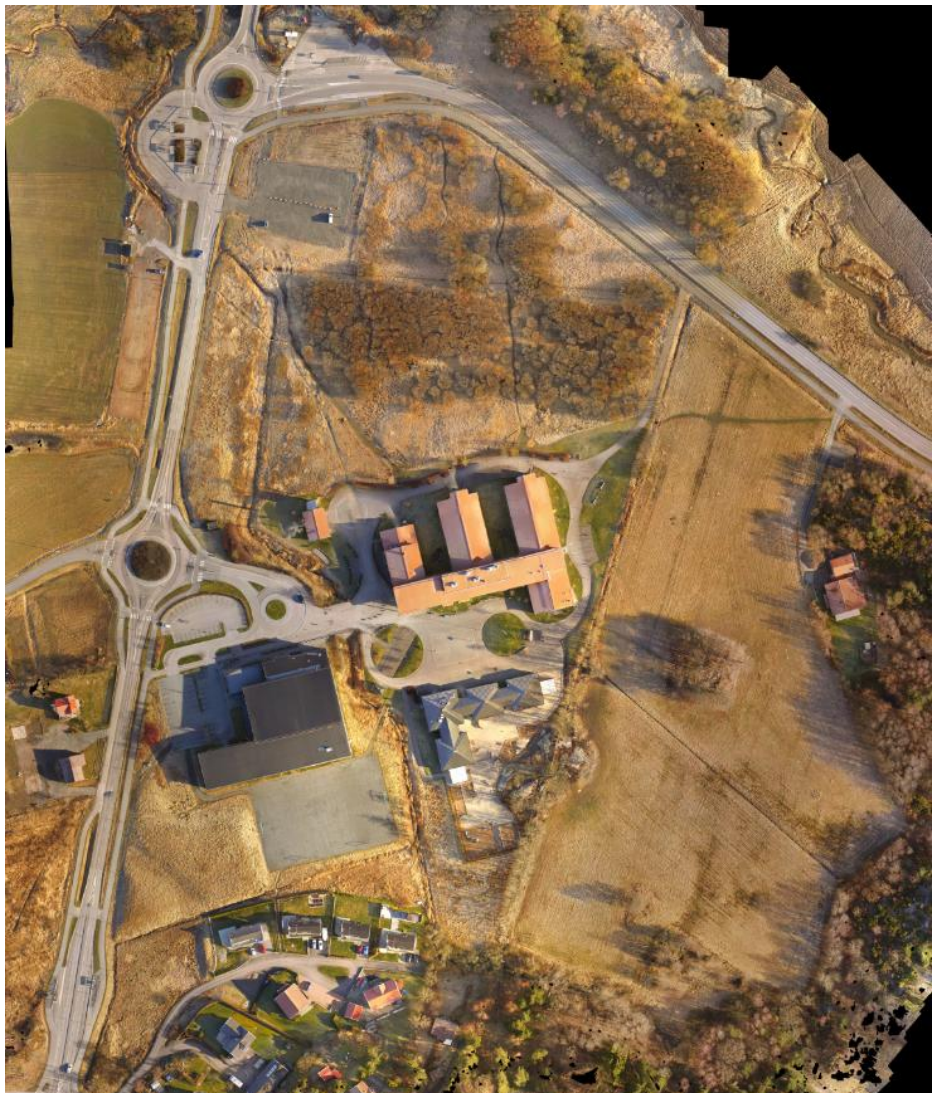


PM GEOTEKNIK
FÖRPROJEKTERING SKRA BRO



FÖRHANDSKOPIA

2016-11-18



Göteborgs Stad
Trafikkontoret

UPPDRAG 271913, Förprojektering Skra Bro
Titel på rapport: PM Geoteknik, Förprojektering Skra Bro
Status: Förhandskopia
Datum: 2016-11-18

MEDVERKANDE

Beställare: Göteborgs Stad, Trafikkontoret
Kontaktperson:

Konsult: Tyréns Region Väst
Uppdragsansvarig: Michael Lindström, Tyréns AB
Handläggare: Josefin Moberg, Tyréns AB
Kvalitetsgranskare: Jonas Karlsson, Tyréns AB

REVIDERINGAR

Revideringsdatum
Version:
Initialer:

Uppdragsansvarig: Josefin Moberg

Datum: 2016-11-21

Handlingen granskad av: Jonas Karlsson

Datum: 2016-11-17

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	OBJEKT.....	5
2	ÄNDAMÅL.....	5
3	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR OCH UTREDNINGAR	6
4	STYRANDE DOKUMENT	6
5	PLANERAD ANLÄGGNING	7
6	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	8
	6.1 TOPOGRAFI	8
	6.1.1 JORDDJUP OCH JORDLAGERFÖLJD	8
	6.1.2 JORDENS EGENSKAPER	9
	6.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	9
7	SÄTTNINGAR.....	10
	7.1 ALLMÄNT.....	10
	7.2 KRAV PÅ SÄTTNINGAR	10
	7.3 SÄTTNINGSPARAMETRAR.....	10
	7.4 SÄTTNINGSBERÄKNINGAR	12
	7.4.1 HÅLLPLATS/GC KONGAHÄLLAVÄGEN.....	12
	7.4.2 BREDDNING AV BJÖRLANDAVÄGEN	13
	7.4.3 LOKALGATA 2.....	16
	7.5 KONTROLL AV UPPLYFT.....	17
8	STABILITET	18
	8.1 ALLMÄNT.....	18
	8.2 ERFORDERLIG SÄKERHETSFAKTOR.....	19
	8.3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	19
	8.3.1 UTFORMNING OCH GEOMETRI	19
	8.3.2 MATERIALEGENSKAPER	19
	8.4 LASTER	20
	8.5 GRUNDVATTEN OCH PORTRYCK.....	20
	8.6 STABILITETSANALYSER FÖR DETALJPLAN.....	21
9	GEOTEKNISKA ÅTGÄRDER	22
	9.1 HÅLLPLATS/GC KONGAHÄLLAVÄGEN.....	22
	9.2 BREDDNING AV BJÖRLANDAVÄGEN.....	22
	9.3 LOKALGATA 2	22
	9.4 ÖVRIGA LOKALGATOR, GCM-VÄGAR OCH PARKERING	22

BILAGOR

Bilaga 1 – Planritningar tidigare geotekniska undersökningar

Bilaga 2 – Laboratorieresultat tidigare geotekniska undersökningar

Bilaga 3 – Sammanställning och utvärdering av jordparametrar och spänningssituation

Bilaga 4 – Sättningsberäkningar, kompensation lättklinker, kontroll upplyftning lättklinker

