



Bostäder vid Gibraltarvallen Göteborg

Teknisk PM Geoteknik. Underlag för detaljplan

2014-12-19
Rev. 2016-09-21

Bostäder vid Gibraltarvallen
Göteborg

Teknisk PM Geoteknik. Underlag för detaljplan

2014-12-19

Rev. 2016-09-21

Beställare: Akademiska Hus

Beställarens ombud: Annie Hallman

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare Bengt Askmar
Handläggare Araz Ismail

Uppdragsnr: 103 29 85

Filnamn och sökväg: N:\103\29\1032985\G\Beskr-PM\PM\PM.docx

Kvalitetsgranskad av: Bengt Askmar

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

1	Orientering	4
2	Geotekniska undersökningar	5
3	Områdesbeskrivning.....	5
4	Geotekniska förhållanden.....	9
5	Hydrogeologi	10
6	Stabilitet.....	11
6.1	Indata	11
6.2	Resultat	12
6.3	Slutsats.....	12
6.4	Känslighetsanalys.....	13
7	Sättningar	13
8	Radon.....	13
8.1	Markradon	13
8.2	Gammastrålning	14
9	Blockutfall/bergas.....	15
10	Rekommendationer	17
10.1	Stabilitet.....	17
10.2	Grundläggning	17
10.3	Radon.....	18
10.4	Blockutfall/bergas	18

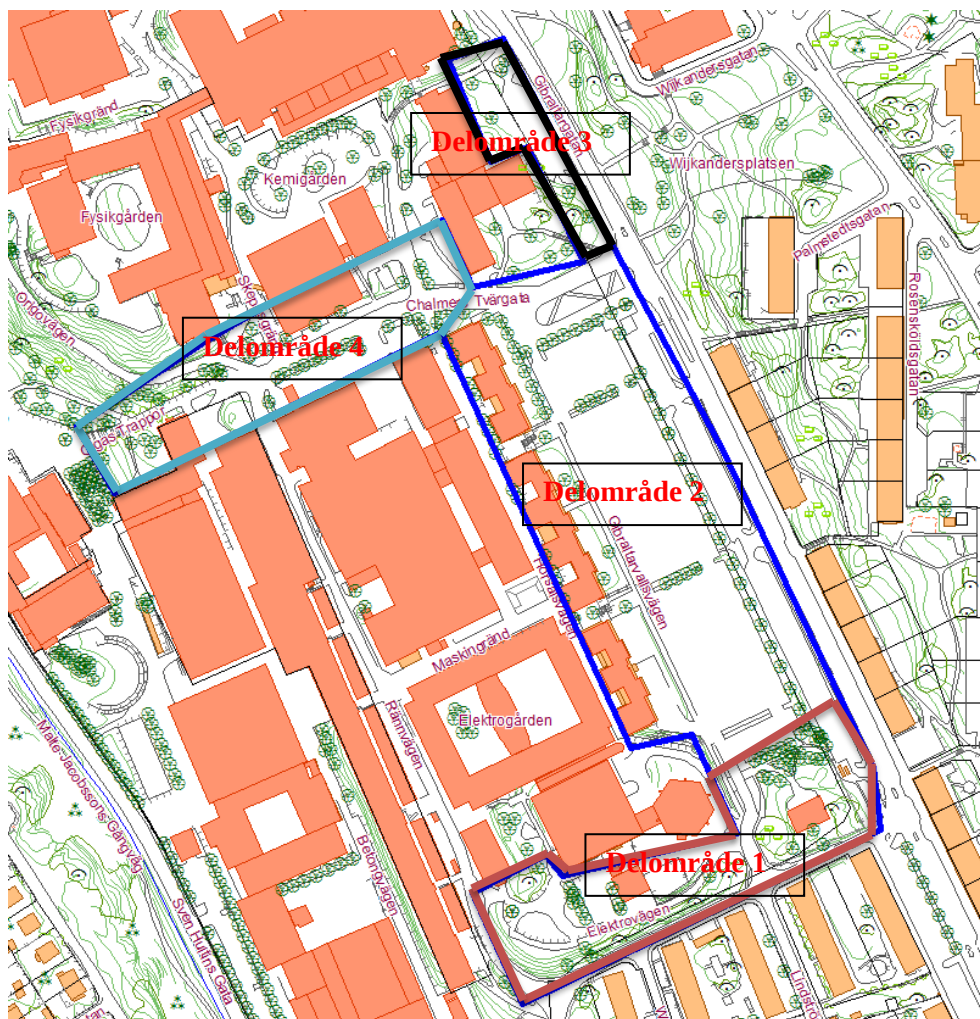
BILAGOR

Vald korrigerad skjuvhållfasthet
Stabilitetsberäkningar

Bilaga A
Bilaga 1:1–1:9

1 Orientering

På uppdrag av Akademiska Hus har Norconsult AB utfört en geoteknisk undersökning för rubricerat objekt. Området ligger på Chalmersområdet, längs med Gibraltargatan i centrala Göteborg. I föreliggande rapport har detaljplaneområdet delats in i 4 delområden och har namngivits som delområde 1, delområde 2, delområde 3 och delområde 4. Se figur 1 för ungefärligt läge för detaljplanen.



Figur 1. Detaljplaneområdets fyra delområden.

Syftet med detaljplanen är att skapa möjlighet för byggnation av verksamheter och bostäder på Chalmersområdet och längs Gibraltargatan i centrala Göteborg. Planen medger användning för utbildning, kontor, bostäder och service, i byggnader som är 2-11 våningar höga, liksom en högre byggnad vid Olgas trappor om 24 våningar.

2 Geotekniska undersökningar

Utförda geotekniska undersökningar redovisas i ”Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg - detaljplan. Markteknisk undersökningsrapport, MUR geoteknik”, daterad 2014-12-19 med uppdragsnummer 103 29 85.

3 Områdesbeskrivning

Delområde 1

Nivåerna inom aktuellt område varierar mellan ca +59,7 och ca +55,1. Aktuellt delområde består till större delen av berg i dagen, se Bild 1.



Bild 1. Delområde 1, bild tagen i västlig riktning.

Delområde 2

Markytan inom delområde 2 är tämligen plan. Nivåerna varierar mellan ca +54,1 och ca +52,2, där de högsta nivåerna påträffas inom delområdets södra och de lägsta inom dess nordvästra del. Se Bild 2.



Bild 2. Delområde 2, bild tagen i nordvästlig riktning.

Delområde 3

Nivåerna inom aktuellt område varierar mellan ca +55 och ca +47, där de högsta nivåerna påträffas inom delområdets sydvästra del (berg i dagen) och de lägsta inom dess norra del. Delområdet består i norr av en jordslän. Medellutningen för aktuell slänt är ca 1:1,5–1:2. Markytan i släntbotten ligger drygt 2,5-3 m under släntkrön, se Bild 3.



Bild 3. Jordslänt inom delområde 3, bild tagen i sydlig riktning.

I anslutning till hela delområdets sydvästra del förekommer berg i dagen, se Bild 4.

