

Vedlegg 2 – stabilitetsberegninger

Inngangsparametere

Stabilitetsberegningene for kiler er utført i Rocscience SWEDGE. Planutglidning langs større horisontale strukturer er kontrollert i Rocscience ROCPLANE. Det er benyttet følgende parametere:

Tabell 1 - Inngangsparametere benyttet i stabilitetsberegninger. JRC = Joint Roughness Coefficient, JCS = Joint Compressive Strength

	Vest (granittisk gneis)	Øst (skifrig gneis)
JRC	10	8
JCS	125 MPa	70 Mpa
Friksjonsvinkel	30	30
Joint waviness	0 grader	0 grader
Vanntrykk	50%	50%

Sprekkeflater i granittisk gneis viser lite omvandling og det er valgt en JCS på 90% av midtre sjikt av litteraturverdier for UCS i gneis [1]. Sprekkeflatene er ru og undulerende, og JRC er satt til 10.

Sprekkeflater i skifrig gneis viser lite omvandling og det er valgt en JCS på 90% av nedre sjikt av litteraturverdier for UCS i gneis. Sprekkeflatene er glatte og undulerende og JRC er satt til 8. På grunn av stor variasjon i orientering på store sprekkestrukturer i skifrig gneis kan det argumenteres for valg av joint waviness over 0, men da dette gir økt friksjon er det valgt å holde den flat på 0.

Skjæringen har stått åpen i nesten 35 år og eventuelle sprekketryllinger har vasket ut. Det er derfor valgt et dimensjonerende vanntrykk på 50% med trekantfordeling av trykket.

Partialfaktorer er hentet fra dimensjoneringsmetode 3 i Eurokode 7 [2].

Det er utført beregninger for 3 store kiler identifisert på bakgrunn av sprekkkartlegging av LiDAR scan; 2 i vestlig seksjon og 1 i østlig seksjon. For å fange opp eventuelle kiler som ikke er identifisert i kartleggingen av LiDAR scan er det også utført kombinatorisk beregning av mulige kiler dannet av de 3 sprekkesettene i hver seksjon og tilbakeregnet nødvendig passiv boltekapasitet for $SF > 1$.

For å undersøke totalstabilitet mot utglidning langs store horisontale foliasjonsplan er det benyttet ROCPLANE. Valgt utglidningsplan er satt til verste tilfelle, med maksimal kartlagt fallvinkel med fallretning ut mot bygget. Dette tilfellet er ikke observert i felt eller kartlagt fra scan. Det er ikke utført beregninger for detaljstabilitet av mindre enheter da dette omfattes av installert bergsikring.

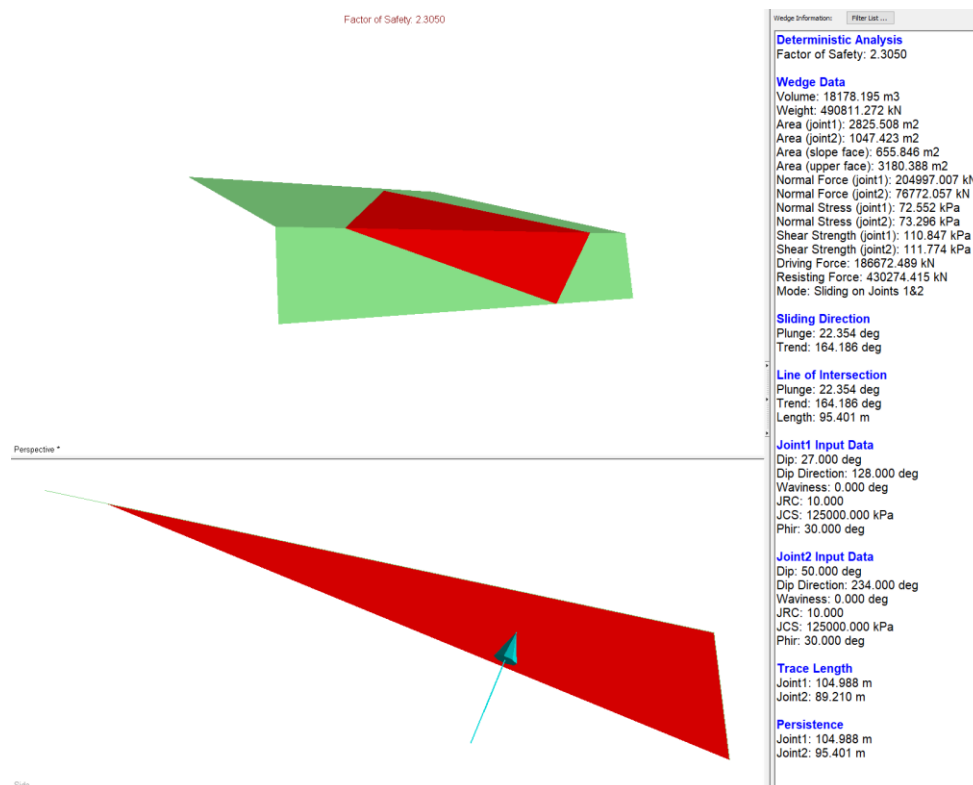
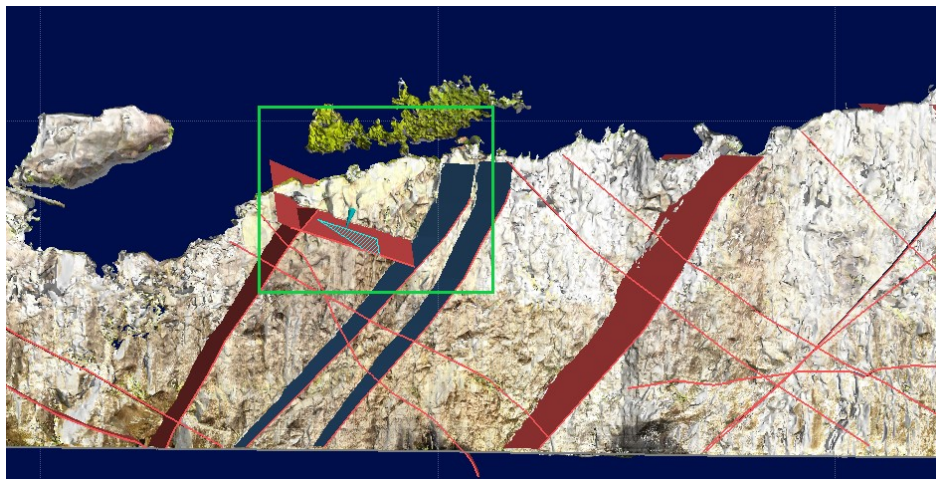
[1] Sintef, "Materialdata for naturstein. Typiske verdier." [Online]. Available: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/berg-og-geoteknikk/lister/typiske-materialdata-for-naturstein.pdf

