

Göteborg, Nytt Polishus Hisingen

Geoteknisk PM, underlag för detaljplan

2020-11-23

DOKUMENT-ID 20029-21

Göteborg, Nytt Polishus Hisingen

Geoteknisk PM, underlag för detaljplan

Datum: 2020-11-23

Beställare: Castellum Backa 20:5 AB
FE5567337869
832 80 Frösön

Beställarens representant: Marcus Zetterberg

Konsult: Geotechnical Engineers of Sweden AB
Anders Carlssons gata 14
417 55 Göteborg

Uppdragsledare: Mikael Lindström, mikael@geos.se

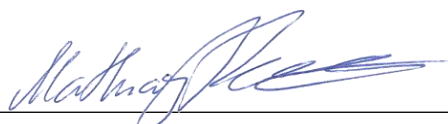
Handläggare: Mathias Pettersson, mathias@geos.se
Mikael Lindström, mikael@geos.se

Uppdragsnummer: 20029

Filnamn och sökväg: A:\Projekt\2020\20029-Göteborg-Nytt Polishus
Hisingen\Arbetsdokument\Textdokument\PM\Detaljplan\20029-
21_PM Detaljplan_2020-11-23.Docx



Rapport upprättad av Mikael Lindström, GEOS, datum 2020-11-23



Rapport granskad av Mathias Pettersson, GEOS, datum 2020-11-23

Innehållsförteckning

1. Förutsättningar	5
2. Syfte	5
3. Underlag till PM	6
4. Befintliga förhållanden	6
4.1. Topografi och markbeskaffenhet	6
4.2. Befintliga anläggningar	7
4.3. Geotekniska förhållanden	10
4.4. Bergtekniska förhållanden	11
4.5. Hydrogeologiska förhållanden	11
5. Härledda och valda egenskaper	12
5.1. Odränerade egenskaper	12
5.2. Kompressionsegenskaper	14
6. Sättningar	14
7. Stabilitet	15
7.1. Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster	15
7.2. Omräkningsfaktorer	15
7.3. Karakteristiska värden	16
7.4. Dimensionerande värden	16
7.5. Indata till beräkningsprogram	17
7.6. Resultat och antaganden	17
7.6.1. Befintliga förhållanden	17
7.6.2. Framtida förhållanden	18
7.7. Sammanfattning	18
8. Grundläggning	18
9. Schakt- och markarbeten	19
10. Dimensioneringsförutsättningar	21
11. Kontrollåtgärder/omgivningspåverkan	22
12. Radon	22
12.1. Markradon	22
12.2. Gammastrålning	22
12.3. Klassificering av mark efter radonrisk	23
12.4. Utlåtande	24
13. Rekommendationer	24

Bilagor

A:1-A:2

Stabilitetsberäkningar, befintliga förhållanden

B:1-B:2

Stabilitetsberäkning, avschakt 1 m inom planområde

Ritning

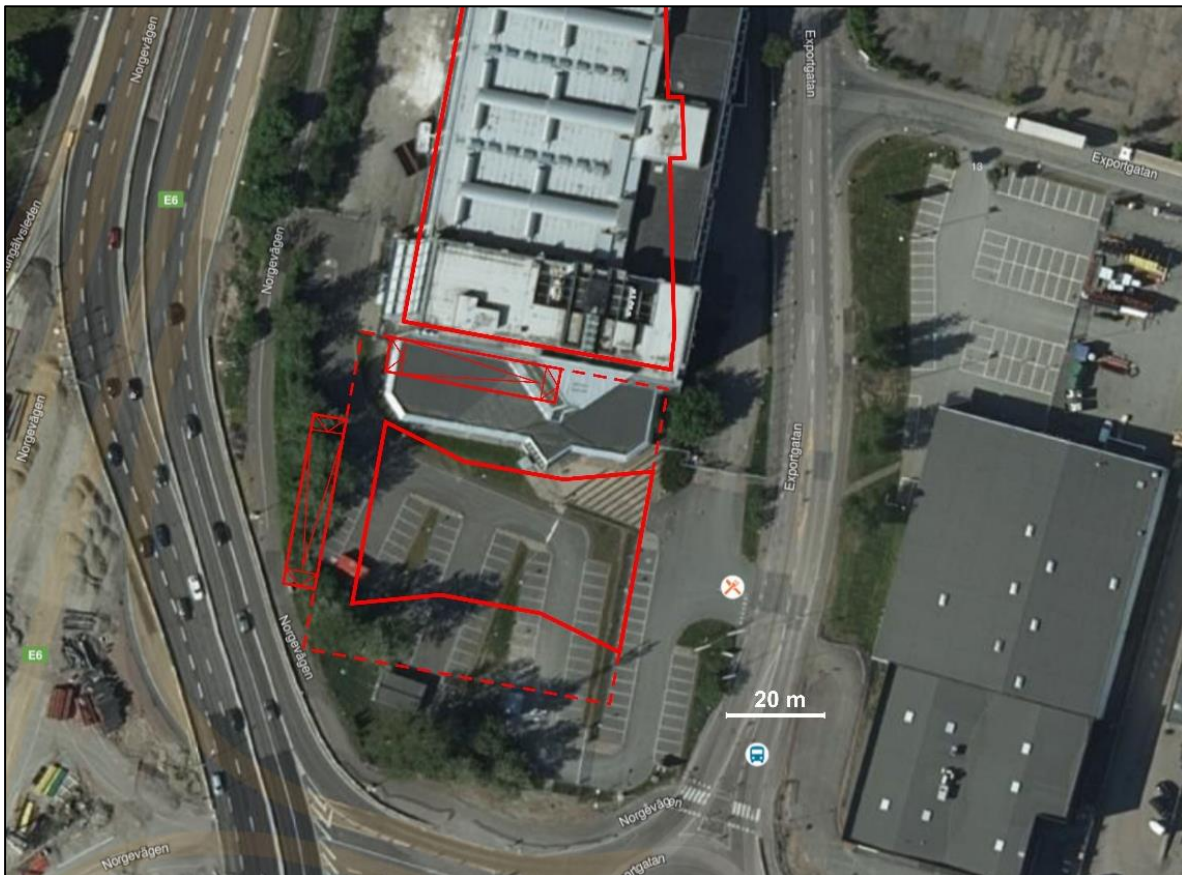
G-P-11

Plan; radon, befintligheter etc

1. Förutsättningar

Geotechnical Engineers of Sweden AB (GEOS) har på uppdrag av Castellum Backa 20:5 AB utfört en geoteknisk utredning vid Backa 20:5, Hisings Backa, Göteborgs kommun. I föreslagen ny detaljplan planeras ett nytt polishus att uppföras, se även figur 1.1 nedan.

Aktuellt område begränsas i väster av E6:an (Kungälvsleden) och i öster av Exportgatan. Nedanstående figur stämmer inte helt då tidigare byggnad (GP-tryckeriet) nu delvis är riven samt att byggnation av Ahlsell (byggnation klar i slutet av 2020) utförs direkt norr om planerat polishus. Vidare har väg E6 byggts om och flyttats längre västerut än vad nedanstående figur visar. Streckad linje i nedanstående figur visar ungefärligt läge för källarplanet för planerat polishus.



Figur 1.1 Ungefärligt område för planerat polishus vid Backa 20:5. Rödmarkerade områden redovisar ungefärlig utbredning för planerat polishus samt Ahlsells byggnad direkt norr om aktuellt område.

(<https://www.hitta.se 2020-10-26>).

2. Syfte

Den geotekniska utredningen har i detta skede utförts med syfte att utreda de geotekniska förhållandena (underlag för detaljplan) inom aktuellt område.

3. Underlag till PM

Nu samt tidigare utförda undersökningar i och i närheten av aktuellt område redovisas separat i "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR/Geo) med uppdragsnr. 19029, daterad 2020-08-31 reviderad 2020-10-27.

4. Befintliga förhållanden

4.1. Topografi och markbeskaffenhet

Området för planerad byggnation för Polisen utgörs i huvudsak av hårdgjorda ytor och av rester av tidigare byggnation (gäller främst i norra delen av området). Markens nivåer varierar i huvudsak mellan ca +6,5 och +5,5.



Bild 4.1 Område för planerad byggnation för Polisen, vy från sydost mot Ahlsells byggnad i nordväst.



