

K2A
FLOGSTA 22:3
UPPSALA KOMMUN

Teknisk PM Geoteknik
GEOTEKNIK

Göteborg 2023-05-19

NollTre Konsult AB

Projektbenämning: Flogsta
Uppdragsansvarig: Johan Boström
Uppdragsnummer: 6005-2301
Dokumentbeteckning: PM-001
Reviderad:

NOLLTRE KONSULT AB

Nordostpassagen 58
413 11 Göteborg
Org. Nr 559119-6448

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

1	ORIENTERING	4
2	UNDERLAG	4
3	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	4
4	TOPOGRAFI OCH MARKFÖRHÅLLANDEN	5
4.1	Planområde och befintlig verksamhet.....	5
4.2	Topografi och ytbeskaffenhet	5
4.3	Befintliga ledningar och konstruktioner	6
4.4	Blivande förhållanden	6
5	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	7
5.1	Jordlagerföljd och geotekniska egenskaper.....	7
5.2	Geohydrologiska förhållanden.....	8
5.3	Markradon	8
6	STABILITETSFÖRHÅLLANDEN.....	8
6.1	Säkerhetsrekommendationer	9
6.2	Beräkningsförutsättningar	10
6.2.1	Geometri och lagergränser	10
6.2.2	Materialparametrar	10
6.2.3	Grundvatten, portryck och vattennivå	11
6.2.4	Marklaster	11
6.3	Beräkningsresultat befintliga förhållanden	11
6.4	Beräkningsresultat blivande förhållanden.....	11
6.5	Beräkningsresultat med geotekniska förstärkningar.....	12
7	SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN.....	13
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	15

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga

SAMMANSTÄLLNING JORDEGENSKAPER	5.1
Sammanställning av lerans korrigerade skjuvhållfasthet	5.1-1
Sammanställning av jordens effektivspänningar	5.1-2
STABILITETSBERÄKNINGAR BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	6.3
Sektion 1, odränerad analys	6.3-1
Sektion 1, kombinerad analys	6.3-2
Sektion 2, odränerad analys	6.3-3
Sektion 2, kombinerad analys	6.3-4
Sektion 3 odränerad analys	6.3-5
Sektion 3, kombinerad analys	6.3-6
STABILITETSBERÄKNINGAR BLIVANDE FÖRHÅLLANDEN	6.4
Sektion 1, odränerad analys	6.4-1
Sektion 1, kombinerad analys	6.4-2
Sektion 2, odränerad analys	6.4-3
Sektion 2, kombinerad analys	6.4-4
Sektion 3 odränerad analys	6.4-5
Sektion 3, kombinerad analys	6.4-6
STABILITETSBERÄKNINGAR BLIVANDE FÖRHÅLLANDEN	6.5
Sektion 1, odränerad analys	6.5-1
Sektion 1, kombinerad analys	6.5-2
Sektion 2, odränerad analys	6.5-3
Sektion 2, kombinerad analys	6.5-4
Sektion 2 kombinerad analys känslighetsanalys portryck	6.5-5

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

1 ORIENTERING

I samband med framtagande av ny detaljplan för fastigheten Flogsta 22:3 i Uppsala kommun har Noll Tre Konsult utfört en geoteknisk undersökning och utredning på uppdrag av K2A.

Föreliggande PM utgör en dokumentation över den geotekniska projektering som utförts.

2 UNDERLAG

Följande handlingar har utgjort underlag vid upprättade av föreliggande rapport:

- "Illustrations- och situationsplan", tillhandahållen av Tengbom 2023-04-05
- "Baskarta" Uppsala kommun
- SGU:s jordarts- och jorddjupskarta
- Ledningsunderlag via ledningskollen.se

3 GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Geotekniska undersökningar utförda inom ramen för föreliggande projekt är redovisade i två separata rapporter benämnda:

- "Flogsta 22:3, Markteknisk undersökningsrapport, MUR" upprättad av NollTre Konsult AB med uppdragsnummer 6005-2301, daterad 2023-05-12
- "Flogsta 22:3, PM Radon" upprättad av NollTre Konsult AB med uppdragsnummer 6005-2301, daterad 2023-05-12

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

4 TOPOGRAFI OCH MARKFÖRHÅLLANDEN

4.1 Planområde och befintlig verksamhet

Planområdets preliminära utbredning redovisas i figur 4.1-1 nedan.



Figur 4.1-1 Planområdets preliminära utbredning

Området består av tidigare jordbruksmark som exploaterades på 1970-talet. Det aktuella planområdet är cirka 1,41 ha och i nuläget finns en befintlig ICA-butik med utanförliggande parkering och kringliggande gräsytor på fastigheten Flogsta 22:3. Planområdet berör även delar av fastigheterna Flogsta 11:42 i söder och Flogsta 11:42 i öster. Planområdets begränsning i norr utgörs av Flogstavägen, i väster och öster av gång och cykelvägar och i söder av ett fastmarkområde.

4.2 Topografi och ytbeskaffenhet

Markytan inom planområdet varierar huvudsakligen mellan +15 och +18 sluttande svagt åt nordväst. Söder om området finns ett skogbeklätt höjdparti med branta bergsslänter upp till nivån ca +30. I nordväst finns en befintlig gång-cykelpart under Flogstavägen där markytan lokalt sjunker till +15 à +12,5. Markytan kring befintlig butik utgörs av asfalt med omkringliggande gräsytor och refuger.

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

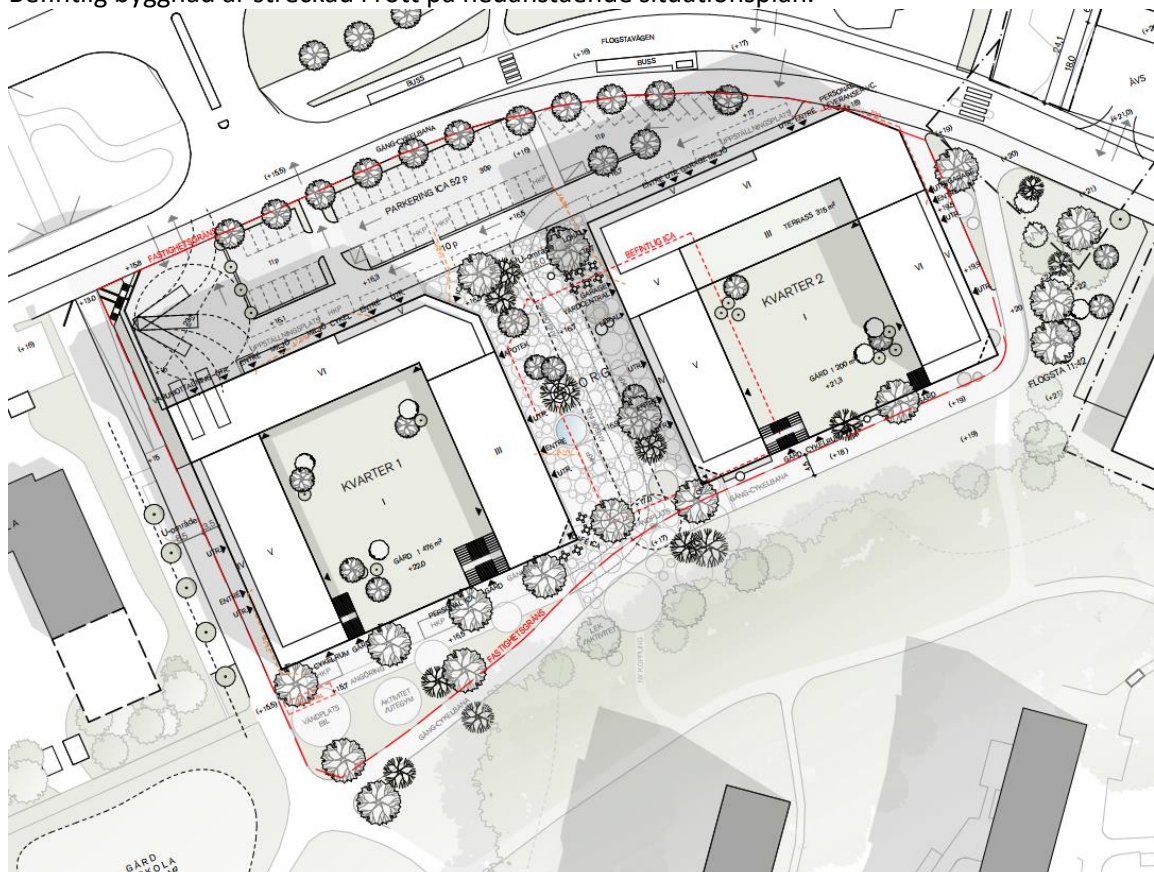
4.3 Befintliga ledningar och konstruktioner

Inom planområdet och i anslutning till planområdet finns ett flertal kommunala VA-ledningar, el-, tele och opto. I planarbetet har det tillskapats U-områden som möjliggör omläggning ledningarna som hamnar i konflikt med planen.

I nordvästra delen av området finns en befintlig port för gång- och cykeltrafik under Flogstavägen. Grundläggningsätt och eventuella geotekniska förstärkningar kring porten var vid upprättande av föreliggande rapport okänd. Sannolikt är porten en sluten rambro grundlagd på packad fyllning utan några särskilda geotekniska förstärkningsåtgärder.

4.4 Blivande förhållanden

Inom planområdet planeras det för två nya kvarter med flerbostadshus med gröna innergårdar på bjälklag. I byggnaderna planeras det för studentlägenheter i blandade storlekar samt handel (ICA-butik), en vårdcentral och garage. Den nya livsmedelsbutiken inryms i markplan inom kvarter 1. Inom kvarter 2 ligger ett parkeringsgarage i markplan.. Befintlig byggnad är streckad i rött på nedanstående situationsplan.



Figur 4.4-1 Situationsplan för exploatering inom Flogsta 22:3: Tengbom

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

5.1 Jordlagerföljd och geotekniska egenskaper

För utförligare redovisning av jordlagerföljd hänvisas till geotekniska ritningar i MUR.

Den naturliga jordlagerföljden i området består generellt av ett lager lera följt av en friktionsjord som vilar på berg. I befintliga asfaltsytor finns överst ett lager fyllning och i befintliga grönytor finns överst ett tunt mulljordslager.

Fyllningen återfinns under befintliga asfaltytor och består överst av grus och sand med inslag av stenar (samkross). Mot djupet förekommer lera och tegel i fyllningen. Fyllningens tjocklek varierar enligt utförda undersökningar mellan ca 0,6 och 1,0 m.

Mulljordens tjocklek varierar enligt utförda undersökningar mellan 0,1 och 0,2 m.

Leran har överst en utvecklad torrskorpa vars tjocklek varierar mellan ca 1,5 och 3,0 m, tjockleken ökar mot norr. I övre delen av leran förekommer rester av tegel och sandskikt. Lerlagrets tjocklek varierar stort inom området. I söder upp mot höjdpartiet finns berg i dagen och lerlagrets tjocklek ökar sedan mot nordväst till som mest ca 30 m. Vid undersökningar närmst höjdpartiet bedömde fältgeotekniker att sonderingsstängerna gled utmed berget, s.k. släntberg.

Leran är normalkonsoliderad vilket innebär att sättningar kommer att utvecklas även vid relativt små tillskottsbelastningar.

Lerans skjuvhållfasthet i området är låg. Under torrskorpan är skjuvhållfastheten 11 kPa och ökar med därefter med 1,00 kPa/m. Från nivå +8 ökar skjuvhållfastheten från 16,3 kPa med 2,30 kPa/m.

Friktionsjorden har inte undersökts närmre avseende sammansättning och geotekniska egenskaper. Utifrån SGU:s jordartskarta bedöms den utgöras av morän.

Sammanställning av lerans geotekniska parametrar redovisas i 5.1-1 till bilaga 5.1-2.



