Vänersborgs kommun

Anette Klang

Mejl: anette.klang@vanersborg.se

Svar på SGI:s granskningsyttrande gällande detaljplan för Norra Sanden i Vänersborg

Bifogas

Bilaga 1:1-1:10 Släntstabilitetsberäkning

Underlag

1. PM Geoteknik, Structor, 2016-12-23, rev 2017-07-07
2. SGIs yttrande, Diarie nr 4.3.1-2503-0410, datum 2025-04-07
3. SGIs yttrande, Diarie nr 4.3.1-2603-0359, datum 2026-04-10

Bohusgeo har tagit del av SGI:s granskningsyttrande över granskningshandling daterad 2025-07-04. SGI:s synpunkter samt Bohusgeos svar, baserat på befintliga släntstabiluitetsberäkningar utförda av Structor. Ingen annan bedömning gällande skjuvhållfasthet m.m än Structors har gjorts.

Nedan följer den del av SGI:s yttrande som hanteras/berörs i detta svar.

SGIs yttrande (Både 2 och 3, för delar som rör vågbrytaren, enligt underlaget):

Diarie nr 4.3.1-2503-0410, datum 2025-04-07

> De redovisade stabilitetsberäkningarna i [3] kan anses vara representativa även för det aktuella planförslaget. I det tidigare yttrandet (2017-08-31) framförde SGI synpunkter som även de kan anses vara aktuella. Dessa sammanfattas nedan.
>
> - Beräkningarna mot västra trafikkanalen visar på tillfredsställande stabilitet under förutsättning att marken närmast strandkanten inte belastas samt att bottennivåerna i västra trafikkanalen ej underskrider nuvarande nivåer. På plankartan har en bestämmelse om begränsad belastning lagts in. Det är dock oklart om och hur bottennivåerna i trafikkanalen och småbåtshamnen kommer att regleras så att det säkerställs att områdets stabilitet är tillfredställande över tid. SGI lyfter även frågan om belastningsbegränsningar generellt kommer efterföljas med hänsyn till att planen tillåter flertalet bygglovsbefriade aktiviteter i samband med evenemang.
> - Stabiliteten för vågbrytaren har beräknats utan en ytlast, men det förefaller som om plankartan tillåter belastningen 13 kPa. Plankartan bör justeras så att ingen ytlast tillåts på vågbrytaren, alternativt kan beräkningarna i [3] revideras.

Diarie nr 4.3.1-2603-0359, datum 2026-04-10

> Den befintliga vågbrytaren har brantare släntlutning än vad den breddade (planerade) vågbrytaren har. I beräkningarna i [3] har den befintliga vågbrytarens inre slänt (mot hamnen) modellerats med en släntlutning på nära 1:1. SGI lyfter frågan om det kan uppstå ett scenario där hamnen muddras och
>
> den befintliga vågbrytaren kvarstår. Ett sådant scenario har inte modellerats i [5] så det är oklart om det innebär lägre släntstabilitet än för den breddade vågbrytaren. Om scenariot är möjligt bör det ingå i stabilitetsutredningen [5].

Svar yttrande Diarie nr 4.3.1-2503-0410, datum 2025-04-07**:**

Den första frågeställningen i yttrandet ovan bedöms vara mer av planteknisk karaktär. Kanalen ligger utanför planområdet men om möjligt bör en bestämmelse eller rekommendation om att alla förändringar av bottennivåer m.m kanalen måste föregås av bedömningar med avseende på de geotekniska förutsättningarna. Någon liknande skrivelse bör också införas gällande icke bygglovspliktiga aktiviteter i samband med evenemang.

Den andra delen i yttrandet ovan rör att sektionen vid vågbrytaren utförts utan belastningar samtidigt som plankartan medger 13 kPa belastning på vågbrytaren. Kompletterande beräkningar, utförda utifrån Structors beräkningar, men med 13 kPa tillskottsbelastning på vågbrytaren har därför utförts, se resultat i tabell 1 samt beräkningssektioner i Bilaga 1:1-1:3. Vattenytan har liksom i Structors beräkningar ansatts till LLW: +43,47.

Tabell 1. Beräknade säkerhetsfaktorer

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}	F_{Phi}
Sektion 0/100 vid vågbrytare $_{13\ kPa\ last}$	2.03	2.03	1.41

Beräkningarna visar att sektion 0/100 vid befintlig vågbrytare har tillfredsställande säkerhetsfaktorer för samtliga analyser, även med en tillskottslast av 13 kPa på vågbrytaren under befintliga förhållanden.

Vågbrytaren planeras att breddas (ca 5 m bred i överkant) samt att bassängen innanför vågbrytaren planeras att muddras till en nivå av ca +40 (3,5 m vattendjup). I tabell 2 nedan redovisas erhållna säkerhetsfaktorer och i Bilaga 1:4-1:9 redovisas beräkningar för fallet efter breddning och muddring.

Tabell 2. Beräknade säkerhetsfaktorer för planerade förhållanden.

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}	F_{Phi}
Sektion 0/100 vid vågbrytare $_{mot\ bassäng,\ 13\ kPa}$	2.34	2.34	1.47
Sektion 0/100 vid vågbrytare $_{mot\ vänern,\ 13\ kPa}$	1.82	1.82	1.41

Beräkningarna visar att släntstabiliteten är tillfredsställande för både nuvarande utformning och för planerad utformning med en tillskottslast av 13 kPa på vågbrytaren.

En förutsättning för planerade utformningen är att vågbrytarens slänter/sidor ska ha en lutning av 1:2 eller flackare. Muddringen ska utföras med en lutning mot anslutande botten med 1:2.5 till 1:3 eller flackare. Muddring får ej utföras eller påbörjas närmare vågbrytaren än ca 2,5 m.

Svar yttrande Diarie nr 4.3.1-2603-0359, datum 2026-04-10**:**

Synpunkten gäller ett fall där vågbrytaren inte bräddas men att muddring ändå utförs. Detta fall kontrollerades inte i det föregående svaret men det är ett fall som kan bli aktuellt enligt Vänersborgs kommun. En kontroll har därför utförts. En last av 13 kPa har vid beräkningen ansats på toppen av vågbrytaren.

För att släntstabiliteten ska vara tillfredsställande ($F_{phi} \geq 1.3$) erfordras att en tryckbank utför från botten till en nivå av +43.7. Tryckbankens lutning ska vara 1:2. Muddring av botten får inte utföras på ett avstånd närmre än 2 m från tryckbankens släntfot. Beräkning redovisas i bilaga 1:10.

