

Möln dal, Stiernhielm 6 & 7, detaljplan

Geoteknisk PM - underlag för detaljplan

2017-05-05

Möndal, Stiernhielm 6 & 7, detaljplan
Geoteknisk PM - underlag för detaljplan

2017-05-05

Beställare: Möndals Stad
431 82 Möndal

Beställarens representant: Magnus Björned

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
404 27 Göteborg

Uppdragsledare: Mikael Lindström

Uppdragsnr: 105 03 98

Filnamn och sökväg: N:\105\03\1050398\5 Arbetsmaterial\01
Dokument\G\Beskr PM\PM\PM_20170505.docx

Kvalitetsgranskad av: Bengt Askmar

Tryck: Norconsult AB

Innehållsförteckning

1	Förutsättningar	4
2	Syfte	4
3	Underlag	5
3.1	Tidigare undersökningar	5
4	Styrande dokument	5
5	Befintliga förhållanden	5
5.1	Topografi och markbeskaffenhet	5
5.2	Befintliga anläggningar	5
5.3	Jordlagerbeskrivning	6
5.4	Hydrogeologiska förhållanden	7
6	Härledda odränerade egenskaper	7
7	Stabilitet	9
7.1	Allmänt	9
7.2	Geoteknisk kategori och säkerhetsklass	10
7.3	Omräkningsfaktorer	10
7.4	Karakteristiska värden	11
7.5	Dimensionerande värden	11
7.6	Indata till beräkningsprogram	12
7.7	Stabilitetsberäkningar	13
7.8	Portryck/grundvatten	13
7.9	Resultat	13
7.10	Känslighetsanalys	13
7.11	Sammanfattning	14
8	Radon	14
9	Bergas och blocknedfall	14
10	Rekommendationer	14
10.1	Allmänt	14
10.2	Stabilitet	15
10.3	Grundläggning	15
10.4	Sättningar/markplanering	15
10.5	Radon	16
10.6	Övrigt	16

Bilagor

Stabilitetsberäkning, befintliga förhållanden	Bilaga 1
Stabilitetsberäkning, framtida förhållanden	Bilaga 2
Stabilitetsberäkning, känslighetsanalys	Bilaga 3

1 Förutsättningar

På uppdrag av Mölndals Stad har Norconsult utfört en geoteknisk undersökning och utredning för Stiernhielm 6 och 7 i Mölndal. Inom området planeras främst nya bostadshus att uppföras.

Aktuellt område begränsas i norr av Wallingsgatan och i söder av Bifrostgatan, se även figur 1.1.



Figur 1.1 Ungefärligt (rödmarkerat) område vid Stiernhielm 6 & 7, Mölndal.
(<https://www.google.se/maps>, 2017-03-24).

2 Syfte

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

3 Underlag

3.1 Tidigare undersökningar

Tidigare och nu utförda geotekniska fältundersökningar samt laboratorieundersökningar inom aktuellt område redovisas i separat handling Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR/Geo) med samma uppdragsnummer, daterad 2017-05-05.

4 Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Nedan uppräknade tillämpningsdokument har använts i beräkningarna:

- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 2:2008, Rev 2 ”Grunder”
- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008, Rev 1 ”Slänter och bankar”

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och markbeskaffenhet

För detaljer avseende topografi för aktuellt område, se ritning G101 i rapport angiven under kapitel 3.

Aktuellt område utgörs främst av hårdgjorda ytor (gata och p-tytor mm), grönytor, gles skogsmark (östra delen av området) samt av befintliga byggnader samt område där byggnader tidigare har funnits (numera rivna). Markytans nivåer varierar i huvudsak från som lägst ca +14 i söder till som högst ca +19 i norr och öster. Markytan är relativt plan (lutning 1:10 eller flackare).

5.2 Befintliga anläggningar

I området finns idag två befintliga kontorsbyggnader. I områdets östra del har det tidigare funnits byggnader som numera är rivna, se även ritning G101 i MUR/Geo map lägen för befintliga samt gamla byggnader. I läget för dom tidigare byggnaderna finns byggnadsrester kvar.

5.3 Jordlagerbeskrivning

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar består jordlagerföljden från markytan i huvudsak av:

- **Fyllning** till ca 1 m djup
- **Torrskorpelera** till ca 1,5-2,5 m djup
- **Lera** till mellan ca 3-21 m djup
- **Friktionsjord/ Berg**

Enligt tidigare och nu utförda undersökningar varierar djupet till fast botten från som minst ca 3-5 m i norra delen av området till som mest ca 21-22 m i södra delen av området.

