bohusgeo
GEOTEKNIK

Projekterings-PM/Geoteknik
PM/Geo

Vänerparken
Vänersborg
Detaljplan

Uppdragsnr: 26034
Bohusgeo AB 2026-10-14

Beställare

Kund:	Vänersborgs kommun
Kontaktperson:	Freddie Carlson

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer:	25167
Uppdragsledare:	Daniel Lindberg
Handläggare:	Daniel Lindberg
Granskning:	Frida Lundin

Bastionsgatan 26
451 50 Uddevalla
Org.nr. 556601-5243
Tel. vxl. 0522-946 50
bohusgeo.se

Innehållsförteckning

1. Uppdrag och syfte 2
2. Underlag 2
3. Styrande dokument 2
4. Befintliga förhållanden 3
4.1. Mark, vegetation och topografi 3
4.2. Geotekniska förhållanden 3
4.3. Geohydrologiska förhållanden 3
5. Släntstabilitet 4
5.1. Allmänt 4
5.2. Valda parametrar 5
5.3. Beräkningar 5
5.4. Slutsats 5
6. Grundläggning och sättningar 5
7. Bergras och blocknedfall 6

Bilagor

Bilaga 1:1 Planområde
Bilaga 2:1 Skjuvhållfasthetsdiagram
Bilaga 3:1-3:3 Val erforderlig säkerhetsfaktor
Bilaga 4:1-4:6 Stabilitetsberäkningar
Bilaga 5:1 Belastningsbegränsningar

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Vänersborgs kommun utfört en geoteknisk undersökning och utredning för en detaljplan för Vänerparken i Vänersborg, se Bilaga 1.

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- *Fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo AB för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2026-09-21, uppdragsnummer 26034.*

3. Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1. Styrdokument.

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1, SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Släntstabilitet	SGI Vägledning 8 IEG Rapport 4:2010 TRVINFRA-00229 TRVINFRA-00230
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 3 Pålkommissionens rapporter
Stödkonstruktioner	IEG Rapport 2:2009, rev 1
Stödmur	IEG Rapport 11:2010

4. Befintliga förhållanden

4.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området utgörs av grusade gator, asfalterade ytor eller grönytor vid Vänerparken i Vänersborg. Området ligger i direkt anslutning mot Vänern. Markytans nivå inom det undersökta området uppgår till mellan ca +43 och ca +50.

Botten i Vänern, väster om planområdet, har uppmätts, genom batymetrisk mätning, till mellan ca +40 och ca +43.

4.2. Geotekniska förhållanden

Det totala sonderingsdjupet bakom kajen varierar mellan ca 1 och ca 14 m. Jorddjupet blir generellt sett större åt kajen till och de minsta djupen har påträffats i den östra delen av detaljplaneområdet. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager (delvis fyllning)
- lera (saknas delvis)
- friktionsjord

Det fasta ytlagret utgörs i huvudsak av **silt, sand och grus**. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 m och ca 4 m. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lera finns med mellan 1 och 8 m mäktighet. Leran är i regel siltig. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan 30 och 65 % och konflytgränsen till mellan 40 och 45 %. Lerans förekomst är störst närmast Vänern och minskar generellt sett inåt land.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar och på laboratorium genom konförsök, se Bilaga 1. En uppdelning mellan Landdelar (Blå linje i bilaga 2) och Vattendelar (röd linje i bilaga 2) har gjorts. Vid valen har extra hänsyn tagits till konförsöken och valen har lagts nära utförda konförsök för både vattendelen och landdelen. Detta bedöms ge ett skjuvhållfasthetsval på säkra sidan.

Sensitiviteten har i tidigare undersökningar, främst i Vänerns botten, uppmätts till att variera mellan ca 15 och 60. Leran bedöms vara mellan- till högsensitiv.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan ca 0,5 och ca 8 m.

4.3. Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån bedöms variera med nivån i Vänern. Vid beräkningen av släntstabiliteten har lägsta lågvatten i Vänern antagits samt en grundvattennivå på landsidan som varierar mellan ca 0,5 och ca 1,5 m under markytan antagits.

Den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) varierade mellan ca +44,5 och +44.7 under mätperioden viket stämmer relativt väl överens med medelvattennivån +44.66, se nedan.

