

PM – GEOTEKNIK

SVARTÅSTRAND, MJÖLBY KOMMUN



PM GEOTEKNIK

Kund: Mjölby kommun

Organisation Sigma Civil

Projektansvarig:	Emmeli Gravert
Upprättad av:	Robin Landén
Granskad av:	Anders Nises
Godkänd av:	Anders Nises

Projektnummer:	169551
Upprättad:	2022-02-28
Dokumentnummer:	TEK-118652
Version:	2.0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAG.....	3
1.1	BAKGRUND.....	3
1.2	PLANERAD ANLÄGGNING.....	3
2	DENNA HANDLING.....	4
2.1	ÄNDAMÅL OCH OMFATTNING.....	4
3	UNDERLAG	4
3.1	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	4
4	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	4
4.1	TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET.....	4
4.2	BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR OCH KONSTRUKTIONER.....	4
4.3	JORDLAGERFÖLJD.....	5
4.4	GRUNDEVATTEN.....	6
4.5	STABILITETSFÖRHÅLLANDEN.....	7
4.6	SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN.....	13
5	GRUNDLÄGGNING.....	14
5.1	FÖRSLAG GRUNDLÄGGNING.....	14
5.2	SCHAKT OCH FYLLNING.....	14
5.3	PARAMETRAR FÖR GRUNDLÄGGNING.....	17
6	VIDARE ARBETEN	22

Bilagor

Bilaga A – Stabilitetsberäkningar

Bilaga B – Stabilitetsberäkningar för GC-väg vid slänt mot Lokstall

Ritningar

G-10-1-002 – Sektioner för stabilitetsberäkning redovisade i plan.

1 UPPDRAG

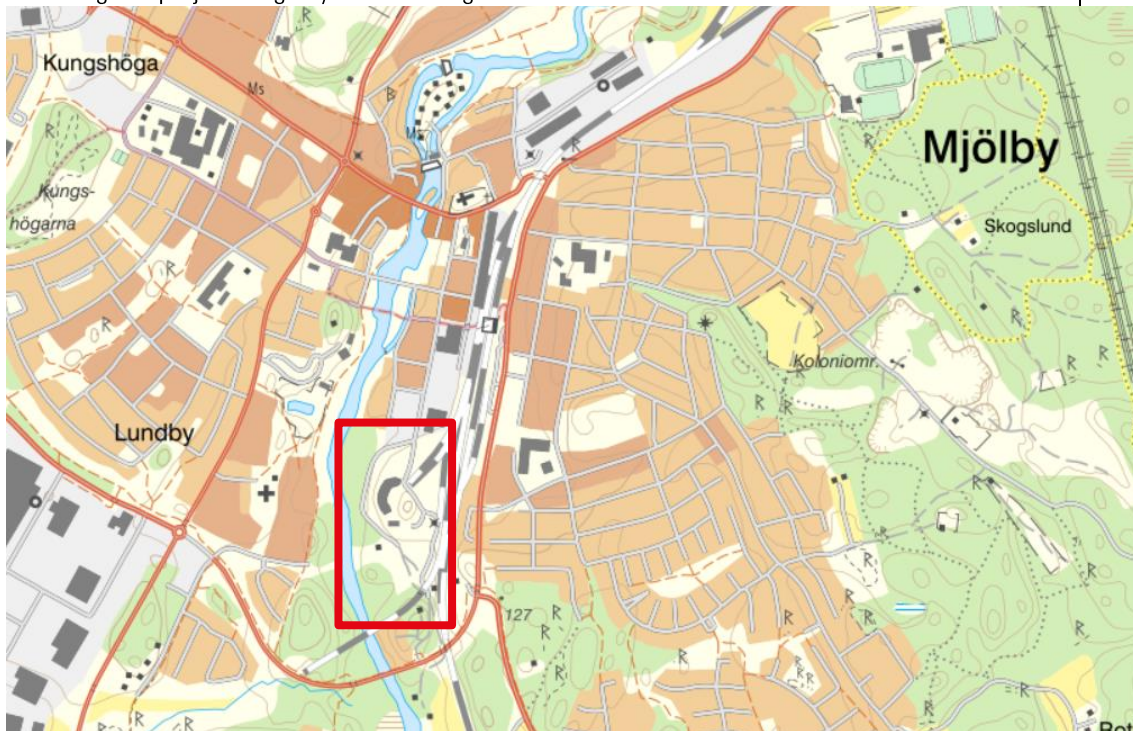
Sigma Civil AB har på uppdrag av Mjölby kommun utfört en geoteknisk utredning som ett komplement till förstudie inför upprättande av detaljplan. Vidare har stabilitetsberäkningar för slänt vid Lokstall och planerad GC-väg utförts som en del av underlag till Systemhandling.

1.1 BAKGRUND

Inom fastigheterna Mjölby 40:13, 39:4, 40:8, 43:70, 43:71, 43:72, 43:75, 39:2>2 och 40:7>1 längs Svartån i centrala Mjölby planerar Mjölby kommun att bygga ett nytt bostadsområde.

Tyréns har tidigare utfört översiktliga undersökningar för detta område.

Sigma Civil har på uppdrag av Mjölby kommun upprättat denna PM som underlag för fortsatt utredning och projektering i Systemhandling.



Figur 1 Karta över aktuellt område, hämtat från Lantmäteriet 2021-01-22

1.2 PLANERAD ANLÄGGNING

Inom aktuellt område planeras nya bostadskvarter med flerfamiljshus överstigande 4 våningar. Inom området planeras även underjordsgarage. I samband med detta planeras uppfyllnader samt anläggning av nya gator. Nytt dagvattennät skall anläggas inom området vilket ska ledas till en befintlig damm i södra delen av området. Dammens utformning skall justeras för att hantera större mängder dagvatten samt för att fungera som rekreationsområde. Den slutgiltiga utformningen är i dagsläget oklar. I östra delen av området planeras även en GC-bro över Svartån.

2 DENNA HANDLING

2.1 ÄNDAMÅL OCH OMFATTNING

Denna PM avser att översiktligt beskriva jordartsförhållandena på platsen och förutsättningarna för planerad anläggning samt ge underlag och rekommendationer för fortsatt utredning och projektering inom området.