Fyllningen består i huvudsak av grus, mulljord, sand. Mulljordens mäktighet varierar mellan ca 0-0,8 m enligt utförda skruvprovtagningar. Fyllningen innehåller även asfalt, lera, silt, stenar, växtdelar mm. Fyllningen har ej kunnat klassas map materialtyp eller tjälfarlighetsklass enligt Anläggnings AMA.

Torrskorpeleran är sandig och siltig. Dess vattenkvot varierar mellan ca 20-40 %. Jorden bedöms utgöras av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA.

Leran under torrskorpeleran är siltig och kan även innehålla tunna skikt av sand och silt samt skal- och växtrester. Lerans vattenkvot och konflytgräns varierar i huvudsak mellan ca 60-85 % respektive mellan ca 50-75 %. Lerans densitet varierar mellan ca 1,55-1,6 ton/m³. Sensitiviteten uppmätt från konprov varierar mellan ca 20-110. Leran bedöms utifrån uppmätta värden på sensitiveten vara högsensitiv och ”kwick” från ca 5 m djup och därmed mycket känslig för störning (tex vid pålningsarbeten). Leran bedöms utgöras av materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA.

Enligt tidigare och nu utförda ving- och konförsök varierar **lerans** odränerade skjuvhållfasthet (utan korrigering map konflytgräns) i huvudsak mellan ca 15-30 kPa, med de högre värdena mot djupet.

Belastningsförsök (CRS-försök) i **leran** har utförts från upptagna prover i punkt NC3 (se läge enligt ritning G101 i MUR/Geo). Utifrån utförda försök så bedöms lera vara svagt överkonsoliderad med minst 10-15 kPa (OCR ~1,3-1,5). Med hänsyn till krypning genom 20 % reduktion av uppmätta förkonsolideringstryck är lera normal- till svagt överkonsoliderad med minst 5 kPa, dvs jorden bedöms endast tåla väldigt lite extra belastning innan krypsättningar utbildas.

Lerans kompressionsmodul, M_L varierar i huvudsak mellan ca 400 och 800 kPa.

5.4 Hydrogeologiska förhållanden

Den **övre grundvattenytan** har mätts i skruvborrhålen och låg vid undersökningstillfället i april 2017 för skruvprovtagningshål NC1, NC3 och NC5 på mellan ca 1,2-2,1 m djup under befintlig markyta. För skruvprovtagningshål NC2 och NC4 gick det ej att mäta en fri vattenyta.

I punkt NC3 (se läge på ritning G 101) har en portrycksmätare installerats i installerats i leran på ca 10,2 m djup (nivå ca +4,4). Uppmätta portryck under april 2017 redovisas i tabell 5.1.

Tabell 5.1 Uppmätta portryck, punkt NC3.

