

---

# PM - GEOTEKNIK

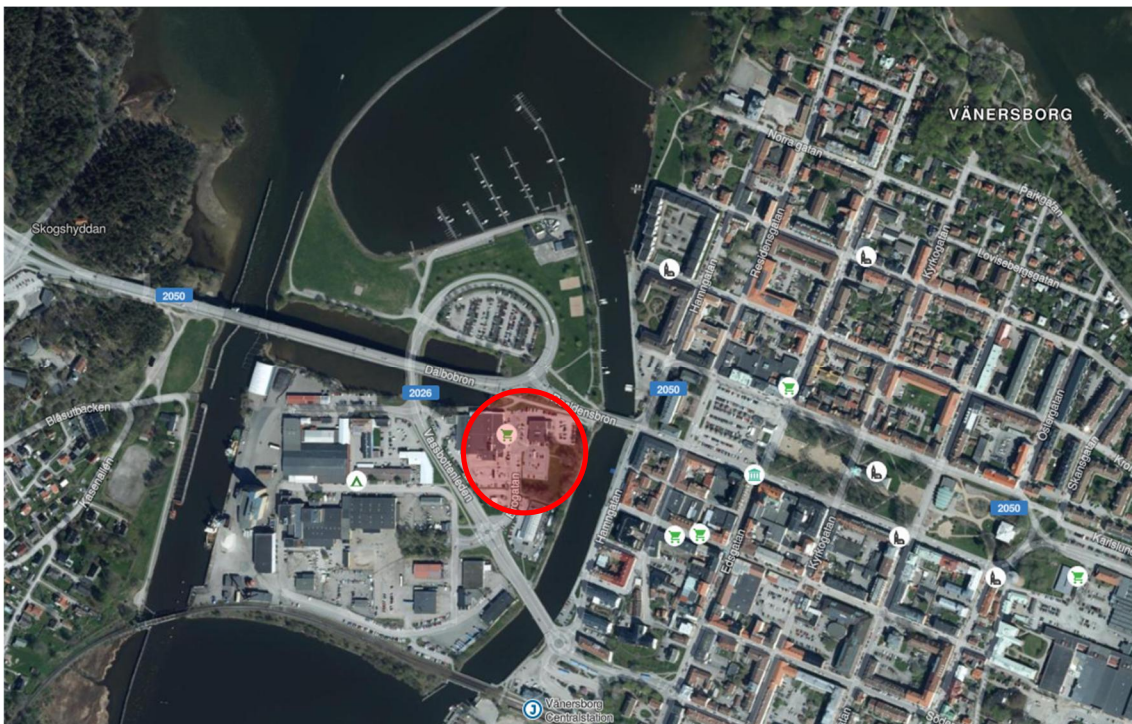
---

ICA FASTIGHETER AB

## ICA Sanden Vänersborg

UPPDRAGSNUMMER 13011285

### GEOTEKNISK UNDERSÖKNING AVSEENDE NY DETALJPLAN FÖR KV. JULLEN 4 OCH 5 I VÄNERSBORG



UNDERLAG TILL DETALJPLAN

2020-08-31

2020-10-22, REVIDERING

SWECO  
KARLSTAD GEOTEKNIK

UPPDRAGSLEDARE: ELISABETH NEJDMO

HANDLÄGGARE: FARHAD SAFDARI

GRANSKARE: BJÖRN HEDBERG

## Sammanfattning

### Uppdrag:

På uppdrag av ICA Fastigheter AB har Sweco Civil AB utfört översiktlig geoteknisk undersökning för rubricerat objekt. Undersökningen har syftat till att översiktlig klarlägga jordlager- och grundvattenförhållanden samt översiktligt utreda stabilitetsförhållandena mot Gamla Hamnkanalen och därmed ge underlag till upprättande av ny detaljplan.

### Jordlagerförhållanden:

Området utgörs överst av ett tunt lager mulljord alternativt ett tunt lager asfalt. Under förekommande mulljord och asfalt utgörs jorden av fyllning. Härunder utgörs naturlig lagrad jord av mäktiga sedimentjord som vilar på fast friktionsjord på berg.

Fyllningen utgörs av silt, sand och grus med innehåll av tegel, organiskt material och växtdelar. Fyllningen har en mäktighet på c:a 2,2 till 3,5 m.

Sedimentjorden utgörs överst av siltig finsand eller finsandig silt och har en mäktighet på c:a 6,6 till 8,1 m. Härunder utgörs sedimentjorden av ett lager siltig lera med en mäktighet på c:a 6,0 – 32,0 m. Den siltiga lerans odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 22 kPa i lerans övre del för att öka något mot djupet. Leran bedöms vara normalkonsoliderad inom området.

### Släntstabilitet:

Totalstabiliteten för området har kontrollerats i en sektion för planläggning med utredningsnivå enligt detaljerad utredning, i enighet med IEG rapport 4:2010. Stabilitetsberäkningen har utförts med odränerad och kombinerad analys för två olika förutsättningar: en beräkning för befintlig situation och en för markuppfyllning upp till nivå +47,8 (RH 2000). Beräknade sektionen uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor för kritiska glidytor både för befintlig situation och för planerade markuppfyllning upp till nivå +47,8 (RH 2000) under förutsättning att byggnaderna djupgrundläggs med spetsburna pålar och att marken inte fylls upp närmare än 20 meter från släntrönet.