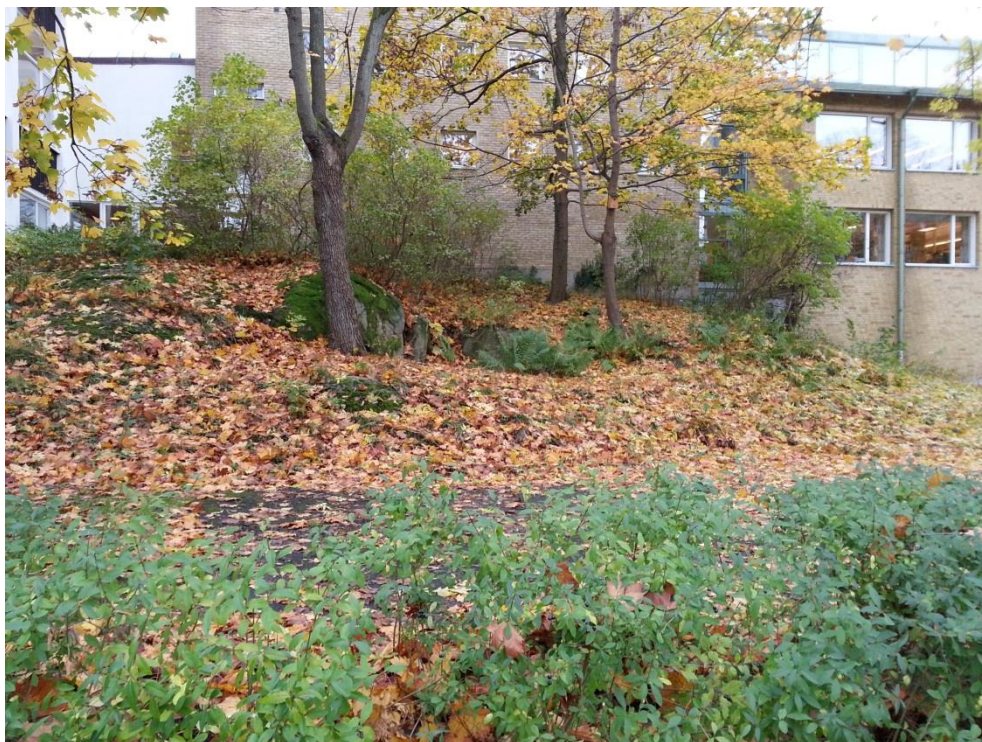


Bild 4. Berg i dagen inom delområde 3, bild tagen i sydvästlig riktning.

Delområde 4

Nivåerna inom delområde 4 varierar mellan ca +56,1 och ca +46,1, där de högsta nivåerna påträffas inom delområdets centrala och de lägsta inom dess västra del. Markytan sluttar från ca +56,1 vid Skeppsgränden till ca +46,1 direkt väster om Olgas trappor, se Bild 5.



Bild 5. Olgas trappor, bild tagen i nordostlig riktning.

I anslutning till hela delområdets nordvästra del förekommer berg i dagen, se Bild 6.



Bild 6. Berg i dagen inom delområde 4, bild tagen i nordvästlig riktning.

4 Geotekniska förhållanden

Delområde 1

Delområde 1 består av berg i dagen och berg nära dagen.

Delområde 2

Jordlagren består överst av fyllning med en mäktighet av ca 1-2 m. Därunder förekommer grå och siltig lera med mäktighet på ca 2-8 m. Dess vattenkvot varierar mellan ca 25-70 % och konflytgränsen är ca 60 %. Provtagningar utförda i borrhål NC2 påvisar att jorden under det översta jordskiktet (fyllning) består av mullhaltig/torvhaltig sand/silt med en mäktighet av ca 0,8 m. Vid ca +51 är lerans odränerade skjuvhållfasthet 60 kPa och minskar med 15 kPa/m till nivå +49, därunder är skjuvhållfastheten 30 kPa, konstant med djupet, se Bilaga A. Leran vilar på ett lager friktionsjord med varierande mäktighet.

Djup till fast botten uppmättes i hela området till mellan ca 1–13 m. De minsta mäktigheterna påträffades i delområdets norra samt södra delar, vilka angränsar till berg i dagen.

Delområde 3

Jordlagren består överst av sand med en mäktighet av ca 1 m. Därunder förekommer siltig lera med mäktighet på ca 1-7 m. Dess vattenkvot är ca 20 %. Vid ca +51 är lerans odränerade skjuvhållfasthet 60 kPa och minskar med 15 kPa/m till nivå +49, därunder är skjuvhållfastheten 30 kPa, konstant med djupet, se Bilaga A. Leran vilar på ett tunt lager friktionsjord.

Djup till fast botten/berg uppmättes i hela delområdet till mellan ca 0–9 m. De minsta mäktigheterna påträffades i delområdes sydvästra samt södra delar, vilka till stor del består av berg i dagen.

Delområde 4

Jordlagren består överst av fyllning med en mäktighet av ca 2 m. Därunder förekommer siltig lera med mäktighet på ca 2-11 m. Vid ca +51 är lerans odränerade skjuvhållfasthet 60 kPa och minskar med 15 kPa/m till nivå +49, därunder är skjuvhållfastheten 30 kPa, konstant med djupet, se Bilaga A. Leran vilar på ett tunt lager friktionsjord.

Djup till fast botten/berg uppmättes i hela delområdet till mellan ca 4,5–13 m. Delområdets nordvästra del består av berg i dagen.

5 Hydrogeologi

Vid undersökningen i november 2014 var samtliga skruvprovtagningshål torra ner till ca 1,8–3 m djup under markytan.

Intill och inom aktuellt detaljplaneområde har långtidsobservationer av grundvattenytan utförts. Från 1973 till 2016 har kontinuerliga grundvattenmätningar med både porttrycksmätare och grundvattenrör utförts. Avläsningar av grundvattnet och lerans porvattentryck påvisar nivåer och trycknivåer motsvarande en fri grundvattenyta ca 1,5–5,0 m under markytan.

Grundvattenytan fluktuerar under året beroende på nederbörds mängd och påverkas lokalt av topografiska-, vegetations- och jordlagerförhållanden. Den övre grundvattenytan bedöms dock under stora delar av året ligga ca 2-3 m under befintlig markyta.

6 Stabilitet

Delområde 1

Eftersom aktuellt delområde består av berg i dagen bedöms ej någon rasrisk ur geoteknisk synpunkt föreligga.

Delområde 2

Eftersom nivåskillnaderna inom delområde 2 är små bedöms ej någon rasrisk ur geoteknisk synpunkt föreligga.

Delområde 3

I delområdets södra samt sydvästra del förekommer berg i dagen. Delområdet består i norr av en jordslänt. Stabiliteten för jordslänten har kontrollerats i en sektion, sektion A-A. Se ritning G101 tillhörande MUR:en.

Delområde 4

I delområdets nordvästra del förekommer berg i dagen. Delområdet består i väst av en jordslänt. Stabiliteten för jordslänten har kontrollerats i en sektion, sektion B-B. Se ritning G101 tillhörande MUR:en.

6.1 Indata

Följande beräkningsförutsättningar har använts:

Beräkningarna har utförts med odränerad och kombinerad analys för båda sektionerna. Cirkulärcylindriska glidytor med Morgenstein-Price's lamellmetod har använts vid beräkningarna.

Underlaget har bestått av grundkartans nivåkurvor samt utförda undersökningar.

Beräkningarna har utförts med GeoStudio 2007, Slope/W, version 7.16.