Datum	Uppmätt portryck
2017-04-10	97 kPa
2017-04-18	95 kPa
2017-05-25	95 kPa

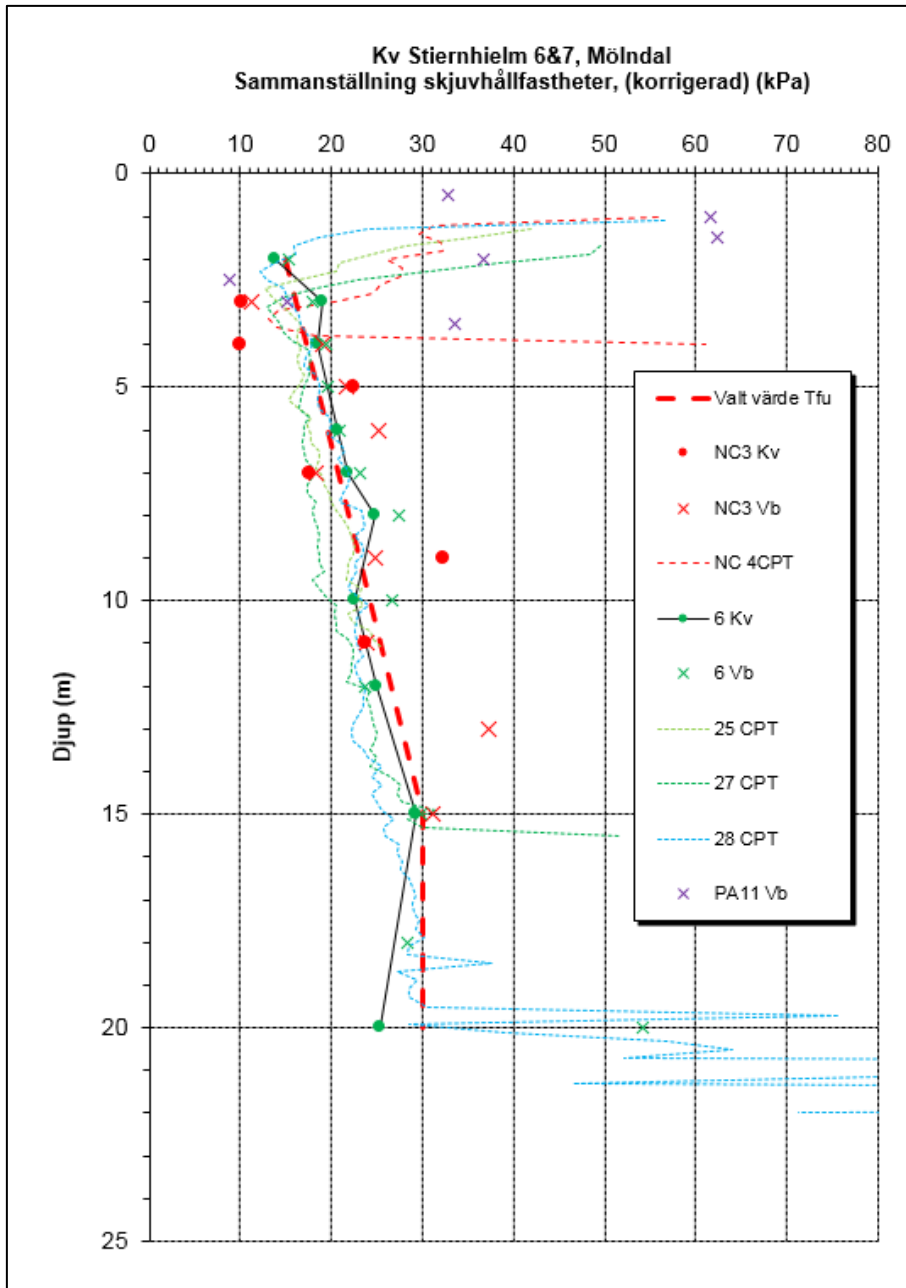
Grundvattenytan fluktuerar under året beroende på nederbördsmängd och påverkas lokalt av topografiska-, vegetations- och jordlagerförhållanden. Utifrån utförda skruvprovtagningar bedöms den **övre grundvattenytan** vanligtvis ligga ca 1,5-2 m under befintlig markyta. Mot djupet ökar dock portrycket i leran jämfört med hydrostatiskt tryck. På ca 10 m djup motsvarar dock portrycket en hydrostatisk grundvattenyta belägen på ca 0,5 m djup under befintlig markyta, dvs något förhöjt portryck mot djupet.

6 Härledda odränerade egenskaper

Härledda och valda värden för lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet redovisas i figur 6.1 och tabell 6.1 (med linjär interpolation mellan värden).

Tabell 6.1 Valda värden, korrigerad odränerad skjuvhållfasthet

Djup [m]	$c_{u, korr}$ [kPa]
2	15
15	30
20	30



Figur 6.1 Härledda och valda värden, korrigerad odränerad skjuvhållfasthet.