### Sättning:

Lerans inom området bedöms vara normalkonsoliderad. Detta innebär att all ny tillskottslast ger upphov till sättningar. Vid en överslagsberäkning uppskattades en sättning på c:a 2 decimeter för markuppfyllning upp till 1,8 m med en utbredning på 110 x 22 m.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Uppdrag</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Underlag</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Befintliga förhållanden</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Planerad byggnation</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Geoteknisk undersökning</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Jordlager- och grundvattenförhållanden</b>	<b>2</b>
<b>7</b>	<b>Stabilitet - generellt</b>	<b>3</b>
7.1	Säkerhetskrav	3
7.2	Beräkningsförutsättningar	5
7.3	Resultat	6
<b>8</b>	<b>Sättningar - generellt</b>	<b>6</b>
<b>9</b>	<b>Grundläggning – generellt</b>	<b>7</b>
<b>10</b>	<b>Övrigt</b>	<b>7</b>

## Bilagor

<i>Beteckning</i>	<i>Innehåll</i>	<i>Sidor</i>	<i>Format</i>
Bilaga 1	Stabilitetsberäkningar	4	A3
Bilaga 2	Sammanställning av skjuvhållfasthet	1	A4



## 1 Uppdrag

På uppdrag av ICA Fastigheter AB har Sweco Civil AB utfört översiktlig geoteknisk undersökning för rubricerat objekt.

Undersökningen har syftat till att översiktlig klarlägga jordlager- och grundvattenförhållanden samt översiktligt utreda stabilitetsförhållandena mot Gamla Hamnkanalen och därmed ge underlag till upprättande av ny detaljplan. Undersökningen och stabilitetsutredningen har utförts enligt IEG Rapport 4:2010 med utredningsnivå detaljerad stabilitetsutredning. Den geotekniska PM:en behandlar och beskriver även områdets stabilitetsförhållande mot Gamla Hamnkanalen med avseende på planerade byggnationer och uppfyllnader.

Geoteknisk undersökning har utförts i samband med miljöteknisk markundersökning under juni 2020.

*Denna handling är ett underlag i detaljplansskedet och behandlar endast rekommendationer och synpunkter för detta skede. Kompletterande geotekniska undersökningar kan erfordras i projekteringskedet.*

Till denna handling hör Markteknisk undersökningsrapport, MUR, daterat: 2020-08-31.

## 2 Underlag

Följande handlingar har använts som underlag:

- Vänersborg, Galeasen 1, Sanden. Uppdragsnummer 12705379, daterad 2019-01-29.
- Kv. Jullen 4 och 5, Vänersborgs kommun – Kompletterande geoteknisk utredning. PM Stabilitet. J&W, daterad 2020-04-17.
- Sanden Vänersborg, Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/ Geoteknik. Structor Mark Göteborg. Uppdragsnummer 4119-1601 (MUR-001), daterad 2017-02-17.
- Sanden Vänersborg, Teknisk PM Geoteknik. Structor Mark Göteborg. Uppdragsnummer 4119-1601 (PM-001), daterad 2017-02-17.
- Grundkarta i DWG-format
- Mailkonversation med Hampus Larsson på Liljewall arkitekter.

## 3 Befintliga förhållanden

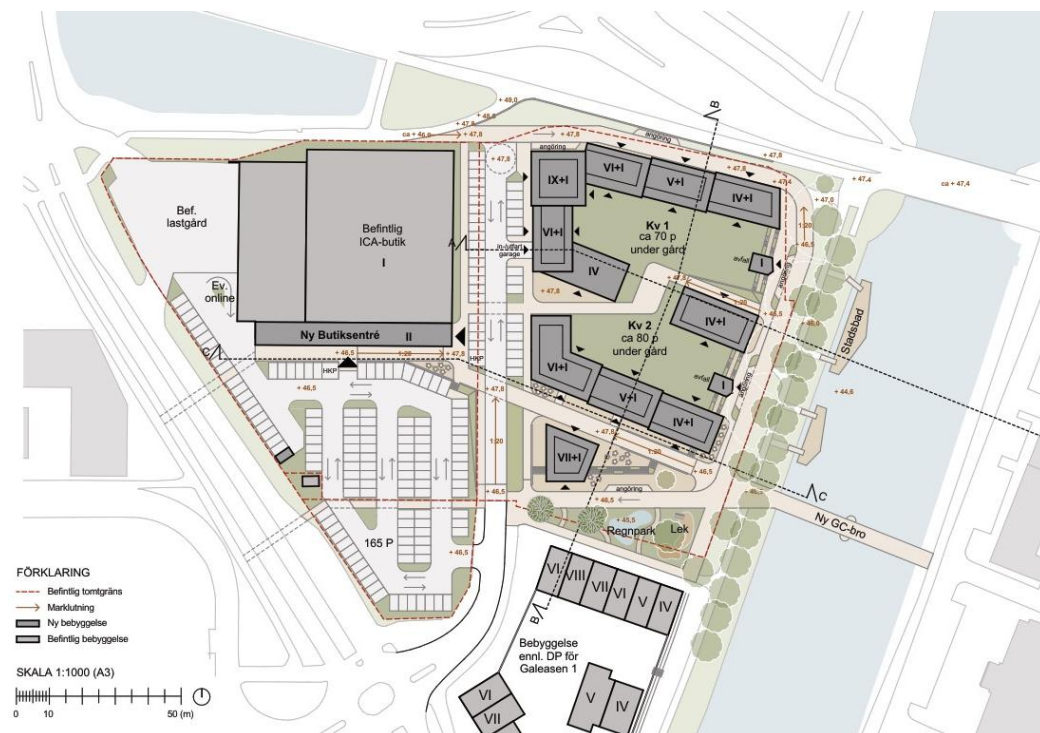
Se Markteknisk undersökningsrapport, MUR.

## 4 Planerad byggnation

Planerad byggnation i området är ett nytt bostadsområde. Enligt planskiss daterad 2020-08-18 kommer det att byggas flera byggnader upp till tio våningar inom området.

Enligt uppgift från Liljewall kommer mark- och gatunivåerna att behöva höjas i syfte att minska risken vid översvämning. Lägsta nivå för mark och gator planeras till +47,8 (RH 2000). Detta innebär att marknivåerna behöver fyllas upp med c:a 1,5 m. Skiss över planerade byggnader samt planerade mark- och gatunivåer syns i bild 1.

Slutgiltigt planläge, utformning och blivande last från nya byggnader är för dagen ej känd.