Enligt långtidsmätningar (1939-2011) varierar vattenståndet i Vänern enligt följande:

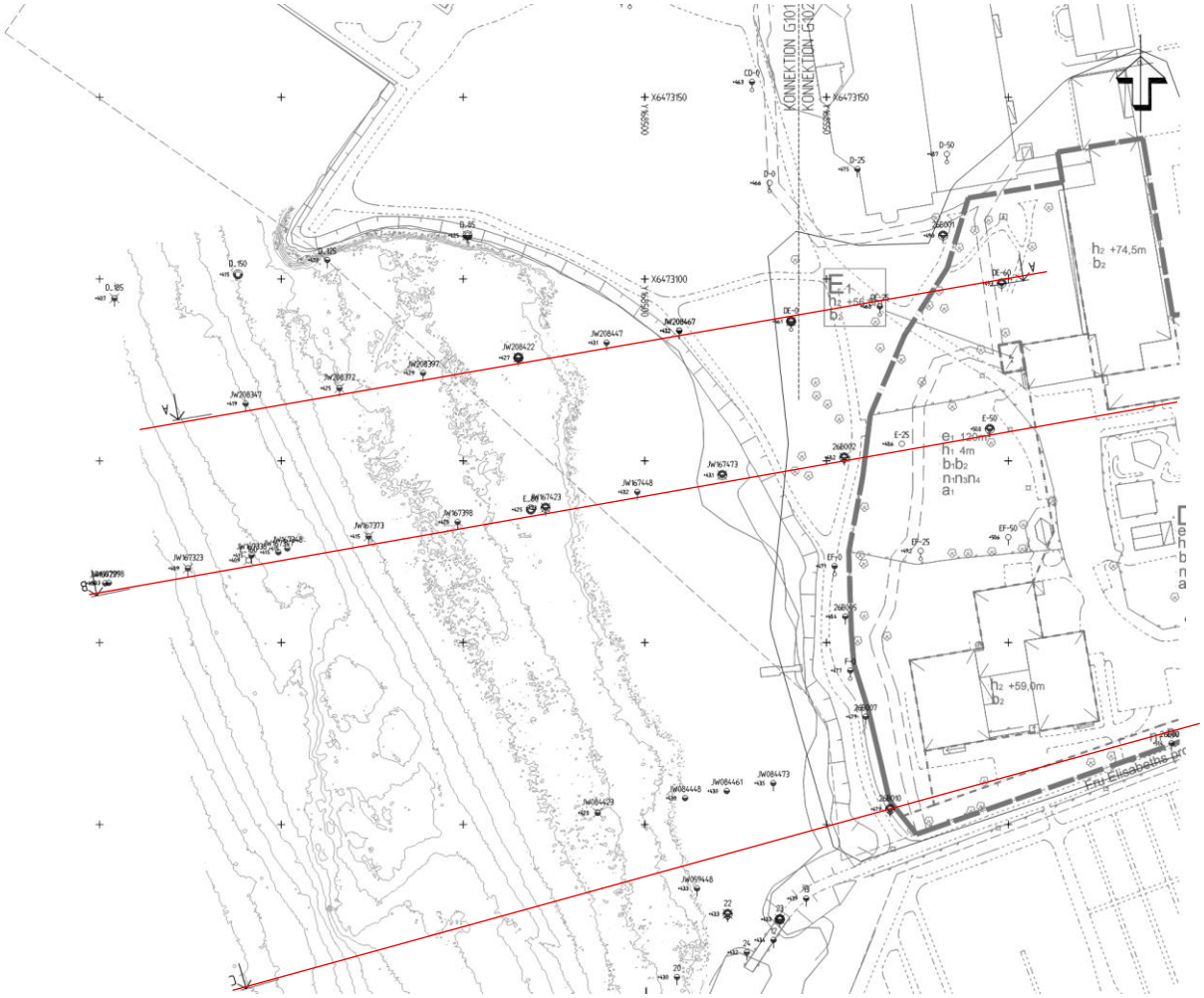
HHW +45,99 MW +44,66 LLW +43,48

Samtliga nivåer är angivna i RH2000. Dessa nivåer bedöms vara representativa för det nu berörda detaljplaneområdet.

5. Släntstabilitet

5.1. Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i tre sektioner, sektion A, B och sektion C, se figur 1.



Figur 1: Sektion A, B och C markerade med rött.

Beräkningarna har utförts i Geostudio 2021.4 Slope/W och har utförts med cirkulärcylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad (komb) analys.

Den utförda undersökningen bedöms uppfylla detaljerad nivå enligt SGI Vägledning 8.

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, befintlig bebyggelse	≥ 1,7 - 1,5	≥ 1,5 - 1,3
Detaljerad utredning, nyexploatering	≥ 1,7 - 1,5	≥ 1,5 - 1,4

För att välja erforderliga säkerhetsfaktorer har en värdering gjorts utifrån en sammanställning av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden enligt tabell 4.1a-4.1i IEG Rapport 4:2010. Sammanställningen redovisas i Bilaga 3 och utvärderade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3.