Bild 4.2 Område för planerad byggnation för Polisen, vy från nordost mot sydväst.

4.2. Befintliga anläggningar

I norra delen av området har det tidigare funnits en byggnad (GP-tryckeriet) som uppfördes i slutet av 1970-talet. En tillbyggnad utfördes sedan längst i söder av denna byggnad i slutet av 1980-talet. Tidigare byggnation ligger i en zon av ca 20 m av den planerade byggnationens norra del (främst där källare ska byggas), se även ritning G-P-11.

Inom den delen där GP-tryckeriet tidigare låg finns det kvar stora delar av grundläggningen under befintlig markyta, dvs betongplatta för källarplanet, källarväggar, pålfundament, pålar och övriga byggnadsrester från tidigare utförd rivning, se även bild 4.3.

Enligt gamla ritningar på GP-tryckeriet så ligger byggnadens källargolv på nivån ca +2,7 i höjdsystem RH 2000. Utförda undersökningar verifierar att plattan finns kvar under befintlig markyta. Plattans tjocklek bedöms i huvudsak vara ca 0,3 m tjock men kan ställvis vara ännu tjockare (upp mot 0,5 m). Lägen på pålar och pålfundament bedöms däremot vara svårt att veta innan schakt utförs. Detsamma gäller tjocklek på pålfundament.

I slutet av 1980-talet utfördes en mindre utbyggnad av GP-tryckeriet längst i söder. Enligt handlingar så utfördes denna tillbyggnad utan källare. I denna del bedöms det därför inte finnas kvar någon befintlig bottenplatta. Byggnadsrester från tidigare rivning samt pålar och pålfundament från tidigare grundläggning bedöms dock finnas kvar under befintlig markyta i denna del. Denna dels golvnivå bedöms tidigare ha legat kring nivån +7 i höjdsystem RH 2000, dvs kring samma nivå som "entréplanet" för GP-tryckeriet.



Bild 4.3 Foto taget i samband med rivning av GP-tryckeriet (2019-03-28). Norra delen av området för planerat Polishus, vy från väster mot öster.

På ritning G-P-11 redovisas ungefärligt område för tidigare byggnation. Här redovisas också ungefärlig del där källare finns kvar samt utbyggd del som ej bedöms ha källare för tidigare byggnation.

Direkt norr om planerad byggnation har det som tidigare beskrivits pågått byggnation för Ahlsell under 2019-2020. Denna byggnation kommer vara färdigställd i slutet av 2020. Färdig golvnivå för denna byggnad ligger på ca +6,4 och den byggnadens bottenplatta vilar på fyllning ovanpå befintlig GP-tryckeriets bottenplatta för att komma upp till rätt nivå. Bottenplattan för Ahlsells byggnation är fribärande mellan befintliga grundläggningspunkter genom att föra ner last via fyllningen. Detta betyder till att all ny last fördelas på befintliga plintar och pålar i grundläggningen för GP-tryckeriet.



Bild 4.3 Ahlsells byggnads södra fasad, vy från öster mot väster.

4.3. Geotekniska förhållanden

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar inom aktuellt område för nybyggnation för Polisen består jordlagerföljden från markytan i huvudsak av:

- **Fyllning/grundrester** till ca 1-4 m djup (grundrester gäller främst norra delen av området).
- **Betongplattor, betongfundament mm** från tidigare byggnation till ca 2-5 m djup (gäller främst norra delen av området)
- **Torrskorpelera** till ca 2-3 m djup
- **Lera** till som mest ca 50 m djup.
- **Friktionsjord/ berg.**

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar bedöms djupet till fast botten/berg variera från som minst ca 3-4 m i nordväst till som mest ca 50 m i öster.

Fyllningen bedöms i norra delen utgöras av byggnadsrester (betongrester mm). I övriga delar bedöms fyllningen överst utgöras av grus, sand och sten under ett tunt lager av asfalt. Mulljord, lera och silt kan även förekomma i fyllningen. Sammansättningen av de olika fraktionerna är som sagt varierande och därför har fyllningen inte kunnat klassas map materialtyp och tjälfarlighetsklass.

Befintliga **betongplattor** (i norra delen av området) bedöms vara armerade och ha en tjocklek som varierar mellan ca 0,3-0,5 m. Utbredning och tjocklek på befintliga påfundament mm är okänt.

Leran är grå och innehåller ställvis silt samt skal- och växtrester. Dess vattenkvot respektive konflytgräns varierar i huvudsak mellan ca 60-85 % samt mellan ca 65-75 %. Dess densitet varierar mellan ca 1,6 och 1,7 ton/m³, svagt ökande mot djupet. Sensitiveten uppmätt från konprov varierar i huvudsak mellan ca 10 och 20. Leran bedöms utifrån uppmätta värden på sensitiveten vara mellansensitiv. Och därmed inte så känslig för störningar. Leran bedöms utgöras av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA.

Enligt nu tidigare och nu utförda kon- och vingförsök varierar **lerans** odränerade skjuvhållfasthet (okorrigerad) huvudsakligen mellan ca 15 och 50 kPa med de högre värdena mot djupet (50 kPa på ca 30-35 m djup).

Friktionsjorden under leran bedöms ha en mäktighet som varierar mellan 0-5 m. Vid utförda jordbergsonderingar har inga block noterats.

4.4. Bergtekniska förhållanden

Vid platsbesöket 2020-09-03 fanns ingen blottlagd berggrund i eller i nära anslutning till det aktuella området, men enligt SGUs berggrundskarta (7B Göteborg SV) utgörs berggrunden på fastigheten uteslutande av gnejsig metagråvacka, vars gnejsighet stupar medelbrant (40°) mot sydväst.

Vid bergschaktning är gnejsigheten att betrakta som svaghetsplan, vilka både kan orsaka oönskad fragmentering vid sprängning samt instabilitet i schaktväggar. Efter avtäckning av bergyta rekommenderas det därför att bergsakkunnig kontaktas för inspektion innan mer omfattande schaktningsarbeten utförs. Inför bergschaktning ska det även upprättas en riskanalys med avseende på omgivningspåverkan.

4.5. Hydrogeologiska förhållanden

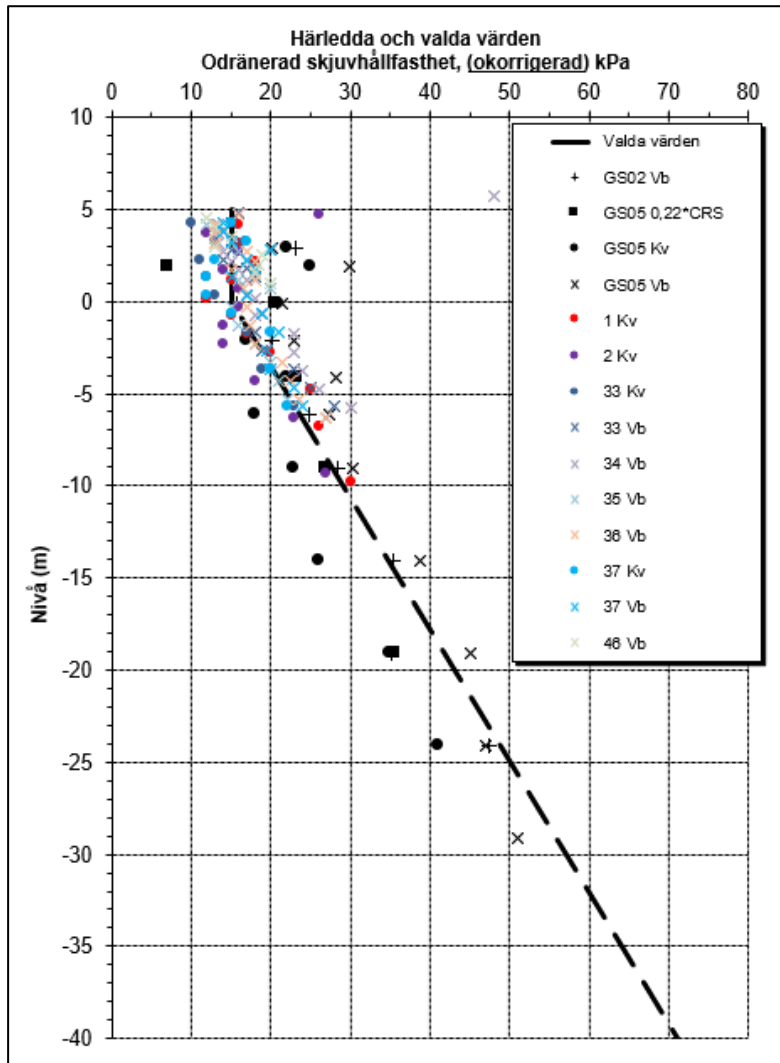
Den övre grundvattenytan har mätts i skruvborrhål GS01-GS05 och låg vid undersökningstillfället i juni 2019 på i huvudsak ca 1,5-3 m djup under befintlig markyta.