**Bild 1 Skiss över planerade byggnader samt planerade mark- och gatunivåer, daterad 2020-08-18**

## 5 Geoteknisk undersökning

Se Markteknisk undersökningsrapport, MUR.

## 6 Jordlager- och grundvattenförhållanden

Området utgörs överst av ett tunt lager mulljord alternativt ett tunt lager asfalt. Under förekommande mulljord och asfalt utgörs jorden av fyllning. Härunder utgörs naturlig lagrad jord av mäktiga sedimentjord som vilar på fast friktionsjord på berg.

Fyllningen utgörs av silt, sand och grus med innehåll av tegel, organiskt material och växtdelar. Fyllningen har en mäktighet på c:a 2,2 till 3,5 m.

2(7)

PM - GEOTEKNIK  
2020-10-22, REVIDERING  
UNDERLAG TILL DETALJPLAN  
ICA SANDEN VÄNERSBORG

Sedimentjorden utgörs överst av siltig finsand eller finsandig silt och har en mäktighet på c:a 6,6 till 8,1 m. Härunder utgörs sedimentjorden av ett lager siltig lera med en mäktighet på c:a 6,0 – 32,0 m. Det finns tunna lager av finsandig silt i lerlagret. Lerlagret har i allmänhet sin största mäktighet i västra sidan av området och avtar mot öster mot Gamla hamnkanalen.

Den siltiga lerans odränerade skjuvhållfasthet reducerat med avseende på konflytgräns har utvärderats, ur resultat från utförda sonderingar och laboratorieundersökningar, till 22 kPa i lerans övre del för att öka med 0,7 kPa/m mot djupet. Sammanställning av den odränerade skjuvhållfastheten redovisas i bilaga 2. Vidare visar utförd kolvprovtagning och rutinanalys att lerans vattenkvot varierar mellan c:a 43 % och 62 % och dess konflytgräns mellan c:a 39 % och 55 %. Lerans tunghet uppgår till c:a 18 kN/m<sup>3</sup>. Enligt utförda CRS-försök bedöms leran inom området vara normalkonsoliderad.

Sonderingar har avslutats på djup mellan 16,26 till 42,76 m under rådande markyta med stopp mot block, sten eller förmodat berg. Djupet till fast botten ökar generellt från öst mot väst. Djup till definitiv bergnivå har bestämts med jord-bergsondering till 17,7 meter under rådande markyta motsvarande nivå +28,0 i borrhål 17S03.

Mätningar i grundvattenrören samt notering av fritt vatten vid skruvprovtagningar visar på en grundvattenyta på c:a 1 meters djup under markytan (c:a +44,7). Grundvattennivån ska förväntas variera över tid, årstid och väderlek samt vara styrd av aktuellt vattenstånd i Väneren.

## 7 Stabilitet - generellt

Totalstabiliteten för området har kontrollerats i en sektion med beräkningsprogrammet Slope/W version 10.0.2.18035. Läget för beräknade sektionen A framgår av planritning G0201. Beräkningarna har utförts i totalsäkerhetsanalys för planläggning med utredningsnivå enligt detaljerad utredning, i enighet med IEG rapport 4:2010. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i bilaga 1.

### 7.1 Säkerhetskrav

I samband med utförandet av stabilitetsutredning ska en noggrann värdering av erforderlig säkerhetsfaktor göras och motiveras. Följande krav på totalsäkerhetsfaktorn gäller vid planläggning och detaljerad utredning, enligt tabell 4.2 i IEG rapport 4:2010:

$$F_c \geq 1,7 - 1,5$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,5 - 1,4$$

Val av erforderlig säkerhetsfaktor inom ovannämnda spannet ska baseras på ett antal olika gynnsamma respektive ogynnsamma faktorer som beror på undersökningens omfattning och osäkerheten i beräkningsantagandena. En värdering av ogynnsamma och gynnsamma förhållanden, enligt tabell 4.1a-e i IEG Rapport 4:2010, har utförts och redovisas i tabell 7.1. Det krävs en högre säkerhetsfaktor om flera av nedanstående förutsättningar är ogynnsamma. En lägre säkerhetsfaktor kan tillåtas om de flesta relevanta förutsättningar är gynnsamma.

**Tabell 7.1, Sammanställning gynnsamma/ogynnsamma förhållanden**

<b>Förutsättningar för gynnsamma/ogynnsamma förhållanden</b>	<b>Gynnsam</b>	<b>Ogynnsam</b>
Risk för människoliv och ekonomisk skada		X
Begränsad utbredning av skred	X	
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	X	
Ej kvicklera	X	
Inga tecken på rörelser i slänten	X	
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion	X	
Utlagd fungerade erosionskydd	X	
Friktionsjord	X	
Låg sensitivitet	X	
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	X	
Skiktade jordar		X
Stort antal beräknade glidytor	X	
Ingen känslighetsanalys utförd på valda parametrar		X
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffar samtidigt	X	
Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	X	
Glidytons läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri.		X
Tvådimensionell analys (som regel något på säkra sidan)	X	
Tätt undersökt	X	
CPT-sonderingar är utförda	X	
Stort antal undersökta prover i lab	X	
Kompressionsförsök utförda	X	
Direkta skjuvförsök saknas		X
Triaxialförsök saknas		X
In situ-provning är utförd med vingförsök och/eller dilatometerförsök	X	
Glest avvägt och/eller lodat		X
Brant slänt		X

4(7)

PM - GEOTEKNIK  
 2020-10-22, REVIDERING  
 UNDERLAG TILL DETALJPLAN  
 ICA SANDEN VÄNERSBORG



Lokala branta partier finns ej i slänten	X	
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och porttrycksförhållandena inte utförd		X
Långtidsobservationer saknas		X
Begränsade förväntade tryckvariationer	X	
Karaktäristiska vattenstånd är kända	X	
Små vattenståndsvariationer	X	
Långsam förändring i vattenstånd	X	
Välldränerat och dikat område	X	

En sammanlagd värdering av alla gynnsamma och ogynnsamma förhållanden med i tabellen fallande viktning av respektive förutsättning har utförts. Resultatet, 24 st. gynnsamma och 10 st. ogynnsamma förhållanden, ger att erforderlig säkerhetsfaktor hamnar i de nedre intervallen för  $F_c$  och  $F_{komb}$ . Erforderliga säkerhetsfaktorer är:

$$F_c \geq 1,5$$

$$F_{komb} \geq 1,4$$

## 7.2 Beräkningsförutsättningar

Trafiklast från GC-vägen har valts till 5 kPa och från parkering har valts till 10 kPa. Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial redovisas i tabell 7.2, nedan.