Muddringen förutsätts, liksom i föregående fall, utföras med en lutning av 1:2,5 – 1:3.

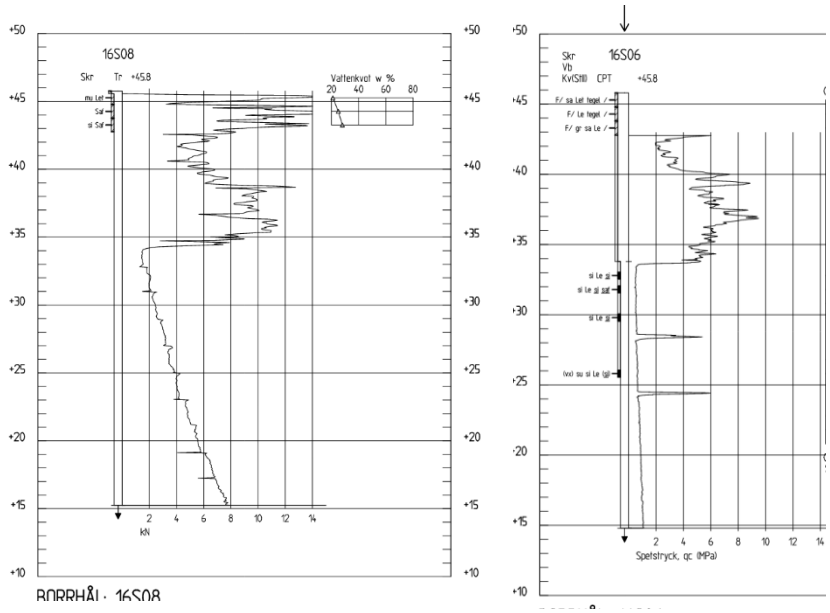
Utförs ovanstående bedöms släntstabiliteten vara tillfredsställande för fallet med muddring men inte breddning.

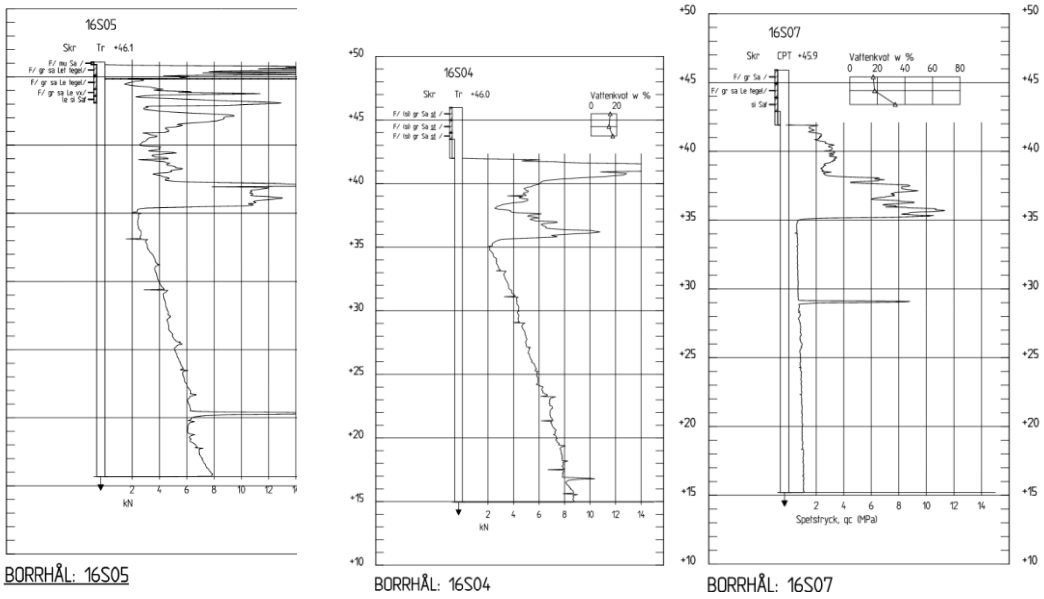
Förutom ovanstående lämnades följande synpunkter i yttrande Diarie nr 4.3.1-2603-0359, datum 2026-04-10:

I den nu utförda granskningen har SGI noterat följande:

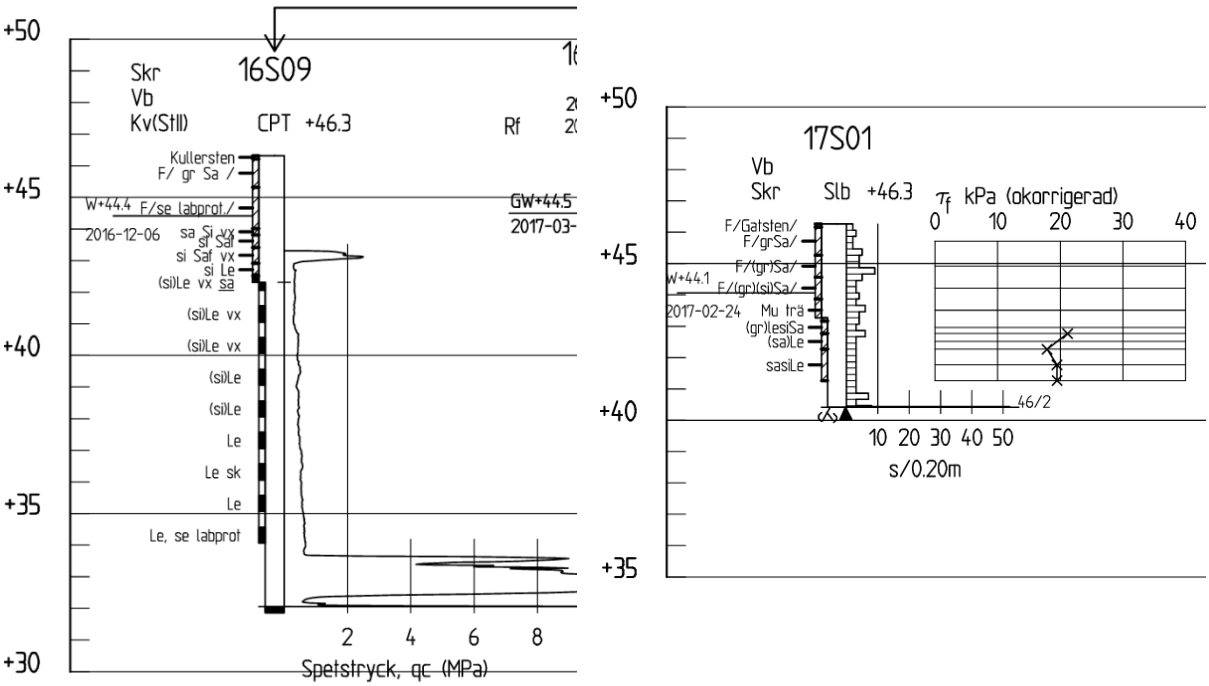
- I stabilitetsberäkningarna mot gamla hamnkanalen i [3] (bilaga C1, sida 7–8) är området med kanalbottenlera förskjutet mot östra sidan, vilket är ett gynnsamt antagande för stabilitetsberäkningarna för västra sidan av gamla hamnkanalen. Det framgår inte i [3] varför denna förskjutning har gjorts så SGI rekommenderar att en översyn görs om kanalbottenlerans nuvarande västra gräns kan motiveras eller om den bör förflyttas längre västerut mot Norra Sanden, vilket i så fall innebär en revidering av beräkningarna.
- I stabilitetsberäkningarna mot nya trafikkanalen ([3], bilaga C1, sida 9–12) har vattenlera inte modellerats i trafikkanalen, vilket avviker från hur lerlagren har modellerats i övriga beräkningssektioner, dvs med indelning i landlera och vattenlera. SGI har inte kunnat utläsa en motivering till varför denna avvikelse gjorts för nya trafikkanalen och rekommenderar att en översyn görs.
- Sammanfattningsvis rekommenderar SGI att en generell översyn görs av gränsdragningen mellan vattenleran och landleran i stabilitetsberäkningarna. Om det saknas undersökningsresultat som kan verifiera en gynnsam gränsdragning (dvs landleran går långt ut i vattnet) bör försiktigare gränsdragningar väljas.

