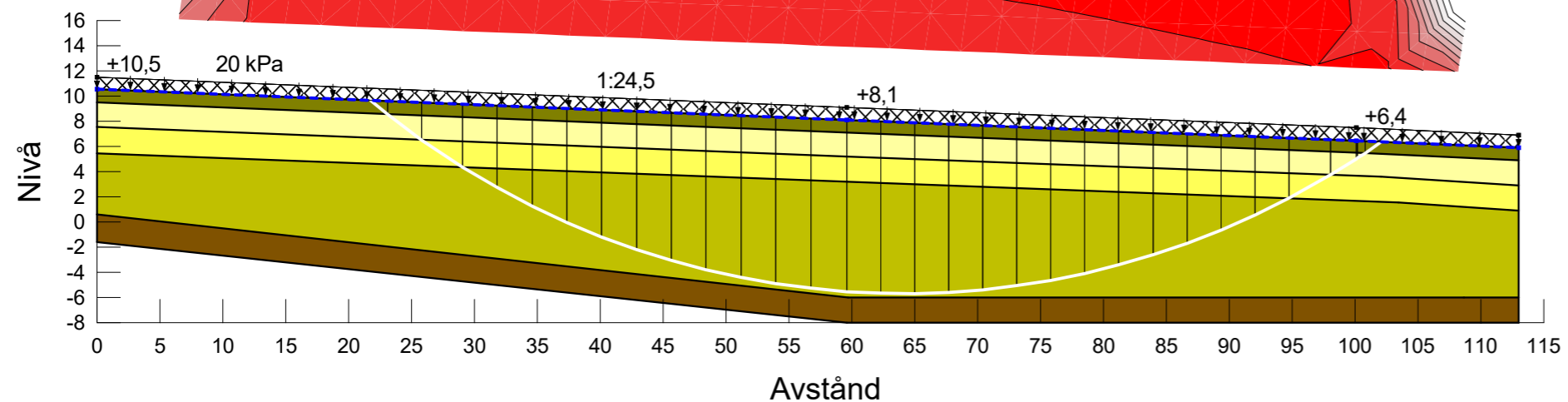
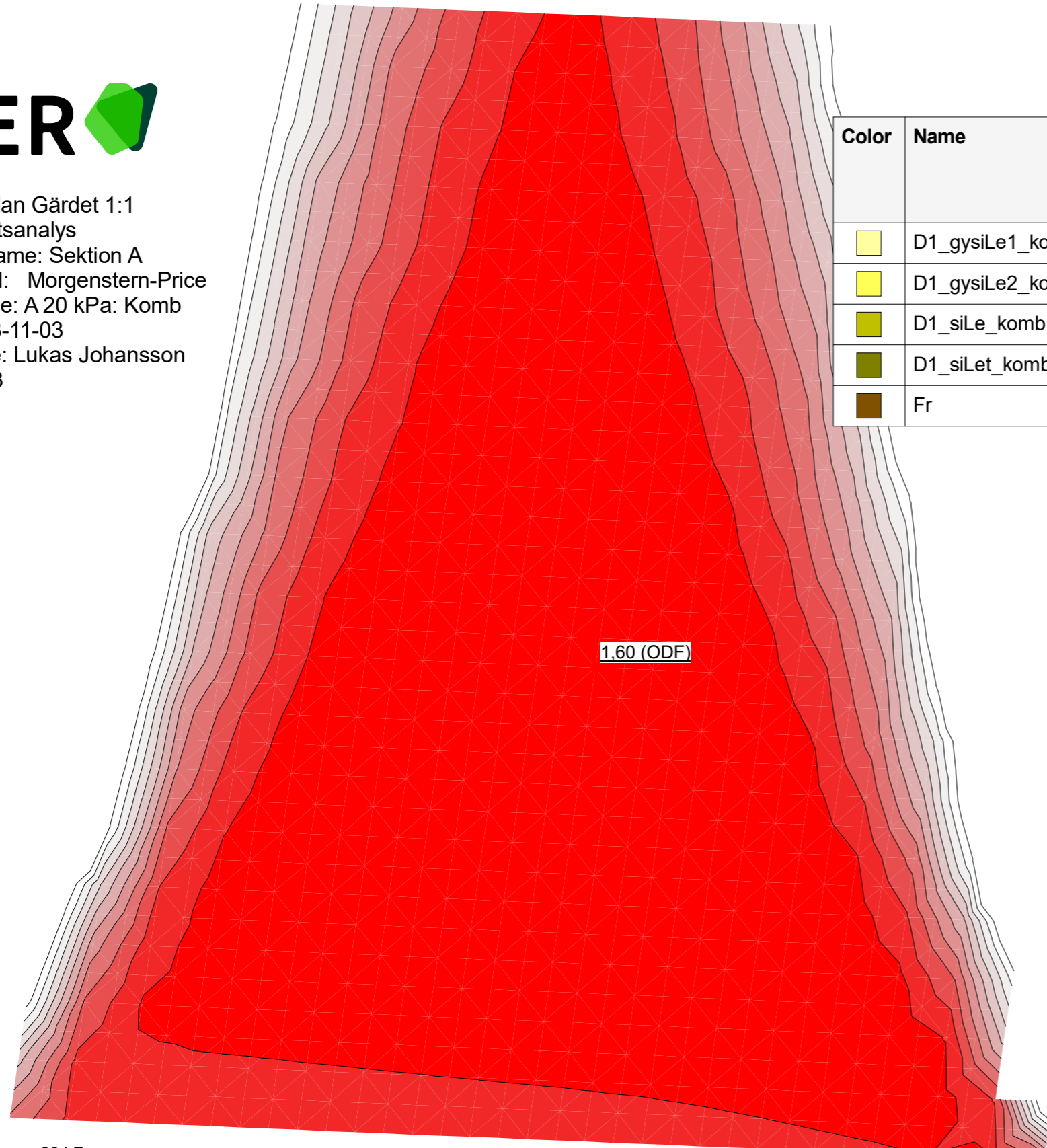
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Light Yellow	D1_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,9		9	0
Yellow	D1_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,3		8,6	0,5
Light Green	D1_siLe_odrän	S=f(depth)	17		9,6	0,8
Dark Green	D1_siLet_odrän	S=f(depth)	16,4		9	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion A  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: A 20 kPa: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:500

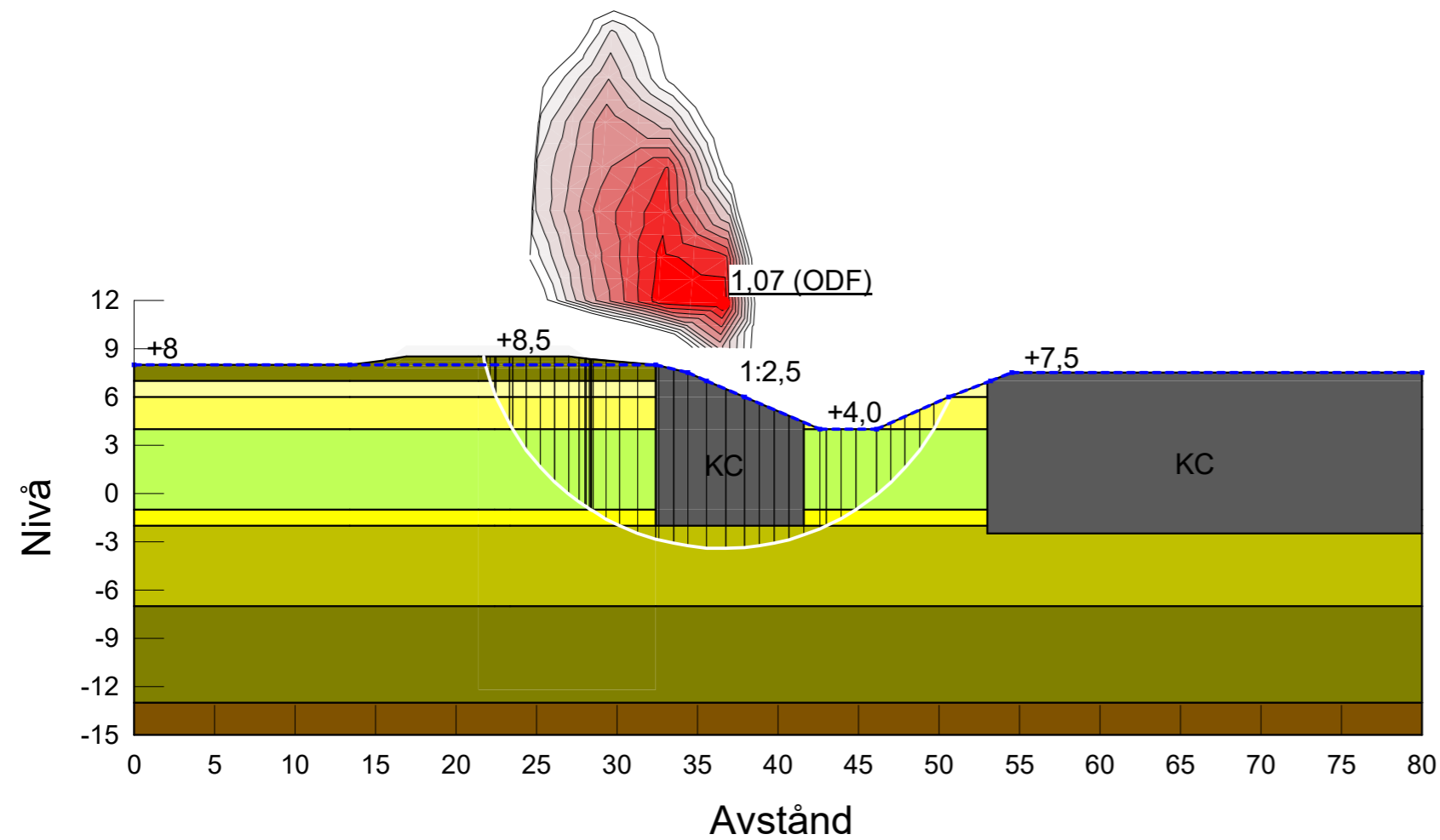
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Light Yellow	D1_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,9	30	0,9	0	9	0
Yellow	D1_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,3	30	0,86	0,05	8,6	0,5
Light Green	D1_siLe_komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0,96	0,08	9,6	0,8
Dark Green	D1_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	16,4	30	0,9	0	9	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				