**Tabell 7.2 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial**

Jordart	Nivå uk jordlager [c:a]	Tunghet över/under g <sub>v</sub> /g <sub>k</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	Inre Friktionsvinkel f <sub>k</sub> [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c <sub>uk</sub> [kPa]
Fyllning (ny)	+45,4 - +47,8	20/11	35	-
Erosionsskydd	+39,7 - +46,0	23/15	42	-
siltig Sand	+35,1 - +45,7	20/10	35	-
Lera	+06,1 - +37,0	18/8	30	22+0,7·z*
Friktionsjord	<+28,0	20/11	35	-

\* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Karakteristiska vattennivåer i Vänern som styr vattennivån i Gamla Hamnkanalen redovisas nedan (RH2000):

- HHW +46,01
- MW +45,16
- LLW +43,47

### 7.3 Resultat

Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i bilaga 1. Stabilitetsberäkningen har utförts med odränerad och kombinerad analys för två olika förutsättningar: en beräkning för befintlig situation och en för markuppfyllning upp till nivå +47,8 (RH 2000).

Beräknade säkerhetsfaktor för kritiska glidytor redovisas i tabell 7.3, läge för sektion se planritning G0201. För samtliga stabilitetsberäkningar blir lägsta lågvatten (+43,47) det dimensionerande beräkningsfallet.

**Tabell 7.3 Säkerhetsfaktor för kritiska glidytor**

Fall	Analysform	F <sub>s</sub>	Anmärkning
Befintlig situation	Kombinerad	1,47	Erforderlig säkerhet
Befintlig situation	Odränerad	1,73	Erforderlig säkerhet
Med markuppfyllning	Kombinerad	1,74	Erforderlig säkerhet
Med markuppfyllning	Odränerad	1,71	Erforderlig säkerhet

Beräknade sektionen uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor för kritiska glidytor både för befintlig situation och för planerade markuppfyllning upp till nivå +47,8 (RH 2000) under förutsättning att byggnaderna djupgrundläggs med spetsburna pålar och att marken inte fylls upp närmare än 20 meter från slänkrönet. Vid ändrade förutsättningar nya beräkningar behöver göras.

Sättningar kommer dock att ske vid tillskottslast i form av markuppfyllnad, se kapitel 8.

## 8 Sättningar - generellt

Vid spänningsökningar på naturligt, löst, lagrade sediment och i befintlig okontrollerad fyllning, bedöms sättningar kunna uppstå. Sättningarnas storlek är beroende av spänningsökningens storlek, varaktighet, befintligt jorddjup samt jordens/fyllningens beskaffenheter och eventuell förekomst av organiskt material.

Lerans deformationsegenskaper har undersökts med hjälp av CRS-analys ned till 15 m djup och leran inom området bedöms vara normalkonsoliderad. Detta innebär att all ny tillskottslast ger upphov till sättningar.

Vid en överslagsberäkning uppskattades en sättning på c:a 2 decimeter för markuppfyllning upp till 1,8 m med en utbredning på 110 x 22 m. Sättningarnas storlek

6(7)

PM - GEOTEKNIK  
 2020-10-22, REVIDERING  
 UNDERLAG TILL DETALJPLAN  
 ICA SANDEN VÄNERSBORG

och utveckling över tid är mycket beroende av lermäktighet och lerans sättningsegenskaper i varje enskild punkt samt spänningsökningens storlek. Eftersom lermäktigheten varierar inom området, med mellan c:a 6 och 32 m, kan ojämna sättningar utbildas.

För noggrannare sättningsberäkning erfordras kompletterande undersökningar samt uppgift från slutgiltigt planläge, utformning och blivande last från nya byggnader och markuppfyllningar. Ett sätt att minska sättningarna är att använda lätt fyllning.

## 9 Grundläggning – generellt

För grundläggning av byggnader krävs djupgrundläggning med spetsburna pålar. Nedgrävt garage är att föredra vid grundläggning av husen ur ett geotekniskt perspektiv för att förbättra totalstabiliteten inom området och undvika sättningar på grund av påförd last i form av markuppfyllning.

## 10 Övrigt

Kompletterande geoteknisk undersökning erfordras i projekteringskedet.

Vid markupphöjning norr om befintlig ICA-butik krävs kompletterande geoteknisk undersökning för att utreda totalstabiliteten norrut.

