

B331 Älvstranden Utveckling AB

## ► Lindholmsplatsen Detaljplan. PM Geoteknik

Uppdragsnr.: 108 70 73 Revision: 6 Datum: 2025-02-11



**Uppdragsgivare:** B331 Älvstranden Utveckling AB  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Annika Wilén  
**Konsult:** Norconsult Sverige AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** James Barber  
**Teknikansvarig:** Katarina Engerberg  
**Handläggare:** Alexander Waerme, James Barber

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1.0	2023-11-30	Handling för interngranskning	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg
2.0	2023-12-14	Handling för externgranskning	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg
3.0	2024-04-18	Preliminärt färdig handling	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg
4.0	2024-06-26	Slutgranskning	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg
5.0	2024-12-16	Justering kommentarer	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg
6.0	2025-02-11	Färdig handling	James Barber	B Gervide-Eckel	Katarina Engerberg

Detta dokument är framtaget av Norconsult Sverige AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

## ► Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uppdrag och syfte</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Underlag</b>	<b>5</b>
3.1	Befintliga anläggningar	5
3.2	Tidigare utförda undersökningar	6
3.3	Nu utförda undersökningar	6
3.4	Övrigt underlag	6
<b>4</b>	<b>Geotekniska förhållanden</b>	<b>7</b>
4.1	Topografi mm	7
4.2	Jordlager	7
4.3	Geohydrologi	8
4.3.1	Grundvatten	8
4.3.2	Portryck	8
<b>5</b>	<b>Stabilitet</b>	<b>8</b>
5.1	Förutsättningar/Indata	8
5.2	Tidigare utförda beräkningar	8
5.3	Nu utförda beräkningar	10
5.3.1	Tillgodoräkning med 3D effekter	11
<b>6</b>	<b>Berggras och blocknedfall</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Radon</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Sättningar</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Rekommendationer</b>	<b>17</b>
9.1	Geoteknik, allmänt	17
9.2	Utrymningsväg	18
	<b>Bilagor och ritningar</b>	<b>19</b>
►		
	Sammanställning av tidigare utförda geotekniska utredningar	Bilaga 1
	Sammanställning av skjuvhållfasthet med vald skjuvhållfasthet	Bilaga 2
	Stabilitetsberäkningar	Bilaga 3
	Situationsplan med tidigare utförda geotekniska undersökningar	Ritning G101

# 1 Sammanfattning

Norconsult Sverige AB har på Älvstranden Utveckling AB:s uppdrag utfört en geoteknisk utredning som underlag för detaljplanearbete för kontor, mm vid Lindholmsplatsen.

Syftet med utredningen är att belysa risker för stabilitet, sättningar, bergras, blocknedfall och radon.

Jordprofilen inom planområdet kan kortfattat beskrivs enligt nedan, från markytan och nedåt:

0 – 3 à 4 m                      Blandad fyllning (krossmaterial, schaktmassor, muddermassor, inslag av byggmaterial och andra rester)

4 – 70 à 90 m                    Lera

Friktionsjord ovan berg följer under leran.

Högsta högvattennivån (HHW) anges till +1,5, medelvattennivån (MW) till +/- 0 och lägsta lågvattennivån (LLW) till -1,2 i höjdsystemet RH2000. Bräddningsnivån uppges till +1,8 m över medelvattennivån. Källa: Göteborgs Stad samt Sjöfartsverket.

Stabiliteten är tillfredsställande inom planområdet.

Jordlagren och leran är sättningskänsliga och bedöms inte kunna belastas alls utan att sättningar uppstår.

Marken inom planområdet är i stort sett helt plan. Berg och block saknas varför förutsättningar för bergras och blocknedfall saknas helt.

Ur radonsynpunkt består jordlagren överst av fyllnadsmassor ovan lera till stora djup. Förutsättningarna bedöms som små för annat än att klassificera marken annat än lågradonmark.

En handling avseende Markmiljö upprättas separat och redovisas inte i denna handling.

Planens intentioner bedöms kunna genomföras under följande förutsättningar:

All belastning av markytan skall kompenseras med grundförstärkning. M h t planerad byggnation innebär detta i princip grundläggning genom pålning. Grundläggningsmetoden medför risk för materialundanträngning i samband med pålningsarbetet, något som kan påverka stabiliteten mot älven negativt. Dragning av lerproppar rekommenderas därmed.

Schakt sker inom spont eller schaktad slänt.

Stabiliteten inom planområdet är tillfredsställande för både befintliga och planerade förhållanden.

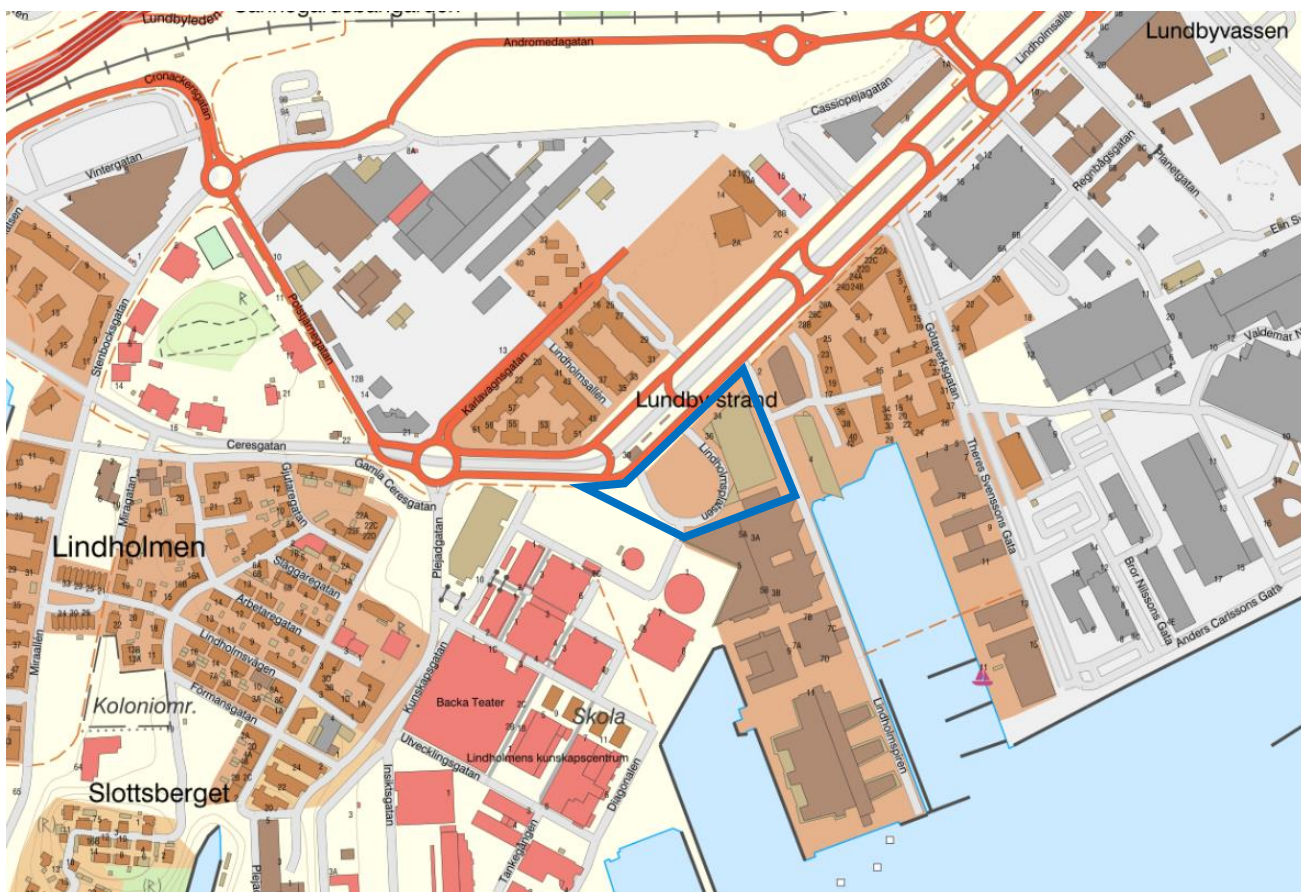
Marken bedöms kunna klassificeras som lågradonmark. Det innebär att inga särskilda radonskyddande åtgärder bedöms nödvändiga.

Kompletterande geotekniska undersökningar rekommenderas i samband med projektering av slutlig utformning av byggnationen.

Befintlig nerfartsramp till källarplan under Lindholmstornen bedöms kunna vara kvar under byggtiden. Vid byggnation inom detta område utreds tillgängligheten under exploateringskedet.