Grundvattenytan fluktuerar under året beroende på nederbördsmängd och påverkas lokalt av topografiska-, vegetations- och jordlagerförhållanden och därför bedöms den **övre grundvattenytan** normalt ligga kring nivån +3 á +4 inom aktuellt område.

5. Härledda och valda egenskaper

5.1. Odränerade egenskaper

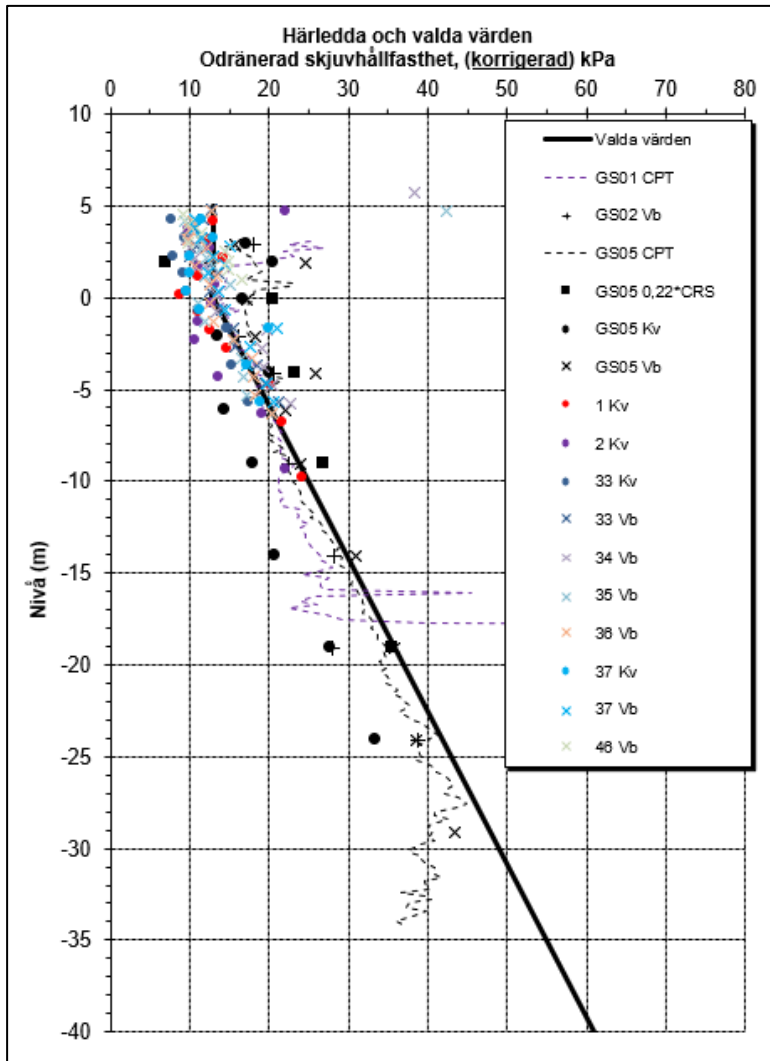
Härledda och valda värden för kohesionsjordens okorrigerade respektive korrigerade skjuvhållfasthet redovisas i figur 5.1-5.2 samt i tabell 5.1-5.2 (med linjär interpolation mellan värdena).



Figur 5.1 Härledda och valda hållfasthetsvärden, okorrigerad skjuvhållfasthet.

Tabell 5.1 Valda värden, okorrigerad skjuvhållfasthet.

Nivå (m)	$c_{u,okorr}$ (kPa)
+5	15
0	15
-40	71



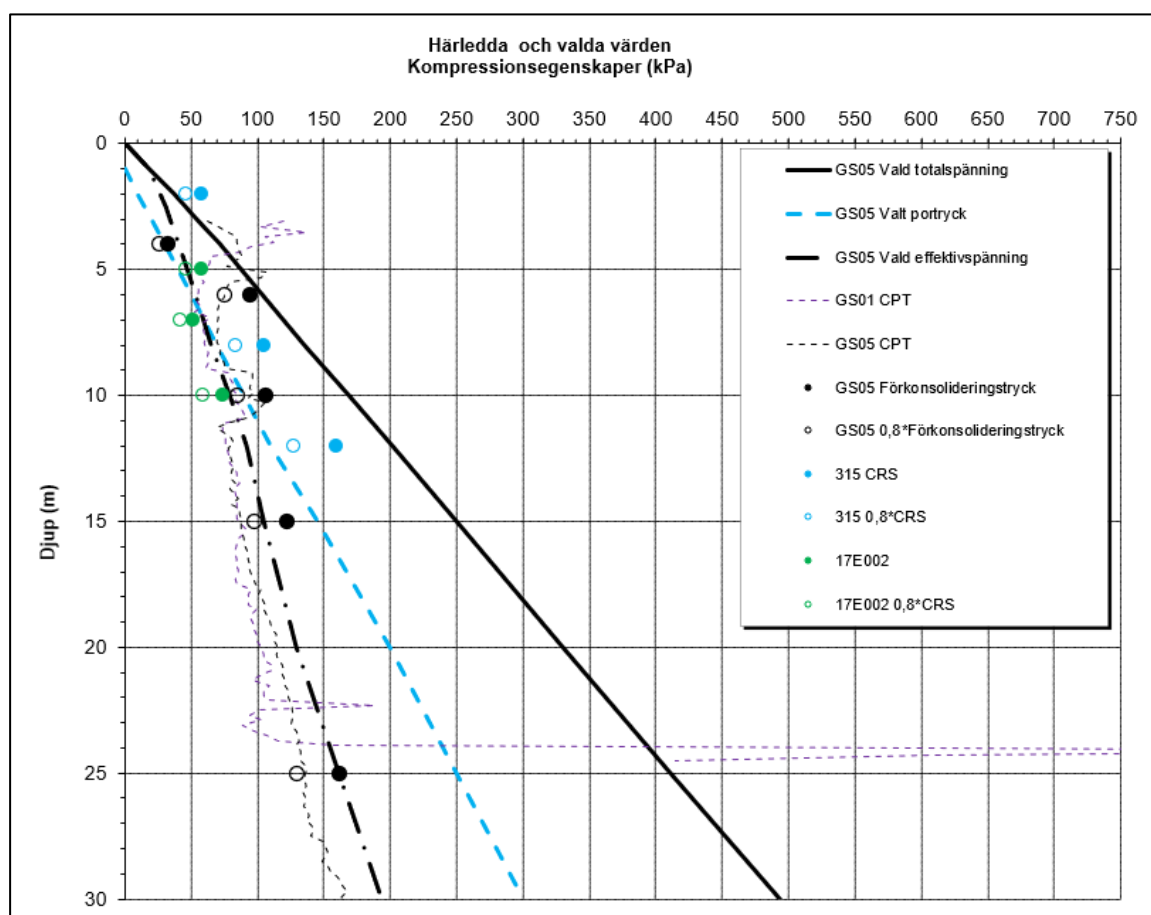
Figur 5.2 Härledda och valda hållfasthetsvärden, korrigerad skjuvhållfasthet.

Tabell 5.2 Valda värden, korrigerad skjuvhållfasthet.

Nivå (m)	$c_{u,okorr}$ (kPa)
+5	13
0	13
-40	61

5.2. Kompressionsegenskaper

Härledda och valda värden för lerans kompressionsegenskaper redovisas i figur 5.3 nedan.



Figur 5.3 Härledda och valda värden, kompressionsegenskaper.