Svar: En översyn av sonderingarna på ömse sidor av kanalen visar på ett tjockare lager av sand på den västra sidan, se figur 1 och figur 2 nedan.





Figur 1: Sonderingar på västra sidan av hamnkanalen



Figur 2: Sonderingar på östra sidan av hamnkanalen

I **figur 1** redovisas ett antal sonderingar från den västra sidan av Hamnkanalen. Samtliga sonderingar visar på ett fast lager av sand som förekommer till nivå ca +34-+35, ca 11 till 12 m under markytan. I **figur 2** redovisas sonderingar från den östra sidan av Hamnkanalen. Här har lera påträffats på nivåer mellan ca +42 och +43, ca 3 till ca 4 m under markytan.

På den västra sidan har alltså lera konsekvent påträffats på betydligt större djup än på den östra sidan av kanalen.

Vår bedömning är med ledning av det att det är ett rimligt antagande av Structor att leran förekommer längre in på den östra sidan än på den västra. Att skjuvhållfastheten har en högre tillväxttakt under och i närheten av det tjocka lagrat av friktionsjord på den västra sidan bedöms också som ett rimligt antagande.

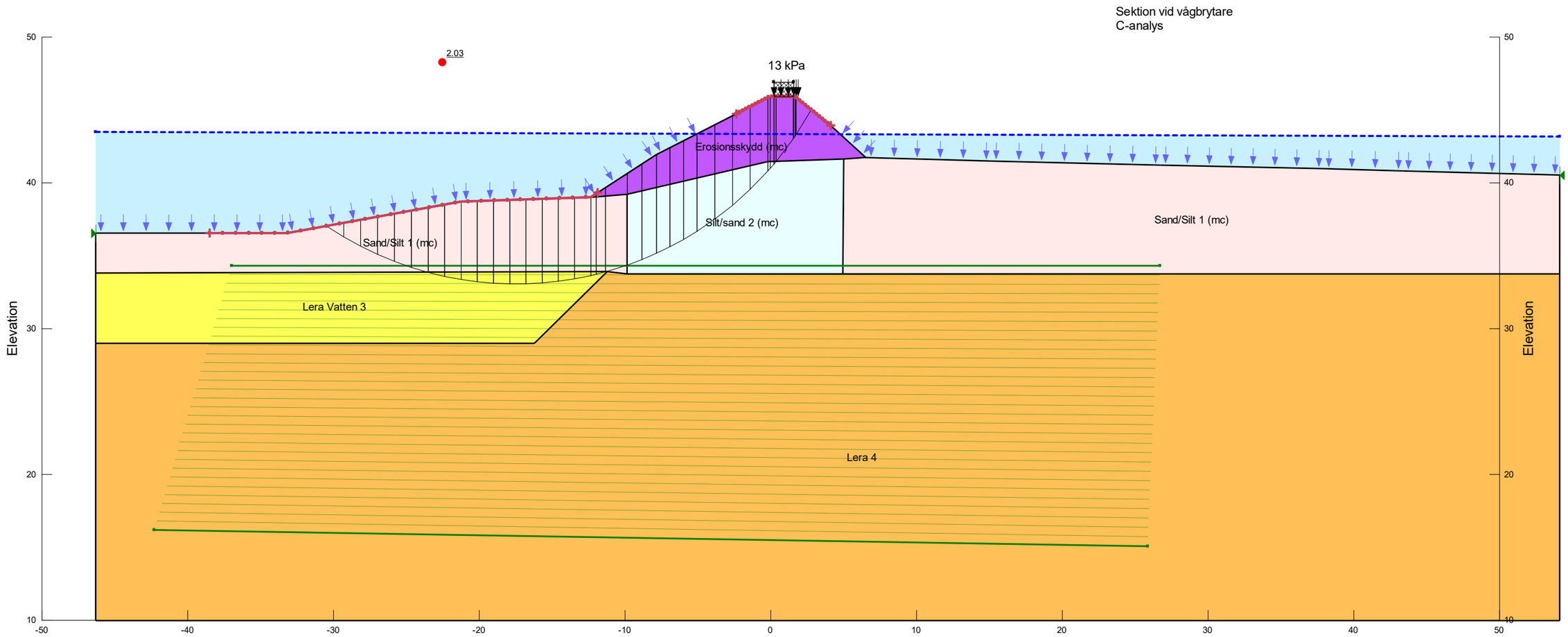
2026-05-08

Handläggare

Daniel Lindberg

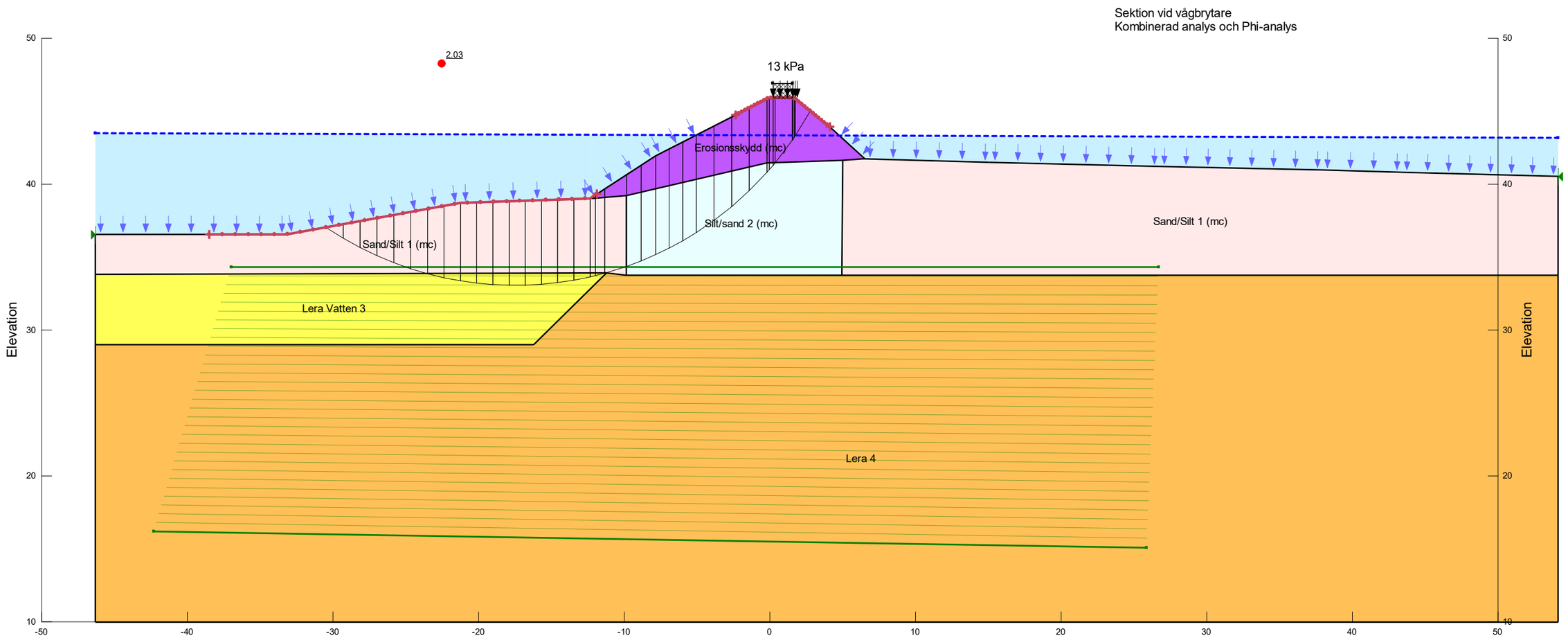
Granskning

Emil Johansson



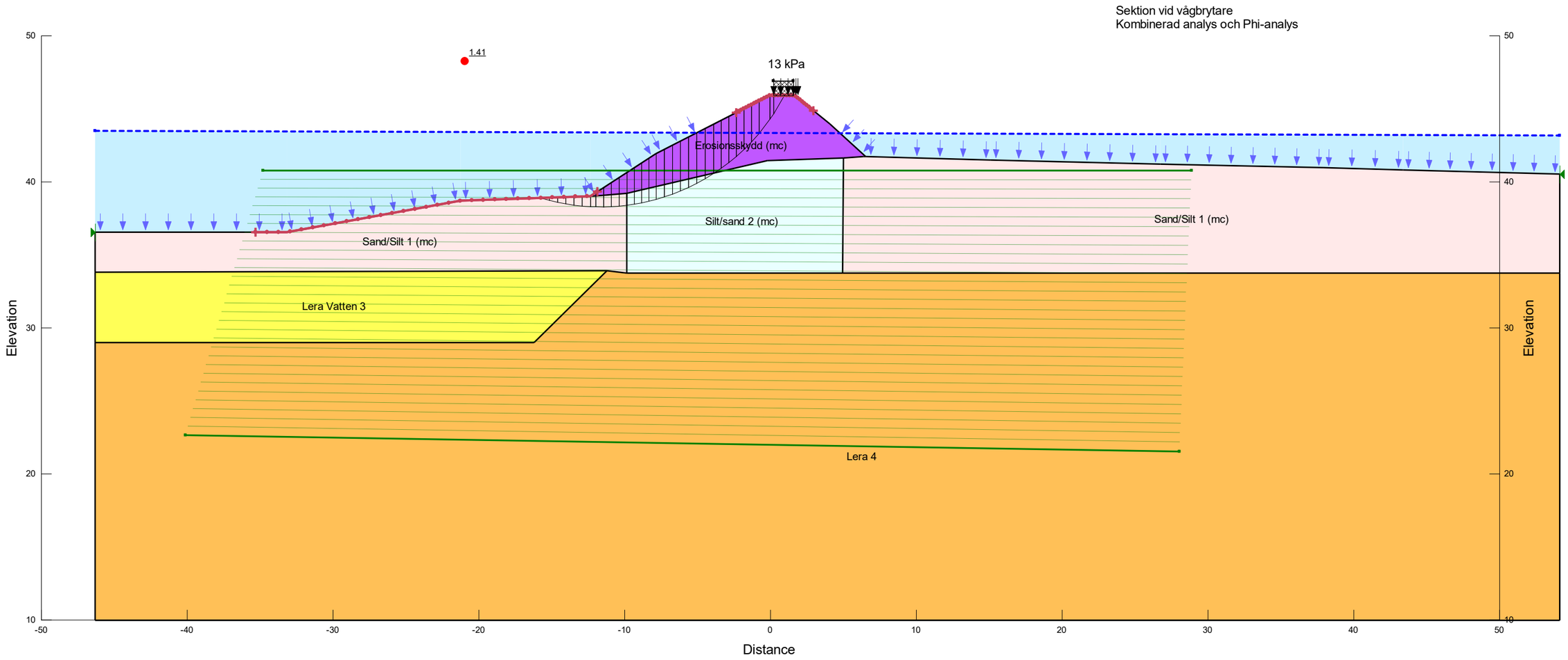
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23					0	40	0	20	1
	Lera 4	S=f(datum)	17.5	30.6	1.7	0	34					1
	Lera Vatten 3	S=f(datum)	17.5	16	3	0	36					1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	27	0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	32	0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. C-analys.