## 2 Uppdrag och syfte

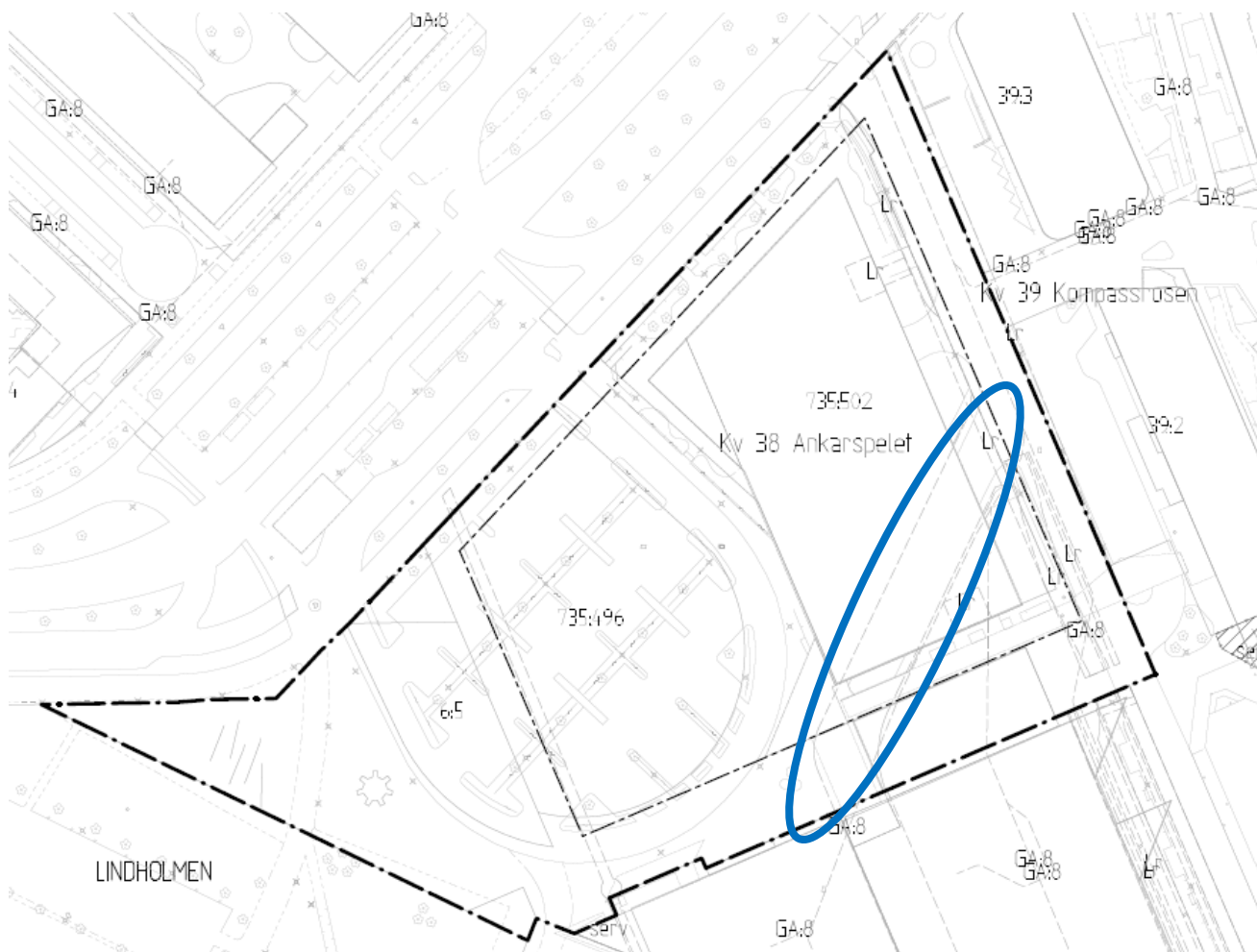
Norconsult Sverige AB har på Älvstranden Utveckling AB:s uppdrag utfört en geoteknisk utredning som underlag för detaljplanearbete för kontor, mm vid Lindholmsplatsen på Hisingen, Göteborgs Stad. En markmiljöutredning har också utförts och redovisas separat.



Figur 1. Områdesöversikt Lindholmen. Aktuellt planområde ungefärligt markerat i **BLÅTT**. Kartmaterial från Lantmäteriet hämtat 2023-08-02.

Det aktuella området har i stort ingått i tidigare utredningar avseende detaljplan för Lindholmens Centrum med p-hus och hotell år 2009 (se bilaga 1 Förteckning avseende tidigare utredningar). Hotellet samt angränsande kontorsbyggnation norr om detsamma, som är redan byggda, ingår dock inte i aktuellt område.

Inom aktuellt område planeras kontorsbyggnader att uppföras där, bl a, två höga delar – norra och södra tornen, skall uppföras i ca 25 våningar ovan mark. Byggnation planeras att utföras med källarvåningar i två plan.



Figur 2. Aktuellt planområde (ungefärligt), detaljplan för kontor, mm vid Lindholmsplatsen", 2023-05-02. Källa: Göteborgs Stad. Inringat visas läge för befintlig nerfartsramp.

## 3 Underlag

### 3.1 Befintliga anläggningar

Vid tiden för denna utredning består planområdet av parkeringsytor och grusplan i den västra och centrala delen strax norr om Lindholmspiren. I den övriga, östra delen finns ett parkeringshus i fyra våningar ovan mark. Parkeringshuset avses att rivas för att bereda plats för planerade kontorsbyggnation.

Från gatan Lindholmspiren direkt öster om planområdet finns en ramp som leder ned under parkeringshuset till källarvåningar under befintlig byggnation söder om planområdet, se ovan i figur 2 markerat i blått. Rampen är grundlagd på kohesionspålar och är känslig för sättningar och omgivningspåverkan vilket skall beaktas i bygg- och exploateringskedet.

För övrigt förekommer en hel del markförlagda ledningar och kablar för försörjning av VA, el, telekommunikation, mm inom närområdet.

## 3.2 Tidigare utförda undersökningar

Ett relativt stort antal geotekniska undersökningar och utredningar har utförts inom aktuellt planområde samt i närbelägna/angränsande områden i samband med utbyggnad och exploatering av Lundbystrand samt Lindholmen.

Undersökningarna har haft ändamål att utgöra underlag för utbyggnad och exploatering av Lindholmen och Lundbystrand med div byggnation, infrastruktur samt kontors- och bostadsbyggnation i planområdets omedelbara närhet och utgör även underlag för aktuell detaljplan.

Utförda undersökningar har omfattat:

- Trycksondering för bestämning av jordlagrens mäktighet och relativa fasthet
- CPT-sondering för bestämning av kohesionsjordens tekniska egenskaper i detalj
- Slagsondering för genomträngning av grova ytfyllnadslager
- Störd provtagning med skruvprovtagare
- Ostörd provtagning med kolvprovtagare
- Provgropsgrävning för analys av fyllnadsjordens sammansättning
- Vingsondering för bestämning av kohesionsjordens odränerade skjuvhållfasthet
- Håltagning genom ytliga fyllnadslager har ställvis behövts för att kunna utföra vingsondering, CPT-sondering samt ostörd provtagning

Sonderingarna har drivits till fast botten eller så långt metoden har kunnat drivas enligt standarden. I förekommande fall, beroende på undersökningens syfte, har sondering avbrutits på varierande djup utan att borrhopp erhållits.

Undersökningarna/utredningarna har utförts under perioden 1980 – 2016 av ett flertal konsultbolag. En detaljerad sammanställning redovisas i bilaga 1 samt på ritning G101.

## 3.3 Nu utförda undersökningar

Nu utförda undersökningar har omfattat provtagning av ytjordlagren med avseende på en separat markmiljöutredning. Resultat och analyser redovisas i en separat handling.

Inga nya geotekniska undersökningar har bedömts vara nödvändiga m h t det relativt omfattande materialet från tidigare undersökningar. Behov av kompletterande undersökningar kan finnas i detaljprojekteringssskedet när slutlig utformning och placering av planerad byggnation fastställts.

## 3.4 Övrigt underlag

Som övrigt underlag har följande material tillhandahållits genom beställarens försorg samt inventering i tillgängligt underlag från Göteborgs Stads Stadsbyggnadsarkiv:

- Karta över preliminärt planområde. Detaljplan för kontor, mm vid Lindholmsplatsen, 2023-02-06
- Aktuellt planområde (ungefärligt) detaljplan för kontor, med mera vid Lindholmsplatsen daterad 2023-05-02
- Planeringsunderlag kring markförutsättningar inom Älvstaden: Delområde 1, Lindholmen. PM Geoteknik, daterad 2016-01-22
- Centrala Lindholmen. Volymstudie 2023-06-22. Placering av Södra Tornet, mm
- Samlingskarta Lindholmen Fastighetsgränser, daterad 2023-02-24

- Samlingskarta Lindholmen Grundkarta, daterad 2023-02-24
- Centrala Lindholmen. Volymstudie 2023-06-22. Placering av Södra Tornet, mm

Förutom underlag från Stadsbyggnadsarkivet har även följande handling använts som underlag för stabilitetsberäkningar:

- Lindholmshamnen – Spont. Arbetshandling, upprättad av VBK med uppdragsnummer 98 270–1, daterad 1999-10-01

## 4 Geotekniska förhållanden

### 4.1 Topografi mm

Aktuellt område är i stort sett plan med marknivåer varierande mellan +1,6 och +2,2 i höjdsystemet RH2000. Marken utgörs i huvudsak av parkeringsytor, övriga hårdgjorda ytor, grusad öppen yta i väster/nordväst samt parkeringshus i den östra delen.

### 4.2 Jordlager

Området är, som större delen av Lundbystrand och östra Lindholmen i övrigt, utfylld våtmark och delar av Göta Älv med mindre vattendjup. Utfyllnaden har utförts i olika omgångar och fyllnadsmassorna har högst varierande karaktär från muddermassor till gammalt byggavfall, sten och block till de yttligare lagren bestående främst av krossmaterial.

Fyllningens sammansättning består genom tidigare utredningar i stort sett av blandat material, mer eller mindre sättningsbenägen i dess nedre delar.

Gränsen för fyllnadsmassorna mot djupet är genom undersökningar ställvis svår att ange p g a muddermassor som har varit svåra att skilja från naturligt avsatta lerlager. Fyllnadens mäktighet uppgår, emellertid, generellt till mellan 2 – 4 m.

Under fyllningen består naturliga jordlager av lera och siltig lera till stora djup, generellt över 70 m under markytan. Sonderingar har uppmätts till uppemot 100 m på sina ställen.

Lerans/kohesionsjordens karakteristiska, odränerade, skjuvhållfasthet,  $C_{uk}$ , har uppmätts till mellan 15 - 25 kPa i leran strax under fyllningen på ca 2 m djup till ca 120 kPa på 70 m djup. Värdena är reducerade m h t kohesionsjordens flytgräns.