Figur 5.1-1 Utsnitt ur SGU:s jordartskarta

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

5.2 Geohydrologiska förhållanden

I samband med fältundersökningarna installerades två filterbestyckade grundvattenrör i friktionsjorden under leran på 10 respektive 12 m djup. Mätningar i dessa visar en grundvattenyta som ligger ca 2,2 till 2,4 m under markytan på nivån +14,1 à +14,0.

Mätningar av fria stabiliserade vattenytor i provtagningshål visar på en grundvattenyta som generellt ligger 1,8 och 3,2 m under markytan, mellan nivåerna +14,9 och +13,4.

Grundvattennivån varierar över tid och bedöms kunna fluktuera mellan ca 1,0 och 4,0 meters djup under markytan där de högre nivåerna är mest sannolika i södra delen av området.

5.3 Markradon

Radongas i markluft har mätts i fyra undersökningspunkter där samtliga mätningar ligger inom intervallet för högriskområde vilket innebär att byggnaderna ska utföras radonsäkert.

6 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

Stabiliteten har kontrollerats i områdets nordvästra del utmed befintlig gångcykel port under Flogstavägen där höjdskillnader på som mest 3,5 m förekommer.

Utmed områdets södra del är marken mer kuperad men marken består huvudsakligen berg-i-dagen eller ett tunt jordtäckte följt av berg, i områdets sydvästra del förekommer lera men marken är flackare. Befintlig markyta lutar ca 1:15 och stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfyllest. Blivande marknivåer i planförslaget innebär även att marken kommer att fyllas upp på potentiella glidytor mothållande sida vilket förbättrar stabilitetsförhållandena.

Planlägen för beräkningssektioner framgår i figur 6-1 nedan



Figur 6-2 Beräkningssektioners lägen i plan.

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

6.1 Säkerhetsrekommendationer

Stabilitetsutredningen har utförts i enlighet med IEG:s Rapport 4:2010 där erforderlig säkerhetsnivå gäller för detaljerad utredningsnivå och vid markanvändningen planläggning.

I Rapport 4:2010 anges rekommenderade säkerhetsfaktorer som ett spann för odränerad respektive kombinerad analys och är beroende av utredningsnivå samt markanvändning. Vid val av erforderlig säkerhetsfaktor inom rekommenderat spann bedöms de aktuella förutsättningarna med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden.

Tabell 6.1-1 Val av rekommenderad säkerhetsfaktor enligt IEG rapport 4:2010

Markanvändning	Erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott		
	F_c	F_{komb}	F_ϕ
Planläggning	1,7-1,5	1,5-1,4	1,30 (sand)

I tabell 6.1-2 listas gynnsamma och ogynnsamma förhållanden inom utredningsområdet.

Tabell 6.1-2 Gynnsamma och ogynnsamma förhållanden inom utredningsområdet

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Konsekvens av skred	Begränsad utbredning av skred	Risk för människoliv och ekonomisk skada
Släntens beständighet	Inga tecken på rörelser i slänten Ingen risk för ytvatten- och erosion Intakt gräs-, busk- och trädvegetation	
Tidigare förändringar i slänten	-	-
Jordens egenskaper	Normal spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	Kohesionsjord
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet	Känslighetsanalys utförd på porttryck i kritisk sektion Glidyntans läge i plan vald i farligaste delen av slänten i stabilitetssynpunkt Två dimensionell analys (troligen ger beaktande av ändyteffekter högre säkerhetsfaktor närmst porten	Kritiska glidytor omfattar mindre jordvolym med ett fåtal hållfasthetsbestämningar

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Fält- och laboratorieundersökningar	Relativt tätt undersökt i förhållande till områdets storlek, undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet In situ-provning är utförd med vingförsök CPT-sonderingar är utförda	Direkta skjuvförsök saknas Triaxialförsök saknas
Släntens geometri	Välkänd geometri (bra grundkarta)	Inga inmätningar i kritiska sektioner
Grundvatten- och portrycksförhållanden	Begränsade förväntade tryckvariationer Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena utförd	Långtidsobservationer saknas
Ytvattenförhållanden		Inget vattendrag i närheten av planområdet

Utifrån ovan listade förutsättningar rekommenderas säkerhetsnivåer enligt tabell 6.1-3 nedan.

Tabell 6.3-3 Vald säkerhetsnivå för respektive markanvändningsområde

Markanvändning	Erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott		
	F_c	F_{komb}	F_ϕ
Planläggning	1,65	1,47	Ej aktuell

6.2 Beräkningsförutsättningar

6.2.1 Geometri och lagergränser

Släntgeometri har genererats från nivåkurvor i Uppsala kommuns baskarta. Vid porten har markytan på gång och cykelvägen sänkts med 0,5 m vid ingången till porten för att vara på säkra sidan.

Jordlagerföljd, lagertjocklekar och egenskaper har utvärderats från de geotekniska undersökningarna.

6.2.2 Materialparametrar

Materialegenskaper har utvärderats utifrån utförda geotekniska fält- och laboratorieundersökningar. För kohesionsjord har odränerad skjuvhållfasthet (c_u) och densitet (ρ) utvärderats direkt från sammanställning av härledda värden. Den dränerade skjuvhållfastheten för kohesionsjord har beskrivits enligt praxis (Skredkommissionens riktlinjer) med hjälp av en inre friktionsvinkel $\phi'_k = 30^\circ$, samt ett kohesionsintercept som är

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

10 % av den utvärderade odränerade skjuvhållfastheten ($c'_k = 0,1 \cdot c_{uk}$). För friktions- och mellanjord har materialegenskaperna (hållfasthet och densitet) valts från tabellvärden (TK Geo).

6.2.3 Grundvatten, portryck och vattennivå

I stabilitetsberäkningarna har en hydrostatisk trycknivå antagits utifrån en grundvattenyta belägen 0 till 1 m under markytan.

I sektion 2 har en känslighetsanalys utförts på lerans portryck där portryckstillväxten är 11-15 kPa/m.

6.2.4 Marklaster

Marklaster har ansatts där de verkar ogynnsamt. Trafiklast härledd till fordonstrafik har tillskrivits 15 kN/m² över hela körfältets bredd medan gång- och cykeltrafik har tillskrivits 5 kN/m². Variabla laster har enbart beaktats i odränerad analys (kortidsförhållanden).

6.3 Beräkningsresultat befintliga förhållanden

Beräkningsresultat för befintliga förhållanden framgår i tabell 6.3-1 nedan. Beräkningarna visar att säkerheten mot stabilitetsbrott inte uppfyller erforderlig säkerhetsnivå för blivande förhållanden i sektion 1 och sektion 2.

Tabell 6.3-1 Resultat från utförda stabilitetsberäkningar avseende befintliga förhållanden

Sektion	Lägsta beräknade säkerhetsfaktor		Bilaga/Figur
	F _c	F _{KOMB}	
Sektion 1	1,29	1,42	6.3-1, 6.3-2
Sektion 2	1,42	1,64	6.3-3, 6.3-4
Sektion 3	1,75	2,04	6.3-5, 6.3-6

6.4 Beräkningsresultat blivande förhållanden

Blivande förhållanden innebär att markytan i slänten ned mot gång- cykelvägen kommer att höjas för att göra utrymme för en inlastningsyta till blivande livsmedelsbutik.

Höjdskillnaderna planeras att tas upp med en stödmur som placeras i fastighetsgräns. I beräkningarna har en trafiklast inom hela inlastningsytan och parkeringarna öster om denna ansatts.

I sektion 3 kommer blivande byggnad att ansluta direkt mot gång- och cykelvägen och byggnaden behöver byggas med en förhöjd sockel som tar upp höjdskillnaderna mellan gång- och cykelvägen och byggnadens golvnivå. Då jorden består av lös lera förutsätts att huset pålas på spetsbärande pålar och därmed har ingen last ovan byggnadens pålavskärningsplan lagts in i beräkningarna.

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

Tabell 6.4-1 Resultat från utförda stabilitetsberäkningar avseende blivande förhållande utan förstärkningar

Sektion	Lägsta beräknade säkerhetsfaktor F		Bilaga/Figur
	F _C	F _{KOMB}	
Sektion 1	1,07	1,09	6.4-1, 6.4-2
Sektion 2	1,24	1,32	6.4-3, 6.4-4
Sektion 3	1,97	1,63	6.4-5, 6.4-6

Stabilitetsberäkningarna visar att någon typ av geoteknisk förstärkning krävs kring inlastningsytan. Beräknade säkerhetsfaktorer ligger någorlunda långt under vald säkerhetsnivå och förstärkningarna bedöms bli relativt omfattande.

6.5 Beräkningsresultat med geotekniska förstärkningar

Tänkbara förstärkningsmetoder är att inlastningsytan förstärks med någon typ av lättfyllning, ex. cellplast, skumglas, lättklinker (för att minska de pådrivande massorna), att leran förstärks med kalk-cementpelare (som höjer hållfastheten i jorden) eller att inlastningsytan grundläggs på påldäck/bankpålar (som också minskar de pådrivande massorna). Det är vid upprättade av föreliggande rapport okänt hur befintlig port är grundlagd och vilken utfyllnad som är möjligt kring denna. Studerad förstärkningsmetod i nedanstående beräkningar är pålade stödmurar i kombination med lättfyllning under inlastningsytan vilket bedöms påverka porten marginellt. Vald lättfyllning i beräkningarna är cellplast vilket ger störst avlastningseffekt.

I sektion 1 krävs ca 2 m cellplast närmst stödmuren vilket kan minskas till 1,2 m ca 10 m från murens krön. Cellplastförstärkningen kan avslutas ca 23 m från murkrönet.

I sektion 2 krävs ca 1,1 m cellplast närmst stödmuren vilket kan minskas till 0,8 m ca 10 m från murens krön. Cellplastförstärkningen kan avslutas ca 23 m från murkrönet.

Tabell 6.5-1 Resultat från utförda stabilitetsberäkningar avseende blivande förhållande med förstärkningar

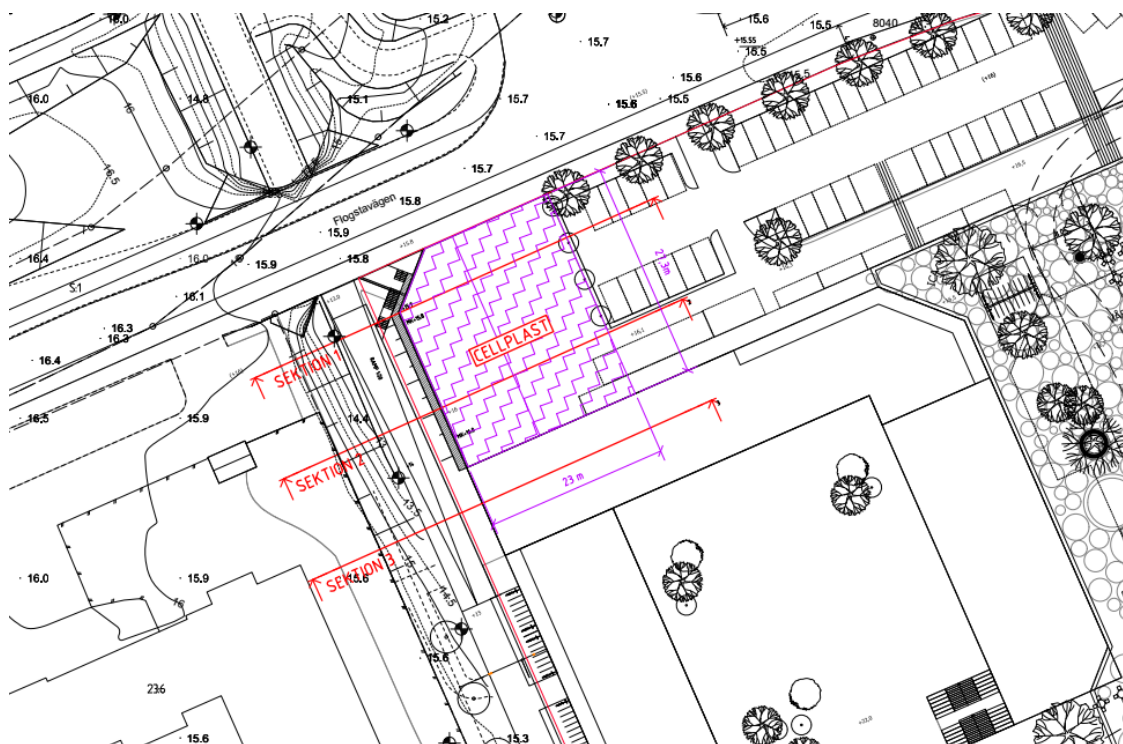
Sektion	Lägsta beräknade säkerhetsfaktor F		Bilaga/Figur
	F _C	F _{KOMB}	
Sektion 1, förstärkt	1,66	2,13	6.5-1, 6.5-2
Sektion 2, förstärkt	1,67	1,89	6.5-3, 6.5-4
Sektion 2, känslighetsanalys	-	1,53	6.5-5

I sektion 2 har en känslighetsanalys över lerans porttryck utförts. I beräkningen har grundvattenytan lagts strax under markytan eller de geotekniska förstärkningarna. På 10 meter djup har en trycknivå motsvarande +17 lagts in vilket innebär att porttrycket i leran har en tillväxt på mellan 11 och 15 kPa (som störst vid gc-vägen där markytans nivå minskar).