Tabell 3 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, befintlig bebyggelse	≥ 1,59	≥ 1,39
Detaljerad utredning, nyexploatering	≥ 1,59	≥ 1,44

5.2. Valda parametrar

5.2.1. Skjuvhållfasthet

Vald skjuvhållfasthet framgår i Bilaga 2 samt på beräkningarna i Bilaga 4.

5.2.2. Vattenstånd och portryck

Vid beräkningarna har LLW för Vänern, ca +43,5, använts. Grundvattenytan på landsidan antas ligga mellan ca 0,5 0ch ca 1,5 m under markytan. Portrycket har ansatts att öka hydrostatiskt (ca10 kPa/m) mot djupet

5.2.3. Laster

Vid beräkningarna har en last på 40 kPa ansatts på pådrivande sidan i glidytorna. Denna last bedöms täcka planens ändamål väl.

5.3. Beräkningar

5.3.1. Släntstabilitet

Stabilitetsberäkningar utförda i Slope/W redovisas i Bilaga 4.

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}
Sektion A (Bilaga 3:1 - 3:2)	2.42	1.69
Sektion B (Bilaga 3:3 – 3:4)	2.52	2.41
Sektion C (Bilaga 3:5-3:6)	2.04	1.80

5.4. Slutsats

Beräkningarna visar att stabiliteten för planerade förhållanden är tillfredsställande. Inom stora delar av planområdet saknas lera och det föreligger inget behov av belastningsbegränsningar. Vid den västra delen av planområdet där lera förekommer bedöms en belastningsbegränsning av 40 kPa lämplig att införa (med avseende på släntstabiliteten). En plan med ett område, valt utifrån jordlagerförhållanden, där begränsningen är lämplig att införa redovisas i bilaga 5.