Vattenkvoten ( $w_n$ ) under fyllningen är ca 40 % stigande till maximalt 80 á 100 omkring 10 m djup. Från ca 12 m är vattenkvoten svagt avtagande mot djupet och varierar mellan ca 60 och 70 %. Konflytgränsen varierar mestadels mellan 65 och 85 %.

Lerans skjuvhållfasthet är utvärderad och vald enligt sammanställning i bilaga 2.

Lerlagren vilar på ett lager friktionsjord med någon eller några meters mäktighet närmast borrhoppet som uppnåtts på mellan 80 och 92 m djup under markytan. I förekommande fall har sondering avbrutits på grundare djup utan att borrhoppet uppnåtts. På angränsande Lindholmsspiren i söder avtar uppnådda sonderingsdjup successivt mot söder.

## 4.3 Geohydrologi

### 4.3.1 Grundvatten

Från tidigare undersökningar har grundvattennivån inom och i direkt anslutning till området i princip kunnat härledas till vattennivån i Göta Älv, d v s det finns en mer eller mindre direkt koppling mellan de två då de översta jordlagren består av mer eller mindre genomsläppligt material. Med hänsyn till viss fördröjning kan grundvattenytan inom området antas ligga något högre än nivån i Göta Älv vid ett givet tillfälle.

HHW-nivån anges till +1,5, MW till +/- 0 och LLW till -1,2 i höjdsystemet RH2000. Bräddningsnivån uppges till +1,8 m över MW. Källa: Göteborgs Stad samt Sjöfartsverket.

### 4.3.2 Portryck

Mätt från uk fyllning avviker portrycket något från hydrostatiska förhållanden motsvarande trycknivåer mellan ca +0,5 – 2,0 m ö h.

## 5 Stabilitet

### 5.1 Förutsättningar/Indata

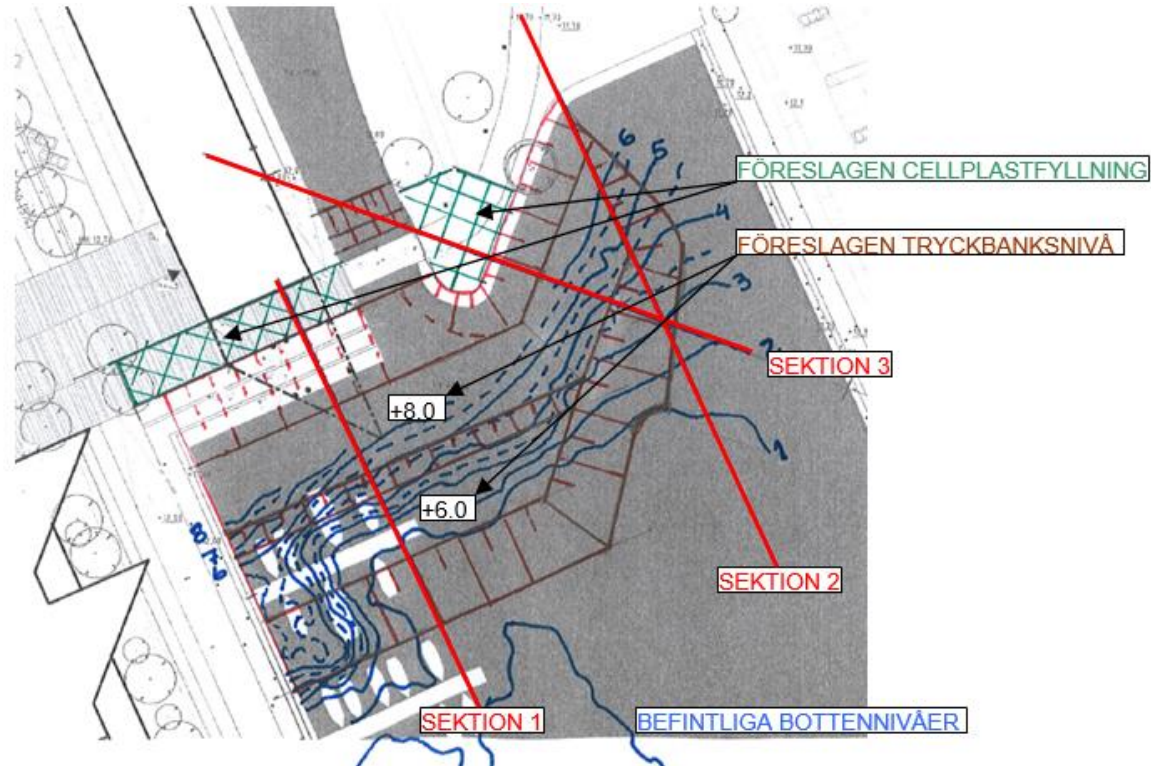
Följande indata användes vid de tidigare beräkningarna för dåvarande planering:

- Geometrin valdes med ledning av inmätta marknivåer och lodade bottennivåer efter redan genomförd tryckbanksutläggning i bassängens nordvästra hörn.
- Densiteten i de fastare ytlagren valdes till 18 kN/m<sup>3</sup>.
- Densiteten i leran har valts enligt bilaga 2
- Skjuvhållfastheten i ytlagren valdes utifrån parametern  $\phi' = 30^\circ$
- Karakteristisk skjuvhållfasthet i leran valdes enligt bilaga 2:3–4.
- Vattenståndet i älven antogs till +0,9 motsvarande lägsta lågvatten LLW.
- Portrycken i leran bakom släntröner eller föreslagen lättfyllning har för berörda glidytor valts som hydrostatiskt tryck utifrån medelvattennivån +1,1 respektive nuvarande högsta högvattennivå HHW +1,6.
- Blivande marknivå i markområdet närmast hamnbassängen förutsattes bli +2,2 (+2,8 lokalt runt hotellbyggnaden).
- Överlast på markytan sattes till 5 kN/m<sup>2</sup> för GC-väg, 10 kN/m<sup>2</sup> inom parkeringsyta. Inom den då befintliga gräsyta mellan hamnbassängen och GC-vägen medräknades ingen överlast.

### 5.2 Tidigare utförda beräkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts i flertalet tidigare utredningar inom området m h t närheten till vattendraget Göta Älv.

2 beräkningssektioner har tidigare utförts i den hamnbassäng som ligger sydost om aktuellt planområde (se kartan i inledande avsnitt). Se nedan avseende beräknade sektioner i plan.



Figur 3. Underlag avseende föreslagen tryckbank inom Lindholmshamnen sydost om aktuellt planområde. Från utredning utförd 2009 med äldre höjdsystem.

Beräkningarna visade tillfredsställande stabilitet under då rådande förhållande och direktiv enligt Skredkommissionens rapport 3:95 för släntstabilitetsutredningar.

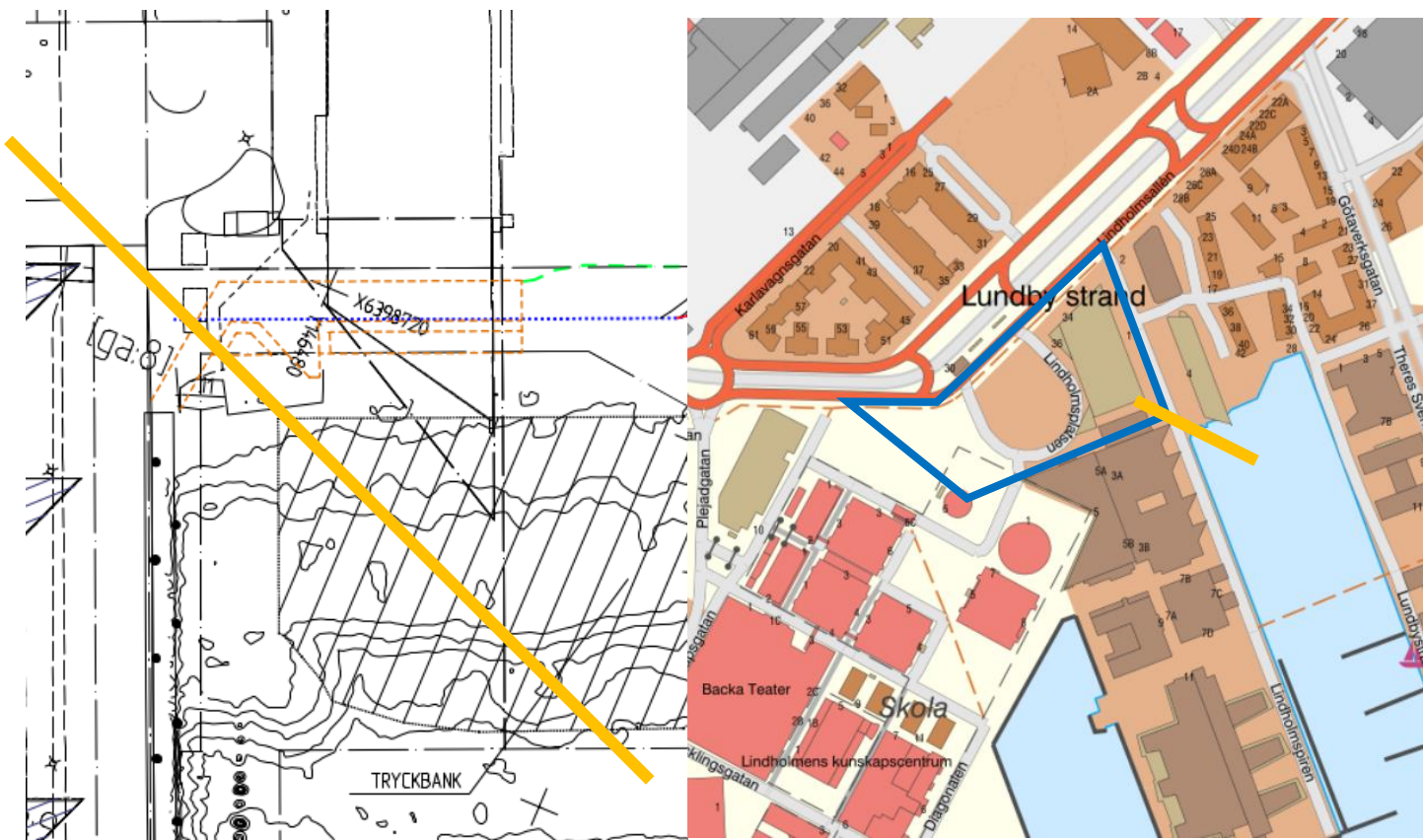
Sättet att beräkna har dock ändrats sedan dess till IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010.