**Karlstad 2020-08-31**  
**Sweco Civil AB**  
**Karlstadskontoret - Geoteknik**








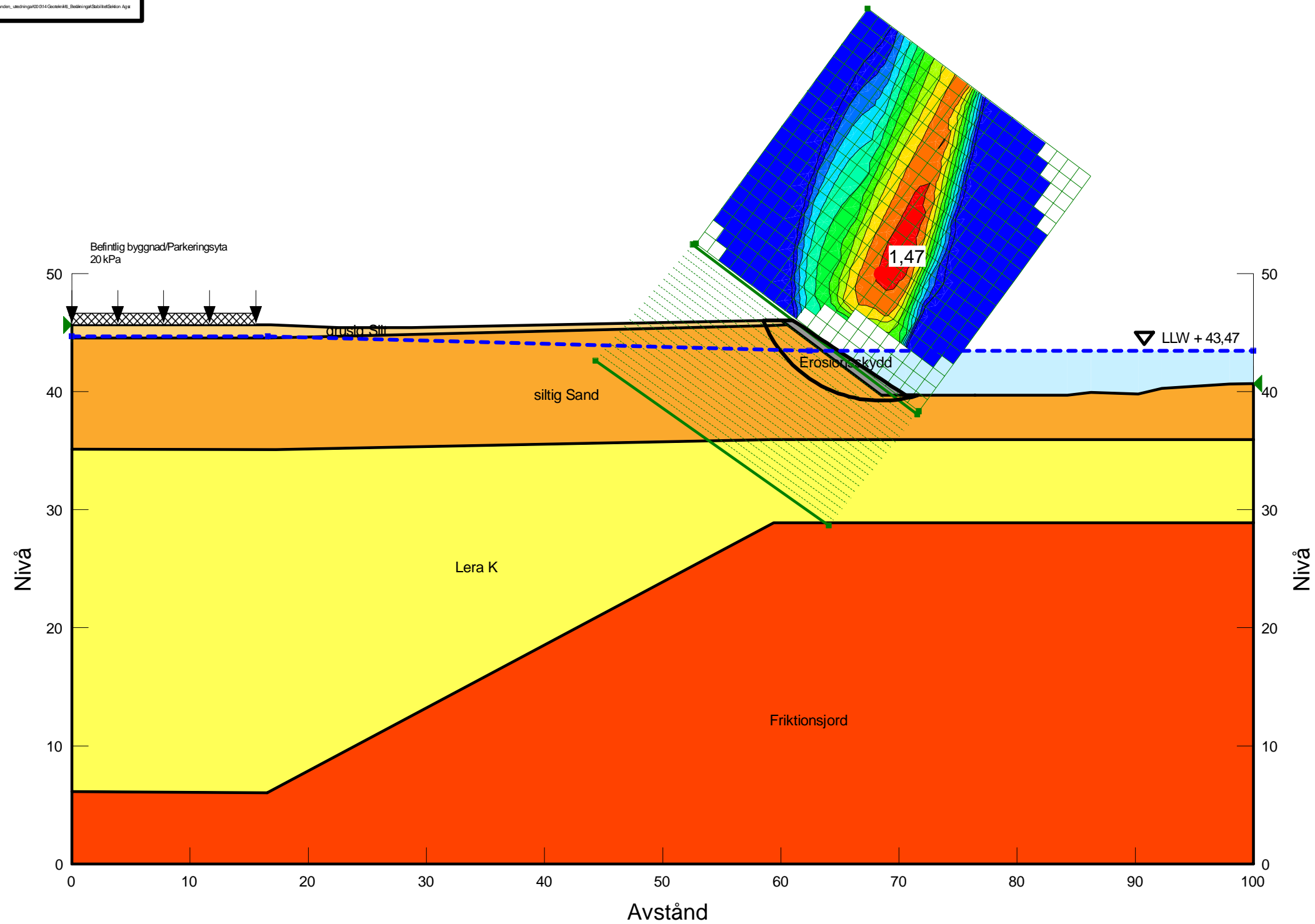
Farhad Safdari  
Handläggare

Björn Hedberg  
Granskning

*Björn kan ej skriva under  
då han är i karantän men  
har granskat detta.*

# Bilaga 1

-  Name: Erosionsskydd  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 42 °
-  Name: Friktionsjord  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
-  Name: grusig Silt  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