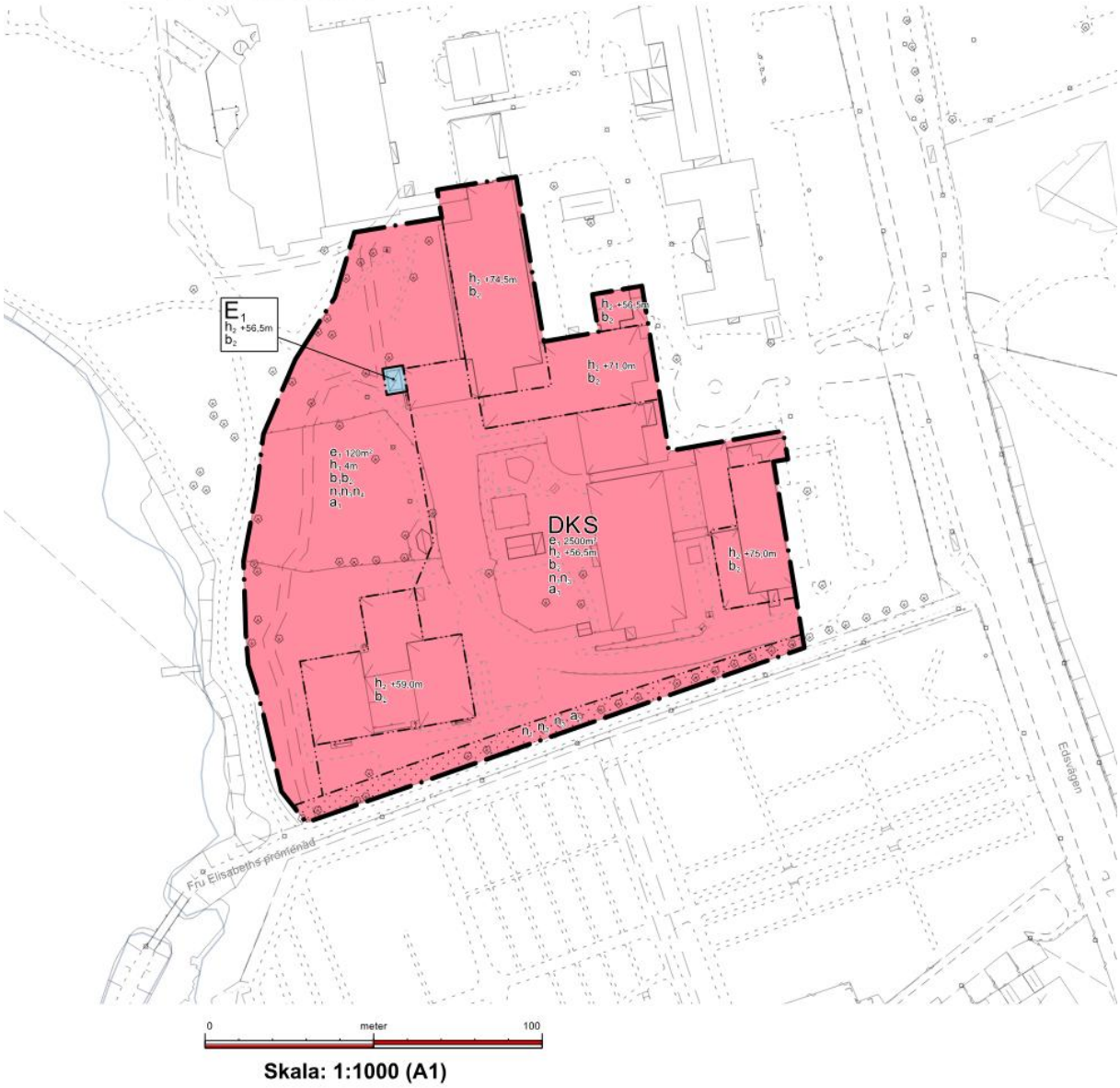
6. Grundläggning och sättningar

Grundläggningsförutsättningarna varierar inom området. Vid en detaljprojektering av området inför exploatering kan eventuellt kompletterande geotekniska undersökningar erfordras för val av lämplig grundläggningsmetod

7. Bergras och blocknedfall

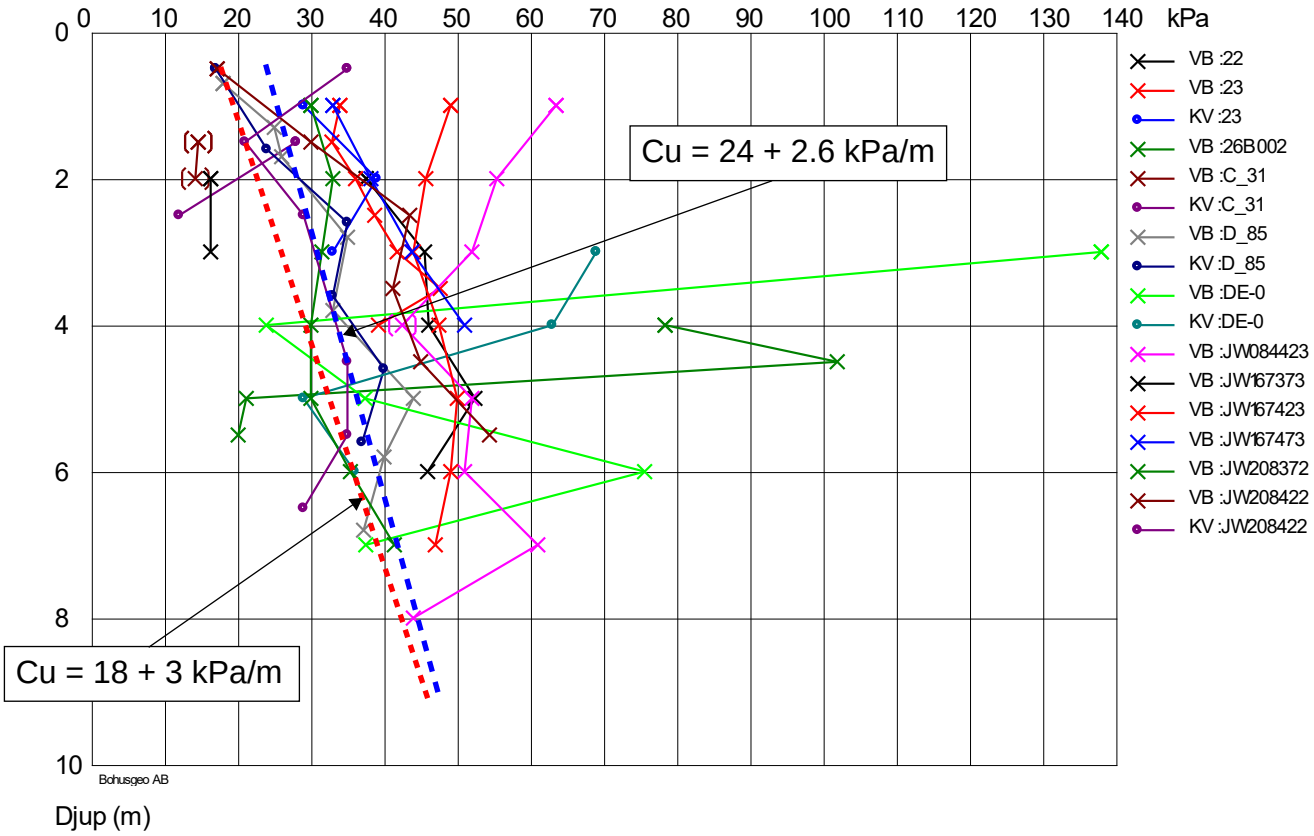
Berg i dagen saknas inom planområdet. Risk för bergras eller blocknedfall som kan påverka detaljplaneområdet bedöms inte föreligga.