Samtliga nivåer i denna PM avser nivåer i RH 2000 om inget annat anges.

3 UNDERLAG

3.1 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

- Geoteknisk undersökning Svartåstrand etapp 2, utförd av Tyréns, daterad 2018-07-03 med uppdragsnummer 286359.
- Geoteknisk undersökning GC-bana, Svartå strand upprättad av Tyréns, daterad 2020-11-11 med uppdragsnummer 303137.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET

Området består idag till största delen av skog, men även hårdgjorda ytor förekommer, främst kring lokstallarna. I västra delen av området sträcker sig Svartån i en nord-sydlig riktning.

I de östra delarna av området är det relativt flackt, närmast järnvägen. Det sluttar sedan nedåt mot ån, i väst. På vissa ställen brantare än på andra.

Marknivån vid de gamla och nya utförda undersökningspunkterna varierar mellan +106,2 och +125,5.

4.2 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

I norra delen av området finns idag busshållplatser och parkeringsytor. Söder om dessa ligger en byggnad som tidigare varit lokstall och som idag används som kontorslokaler och verkstad. Öster om denna finns ett bergrum i den lokala bergkullen. Östra stambanan går parallellt med områdets östra sida och korsar området och över Svartån söder om den befintliga dammen.

I södra delen av området ligger ett fåtal fritidshus.

I läge för planerad GC-bro finns idag en mindre bro för befintliga ledningar över Svartån.

4.3 JORDLAGERFÖLJD

Enligt SGU:s jordartskarta består marken inom utredningsområdet av fyllning, svämsediment (ler-silt), glacial lera, glacial silt och morän. Ytliga lager av torv förekommer inom de nordliga delarna av sumpskogen (ogynnsamma parametrar har valts för denna i utförda beräkningar, då parametrar saknats för denna). Berg i dagen förekommer lokalt inom områdets höjdområden. Se Figur 2.



Figur 2 SGU jordartskarta, hämtad 2021-01-22

Enligt utförda undersökningar stämmer jordartskartan i huvudsak väldigt bra.

Inom område med fyllning enligt jordartskartan i figur 2 utgörs marken överst av fyllnadsmaterial med en mäktighet varierande mellan 0,5 – 3 m. Fyllnadsmaterialet består i huvudsak av sand, lera, humus och silt. Lokalt förekommer även kolrester.

Den naturliga jorden inom området är mycket skiktad och varierande men består i huvudsak av lera, lerig silt och siltig lera. Inom område med svämsediment i Figur 2 utgörs marken i huvudsak av sand.

Leran inom området har en korrigerad odränerad skjuvhållfasthet varierande mellan 30 och 60 kPa, en vattenkvot varierande mellan 23 till 39 % och en konflytgräns varierande mellan 37 och 56 %.

Sonderingsstopp har erhållits på djup varierande mellan 5 till 23 m under markytan. Djup till berg är minst intill de lokala höjdpartierna samt i den södra delen av området.

För en mer detaljerad beskrivning av jordartsförhållandena, se Tyréns Geotekniska PM för Svartåstrand etapp 2 samt Tyréns geotekniska bedömning gällande anläggning av GC-bana, Svartåstrand.

4.4 GRUNDEVATTEN

Inom området har 11 grundvattenrör installerats vid undersökningen 2021. Grundvattnet har under perioden april 2021 till maj 2020 avlästs totalt 1 - 2 gånger. Avläsningarna redovisas i tabell 2.

Det ska noteras att grundvattenytan fluktuerar beroende på årstid och nederbördsförhållanden

Tabell 1 Grundvattenavläsningar

Grundvattenrör	Datum	Djup till GV under markytan	GV- Nivå	Ansvarig
21SC02GW	2021-04-21	5,81 m	+109,4	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	5,58 m	+109,6	Robin Landén, Sigma Civil
21SC03GW	2021-04-23	8,53 m	+106,6	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	8,42 m	+106,7	Robin Landén, Sigma Civil
21SC04GW	2021-04-21	5,66 m	+110,4	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	7,66 m	+108,4	Robin Landén, Sigma Civil
21SC06GW	2021-04-21	5,15 m	+110,0	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	4,97 m	+110,2	Robin Landén, Sigma Civil
21SC07GW	2021-04-21	3,09 m	+109,0	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	2,81 m	+109,2	Robin Landén, Sigma Civil
21SC08GW	2021-04-21	1,74 m	+106,2	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	0,38 m	+106,6	Robin Landén, Sigma Civil
21SC09GW	2021-04-21	Svårt att få bra kontakt	Svårt att få bra kontakt	Peder Hagman, Tyréns
21SC10GW	2021-04-21	0,21 m över my	+106,5	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	0,3 m över my	+106,6	Robin Landén, Sigma Civil
21SC11GW	2021-04-21	TORRT	TORRT	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	TORRT	TORRT	Robin Landén, Sigma Civil
21SC12GW	2021-04-21	5,76 m	+110,7	Peder Hagman, Tyréns
	2021-05-18	7,37 m	+109,1	Robin Landén, Sigma Civil
21SC13GW	2021-04-21	TORRT	TORRT	Peder Hagman, Tyréns
18T14GW	2021-04-21	2,99 m	+108,5	Peder Hagman, Tyréns
18T25GW	2021-04-21	1,14 m	+107,8	Peder Hagman, Tyréns
18T26GW	2021-04-21	2,46 m	+113,7	Peder Hagman, Tyréns
18T54GW	2021-04-21	3,71 m	+112,1	Peder Hagman, Tyréns

Enligt Tyréns geotekniska undersökning utförd 2018 ligger grundvattennivån mellan ca 2 - 4 m under markytan, vilket motsvarar nivå +106,2 - +113,7.

En tydlig bild av områdets grundvattennivåer är kritiskt inför schaktningsarbeten, schaktsanering, stabilitetsutredning, sättningsberäkningar samt för projektering av dagvattennätet.

4.5 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

Stabilitetsberäkningar har utförts för att utreda om de befintliga slänterna inom undersökningsområdet uppfyller gällande totalstabilitetskrav. Vidare har stabilitetsberäkningar utförts för slänt mot Lokstall med ny planerad GC-väg, som del av underlag till Systemhandling.