6. Sättningar

Enligt tidigare och nu utförda belastningsförsök (CRS-försök) bedöms **leran** vara normal- eller svagt överkonsoliderad ($OCR \sim 1,0 - 1,3$). Med hänsyn till krypning genom 20 % reduktion av uppmätta förkonsolideringstryck är leran "under-" till normalkonsoliderad ($OCR_{kryp} \sim 0,8 - 1,1$). Lerans kompressionsmodul (sättningsmodul) varierar enligt utförda CRS-försök i huvudsak mellan ca 500-1000 kPa, med de högre värdena på större djup.

Sammanfattningsvis är leran sättningsbenägen och utifrån tidigare och nu utförda belastningsförsök så bedöms det vara pågående sättningar till nivå ca -2. Ny last (tex nya uppfyllnader, grundvattensänkning mm) kommer med största säkerhet ge upphov till nya sättningar samt ökad sättningsstakt i området.

7. Stabilitet

7.1. Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster

Dimensionering och beräkningar för stabiliteten i området har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt i säkerhetsklass 2, SK 2.

- SK2 → Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass $\gamma_d = 0,91$
 → $F_{EN} = 1,0$

Trafiklaster (karaktäristiska värden) för väg E6 väljs i odränerad analys enligt TK Geo till 15 kPa:

Dimensionerande laster uppgår därmed till: $\gamma_d \times 1,4 \times Q = 0,91 \times 1,4 \times 15 = 19,1 \text{ kPa}$

Trafiklaster (karaktäristiska värden) för GC-banan mellan väg E6 och aktuellt område väljs i odränerad analys enligt TK Geo till 5 kPa:

Dimensionerande laster uppgår därmed till: $\gamma_d \times 1,4 \times Q = 0,91 \times 1,4 \times 5 = 6,4 \text{ kPa}$

I kombinerad analys har all trafiklast reducerats med 50 % vilket kan medföra att beräknad säkerhetsfaktor för kombinerad analys kan bli högre jämfört med odränerad analys.

7.2. Omräkningsfaktorer

Antalet oberoende undersökningspunkter $n > 10$ st.

Jorden förutsätts motsvara "normalsvensk lera".

$$\eta_{(1,2)} = 1,0$$

2-3 metoder har använts och relativt liten spridning.

$$\eta_{(3)} = 1,0$$

Brottytan bedöms vara stor.

$$\eta_{(4,5,6,7)} = 1,0$$

För dimensionering av slänter och bankar sätts

$$\eta_{(8)} = 1,0$$

Sammantaget ger detta:

$$C_u = \eta_{(1,2)} \times \eta_{(3)} \times \eta_{(4,5,6,7)} \times \eta_{(8)} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 1,0$$

7.3. Karakteristiska värden

Det karakteristiska värdet för en materialparameter definieras som:

$$X_k = \eta \times X$$

Karakteristiska hållfasthetsvärden samt tunghet för leran redovisas i tabell 7.1.

Tabell 7.1 Kohesionsjord, karakteristiska värden

Nivå	c_{uk} (kPa)	c'_k (kPa)	γ_k
+5	13 kPa	1,3	16 kN/m ³
0	13 kPa	1,3	16 kN/m ³
-40	61 kPa	6,1	16 kN/m ³

Under befintlig väg E6 väster om området har det antagits att överbyggnaden på vägen har en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel $\phi'_k = 35^\circ$ samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=20$ kN/m³ / $\gamma'_k=10$ kN/m³.

För övriga delar har det antagits att jorden överst utgörs av fyllning med en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel $\phi'_k = 32^\circ$ samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³ / $\gamma'_k=10$ kN/m³.

I området förekommer också torrskorpelera över den lösare leran, denna jord ges en karakteristisk ($\eta=1$) odränerad skjuvhållfasthet $c_{uk}=25$ kPa. Denna jord ges karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³ / $\gamma'_k=8$ kN/m³.

Friktionsjorden under leran har antagits ha en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel $\phi'_k = 35^\circ$ samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³ / $\gamma'_k=10$ kN/m³.

7.4. Dimensionerande värden

Det dimensionerande värdet beräknas enligt:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \times \eta \times X_k$$

För friktionsvinkeln innebär det:

$$\phi'_d = \tan^{-1} \left(\frac{1}{\gamma_{\phi'}} \times \eta_{\phi'} \times \tan \phi' \right)$$

Partialkoefficienter för jordmaterial, γ_M , enligt Tabell 7.2.

Tabell 7.2 Partialkoefficienter för jordmaterial.

Jordparameter		Värde
Friktionsvinkel ($\tan \phi'$)	$\gamma_{\phi'}$	1,3
Effektiv kohesion (c')	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	γ_{c_u}	1,5
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	γ_{γ}	1,0

En sammanställning av dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden redovisas i Tabell 7.3.

Tabell 7.3 Dimensionerande värden för kohesionsjorden.

Nivå	c_{ud} (kPa)	c'_d (kPa)	γ_d
+5	8,7 kPa	1,0	16 kN/m ³
0	8,7 kPa	1,0	16 kN/m ³
-40	40,7 kPa	4,7	16 kN/m ³

Den dränerade kohesionen, c'_d i Tabell 7.4 beräknas enligt följande formeln: $c'_d = 0,115 \times c_{ud}$

7.5. Indata till beräkningsprogram

värden enligt Tabell 7.4 används som indata i beräkningsprogrammet, Geostudio Slope/W, för att kunna göra stabilitetsanalyser med partialkoefficienter enligt IEG:s Tillämpningsdokument EN 1997-1 "Slänter och bankar".

Tabell 7.4 Indata till beräkningsprogram.

Nivå	Material	c_{ud}	c'_d	ϕ'_d	γ_d
Varierar	Överbyggnad (ÖB)	-	-	28,3°	20/10 kN/m ³
Varierar	Fyllning (Fy)	-	-	25,7°	18/10 kN/m ³
Varierar	Torrskorpelera (Let)	16,7 kPa	1,9	23,9°	18/8 kN/m ³
-5 till 0	Lera#1 (Le#1)	8,7 kPa	1,0	23,9°	16/6 kN/m ³
Från 0	Lera#2 (Le#2)	$8,7 + 0,8 \cdot z$ ($z=0$ på nivå 0)	$1,0 + 0,1 \cdot z'$ ($z'=0$ på nivå 0)	23,9°	16/6 kN/m ³
Varierar	Friktionsjord	-	-	28,3°	18/10 kN/m ³

7.6. Resultat och antaganden

Vid beräkningar har portrycket modellerats som ett hydrostatiskt tryck från ca 2 m djup under befintlig markyta.

För stabilitetsberäkningar har Geostudio Slope/W använts. Stabilitetsberäkningar har utförts i en sektion (se sektion 1 enligt ritning G-P-11 och Bilaga A-B).

7.6.1. Befintliga förhållanden

Utförda beräkningar för befintliga förhållanden i sektion 1 visar att säkerheten mot skred är mer än tillfredställande för aktuellt område. Lägsta beräknade säkerhet mot skred har beräknats till 1,7 i odränerad analys samt till 2,4 i kombinerad analys. Detta gäller glidytor vid väg E6, väster om området. För glidytor som går in i planområdet där det nya polishuset ska byggas har säkerheten som lägst beräknats till 2,6 i odränerad analys samt till 4,4 i kombinerad analys.

Utförda beräkningar för befintliga förhållanden redovisas i tabell 7.5 där värden inom parentes anger säkerheten mot skred för glidytor som går in i planområdet. För detaljer se Bilaga A:1-A:2.

Tabell 7.4 Beräknad lägsta säkerhet mot skred, befintliga förhållanden.

Sektion	Odränerad analys	Kombinerad analys	Bilaga
1	1,7 (2,6)	2,4 (4,4)	A:1-A:2

7.6.2. Framtida förhållanden

För framtida förhållanden har det antagits att markytan har sänkts med 1 m i hela området där polishuset ska uppföras.

Beräkningar har utförts i odränerad analys och säkerheten mot skred har för detta fall beräknats till som lägst 1,9 för glidytor som går in i planområdet, mot tidigare 2,6 (befintliga förhållanden). För väg E6 utanför planområdet är säkerheten mot skred oförändrad för detta beräkningsfall.