PLANKARTA



Skala: 1:1000 (A1)

Planområde. Huvudändamålet är Vård, kontor och skola.



Sammanställning av korrigerad skjuvhållfasthet

Gynnsamma förhållanden	1/0	Vikt	Ogynnsamma förhållanden	1/0	Vikt
Konsekvenser av skred					
Ingen risk för människoliv och skada			Risk för människoliv eller stor ekonomisk skada	**1**	1
Begränsad utbredning av skred	**1**	1	Risk för bakåtgripande skred		
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan			Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	**1**	1
Ej kvicklera			Kvickleraområde enligt kap 4.4.3	**1**	2
Släntens beständighet					
Inga tecken på rörelser i slänten	**1**	1	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning mm		
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion	**1**	1	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterosion		
Intakt gräs-, busk-, eller trädvegetation	**1**	1	Vegetationsfria eller avverkade områden alt. Lutande och/eller nedfallna träd		
Tidigare förändringar i slänten					
Utlagda fungerande erosionsskydd	**0.5**	0.5	Pågående erosion	**0.5**	0.5
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder			Ingrepp som försämrat stabiliteten		
Belastningsminskningar			Belastningsökningar		
Gynnsam reglering av vattendrag			Ogynnsam reglering av vattendrag		
Jordens egenskaper					
Friktionsjordar			Kohesionsjordar	**1**	1
Låg sensitivitet			Hög sensitivitet	**1**	2
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper			Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	**1**	2
Homogen jord			Skiktade jordar	**1**	2
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet					
Stort antal beräknade glidytor	**1**	0.9	Litet antal beräknade glidytor		
Känslighetsanalys utförd på valda parametrar			Ingen känslighetsanalys utförd på valda parametrar	**1**	0.9
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffas samtidigt	**1**	0.9	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten		
Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet	**1**	0.9	Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultat		
Kritiska glidytan omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet.	**1**	0.9	Kritiska glidytan omfattar mindre jordvolymer med ett fåtal hållfasthetsbestämningar.		
Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	**0.5**	0.45	Förhållandena är komplicerade med stora variationer yta, jordlagerföljd eller hållfasthet.	**0.5**	0.45
Glidytans läge i plan vald i farligaste delen ur stabilitetssynpunkt	**1**	0.9	Glidytans läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri		
2-dimensionell analys (som regel något på säkra sidan)	**1**	0.9	3-dimensionell analys (begränsad erfarenhet för stora slänter)		