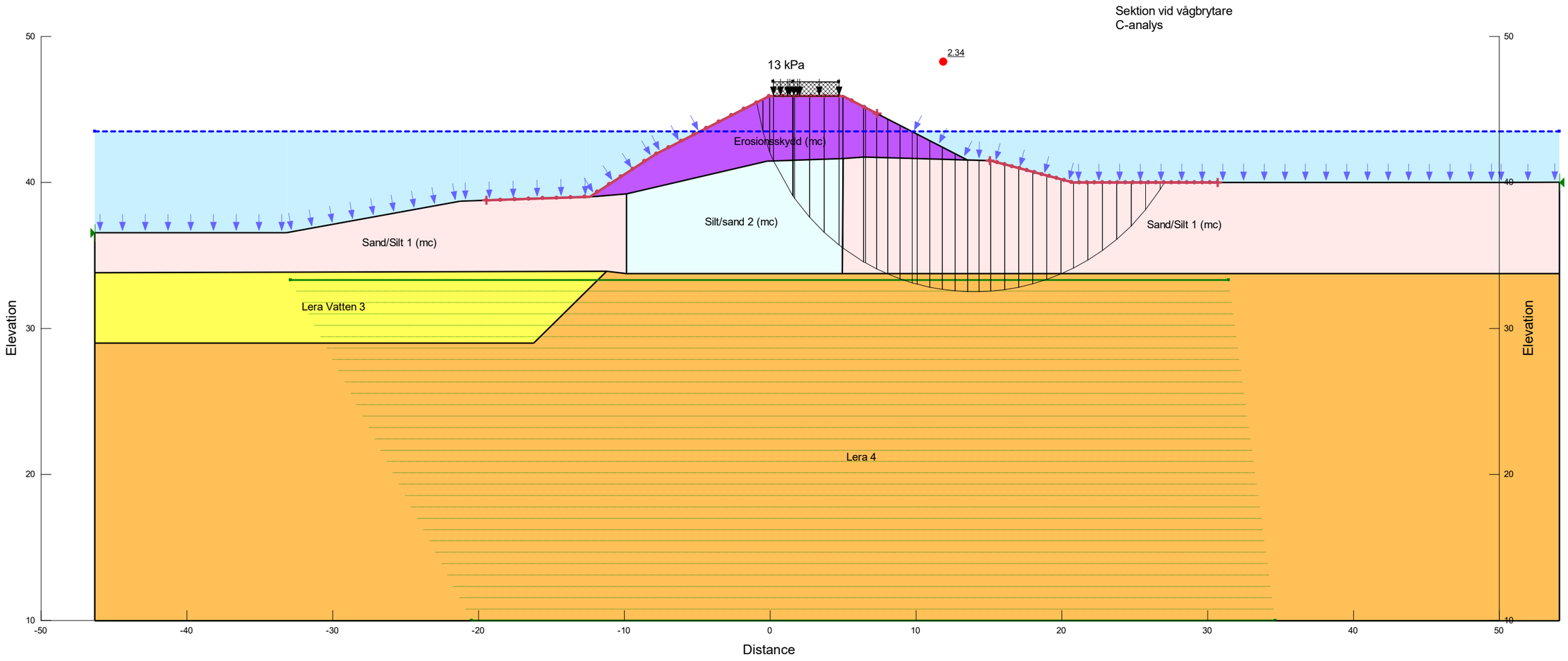
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	0	0	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	0	0	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. Kombinerad analys.



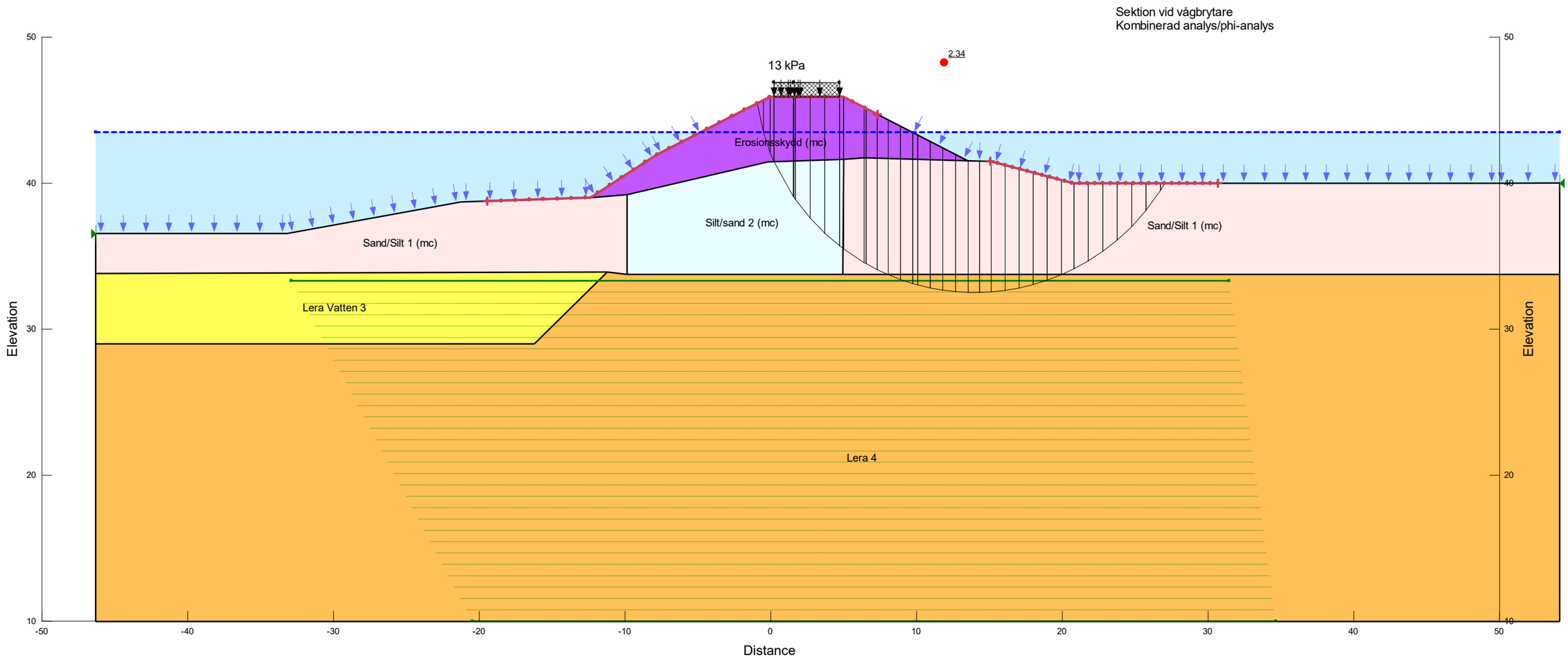
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	0	0	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	0	0	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. Phi-analys.