Utförda beräkningar för framtida förhållanden redovisas i tabell 7.5 samt mer i detalj i Bilaga B. Värden inom parentes anger säkerheten mot skred för glidytor som går in i planområdet

Tabell 7.5 Beräknad lägsta säkerhet mot skred, avschaktning av 1 m inom planområde.

Sektion	Odränerad analys	Kombinerad analys	Bilaga
1	1,7 (1,9)	1,9 (1,9)	B

7.7. Sammanfattning

Stabiliteten i och i anslutning till planområdet är tillfredställande för befintliga förhållanden samt med en avschaktning av planområdet med 1 m.

Polishuset kommer även ha en källare under befintlig mark. Temporära stödkonstruktioner (tex spont) kommer behövas för denna schakt och i samband med dimensionering av denna stödkonstruktion så skall lokal- och totalstabilitet kontrolleras så att stabiliteten i området är tillfredställande.

8. Grundläggning

Polishuset ska uppföras i 4 våningar ovan mark samt med ett plan under mark. Färdig golvnivå för polishusets källarvåningen är ännu ej helt bestämd men bedöms hamna kring nivån +2 och för entréplanet på nivå ca +6,4. Befintlig markytas nivåer varierar i huvudsak mellan ca +6,5 och +5,5.

Grundläggning av planerade byggnader rekommenderas att utföras med spetsbärande pålar till berg. I nordvästra/norra delen kan det även bli aktuellt med grundläggning direkt på berg samt grundläggning med borrade pålar (alternativt på plintar).

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar bedöms djupet till fast botten/berg variera från som minst ca 3-4 m i nordvästra delen av aktuellt område till som mest ca 50 m i östra delen (nivå ca +3 till ca -45), se även ritning G-P-01 i MUR/Geo.

Dimensionering av pålgrundläggning kan ske enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 8:2008. Rev 3, "Pålgrundläggning". För bestämning av η -faktorer för böjknäckning rekommenderas att antalet oberoende undersökningspunkter väljs till $n=12$. Den korrigerade odränerade skjuvhållfasthetens variationskoefficient kan sättas till 15 % ($\eta_{(1,2)} \sim 0,96$). För delfaktor η_{3-5} kan ett värde på 1,0 väljas.

Påhängslaster skall medräknas ned till nivån -2. Detta gäller de yttre påraderna (bredd 10 m). Påhängslaster kan beräknas enligt kapitel 4.5 i påkommisionens rapport nr 106 (Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod) enligt följande formel: $g_{neg} = 0,7 * c_u$.

Block i friktionsjorden har ej noterats vid utförda jordbergsonderingar. Risken för förekomst av block bör ändå beaktas vid val av påltyp. Utöver detta så sluttar/släntar berget relativt brant från väster mot öster (risk för släntberg) med i huvudsak en lutning av berget på ca 1:2 eller flackare. I östra och nordöstra delen av området sluttar dock berget ännu brantare (berglutning ca 1:1 - 1:1,2). Detta måste också beaktas vid val av påltyp och bergdubb.

För att minimera risken för omgivningspåverkan i pålningsområdets närhet skall propptagning preliminärt utföras i samtliga pållägen ned till minst 10 m djup.

Det är en fördel om pålning inte utförs från markytan utan istället minst 1-2 m under befintlig markyta. Om pålning sker från befintlig markyta så blir omgivningspåverkan större i närliggande område (befintliga byggnader och speciellt Ahlsells byggnad i norr, ledningar mm).

Till ovanstående hävning kommer också en svällning av schaktbotten när hela schakten tas ut för källaren. Leran sväller till följd av att överlagringstrycket minskar och svällningen ökar med schaktdjupet.

Dräneringsnivån bör inte ligga lägre än nivå +3 för aktuellt område med avseende på risken för sättningar på grund av sänkning av grundvattenytan.

Karakteristiska jordartsp parametrar kan väljas enligt avsnitt 10. *Dimensioneringsförutsättningar*. Kontroll av rörelser bör utföras enligt avsnitt 11. *Kontrollåtgärder*.

9. Schakt- och markarbeten

Färdig golvnivå för polishusets källarvåningen är ännu ej helt bestämd men bedöms hamna kring nivå +2 vilket medför att schaktbottennivån kommer ligga strax under nivån ca +1,5 eller strax därunder. Befintlig markytans nivåer varierar i huvudsak mellan ca +6,5 och +5,5 vilket kommer medföra ett schaktdjupen i huvudsak kommer bli ca 4-5 m. Med avseende på dessa stora schaktdjup så kommer schakt behöva utföras med stödkonstruktion (tex spont). Avsträvad spont kommer sannolikt bli aktuellt men får studeras vidare av totalentreprenören i samband med spontdimensionering.

För grundare schakter än 2 m för ledningar etc. med kort varaktighet samt där markytans nivå inte ökar direkt bakom släntkrön, kan schakt normalt utföras med släntlutning 1:1.

Förutsättningar för dimensionering av spont med mera framgår av avsnitt 10. *Dimensioneringsförutsättningar*.

För att minimera belastningarna och risken för sättning rörelser bör höjdsättningen av marken i anslutning till planerad byggnation vara sådan att befintliga nivåer i huvudsak följs. För att minimera marksättningar, speciellt vid sättningkänsliga områden såsom entréer och i övergången mellan utkragande källardel och övrig mark skall all ny uppfyllnad fullständigt lastkompenseras med tex lättfyllning (exempelvis cellplast) inom en zon av 2 m utanför planerad byggnation. Utanför denna zon skall all uppfyllnad överstigande 0,2 m uppfyllnad också fullständigt kompenseras med tex lättfyllning. För områden som är ej är sättningkänsliga kan en uppfyllnad av 0,5 m tillåtas, det ska dock beaktas att denna last kommer generera sättningar under relativt lång tid. Uppfyllnad på källartaket behöver inte kompenseras med lättfyllning eftersom den delen kommer att ligga på en pålad betongplatta. Ovanstående text om uppfyllnader och lastkompensation gäller främst området södra och östra del men även västra och till viss del norra delen.

Vid sättningkänsliga områden (entréer, övergång källardel och övrig mark mm) kan det även bli aktuellt med länkplattor för att undvika sättningproblem på grund av pågående sättningar mm.

Ledningar till pågrundlagda byggnader skall förses med flexibla kopplingar för att förhindra ledningsbrott vid eventuella sättningar av omkringliggande mark.

Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning ska ej utföras. Detta är viktigt inte enbart för planerad byggnation utan även för närliggande mark och anläggningar som kan utsättas för sättningar vid sänkning av grundvattenytan.

För att förhindra framtida grundvattenavsänkning som orsakar sättningar bör ledningsgravar utföras med strömningsavskärande fyllning för nya ledningar som ligger djupare än 2,5 m under befintlig markyta.

Jordlagren innehåller silt varpå risk för tjällyftning även skall beaktas. Ytvatten skall avledas från schaktbotten för att undvika uppluckring.

Hantering av schaktmassor samt rening av vatten vid schaktning behöver beaktas enligt rapport "Miljöteknisk markundersökning, Backa 20:5, Göteborg", daterad 2020-10-16 rev 2020-11-13 och med uppdragsnummer 20-062. Utförd av Enrecon AB.

10. Dimensioneringsförutsättningar

Dimensionering, utförande och kontroll av permanenta och temporära grundkonstruktioner skall ske som lägst i geoteknisk kategori 2 (GK 2). Grundkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass SK 2.

Tabell 10.1 Valda och karakteristiska värden (baserat på härledda värden).

Jordlager	Materialegenskap	Valt värde	Karakteristiskt värde
Fyllning	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	Samma som valt värde
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$	
	Friktionsvinkel	$\phi' = 32^\circ$	Samma som valt värde
Torrskorpelera	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	Samma som valt värde
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 8 \text{ kN/m}^3$	
	Odränerad skjuvhållfasthet	25 kPa	Samma som valt värde
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	$\phi' = 30^\circ$	Samma som valt värde
Lera	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$	Samma som valt värde
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 6 \text{ kN/m}^3$	
	Odränerad skjuvhållfasthet	Enligt tabell 5.1 och 5.2.	Bestäms bl.a. m.h.t. brotttyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	$\phi' = 30^\circ$	Samma som valt värde
Friktionsjord	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	Samma som valt värde
	Effektiv tunghet under gvy	$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$	
	Friktionsvinkel	$\phi' = 35^\circ$	Samma som valt värde

11. Kontrollåtgärder/omgivningspåverkan

I samband med schakt- och grundläggningsarbeten skall ett kontrollprogram upprättas med avseende på omgivningspåverkan. Regelbundna kontrollmätningar av rörelser skall utföras med hänsyn angränsande byggnader, mark, gator, ledningar mm.