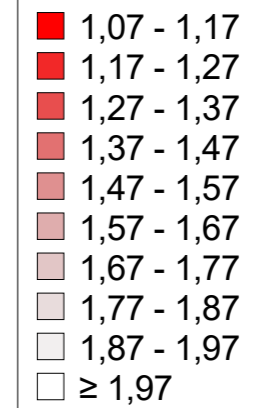


Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0
	D2_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,1		0,75	0,5
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0

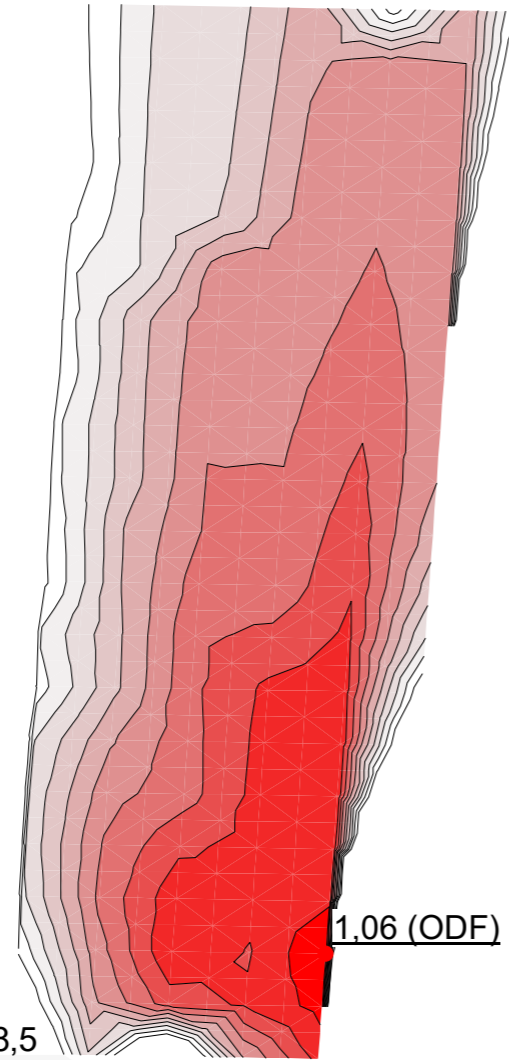


#### Overdesign Factor

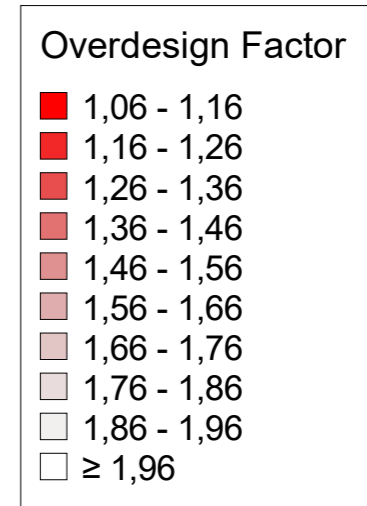
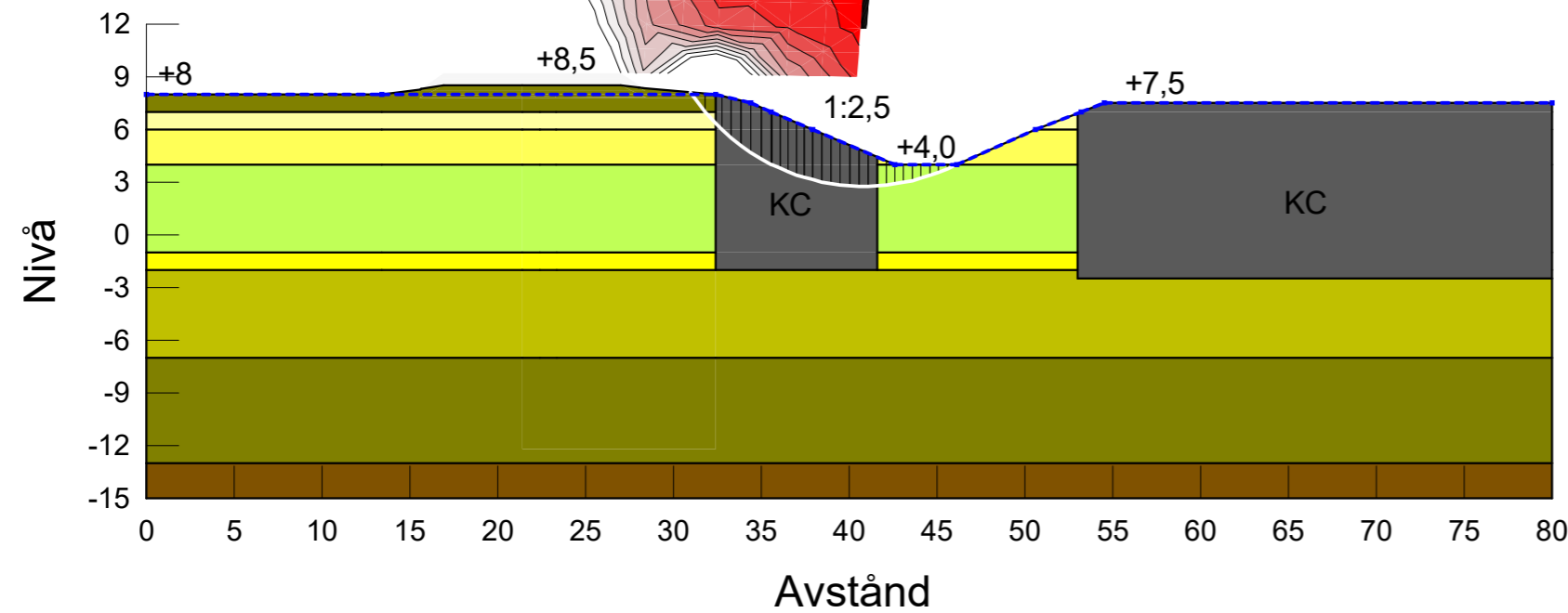




Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400



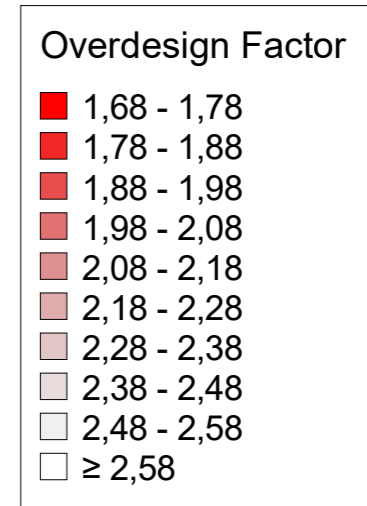
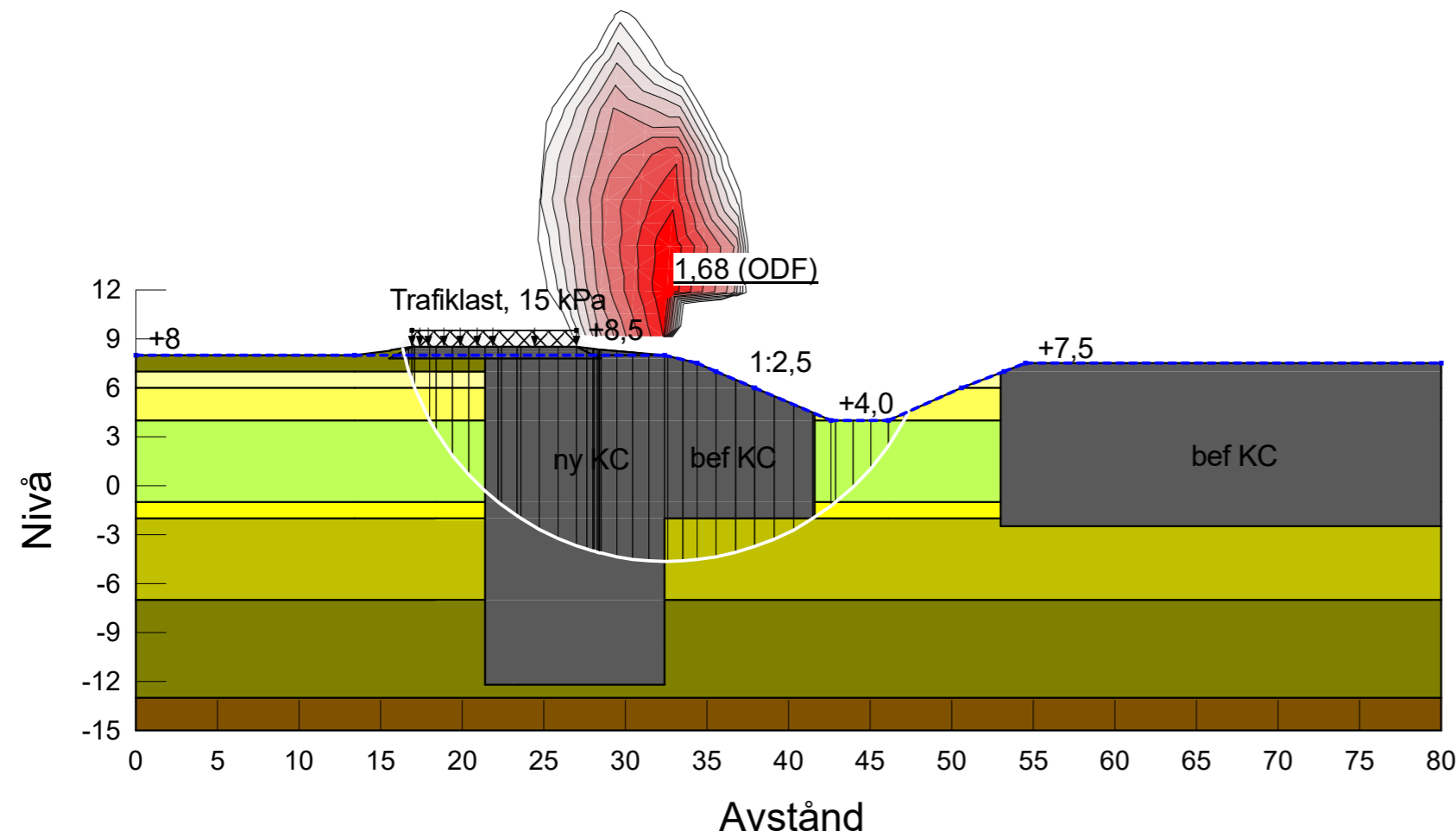
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Yellow	D2_gyLe_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,15	0,15	11,5	1,5
Light Yellow	D2_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	0,7	0	7	0
Yellow-Green	D2_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	0,75	0,05	7,5	0,5
Green	D2_Le_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,3	0,1	13	1
Dark Green	D2_Le2_komb	Combined, S=f(depth)	16	30	1,7	0,1	17	1
Light Green	D2_leGy_komb	Combined, S=f(depth)	14,5	30	0,85	0,05	8,5	0,5
Dark Green	D2_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	0,7	0	7	0
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
Grey	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Väg: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

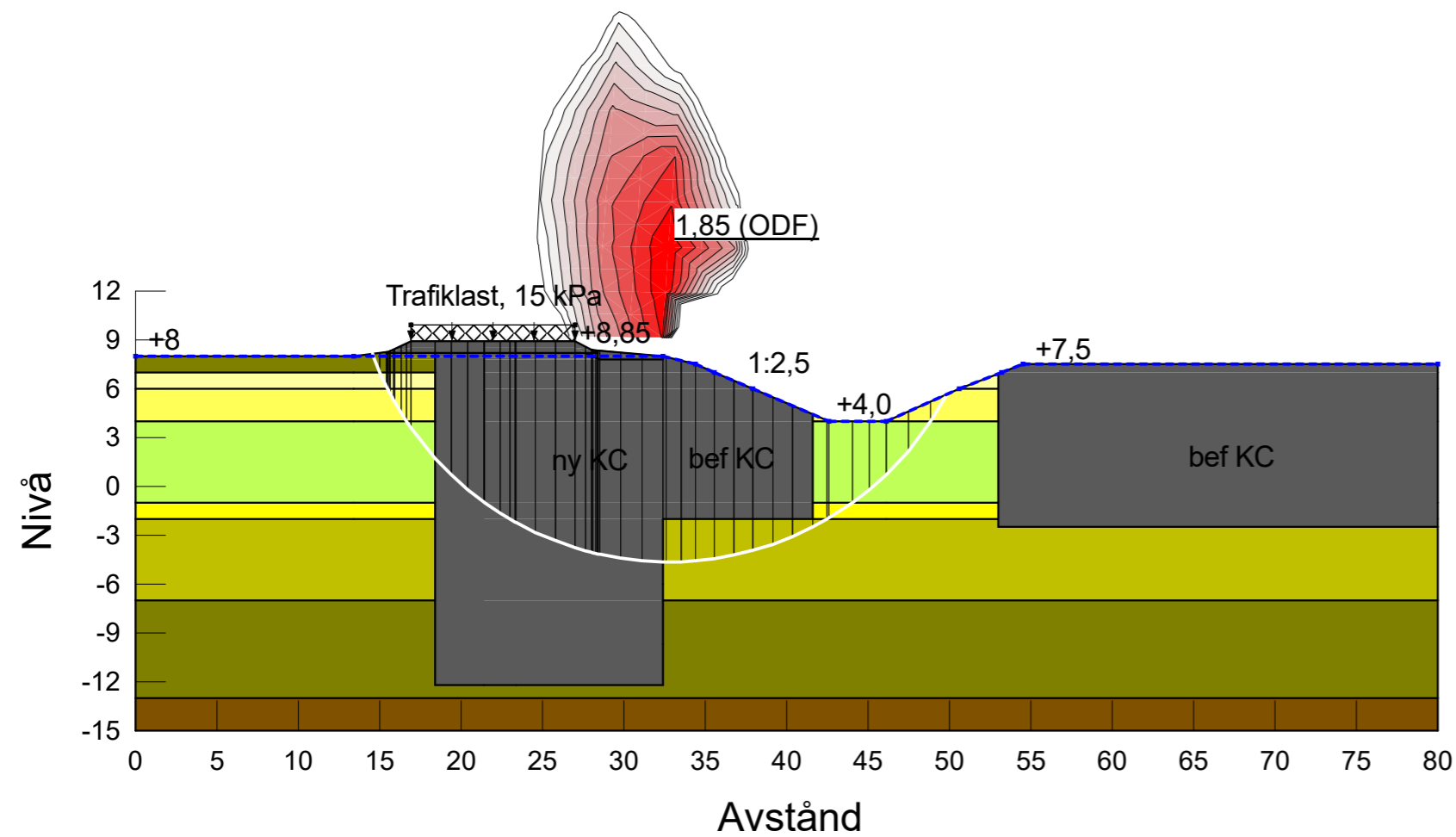
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
Yellow	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5		
Light Yellow	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0		
Light Yellow	D2_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,1		0,75	0,5		
Yellow-Green	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1		
Green	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1		
Light Green	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5		
Green	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0		
Brown	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
Dark Grey	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0
Dark Grey	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0		
Dark Grey	ÖB	Mohr-Coulomb	20	45				



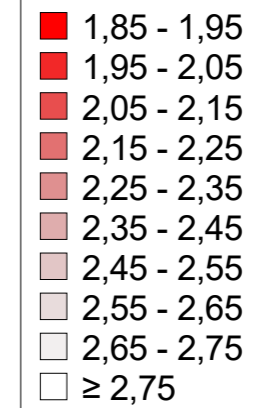


Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Väg\_35cm: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5		
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0		
	D2_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,1		0,75	0,5		
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1		
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1		
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5		
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0		
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0		
	ÖB	Mohr-Coulomb	20	45				