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

Beräknad säkerhetsfaktor uppgår till 1,53 vilket överstiger vald säkerhetsnivå. Det bedöms inte vara sannolikt att det ansatta portrycket kan förekomma i verkliga förhållanden.

Utbredningen på cellplasten redovisas översiktligt redovisas i figur 6.5-1 nedan.



Figur 6.5-1 Område med behov geoteknisk förstärkning av stabilitetsskäl

7 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Spänningsdiagram för befintliga förhållanden redovisas i bilaga 5.1-1. Diagrammet är baserat på empirisk bestämning av förkonsolideringstrycket utifrån utförda CPT-sonderingar.

Vattenkvoten i leran under torrskorpan är relativt låg vilket indikerar att den inte är särskilt sättningkänslig, dock saknas provtagningar mot djupet.

I nedanstående tabeller redovisas översiktliga prognosticerade sättningar vid 15 respektive 30 m lerdjup. Vid detaljprojektering rekommenderas att kolvprovtagningar med tillhörande rutinundersökningar och CRS-försök utförs för att få en bättre bild av lerans sättningsegenskaper. Leran i området är dock sättningkänslig och sannolikt krävs sättningsreducerande åtgärder i form av länkplattor vid entréer och infarter men även andra åtgärder kan komma att krävas (exempelvis lättfyllning)

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

Tabell 7-2 Prognosticerade sättningar vid 15 m lerdjup

Tid / Tillskotts-belastning	5 kPa	10 kPa	20 kPa
20 år	3 - 10 cm	10- 20 cm	25 - 45 cm
50 år	5 - 15 cm	15 – 35 cm	45- 80 cm
100 år	5 - 15 cm	20 - 40 cm	50 - 100 cm

Tabell 7-2 Prognosticerade sättningar vid 30 m lerdjup

Tid / Tillskotts-belastning	5 kPa	10 kPa	20 kPa
20 år	5 - 10 cm	10 - 20 cm	25 - 50 cm
50 år	5 - 15 cm	20 - 35 cm	50 - 80 cm
100 år	10- 20 cm	30 - 55 cm	70 - 110 cm

Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2023-05-19	Rev datum
Uppdragsnummer 6011-1801	Handläggare J Boström	Status

8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Jordlagerföljden i området består generellt av ett lager fyllning följt av lera ovan en friktionsjord som vilar på berg. Leran har överst en utvecklad torrskorpa på mellan 1,5 och 3,0 och är därunder lös. Lerlagrets tjocklek varierar mellan 0 och 30 m ökande åt nordväst.

Byggnader som grundläggs ovan lera rekommenderas att grundläggas med spetsburna pålar.

Större höjdskillnader förekommer i nordvästra delen av området vid befintlig gång och cykelport under Flogstavägen och säkerheten mot stabilitetsbrott uppnår inte erforderlig säkerhetsnivå. Marken planeras att fyllas ut i området och en stödmur planeras längs med nedfarten till porten. Av stabilitetsskäl krävs någon typ av geoteknisk förstärkning inom ca 23 m bakom stödmuren. Beräkningar visar att tillräcklig säkerhet uppnås om stödmuren pålas i kombination med att leran grävs ur och ersätts med mellan 2 och 1,2 cellplast under inlastningsytan.

Leran i området är sättningkänslig och sannolikt krävs sättningsreducerande åtgärder i form av länkplattor vid entréer och infarter men även andra åtgärder kan komma att krävas (exempelvis lättfyllning).

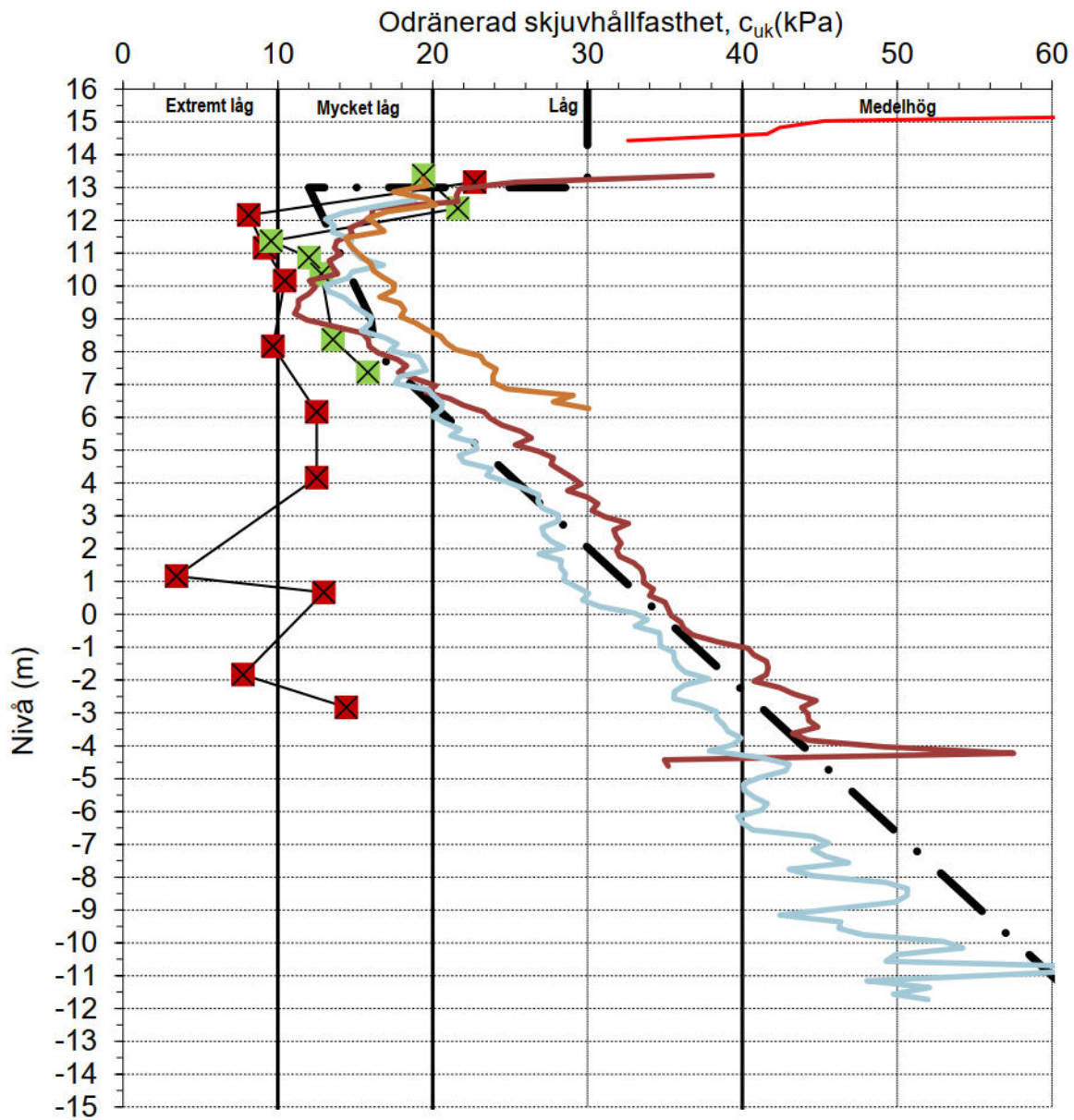
Mätningar av radongas i markluft ligger inom intervallet för högriskområde vilket innebär att byggnaderna ska utföras radonsäkert.

Göteborg 2023-05-19



NollTre Konsult AB
Johan Boström

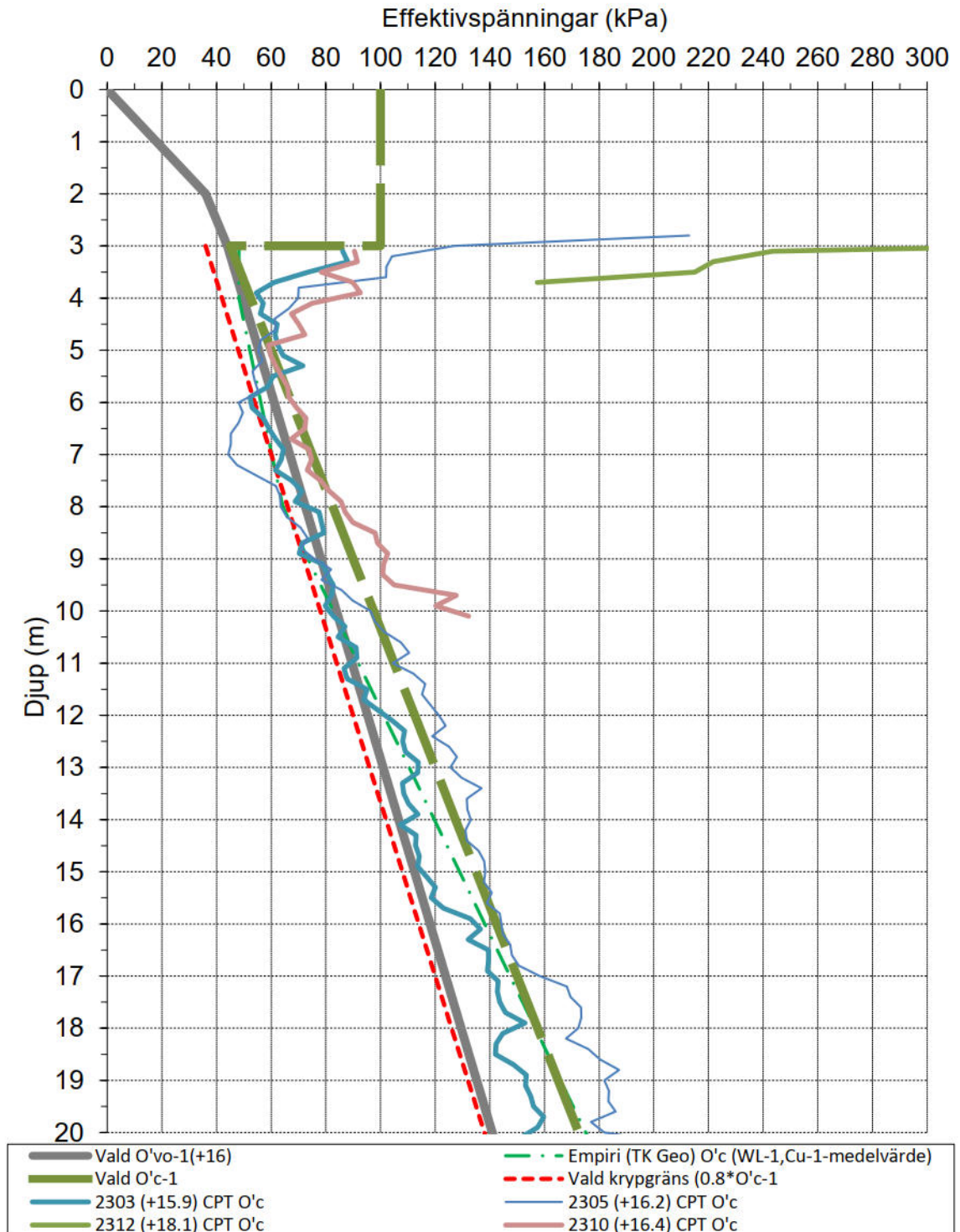
Titel Teknisk PM Geoteknik	Dokumentdatum 2022-05-19	Rev datum	
Projektnummer 6005-2301	Handläggare J Boström	Bilaga Bilaga 5.1	Sidnr. 1 (2)



— Vald Cu-1-medelvärde	— x — 2305 (+16.2) Vb Cu, korr(WL-1)
— x — 2310 (+16.4) Vb Cu, korr(WL-1)	— 2305 (+16.2) CPT Tfu, korr
— 2312 (+18.1) CPT Tfu, korr	— 2303 (+15.9) CPT Tfu, korr
— 2310 (+16.4) CPT Tfu, korr	

Bilaga 5.3-1 Sammanställning av jordens odränerade skjuvhållfasthet.