Övriga materialegenskaper har valts utifrån kapitel 4.

Vid beräkning i kombinerad analys har hållfasthetsparametrar antagits enligt praxis, $c' = c_u (Tfu_{kor}) * 0,1$ och med en friktionsvinkel på 30° .

Sektionerna har beräknats för befintliga samt för framtida förhållanden, med en utbredd last på den pådrivande sidan av den värsta glidyten.

IEG:s riktvärden för erforderliga säkerhetsfaktorer har använts i föreliggande utredning. För nyexploatering är kravet på beräknad säkerhetsfaktor vid dränerad analys $F_\phi \geq 1,3$, odränerad analys $F_c \geq 1,7 - 1,5$ och i kombinerad analys $F_{\text{komb}} \geq 1,5 - 1,4$.

Planerad byggnation inom delområde 3 och 4 kommer ej generera mer än 20 kPa i markbelastning. Tyngre byggnader kommer att grundläggas med pålar/plintar till berg och eventuella uppfyllningar begränsas mht risker för sättningar i lerområden.

En sammanställning av beräknade säkerhetsfaktorer för beräkningssektionerna redovisas i Tabell 6.2 nedan. Beräkningarna redovisas i Bilaga 1:1–1:9.

6.2 Resultat

Tabell 6.2 Beräknade säkerheter mot skred

Sektion	Säkerhetsfaktor		
	F_ϕ	F_c	F_{komb}
Sektion A-A, befintliga förhållanden (Bilaga 1:1–1:2)	-	3,2	2,0
Sektion A-A, 40 kPa utbredd last (Bilaga 1:3–1:4)	-	1,7	1,5
Sektion B-B, befintliga förhållanden (Bilaga 1:6–1:7)	-	2,15	2,1
Sektion B-B, 25 kPa utbredd last (Bilaga 1:8–1:9)	-	1,7	1,65

6.3 Slutsats

Eftersom delområde 1 består av berg i dagen och nivåskillnaderna inom delområde 2 är små bedöms ej någon rasrisk ur geoteknisk synpunkt föreligga för aktuella delområden.

Beräkningarna visar att säkerheten mot skred inom delområde 3 är fullgod för befintliga och framtida förhållanden för en utbredd last på 40 kPa. Laster som placeras direkt på berg omfattas inte av lastrestriktionerna.

För att uppnå tillfredställande säkerhet skall västra halvan av delområde 4 ej belastas med mer än 25 kPa. Laster som placeras direkt på berg omfattas inte av lastrestriktionerna.

Ur geoteknisk synpunkt kan detaljplanens intentioner genomföras. I delområde 3 och 4 kommer de höga byggnaderna grundläggas med pålar till berg eller direkt på berg, se även kapitel 10.2. Inga lastbegränsningar behöver därför införas i detaljplanen.

6.4 Känslighetsanalys

För att kontrollera hur säkerheten mot skred påverkas av en hög grundvattennivå har kompletterande beräkningar utförts i sektion A-A, se Bilaga 1:5. Beräkningar har genomförts för en grundvattenyta vid markytan, med därunder ökande hydrostatiskt tryck.

Tabell 6.4 Känslighetsanalys, värden inom parantes visar beräknad säkerhetsfaktor för ursprunglig grundvattenyta, se även Tabell 6.2.

Sektion	Fkomb
A-A (Framtida förhållanden) (Bilaga 1:5)	1,25 (1,5)

På grund av att långtidsmätningar av grundvattnet utförda under 20-40 år påvisar en grundvattenyta lägre än 1,5 m under markytan anses de ursprungliga beräkningsförutsättningarna mest relevanta. Känslighetsanalysen visar däremot på effekten av porttrycksförändringar.

7 Sättningar

I ytlagren finns det organiskt material/mulljord som är mycket sättningskänsliga. Dessa jordlager bedöms dock ha begränsad mäktighet varför detta löses genom urgrävning i byggnadslägena.

I detta skede har inga undersökningar utförts för att bestämma lerans sättningssegenskaper. Leran bedöms vara medellös till lös, vilket innebär att leran inom aktuellt område sannolikt är sättningsbenägen.

Inom lerområden skall preliminärt uppfyllningar begränsas till 0,5 m mht risker för sättningar.

8 Radon

8.1 Markradon

Gränsvärden för bedömning av radonhalt i marken kan ses i Tabell 8.11 nedan.

Tabell 8.11 – Gränsvärden för radonhalt i mark.

Markklass	Markyta	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan [kBq/m ³]
Högradonmark	Grus, grovkorning morän	>50
	Sand	>50
Normalradonmark	Grus, grovkorning morän	10-50
	Sand	10-50
Lågradonmark	Grus, grovkorning morän	<10
	Sand	<10

Resultat från mätningarna och klassning kan ses i Tabell 8.12. Enligt utförda markradonmätningar klassas marken som normalradonmark.

Tabell 8.12 – Mätresultat från mätning av markradon.

Mät punkt	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan [kBq/m ³]	Klassning
Rn 1	4	Lågradonmark
Rn 2	4	Lågradonmark
Rn 3	27	Normalradonmark

8.2 Gammastrålning

Området genomströvades och värden på gammastrålning från berg uppmättes med hjälp av en scintillometer. Mätningen utfördes på berg i dagen. Resultaten varierade mellan 0,06 och 0,15 µSv/h,

Radonklassificering sker enligt följande rekommenderade intervaller för uppmätta halter av gammastrålning från berg:

Lågradonmark	< 0,08 µSv/h
Normalradonmark	0,08-0,20 µSv/h
Högradonmark	> 0,20 µSv/h

Området klassificeras som normalradonmark med hänsyn till uppmätta värden på gammastrålning från berg i dagen.

9 Blockutfall/bergras

En översiktlig okulär bergteknisk bedömning har utförts för rubricerat objekt. Syftet med denna har varit att identifiera eventuella riskområden där problem med blocknedfall/bergras kan bli aktuella. Inom aktuellt område har inga sådana riskområden påträffats, se Bild 7 – Bild 9.



Bild 7. Berg i dagen inom delområde 1, bild tagen i västlig riktning.



Bild 8. Berg i dagen inom delområde 3, bild tagen i sydvästlig riktning.