Parametrar för fyllning i slänt intill lokstallarna har i hämtats från empiriska värden då det varit för fast för utförandet av CPT-sonderingar, vilket gör dessa osäkra. Ytliga lager av torv förekommer inom de nordliga delarna av sumpskogen (ogynnsamma parametrar har valts för denna i utförda beräkningar, då parametrar saknats för denna).

Beräkningarna har utförts enligt Eurokod EN 1997-1 med ledning av tillämpningsdokumentet IEG Rapport 4:2010.

Samtliga beräkningar har utförts i SLOPE/W med analysmetoden Morgenstern-Price.

Säkerhetsfaktorn för utförda stabilitetsberäkningar skall uppnå minst $F_\phi = 1,0$ för att vara godkända.

Nedan redovisas resultat från släntstabilitetsberäkningarna i tabell 2 nedan samt i bilaga A. Nya beräkningar för GC-väg i slänt mot Lokstall redovisas i tabell 7 nedan samt i bilaga B. Sektionernas läge i plan redovisas i ritning G-10-1-02.

Tabell 2: Beräknade samt erforderliga säkerhetsfaktorer mot skred, för respektive sektion i dränerad, odränerad och kombinerad analys med dimensionerande värden.

Sektion	Beräkning	Last (kPa)	F_ϕ lägsta	F_ϕ relevant	Krav F_ϕ
Sektion 1	Odränerad	-	0,888		1,0
	Odränerad med utfyllnad	-	0,999		1,0
	Odränerad med radhus och utfyllnad	20	0,999		1,0
	Kombinerad	-	0,889	0,935	1,0
	Kombinerad med utfyllnad	-	0,978		1,0
	Kombinerad med radhus och utfyllnad 1:2	20	1,000	-	1,0
Sektion 2	Dränerad	-	1,125	-	1,0
	Dränerad med utfyllnad	-	1,104	-	1,0
	Dränerad med skola och utfyllnad 1:2	20	1,112	-	1,0
Sektion 3	Dränerad	-	0,723		1,0
	Dränerad med trafiklast	5	0,723		1,0
	Dränerad med gabionmur och utfyllnad 1:2	-	1,013		1,0
	Dränerad med utfyllnad 1:2	-	1,005		1,0

Sektion 4	Dränerad	-	0,681		1,0
	Dränerad med trafiklast	5	0,686		1,0
	Dränerad med gabionmur	-	0,995	1,032	1,0
	Dränerad med gabionmur och fyllning av grövre friktionsmaterial	-	1,043		1,0
	Dränerad med utfyllnad 1:2	-	0,995	1,123	1,0
	Dränerad med utfyllnad av grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,043		1,0
Sektion 5	Odränerad	-	0,991	1,248	1,0
	Odränerad med utfyllnad	-	1,404	-	1,0
	Odränerad med utfyllnad och 1,5 m hög utfyllnad 1:2 (Glidyta i damm)	5	0,957	0,982	1,0
	Odränerad med utfyllning och 1,5 m hög utfyllnad 1:2,5	5	1,185	-	1,0
	Kombinerad	-	0,982	1,215	1,0
	Kombinerad med utfyllnad	-	1,383	-	1,0
Sektion 6	Odränerad	-	0,856		1,0
	Odränerad med utfyllnad	-	1,407	-	1,0
	Odränerad med utfyllnad och 1,5 m extra utfyllnad	-	1,179	-	1,0
	Odränerad med utfyllnad och 1,5 m extra utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,084	-	1,0
	Odränerad med utfyllnad och parallell extra utfyllnad	-	1,178	-	1,0
	Odränerad med utfyllnad och parallell extra utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,083	-	1,0
	Kombinerad	-	0,876		1,0
	Kombinerad med utfyllnad	-	1,408	-	1,0
	Kombinerad med utfyllnad och 1,5 m extra utfyllnad	-	1,179	-	1,0
	Kombinerad med utfyllnad och 1,5 m extra utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,355	-	1,0
	Kombinerad med utfyllnad och parallell extra utfyllnad	-	1,177	-	1,0
	Kombinerad med utfyllnad och parallell extra utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,082	-	1,0
Sektion 7	Odränerad	-	0,710		1,0
	Odränerad med 1,5 m utfyllnad 1:2	-	0,994		1,0
	Odränerad med 1,5 m utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:1,5	-	0,829		1,0
	Odränerad med 1,5 m utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,107	-	1,0
	Odränerad med parallell utfyllnad 1:2	-	0,958		1,0
	Odränerad med parallell utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,042	-	1,0
	Kombinerad	-	0,710		1,0
	Kombinerad med 1,5 m utfyllnad 1:2	-	0,994		1,0

Kombinerad med 1,5 m utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,018	-	1,0
Kombinerad med parallell utfyllnad 1:2	-	0,958	-	1,0
Kombinerad med parallell utfyllnad grövre friktionsmaterial 1:2	-	1,018	-	1,0

Eftersom några av de kritiska glidyterna redovisade ovan är mycket ytliga och anses ej vara relevanta i sammanhanget, "F₀ relevant" visar värdet då glidyterna går in bakom slänkrön.



Figur 3 Översiktskarta med instabila slänter markerade med röda och blå linjer.

I figur 3 markeras slänter som i dagsläget är instabila. Dessa förklaras i detalj nedan:

- Röd linje - Slänten är instabil i dagsläget ca 4 m från slänkrön. Tydliga tecken på rörelser i form av lutande träd och erosion kan observeras på släntens yta. Åtgärder så som terrassering, utflackande av slänt eller gabionmur erfordras. se bilaga A, sektion 1, 3 och 4. I södra delen av området finns en lokal svaghetszon vilket kräver en utflackning till släntlutning 1:2,5 alternativt förstärkning med stödkonstruktion.