Titel	Dokumentdatum	Rev datum	
Teknisk PM Geoteknik	2022-05-19		
Projektnummer	Handläggare	Bilaga	Sidnr.
6005-2301	J Boström	Bilaga 5.1	2 (2)

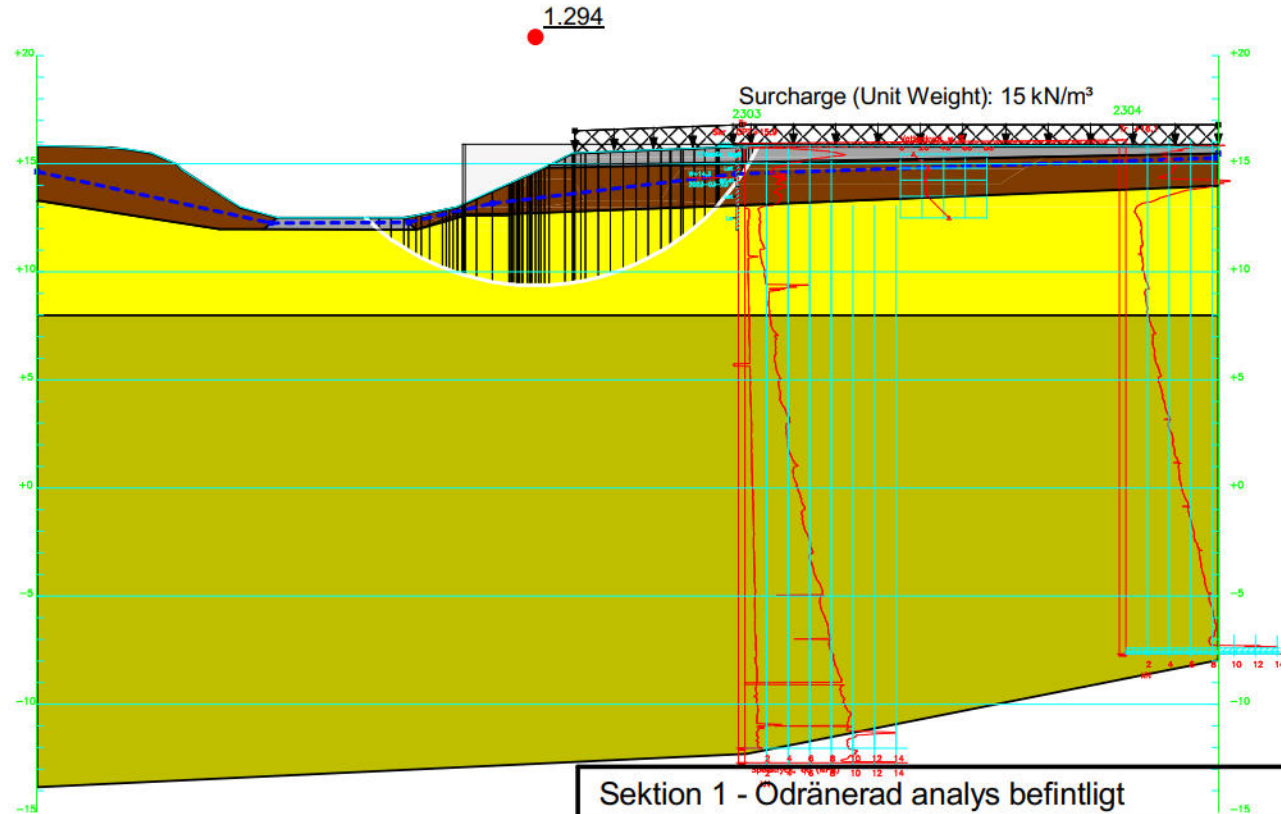


Bilaga 5.3-2 Sammanställning av jordens spänningar

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 1 - Odränerad analys befintligt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1



Sektion 1 - Odränerad analys befintligt

Flogsta.gsz

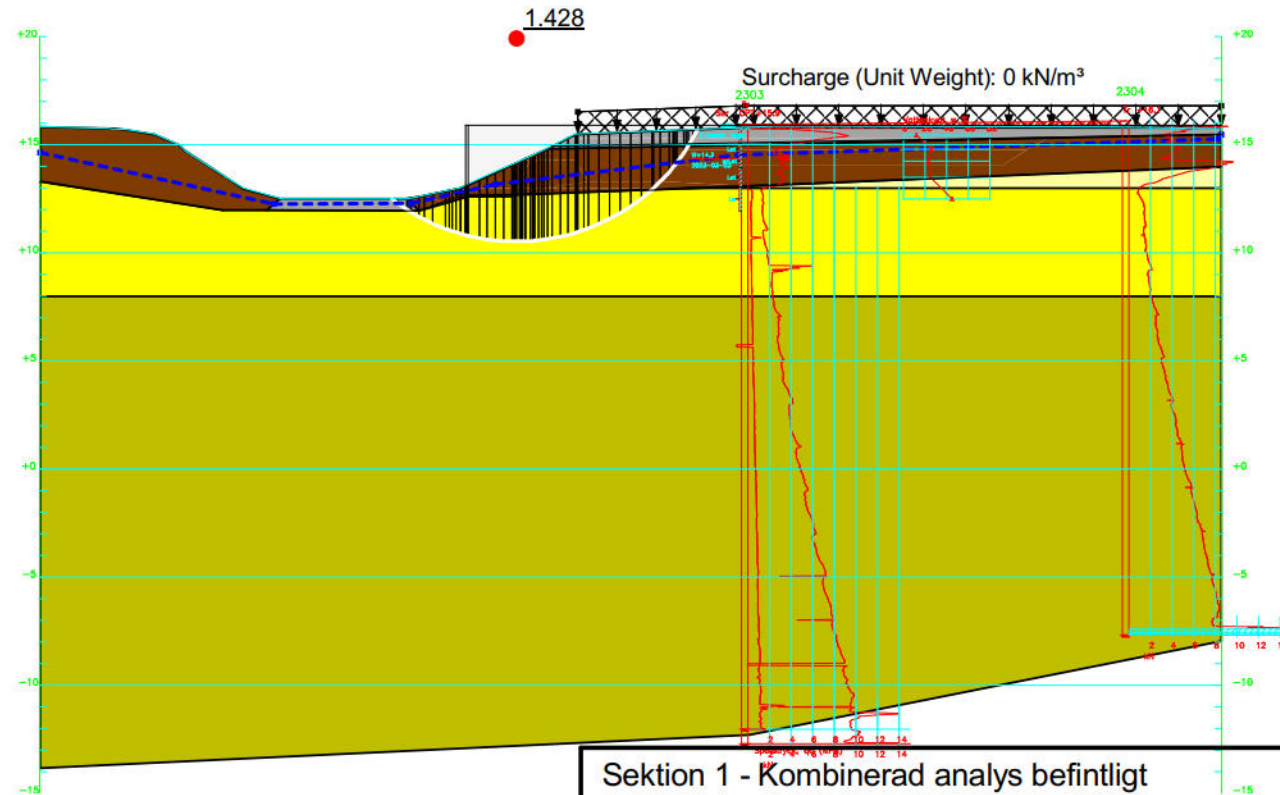
2023-05-16

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 1 - Kombinerad analys befintligt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-17
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18	0	36									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.2	0.1		12	1	0.1		13		1
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.6	0.23		16	2.3	0		8		1
Light Green	Lera 0 [komb]	Combined, S=f(depth)	15.7		30	1.2	0		12	0	0.1				1
Brown	Let [komb]	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0		30	0	0				1



Sektion 1 - Kombinerad analys befintligt

Flogsta.gsz

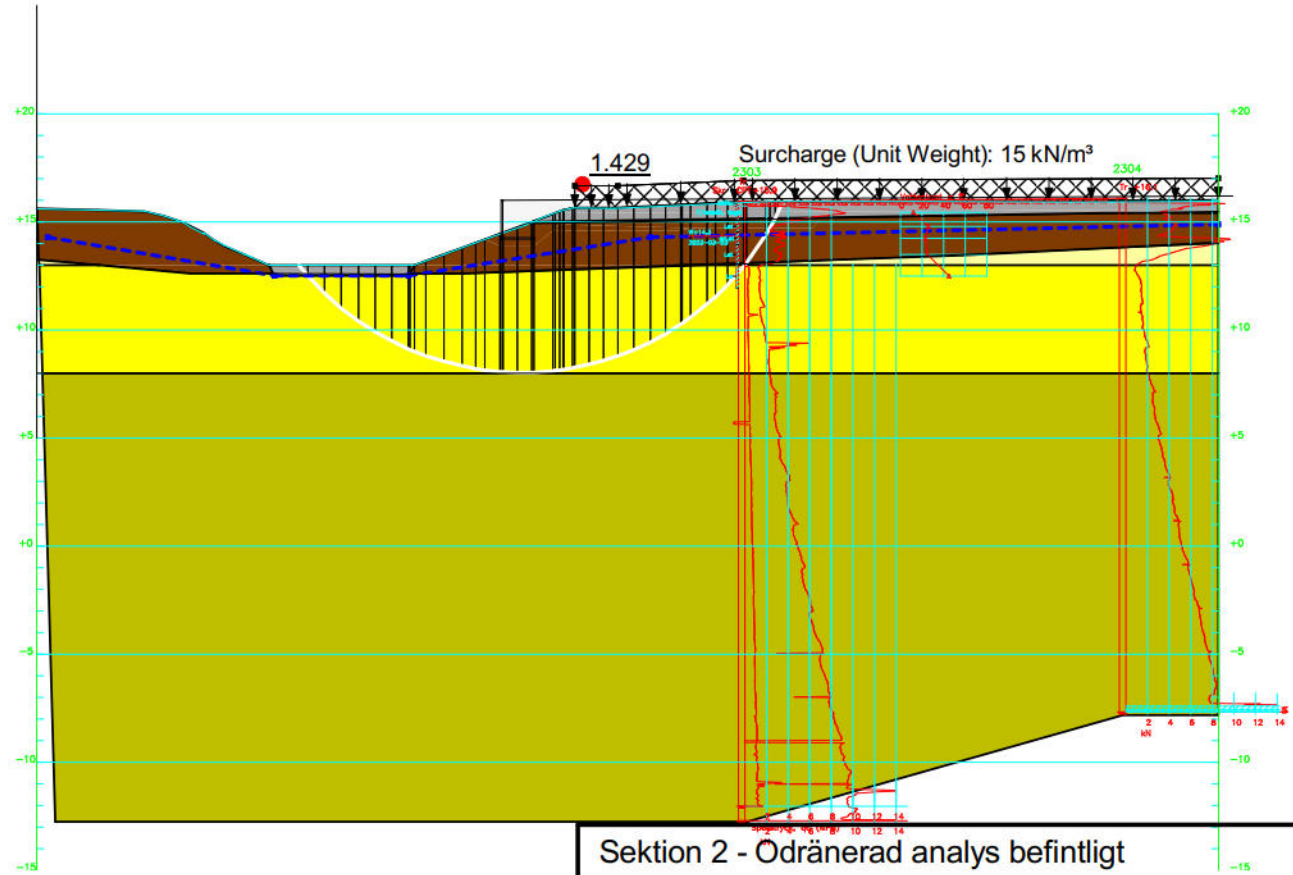
2023-05-17

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 2 - Odränerad analys befintligt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7	12	1	0	13					1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7	16	2.3	0	8					1
■	Lera 0 [od]	Undrained (Phi=0)	15.7	12								1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1