## 5.3 Nu utförda beräkningar

Med tidigare valda parametrar och underlag har beräkningar utförts enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010.

Erforderliga säkerhetsfaktorer är valda enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4 till  $F_c \geq 1,5$  för odränerad analys samt  $F_{komb} \geq 1,4$  för kombinerad analys. Valen är i det lägre spannet och är valda på grund av det utförliga underlaget från tidigare undersökningar beskrivet i kapitel 3. Underlaget ger en relativt noggrann och säker bedömning av jordparametrar, porttryck samt geometri.

En sektion har räknats i linje med närmast avstånd till älven i Lindholmshamnen enligt bilden nedan (ungefärligt läge) samt orientering i förhållande till aktuellt planområde enligt kartan till höger.



Figur 4. Beräkningssektion för nuvarande och antagna förhållanden. Kartan till höger visar orienteringen i förhållande till aktuellt planområde.

Beräkningarna har utförts i odränerad och kombinerad analys med totalstabilitet som utgångspunkt. Underlaget består av:

- Jordlagerparametrar enligt samma underlag som tidigare utförda med nedanstående ändringar
  - Densiteten i fyllnadsjorden 20 (11) kN/m<sup>3</sup>
  - Skjuvhållfastheten i ytlagren valdes utifrån parametern  $\phi' = 34^\circ$
  - Vattenståndet i Göta Älv -1,1, LLW
  - Grundvattenytan har satts på nivå +0 under fyllnadsjorden med hydrostatiskt tryck därunder
- 5 kN/m<sup>2</sup> variabel last för GC-väg, 15 kN/m<sup>2</sup> variabel last för trafikerad väg. 20 kN/m<sup>2</sup> variabel last för utrymningsvägsväg vilken redovisas i kapitel 9.2. Hela ytan mellan hamnbassängen och planområdet är pålastad, de olika pålastningarnas utbredning redovisas i Bilaga 3.
- Uppfyllnad av markytan med 0,5 m mot befintliga nivå utan marklov.
- Idag utförs den delen av befintligt P-hus men ett scenario om uppfylld mark innan schakt utförs

Beräkningarna visar knappt 1,5-faldig säkerhet i odränerad analys för längre glidytor som når fram till plangränsen i sydost medan korta glidytor omfattande området närmast kajen ger drygt 1,1-faldig säkerhet.

I kombinerad analys ger säkerhetsfaktorerna ca 1,5-faldig säkerhet resp 1,3-faldig säkerhet för samma glidytor. Vid beräkningarna är även laster från en planerad/föreslagen vändplats från en räddningsväg medtagen.

Beräkningarna redovisas i bilaga 3.

### 5.3.1 Tillgodoräkning med 3D effekter

På grund av den lokala aspekten av glidytbrotten kan 3D effekter tillgodoräknas och har utförts enligt SGI Vägledning 8. Två kontroller har gjorts, en för de korta glidytorerna samt en för de långa. Se även figur 5 och figur 6 nedan.

Beräkningar har utförts i odränerad analys och med oändligt starka glidytor. Bredden av kritisk glidyta har bestämts så att intilliggande glidytor blir helt plana. Detta anses konservativt då beräkningarna förutsätter att glidytan är lika kritisk längs hela bredden, medan den i verkligheten blir mer stabil desto närmare den plana ytan man kommer.

Beräkningar utförs enligt ekvation nedan, där  $F_{2D,överstark,min}$  bedöms oändligt stark.

$$F_{3D} = F_{2D,krit} + \left( 1 - \frac{F_{2D,krit,min}}{F_{2D,överstark,min}} \right) \cdot 0,75 \cdot (F_P - F_{2D,krit})$$

$F_{3D}$  3D-säkerhetsfaktor, krökta ändytor

$F_{2D,krit}$  säkerhetsfaktor för den kritiska delsträckan  $F_{2D,krit} = \frac{M_R}{M_E}$

$F_P$  3D-säkerhetsfaktor avseende plana ändytor  $F_P = \frac{M_R \cdot L + 2 \cdot A \cdot C \cdot c_u}{M_E \cdot L}$

$M_R$  Motståndande moment från glidyteberäkning

$M_E$  Pådrivande moment från glidyteberäkning

$L$  Ekvivalent kritisk delsträcka

$A, B$  Den plana ändytans delareor, enbart bestående av kohesionsjord

$C_A, C_B$  Den plana ändytans hävarm till rotationscentrum för respektive deländyta

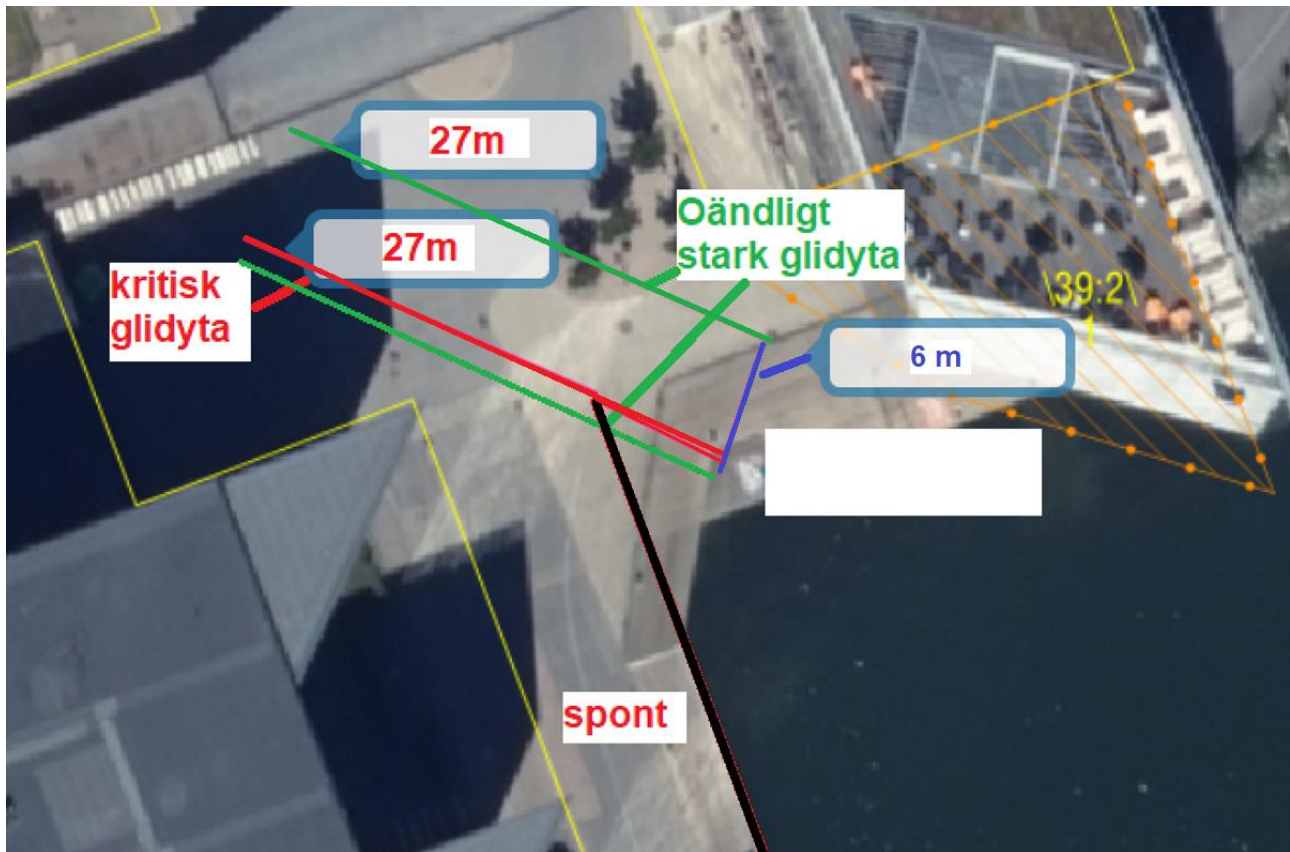
$c_{u,A}, c_{u,B}$  Odränerad skjuvhållfasthet, medelvärde över studerad deländyta

$F_{2D,krit,min}$  Minsta 2D-säkerhetsfaktor för den kritiska delsträckan

$F_{2D,överstark,min}$  Minsta 2D-säkerhetsfaktor för den överstarka delsträckan

### 5.3.1.1 Kort glidyta


Den korta glidytan är väldigt lokal och begränsas av en befintlig spont i söder och planar ut i norr, se tidigare underlag för utbredning av spont. Glidytan redovisas i Bilaga 3 i kritisk sektion, utbredningen i plan redovisas i Figur 5, och är 6 meter bred. Glidytan är 27 meter lång och får därför med god marginal tillgodoräkna 3D effekter då längden är större än bredden.



Figur 5. Utbredning av kort kritisk glidyta i plan.

Valda ingångsdata redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Valda värden för beräkning av 3D effekter.