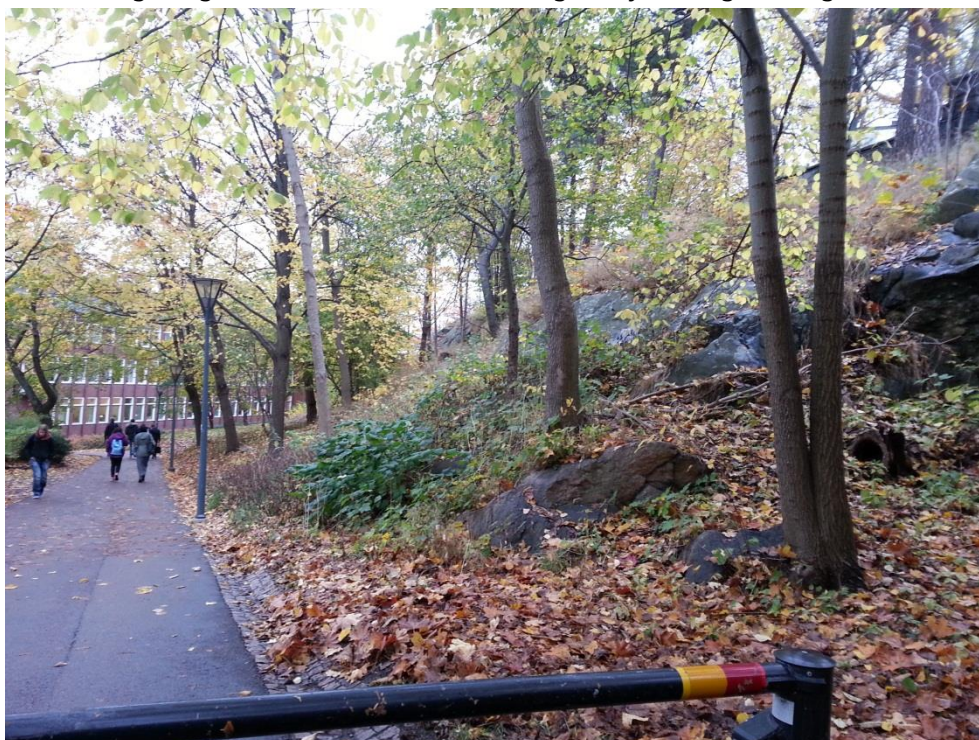


Bild 9. Berg i dagen inom delområde 4, bild tagen i nordvästlig riktning.

Bedömningen är därför att det inte föreligger någon risk för bergras i nuläget.

10 Rekommendationer

10.1 Stabilitet

Eftersom delområde 1 består av berg i dagen och nivåskillnaderna inom delområde 2 är små bedöms ej någon rasrisk ur geoteknisk synpunkt föreligga för aktuella delområden.

Beräkningarna visar att säkerheten mot skred inom delområde 3 är fullgod för befintliga och framtida förhållanden för en utbredd last på 40 kPa. Laster som placeras direkt på berg omfattas inte av lastrestriktionerna.

För att uppnå tillfredställande säkerhet skall västra halvan av delområde 4 ej belastas med mer än 25 kPa. Laster som placeras direkt på berg omfattas inte av lastrestriktionerna.

Ur geoteknisk synpunkt kan detaljplanens intentioner genomföras. I delområde 3 och 4 kommer de höga byggnaderna grundläggas med pålar till berg eller direkt på berg, se även kapitel 10.2. Inga lastbegränsningar behöver därför införas i detaljplanen.

10.2 Grundläggning

Lätta och sättningståliga byggnader, t ex förråd och enplans byggnader, kan möjligen grundläggas genom platta på mark. Tyngre byggnader/anläggningar bör preliminärt grundläggas på pålar eller grundläggas genom totalkompensation med lättare massor (exempelvis EPS – cellplast – eller lättklinker). Där det förekommer berg i dagen eller berg nära i dagen kan byggnaderna grundläggas direkt på berg. En differens i markrörelser kan uppstå om plattan vilar på berg på en sida och på jord på den andra. Liknande grundläggningsförhållanden rekommenderas under hela plattan.

När exakta lägen för planerade byggnader/anläggningar är bestämda rekommenderas att kompletterande geoteknisk undersökning och utredning utförs med avseende på grundläggning och markarbeten.

10.3 Radon

Marken som mätningen utfördes på klassas som normalradonmark. Det rekommenderas därför att alla planerade byggnader dimensioneras för normalradonmark, dvs. utförs radonskyddande. Som radonskyddande utförande räknas en väl utförd betongplatta samt att håltagningar och rör genomföringar genom bottenplattan skall göras täta så att markluft ej kan tränga upp i byggnaden.

10.4 Blockutfall/bergras

Området bedöms generellt som stabilt. Det föreligger ingen risk för blockutfall/bergras inom planområdet. Vid omfattande schaktningsarbeten/sprängning i berget rekommenderas dock att en ny bedömning genomförs av bergsakkunnig.

Norconsult AB
Väg och Bana
Geoteknik

Araz Ismail
araz.ismail@norconsult.com

Bernhard Gervide Eckel
bernhard.gervide-eckel@norconsult.com



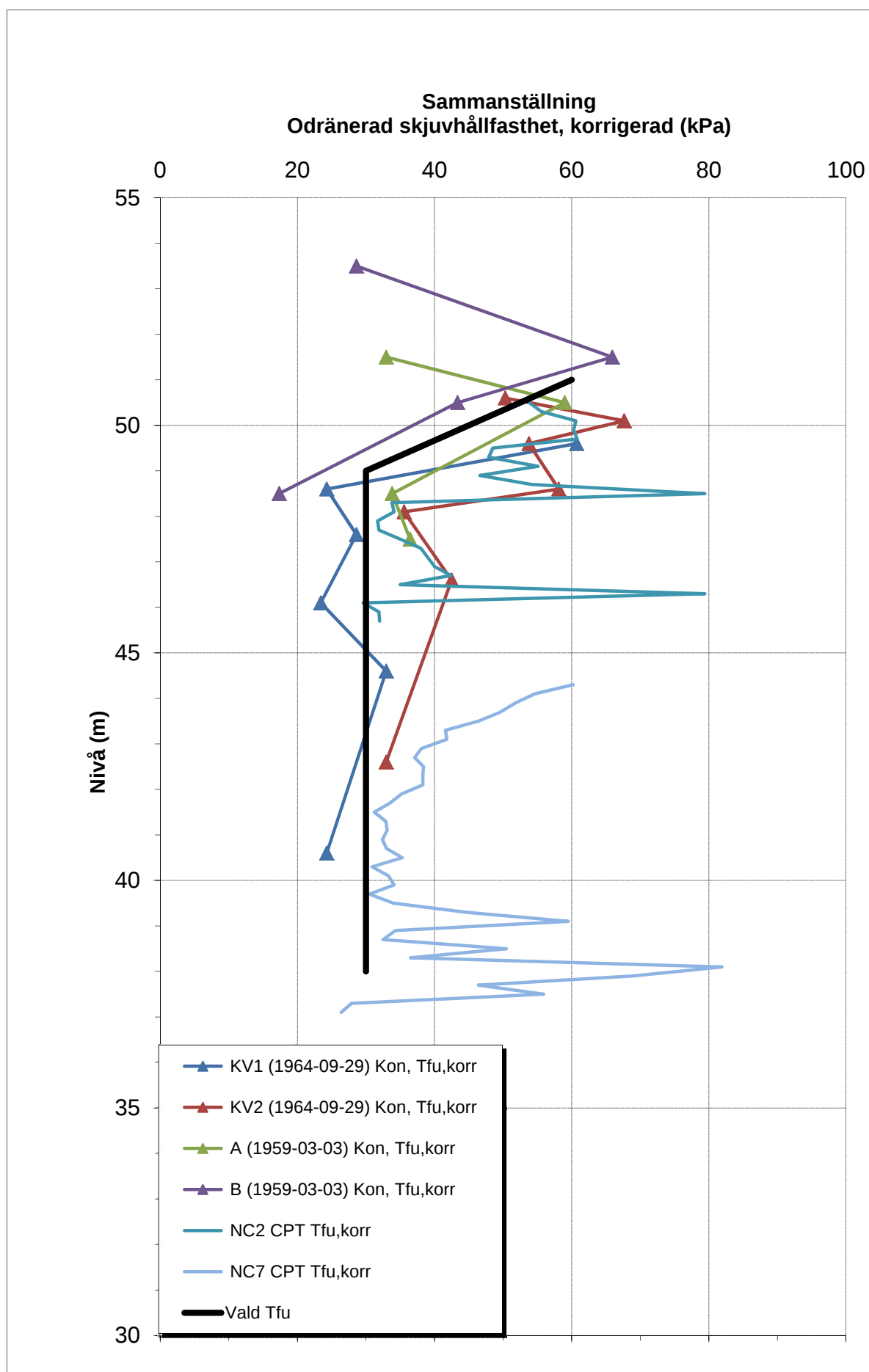
Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se