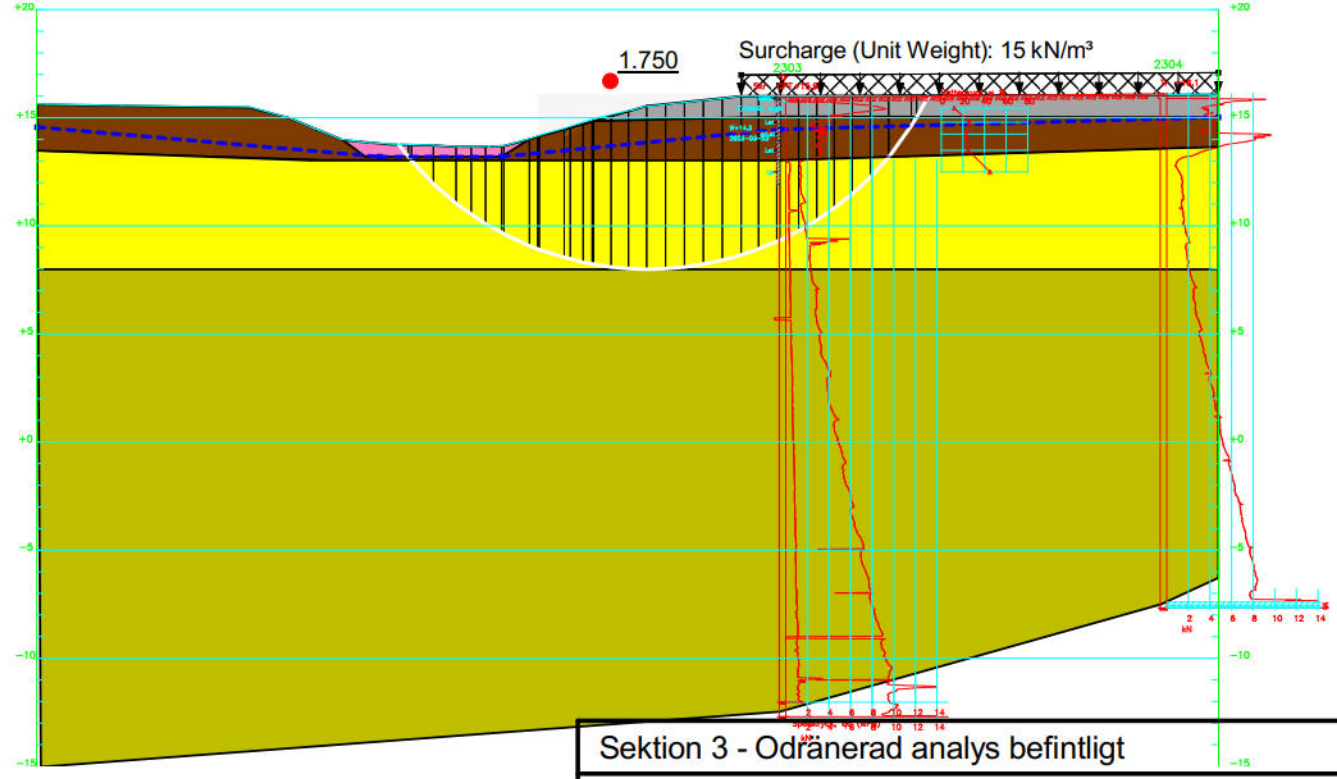


Sektion 2 - Odränerad analys befintligt
 Flogsta.gsz
 2023-05-16
 1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 3 - Odränerad analys befintligt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1



Sektion 3 - Odränerad analys befintligt

Flogtsa.gsz

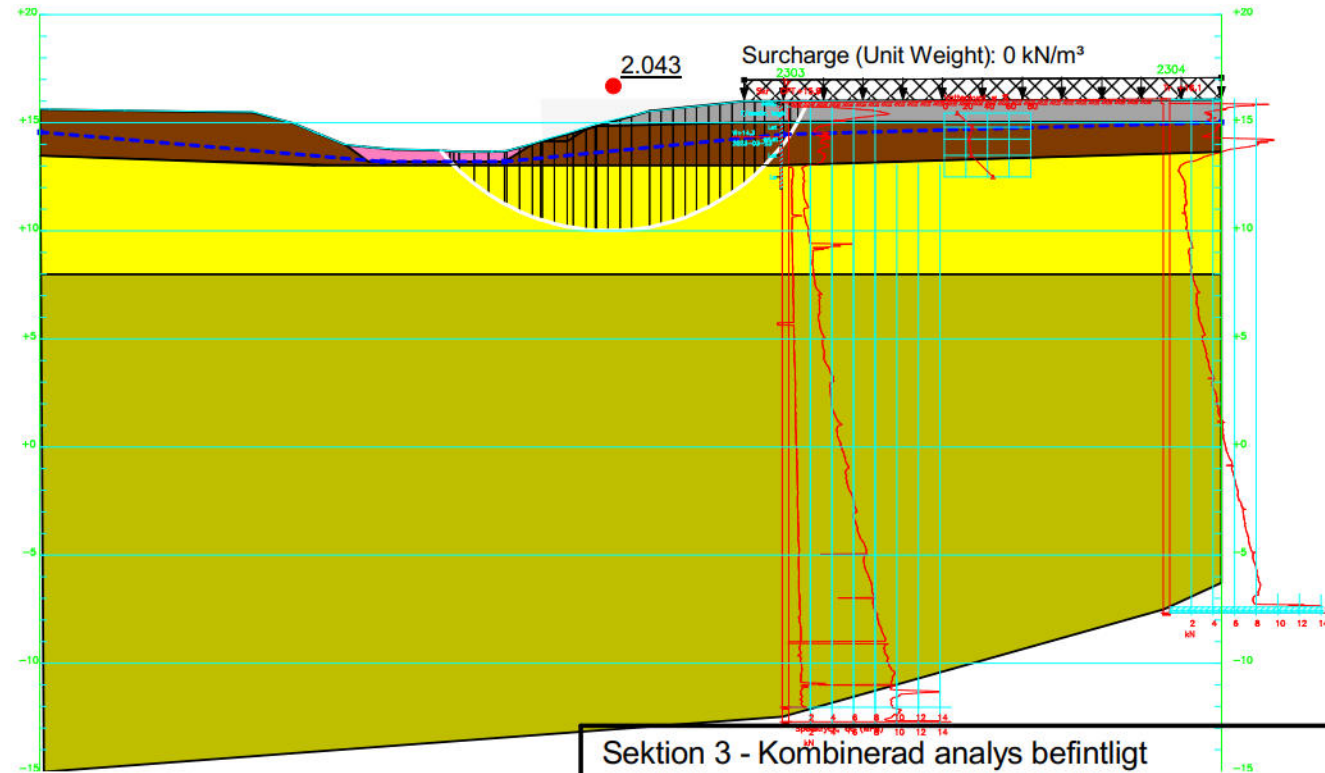
2023-05-16

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
Sektion 3 - Kombinerad analys befintligt
Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
Date: 2023-05-17
PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18		0	36									0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20		0	38									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=(datum)	15.7			30	1.2	0.1		12	1	0.1	13			1
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=(datum)	15.7			30	1.6	0.23		16	2.3	0	8			1
Brown	Let [komb]	Combined, S=(depth)	18			30	3	0	30		0	0				1
Dark Brown	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30												1



Sektion 3 - Kombinerad analys befintligt

Flogtsa.gsz

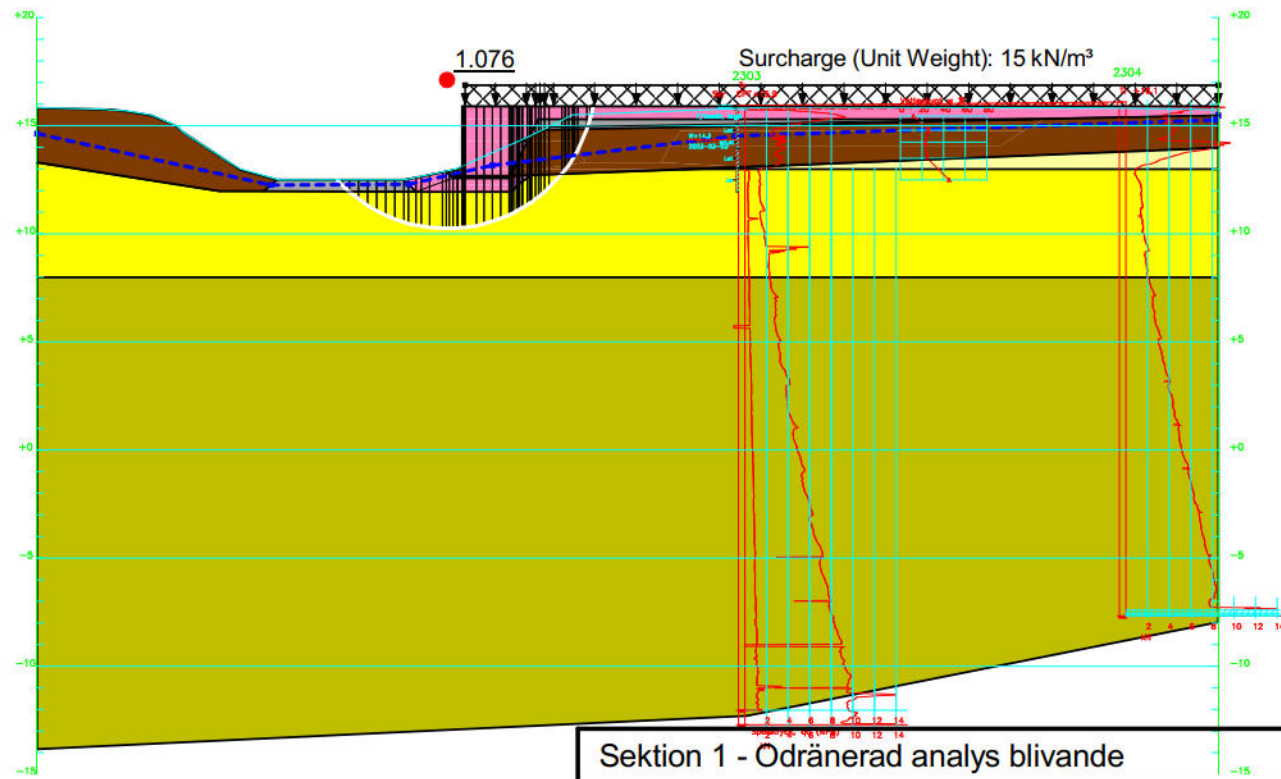
2023-05-17

1:350

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
■	Lera 0 [od]	Undrained (Phi=0)	15.7	12								1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1
■	Stödmur	High Strength	24									1

Flogsta 22:3 detaljplan
Sektion 1 - Odränerad analys blivande
Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
Date: 2023-05-16
PWP Conditions from: Piezometric Line