-  Name: Lera K  
Model: Combined, S=f(depth)  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30 °  
C-Top of Layer: 2,2 kPa  
C-Rate of Change: 0,07 (kN/m<sup>2</sup>/m)  
Cu-Top of Layer: 22 kPa  
Cu-Rate of Change: 0,7 (kN/m<sup>2</sup>/m)  
C/Cu Ratio: 0,1
-  Name: siltig Sand  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>



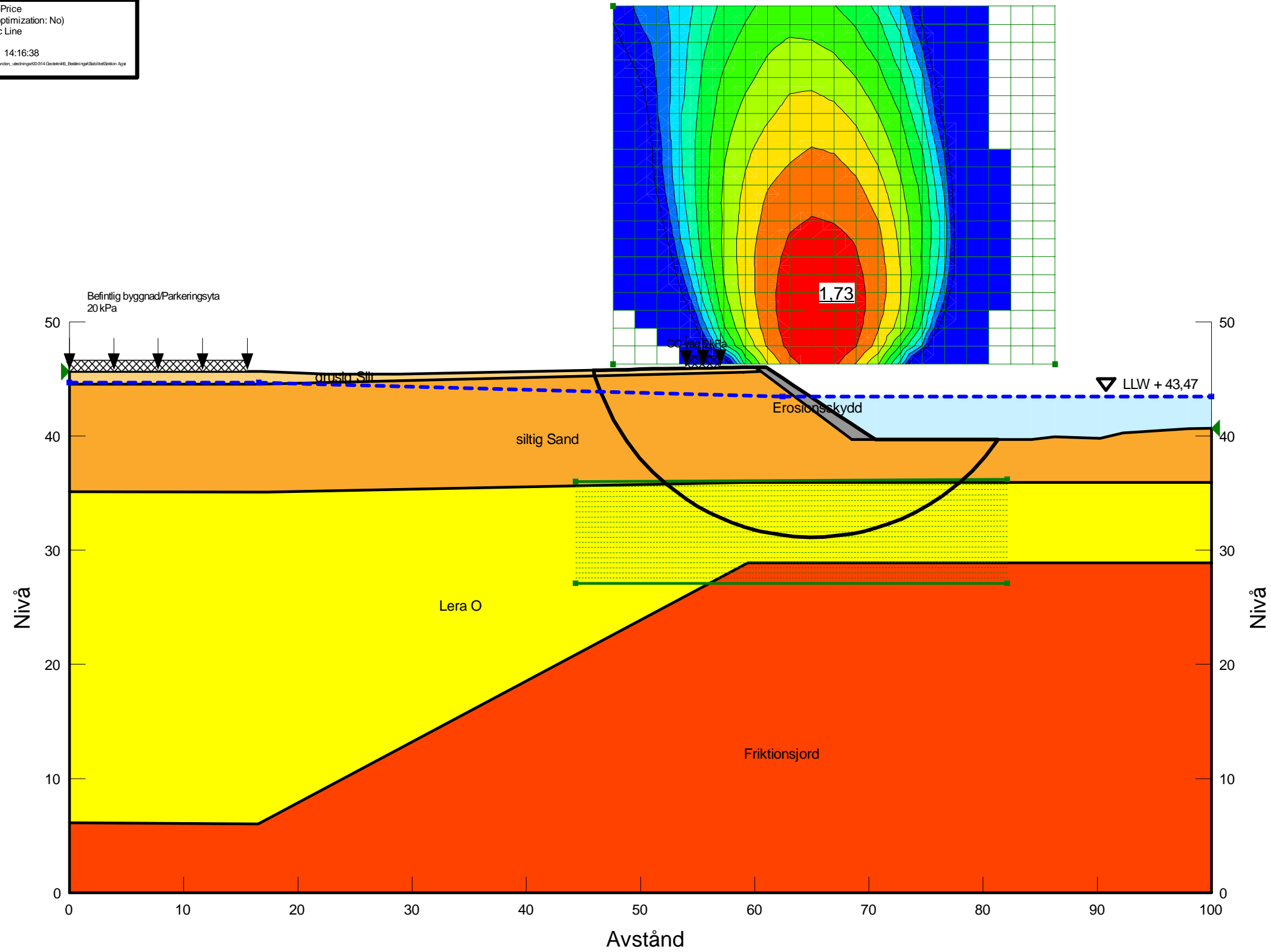
Name: Erosionsskydd  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 42°