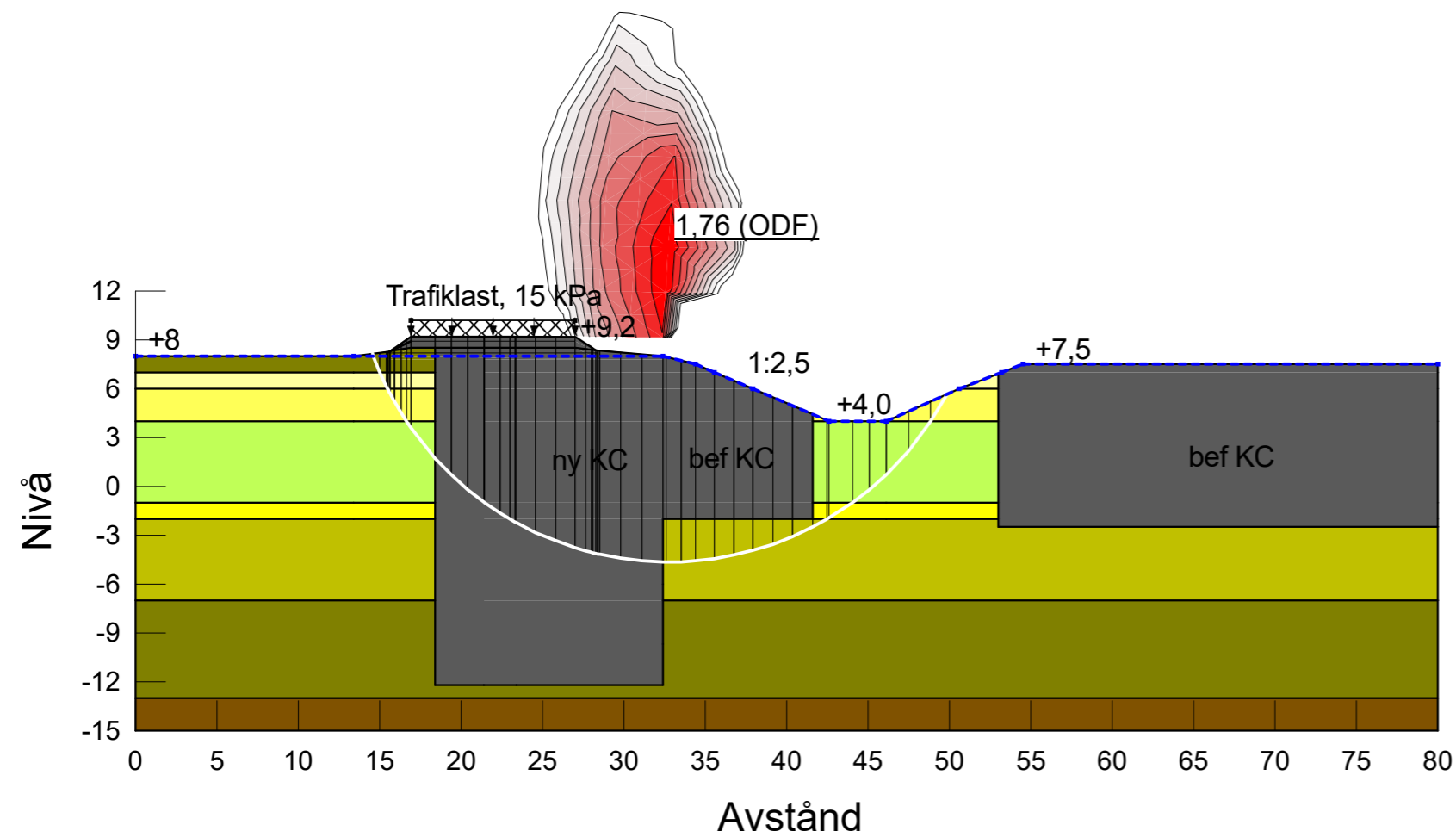
#### Overdesign Factor



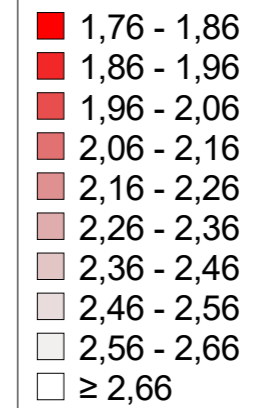


Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion B  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: B Väg\_70cm: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0
	D2_gysiLe2_odrän	S=f(depth)	15,1		0,75	0,5
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0
	ÖB	Mohr-Coulomb	20	45		



## Overdesign Factor

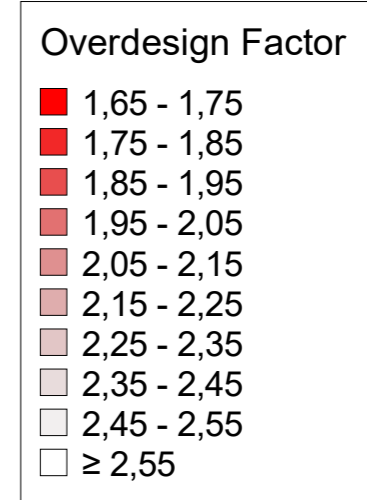
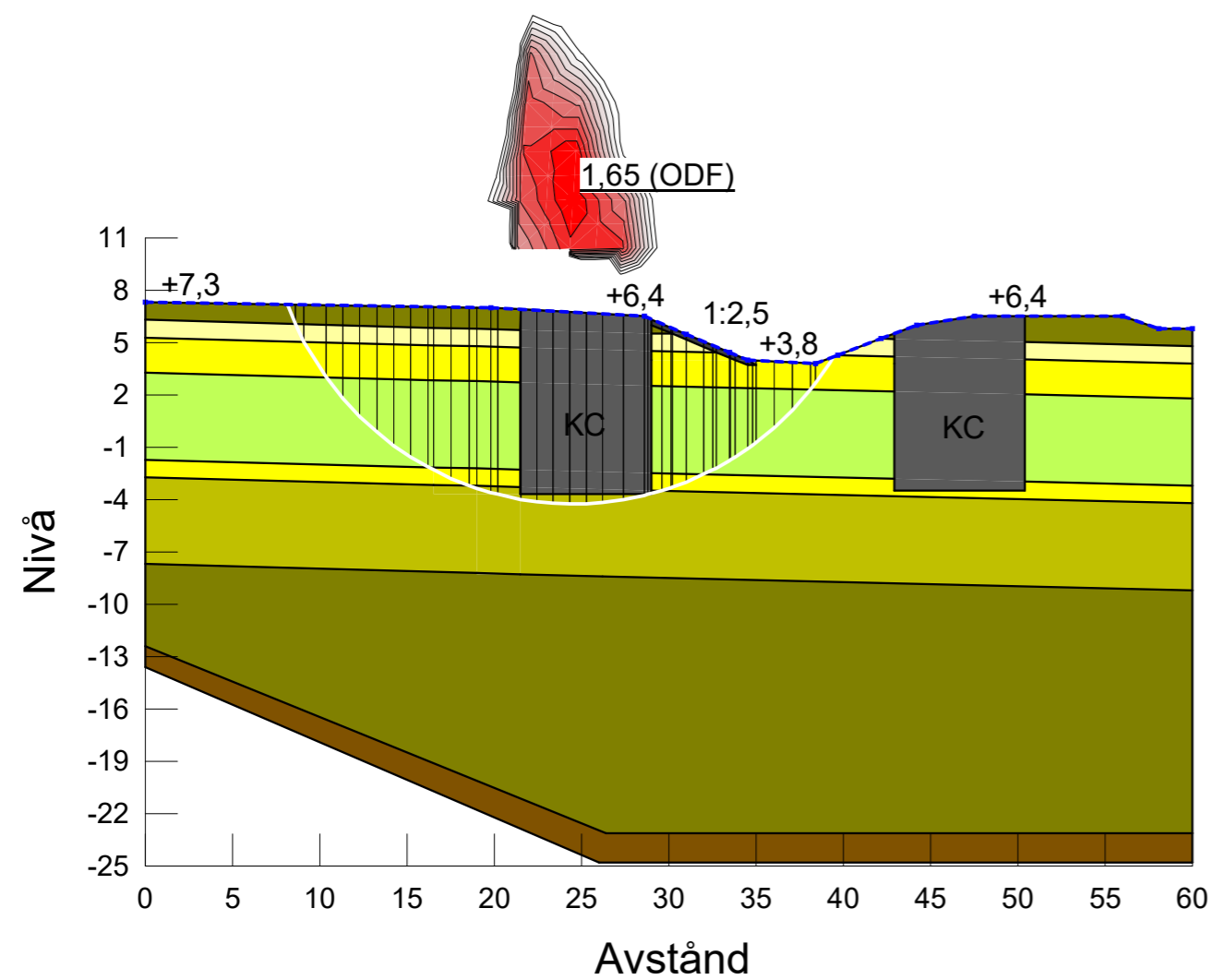






Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion C  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: C Bef: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