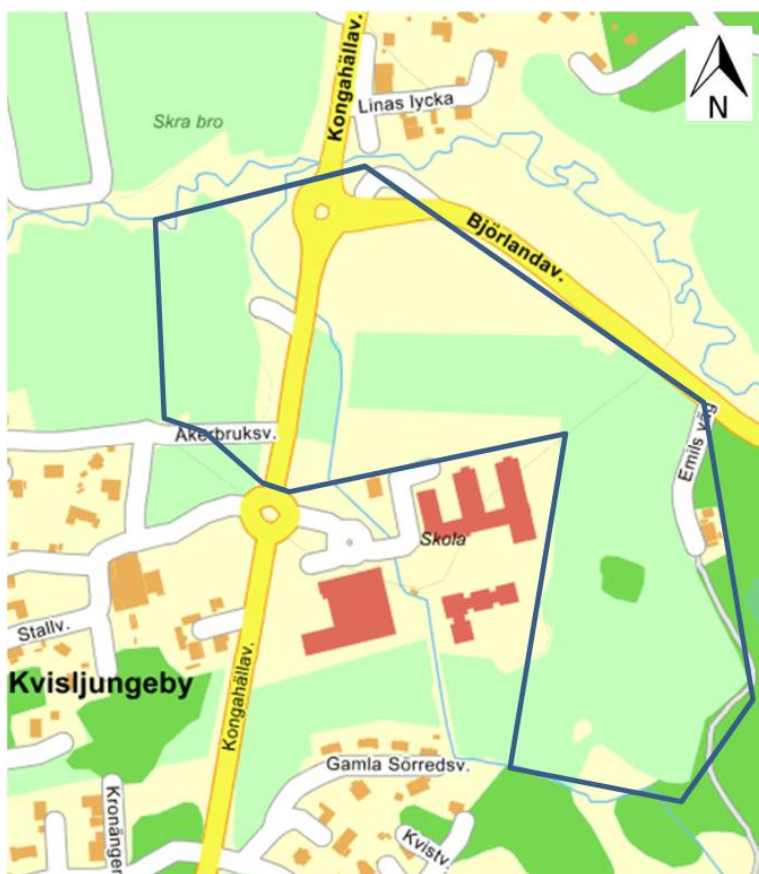
Bilaga 5 – Stabilitetsberäkningar

Bilaga 6 – Underlag kostnadskalkyl

1 OBJEKT

På uppdrag av Göteborgs Stad, Trafikkontoret har Tyréns AB utfört en geoteknisk utredning i samband med förprojektering av vägar i detaljplanearbete för Skra-Bro, etapp 1. Uppdragsansvarig för Tyréns AB är Michael Lindström.

Aktuellt planområde är ca 10 hektar stort och är beläget i Björlanda i västra delen av Hisingen. Området utgörs huvudsakligen av lerfyllda dalgångar med jordbruks- och betesmark och uppstickande trädbevuxna fastmarkspartier med berg i dagen. Planområdet avgränsas i norr av Björlandavägen. Den västra delen av planområdet avgränsas av Kongahällavägen i väst och Trulsegårdsskolan i söder, se Figur 1. Östra delen av planområdet gränsar till Trulsegårdsskolan i väster samt fastmark med berg i dagen åt söder och öster. Osbäcken rinner norr om planområdet. Öster om Kongahällavägen finns ett dike som rinner från söder åt nordväst och ansluter till Osbäcken väster om Kongahällavägen.



Figur 1. Lokalisering av planområde.

2 ÄNDAMÅL

Syftet med utredningen är att utreda behovet av och översiktligt dimensionera geotekniska förstärkningsåtgärder. Uppdraget innefattar en förprojektering med grov höjdsättning av vägar och gator inom området som underlag för en översiktlig kostnadskalkyl.

3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR OCH UTREDNINGAR

Information om de geologiska förhållandena har inhämtats från SGU:s digitala jordartskarta.

Inom det aktuella området har tidigare utförda geotekniska undersökningar funnits att tillgå. Planritningar som visar tidigare geotekniska undersökningspunkter samt labbresultat redovisas i Bilaga 1 och 2. Undersökningarna redovisas i sin helhet i följande utredningar:

- [1] *"Kongahällavägen. Breddning av bro. Geoteknisk undersökning"* upprättat av Gatukontoret Göteborg, daterad 1972. Arkivnr 397.

Undersökningen omfattar vingförsök och ostörd provtagning med kolvprovtagare (i en punkt GK1-72) i anslutning till planområdet.

- [2] *"Översiktligt geotekniskt utlåtande över grundförhållandena inom Låssbyområdet, nordost om Lilleby, Göteborgs kommun"* upprättat av Gatukontoret Göteborg, daterad 1980-08-04. Nr 43/80 Po.

Undersökningen omfattar sonderingar i ca 60 punkter, vingförsök, störd provtagning med skruvborr och ostörd provtagning med kolvprovtagare i två punkter GK7A-80 (7A i labbprotokoll) och GK9-80 (9 i labbprotokoll) inom eller i anslutning till planområdet. I dessa punkter har kompressionsförsök utförts på totalt fem nivåer.

OBS. Tidigare utredningar från Gatukontoret har varierande höjdsystem. Exakta uppgifter vilka höjdsystem som tidigare använts har inte påträffats. Dagens gällande höjdsystem är RH 2000.

- [3] *"Väg 565 Björlandavägen, RGeo. Delen Kongahällavägen – Sörredsvägen. Bygghandling. Förfrågningsunderlag"* upprättad av Tyréns AB, daterad 2008-10-31. Objekt nr 85 43 45 20. Uppdragsnummer 206592.

Undersökningen omfattar störd provtagning med skruvborr och ostörd provtagning med kolvprovtagare (i två punkter 102 och 503) i anslutning till planområdet. I dessa punkter har kompressionsförsök (CRS) utförts på totalt sex nivåer. I punkt 102 har även portrycket i leran uppmätts.

- [4] *PM Stabilitet Osbacken, Skra Bro, Detaljerad stabilitetsutredning* upprättad av Sweco Civil AB, daterad 2015-06-03. Uppdragsnummer 2305 561.

Undersökningen omfattar trycksonderingar, CPT-sonderingar, vingförsök och störd provtagning med skruvborr i anslutning till planområdet.

4 STYRANDE DOKUMENT

Styrande dokument som tillämpats för projekteringen redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Styrande dokument

Dokument
Eurokod 7, 1997
TK Geo 13
Anläggnings AMA 13
IEG Rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar"
Tekniskt PM "Val av krytpal för lösa plastiska leror", Chalmers 2009

5 PLANERAD ANLÄGGNING

Inom planområdet planeras närcentrum med handel, kontor och service samt tätare bostadsbebyggelse. Även kollektivtrafiken planeras att byggas ut med bl.a. nya hållplatser och pendelparkering, se Figur 2. De delar som ingår i denna förprojektering är följande:

- Nya lokalgator, torg och GCM-vägar inom planområdet.
- Ny pendelparkering i delen av planområdet som ligger väster om Kongahällavägen.
- Omgrävning av befintlig bäck väster om ny pendelparkering.
- Ny busshållplats och GC-väg på östra respektive västra sidan av Kongahällavägen.
- Breddning av Björlandavägen med ett körfält på norra sidan.



Figur 2. Illustrationsritning som visar planerad bebyggelse (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret).