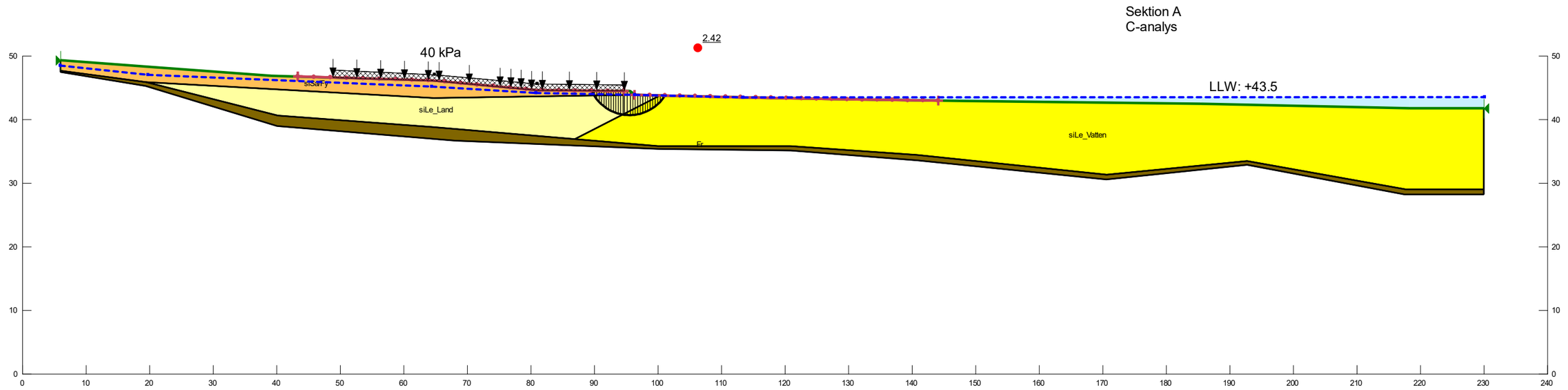
Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning					
Tätt undersökt, dvs undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet	**1**	1	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen		
CPT-sonderingar är utförda	**1**	1	Endast sonderingar typ Tr, Vim är utförda		
Stort antal undersökta prover i lab	**1**	1	Litet antal undersökta prover i lab		
Kompressionsförsök utförda			Kompressionsförsök saknas	**1**	1
Direkta skjuvförsök är utförda			Direkta skjuvförsök saknas	**1**	1
Triaxialförsök är utförda			Triaxialförsök saknas	**1**	1
In situ-provning är utförda med vingförsök och/eller dilatometerförsök	**1**	1	Ingen eller ringa provning i fält		
Släntens geometri					
Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar, etc)	**1**	1	Glest avvägt och/eller lodat		
Flack slänt	**1**	1	Brant slänt		
Lokala branta partier finns ej i slänten			Lokala branta slänter finns i slänten	**1**	1
Grundvatten- och portrycksförhållanden					
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena utförd	**1**	0.9	Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena ej utförd		
Långtidsobservationer finns	**1**	0.9	Långtidsobservationer saknas		
Begränsade förväntade trycksvariationer	**1**	0.9	Risk för stora tryckvariationer		
God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhelt			Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten	**1**	0.9
Ytvattenförhållanden					
Karakteristiska vattenstånd är kända	**1**	0.8	Karakteristiska vattenstånd är okända		
Små vattenståndsvariationer	**1**	0.8	Stora vattenståndsvariationer		
Långsam förändring i vattenstånd	**1**	0.8	Hastiga förändringar i vattenstånd		
Väldränerat och dikat området	**1**	0.8	Stor risk för lokala vattenansamlingar		
"Poäng"		**22.25**			**17.75**
Fördelning		**56%**			**44%**

Odränerad analys

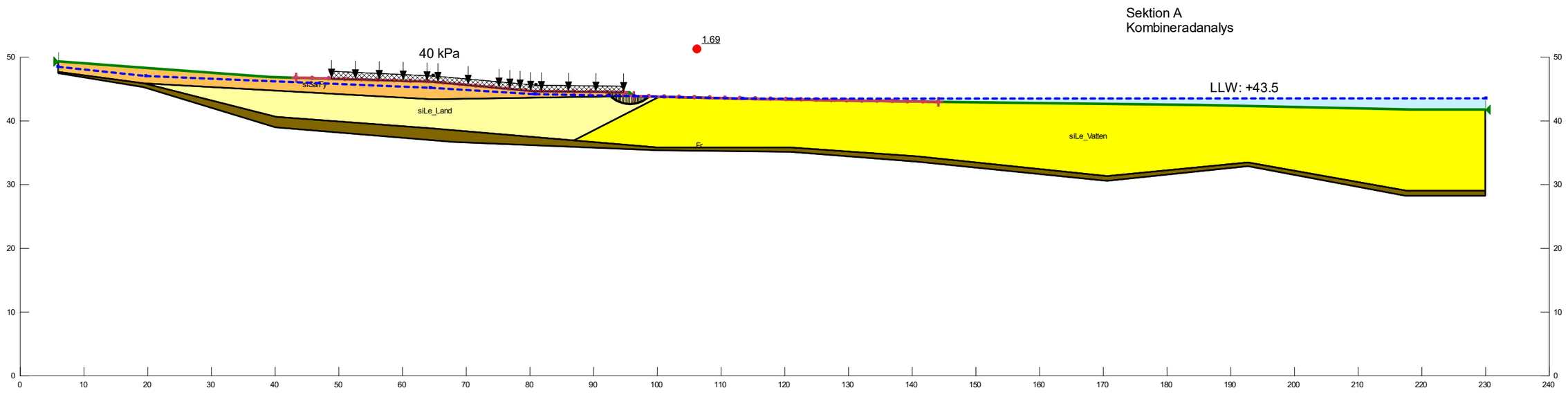
Intervall för säkerhetsfaktor **detaljerad utredning, bef. Bebygg**	**1.5**	**1.7**
	Viktad säkerhetsfaktor	**1.59**
Intervall för säkerhetsfaktor **fördjupad utredning, bef. Bebygg**	**1.3**	**1.4**
Viktad säkerhetsfaktor	**Viktad säkerhetsfaktor**	**1.34**
Intervall för säkerhetsfaktor detaljerad utredning, nyexploatering	**1.5**	**1.7**
Viktad säkerhetsfaktor	**Viktad säkerhetsfaktor**	**1.59**
Intervall för säkerhetsfaktor fördjupad utredning, nyexploatering	**1.4**	**1.5**
Viktad säkerhetsfaktor	**Viktad säkerhetsfaktor**	**1.44**