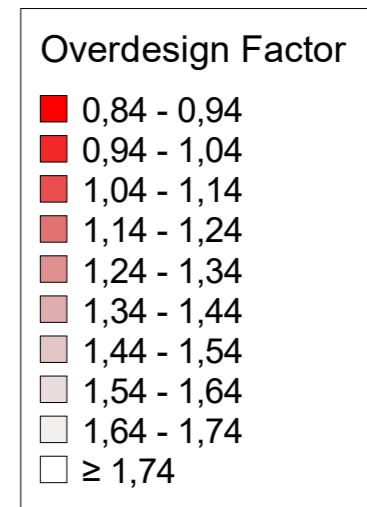
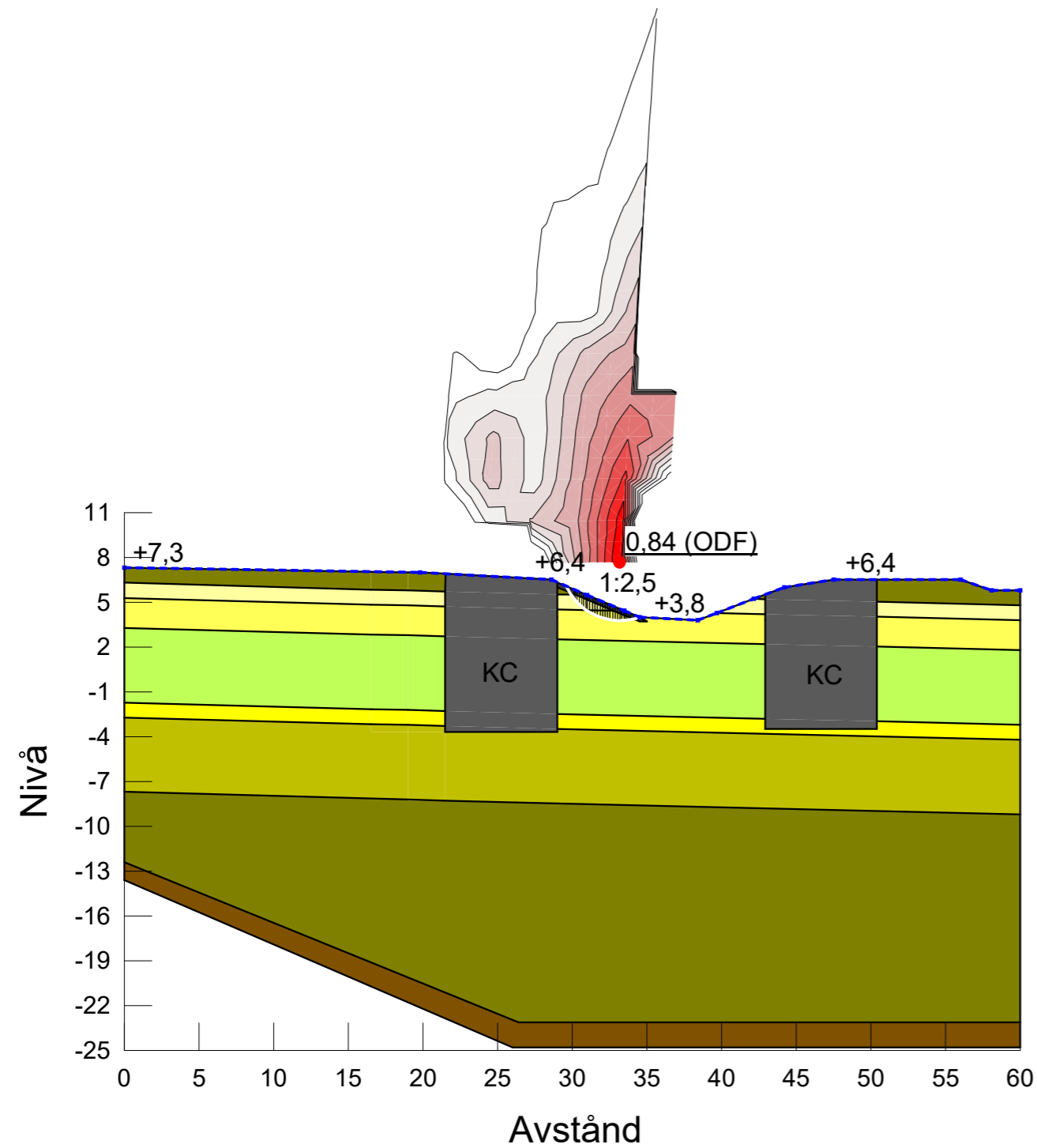
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	18	45		
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0





Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion C  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: C Bef: Komb  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

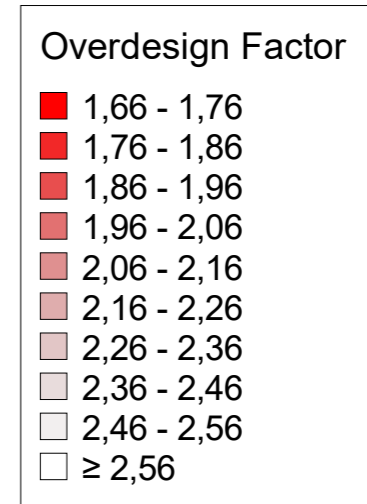
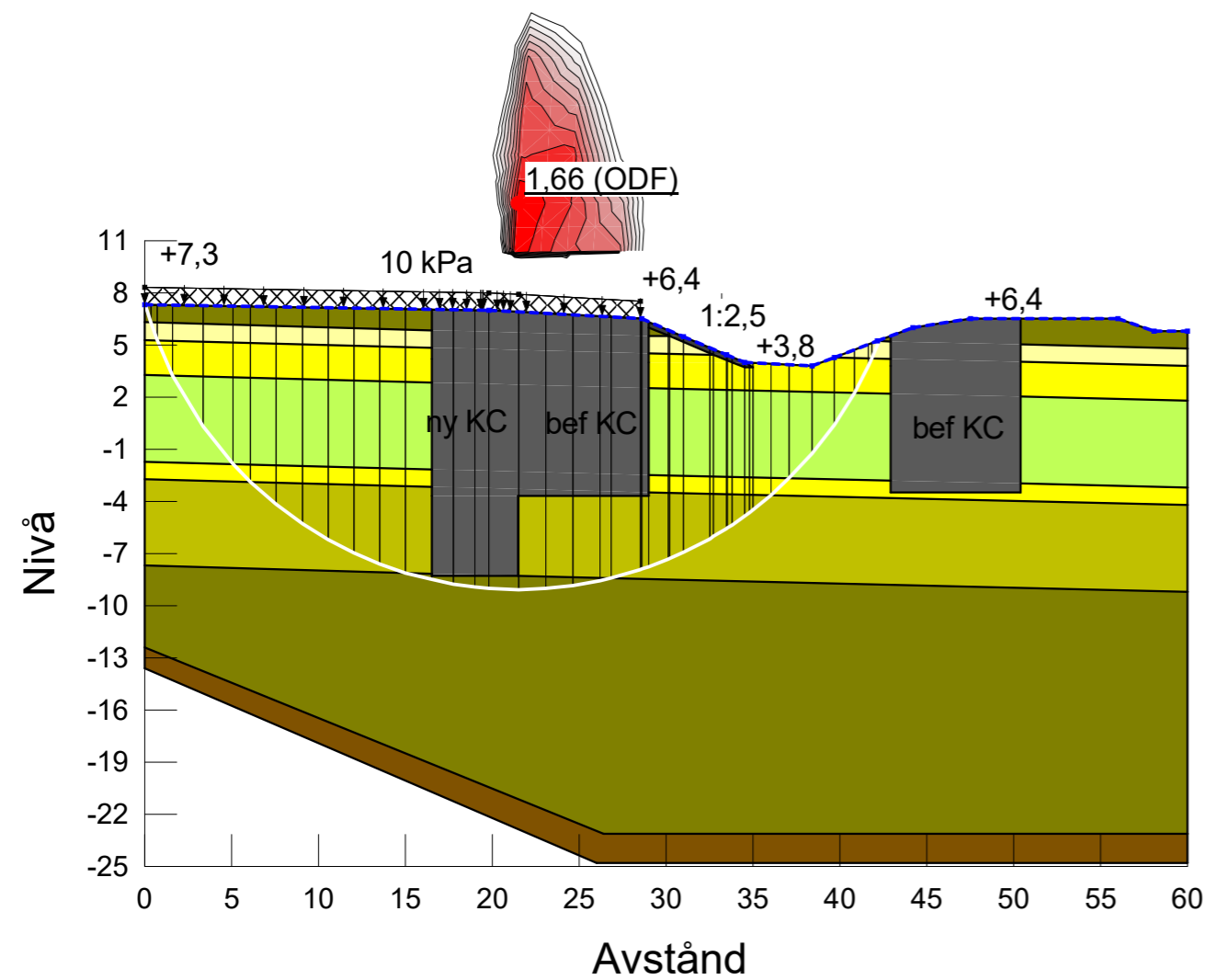
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)
	D2_gyLe_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,15	0,15	11,5	1,5
	D2_gysiLe1_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	0,7	0	7	0
	D2_gysiLe2_komb	Combined, S=f(depth)	15,1	30	0,75	0,05	7,5	0,5
	D2_Le_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	1,3	0,1	13	1
	D2_Le2_komb	Combined, S=f(depth)	16	30	1,7	0,1	17	1
	D2_leGy_komb	Combined, S=f(depth)	14,5	30	0,85	0,05	8,5	0,5
	D2_siLet_komb	Combined, S=f(depth)	15,7	30	0,7	0	7	0
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	18	45				
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36				
	KC_komb	Combined, S=f(depth)	15	30	5,03	0	50,3	0