 Grön linje - Slänt har i dagsläget ej tillfredsställande stabilitet. Glidytor är dock ytliga så konsekvensen av ett stabilitetsbrott är inte så stora. För slänt i anslutning till dammen erfordras åtgärder, förslagsvis genom terrassering, att slänten flackas ut eller att en tryckbank anläggs (d.v.s. utfyllning av massor i släntfot). För stabilitetsberäkningar se bilaga A, sektion 5 och 6.

 Blå linje - Stabiliteten för den befintliga järnvägsbanken har ej utretts. Tecken på rörelser i släntens har dock observerats. Undersökning av järnvägsbankens uppbyggnad och grundläggning är nödvändigt för att utreda dess stabilitet.

Övriga slänter bedöms i dagsläget ha tillfredsställande stabilitet.

För släntstabilitet gäller generellt följande tumregler:

- Massor som plockas bort i anslutning till släntfot är ogynnsamt för stabiliteten
- Massor som plockas bort i anslutning till släntrönn är gynnsamt för stabiliteten.
- Massor som tillförs i anslutning till och ovanför släntrönn är ogynnsamt för stabiliteten. Massor som tillförs i anslutning till släntfot är gynnsamt för stabiliteten men kan försämra stabilitetsförhållandena för slänt ned till ån.

Vidare har nya beräkningar utförts för slänt mot Lokstall, med ny GC-väg enligt figur 9 nedan utförts som ett komplement som skall utgöra del av underlag till Systemhandling. Läget för ny planerad GC-väg samt släntlutningar har optimerats i sidled i beräkningarna för att uppnå tillfredsställande stabilitet. Då kunskap om planerade och befintliga byggnaders grundläggningssätt, grundläggningsnivå och laster saknats vid utförda beräkningar har grundläggningsnivå antagits med plattgrundläggning och en antagen last på 10 kPa/våningsplan använts.



Figur 9 Översiktskarta med ungefärlig sträcka där nya beräkningar utförts för ny GC-väg.

Tabell 7: Nya beräknade sektioner samt erforderliga säkerhetsfaktorer mot skred, för respektive sektion i dränerad, odränerad och kombinerad analys med dimensionerande värden.

Sektion	Beräkning	$F\phi/Fc$ lägsta	Krav $F\phi/Fc$
Sektion 1-1	Odränerad med lokstall + lastbil + 1:2,5 till höger och 1:2 till vänster om GC-bana	1,028	1,0
	Odränerad med lokstall + lastbil + trafiklast + 1:2,5 till höger och 1:2 till vänster om GC-bana	1,028	1,0
	Kombinerad med lokstall	0,963	1,0
	Kombinerad med lokstall + 1:2,5 till höger och 1:2 till vänster om GC-bana	1,028	1,0
	Kombinerad med lokstall + lastbil + 1:2,5 till höger och 1:2 till vänster om GC-bana	1,028	1,0
	Kombinerad med lokstall + lastbil + trafiklast + 1:2,5 till höger och 1:2 till vänster om GC-bana	1,028	1,0
Sektion 2-2	Dränerad	1,248	1,0
	Dränerad med trafiklast, hus 1 och utfyllnad på 1:2	0,978	1,0
	Dränerad med trafiklast, hus 1 och utfyllnad med en slänt på 1:2,5	1,182	1,0
	Dränerad med trafiklast, hus 1 och utfyllnad på en lägre nivå	0,669	1,0
	Dränerad med trafiklast, hus 1,2,3 och utfyllnad med en slänt på 1:2,5	1,182	1,0

Sektion 3-3	Dränerad	1,003	1,0
	Dränerad med trafiklast och förskola	1,003	1,0
	Dränerad med trafiklast och förskola + brantare slänt till vänster om GC-bana, 1:2,5	1,158	1,0
Sektion 4-4	Dränerad	1,000	1,0
	Dränerad med lokstall + lastbil	0,623	1,0
	Dränerad med lokstall + lastbil + GC-väg flyttad till vänster	1,049	1,0
	Dränerad med lokstall + lastbil + trafiklast + GC-väg flyttad till vänster	1,049	1,0
Sektion 8-8	Dränerad	0,404	1,0
	Dränerad flyttad GC-väg till vänster + lokstal + lastbil + brantare slänt till vänster+ fast fyllnad till höger	1,027	1,0
	Dränerad flyttad GC-väg till vänster + lokstal + lastbil + trafiklast + brantare slänt till vänster+ fast fyllnad till höger	1,027	1,0
Sektion 9-9	Dränerad	0,602*	1,0
	Dränerad + lokstall + parkering	0,637	1,0
	Dränerad + lokstall + parkering + flyttad GC-bana till vänster med en slänt på 1:2 till höger	1,095	1,0
	Dränerad + lokstall + parkering + flyttad GC-bana	1,095	1,0

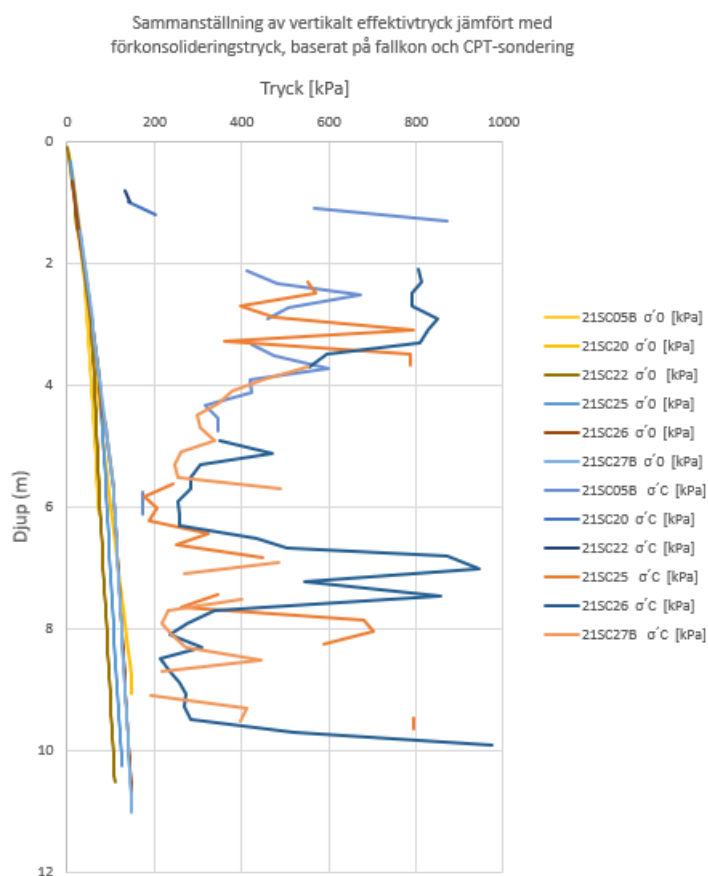
	till vänster med en slänt på 1:2 till höger och vänster		
	Dränerad + lokstall + trafiklast + parkering + flyttad GC-bana till vänster med en slänt på 1:2 till höger och vänster	1,091	1,0
Sektion 10-10	Odränerad med radhus, huslast och trafiklast	1,018	1,0
	Kombinerad med radhus och huslast	1,020	1,0
	Kombinerad med radhus och huslast + flackare slänt till vänster om GC-bana 1:3	1,018	1,0
	Kombinerad med radhus, huslast och trafiklast	1,018	1,0