Kombinerad analys

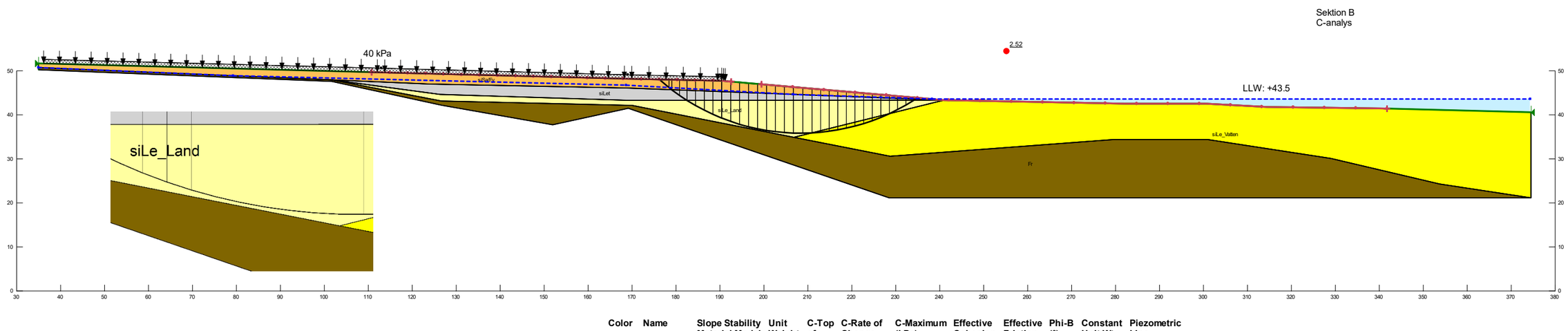
Intervall för säkerhetsfaktor **detaljerad utredning, bef. Bebygg**	**1.3**	**1.5**
	Viktad säkerhetsfaktor	**1.39**
Intervall för säkerhetsfaktor **fördjupad utredning, bef. Bebygg**	**1.2**	**1.3**
	Viktad säkerhetsfaktor	**1.24**
Intervall för säkerhetsfaktor **detaljerad utredning, nyexploatering**	**1.4**	**1.5**
	Viktad säkerhetsfaktor	**1.44**
Intervall för säkerhetsfaktor **fördjupad utredning, nyexploatering**	**1.3**	**1.4**
	Viktad säkerhetsfaktor	**1.34**



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20				0	34	0		1
	siLe_Land	S=f(depth)	16	24	2.6	0					1
	siLe_Vatten	S=f(depth)	16	18	3	0					1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20				2	32	0	17	1

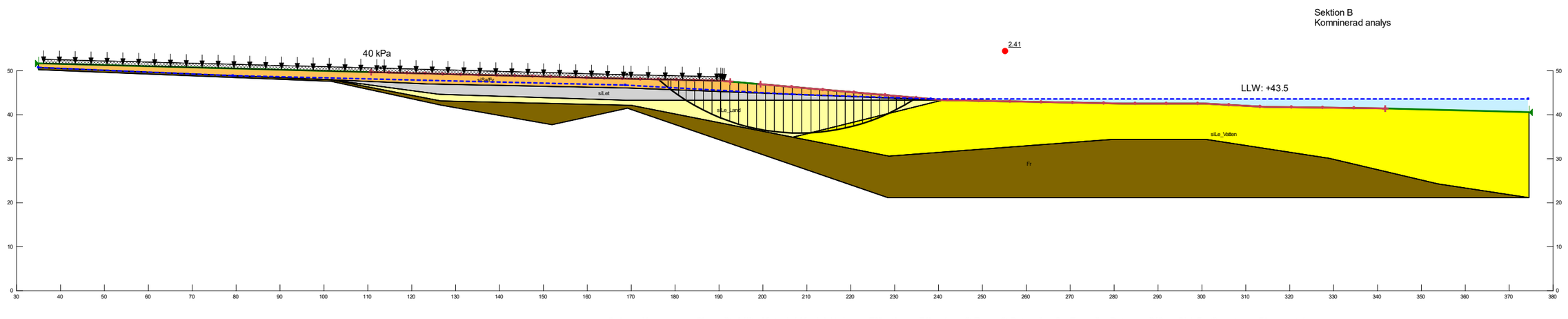


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	34						0		1
	siLe_Land	Combined, S=f(depth)	16		30	2.4	0.26	24	2.6	0.1			1
	siLe_Vatten	Combined, S=f(depth)	16		30	1.8	0.3	18	3	0.1			1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20	2	32						0	17	1