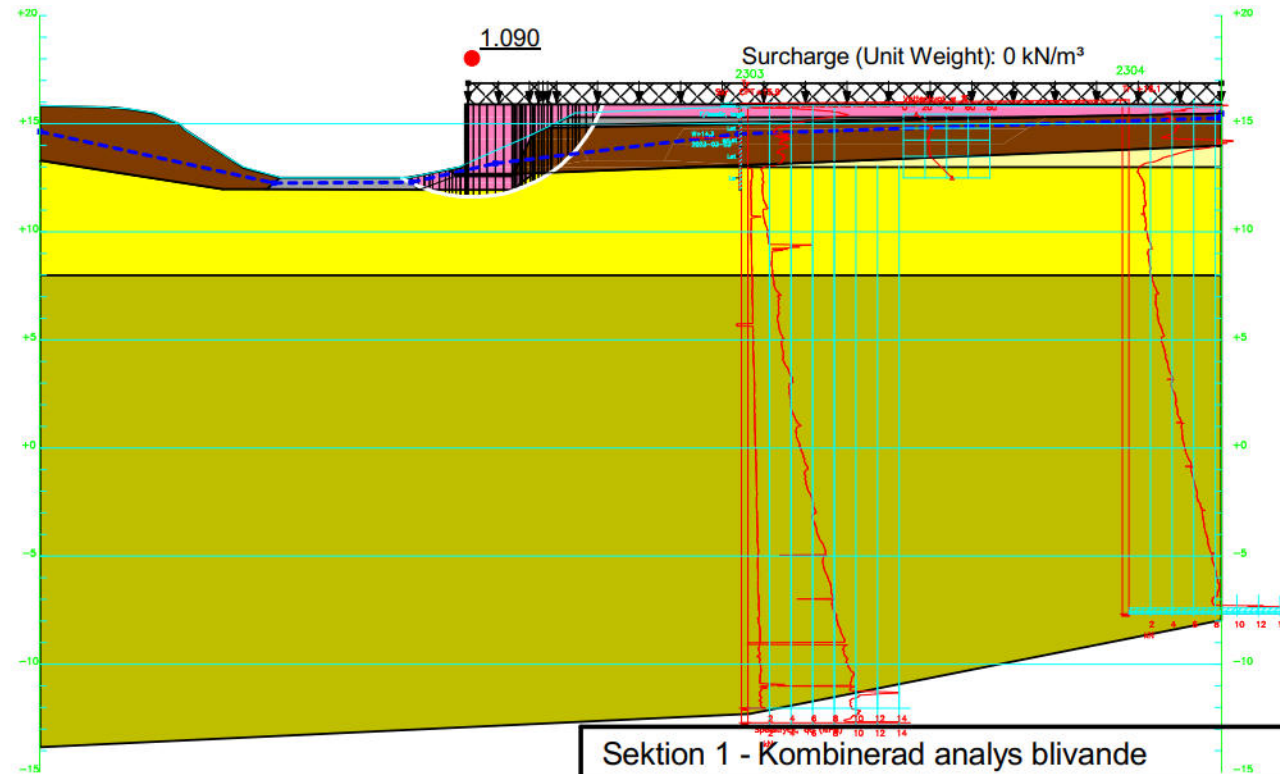


Sektion 1 - Odränerad analys blivande
Flogsta.gsz
2023-05-16
1:350

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18	0	36									0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20	0	38									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.2	0.1		12	1	0.1	13			1
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.6	0.23		16	2.3	0	8			1
Light Green	Lera 0 [komb]	Combined, S=f(depth)	15.7		30	1.2	0		12	0	0.1				1
Brown	Let [komb]	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0		30	0	0				1
Black	Stödmur	High Strength	24												1

Flogsta 22:3 detaljplan
Sektion 1 - Kombinerad analys blivande
Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
Date: 2023-05-16
PWP Conditions from: Piezometric Line



Sektion 1 - Kombinerad analys blivande

Flogsta.gsz

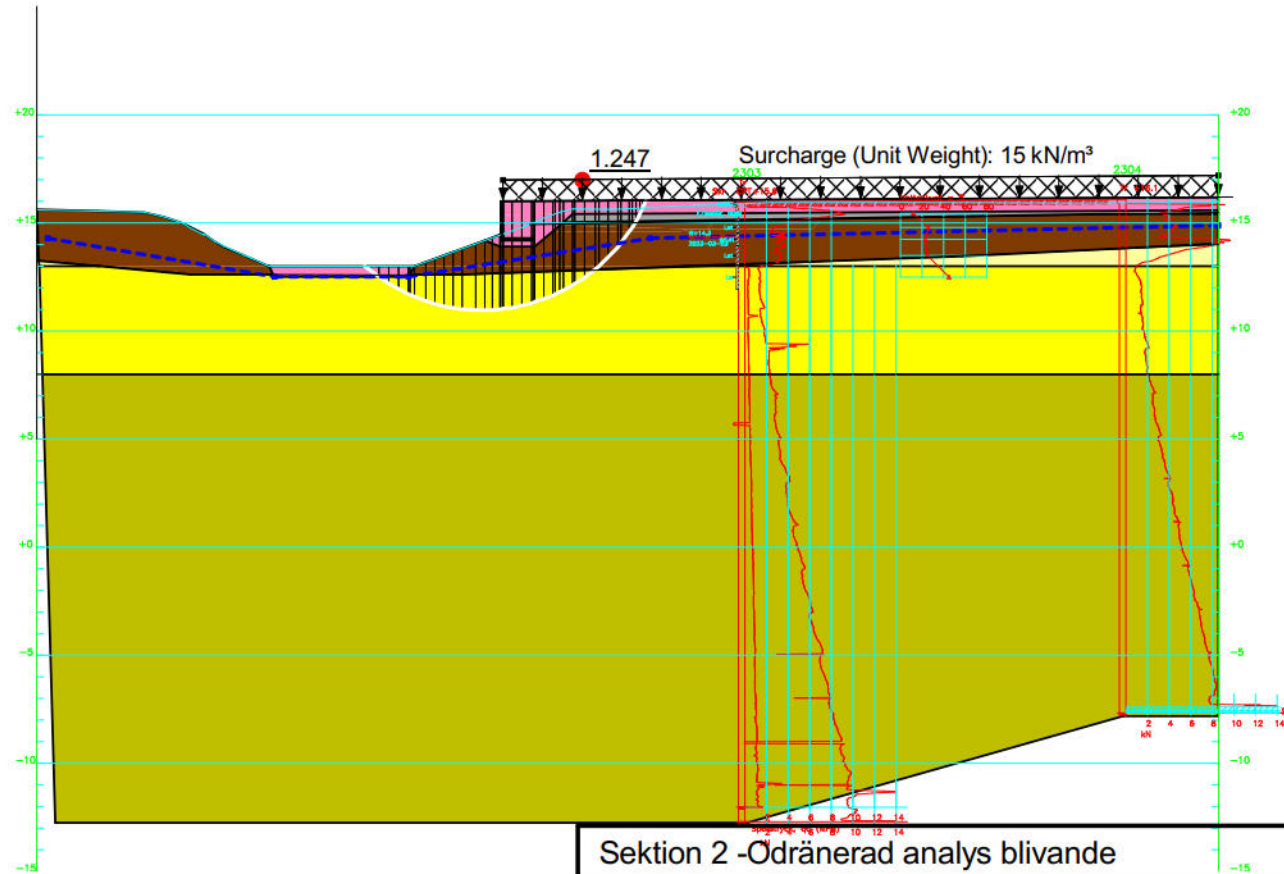
2023-05-16

1:350

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
■	Lera 0 [od]	Undrained (Phi=0)	15.7	12								1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1
■	Stödmur	High Strength	24									1

Flogsta 22:3 detaljplan
Sektion 2 -Odränerad analys blivande
Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
Date: 2023-05-16
PWP Conditions from: Piezometric Line



Sektion 2 -Odränerad analys blivande

Flogsta.gsz

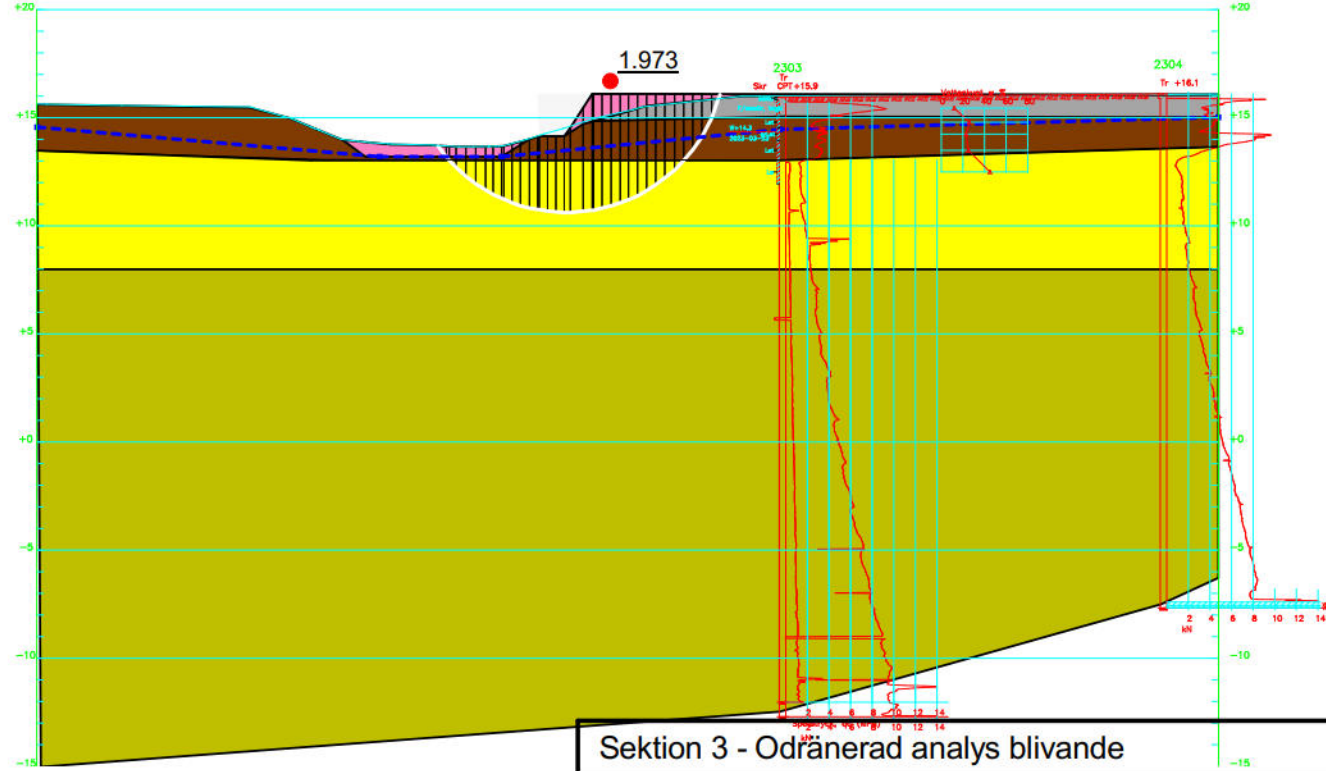
2023-05-16

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 3 - Odränerad analys blivande
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
Yellow	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
Light Green	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
Brown	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1