*Ej den mest kritiska glidyta, denna glidyta har valt att redovisas då de mer kritiska glidyterna inte är relevanta då de är väldigt ytliga.

4.6 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Förekommande lera inom området har utifrån utförda CPT-sonderingar utvärderats som överkonsoliderad med mellan 50 - 300 kPa. Överkonsolideringsgraden är störst i lerans överkant och avtar mot djupet. En överkonsolidering på 50 kPa motsvarar ca 2,5 m uppfyllnad, beroende på tunghet hos materialet som används vid uppfyllnad. Detta innebär att så länge framtida permanenta laster på marken understiger 50 kPa uppkommer endast mindre sättningar.

Bedömning av konsolideringsförhållanden har gjorts utifrån empiri från utförda CPT-sonderingar, se figur 3 nedan. Detta behöver undersökas mer i detalj i kommande skeden efter att planerade markhöjningar och byggnader är fastställda.



Figur 4 Sammanställning av vertikalt effektivtryck jämfört med förkonsolideringstryck, baserat CPT

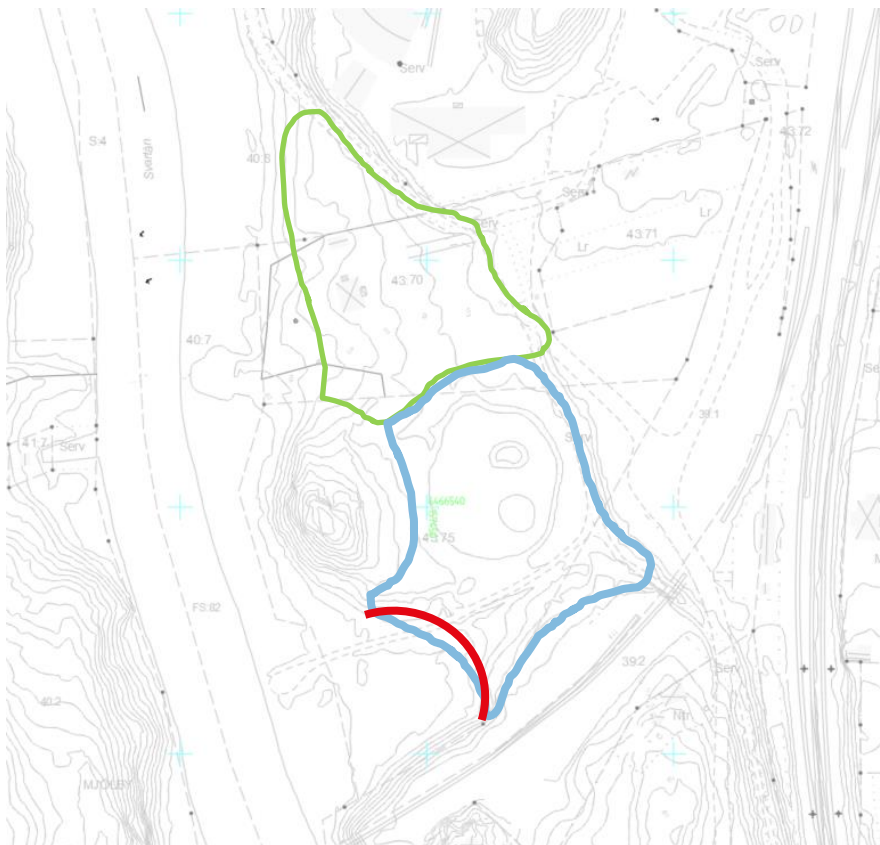
5 GRUNDLÄGGNING

5.1 FÖRSLAG GRUNDLÄGGNING

Inom området planeras flerfamiljshus med våningsantal över 4. För dessa rekommenderas pålgrundläggning. När byggnaders lägen är bestämda bör pållängder fastställas. Detta kan göras med t.ex. hejarsondering eller slagsondering.

5.2 SCHAKT OCH FYLLNING

Inom området planeras även underjordsgarage samt schaktsanering med förflyttningar av befintliga massor. Detta medför schakter på ca 3 - 5 m djup. Schaktbotten ligger då under de i dagsläget uppmätta grundvattenytorna. Detta kan medföra risk för piping och bottenuppträckning. Eventuella lösningar på detta skulle kunna vara grundvattensänkning eller tätspons. Vid behov av grundvattensänkning krävs utförlig hydrogeologisk undersökning för omgivningspåverkan, detta gäller främst påverkan på Östra stambanan.



Figur 5 Områden med planerade markhöjningar

Inom den gröna linjen i figur 5 finns möjlighet till markhöjningar på upp till 2 m utan att stabilitetförhållandena påverkas inom området.

Inom den blåa linjen kring befintlig damm finns möjligheter till att utföra markhöjningar upp till 2,5 m. Släntlutning ned till dammen skall vara minst 1:2,5 med återfyllnad av material från området och 1:2 med grövre friktionsmaterial. Önskas mer yta runt dammen kan spontning utföras runt dammens släntfot. En vertikal spont ned mot dammen skulle spara ca 10 m yta runt hela dammen.