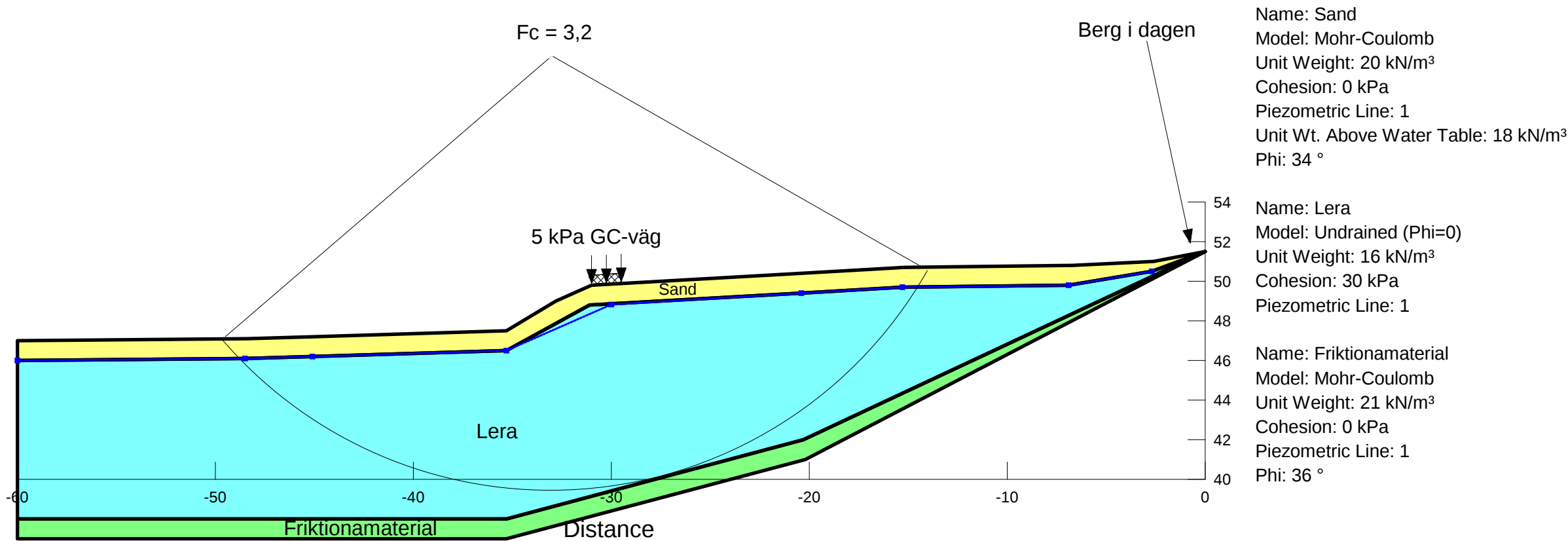


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion A-A, Befintliga förhållanden

Analysmetod: Odränerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:250 (A3)

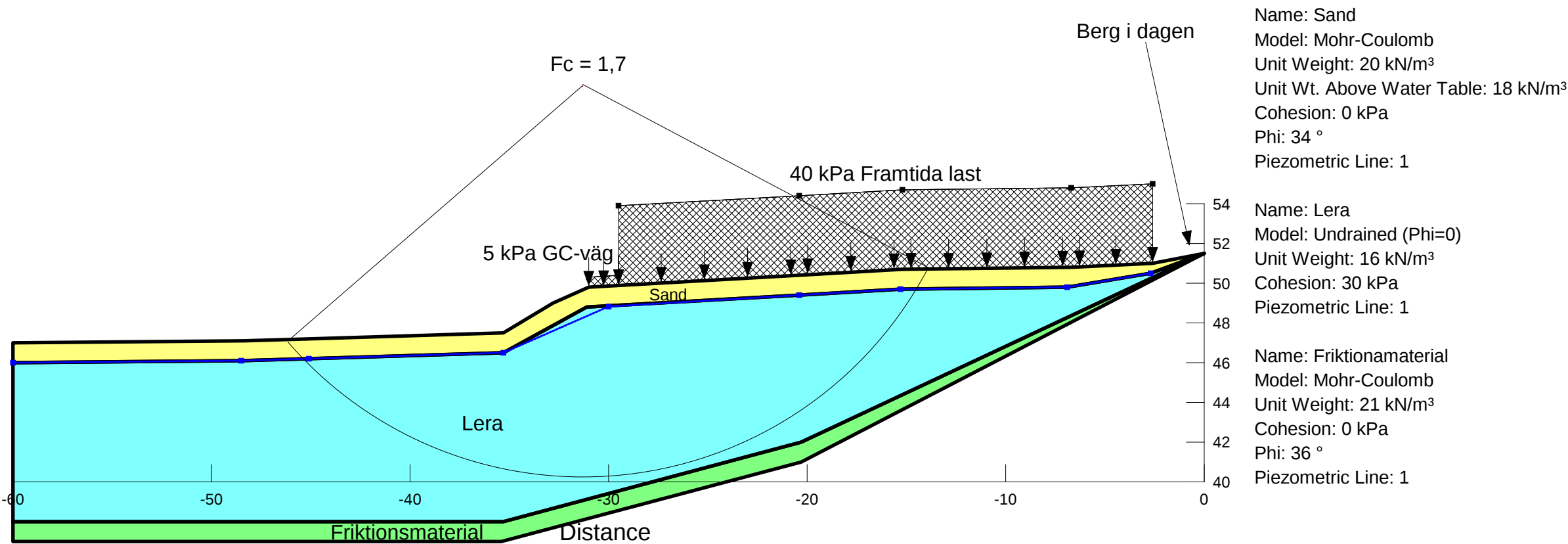


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion A-A, Framtida förhållanden

Analysmetod: Odränerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:250 (A3)