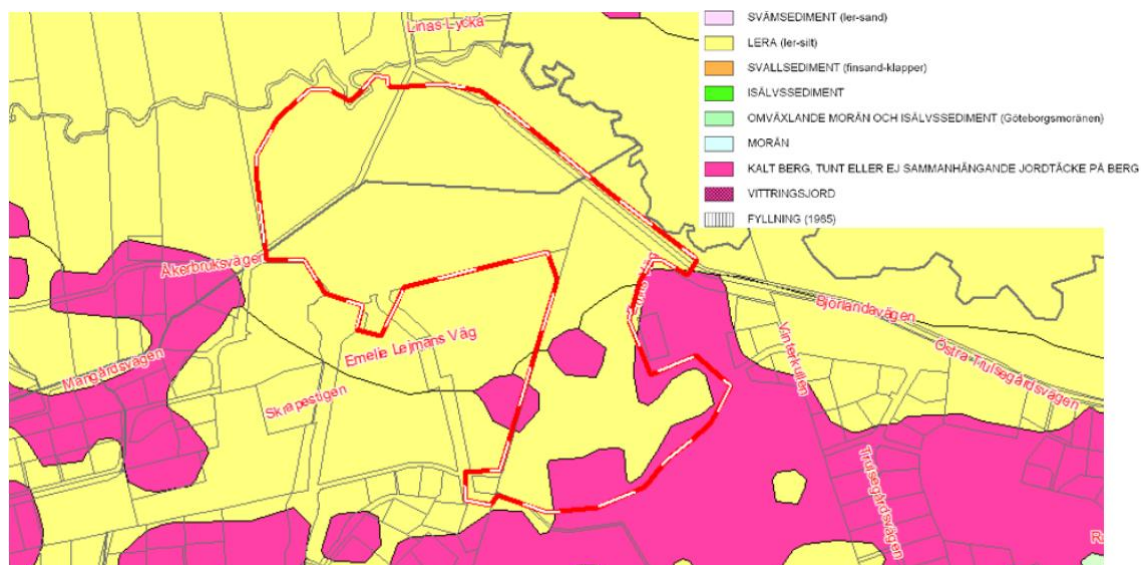
6 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

6.1 TOPOGRAFI

Delen av planområdet väster om Kongahällavägen sluttar svagt från söder åt norr mot Osbäcken. Nivåskillnaden uppgår till ca tre meter. Inom delen av planområdet öster om Kongahällavägen sluttar marken svagt från sydost mot Björlandavägen och Osbäcken i nordväst. Nivåskillnaden uppgår till som mest ca sex meter.

6.1.1 JORDDJUP OCH JORDLAGERFÖLJD

Området utgörs i stort av en relativt flack lerslätt omgiven av fastmarkspartier och berg i dagen inom den södra och östra delen, se SGU:s jordartskarta i Figur 3. Berg i dagen förekommer dels som flackare hållar och dels som ett större sammanhängande bergsområde i söder och öster.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta med aktuellt planområde markerat med röstreckad linje.

Jordlagrens mäktighet inom planområdet varierar stort från tunt jordtäckte på berg till över 35 meter. De största mäktigheterna har påträffats i den västra delen av planområdet, i anslutning till Kongahällavägen. Jorddjupen minskar successivt åt söder och norr samt mot partierna med fastmark och berg i dagen. Strax öster om Trulsegårdsskolan har lerdjupet uppmätts till omkring 5 meter.

Jordlagerföljden utgörs generellt överst av ett skikt organisk jord som underlagras av lera med varierande mäktighet. Den översta 1-1,5 metern av lerlagret är utbildad som torrskorpelera. Generellt underlagras leran av ett tunt lager friktionsjord ovan berg. Lokalt saknas friktionsjordlagret och leran vilar då direkt på berg.

Fastmarkspartierna finns i anslutning till bergsområdena, se Figur 3, och jorddjupet inom detta område kan förväntas uppgå till som mest några meter. Inga fältundersökningar har funnits att tillgå inom dessa partier. Jorden här kan närmast berget förväntas bestå av friktionsjord med inslag av ler- och silt under ett skikt organisk jord. Längre från berget överlagras lera friktionsjorden.

6.1.2 JORDENS EGENSKAPER

Tidigare utförda undersökningar i området visar att lerans tunghet varierar mellan ca 15-16 kN/m³. Torrskorpelerans tunghet ligger något högre mellan ca 16-17 kN/m³.

Lerans vattenkvot under torrskorpan ligger mellan ca 70-90 % och minskar något mot djupet. Konflytgränsen i leran varierar mellan ca 65-80 %.

Lerans sensitivitet varierar mellan ca 20-40 och leran kan därmed klassas som mellan- till högsensitiv. Enligt tidigare utredning [2] förekommer dock lera med högre sensitivitet (70-100) i områdets närhet. Den omrörda skjuvhållfastheten har inte bestämts, men förekomst av kvicklera kan inte uteslutas.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet uppgår till ca 12-17 kPa de översta metrarna, ner till nivån ca +1. Därunder ökar hållfastheten och på nivån ca -10 uppgår den till ca 26-28 kPa.

Utförda kompressionsförsök visar att leran är normal- svagt överkonsoliderad vilket innebär att marken inte klarar att belastas med några större laster utan att sättningar kommer utbildas.

6.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Inga specifika eller relevanta undersökningar angående områdets grundvattenförhållanden har påträffats. Sprickvattenytor i skruvprovtagningshål har i samband med tidigare utförda fältundersökningar observerats ca 0,5-1,3 meter under markytan inom planområdet och 1,6-1,7 meter under markytan utmed Osbäcken. Baserat på områdets topografi kan portrycket i leran antas ha en hydrostatisk fördelning från grundvattenytan. Lokalt inom områden mellan berg i dagen kan artesiskt vattentryck förekomma. I Tyréns tidigare utredning [3] för väg 565 mellan Osbäcken och Björlandavägen utmed den östra delen av aktuellt planområde har portrycksmätningar utförts vilka redovisas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Uppmätta portryck i punkt 102, Tyréns utredning för väg 565.

DJUP [M U MY]	PORTRYCK [kPa]
1	0
4	35
7	65

7 SÄTTNINGAR

7.1 ALLMÄNT

Med hänsyn till de lösa lager av lera med varierande djup till fast botten kommer varierande sättningar att uppkomma vid markbelastning. Leran i området är mycket sättningsbenägen och klarar inte att belastas med några större laster utan att långtidsbundna sättningar kommer utbildas. Inom fastmarkspartierna i sydöstra delen av planområdet bedöms sättningarna bli marginella och utbildas fort.

7.2 KRAV PÅ SÄTTNINGAR

Följande krav på sättningar enligt TK Geo gäller för vägar med referenshastighet 40-80 km/h:

- Största tillåten totalsättning i enskild sektion är 35 cm på 40 år.
- Största tillåten tvärfallsavvikelse (sättning i tvärled) hos vägbanan är 1,1 %.
- Största godtagbara sättningsskillnad i längdled mellan två sektioner 15 m från varandra är 10 cm.