Parameter	Värde
$L$	6 [m] (enligt Figur 5.)
$F_{2D,krit,min}$	1,17 [-] (enligt Bilaga 3.)
$F_{2D,överstrk,min}$	oändlig [-]
$M_R$	16 282 [kNm/m]
$M_E$	13 857 [kNm/m]
$A$	171 [m <sup>2</sup> ] (valt till 80% av volymen då bara kohesionsjord ska utnyttjas)
$C$	23 [m] (vald hävarm från rotationscentrum till masscentrum av kohesionsjorden)
$c_u$	16 [kPa] (vald medelskjuvhållfasthet, enligt uppmätta skjuvhållfastheter i glidytan, se bild. 

Med valda värden enligt Tabell 1 blir resultat enligt följande:

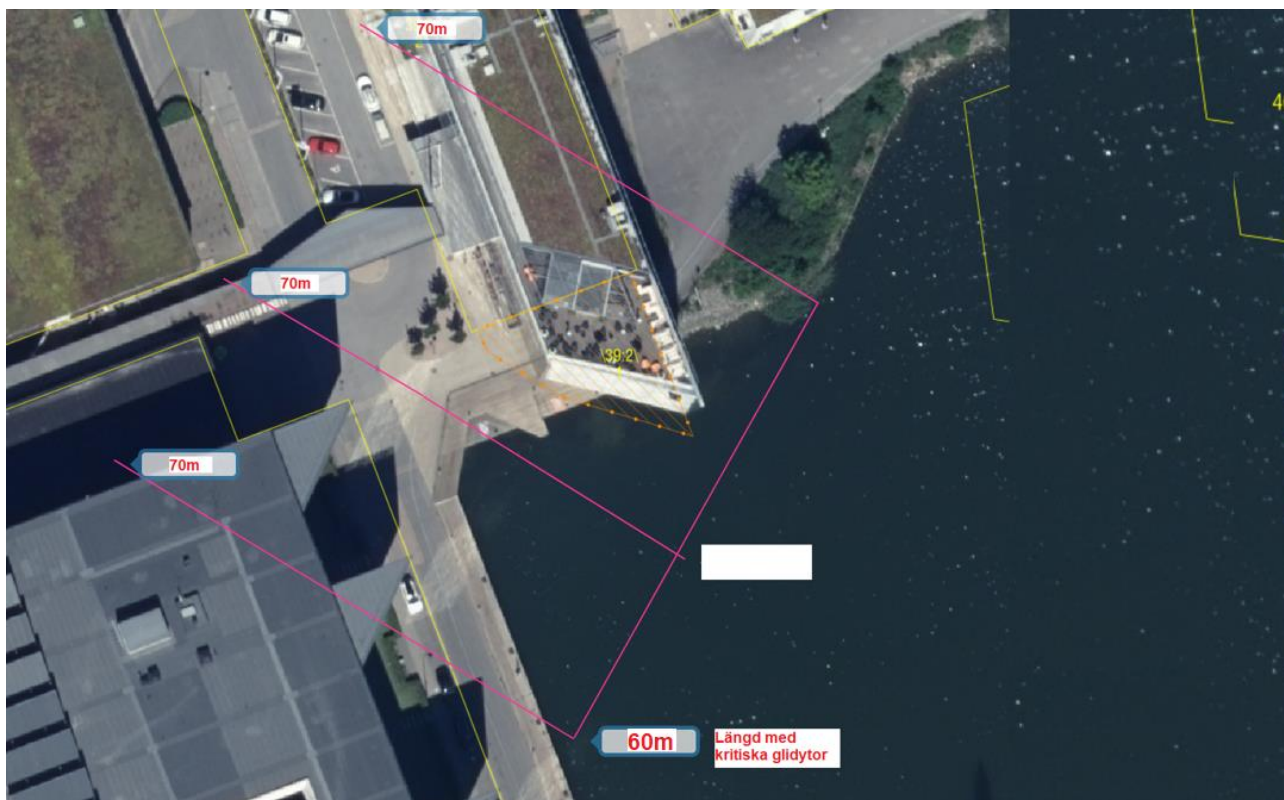
$$F_p = 2,69$$

$$F_{3D} = 2,31$$

En säkerhetsfaktor m.h.t. 3D effekter på 2,31 är godkänd. En ökning av säkerhet från 1,18 till 1,50 (nödvändig säkerhet) innebär en ökning på ungefär 26% vilket överskrider 25% enligt SGI Vägledning 8. När detta är fallet ska en bedömning göras om en så pass stor säkerhetsökning kan tillgodoses med 3D effekter. I det här fallet bedöms det som okej då  $F_{3D}$  med god marginal är godkänd samt på grund av det konservativa valet av bredden  $L$ .

### 5.3.1.2 Lång glidyta

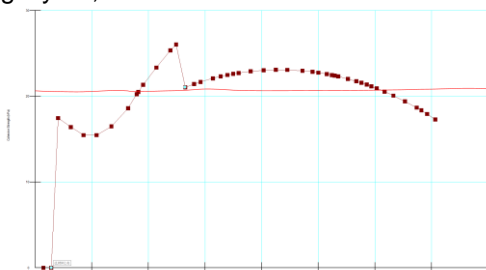
Den långa glidytan har ett större utbredningsområde och går under sponten. Glidytan blir plan och får därav mycket god säkerhet efter ca 30 meter i norr och söder. Glidytan redovisas i Bilaga 3 i sektion, utbredningen i plan redovisas i Figur 6, och är ca 60 meter bred. Valet är väldigt konservativt då det även här antas att den kritiska glidytan är lika kritisk längs hela sträckan. Glidytan är 70 meter lång och kan därav få hjälp av 3D effekter då längden är större än bredden.



Figur 6. Utbredning av lång kritisk glidyta i plan.

Valda ingångsdata redovisas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Valda värden för beräkning av 3D effekter.

Parameter	Värde
$L$	60 [m] (enligt Figur 6.)
$F_{2D,krit,min}$	1,29 [-] (enligt Bilaga 3.)
$F_{2D,överstrk,min}$	oändlig [-]
$M_R$	88 216 [kNm/m]
$M_E$	69 405 [kNm/m]
$A$	600 [m <sup>2</sup> ] (enligt Bilaga 3, valt till 90% av volymen då bara kohesionsjord ska utnyttjas)
$C$	51 [m] (vald hävarm från rotationscentrum till masscentrum av kohesionsjorden)
$c_u$	21 [kPa] (vald medelskjuvhållfasthet, enligt uppmätta skjuvhållfastheter i glidytan, se bild. 

Med valda värden enligt Tabell 2 blir resultat enligt följande:

$$F_p = 1,58$$

$$F_{3D} = 1,50$$

En säkerhetsfaktor m.h.t. 3D effekter på 1,50 är godkänd. Säkerheten är med liten marginal och då längden (70 meter) bara är 1,17 gånger större än bredden (60 meter) ska en begränsad tillgodoräkning av 3D effekter göras. Dock anses resultatet godkänt på grund av det konservativa valet av bredd.

Vid jämförande beräkningar med nuvanade förhållanden och laster från planerad/föreslagen räddningsväg är skillnaderna små, d v s planerad väg och vändplats har liten inverkan på stabilitetsförhållandena.

Sammantaget bedöms inte detaljplanens intentioner ha nämnvärd inverkan på stabilitetsförhållandena avseende framtida laster.

## 6 Bergras och blocknedfall

Jordlagrens stora mäktighet, avsaknaden av synlig berggrund samt i stort helt plana topografiska förhållanden medför att risk för bergras och blocknedfall saknas helt.

## 7 Radon

Några mätningar av markradon eller gammastrålning har inte utförts i vare sig detta läge eller utförts tidigare enligt tillgängliga uppgifter.

Med hänsyn tagen till mark- och jordlagerförhållanden kan dock framhållas att förutsättningarna för förekomst av markradon kan tillskrivas fyllnadsmassorna. Generellt bedöms radonriskerna vara relativt små, möjligen för lokala undantag. Som underlag för detaljplanearbetet bedöms området kunna klassificeras som lågradonmark vilket innebär inga särskilt radonskyddande åtgärder.

Rekommendationer avseende slutlig klassificering ur radonrisksynpunkt görs i detaljprojekteringskedet för resp. byggnation.

## 8 Sättningar

Från tidigare undersökningar av jordlagrens kompressionsegenskaper framgår att i stort sett all tilläggsbelastning av desamma kommer att medföra långtidsbundna konsolideringssättningar. Sättningarnas inverkan avtar mot djupet.

Fyllnadsjordens blandade sammansättning innebär att sättningar sannolikt också kommer att utspelas även för mindre belastningar från, t ex, höjning av markytan m h t höjdsättning av mark och mindre byggnader på befintliga markyta.

Tidigare nämnda ramp ned till källarvåningar är känslig för sättningar och omgivningspåverkan. Även övrig byggnation sydväst om planens omedelbara närhet är grundlagd genom samverkansgrundläggning på sådant sätt att den är känslig för sättningar och framför allt omgivningspåverkan.

Laster från planerad byggnation bedöms heller inte påverka totalstabiliteten i området då byggnation föregås av grundförstärkning, antingen via kompensationsgrundläggning eller pålgrundläggning.

## 9 Rekommendationer

Planens intentioner kan genomföras ur geotekniskt perspektiv under nedanstående förutsättningar:

### 9.1 Geoteknik, allmänt

All byggnation skall föregås av grundförstärkning ur sättningssynpunkt. Mindre förändring av mark ur höjdsättningsperspektiv och lättare konstruktioner med maximalt 1 våning kan grundförstärkas med cellplast. Byggnader med högre ytbelastning upp till 30 kPa (motsvarande 1,5 m fyllning eller lätta byggnader i 3 plan) grundläggs med kohesionspålar. All annan byggnation grundläggs genom stödpålar till berg/fast botten.

Stabilitetsförhållandena är tillfredsställande under rådande förhållanden. Planerad bebyggelse/exploatering bedöms heller inte försämra stabilitetsförhållandena.