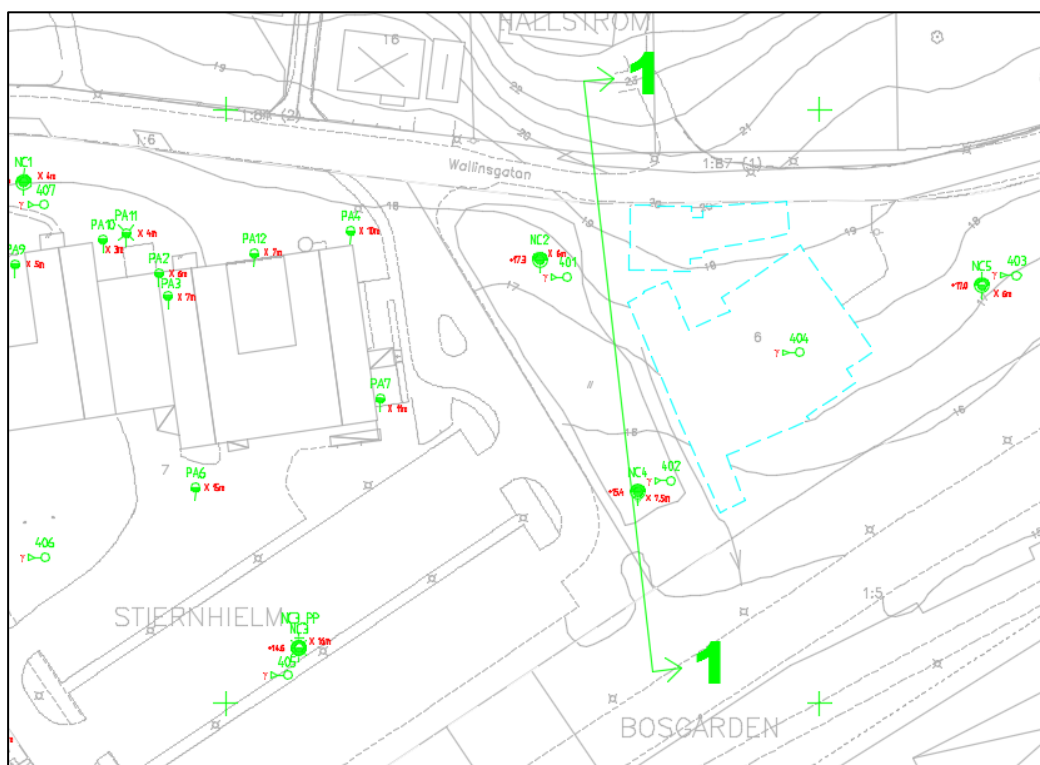
7 Stabilitet

7.1 Allmänt

En stabilitetsutredning har utförts för aktuellt planområde. Stabiliteten har kontrollerats i en sektion i östra delen av området (sektion 1 enligt figur 7.1) där marken lutar som brantast.

I analyserna har cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstein-Price's lamellmetod i beräkningsprogrammet SLOPE.

Beräkningarna har endast utförts i kombinerad analys som är dimensionerande eftersom säkerhetsfaktorn är lägre eller lika stor för denna analys jämfört med den odränerade analysen. Eventuell trafiklast (från Wallingsgatan) har ej heller reducerats i den kombinerade analysen.



Figur 7.1 Läge för beräkningssektion 1.

7.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering och beräkningar för stabiliteten i området har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt i säkerhetsklass 3, SK 3.

- SK3 → Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass $\gamma_d = 1,0$
 → $F_{EN} = 1,1$

Trafiklaster (karaktäristiska värden) för Wallinsgatan i norr har valts till 10 kPa.

Dimensionerande laster uppgår därmed till:

$$\gamma_d \times 1,4 \times Q = 1,0 \times 1,4 \times 10 = 14 \text{ kPa}$$

7.3 Omräkningsfaktorer

Antalet oberoende undersökningspunkter $n=7$ st.

Leran förutsätts motsvara ”normalsvensk lera”.

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

3 olika metoder har använts (CPT, vingförsök och konförsök) för att bestämma c_u och dessa bedöms ha en liten spridning i resultat.

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

Brottytan bedöms vara stor och ett antal undersökningspunkter ligger inom brottytan.

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

För dimensionering av slänter och bankar sätts

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

Sammantaget ger detta:

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

7.4 Karakteristiska värden

Det karakteristiska värdet för en materialparameter definieras som:

$$X_k = \eta \times X$$

Tabell 7.1 Karakteristiska hållfasthetsvärden, område B

Djup [m]	c_{uk} [kPa]	$c'_k (=0,1 * c_{uk})$ [kPa]	ϕ'_k [°]
2	15	1,5	30
15	30	3,0	30
20	30	3,0	30

Värden enligt tabell 7.1 gäller för leran inom området, den lösare lerans tunghet är vald till $\gamma_k=16 \text{ kN/m}^3 / \gamma'_k=6 \text{ kN/m}^3$.

Det skall dock förutsättas att jordprofilen överst utgörs av fyllning ned till 1 m djup följt av torrskorpelera till ca 2 m djup. Dessa jordlager ges en karakteristisk ($\eta=1$). Fyllningen ges en friktionsvinkel av 32° och karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18 \text{ kN/m}^3 / \gamma'_k=10 \text{ kN/m}^3$. Torrskorpan har en odränerad skjuvhållfasthet $c_{uk}=25 \text{ kPa}$, baserat på de mest ytliga lerlagrens hållfasthet. Denna jord ges även karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=17 \text{ kN/m}^3 / \gamma'_k=7 \text{ kN/m}^3$.

7.5 Dimensionerande värden

Det dimensionerande värdet beräknas enligt:

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

För friktionsvinkeln innebär det:

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

Partialkoefficienter för jordmaterial, γ_M , enligt Tabell 7.2 nedan.