Följande krav på sättningar enligt TK Geo gäller för vägar med referenshastighet ≤ 30 km/h:

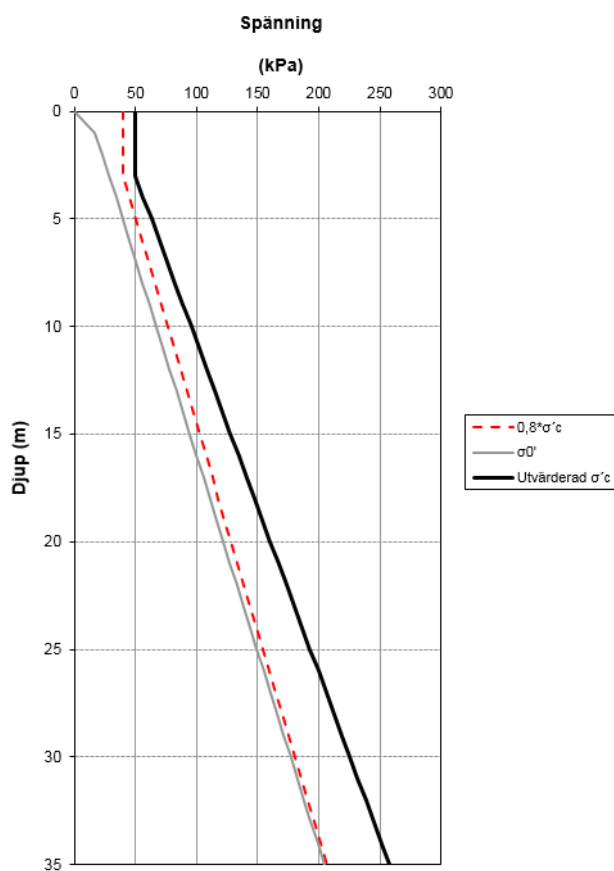
- Största tillåten totalsättning i enskild sektion är 40 cm på 40 år.
- Största tillåten tvärfallsavvikelse (sättning i tvärled) hos vägbanan är 1,2 %.
- Största godtagbara sättningsskillnad i längdled mellan två sektioner 30 m från varandra är 40 cm.

7.3 SÄTTNINGSPARAMETRAR

Lerans sättningsparametrar har utvärderats från geotekniska laboratorieundersökningar på ostörda prover i tidigare undersökningar. Utförd spänningsanalys, se Figur 4, bygger på en grundvattenyta 1 meter under markytan med hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet. Tidigare utförda kompressionsförsök visar att leran är normal- eller svagt överkonsoliderad, med en överkonsolideringsgrad, OCR, som generellt ökar mot djupet och ligger mellan 1,3 och 1,6. Alldeles under torrskorpan är överkonsolideringsgraden högre omkring 3. Detta motsvarar att leran är överkonsoliderad med ca 35 kPa närmast markytan. På djupet 3 meter är leran överkonsoliderad med drygt 20 kPa och på 35 meter ca 55 kPa. Utvärderade parametrar som använts vid sättningsberäkningarna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Utvärderade tungheter och deformationsegenskaper (z utgår från respektive jordlagars överkant).

MATERIAL	DJUP	TUNGHET, γ (γ') (kN/m ³)	DEFORMATIONSEGNSKAPER
Torrskorpelera	0 till 1 m	16,5 (6,5)	$\sigma'_c = 50$ kPa $\sigma'_L = 85$ kPa $M_o = 9000$ kPa $M_L = 300$ kPa $M' = 13$ $\beta_K = 3,5$ $k_i = 1,0 \cdot 10^{-9}$
Lera 1	1-3 m djup	15,5 (5,5)	$\sigma'_c = 50$ kPa $\sigma'_L = 85$ kPa $M_o = 9000$ kPa $M_L = 300$ kPa $M' = 13$ $\beta_K = 3,5$ $k_i = 1,0 \cdot 10^{-9}$
Lera 2	> 3 m djup	15,5 (5,5)	$\sigma'_c = 50 + 5 \cdot z$ kPa $\sigma'_L = 85 + 4 \cdot z$ kPa $M_o = 9000 + 59 \cdot z$ kPa $M_L = 300 + 6 \cdot z$ kPa $M' = 13$ $\beta_K = 3,5$ $k_i = 1,0 \cdot 10^{-9}$



Figur 4. Spänningsanalys utifrån rådande förhållanden.

7.4 SÄTTNINGSBERÄKNINGAR

Sättningsberäkningar har utförts för ny hållplats/GC öster om Kongahällavägen samt för breddning av Björlandavägen. Beräkningarna utgör underlag för att dimensionera förstärkningsåtgärder i syfte att undvika skadliga rörelser i väganläggningen i övergången mellan befintlig väg och ny vägbank.

Sättningsberäkningar är utförda i programmet GeoSuite Settlement version 15.1.2.0 och beaktar inverkan av krypning. Beräkningar har utförts i enlighet med TK Geo 13 kap 3, Bruksgränstillstånd. Beräkningsresultat redovisas i Bilaga 4.

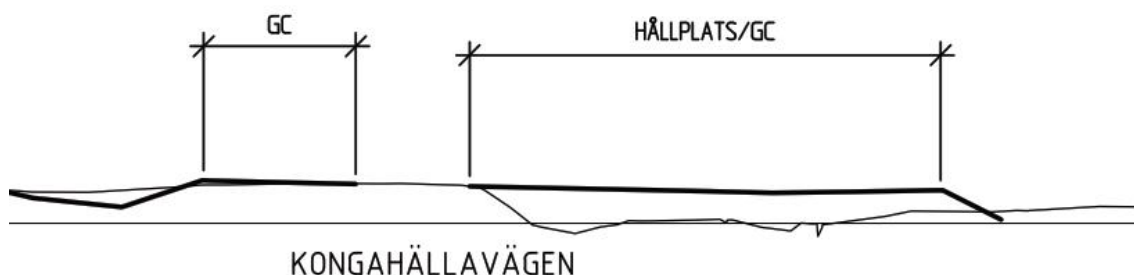
För sättningsberäkningar har hydrostatiskt portryck ansatts utifrån en grundvattenyta belägen 1 meter under markytan, vilket utförd spänningsanalys baseras på. Lastspridningen beräknas utifrån en långsträckt vägbank enligt Infinite Boussinesq.

7.4.1 HÅLLPLATS/GC KONGAHÄLLAVÄGEN

Sättningsberäkning för ny hållplats/GC öster om Kongahällavägen har utförts i en representativ sektion, sektion B. Läge för beräkningssektionen läge i plan kan ses i Figur 11.

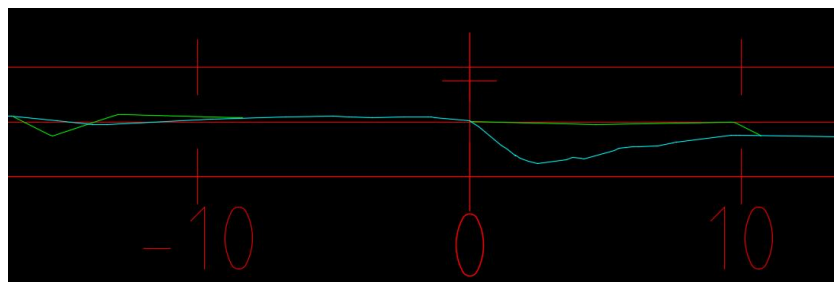
Sektion B

Lermäktigheten uppgår i läget för sektion B till ca 35 meter, bedömt utifrån tidigare utförda undersökningar. Markbelastningen utgörs i sektion B av ca 1 m vägbank, vilket motsvarar ca 20 kPa. Det ger en totalsättning på 13,4 cm under 40 år, se Bilaga 4, vilket understiger kravet på totalsättning för vägar med referenshastighet 40-80 km/h.



Figur 5. Sektion B, hållplats/GC Kongahällavägen. Befintliga Kongahällavägen till vänster i figur.

Markbelastningen är som störst i en sektion strax norr om sektion B, se Figur 6. Befintligt dike strax öster om Kongahällavägen fylls igen och belastningen utgörs av ca 1,45 meter vägbank, vilket motsvarar ca 30 kPa.



Figur 6. Sektion strax norr om sektion B, hållplats/GC Kongahällavägen.