I samband med grundläggning rekommenderas att ett kontrollprogram avseende omgivningspåverkan upprättas. Inte minst skall inverkan på stabilitetsförhållandena beaktas. Exempel på åtgärder:

- Dragning av lerproppar i samband med påslagning i syfte att minska materialförflyttning
- Installation av inklinometer/peglar på spontväggar i syfte att mäta ev horisontalrörelser under pågående grundläggningsarbeten i schaktgropar
- Markpeglar i angränsande mark utanför spontgropar samt dubbar på närbelägna huskroppar i syfte att mäta ev sättningrörelser till följd av schakt- och grundläggningsarbeten

Befintlig nerfartsramp till källarplan under Lindholmstornen utgör en mycket viktig och avgörande konstruktion för tillgänglighet till källarplanen. Denna bedöms kunna vara kvar under byggtiden. Vid ev framtida byggnation inom aktuellt läge för denna ramp utreds tillgängligheten till källarplanen i exploateringsskedet.

## 9.2 Utrymningsväg

En särskild utrymningsväg som skall garantera framkomlighet till entré till byggnader vid översvämning planeras att anläggas på nivå lägst +2,1.

Förutsättningarna ur geotekniskt perspektiv kan sammanfattas enligt nedan.

Vägen dimensioneras utifrån senare provtagning av fyllnadsjorden längs planerad/fastställd sträckning. För detta rekommenderas provtagning när slutlig placering fastställts.

Organiska och lösa ytjordlager utskiftas innan utläggning av materialskiljande fiberduk och krossmaterial. Gatan dimensioneras för trafiklast om 20 kPa motsvarande en ytlast om 1 m fyllning.

## Bilagor och ritningar

Sammanställning av tidigare utförda geotekniska utredningar  
Sammanställning av skjuvhållfasthet med vald skjuvhållfasthet  
Stabilitetsberäkningar  
Situationsplan med tidigare utförda geotekniska undersökningar

Bilaga 1

Bilaga 2

Bilaga 3

Ritning G101

	<b>FÖRTECKNING TIDIGARE UTFÖRDA UTREDNINGAR GEOTEKNIK</b>			ANTAL BLAD 1	BLAD NR 1  <b>Bilaga 1</b>
	UPPDRAGSNAMN Lindholmsplatsen DP			UPPDRAGSNUMMER 108 70 73	
	ANSVARIG PART / BESTÄLLARE B331 Älvstranden Utveckling AB			SIGNATUR James Barber DATUM 2023-12-06 SENAST ÄNDRAD	
UTREDNING	UTFÖRD AV	UPPDRAGS- NUMMER	INNEHÅLL	DATUM (senaste version)	RELEVANS
Lindholmspiren Norra Älvstranden	Bo Alte / BohusGeo	0 250 0058	Geundersökning för utbyggnad av Lindholmspiren	2000-04-13	Delar avser området söder om aktuellt planområde
Lindholmens Centrum/Centrum vid Lindholmshamnen	WSP	100 88 701	Utredning för grundläggning av höghus, detaljplan. Koncepthandling	2007-04-10 2007-04-24	Ligger inom/strax utanför planområdet i nordväst
Lindholmshamnen – Spont. Arbetshandling	VBK	98 270–1	Arbetshandlingar	1999-10-01	Grundförstärkning som påverkar intilliggande pir
Lindholmspiren 3 och 7.	GF Konsult AB	838 009	Geoteknisk PM – Underlag för detaljplan	2007-06-13	Angränsar till aktuellt område i söder. Kan påverkas av utveckling av aktuellt planområde.
Chalmers Fastigheter AB. Kuggen Lindholmen 6:5.	GF Konsult AB	101 09 43	Geoteknisk PM – Underlag för ändring av detaljplan och för förenklad systemhandling	2008-06-04	Angränsar till aktuellt område i sydväst
Älvstranden Utveckling AB. Lindholmens Centrum. P-hus och hotell.	Norconsult AB	101 10 26	Geoteknisk PM – Underlag för detaljplan	2009-04-15	Omfattar stora delar av aktuellt område eller berör genom påverkan.
Lindholmen, P-hus	Norconsult AB	101 17 51	Geoteknisk PM – Underlag för totalentreprenad	2009-04-28	Ligger i nordöstra hörnet av aktuellt område
P-hus Lindholmen	Norconsult AB	102 18 36	Geoteknisk PM – Utredning av sättningar	2011-12-07	Ligger i nordöstra delen av aktuellt område
Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. Planeringsunderlag kring markförutsättningar inom Älvstaden: Delområde 1, Lindholmen	Norconsult AB	103 32 37	PM Geoteknik	2016-01-22	Omfattar hela aktuellt planområde.
Götaverksgatan Etapp 4	Norconsult AB	104 11 83	Kontrollprogram, batymetrisk mätning, mm	2021-01-15 Hösten 2022	Inmätning av tryckbank i stabilitetsberäkningar



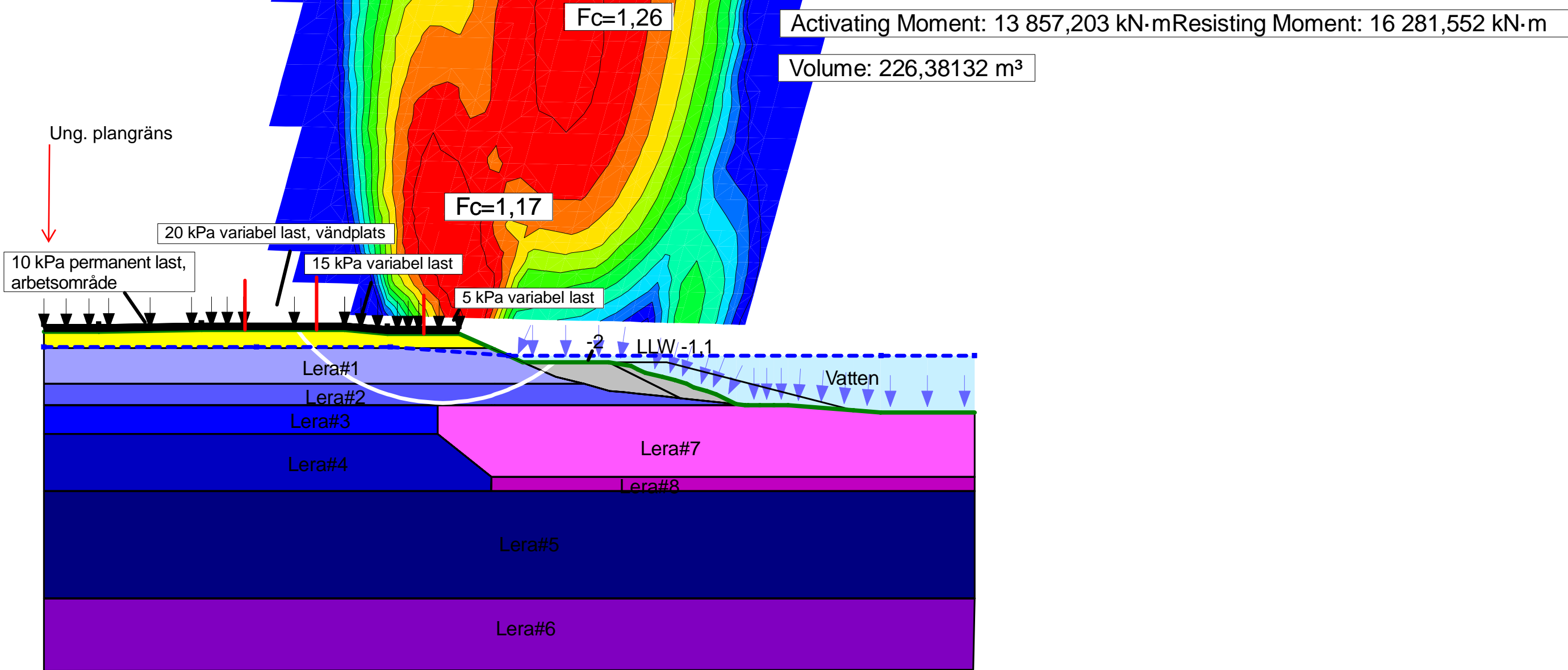


Uppdrag: Lindholmsplatsen Detaljplan  
Uppdragsnummer: 108 70 73

Sektion A  
Odränerad analys, utan spont

Morgenstern-Price  
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Surface
Yellow	Fyllning	Mohr-Coulomb	21					0	34	0	20	1
Light Blue	Lera#1 odrän	S=f(datum)	16	18	-0,6	0	10					1
Blue	Lera#2 odrän	S=f(datum)	16	15	0,666	0	5					1
Dark Blue	Lera#3 odrän	S=f(datum)	16	17	2,25	0	2					1
Very Dark Blue	Lera#4 odrän	S=f(datum)	16	26	0,88	0	-2					1
Black	Lera#5 odrän	S=f(datum)	16	33	0,93	0	-10					1
Purple	Lera#6 odrän	S=f(datum)	16,5	47	1,47	0	-25					1
Pink	Lera#7 odrän	S=f(datum)	16	17	0,9	0	2					1
Dark Purple	Lera#8 odrän	S=f(datum)	16	26	3,5	0	-8					1
Grey	Stödfyllning	Mohr-Coulomb	23					0	36	0	20	1