Mätning i samband med pålning och schakt inom spont bör inledningsvis utföras dagligen. Mätintensiteten är beroende av rörelseutvecklingen och får avgöras efter hand som arbetena utförs.

För att minimera risken för omgivningspåverkan i samband med pålning kommer propptagning behöva utföras. Propptagning kan utföras med augerborr eller propprör, förutsatt att avsedd volym tas upp. Preliminärt skall propptagning utföras i samtliga pållägen ned till minst 10 m djup.

Utöver ovanstående kontrollprogram med avseende på markrörelser skall även en riskanalys tas fram med avseende på vibrationer i samband med främst pålning. Riskanalysen bör även omfatta besiktning av närliggande befintliga byggnader och anläggningar.

12. Radon

12.1. Markradon

Direkta mätningar av jordluftens radonhalt (R_n) utfördes 2020-09-03 med mätinstrument Markus 10 i sex punkter inom södra halvan av området för den planerade byggnaden. Materialet i mätpunkterna bedöms genomgående bestå av fyllningsmassor. Även den norra halvan av området utgörs av fyllnadsmassor, men materialet är betydligt grövre (0–300 mm) och medger inte mätningar med Markus 10 som kräver att en sond slås ned i marken.

Radonhalter på 23–87 kBq/m³ erhöles i den södra halvan av området. Resultaten från mätningarna redovisas i Tabell 12.1 (se även ritning G-P-11).

12.2. Gammastrålning

Det har även utförts mätning med gammaspektrometer för bestämning av aktivitetshalten radium-226, som sönderfaller till radon-222. Mätningar med gammaspektrometer Georadis GT-30 utfördes 2020-09-03 på ostörda jordtytor i tolv punkter. Sex av punkterna är i omedelbar anslutning till de punkter där det utförts mätningar av jordluftens radonhalt.

Resultaten från mätningarna (dosrat, samt halt av kalium, uran och torium) presenteras i Tabell 12.1 (se även ritning G-P-11), med beräknad radiumhalt (R_a) som ett mått på radonavgången från jordlagren. Radiumhalten i aktuellt område varierar från 21 till 93 Bq/kg.

Tabell 12.1. Resultat från mätning med Markus 10 (Rn) och gammaspektrometer (Dosrat, K, U, Th, Ra = aktivitetshalten radium 226, AI = aktivitetsindex)

Nr	Rn [kBq/m ³]	Dosrat [μSv/h]	K [%]	U [ppm]	Th [ppm]	Ra [Bq/kg]	AI
#1	23	0,106	2,8	4,0	15,7	49	0,8
#2	87	0,133	2,8	4,6	17,8	57	0,8
#3	26	0,105	2,6	3,3	12,9	41	0,7
#4	35	0,200	3,9	6,4	29,6	79	1,3
#5	66	0,179	3,7	5,8	25,3	72	1,1
#6	45	0,136	3,0	4,2	18,8	52	0,9
#7	–	0,132	3,2	3,4	18,2	42	0,8
#8	–	0,097	3,0	1,7	11,6	21	0,6
#9	–	0,134	3,3	3,9	16,9	48	0,8
#10	–	0,172	3,7	5,2	24,3	64	1,1
#11	–	0,223	4,2	7,5	32,7	93	1,4
#12	–	0,076	2,0	2,4	9,1	30	0,5

12.3. Klassificering av mark efter radonrisk

Vid nybyggnation bör det utföras en detaljerad radonundersökning för klassificering av den ostörda marken efter radonrisk enligt Statens Planverk "Radon – planläggning, byggnadslov och skyddsåtgärder", rapport 59/1982. Marken delas då in i högradonmark, normalradonmark och lågradonmark.

Rekommenderade gränsvärden för radiumhalt (Ra) och radonhalt (Rn) i låg- till högradonmark enligt "Radon i bostäder" (Byggeforskningsrådet R85:1988, reviderad 1990) framgår av Tabell 12.2 respektive Tabell 12.3.

Tabell 12.2. Rekommenderade gränsvärden för radonhalt (Rn) i låg- och högradonmark enligt Radon i bostäder (Byggeforskningsrådet R85:1988, reviderad 1990).

Marktyp	Lågradon [kBq/m ³]	Normalradon [kBq/m ³]	Högradon [kBq/m ³]
Morän, grus, sand (fyllning)	< 10	10 – 50	> 50

Tabell 12.3. Rekommenderade gränsvärden för radiumhalt (Ra) i låg- och högradonmark enligt Radon i bostäder (Byggeforskningsrådet R85:1988, reviderad 1990).

Marktyp	Lågradon [Bq/kg]	Normalradon [Bq/kg]	Högradon [Bq/kg]
Morän, grus, sand (fyllning)	< ca 25	ca 25 – ca 50	> ca 50

12.4. Utlåtande

Mätning av radonhalt i fyllningsmassorna visar på en stor variation upp till 87 kBq/m³, vilket överskrider det angivna gränsvärdet för högradonmark (50 kBq/m³). Även beräknad radiumhalt ger en stor variation, där det högsta värdet uppgår till 93 Bq/kg. Halternas variation bedöms vara ett resultat av materialets heterogenitet, med tydlig koppling till bergartssammansättning. En betydande del utgörs av bergmaterial som transporterats till platsen utifrån.

Den lokalt höga radonavgången gör att marken klassificeras som högradonmark, vilket innebär att byggnader i området skall uppföras radonsäkert för att säkerställa att radongas inte tränger in från jordlagren. Vid radonsäkert utförande bör byggnaderna göras så täta som möjligt och förses med FT-ventilation för att minimera undertrycket inomhus och därmed minska risken för insugning av radonhaltig jordluft, om läckage trots allt skulle uppstå.

13. Rekommendationer

Ur geoteknisk synpunkt bedöms marken i aktuellt område vara lämplig för detaljplanens innehåll samt planerad byggnation med beaktande av nedan angivna synpunkter.