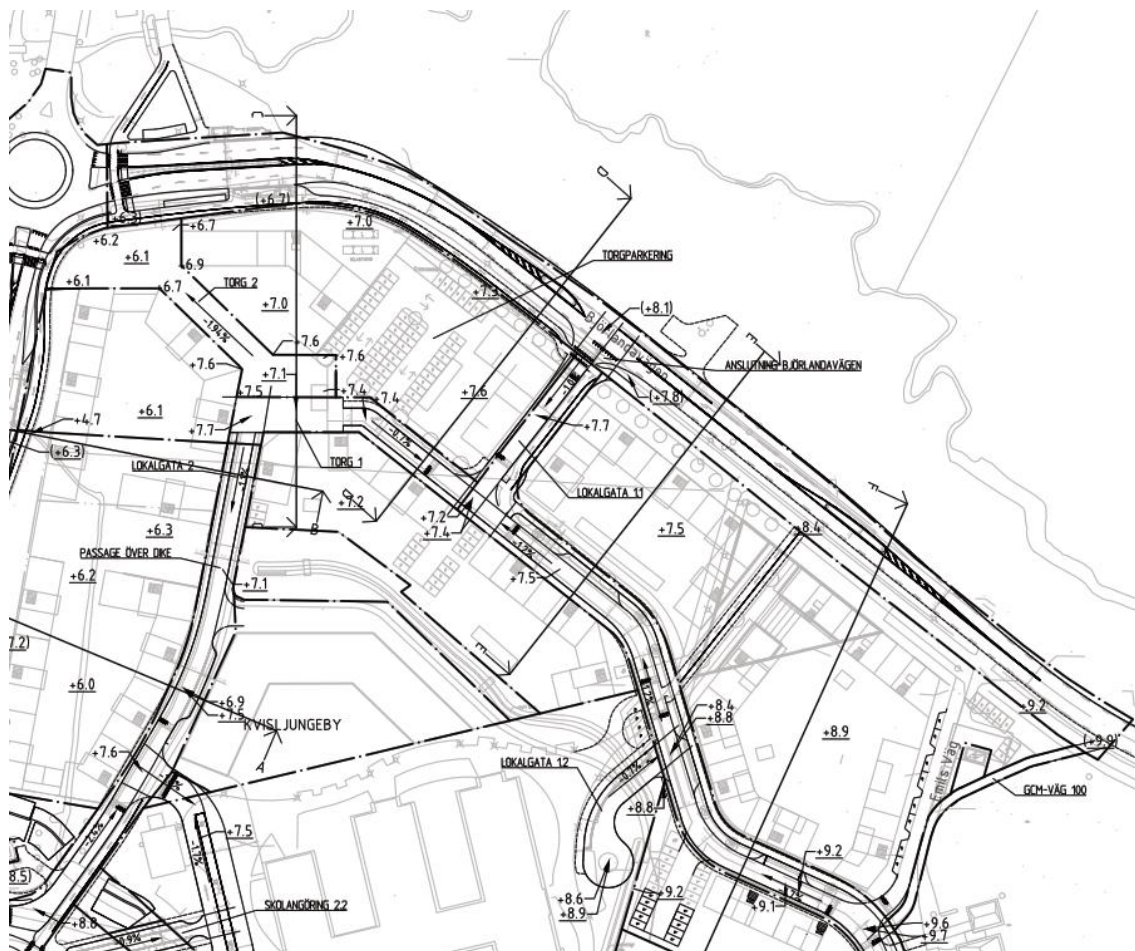
TK Geo har inga specifika sättningskrav för hållplats/GC. Lättfyllningen har dimensionerats utifrån att behålla tvärfallet åt öst för att avrinningen ska fungera.

För att kompensera för den större belastningen av banken lokalt vid diket skiftas befintligt material ur ner till ca 0,85 meters djup och 1,8 m lättklinker läggs ut inom en bredd av 5 meter och längs en 15 m lång sträcka. Detta ger en nettobelastning på marken av ca 8 kPa.

Belastningen av banken i högerkant av hållplatsen uppgår till drygt 9 kPa, och tvärfallet åt öster påverkas därmed ej.

7.4.2 BREDDNING AV BJÖRLANDAVÄGEN

Sättningsberäkning har utförts i två representativa sektioner; sektion E samt en sektion strax öster om sektion C. Lägen för beräkningssektionerna i plan kan ses i Figur 7. Sättningar i tvärled har analyserats då dessa är dimensionerande för att uppfylla sättningskraven för referenshastighet 40-80 km/h.



Figur 7. Läge beräkningssektioner för sättningsberäkning breddning Björlandavägen.

Sektion E

I sektion E breddas Björlandavägen ca 3,5 meter och lermäktigheten uppgår till ca 25 meter, bedömt utifrån tidigare utförda undersökningar. Markbelastningen utgörs i denna sektion av som mest ca 0,5 m vägbank, vilket motsvarar 10 kPa, ca 1,5 meter från vägkant på befintliga Björlandavägen. Sättningen vid vägkant betraktas vara 0 cm. Det ger en differenssättning på ca 3,2 cm efter 40 år, se Bilaga 4. Detta uppfyller ej kraven på sättning i tvärled på max 1,1 % enligt TK Geo för referenshastighet 40-80 km/h, vilket på 1,5 meters avstånd motsvarar 1,65 cm.



Figur 8. Sektion E, breddning av Björlandavägen.

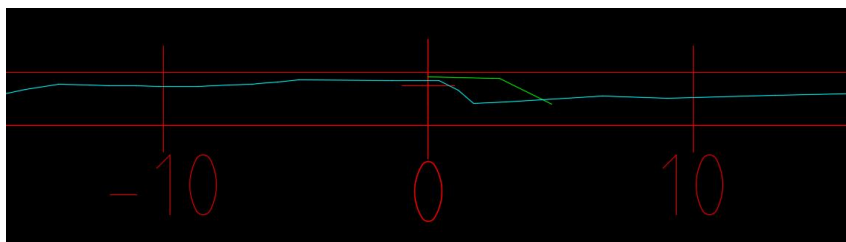
För att kompensera för belastningen av vägbanken skiftas befintligt material ur ner till ca 0,5 meters djup och 0,5 m lättklinker läggs ut inom en bredd av 3 meter. Detta ger en nettobelastning på marken på ca 5 kPa som ger ca 1,3 cm differenssättning vilket uppfyller krav på sättning i tvärled, se Tabell 4. Detta gäller för en 180 meter lång sträcka längs Björlandavägen.

Tabell 4. Beräkning av sättningar i tvärled sektion E, breddning av Björlandavägen.

BERÄKNING	DIFFSÄTTNING I TVÄRLED EFTER 40 ÅR	KRAV ENLIGT TK GEO	ANMÄRKNING
Sektion E, 10 kPa 1,5 m från vägkant	1,80 cm	1,65 cm	Ej OK
Sektion E, 5 kPa 1,5 m från vägkant	1,30 cm		OK

Sektion strax öster om sektion C

I sektion strax öster om sektion C breddas Björlandavägen ca 2,5 meter och lermäktigheten uppgår till ca 17 meter bedömt utifrån tidigare utförda undersökningar. Markbelastningen utgörs i denna sektion av som mest ca 1,0 m vägbank, vilket motsvarar 20 kPa, ca 1,3 meter från väggkant på befintliga Björlandavägen. Sättningen vid väggkant betraktas vara 0 cm. Det ger en differenssättning på ca 3,4 cm efter 40 år, se Tabell 5 och Bilaga 4. Detta uppfyller ej kraven på sättning i tvärled på max 1,1 % enligt TK Geo förreferenshastighet 40-80 km/h, vilket på 1,3 meters avstånd motsvarar 1,43 cm.