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
Tunghet (γ)	γ_{γ}	1,0

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

Tabell 7.3 Dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden, släntstabilitet

Djup [m]	c_{ud} [kPa]	c'_d [kPa]	ϕ'_d [°]
2	10	1,15	23,9
15	20	2,3	23,9
20	20	2,3	23,9

Som indata i beräkningsprogrammet motsvarar värdena på den dränerade hållfastheten i Tabell 7.4 följande:

$$c'_d = 0,115 \times c_{ud}$$

7.6 Indata till beräkningsprogram

Följande värden 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

Djup [m]	Material	c_{ud} [kPa]	c'_d [kPa]	ϕ'_d [°]	γ [kN/m ³]
0-1	Fyllning (Fy)	-	-	25,7	18 (10)
1-2	Torrskorpelera (Let komb)	16,7	1,92	23,9	17 (7)
2-15	Lera I (LeI komb)	10+(0,77*z)	1,15+(0,089*z)	23,9	16 (6)

7.7 Stabilitetsberäkningar

För beräkningar med partialkoefficienter skall F_c och $F_{komb} > 1,1$ i säkerhetsklass 3, SK 3, för att en slänt skall klassas som tillfredställande stabil.

7.8 Portryck/grundvatten

Portrycken har i beräkningarna modellerats som ett hydrostatiskt tryck från en grundvattenyta på ca 1 m djup under befintlig markyta.

7.9 Resultat

Befintliga förhållanden

Utförda beräkningar för befintliga förhållanden visar att säkerheten mot skred är tillfredställande. Säkerheten mot skred har som lägst beräknats till 1,6 för sektion 1. För detaljer se bilaga 1. För sektionens läge se figur 7.1.

”Framtida förhållanden”

Då pådrivande del av slänten generellt är utanför detaljplaneområdet så har ingen påförd last placerats inom detaljplaneområdet då detta skulle medföra en högre säkerhet. Beräkningar har istället utförts för framtida förhållanden där en schakt har utförts över hela detaljplaneområdet. Den schakt/avlastning som utförts i beräkning är på ca 1 m och medför att säkerhetsfaktorn sjunker till 1,3 vilket fortfarande är tillfredställande säkerhet. För detaljer se bilaga 2.

7.10 Känslighetsanalys

För att kontrollera inverkan av en varierande grundvattennivå så har en känslighetsanalys utförts. För sektion 1 har en beräkning utförts där grundvattenytan är satt till markytan.

Resultaten från känslighetsanalysen visar att området inte är särskilt känsligt för en portryckshöjning då detta bara innebar en minskning av säkerhetsfaktorn från 1,6 till 1,5. För detaljer se bilaga 3.

7.11 Sammanfattning

Resultaten från stabilitetsberäkningarna visar att stabilitetsförhållandena för området är goda för befintliga förhållanden.

Beräkningen för framtida förhållanden visar att om schakt över ett större område ska utföras till större än 1 m djup behöver detta studeras närmare för att försäkra att stabiliteten är fullgod.

Känslighetsanalysen visar att området inte är känsligt för en förhöjd grundvattenyta.

8 Radon

Mätresultaten redovisas i rapport MUR/Geo angiven under avsnitt 3. Underlag till Geoteknisk PM.

Mätning med gammaspktrometer över ostörda jordlager för bestämning av aktivitetshalten radium-226, som sönderfaller till radon-222, ger värden som indikerar låg- till normalradonmark. Även direkta mätningar av jordluftens radonhalt på samma platser ger i indikationer om låg- till normalradonmark. Baserat på utförda mätningar klassas därför det aktuella området som normalradonmark.

9 Bergras och blocknedfall

Inget ytligt berg eller block förekommer i eller i närheten av aktuellt område. Det föreligger därmed ingen risk för bergras eller blockutfall.

10 Rekommendationer

10.1 Allmänt

Aktuellt planområde utgörs till största delen av relativt lös lera. Enligt tidigare och nu utförda undersökningar varierar djupet till fast botten från som minst ca 3-5 m i norra delen av området till som mest ca 21-22 m i södra delen av området.

Ur geoteknisk synpunkt bedöms området vara byggbart men eftersom lera förekommer så kommer geotekniska åtgärder sannolikt behövas i samband med byggnation av aktuellt område.

Jordlagren innehåller silt varpå risk för tjällyftning samt jordflytning skall beaktas.

10.5 Radon

Området klassas som normalradonmark, vilket ska beaktas vid uppförandet av byggnader som ska vara radonskyddade. Det rekommenderas att även eventuella tillförda massor vid grundläggning ska kontrolleras med avseende på radonavgång om intyg från leverantör saknas.

10.6 Övrigt

Vid detaljprojektering bör det utföras kompletterande geotekniska fält- och laboratorieundersökningar för planerade byggnader och anläggningar i området för att få ett bättre underlag map grundläggning mm.

I samband med detaljprojektering bör kontrollprogram samt riskanalys upprättas map omgivningspåverkan (markrörelser, vibrationer mm).