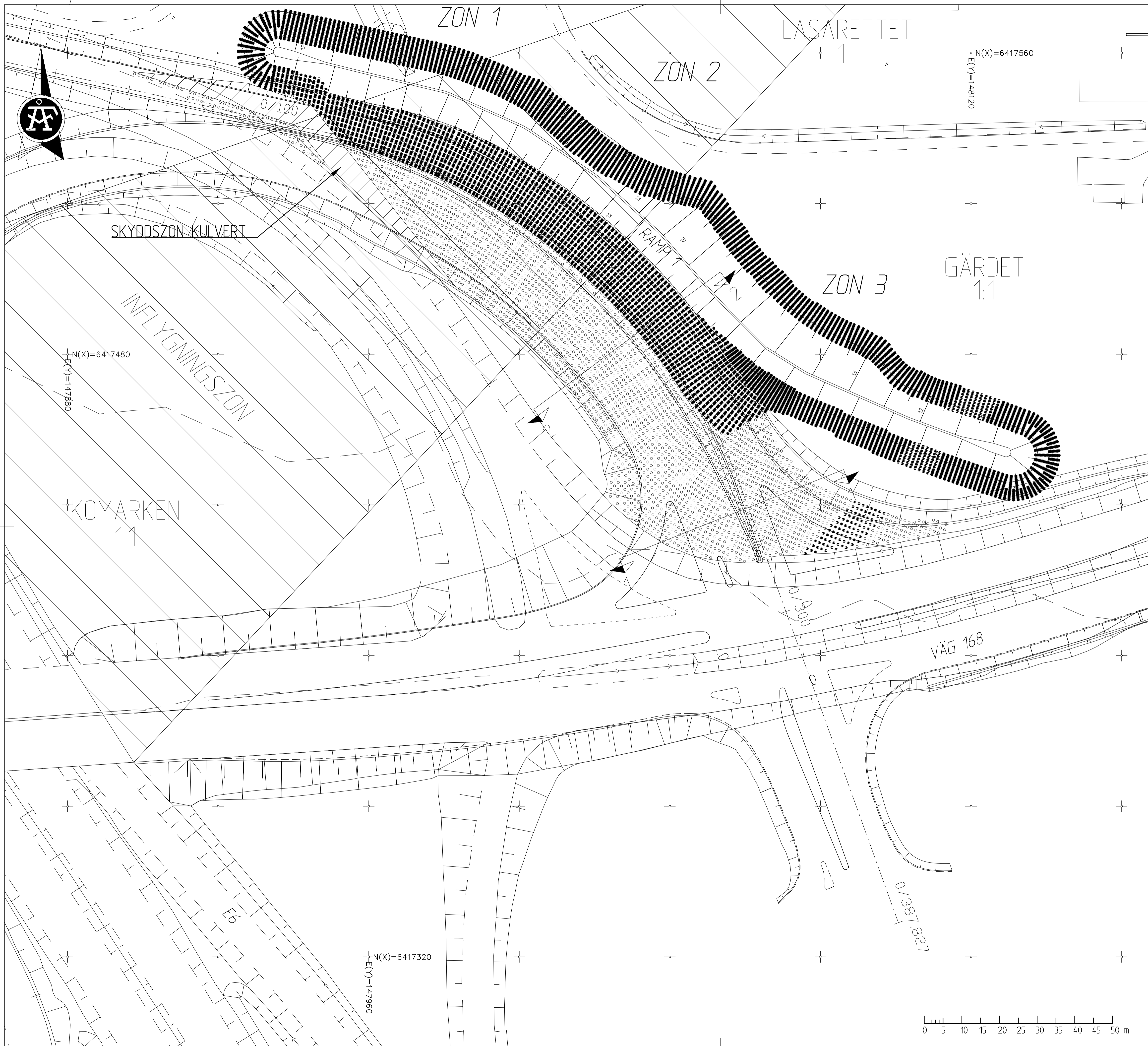


Title: Detaljplan Gärdet 1:1  
 Totalstabilitetsanalys  
 Geometri: Name: Sektion C  
 Analysmetod: Morgenstern-Price  
 Analys: Name: C 10 kPa: Odrän  
 Datum: 2023-11-03  
 Handläggare: Lukas Johansson  
 Projekt: 1173  
 Skala: 1:400

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)
	D2_gyLe_odrän	S=f(depth)	15,7		11,5	1,5
	D2_gysiLe1_odrän	S=f(depth)	15,1		7	0
	D2_Le_odrän	S=f(depth)	15,7		13	1
	D2_Le2_odrän	S=f(depth)	16		17	1
	D2_leGy_odrän	S=f(depth)	14,5		8,5	0,5
	D2_siLet_odrän	S=f(depth)	15,7		7	0
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	18	45		
	Fr	Mohr-Coulomb	18	36		
	KC_odrän	S=f(depth)	15		50,3	0



## **Bilaga C – Befintliga förstärkningsåtgärder**



**KOORDINATSYSTEM:**  
 PLAN SWEREF 99 12 00  
 HÖJDSYSTEM: RH2000

**FÖRKLARINGAR:**

- KC-PELARE  $\phi$  600 MM TILL 20 M DJUP ELLER TILL FAST BOTTEN
- KC-PELARE  $\phi$  600 MM TILL 10 M DJUP ELLER TILL FAST BOTTEN
- KC-PELARE  $\phi$  600 MM TILL 4 M

ZON 1 INKLUDERAROMRÅDET VÄSTER OM INFLYGNINGSZONEN  
 ZON 2 INKLUDERAR OMRÅDET INOM INFLYGNINGSZONEN  
 ZON 3 INKLUDERAROMRÅDET ÖSTER OM INFLYGNINGSZONEN

- FÖRSLAG TILL ARBETSORDNING:**
- MÄTARE OCH MÄTPUNKTER, ENLIGT AV ENTREPRENÖREN UPPRÄTTAT KONTROLLPROGRAM GED, INSTALLERAS NOLLAVLÄSE OCH SÄTTS I DRIFT.
  - BEFINTLIG MARK INOM OMRÅDET AVJÄMNAS TILL ÖVERKANT TORRSKORPA, CA 0.2 M UNDER BEFINTLIG MY, VILKET MOTSVARAR INSTALLATIONSNIVÅ FÖR KC-PELARE.
  - UTLÄGGNING AV GEOTEXTIL N2, (GENOMBÖRRINGSBAR AV INSTALLATIONSVERKTYGET FÖR KALKCEMENTPELARE).
  - KOMPLETTERING AV ARBETSÅDD MINIMUM 0.5 M TJOCK.
  - INSTALLATION AV PELARNA DRIVS FRÅN BEFINTLIG KULVERT FÖR ATT MINIMERA PÅVERKAN PÅ KULVERT.
  - EFTER ATT PELARNA HAR INSTALLERATS FÅR ARBETSYTAN INTE TRAFIKERAS AV HJULFORDON FÖRRÄN 16 DYGN EFTER DEN SISTA PELARENS INSTALLATIONSDAG.
  - FRISCHAKTNING AV ARBETSÅDD OCH KC-PELARE TILL TERRASSNIVÅ, UNDERKANT ARBETSÅDD.
  - UTLÄGGNING AV GEOTEXTIL N3.
  - VÄGKROPP BYGGS DÄREFTER UPP.

**FÖRESKRIFTER**

SAMTLIGA KC-PELARE NAMNGES AV ENTREPRENÖREN

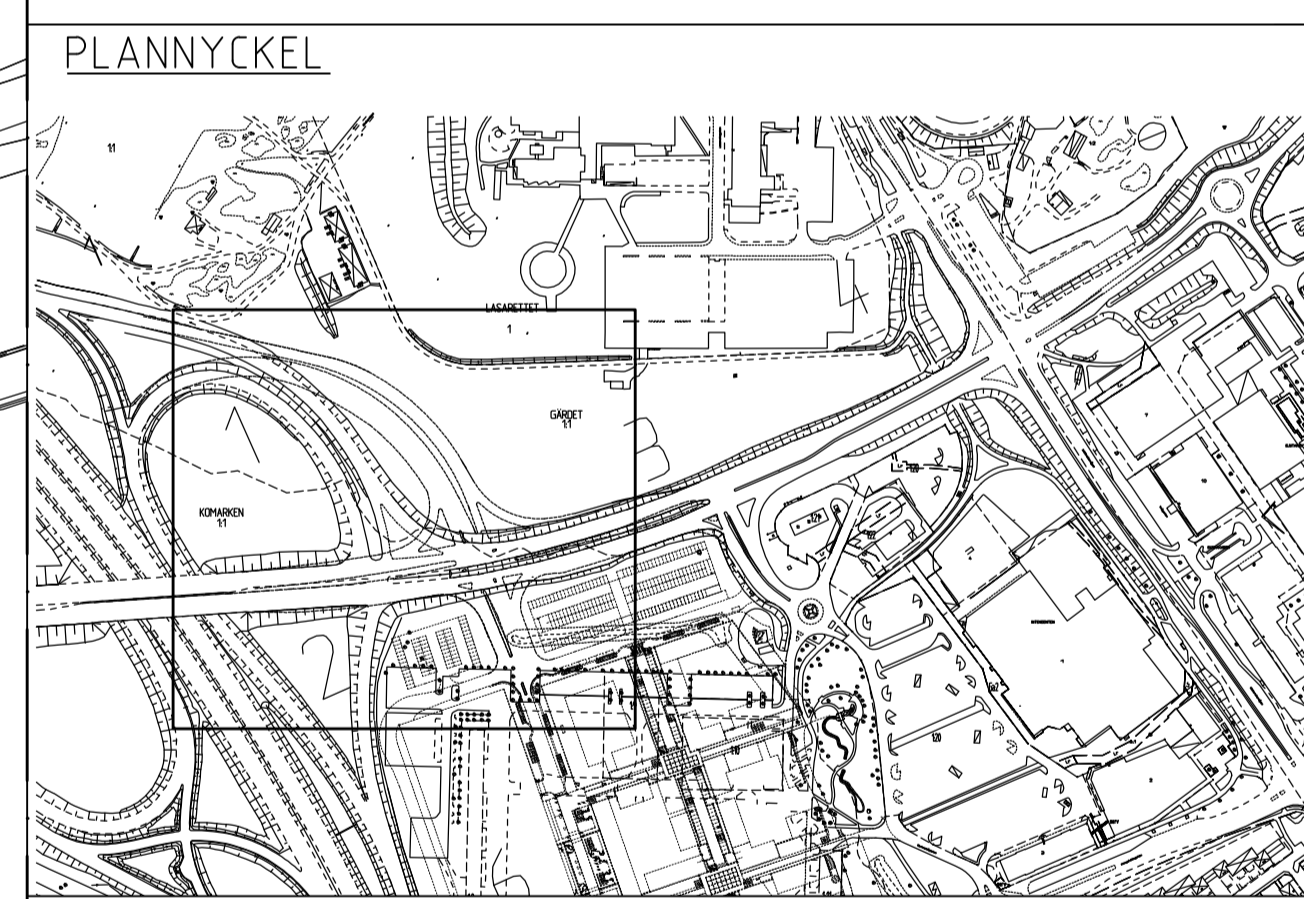
ENTREPRENÖREN SKALL I SIN ARBETSBEREDNING VISA ATT SAMTLIGA ARBETEN KAN UTFÖRAS PÅ ETT SÄKERT SÄTT MED HÄNSYN TILL STABILITET BÄRIGHET OCH OMGIVNINGSPÅVERKAN.