Figur 9. Sektion strax öster om sektion C, breddning av Björlandavägen.

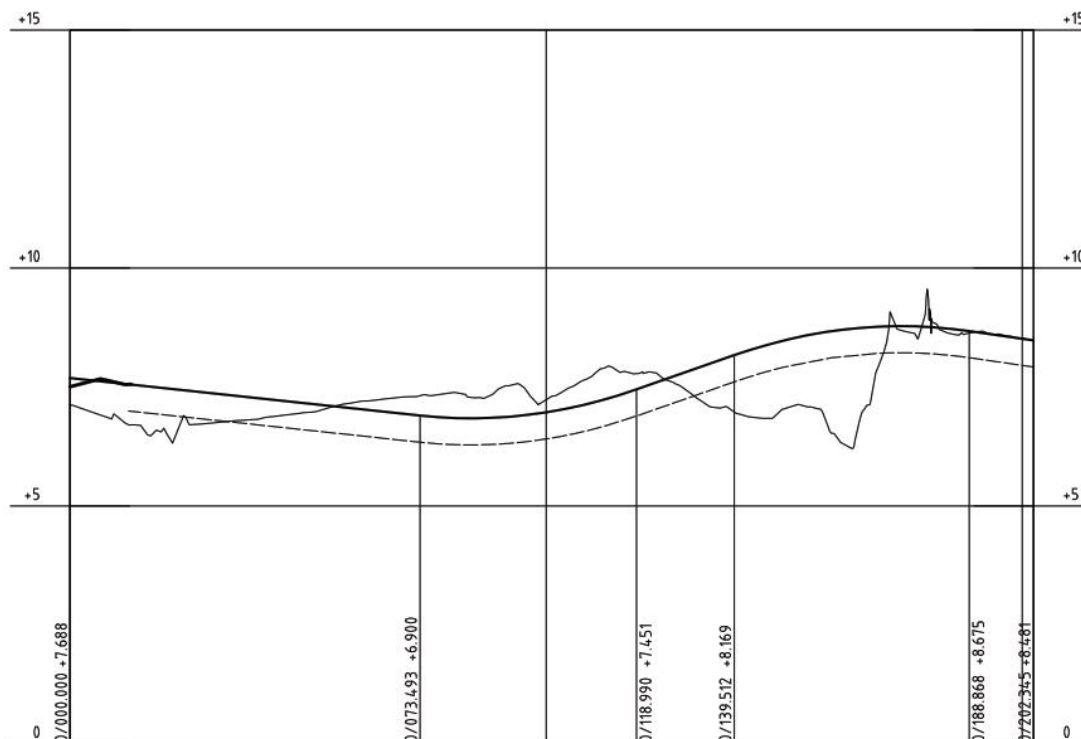
För att kompensera för belastningen av banken skiftas befintligt material ur ner till ca 0,5 meters djup och 1 m lättklinker läggs ut inom en bredd av 3 meter. Detta ger en nettobelastning på marken på ca 8 kPa som ger ca 1,3 cm differenssättning vilket uppfyller krav på sättning i tvärled, se Tabell 5. Detta gäller för en 30 meter lång sträcka längs Björlandavägen, ca 25 meter väster om sektion D.

Tabell 5. Beräkning av sättningar i tvärled sektion strax öster om sektion C, breddning av Björlandavägen.

BERÄKNING	DIFFSÄTTNING I TVÄRLED EFTER 40 ÅR	KRAV ENLIGT TK GEO	ANMÄRKNING
Sektion 0/220, 20 kPa 1,3 m från väggkant	3,40 cm	1,43 cm	Ej OK
Sektion 0/220, 8 kPa 1,3 m från väggkant	1,26 cm		OK

7.4.3 LOKALGATA 2

Lokalgata 2 passerar längs en ca 45 meter lång sträcka över en lokal svacka i terrängen och ett dike. Markbelastningen utgörs av en vägbank på mellan ca 1 till 2,5 meter inom en total bredd av 10,5 meter.



Figur 10. Lokalgata 2, passage över dike.

Sättningsberäkning har utförts för representativa sektioner där lokalgata 2 passerar på bank över befintligt dike, se Figur 10. Lermäktigheten uppgår här till ca 25 meter, bedömt utifrån tidigare utförda undersökningar.

Sättningar i längdled har analyserats då de är dimensionerande för att uppfylla kraven enligt TK Geo. I två sektioner 5 meter från varandra får sättningsdifferensen vara max 6,7 cm för referenshastighet ≤ 30 km/h. Samtliga beräkningsresultat redovisas i Tabell 6 och Bilaga 4.

En belastning av 2 meter vägbank i sektion 0/160 motsvarande 40 kPa ger en totalsättning i vägmitt på ca 17,2 cm efter 40 år. I sektion 0/155 utgörs belastningen av ca 1,5 meter vägbank motsvarande 30 kPa, vilket ger en totalsättning i vägmitt på ca 7,9 cm efter 40 år. Detta ger en differenssättning på 9,3 cm vilket ej uppfyller kraven enligt TK Geo.

En belastning av 1,5 meter vägbank motsvarande 30 kPa i sektion 0/168 ger en totalsättning i vägmitt på ca 7,9 cm efter 40 år. I sektion 0/173 ligger vägen i marknivå och ger således ingen belastning. Detta uppfyller ej kraven på differenssättningar enligt TK Geo. Då denna sektion ger störst differenssättning blir den dimensionerande för kompensation med lättklinker.

Tabell 6. Beräkning av differenssättningar, Lokalväg 2.

BERÄKNING	TOTALSÄTTNING EFTER 40 ÅR	DIFF.SÄTTNING EFTER 40 ÅR	KRAV ENLIGT TK GEO	ANMÄRKNING
Sektion 0/155, 30 kPa i vägmitt	7,9 cm	9,3 cm	6,7 cm	Ej OK
Sektion 0/160, 40 kPa i vägmitt	17,2 cm			
Sektion 0/168, 30 kPa i vägmitt	7,9 cm	7,9 cm	6,7 cm	Ej OK
Sektion 0/173, 0 kPa i vägmitt	0 cm			

För att kompensera för belastningen av banken byggs banken upp med 0,5 meter lättklinker inom en bredd av 10,5 meter. Detta ger en nettobelastning på marken på ca 23 kPa som ger ca 5,4 cm totalsättning efter 40 år, vilket uppfyller krav på differenssättning enligt TK Geo, se Tabell 7. Kompensation med 0,5 meter lättklinker krävs inom en 15 meter lång vägsträcka.

Tabell 7. Beräkning av differenssättningar efter kompensation med lättklinker, Lokalväg 2.

BERÄKNING	TOTALSÄTTNING EFTER 40 ÅR	DIFF.SÄTTNING EFTER 40 ÅR	KRAV ENLIGT TK GEO	ANMÄRKNING
Sektion 0/168, 30 kPa i vägmitt	5,4 cm	5,4 cm	6,7 cm	OK
Sektion 0/173, 0 kPa i vägmitt	0 cm			

7.5 KONTROLL AV UPPLYFT

Lättklinker har kontrollerats med hänsyn till upplyft enligt TK Geo 13, kapitel 2.3.2.2 samt kapitel 10.2.2.5. Upplyftsberäkningar redovisas i Bilaga 4. Högsta nivån för grundvattenytan antas ligga i markytans nivå.