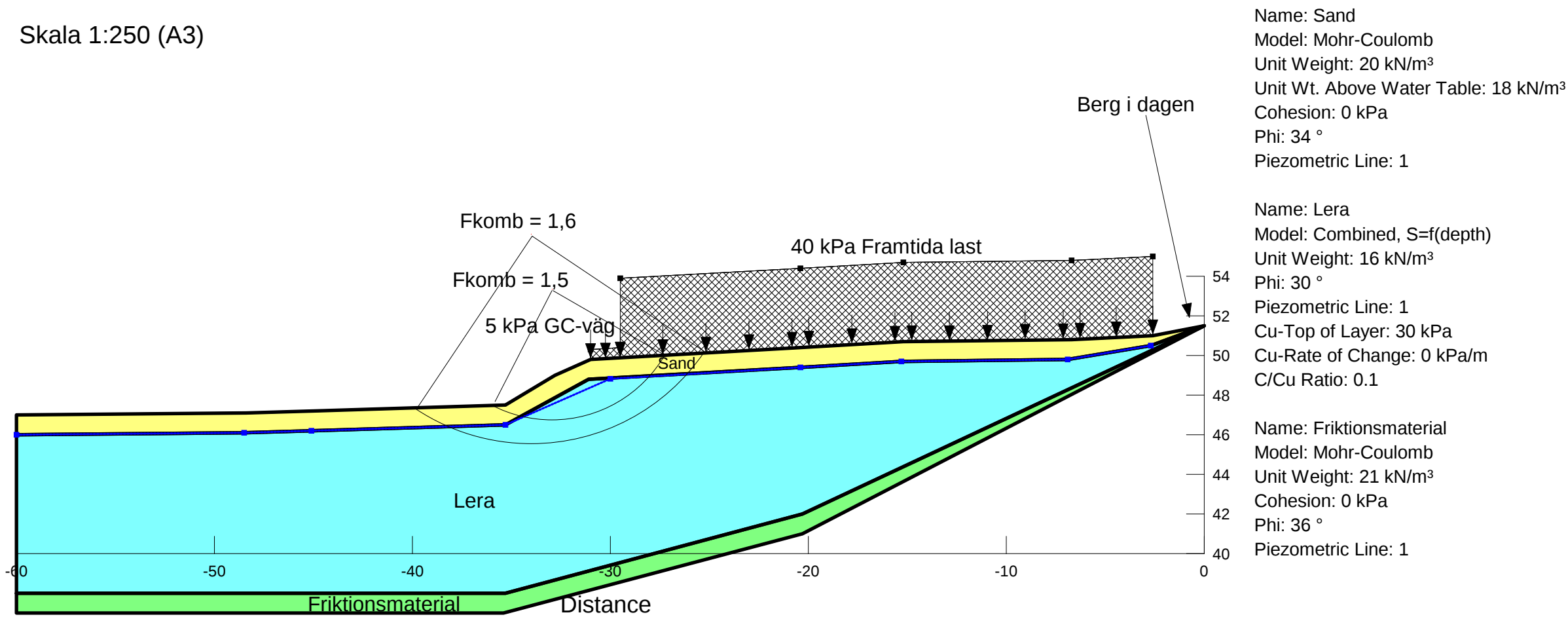


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion A-A, Framtida förhållanden

Analysmetod: Kombinerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:250 (A3)

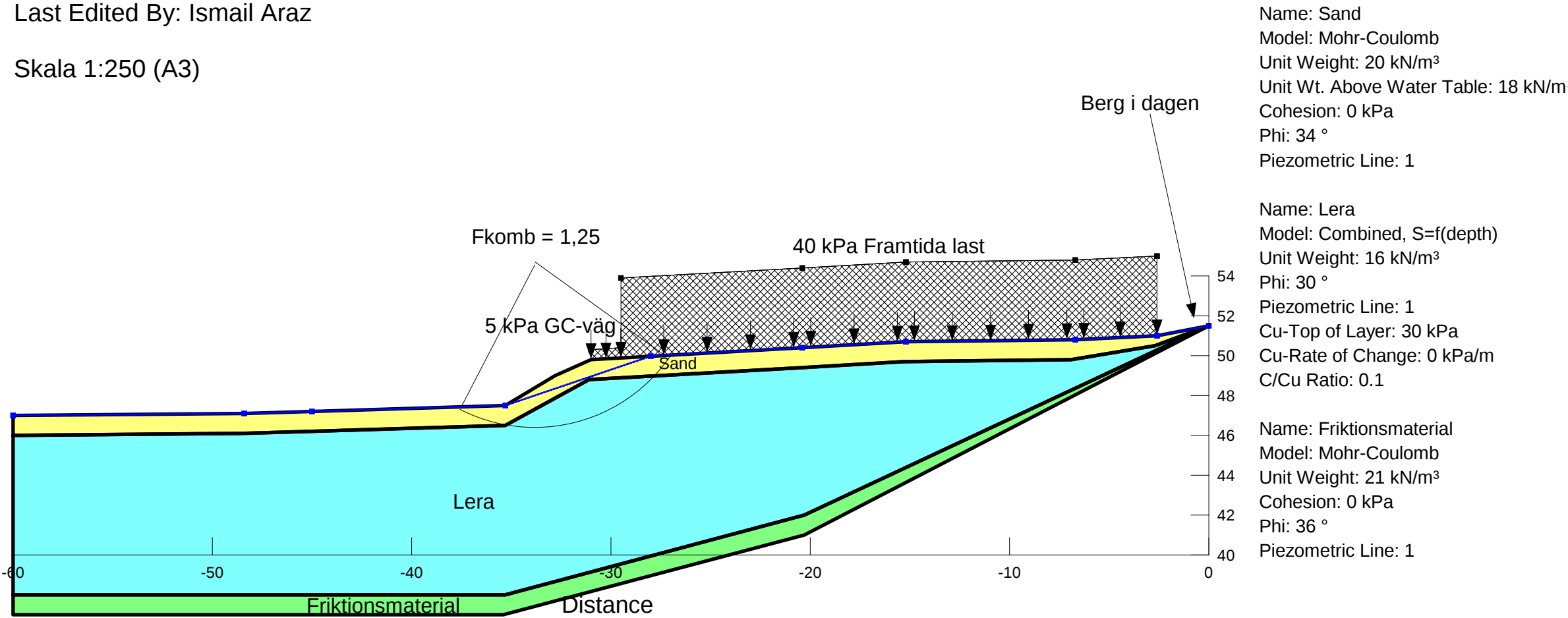


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion A-A, Framtida förhållanden
Känslighetsanalys

Analysmetod: Kombinerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:250 (A3)