Ovannämnda markhöjningar kan jämnas ut utföras ut i slänt markerad med röd linje fram till dess att markhöjningarna motsvarar ca 5 m utan att släntstabiliteten påverkas, se bilaga A, sektion 6. Dock finns risk för sättningar vid markhöjningar över 2,5 m, se kapitel 4.6. Detta kan motverkas med lättfyllning.

Vid önskemål av markhöjningar inom områden utöver dessa skall samråd ske med sakkunnig geotekniker.

Sanerade fyllnadsmassor innehållande lera är endast lämpliga att återanvända om de i framtiden förblir obelastade.

För slänten väster om tågstillarna rekommenderas utflackning till släntlutning 1:2 med grövre friktionsmaterial. Vid avsaknad av utrymme kan utflackningen kompletteras med stödmur i släntfot. T.ex. gabionmur eller L-stöd.

Underlag till val av stödkonstruktioner.

Nedan listas några stödkonstruktioner. Framdrift och priser är grovt uppskattade och inget totalpris redovisas då omfattningen i dagsläget är oklart.

Motfyllnad med skärv.

Billigaste stödlösningen är att fylla mot slänten med skärv (grovt krossmaterial (90-150). Konstruktionens kostnad ligger på ca 2473 kr/m vid anläggning av ca 30 m färdig konstruktion per dag.

L-stöd

L-stöd är den billigaste stödkonstruktionen. En ungefärlig framdrift är ca 15 stöd/dag. Materialet köps in i färdiga moduler som monteras på plats. Konstruktionens kostnad ligger på ca 4250 kr/m vid anläggning av 20 m färdig konstruktion per dag.



Kallmur

En kallmur är uppbyggd av större block staplade på varandra. Framdriften för denna metod kan antas vara ca 2 m/dag för en lägre mur.



Gabionmur

Enligt uppgift från leverantör (Svenska Geotech) är det möjligt att utföra 10 m² synlig yta gabion per dag med 2 arbetare och en grävmaskin.

Materialkostnader för gabionmur är ca 340 kr/m² för gabionen och ca 119 kr/ton alt. 190 kr/m³ för bergkross.