ENTREPRENÖREN SKALL I SIN ARBETSBEREDNING BEAKTA BEHOV AV YTTRELLIGARE ARBETSÅDD 0,0,5M FÖR ATT SÄKERHETSSTÄLLA ARBETSMILJÖKRÄV GÄLLANDE STABILITET OCH BÄRIGHET FÖR ANVAND UTRUSTNING

ARBETSÅDD MINST 0,5M SKA HA EN FRIKTIVNSVINKEL PÅ MINST 32 GRADER SAMT EN TUNGHET PÅ 17 KN/m<sup>3</sup> (EFFEKTIVT 11 KN/m<sup>3</sup>).

KC-PELARE INSTALLERAS OCH DOKUMENTERAS ENLIGT FÖRESKRIFTER PÅ RITNING 100G106.

ENTREPRENÖREN SKA BEAKTA DET FAKTUM ATT NYINSTALLERADE PELARE EJ UPPNÅR FULLGOD HÅLLFASTHET FÖRRÄN EFTER VISS TID. FÖR PLANERING KAN ANTAS ATT DIMENSIONERANDE HÅLLFASTHET ERHÅLLS EFTER 14 DYGN.



REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GDOK	DATUM	VV DATUM	VV DIARENUMMER
BYGGHANDLING			FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG			
<b>TRAFIKVERKET</b>			<b>E6 KUNGÄLVSMOTET ÖST</b> <b>KUNGÄLVSKOMMUN</b> KUNGÄLVSMOTET GEMENSAMT			
<b>ÅF INFRASTRUCTURE</b> Grafiska vägen 2 Box 1551 401 51 Göteborg Tel: 010-505 00 00 www.afconsult.com			GEOTEKNIK FÖRSTÄRKNINGÅTGÄRDER PLAN KC-PELARE			
UPPDRAGSANSVARIG <b>P POURHEYDARI 599558</b>			UPPDRAGSNUMMER KONSTRUKTIONSR <b>A1 1:500</b>			
KONSTR <b>DEKSTRAND</b> GÖTEBORG		GRANSK <b>A.JOSEFSON</b> 2016-04-11		OBJEKT NR <b>102131</b>		SKALA <b>1:500</b> RITINGSNR <b>100G1102</b>

REF: MODEL\10007032 02.21  
 MODEL\10007032 03.21  
 MODEL\10007032 04.21  
 MODEL\10007032 05.21  
 MODEL\10007032 06.21  
 MODEL\10007032 07.21  
 MODEL\10007032 08.21  
 MODEL\10007032 09.21  
 MODEL\10007032 10.21  
 MODEL\10007032 11.21  
 MODEL\10007032 12.21  
 MODEL\10007032 01.22  
 MODEL\10007032 02.22

**UTFÖRAND AV KALKCEMENTPELARE**

Enligt AMA Anläggning 13 CDB samt TK Geo 11, Bilaga A1 med följande tillägg/förtydliganden

**NOMENKLATUR**

I föreskrifterna enligt nedan förekommer tre benämningar på kalkcementpelare med definition enligt följande.

## 1. Produktpelare:

Pelare som installeras löpande under produktionen.

## 2. Kontrollpelare:

Pelare som installeras och kontrolleras löpande under produktion och som utgör produktionskontroll.

**DIMENSIONER**

Diameter = 600 mm.

**PLANLÄGE**

Utsättning av kalkcementpelare görs utifrån koordinatsatta pelare enligt koordinatlista 1G120001. KC-pelare installeras som singulära pelare och som pelare i skivor. Singulära KC-pelare installeras med ett c/c-avstånd om 1,2 m. KC-pelare i skivor installeras med ett c/c på 1,2 m mellan skivorna och 0,45 m mellan pelare i samma skiva. KC-tabell kommer att utformas enligt förelägg i tabell 1 nedan. Om entreprenören har ett eget beteckningssystem skall egen beteckning anges vid redovisning för varje enskild pelare tillsammans med beställaren pelarbeteckning enligt tabell 1.

**LUTNING**

Pelare skall installeras vertikalt inom angivna toleranser

**PELARELÄNGD**

Pelare installeras till fast botten och som mest, vid större djup, 20 m under arbetsbäddens övertya.

**STABILISERINGSMEDEL**

Kalk och cement 50/50 vikt-% (KC 50/50)

- Kalk: Kornstorlek 0-0,2 mm CaO-aktiv >80% enligt ASTM C25. Flytbarhet >70 enligt SS134005

- Cement: Sammansättning kontrollerad och godkänd enligt europeisk standard. Kornstorlek 0-0,2 mm. CEM I eller CEM II/A-LL enligt SS-EN 197-1 Flytbarhet >40 enligt SS134005

**INBLANDNINGSMÄNGD**

110 kg/m<sup>3</sup> till djup 7 m under arbetsbäddens övertya. 9 m och djupare blandas mängden 80 kg/m<sup>3</sup>.

**BLANDVERKTYG**

Blandningsverktyget skall vara av typen pinnborr med minst 3 blandnivåer alternativt ett likvärdigt blandningsverktyg som ger motsvarande blandningsarbete. Använt blandningsverktyg skall redovisas i dokumentation av utförda pelare enligt tabell 1.

**ROTATIONSHASTIGHET**

175 varv / minuten.

**STIGNING**

Beroende på jord så varierar stigningen mellan 15 till 25 mm/varv, se även TK Geo 11 Bilaga A. Använd stigning skall redovisas i dokumentation av utförda pelare enligt tabell 1.

**TOLERANSER**

- Planläge:
  - + 0,1 m
- Nivå pelartopp:
  - +0,3 m
- Lutning:
  - 0,02 m/m
- Inblandningsmängd:
  - 20/+30 % av nominell mängd inom flytande 1m-intervall av enskild pelare
  - 10/+15 % av nominell mängd för varje pelare.
  - 1/+3 % av total mängd inom vaje kontrollobjekt (kontrollobjekt visas nedan).
- Blandningsförhållanden:
  - + 10 %-enheter
- Mätnoggrannhet:
  - Gejderlutning: <0,01 m/m
- Bindemedelsmängd:
  - + 2kg/m
- Rotationshastighet:
  - +20varv/min
- Stigning:
  - +2mm/varv

**FÖRBEREJANDE ARBETEN****TABELL 1 PRINCIP FÖR LITTERERING OCH REDOVISNING AV KC-PELARE**

Redovisning skall göras i Excell-format med innehåll och utseende enligt tabell nedan.

Pelarnummer	Löpnnummer	Entreprenad pelarnummer	X-koordinat	Y-koordinat	Z-koordinat	Överkant arbetsbädd	Överkant pelare	Underkant pelare enligt ritning	Verklig överkant pelare	Stabiliserad pelarlängd	Torrborrning meter	Genomsnitt kg/m	Stigning mm	Inblandnings-verktyg	FTPS-kontroll	Underrättelse	Underrättelse	Anmärkning	Å-pris/löpmetr	Styckpris
(B)	(B)	(UE)	(B)	(B)	(B)	(UE)	(UE)	(B)	(UE)	(UE)	(UE)	(UE)	(UE)	(UE)	(UE)	(B)	(B) & (UE)	(Ekonomi)	(Ekonomi)	

(B) = Beställaren ansvarar för ifyllnad  
(UE) = Entreprenören ansvarar för ifyllnad

Innan pelarinstallationen påbörjas skall hinder, såsom befintliga kablar, ledningar, grundrester och liknande inom förstärkningsområdet flyttas eller schaktas bort och ersättas med en **arbetsbädd**.

**Arbetsbädd:** Arbetsbäddens nivå skall mätas in och dokumenteras. Arbetsbädden ska bestå av välgraderat krossmaterial (0-60mm). Arbetsbädden skall vara minst 0,5 m tjock. Entreprenören skall där utöver i sin arbetsberedning beakta behov av ytterligare arbetsbädd (>0,5m) för att säkerställa arbetsmiljökrav gällande stabilitet och bärighet för använd utrustning.

**ARBETSFÖRFARANDE VID PELARTILLVERKNING**

Utmatning av stabiliseringsmedel skall avslutas på nivå för angiven överkant angiven kalkcementpelare, vilket är underkant arbetsbädd. Arbetsförfarandet skall anpassas så att homogena och hållfasta pelare åstadkoms både över pelarens tvärsnitt och längs pelaren. Pelare skall utföras med sådant utmatningstryck och i övrigt på sådant sätt att kratrar inte uppstår.