8.2 ERFORDERLIG SÄKERHETSFAKTOR

För detaljplanen har stabilitetsberäkningar utförts enligt gällande norm, IEG rapport 4:2010, där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för detaljerad stabilitetsutredning för områden med markanvändning "Nyexploatering (planläggning)". Säkerhetskrav har ansatts utifrån tidigare utförd detaljerad stabilitetsutredning [4], se Tabell 8.

Tabell 8. Gällande säkerhetsfaktorer för "Nyexploatering", för detta projekt.

$$F_c \geq 1,6$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,45$$

$$F_\emptyset \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

8.3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

8.3.1 UTFORMNING OCH GEOMETRI

Som underlag till beräkningssektionernas geometri har följande använts:

- Digital terrängmodell.
- [4] *PM Stabilitet Osbacken, Skra Bro, Detaljerad stabilitetsutredning* upprättad av Sweco Civil AB, daterad 2015-06-03. Uppdragsnummer 2305 561.
- [5] *PM Modellering/konsekvensbeskrivning Skra Bro* upprättad av Ramböll Sverige AB, daterad 2016-03-25. Uppdragsnummer 1320010539.

I tidigare PM stabilitet [4] står att bottennivån i Osbacken ligger på nivå ca +3 i väster, vilket antas i stabilitetsberäkningarna. I tidigare PM [5] står att den omgrävda bäckfåran föreslås med en botten med en bredd på 0,5 meter och en släntlutning 1:3 till omkringliggande mark, vilket har modellerats i beräkningarna.

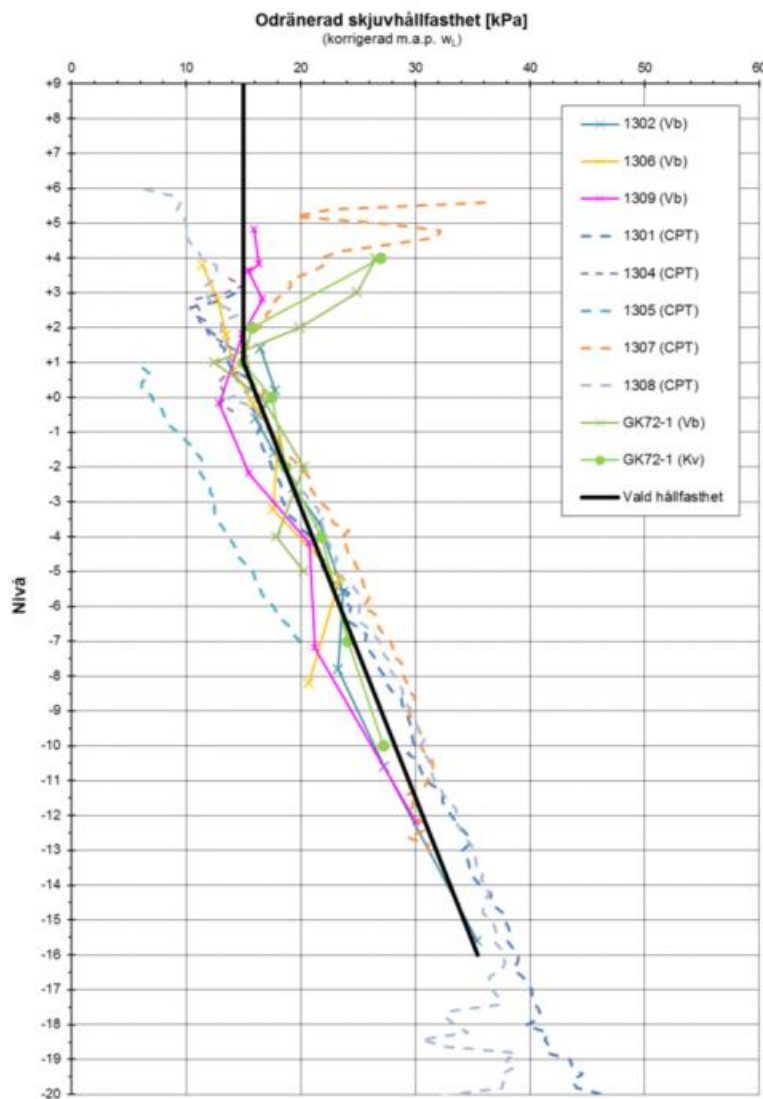
8.3.2 MATERIALEGENSKAPER

Materialegenskaper samt jordlagrens mäktighet har utvärderats från geotekniska undersökningar. Lerans hållfasthet är utvärderad av Sweco i samband med detaljerad stabilitetsutredning [4]. Den odränerade skjuvhållfasthet är utvärderad till konstant 15 kPa ner till nivån +1 och ökar därunder med 1,2 kPa/m, se Figur 12.

Tabell 9 Utvärderade materialparametrar som använts vid stabilitetsberäkningarna redovisas i Tabell 9 och Bilaga 3.

Tabell 9. Utvärderade tungheter och hållfasthetsegenskaper (z utgår från respektive lagers överkant).

MATERIAL	DJUP/NIVÅ	TUNGHET, γ (γ') (kN/m ³)	HÅLLFASTHETS- EGENSKAPER
Torrskorpelera	0 till 1 m djup	16,5 (6,5)	$t_{tu} = 15 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Lera 1	Ner till nivå +1	15,5 (5,5)	$t_{tu} = 15 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Lera 2	Under nivå +1	15,5 (5,5)	$t_{tu} = 15 + 1,2 \cdot z \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Friktionsjord	Under 25 m djup	18 (10)	$f' = 35^\circ$



Figur 12. Sammanställning och utvärdering av lerans odränerade hållfasthet.

Lerans dränerande hållfasthetsegenskaper har vid stabilitetsberäkningarna antagits till $\phi' = 30^\circ$ och $c' = 10\%$ av den odränerade skjuvhållfastheten, vilket normalt gäller för leror i Västsverige.

8.4 LASTER

Inom området för planerad pendelparkering har en utbredd ytlast på 5 kPa enligt IEG Rapport 4:2010, motsvarande en belastning av personbilar, ansatts på parkeringsytor i stabilitetsberäkningarna.

8.5 GRUNDVATTEN OCH PORTRYCK

Grundvattenytan har i utförda stabilitetsberäkningar antagits ligga på djupet ca 1 meter under befintlig markyta, i underkant av torrskorpeleran.

Vid släntfot i anslutning till bäcken antas grundvattenytan ligga nära markytan och stå i förbindelse med det rådande vattenståndet i bäcken. Bäcken har ansatts vara torrlagd, d.v.s. vattennivån har antagits ligga i bäckfårans botten. Vid lägsta lågvatten är vattnets mothållande effekt som lägst vilket därmed utgör det farligaste fallet för stabiliteten vid odränerad analys (korttidsfallet).

Portrycket har antagits vara hydrostatiskt ökande mot djupet från grundvattenytan.