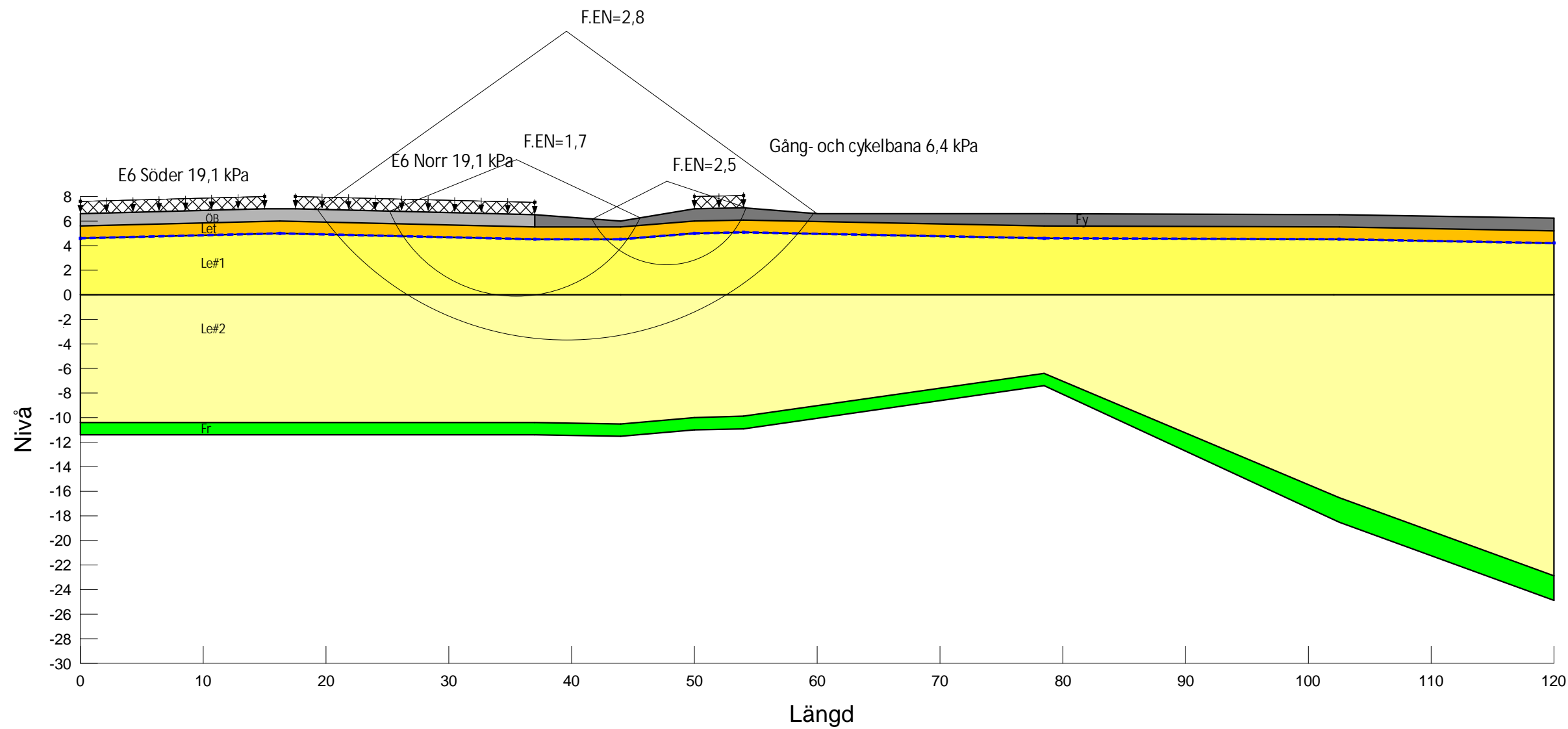
Stabiliteten i området är tillfredställande, se även avsnitt 7 *Stabilitet*. Vid byggnation kommer temporära stödkonstruktioner behövas. I samband med dimensionering av denna stödkonstruktion så skall lokal- och totalstabilitet kontrolleras så att stabiliteten i området är tillfredställande.

Grundläggning av planerad byggnation rekommenderas att utföras med spetsbärande pålar till berg. I nordvästra/norra delen kan det även bli aktuellt med grundläggning direkt på berg samt grundläggning med borrade pålar (alternativt på plintar), se även avsnitt 8 *Grundläggning*.

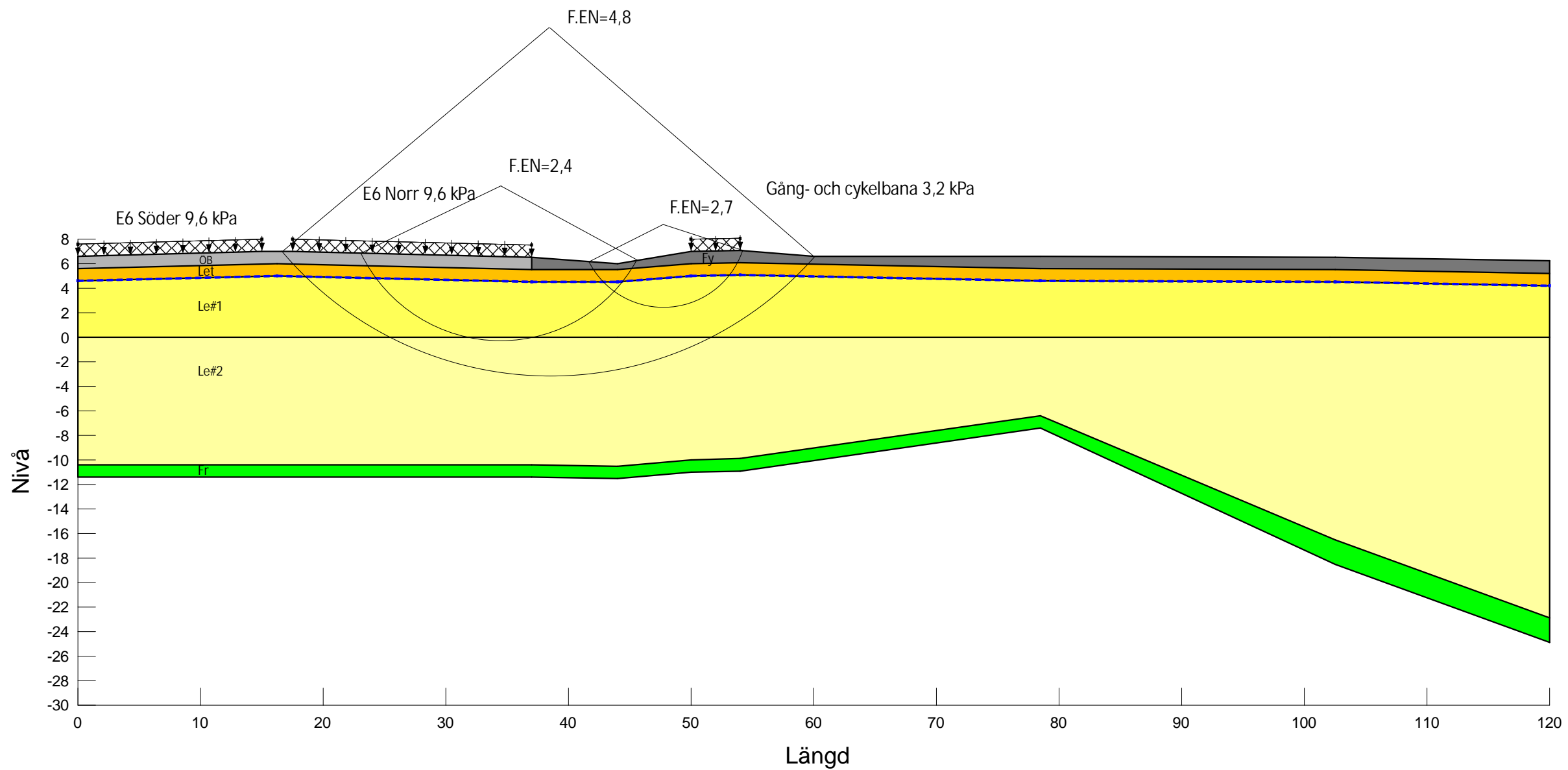
För att minimera belastningarna och eventuella sättningsrörelser bör höjdsättningen i området preliminärt vara sådan att befintliga nivåer i huvudsak följs, se även avsnitt 9 *Schakt- och markarbeten*.

Direkt norr om planerad byggnation har det under 2020 uppförts en nybyggnation för Ahlsell. I samband med schakt- och grundläggningsarbetena skall regelbundna kontroller av markrörelser och vibrationer utföras på denna byggnad men även på andra närliggande byggnader/anläggningar samt ledningar. Kontrollprogram och riskanalys ska tas fram med avseende på detta, se även avsnitt 11 *Kontrollåtgärder/omgivningspåverkan*.

Det aktuella området klassas som högradonmark, vilket innebär att byggnader i området skall uppföras radonsäkert, se även avsnitt 12 *Radon*.