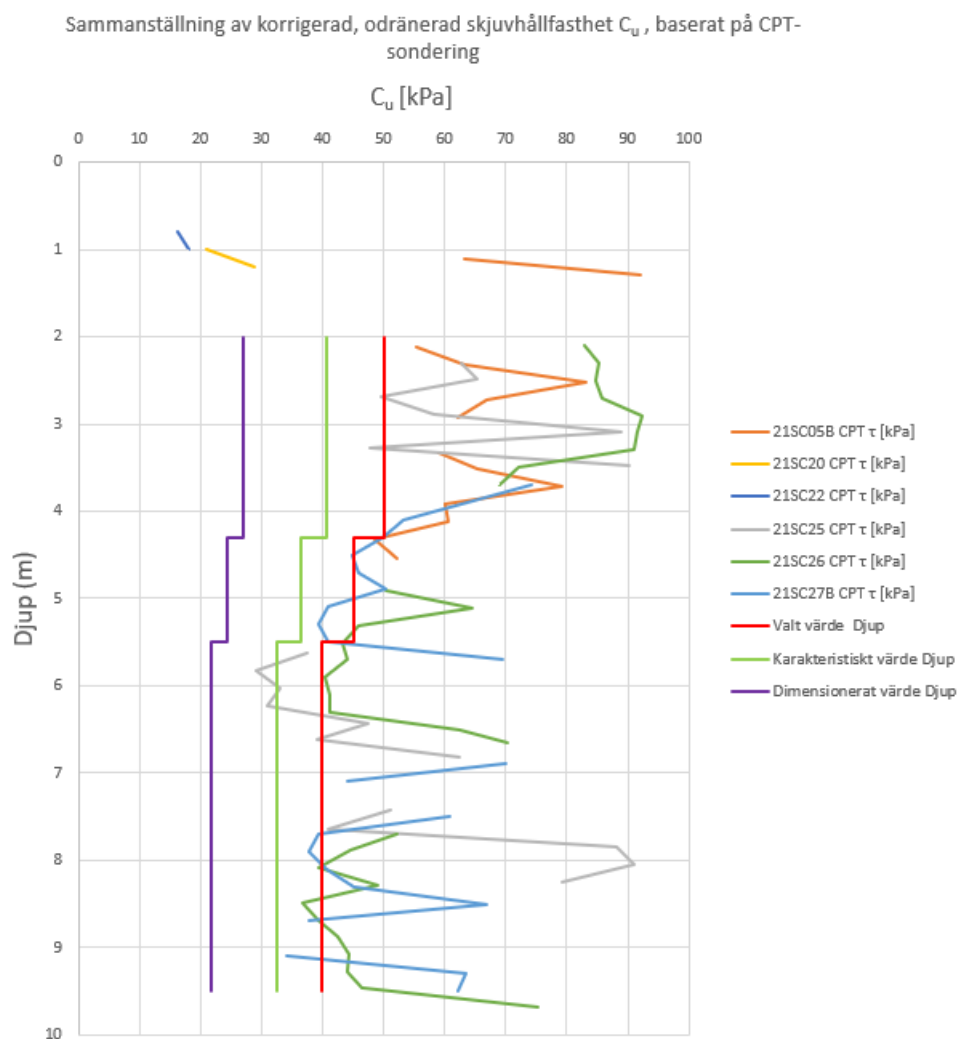
5.3 PARAMETRAR FÖR GRUNDLÄGGNING

5.3.1 Valda värden

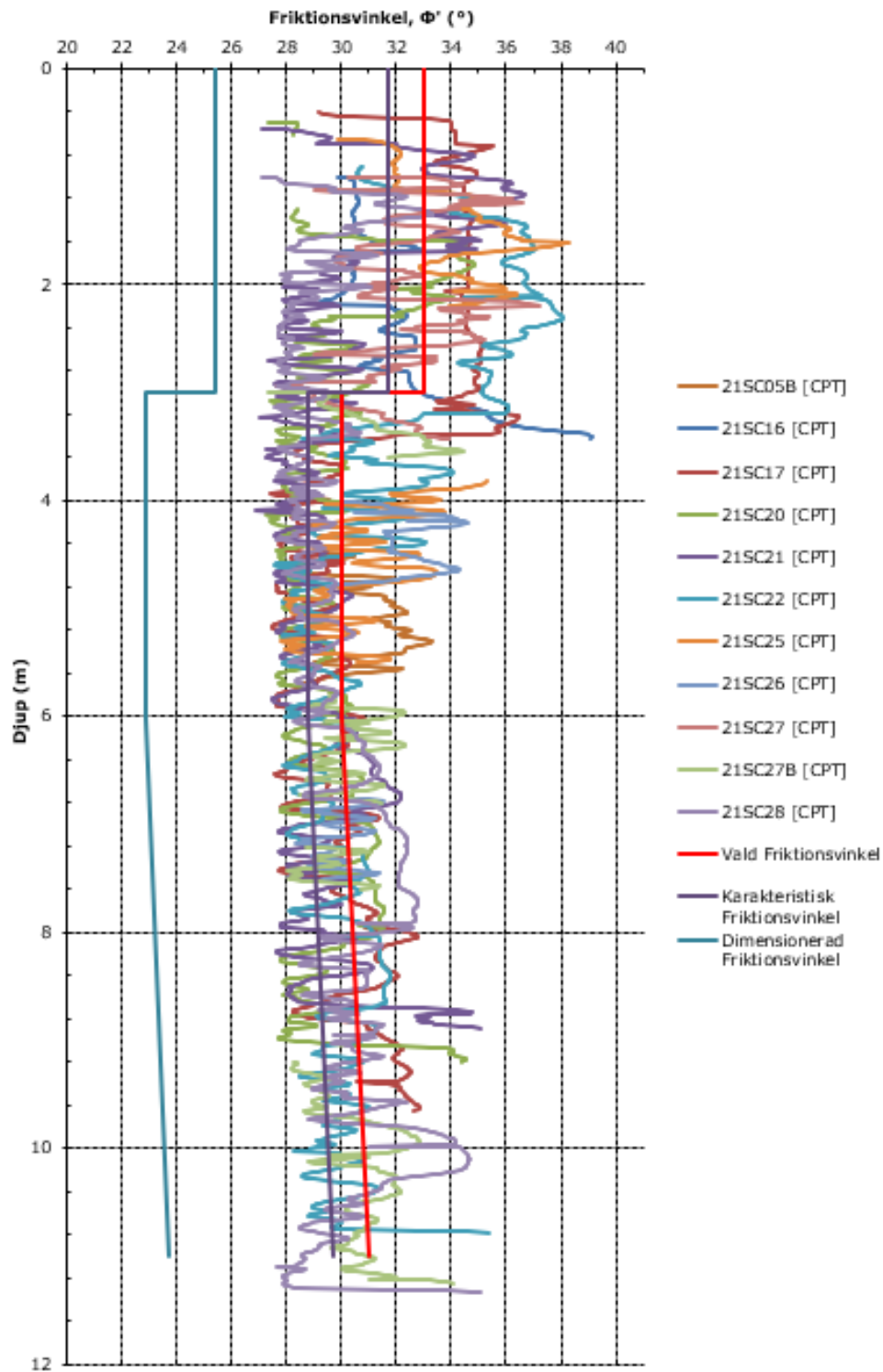
Härlett-, valt-, karakteristiskt- och dimensionerat värde för korrigerad odränerad skjuvhållfastheten redovisas i figur 6.

Härlett-, valt-, karakteristiskt- och dimensionerat värde för friktionsvinkeln redovisas i figur 7.

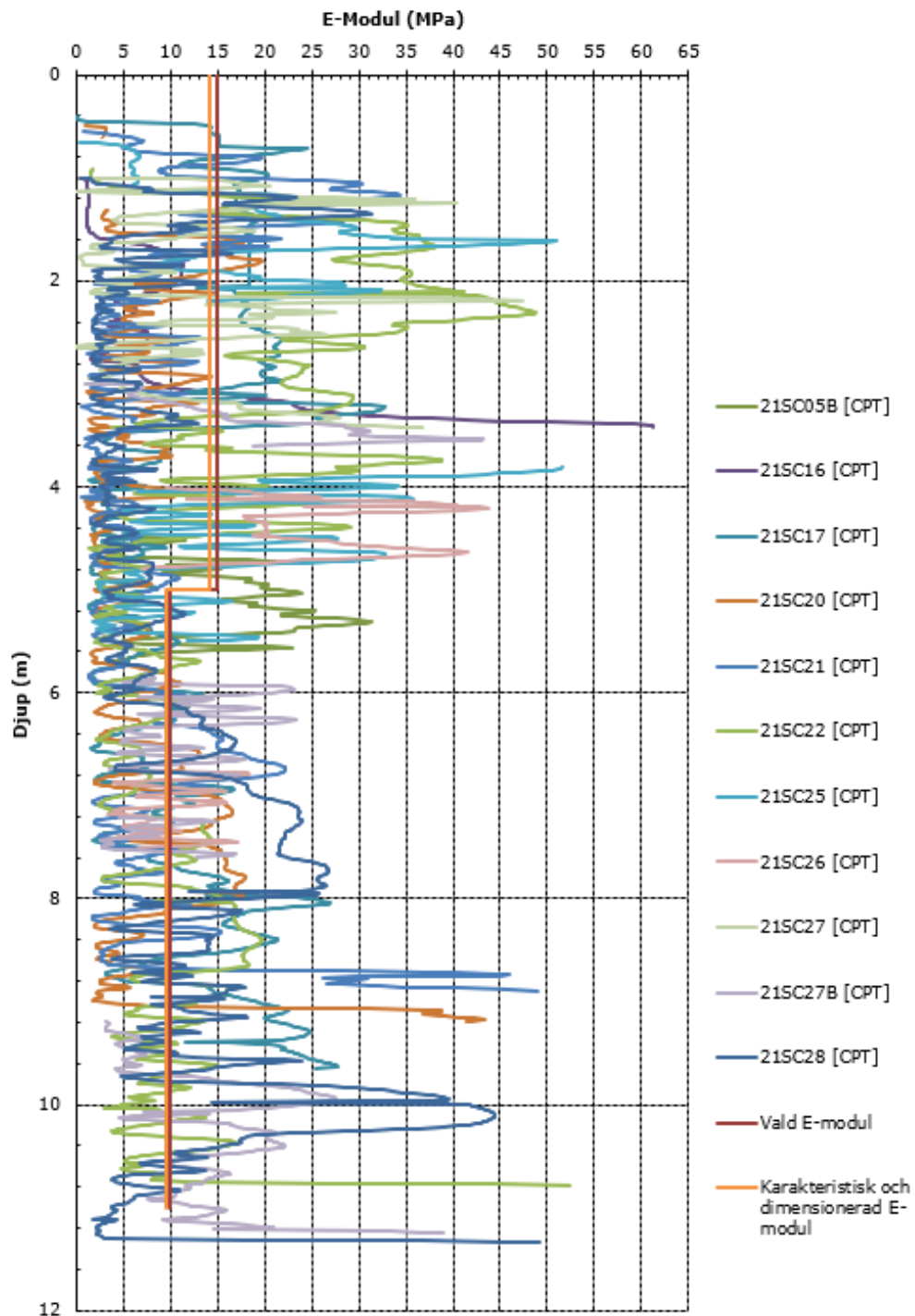
Härlett-, valt-, karakteristiskt- och dimensionerat värde för E-modulen redovisas i figur 8.