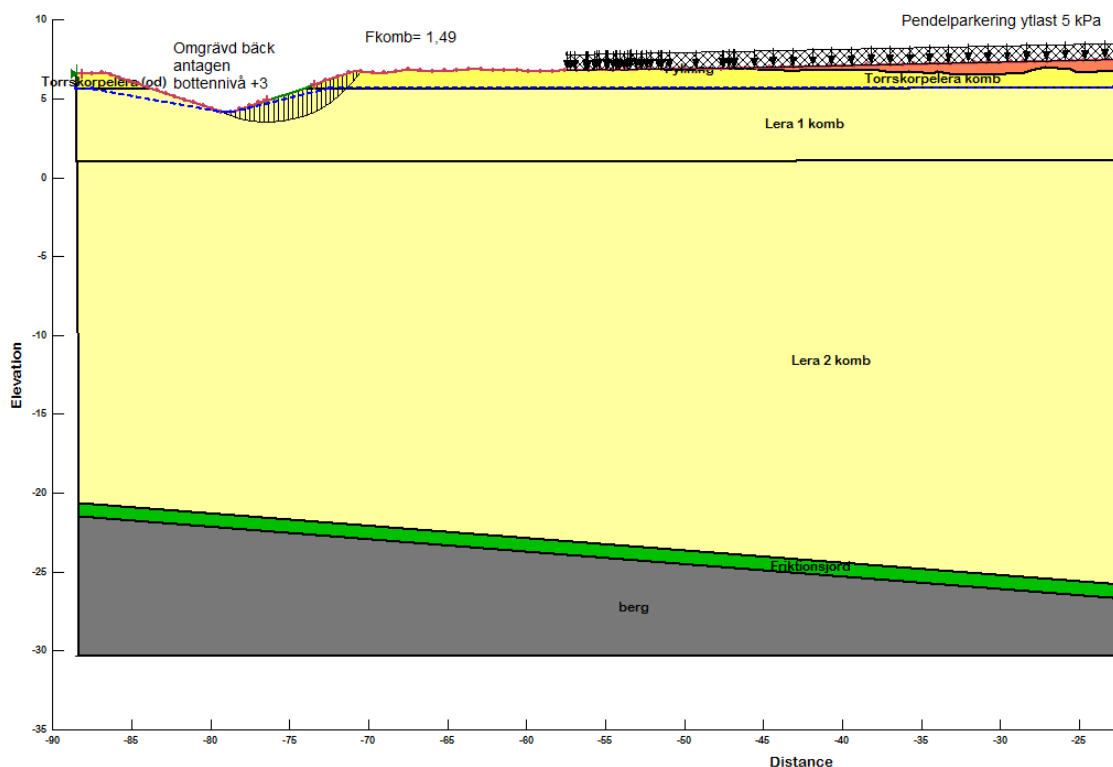
8.6 STABILITETSANALYSER FÖR DETALJPLAN

Stabiliteten för detaljplan har kontrollerats i sektion B för pendelparkeringen i riktning mot omgrävd bäck. Marken är relativt plan omkring nivå ca +6,5 till +6,9 och det undersökta jorddjupet inom området för pendelparkeringen uppgår till ca 25-30 meter utifrån tidigare undersökningar. Höjdskillnaden mellan befintlig mark och omgrävd bäck är ca 3 meter.

Ytlasten har placerats på det avstånd från bäckens slänkrön, 14 meter, som visas i detaljplanen för sektion B. De lägsta säkerhetsfaktorerna med dessa förutsättningar har beräknats till ca $F_c = 2,4$ respektive $F_{komb} = 1,49$, se Figur 13 och Tabell 10. Kombinerad analys är styrande och glidytorerna med lägst säkerhet avser lokal stabilitet närmast bäcken. Stabilitetsanalyserna redovisas i sin helhet i Bilaga 5.

Ytlasten har även placerats så nära bäckens slänkrön som 1 meter vilket motsvarar pendelparkeringens läge längre söderut, se Figur 11. Stabilitetsberäkningar utförda med dessa förutsättningar ger de lägsta säkerhetsfaktorerna ca $F_c = 1,9$ respektive $F_{komb} = 1,46$, se Tabell 10.

Rekommenderad säkerhetsnivå uppfylls för en detaljerad stabilitetsutredning avseende nyexploatering (planläggning) enligt IEG Rapport 4:2010, d.v.s. stabiliteten är tillfredställande god.



Figur 13. Beräkningssektion B, förhållanden som för detaljplan, kombinerad analys.

Tabell 10. Sammanställning av säkerhetsfaktorer, sektion B.

STABILITETS-KONTROLL	SÄKERHETSFAKTOR ODRÄNERAD ANALYS [-]	SÄKERHETSFAKTOR KOMBINERAD ANALYS [-]	ANMÄRKNING
Sektion B, last 14 m från slänkrön bäck	2,39	1,49	Ok
Sektion B, last 1 m från slänkrön bäck	1,90	1,46	Ok

9 GEOTEKNISKA ÅTGÄRDER

9.1 HÅLLPLATS/GC KONGAHÄLLAVÄGEN

Befintligt dike strax öster om Kongahällavägen fylls igen och belastningen blir större i vänsterkant än i högerkant av hållplatsen. TK Geo har inga specifika sättningskrav för hållplats/GC. Lättfyllningen har dimensionerats utifrån att behålla tvärfallet åt öst för att avrinningen ska fungera.

För att kompensera för den större belastningen av banken lokalt vid diket skiftas befintligt material ur ner till ca 0,85 meters djup och 1,8 m lättklinker läggs ut inom en bredd av 5 meter och längs en 15 m lång sträcka. Underlag för kostnadskalkyl redovisas i Bilaga 6.

9.2 BREDDNING AV BJÖRLANDAVÄGEN

För att uppfylla kraven på sättningar i tvärled vid breddning av Björlandavägen krävs kompensation med lättklinker. Befintligt material skiftas ur ner till ca 0,5 meters djup och 0,5 m lättklinker läggs ut inom en bredd av 3 meter. Detta gäller för en 180 meter lång sträcka längs Björlandavägen. Underlag för kostnadskalkyl redovisas i Bilaga 6.

9.3 LOKALGATA 2

För att uppfylla kraven på sättningar i längdled där lokalgata 2 passerar över befintligt dike krävs kompensation med lättklinker. Vägbanken byggs upp med 0,5 m lättklinker inom en bredd av 10,5 meter. Detta gäller för en 25 meter lång sträcka längs lokalgata 2. Underlag för kostnadskalkyl redovisas i Bilaga 6.

9.4 ÖVRIGA LOKALGATOR, GCM-VÄGAR OCH PARKERING

Inga geotekniska åtgärder krävs för lokalgatorna och GCM-vägarna inom området då dessa generellt ligger under eller i befintlig marknivå.

I sydöstra delen där profilen för lokalgata 3 och GCM-väg 300 ligger ca 0,5 meter till drygt 1 meter över befintlig marknivå utgörs undergrunden av ytligt berg eller ler- och siltblandad friktionsjord med endast några meters mäktighet. Sättningarna bedöms därmed marginella och utbildas snabbt under byggtiden.

I nordvästra delen där torg 1 och torg 2 ligger ca 0,5 meter över befintlig marknivå bedöms ej heller några förstärkningsåtgärder vara nödvändiga då belastningen är jämn och lerdjupen är relativt homogena (ca 20-25 meter).

För pendelparkeringen i västra delen ligger ca 0,5 till 1 meter över befintlig marknivå krävs inte några förstärkningsåtgärder varken ur sättnings- eller stabilitetssynpunkt.