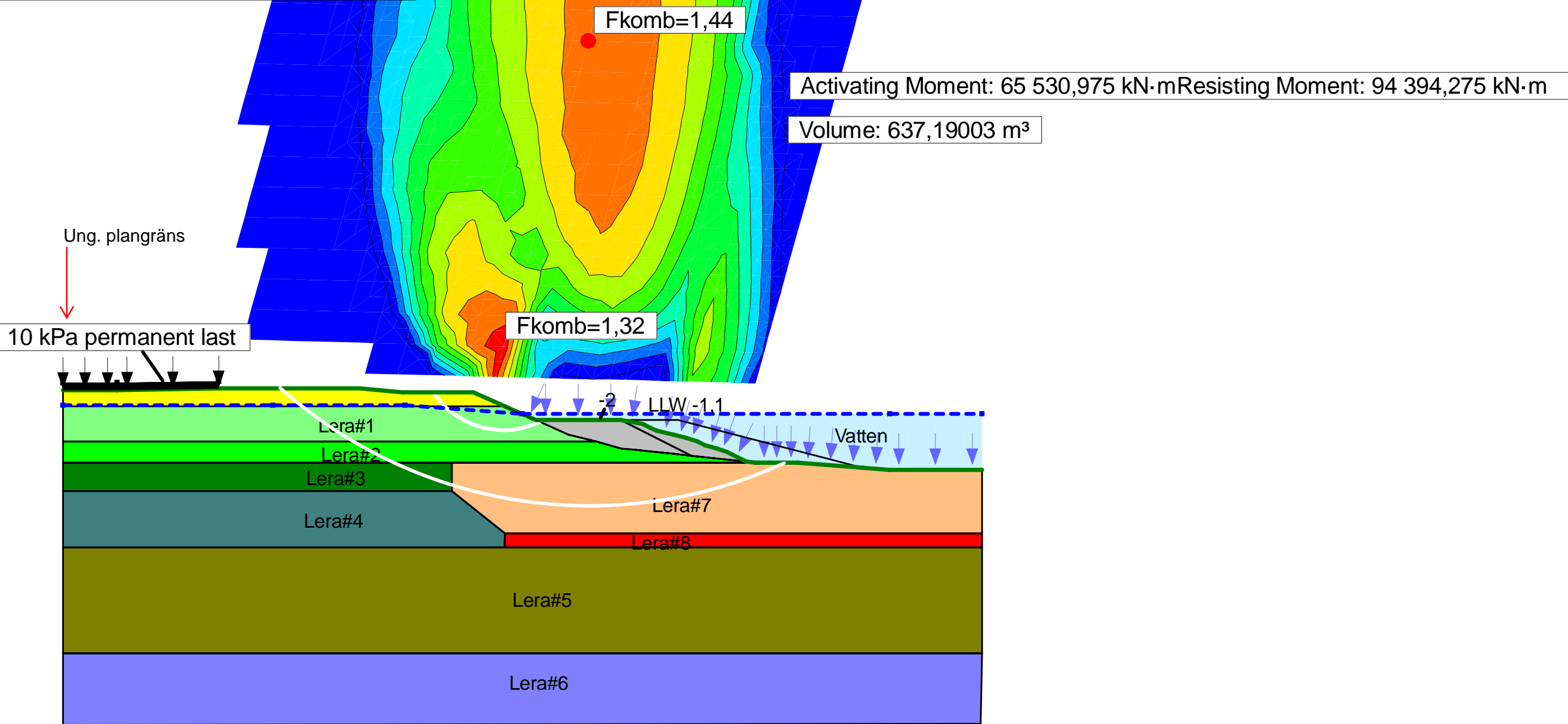


Uppdrag: Lindholmsplatsen Detaljplan  
Uppdragsnummer: 108 70 73

Sektion A  
Kombinerad analys, utan spont

Morgenstern-Price  
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
Yellow	Fyllning	Mohr-Coulomb	21	0	34							0	20	1
Light Green	Lera#1 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	18	-0,6	0,1	10			1
Green	Lera#2 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	15	0,666	0,1	5			1
Dark Green	Lera#3 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	17	2,25	0,1	2			1
Teal	Lera#4 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	26	0,88	0,1	-2			1
Olive	Lera#5 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	33	0,93	0,1	-10			1
Blue	Lera#6 komb	Combined, S=f(datum)	16,5		30	0	0	47	1,47	0,1	-25			1
Light Orange	Lera#7 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	17	0,9	0,1	2			1
Red	Lera#8 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	26	3,5	0,1	-8			1
Grey	Stödfyllning	Mohr-Coulomb	23	0	36							0	20	1

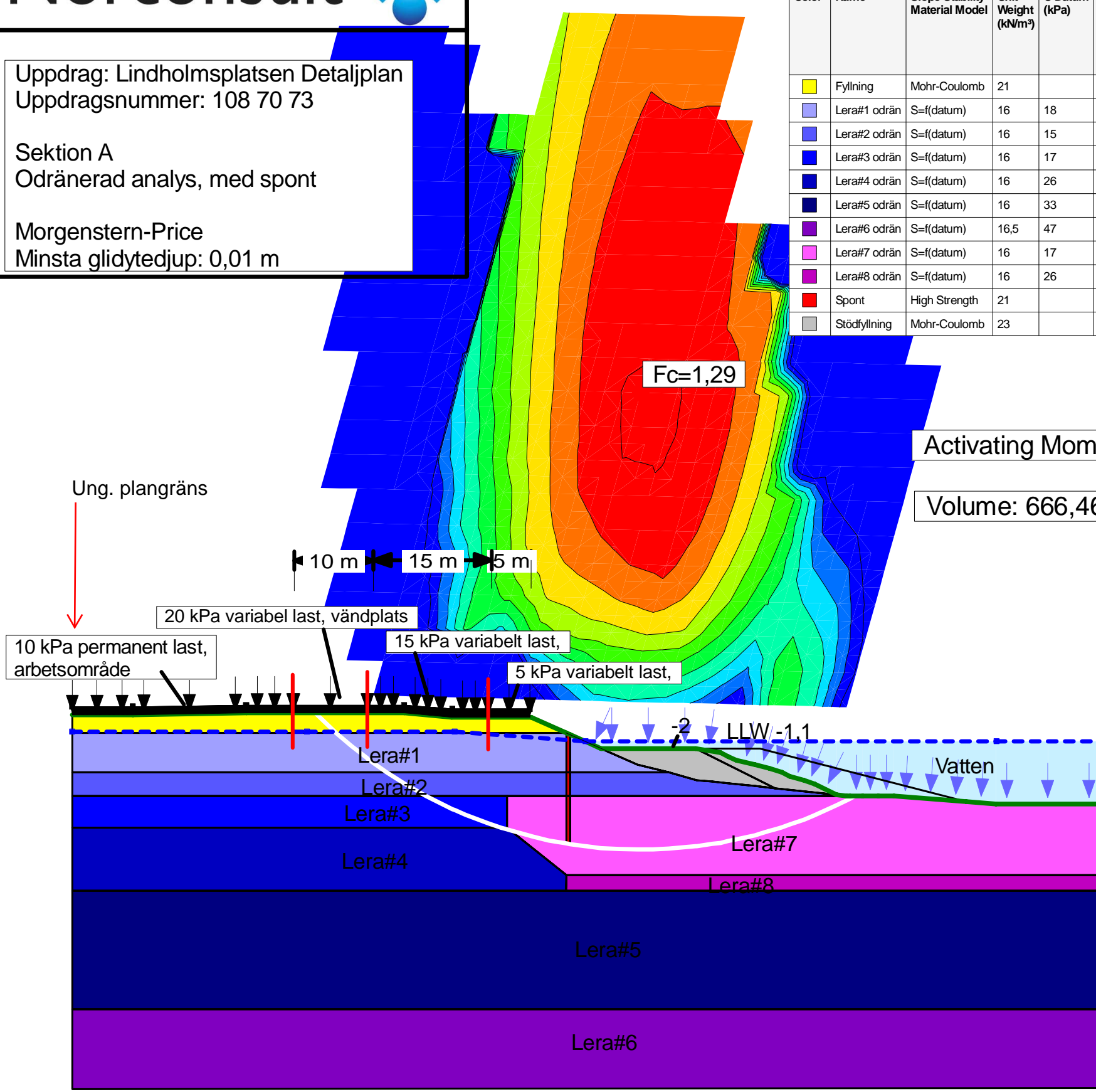


Uppdrag: Lindholmsplatsen Detaljplan  
Uppdragsnummer: 108 70 73

Sektion A  
Odränerad analys, med spont

Morgenstern-Price  
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
Yellow	Fyllning	Mohr-Coulomb	21					0	34	0	20	1
Light Blue	Lera#1 odrän	S=f(datum)	16	18	-0,6	0	10					1
Blue	Lera#2 odrän	S=f(datum)	16	15	0,666	0	5					1
Dark Blue	Lera#3 odrän	S=f(datum)	16	17	2,25	0	2					1
Dark Blue	Lera#4 odrän	S=f(datum)	16	26	0,88	0	-2					1
Dark Blue	Lera#5 odrän	S=f(datum)	16	33	0,93	0	-10					1
Purple	Lera#6 odrän	S=f(datum)	16,5	47	1,47	0	-25					1
Pink	Lera#7 odrän	S=f(datum)	16	17	0,9	0	2					1
Pink	Lera#8 odrän	S=f(datum)	16	26	3,5	0	-8					1
Red	Spont	High Strength	21									1
Grey	Stödfyllning	Mohr-Coulomb	23					0	36	0	20	1