Om kratrar ändå uppstår:

- Dessa fylls med förstärkningsmaterial vilket packas med "skopa" fall då kraterdjupet understiger 1,5m.
- Kompletterande pelare installeras där kraterdjupet överstiger 1,5m. Kratrarna fylls med krossmaterial eller naturgrus som packas med "skopa". Kratrar betraktas som en följd av felaktigt utförande och åtgärder till följd av detta skall därför normalt ingå i priset för pelare.

Uppträngande lera schaktas bort. Uppträngande damm från inblandningsmedel samt renblåsningsdamm skall vattenbegiutas. Skyddshuv skall användas för att förhindra att damm och lerstänk vållar skador eller obehag för trafikanter och allmänhet. Skyddsskärm med höjden 2m skall användas där sådana problem kan befaras. Entreprenören skall upprätta arbetsberedning som redovisar hur omgivningspåverkan hanteras.

Efter att pelarna har installerats får arbetsytan inte trafikeras av hjulfordon förrän 16 dygn efter den sista pelarens installationsdag.

**KONTROLL AV KALKCEMENTPELARE**

Enligt AMA Anläggning 13, CDB.23 samt TK Geo 11. Bilaga B med följande tillägg/förtydligande

**UTFÖRANDE KONTROLL**

Utöver den dokumentation av kontroller som framgår i styrande dokument skall följande dokumenteras:

## 1. Arbetsbäddens nivå

Uppgifter från utförandekontroll skall även ingå i rapporteringen av resultatkontroll.

**RESULTATKONTROLL**

Kontroll av pelares kontinuitet och hållfasthet skall, förutom genom utförandekontroll, utföras med följande förtydliganden.

## 2. Kontrollsondering med förborrad pelarsondering FTSP.

**KONTROLLSONDERING MED FTPS**

Vid FTPS-sonderingen skall bandvagnen ha en effektiv tryckkraft av minst 35 kN och en dragkraft av minst 80 kN. Grävmaskin skall assistera med framgrävning av pelarens övertya och som mothåll.

Pelare skall kontrollsonderas genom FTSP (Förborrad Traditionell Pelarsondering med Spetskraftregistrering). Kontroll utförs med avseende på hållfasthet genom pelarsondering med separat registrering av spetstryck mot vingen. I utrustningen skall ingå en inbyggd inklinometer för att möjliggöra bedömning av om sonden styr ut ur pelaren eller inte. Om sonden tenderar att styra ur pelaren skall analys utföras på vilket djup detta sker och möjliga åtgärder vidtas. Innan pelarsonderingen utförs skall förborrning utföras med jord-bergssonderings utrustning (58mm kron diameter) genom att använda tryck och rotation. Förborrningen skall utföras noggrant i pelaren, centrerad och vertikalt instyrd.

Sondens tvärsnittsarea väljs enligt TK Geo 11, bilaga B. Om sonderingen avbryt på grund av för stort sonderingsmotstånd (>30 å 35 kN) skall ny sondering utföras i samma pelare med mindre tvärsnittsarea på sondens vingar och med sonden roterad 90 grader jämfört med avbruten sondering.

**STRATEGI FÖR KONTROLLSONDERING**

Kalcementpelarproduktionen har indelats i 3 st kontrollobjekt enligt tabell 4. Antalet kontrollsonderingar per kontrollobjekt framgår av tabell 5.

Pelare som skall kontrollsonderas skall utföras på samma sätt som produktionspelarna.

Kontrollsonderingen skall utföras för pelare tillverkade av samtliga KC-pelar maskiner som avses användas inom entreprenaden. Sonderingen skall drivas med minst två meter ned i leran under svävande pelare.

Pelare som har kontrollerats skall vara minst 6 m långa och i övrigt fördelas jämnt mellan olika förekommande pelarlängder inom respektive kontroll objekt.

Inom varje kontrollobjekt skall kontrollsondering av pelare utföras enligt följande:

**Kontrollpelare:** Kontrollsondering skall utföras löpande under produktion (produktionskontroll). Kontrollsondering skall vara väl fördelade inomområdet. Kontrollsonderingen skall utföras 12-16 dygn efter installationen på samtliga pelare. Produktionskontroll skall påbörjas snarast möjligt.

**Utvärdering av pelarhållfasthet**

Utförs enligt TK Geo 11 där pelarens skjuvhållfasthet beräknas enligt cu.pel=0,1xQspets/Asond.

**Qspets:** Den kraft i sondspetsen som erfordras för att penetrera pelaren

**Asond:** Sondens tvärsnittsarea vilket framgår i tabell TK Geo 11.

Då endast spets totalkraften mäts så skall friktionen mot stång eller wire mätas.

**FÖRVÄNTAD PELARHÅLLFASTHET**

I tabell 2 och 3 framgår förväntad pelarhållfasthet verifierad genom sondering med FTSP. Angivna värden bygger på erfarenhet från provpelarobjekt med 600mm pelardiameter, 50/50 blandningsförhållande, 90 kg/m<sup>3</sup> inblandningsmängd och vid minst 14st utförda kontrollpelare.

Observera att tabell 2 och 3 inte beskriver dimensionerande hållfasthet i pelare utan förväntad hållfasthet och spridningsmått vid angivna tider.

**DIMENSIONERANDE PELARHÅLLFASTHET**

Den dimensionerande pelarhållfastheten motsvarar 100 kPa för stabilitetsberäkningar och 150 kPa för sättningsberäkningar.

**AVVIKELSER**

Vid avvikelser i tillverkningsprocess eller från förväntade hållfastheten i pelarna skall dokumentation enligt AMA Anläggning 13 CDB.23 utföras. Entreprenören skall utan dröjsmål och senast dagen efter upptäckt meddela beställaren för att åtgärder skall kunna vidtas.

**DKUMENTATION AV KALKCEMENTPELARE****RAPPORT UTFÖRANDE KONTROLL**

All information som har inhämtats vid utförande kontroll skall sammanställas i en rapport där varje kontrollobjekt redovisas separat och numreras löpande. Tabell 1 skall fyllas i och omfattningen skall bestå av utförda pelare sedan förr rapporteringstillfället samt ackumulerat utförda pelare. Redovisning sker digitalt.

**RAPPORT OCH RESULTATKONTROLL**

Rapportering skall göras i rapporter för förprovingspelare (om förprovingspelare utförs) respektive för kontrollpelare enligt nedan.

**RAPPORTERIG AV KONTROLLPELARE**

Produktionskontroll skall rapporteras på samma sätt som förprovning. Rapport skall löpande överlämnas till beställaren. Första rapporten skall överlämnas senast 14 dagar efter att första produktionskontrollen utförts inom entreprenaden. Varje rapport skall omfatta minst 3 sonderingar.

Avrapporteringen skall då entreprenaden slutfört göras digitalt med textdokument och mätvärden, beräkningar och diagram i Excel-format inom en månad efter att kalkcementpelarproduktionen inom entreprenaden avslutats.

**SLUTDOKUMENTATION**



Efter att hela kalkcementpelarinstallationen slutförts skall ett gemensamt övergripande slutdokument utarbetas med slutsatser och erfarenhetsredovisning. Hänvisning skall göras till underliggande provningsrapporter och till övergripande utmatningsdata för samtliga pelare i projektet. Dokumentation av utförande kontroll för samtliga installerade pelare upprättas. Redovisningen skall göras digitalt.

TABELL 2 FÖRVÄNTAD PELARHÅLLFASTHET

KONTROLLSONDERING EFTER 12-16 DYGN			
Djup under arbetsyta (m)	Medelvärde Cpelare (kPa)	Undre 15% fraktil (kPa)	Minimivå för enskilt värde (kPa)
0-05	----	----	----
0,5	≥75	≥30	----
0,5-2,0	Rätlinjig interpolation	Rätlinjig interpolation	----
>2,0	≥100	≥80	50

TABELL 3 FÖRVÄNTAD PELARHÅLLFASTHET

KONTROLLSONDERING EFTER 26-34 DYGN			
Djup under arbetsyta (m)	Medelvärde Cpelare (kPa)	Undre 15% fraktil (kPa)	Minimivå för enskilt värde (kPa)
0-05	----	----	----
0,5	≥100	≥50	----
0,5-2,0	Rätlinjig interpolation	Rätlinjig interpolation	----
>2,0	≥150	≥120	50

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARENUMMER
BYGGHANDLING			FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG			
			<b>E6 KUNGÅLVSMOTET ÖST KUNGÅLVSKOMMUN</b> KUNGÅLVSMOTET GEMENSAMT			
			<b>GEOTEKNIK</b> <b>FÖRSTÄRKNINGÅTGÄRDER</b> <b>BESKRIVNINGAR</b>			
ÅF INFRASTRUCTURE Grafiska vägen 2 Box 1551 401 51 Göteborg Tel: 010-505 00 00 www.afconsult.com			LUPDRAGNUMMER <b>P POURHEYDARI 599558</b>			
KONSTR	GRANSK	KONSTRUKTIONSR	FORMAT	SKALA		
D.EKSTRAND	A.JOSEFSON		A1			
GÖTEBORG	2016-04-11	OBJEKT NR	RITNINGSR		REV	
		102131	100G1106			

# AWER GEOTEKNIK

 Genuin  Vänskaplig  Jordnära

[awer.se](http://awer.se)