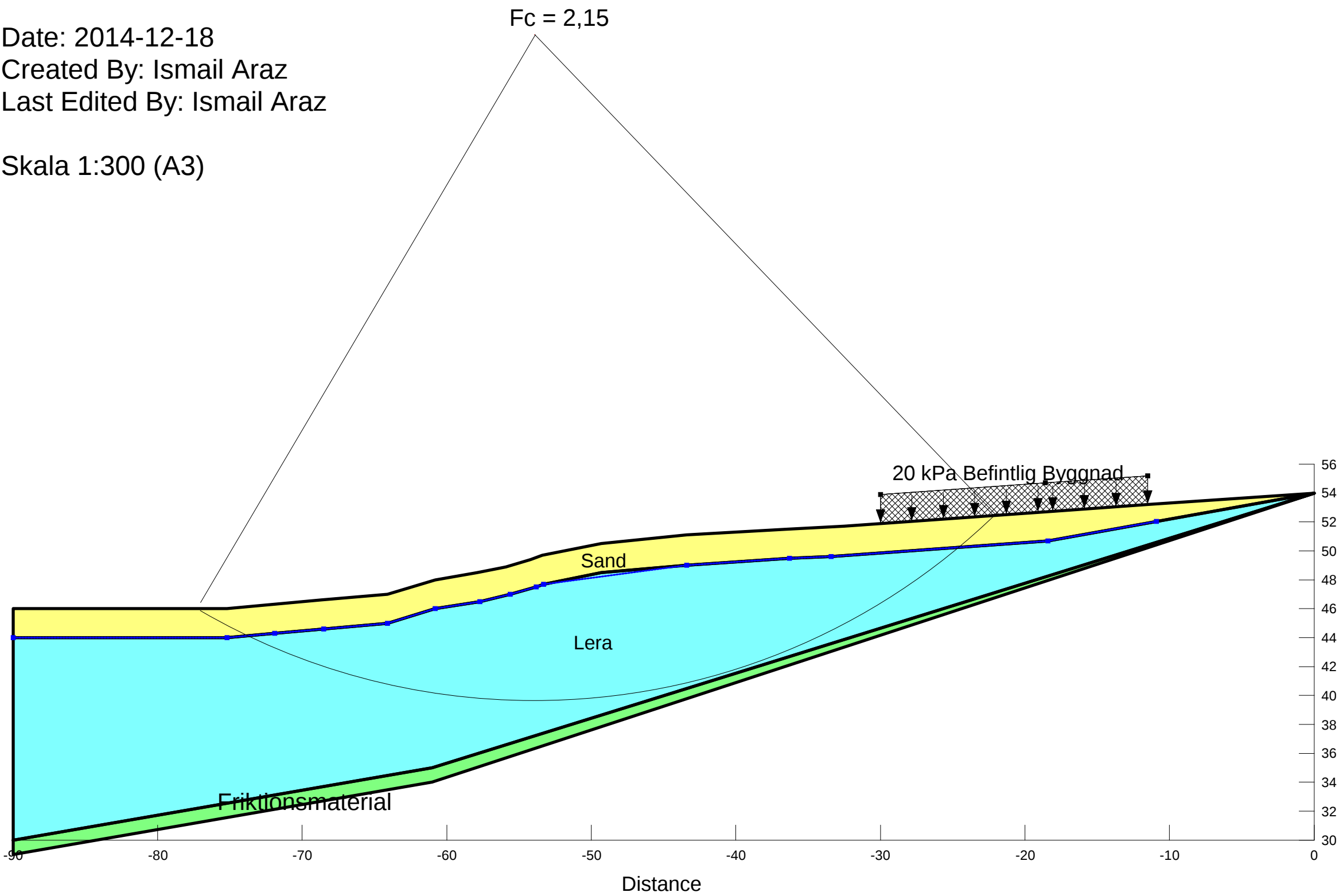


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion B-B, Befintliga förhållanden

Analysmetod: Odränerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:300 (A3)



Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Piezometric Line: 1
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 34 °

Name: Lera
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 30 kPa
Piezometric Line: 1

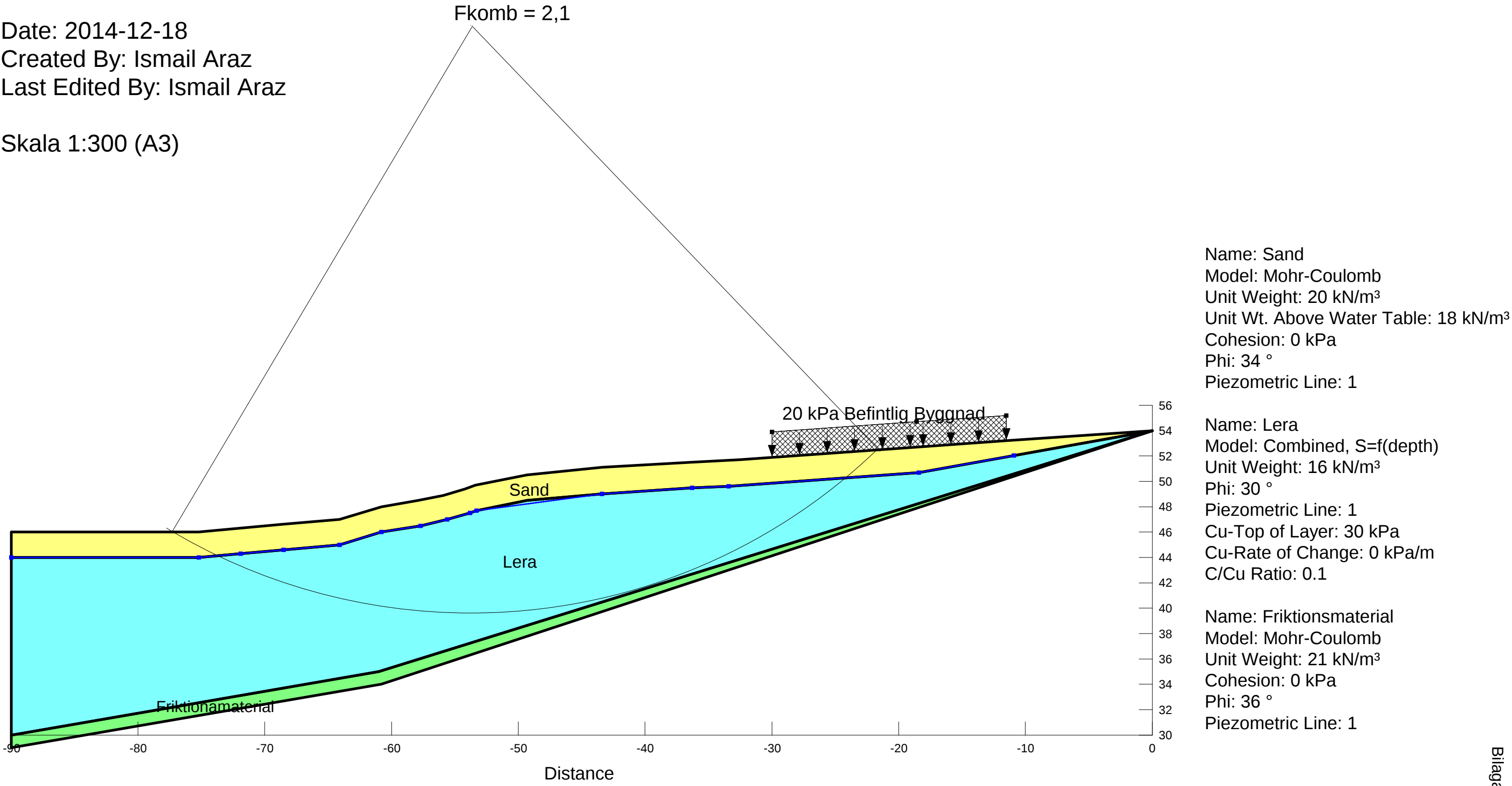
Name: Friktionsmaterial
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Piezometric Line: 1
Phi: 36 °

Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion B-B, Befintliga förhållanden

Analysmetod: Kombinerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:300 (A3)