Figur 6. Härledda värden för den odränerade skjuvhållfastheten, samt valt-, karakteristiskt- och dimensionerat värde.



Figur 7: Härledd-, vald-, karakteristisk- och dimensionerad friktionsvinkel.



Figur 8: Härledd-, vald-, karakteristisk- och dimensionerad E-modul.

5.3.2 η -värden och partialkoefficienter

Tabell 3: η -värden för leran som befinner sig under den planerade järnvägen

Delfaktor	Värde för c_u	Motiv
$\eta(1, 2)$	0,95	Normal svensk lera, 4 oberoende undersökningar
$\eta(3)$	0,90	Metoden av typen CPT har använts
$\eta(4, 5, 6, 7)$	0,95	liten brottyta, stor konsekvens, punkterna långt ifrån brottytan
η Totalt	0,81	

Tabell 4: η -värden för friktionsmaterial för slänter och bankar inom undersökningsområde

Delfaktor	Värde för c_u	Motiv
$\eta(1, 2)$	1,0	Silt och Sand, fler än 3 oberoende CPT
$\eta(3)$	1,0	Metoden av typen CPT har använts
$\eta(4, 5, 6, 7)$	0,95	Litet brott, stor konsekvens
η Totalt	0,95	

Tabell 5: Partialkoefficienter för materialparametrar.

Materialegenskap	γ_m
Friktionsvinkel, ϕ' (appliceras på $\tan \phi'$)	1,3
Tunghet, γ	1,0
Sättningsmoduler E och M	1,0
Odränerad skjuvhållfasthet c_u	1,5
Effektiv kohesion	1,3

5.3.3 Karakteristiska och dimensionerande värden

Tabell 6 Jordartparametrar

Jordart Nivå	Friktionsvinkel, (°)	Odränerad korrigerad Skjuvhållfasthet (c_u)	Elasticitetsmodul (MPa)	Tunghet/effektiv tunghet (kN/m ³)
Mulljord/organisk jord 0,2 m u my till 0,5 m u my	Schaktas ur			
Sand/silt och silt 0,2 m u my till 3,0 m u my	$\phi'_k = 31,7$ $\phi'_d = 25,4$		$E_k = 14,25$ $E_d = 14,25$	$\gamma_k/\gamma'_k = 18 / 10$ $\gamma_d/\gamma'_d = 18 / 10$
Sand/silt 3,0 m u my till 6,0 m u my	$\phi'_k = 28,7$ $\phi'_d = 22,9$		$E_k = 9,5$ $E_d = 9,5$	$\gamma_k/\gamma'_k = 18 / 10$ $\gamma_d/\gamma'_d = 18 / 10$

Sand/silt 6,0 m u my till 11,0 m u my	$\phi'k = 28,7 + h \cdot 0,19$ $\phi'd = 22,9 + h \cdot 0,2$		$E_k = 9,5$ $E_d = 9,5$	$\gamma_k/\gamma'k = 18 / 10$ $\gamma_d/\gamma'd = 18 / 10$
Lera 2,0 m u my till 4,3 m under my		$C_{uk} = 40,6$ $C_{ud} = 27,1$		$\gamma_k/\gamma'k = 17 / 7$ $\gamma_d/\gamma'd = 17 / 7$
Lera 4,3 m u my till 5,5 m under my		$C_{uk} = 36,5$ $C_{ud} = 24,4$		$\gamma_k/\gamma'k = 17 / 7$ $\gamma_d/\gamma'd = 17 / 7$
Lera 5,5 m u my till 9,5 m under my		$C_{uk} = 32,5$ $C_{ud} = 21,7$		$\gamma_k/\gamma'k = 17 / 7$ $\gamma_d/\gamma'd = 17 / 7$

h =avstånd till överkant aktuellt jordlager.

6 VIDARE ARBETEN

Fyllningen i slänten intill lokstallarna har i dagsläget hämtats från empiriska värden då det varit för fast för utförandet av CPT-sonderingar. För säkrare parametrar rekommenderas utförandet av hejarsondering.

Då byggnader och dess lägen är fastställda skall erforderlig undersökning utföras för detaljprojektering.

I läge för planerad bro över Svartån behöver undersökning utföras för att få bättre underlag till brokonstruktionens grundläggning. Slagsondering/hejarsondering bör utföras för att bekräfta pålstopp, CPT-sondering och eventuellt kolvprovtagning bör utföras för att ge underlag till brogrundläggning samt tillfartsbankar. Svartån behöver även lodas för att kunna genomföra mer detaljerade stabilitetsberäkningar.

För byggnaderna rekommenderas pålgrundläggning varvid pållängder bör undersökas i lägen för planerade byggnader, detta kan göras genom hejarsondering och slagsondering.