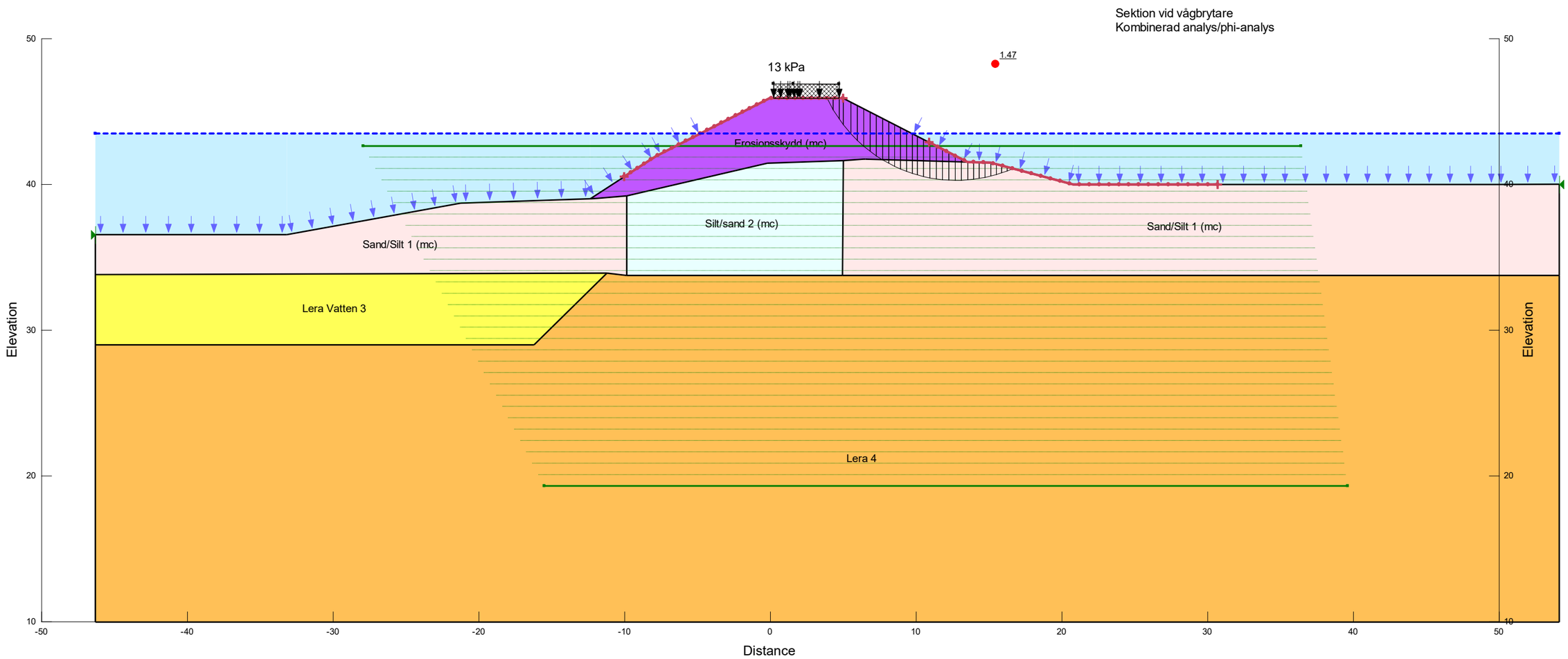
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23					0	40	0	20	1
	Lera 4	S=f(datum)	17.5	30.6	1.7	0	34					1
	Lera Vatten 3	S=f(datum)	17.5	16	3	0	36					1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	27	0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	32	0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. C-analys efter breddning av vågbrytare och muddring till +40.



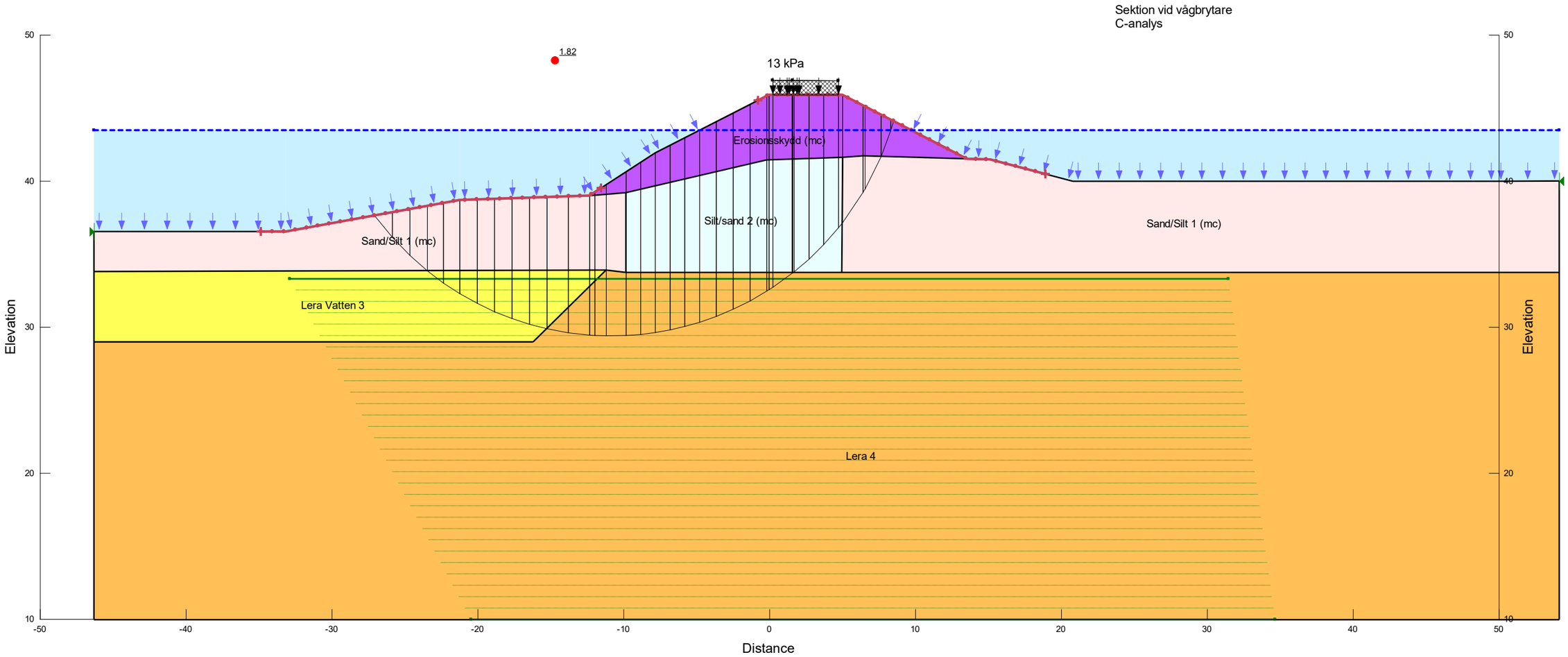
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	3.06	0.17	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	1.6	0.3	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. Kombinerad analys efter breddning av vågbrytare och muddring till +40.