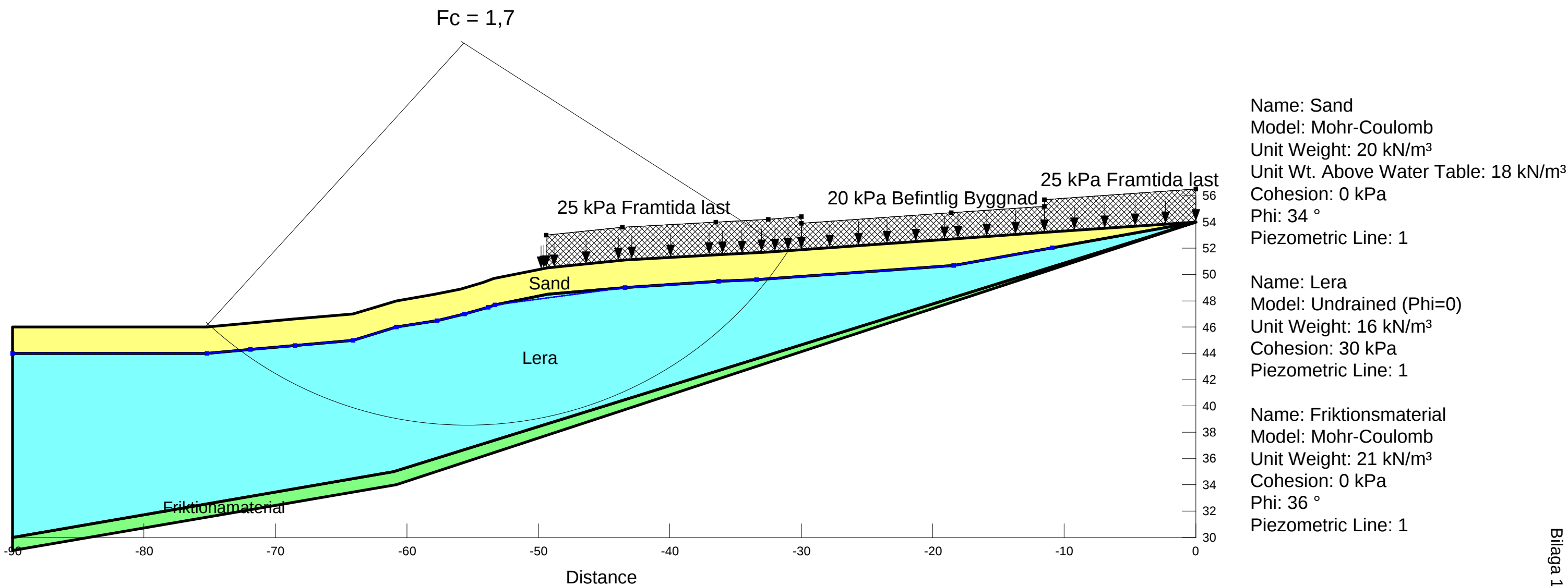


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion B-B, Framtida förhållanden

Analysmetod: Odränerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:300 (A3)

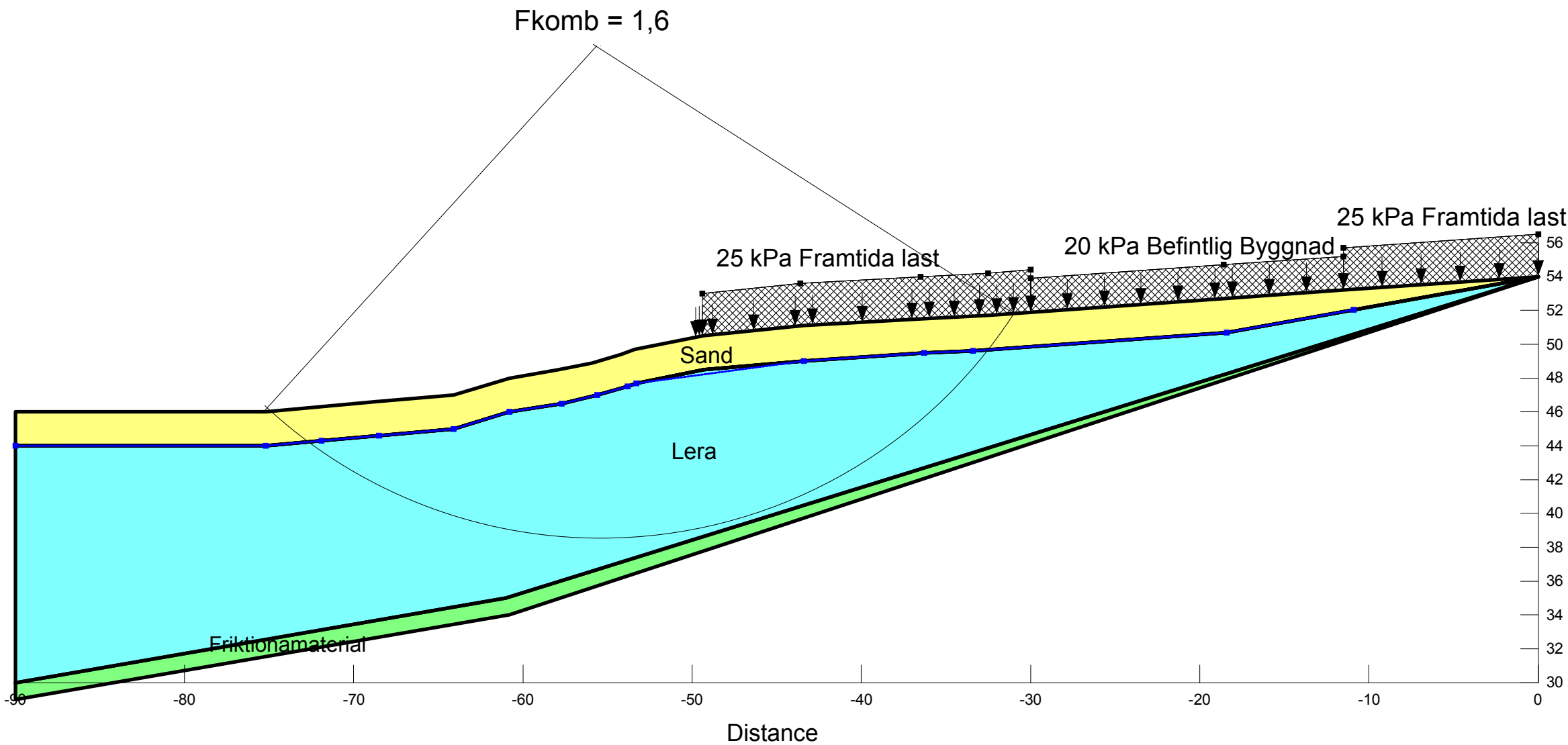


Bostäder vid Gibraltargatan, Göteborg
Sektion B-B, Framtida förhållanden

Analysmetod: Kombinerad

Date: 2014-12-18
Created By: Ismail Araz
Last Edited By: Ismail Araz

Skala 1:300 (A3)



- Name: Sand
 - Model: Mohr-Coulomb
 - Unit Weight: 20 kN/m³
 - Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
 - Cohesion: 0 kPa
 - Phi: 34 °
 - Piezometric Line: 1
- Name: Lera
 - Model: Combined, S=f(depth)
 - Unit Weight: 16 kN/m³
 - Phi: 30 °
 - Piezometric Line: 1
 - Cu-Top of Layer: 30 kPa
 - Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
 - C/Cu Ratio: 0.1
- Name: Friktionsmaterial
 - Model: Mohr-Coulomb
 - Unit Weight: 21 kN/m³
 - Cohesion: 0 kPa
 - Phi: 36 °
 - Piezometric Line: 1