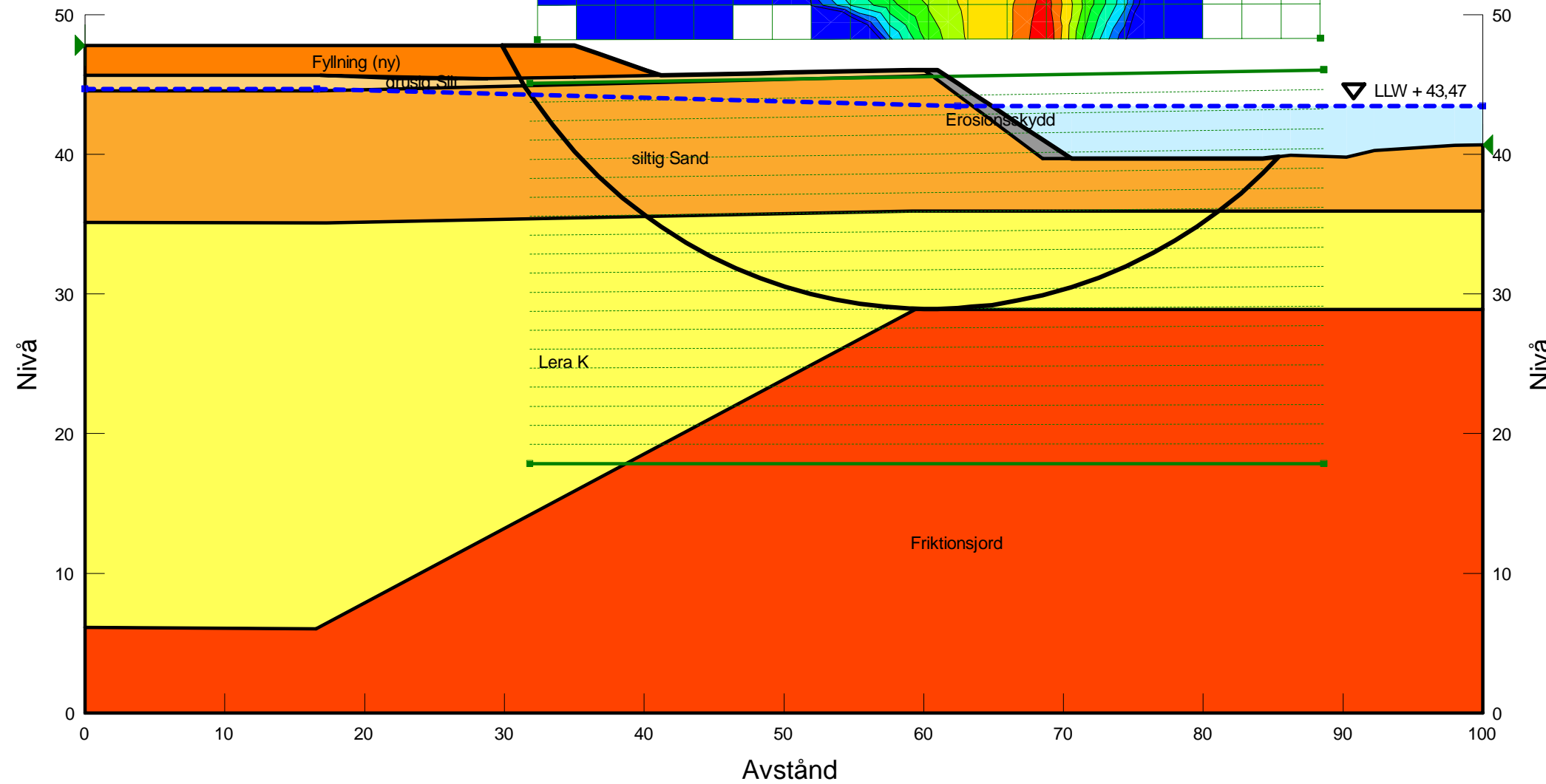
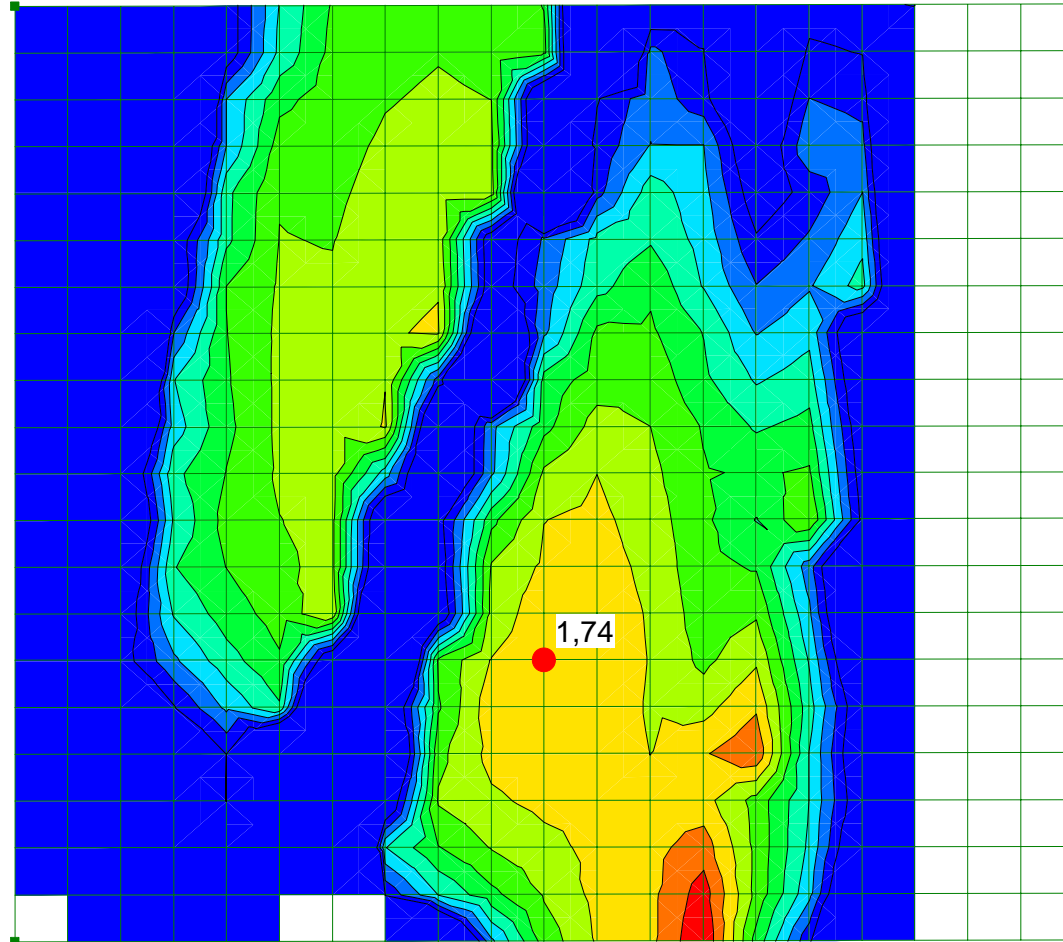
Name: Friktionsjord  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>