- Fr**
Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
- Fy**
Name: Fy
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 25,7 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
- Le#1**
Name: Le#1
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 8,7 kPa
- Le#2**
Name: Le#2
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Datum: 8,7 kPa
C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): 0 m
- Let**
Name: Let
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 16,7 kPa
- OB**
Name: OB
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³



■
Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

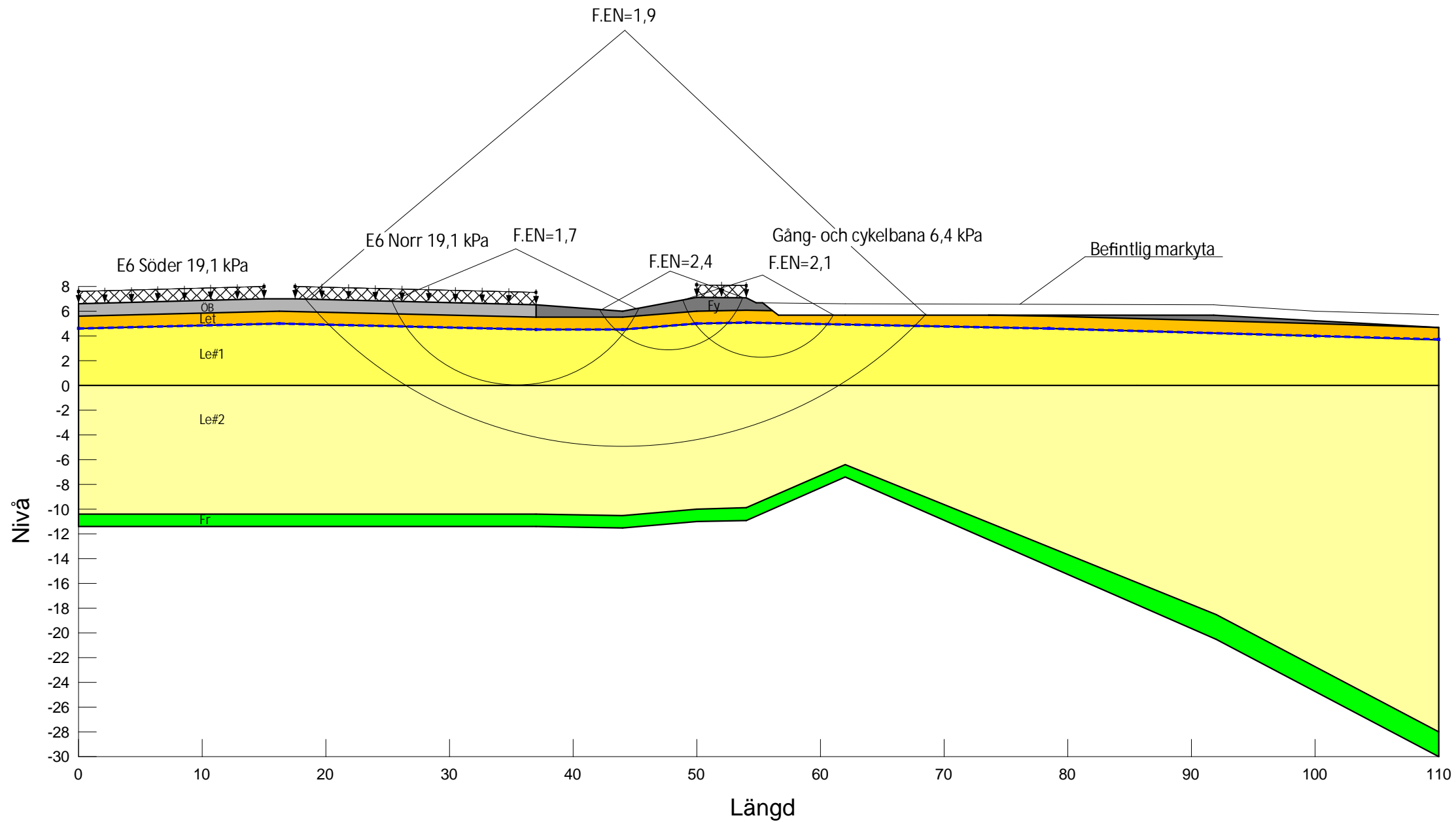
■
Name: Fy
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 25,7 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

■
Name: Le#1
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Datum: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Datum (Elevation): 0 m

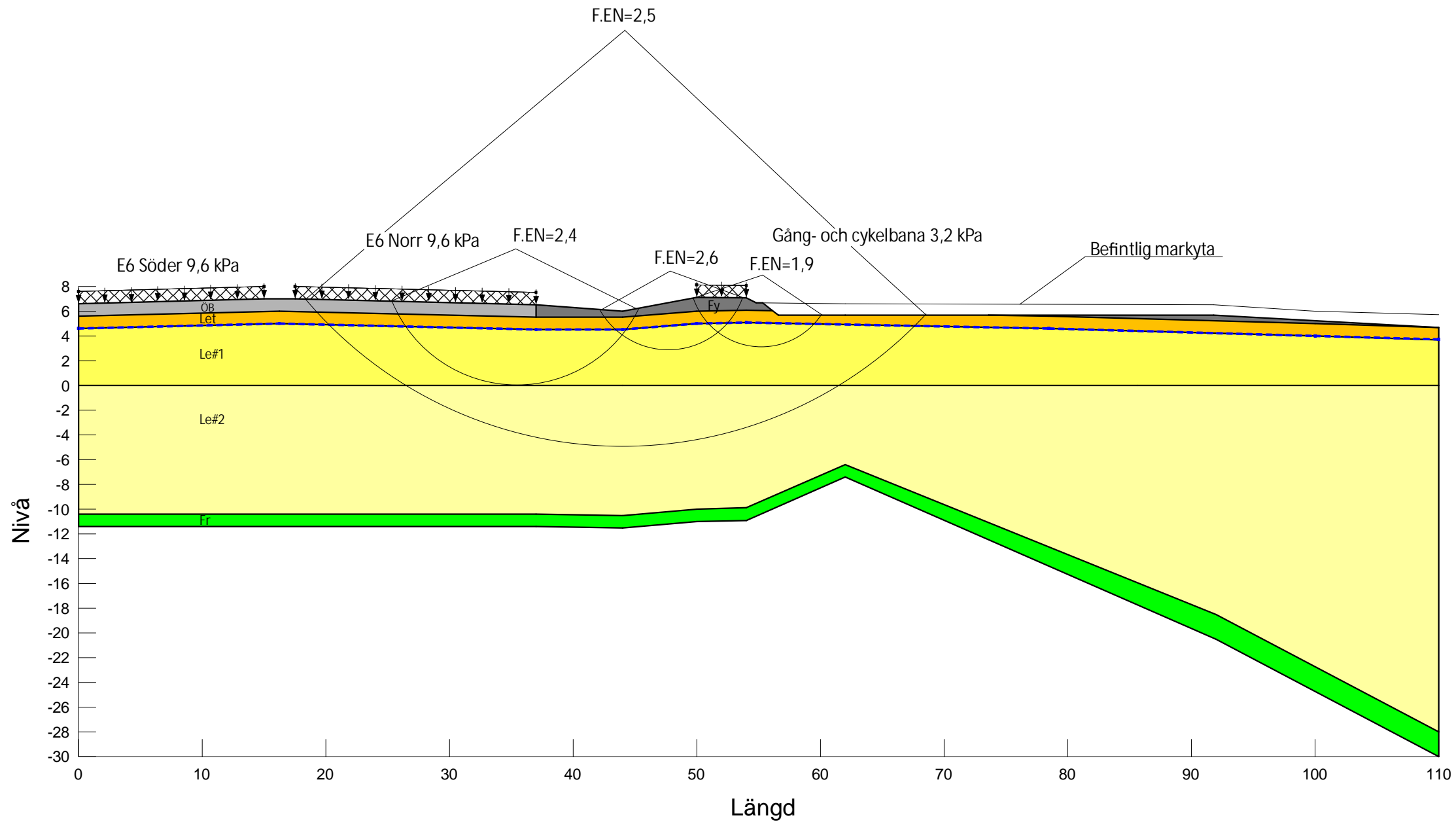
■
Name: Le#2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Datum: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Datum (Elevation): 0 m

■
Name: Let
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi': 23,9 °
Cu-Datum: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Datum (Elevation): 0 m

■
Name: ÖB
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³



- Name: Fr
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Phi': 28,3°
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
- Name: Fy
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Phi': 25,7°
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
- Name: Le#1
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Cohesion: 8,7 kPa
- Name: Le#2
 Model: S=f(datum)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 C-Datum: 8,7 kPa
 C-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
 Datum (Elevation): 0 m
- Name: Let
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 16,7 kPa
- Name: ÖB
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Phi': 28,3°
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³



■
Name: Fr
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

■
Name: Fy
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 25,7°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

■
Name: Le#1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9°
C-Top of Layer: 0 kPa
Cu-Top of Layer: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

■
Name: Le#2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 23,9°
Cu-Datum: 8,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0,8 (kN/m²)/m
Datum (Elevation): 0 m

■
Name: Let
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi': 23,9°
C-Top of Layer: 0 kPa
Cu-Top of Layer: 16,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115

■
Name: ÖB
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Phi': 28,3°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 20 kN/m³