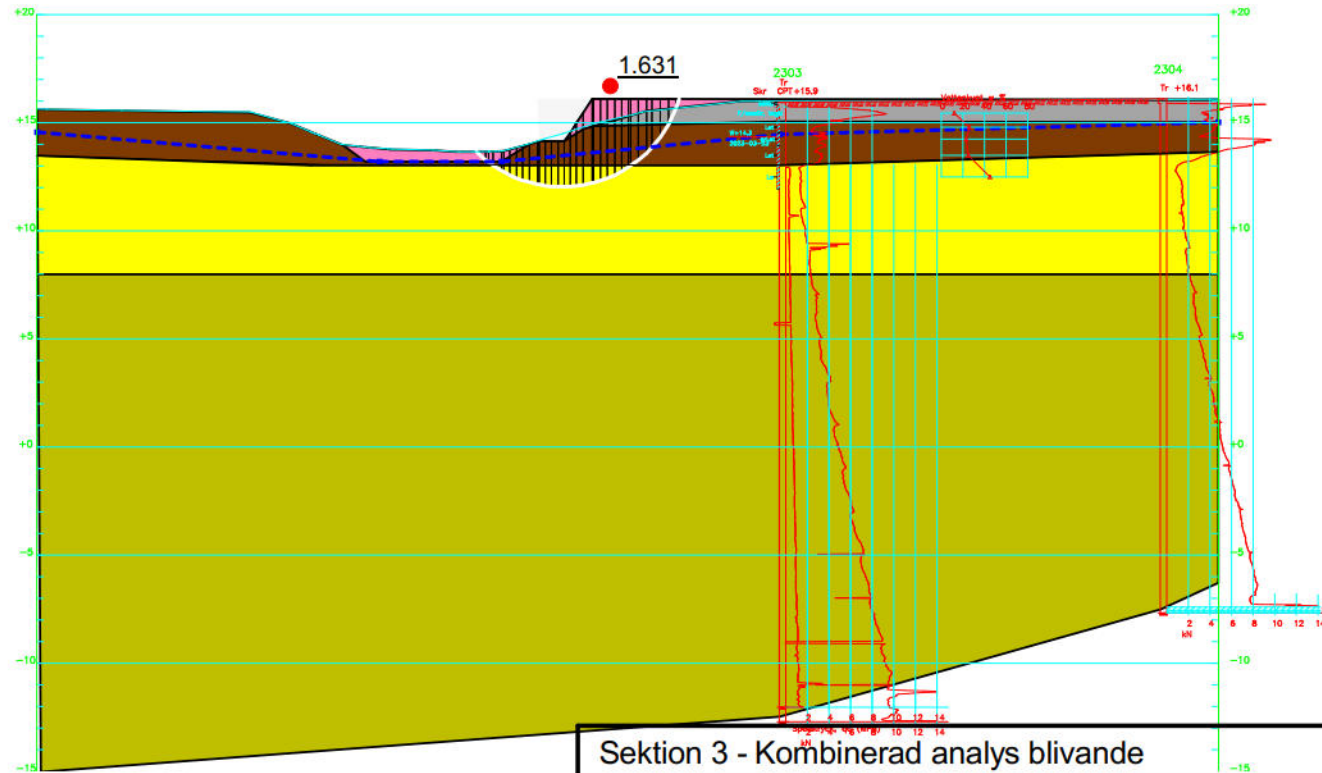


Sektion 3 - Odränerad analys blivande
 Flogsta.gsz
 2023-05-16
 1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 3 - Kombinerad analys blivande
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-17
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18	0	36									0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20	0	38									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=(datum)	15.7		30	1.2	0.1		12	1	0.1	13			1
Light Green	Le 2 [komb]	Combined, S=(datum)	15.7		30	1.6	0.23		16	2.3	0	8			1
Brown	Let [komb]	Combined, S=(depth)	18		30	3	0	30		0	0				1



Sektion 3 - Kombinerad analys blivande

Flogsta.gsz

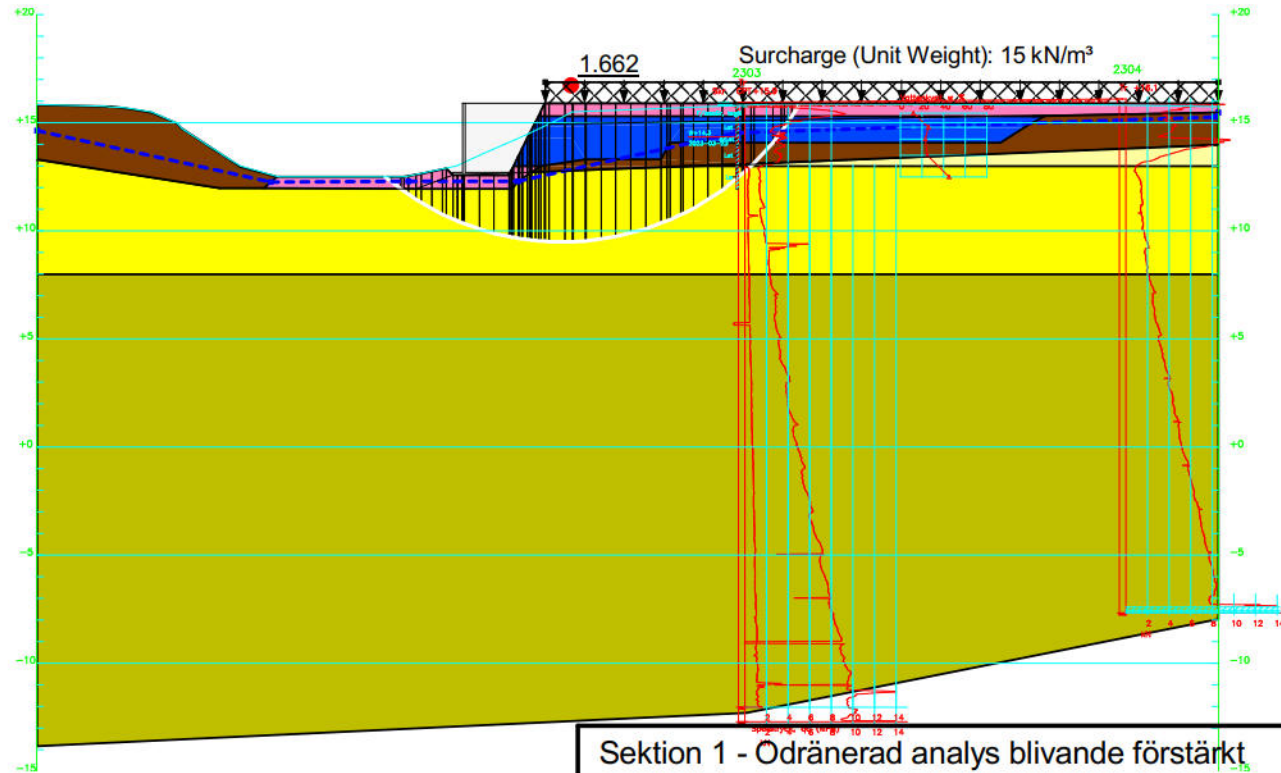
2023-05-17

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 1 - Odränerad analys blivande förstärkt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Cellplast [MC]	Mohr-Coulomb	1						0	30	0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
Yellow	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
Green	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
Light Yellow	Lera 0 [od]	Undrained (Phi=0)	15.7	12								1
Brown	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1



Sektion 1 - Odränerad analys blivande förstärkt

Flogsta.gsz

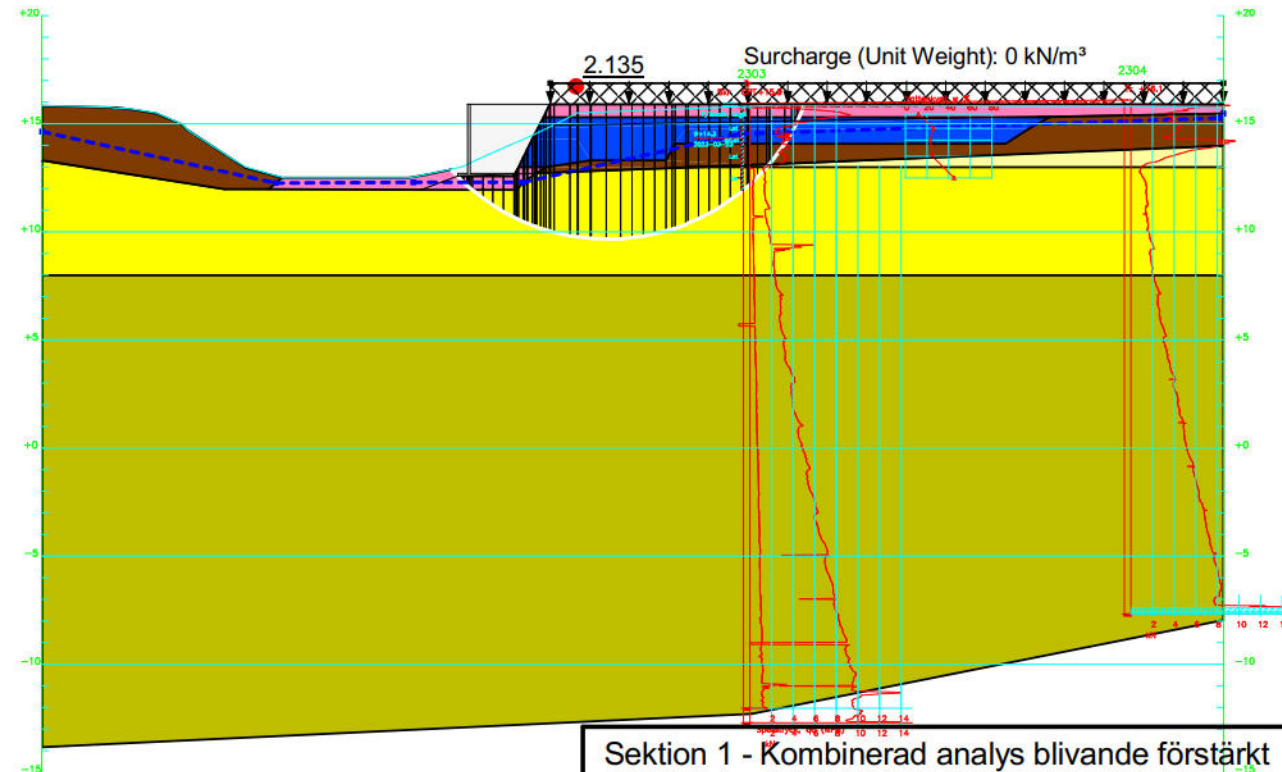
2023-05-16

1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 1 - Kombinerad analys blivande förstärkt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-16
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Cellplast [MC]	Mohr-Coulomb	1	0	30									0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20	0	38									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30		1.2	0.1		12	1	0.1	13		1
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30		1.6	0.23		16	2.3	0	8		1
Light Yellow	Lera 0 [komb]	Combined, S=f(depth)	15.7		30	1.2		0		12		0.1			1
Brown	Let [komb]	Combined, S=f(depth)	18		30	3		0		30		0			1