Activating Moment: 69 405,044 kN·m Resisting Moment: 88 215,839 kN·m

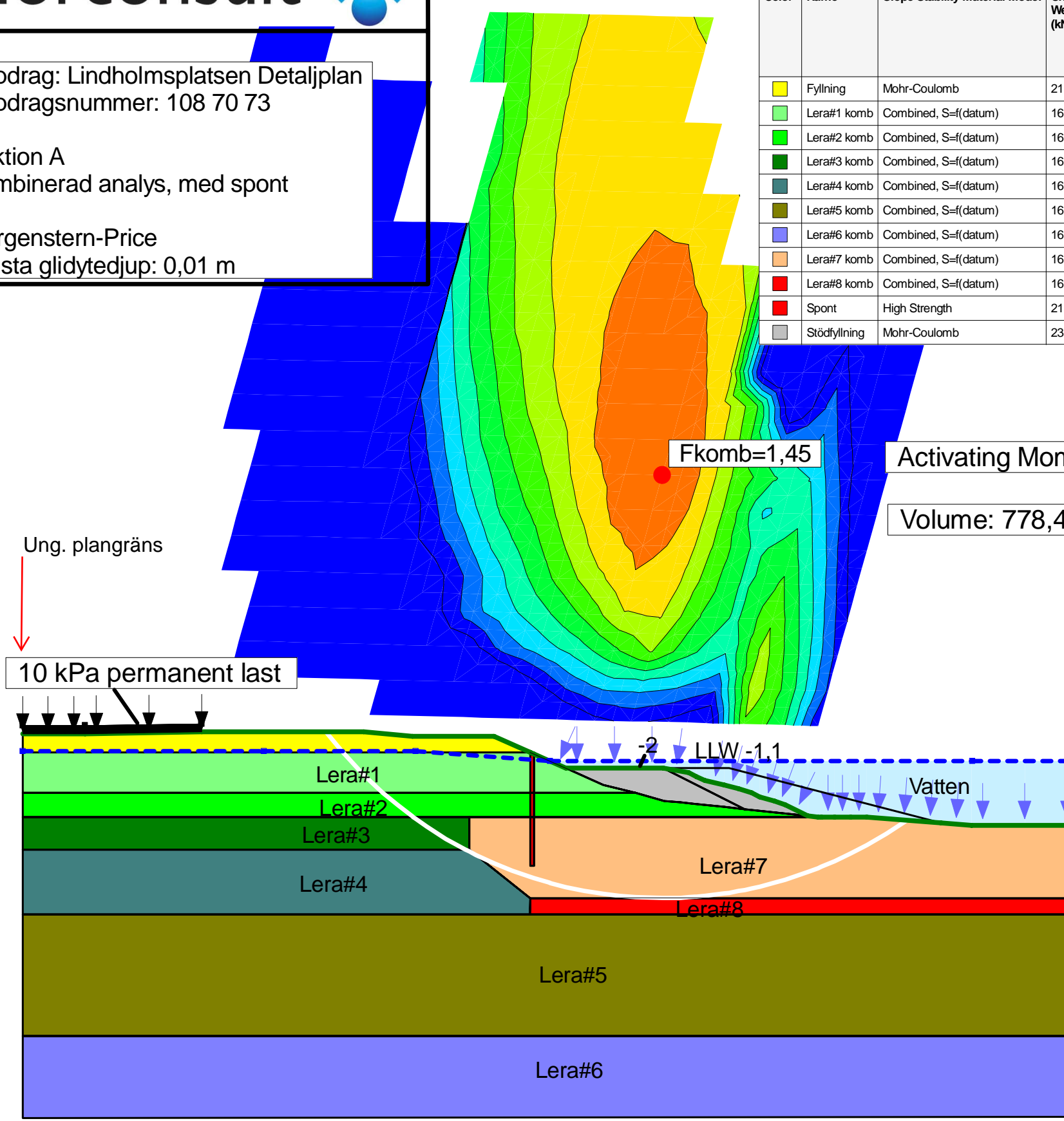
Volume: 666,46218 m³

Uppdrag: Lindholmsplatsen Detaljplan  
Uppdragsnummer: 108 70 73

Sektion A  
Kombinerad analys, med spont

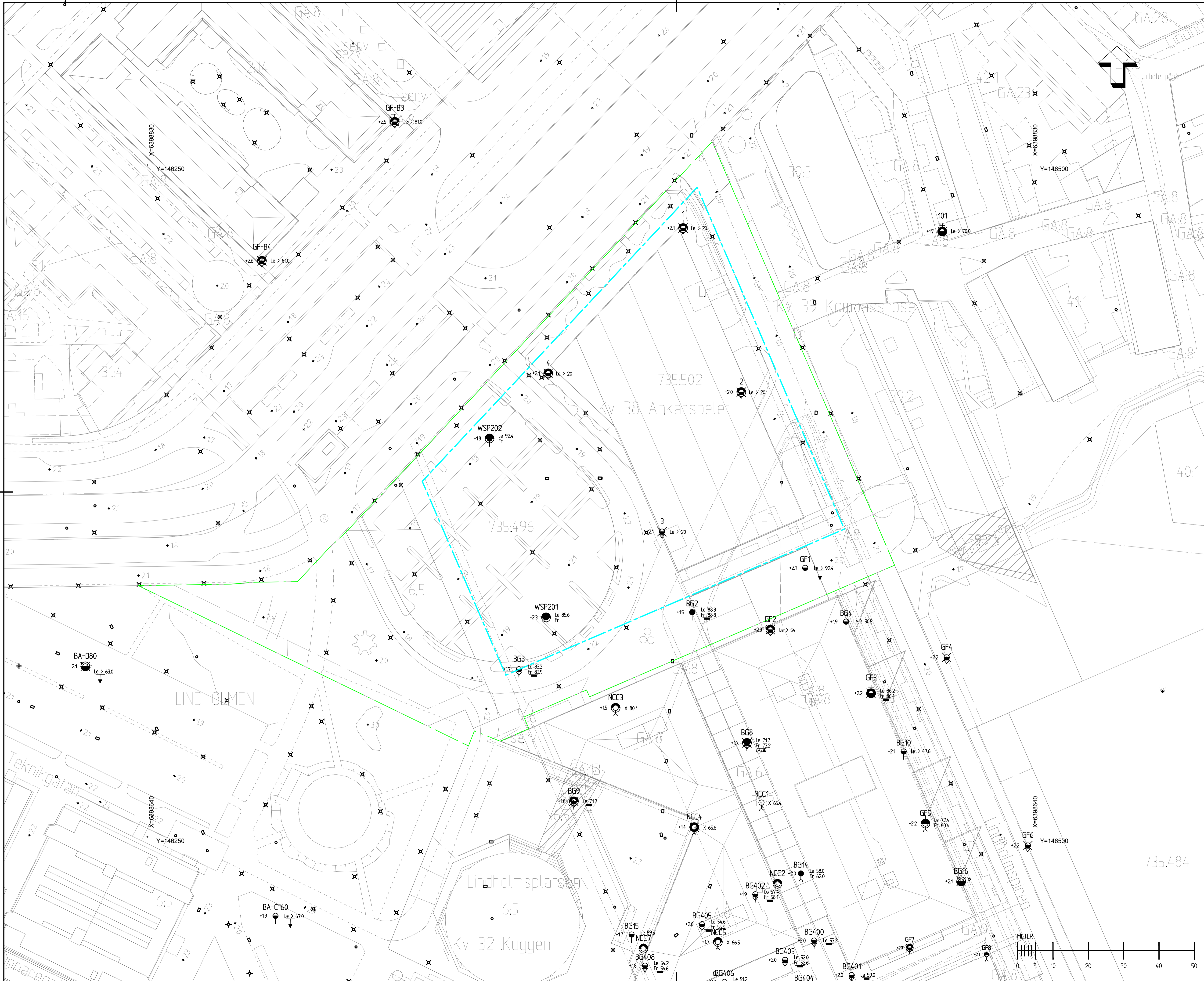
Morgenstern-Price  
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface
Yellow	Fyllning	Mohr-Coulomb	21	0	34							0	20	1
Light Green	Lera#1 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	18	-0,6	0,1	10			1
Green	Lera#2 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	15	0,666	0,1	5			1
Dark Green	Lera#3 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	17	2,25	0,1	2			1
Teal	Lera#4 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	26	0,88	0,1	-2			1
Olive Green	Lera#5 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	33	0,93	0,1	-10			1
Blue	Lera#6 komb	Combined, S=f(datum)	16,5		30	0	0	47	1,47	0,1	-25			1
Light Orange	Lera#7 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	17	0,9	0,1	2			1
Red	Lera#8 komb	Combined, S=f(datum)	16		30	0	0	26	3,5	0,1	-8			1
Red	Spont	High Strength	21											1
Grey	Stödfyllning	Mohr-Coulomb	23	0	36							0	20	1



Activating Moment: 61 390,218 kN·m Resisting Moment: 88 961,176 kN·m

Volume: 778,42322 m³



**ANVISNINGAR**

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH2000

**BETECKNINGAR**

BETECKNINGAR ENLIGT SGF'S  
BETECKNINGSSYSTEM. SE [www.sgf.net](http://www.sgf.net)

- X PUNKTER UTFÖRDA AV NORCONSULT 2009
- GFX PUNKTER UTFÖRDA AV GF KONSULT AB 2007
- WSPXXX PUNKTER UTFÖRDA AV WSP 2007
- GF-BX PUNKTER UTFÖRDA AV GF KONSULT AB 2006
- 101 PUNKT UTFÖRD AV GEOSENIOR BO ALTE, J&W OCH CTH 2001
- BGXX PUNKTER UTFÖRDA AV BOHUSGEO 2000-2001
- NCCX PUNKTER UTFÖRDA AV NCC 2001
- BA-XXX PUNKTER UTFÖRDA AV BO ALTE AB 1991

**GRÄNSBETECKNINGAR**

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- - - ANVÄNDNINGSMRÅDESGRÄNS

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSEER	SIGN	DIATUM



**Norconsult**

Norconsult AB Box 8774, 402 76 Göteborg Tfn +46 10 141 80 00 [www.norconsult.se](http://www.norconsult.se)

UPPDRAG NR 1087073	RITAD/KONSTR AV A. WAERME	HANDLAGGARE A. WAERME
DATUM 2023-12-14		

**LINDHOLMSPLATSEN**  
DETALJPLAN  
UTFÖRDA BORRPUNKTER  
PLAN

SKALA (A1)	NUMMER	BET
1:500	G101	