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	3.06	0.17	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	1.6	0.3	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

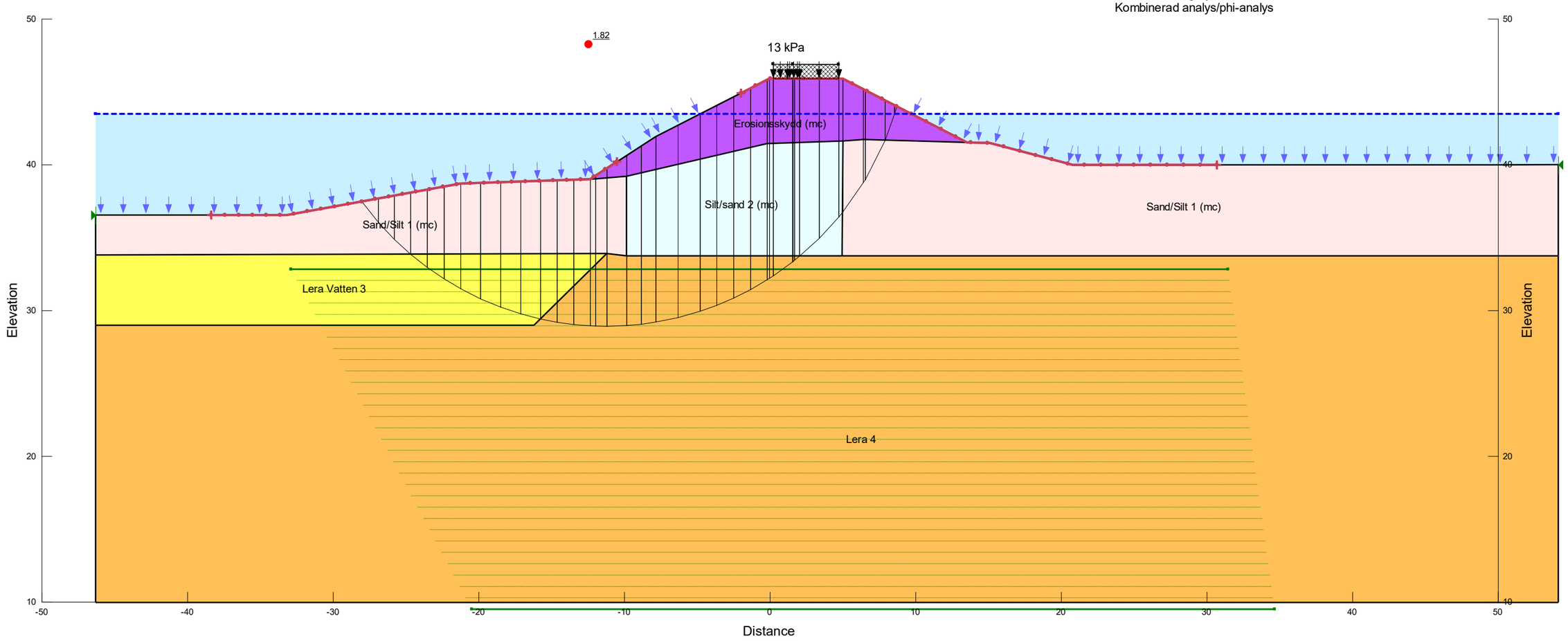
Sektion 0/100 vid vågbrytare. Phi-analys efter breddning av vågbrytare och muddring till +40.



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23					0	40	0	20	1
	Lera 4	S=f(datum)	17.5	30.6	1.7	0	34					1
	Lera Vatten 3	S=f(datum)	17.5	16	3	0	36					1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	27	0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	32	0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. C-analys efter breddning av vågbrytare.