Sektion 1 - Kombinerad analys blivande förstärkt

Flogsta.gsz

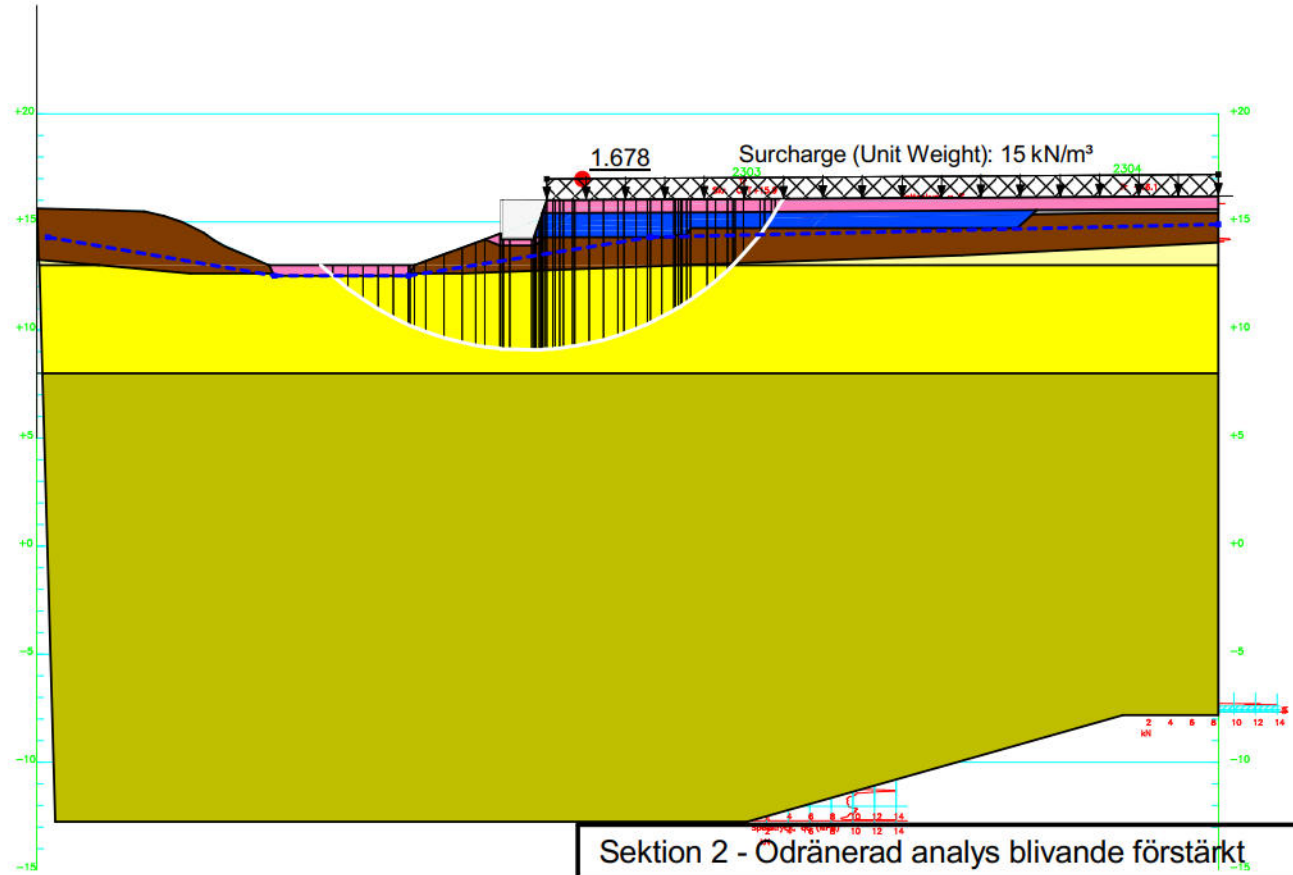
2023-05-16

1:350

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Total Cohesion (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Cellplast [MC]	Mohr-Coulomb	1						0	30	0	1
■	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18						0	36	0	1
■	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20						0	38	0	1
■	Le 1 [od]	S=f(datum)	15.7		12	1	0	13				1
■	Le 2 [od]	S=f(datum)	15.7		16	2.3	0	8				1
■	Lera 0 [od]	Undrained (Phi=0)	15.7	12								1
■	Let [od]	Undrained (Phi=0)	18	30								1

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 2 - Odränerad analys blivande förstärkt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-17
 PWP Conditions from: Piezometric Line

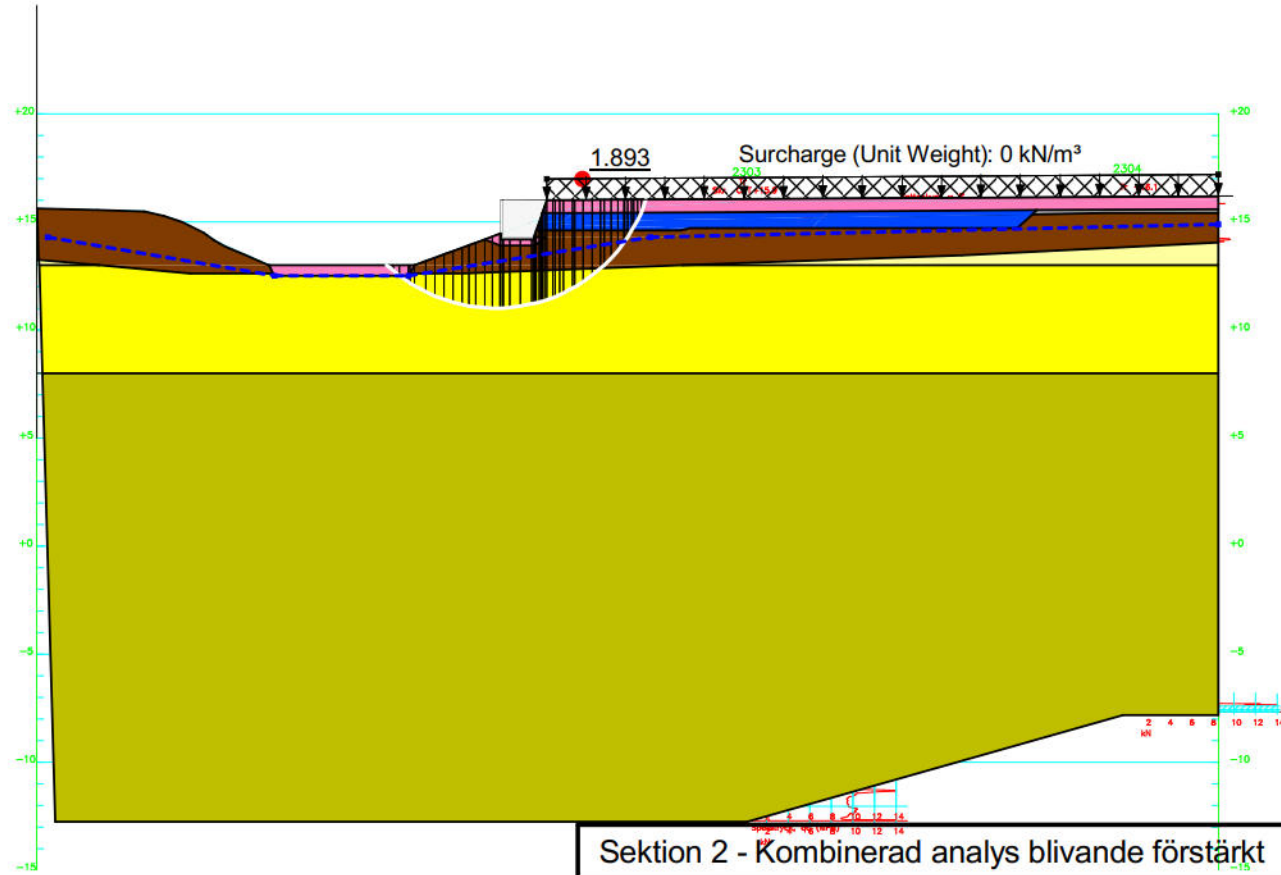


Sektion 2 - Odränerad analys blivande förstärkt
 Flogsta.gsz
 2023-05-17
 1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 2 - Kombinerad analys blivande förstärkt
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-17
 PWP Conditions from: Piezometric Line

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Cellplast [MC]	Mohr-Coulomb	1	0	30									0	1
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18	0	36									0	1
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20	0	38									0	1
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.2	0.1		12	1	0.1	13			1
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30	1.6	0.23		16	2.3	0	8			1
Light Yellow	Lera 0 [komb]	Combined, S=f(depth)	15.7		30	1.2		0	12		0.1				1
Brown	Let [komb]	Combined, S=f(depth)	18		30	3		0	30		0				1

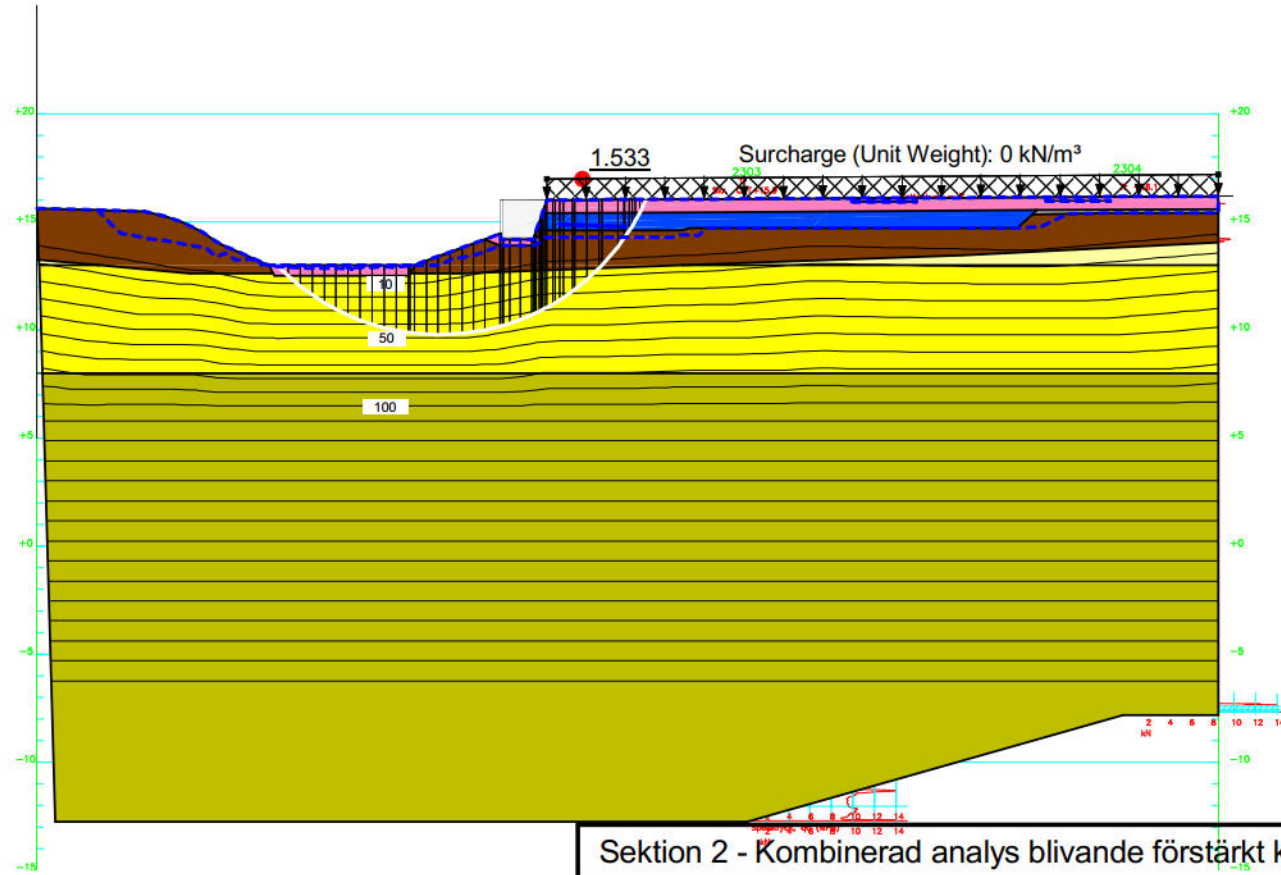


Sektion 2 - Kombinerad analys blivande förstärkt
 Flogsta.gsz
 2023-05-17
 1:350

Flogsta 22:3 detaljplan
 Sektion 2 - Kombinerad analys blivande förstärkt käsnlighetsanalys
 Morgenstern-Price

Analysis Type: Morgenstern-Price
 Date: 2023-05-17
 PWP Conditions from: 12-15 kPa/m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)
Blue	Cellplast [MC]	Mohr-Coulomb	1	0	30									0
Grey	Fyllning [MC]	Mohr-Coulomb	18	0	36									0
Pink	Krossmaterial [MC]	Mohr-Coulomb	20	0	38									0
Yellow	Le 1 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30		1.2	0.1		12	1	0.1	13	
Green	Le 2 [komb]	Combined, S=f(datum)	15.7		30		1.6	0.23		16	2.3	0	8	
Light Yellow	Lera 0 [komb]	Combined, S=f(depth)	15.7		30		1.2	0		12	0	0.1		
Brown	Let [komb]	Combined, S=f(depth)	18		30		3	0		30	0	0		



Sektion 2 - Kombinerad analys blivande förstärkt käsnlighetsanalys
 Flogtsa.gsz
 2023-05-17
 1:350