Norconsult AB
Väg och Bana
Geoteknik

Mikael Lindström
mikael.lindstrom@norconsult.com

n:\105103\1050398\5 arbetsmaterial\01 dokument\gbeskr pmp\pmp_20170505.docx

2017-05-05
Möndal, Stiernhielm 6 & 7, detaljplan
Geoteknisk PM - underlag för detaljplan



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

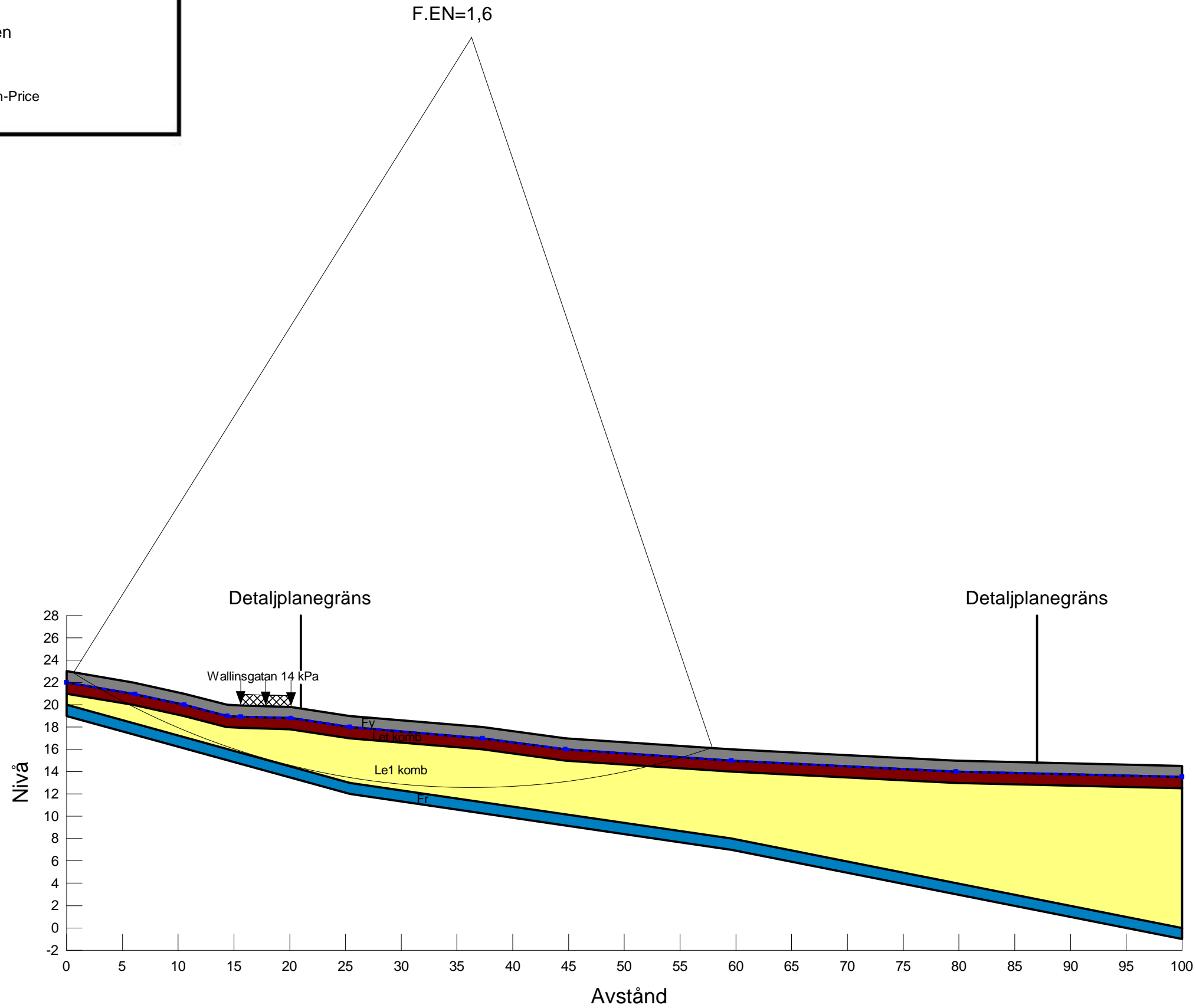
031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se

Stiernhielm 6 & 7, Detaljplan
 Uppdragsnummer: 105 03 98

Sektion 1
 Befintliga förhållanden
 Kombinerad analys

Skala (A3): 1:400
 Analysmetod: Morgenstern-Price
 Portryck: Piezometric Line



Name: Le1 komb
 Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 23.9 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 10 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.77 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.115
 Piezometric Line: 1