Name: grusig Silt  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>

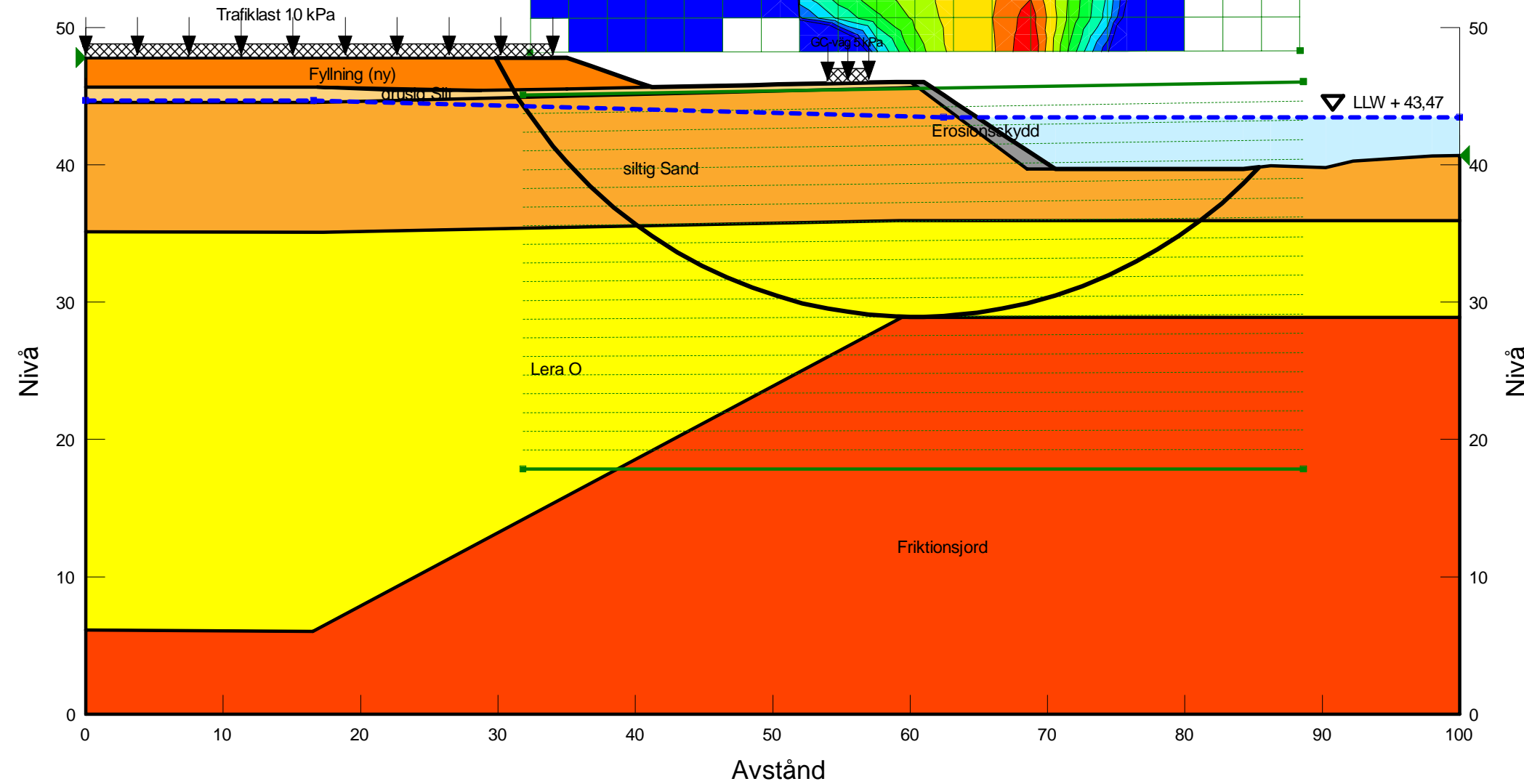
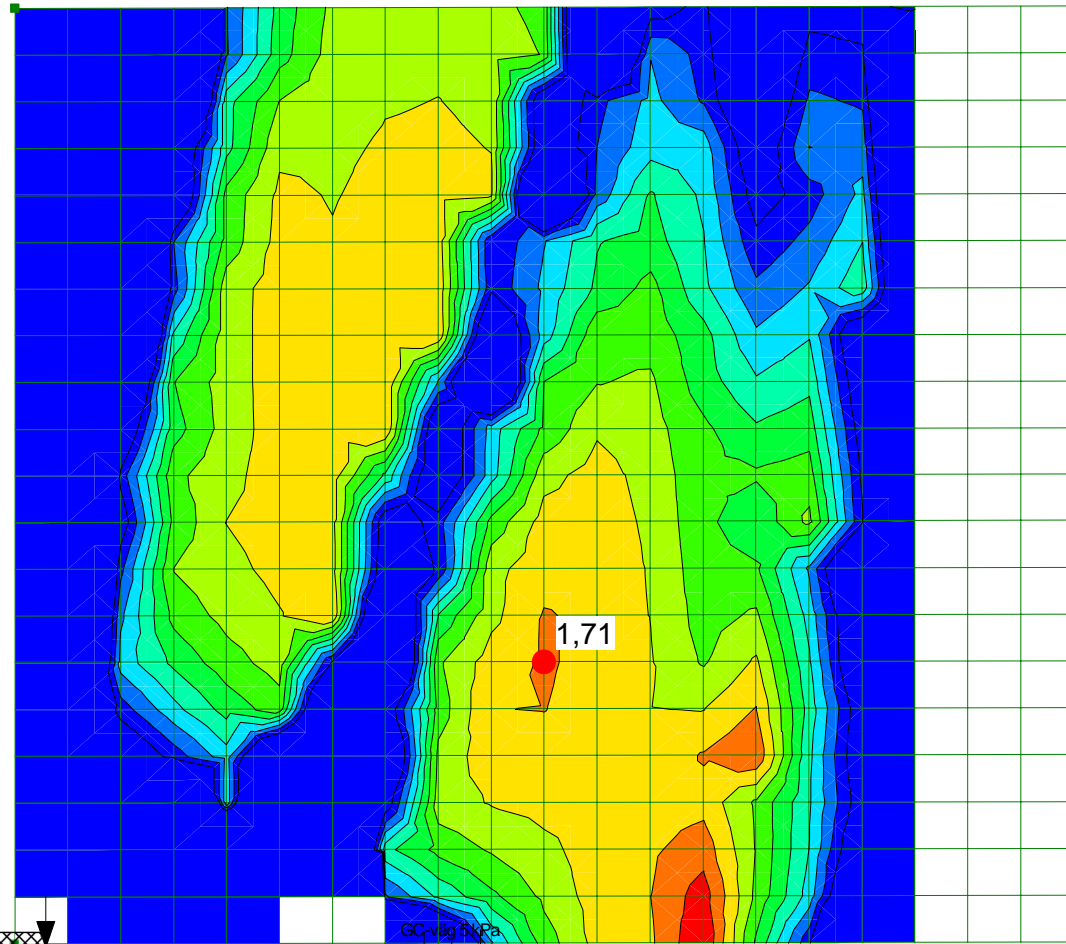
Name: Lera O  
Model: S=f(depth)  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
C-Top of Layer: 22 kPa  
C-Rate of Change: 0,7 (kN/m<sup>2</sup>)/m  
C-Maximum: 50 kPa

Name: siltig Sand  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>





-  Name: Erosionsskydd  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 42°
-  Name: Friktionsjord  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
-  Name: Fyllning (ny)  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
-  Name: grusig Silt  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
-  Name: Lera K  
Model: Combined, S=f(depth)  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30°  
C-Top of Layer: 2,2 kPa  
C-Rate of Change: 0,07 (kN/m<sup>2</sup>/m)  
Cu-Top of Layer: 22 kPa  
Cu-Rate of Change: 0,7 (kN/m<sup>2</sup>/m)  
C/Cu Ratio: 0,1
-  Name: siltig Sand  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35°  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>



- Name: Erosionsskydd  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 23 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 42 °
- Name: Friktionsjord  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
- Name: Fyllning (ny)  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
- Name: grusig Silt  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 30 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>
- Name: Lera O  
Model: S=f(depth)  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
C-Top of Layer: 22 kPa  
C-Rate of Change: 0,7 (kN/m<sup>2</sup>)/m  
C-Maximum: 50 kPa
- Name: siltig Sand  
Model: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Phi: 35 °  
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>



# Bilaga 2

Uppdragsnummer: 13011285

Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet,  $c_{uk}$

Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]  
(korrigerad m.a.p.  $w_L$ )