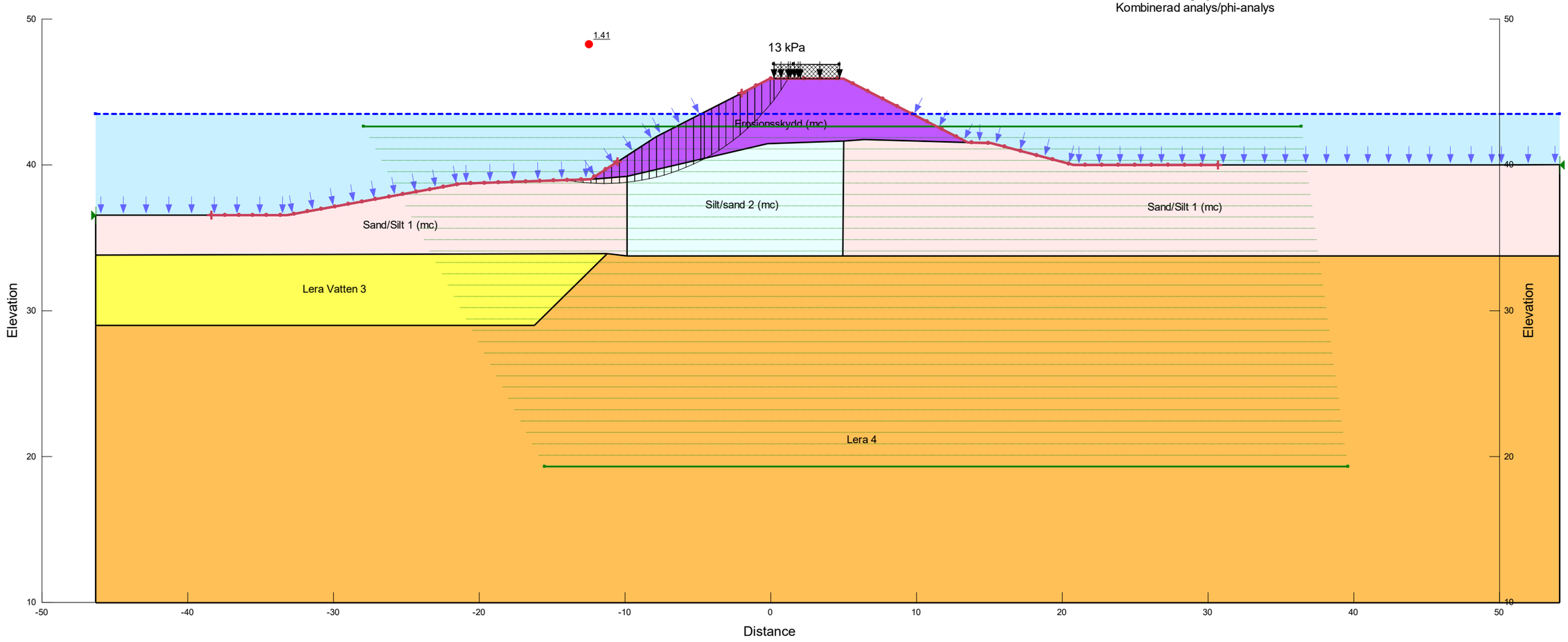
Sektion vid vågbrytare
Kombinerad analys/phi-analys



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	3.06	0.17	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	1.6	0.3	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

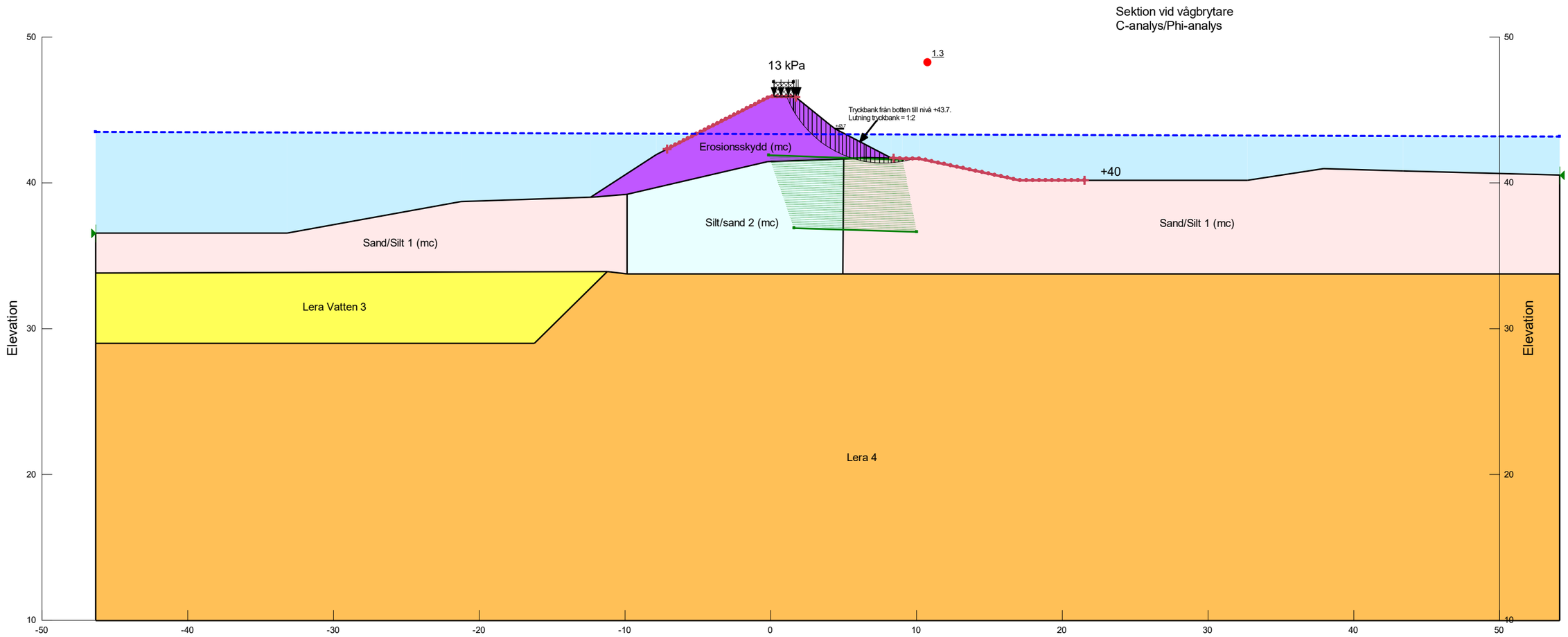
Sektion 0/100 vid vågbrytare. Kombinerad analys efter breddning av vågbrytare.

Sektion vid vågbrytare
Kombinerad analys/phi-analys



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23	0	40							0	20	1
	Lera 4	Combined, S=f(datum)	17.5		30	3.06	0.17	30.6	1.7	0.1	34			1
	Lera Vatten 3	Combined, S=f(datum)	17.5		30	1.6	0.3	16	3	0.1	36			1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	27							0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21	0	32							0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. Phi-analys efter breddning av vågbrytare.



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Erosionsskydd (mc)	Mohr-Coulomb	23					0	40	0	20	1
	Lera 4	S=f(datum)	17.5	30.6	1.7	0	34					1
	Lera Vatten 3	S=f(datum)	17.5	16	3	0	36					1
	Sand/Silt 1 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	27	0	19	1
	Silt/sand 2 (mc)	Mohr-Coulomb	21					0	32	0	19	1

Sektion 0/100 vid vågbrytare. Phi-analys. Ingen breddning men tryckbank och muddring.