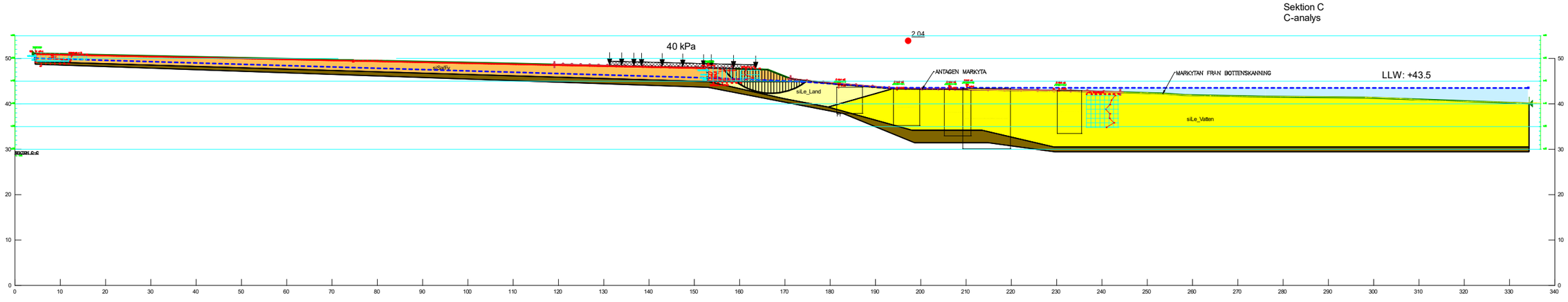
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20				0	34	0		1
	siLe_Land	S=f(depth)	16	24	2.6	0					1
	siLe_Vatten	S=f(depth)	16	18	3	0					1
	siLet	S=f(depth)	17	35	0	0					1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20				2	32	0	17	1

Sektion B, c-analys

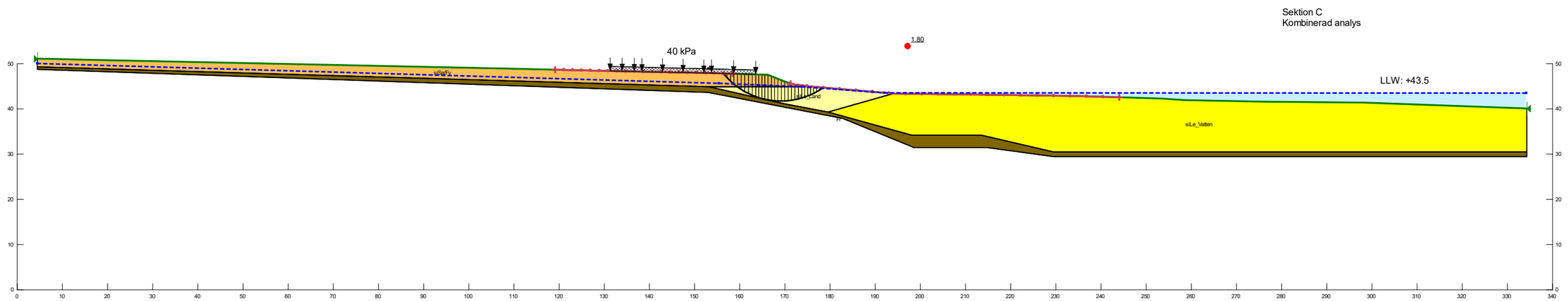


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	34						0		1
	siLe_Land	Combined, S=f(depth)	16		30	2.4	0.26	24	2.6	0.1			1
	siLe_Vatten	Combined, S=f(depth)	16		30	1.8	0.3	18	3	0.1			1
	siLet	Combined, S=f(depth)	17		30	3.5	0	35	0	0.1			1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20	2	32						0	17	1

Sektion B, Kombinerad analys



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20				0	34	0		1
	siLe_Land	S=f(depth)	16	24	2.6	0					1
	siLe_Vatten	S=f(depth)	16	18	3	0					1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20				2	32	0	17	1



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Fr	Mohr-Coulomb	20	0	34						0		1
	siLe_Land	Combined, S=f(depth)	16		30	2.4	0.26	24	2.6	0.1			1
	siLe_Vatten	Combined, S=f(depth)	16		30	1.8	0.3	18	3	0.1			1
	siSa/Fy	Mohr-Coulomb	20	2	32						0	17	1



Område där belastningsbegränsning 40 kPa föreslås.