Name: Let komb
 Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 23.9 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.115
 Piezometric Line: 1

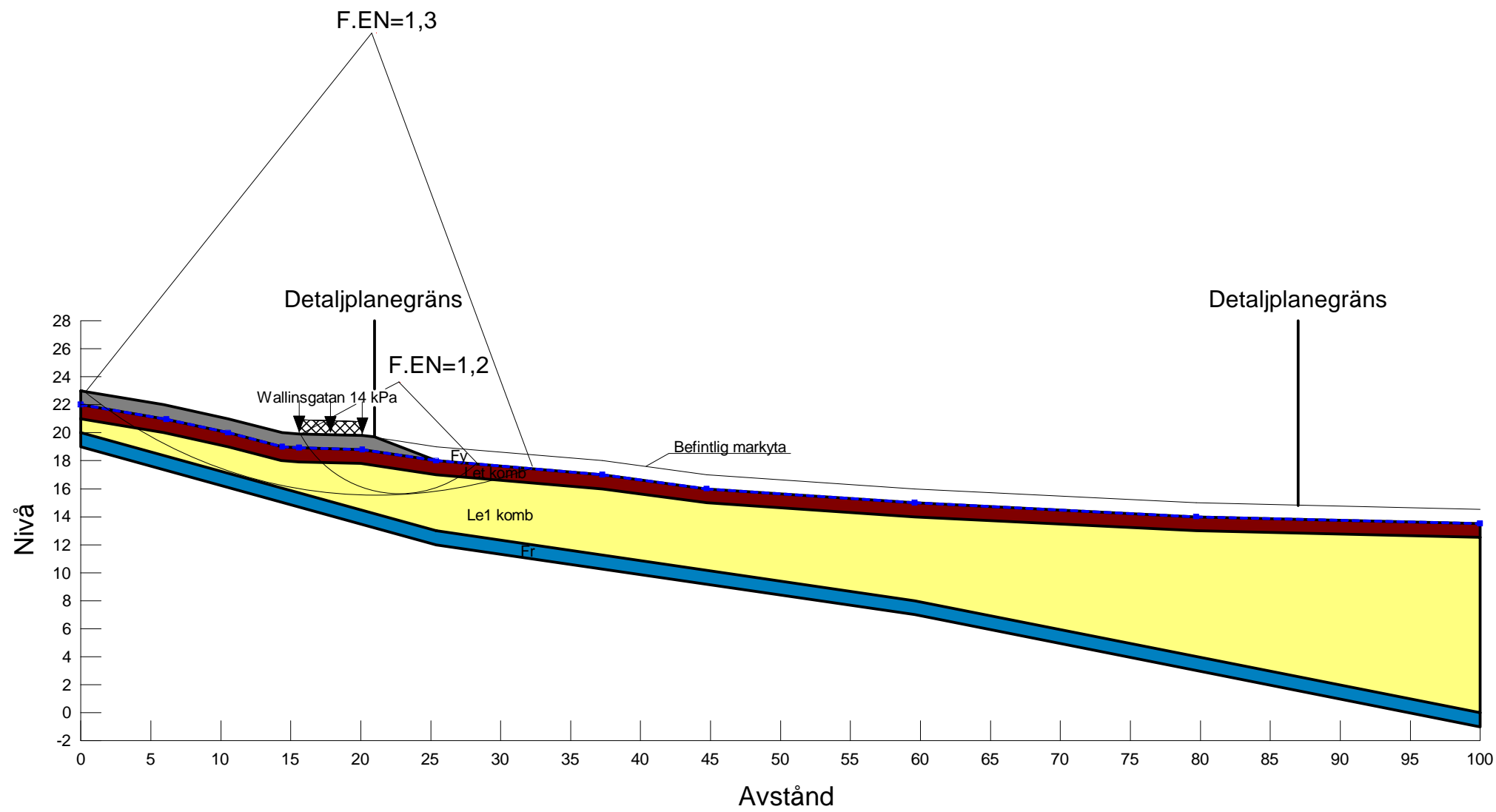
Name: Fy
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 25.7 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Förstärkningslager
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 28.3 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1

Stiernhielm 6 & 7, Detaljplan
Uppdragsnummer: 105 03 98

Sektion 1
Framtida förhållanden, 1 m schakt
Kombinerad analys

Skala (A3): 1:400
Analysmetod: Morgenstern-Price
Portryck: Piezometric Line



Name: Le1 komb
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 10 kPa
Cu-Rate of Change: 0.77 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

Name: Let komb
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 23.9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.115
Piezometric Line: 1

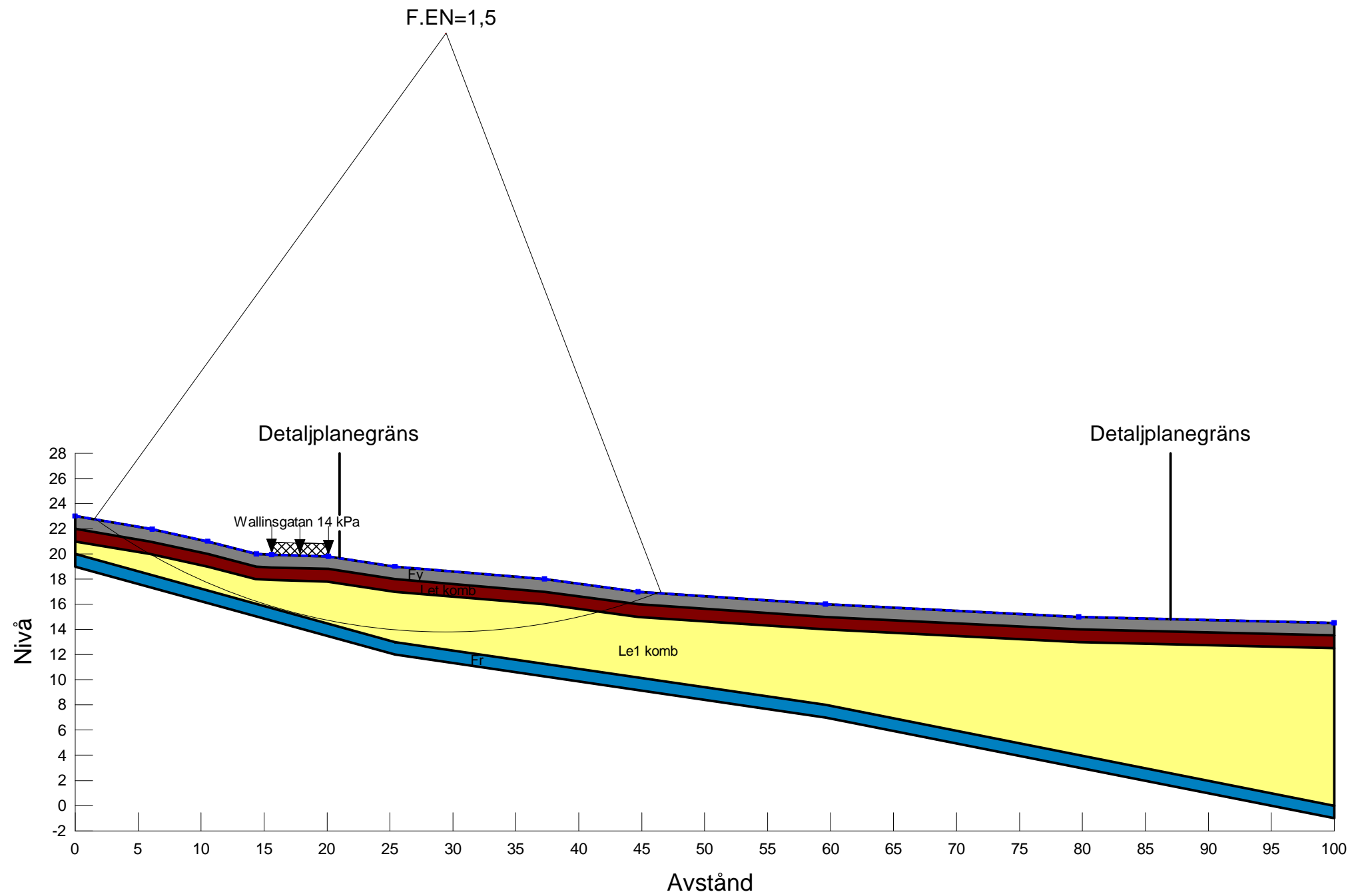
Name: Fy
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 25.7 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1

Name: Förstärkningslager
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28.3 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1

Stiernhielm 6 & 7, Detaljplan
 Uppdragsnummer: 105 03 98

Sektion 1
 Känslighetsanalys, hög GV-yta
 Kombinerad analys

Skala (A3): 1:400
 Analysmetod: Morgenstern-Price
 Portryck: Piezometric Line



Name: Le1 komb
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 23.9 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 10 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.77 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.115
 Piezometric Line: 1

Name: Let komb
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 23.9 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 16.7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.115
 Piezometric Line: 1

Name: Fy
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 25.7 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1

Name: Förstärkningslager
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 28.3 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1