[2] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020."

Totalstabilitet - Kileutglidninger

Kile 1 (vest)

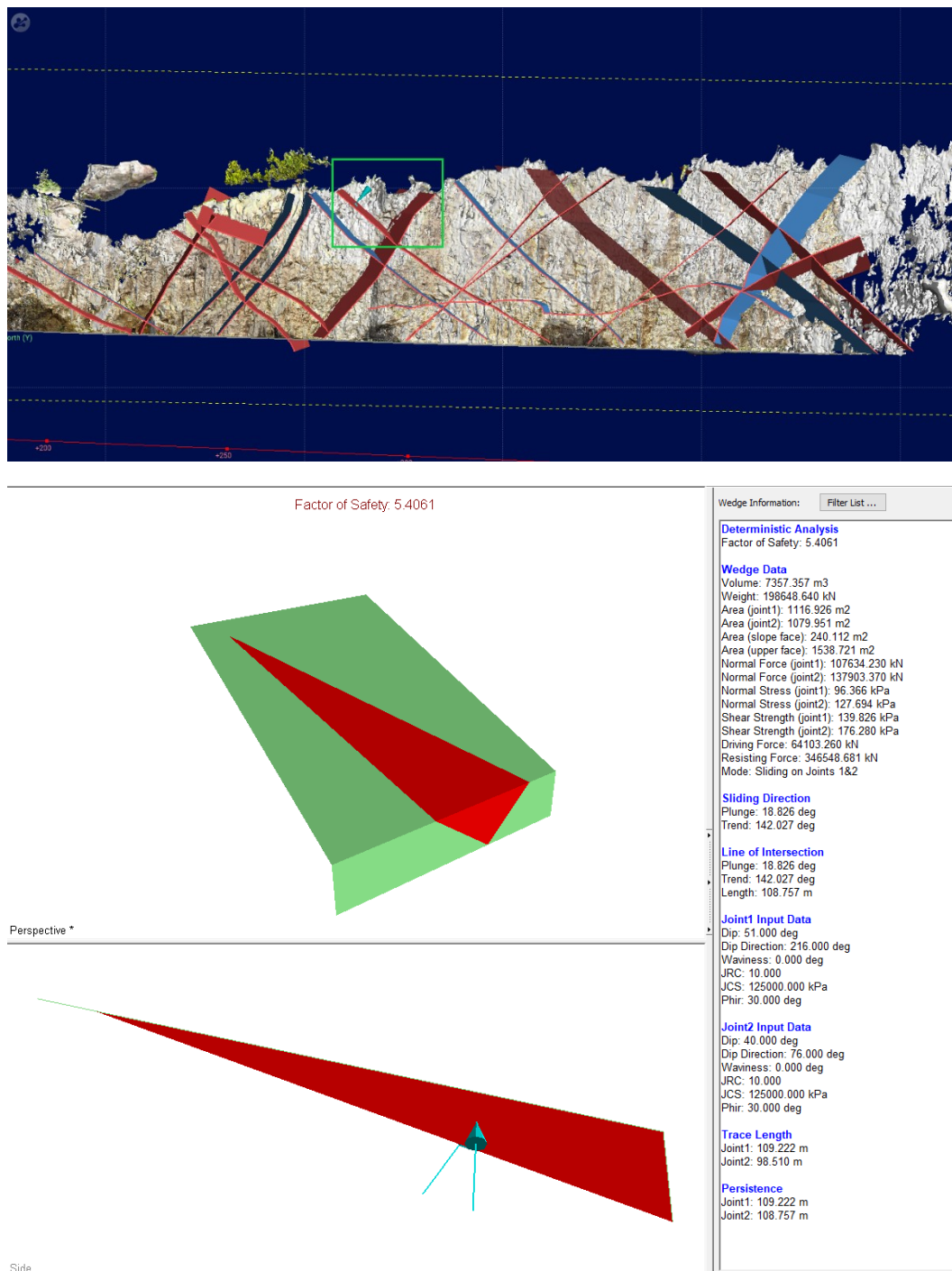
Kilen befinner seg midt i vestre seksjon og er ca. 18 meter høy:



Kilen er stabil (SF=2,3) uten bergsikring.

Kile 2 (vest)

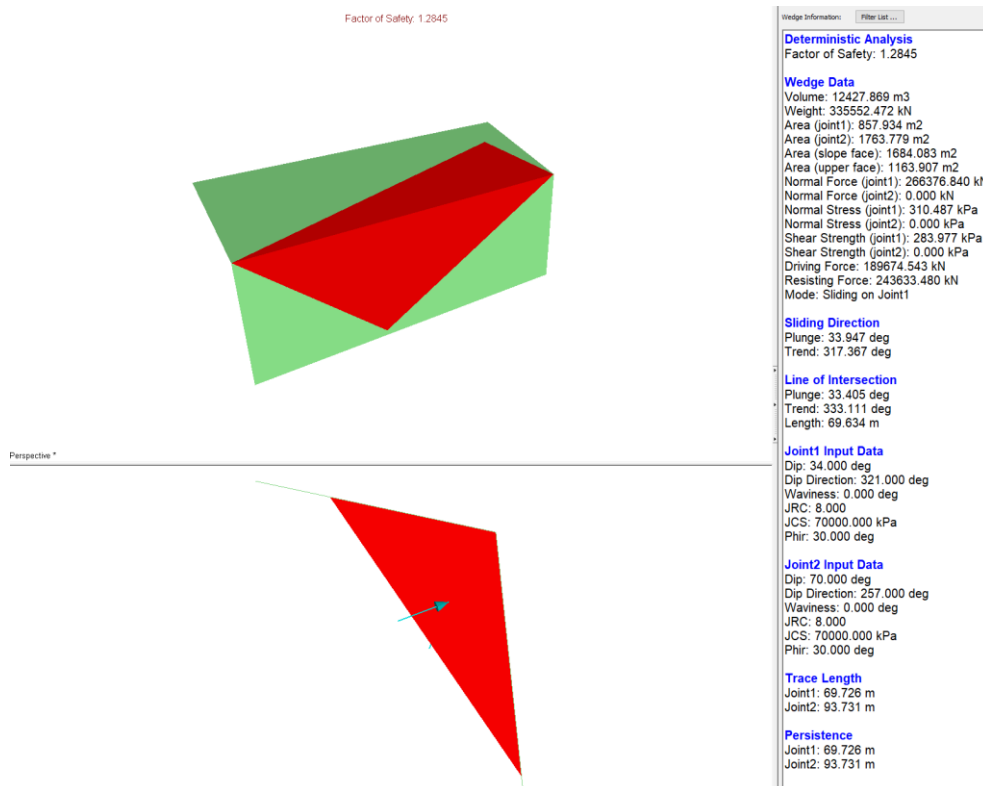
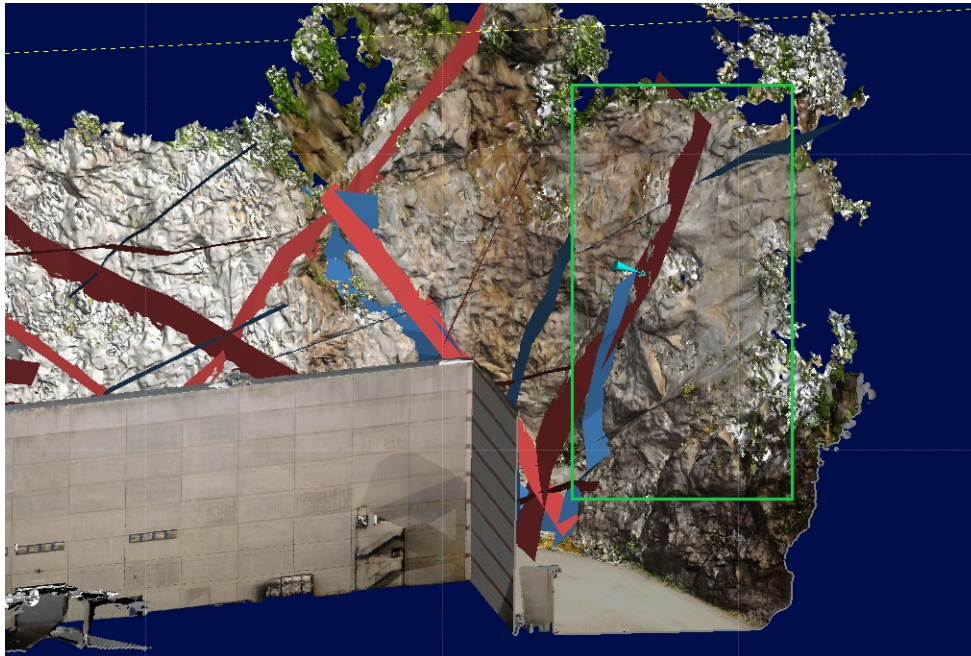
Kilen befinner seg midt i vestre seksjon og er ca. 15 meter høy:



Kilen er stabil (SF=5,4) uten bergsikring.

Kile 3 (øst)

Kilen befinner seg i vestvendt skjæring i østlig seksjon og er ca. 35 meter høy:



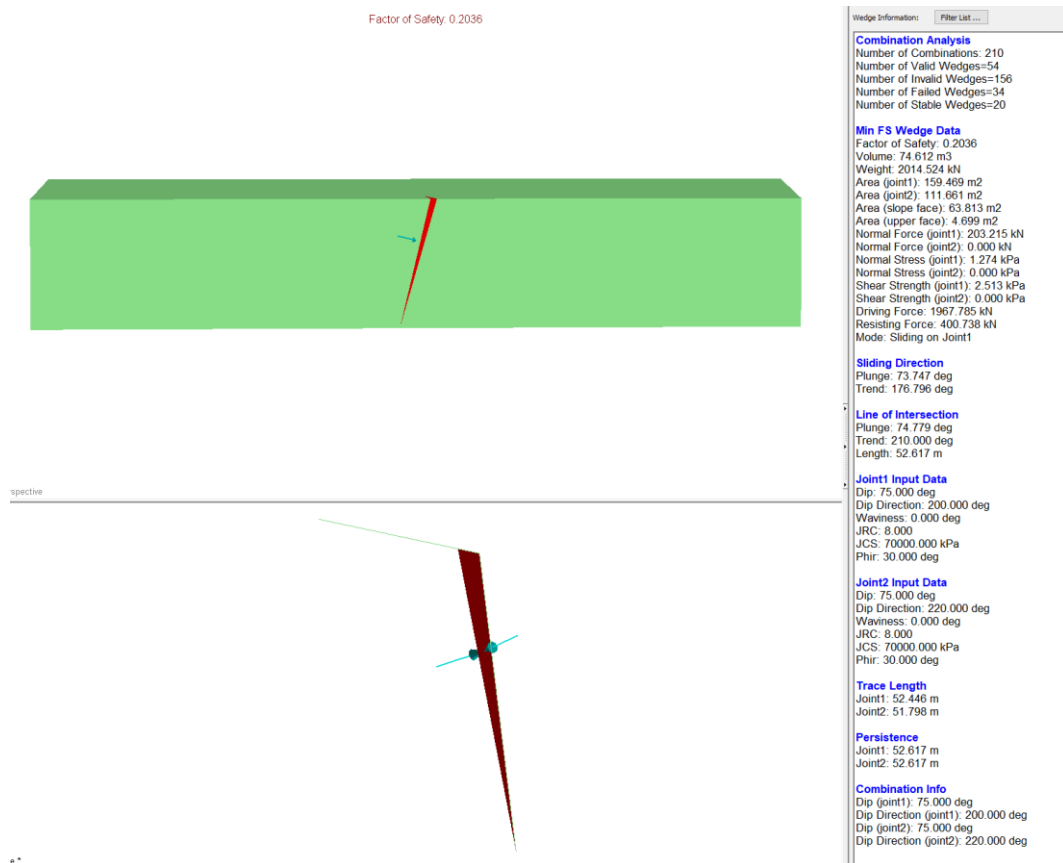
Kilen er stabil (SF=1,3) uten bergsikring.

Øvrige kiledannelser som ikke er identifisert i sprekkekartlegging

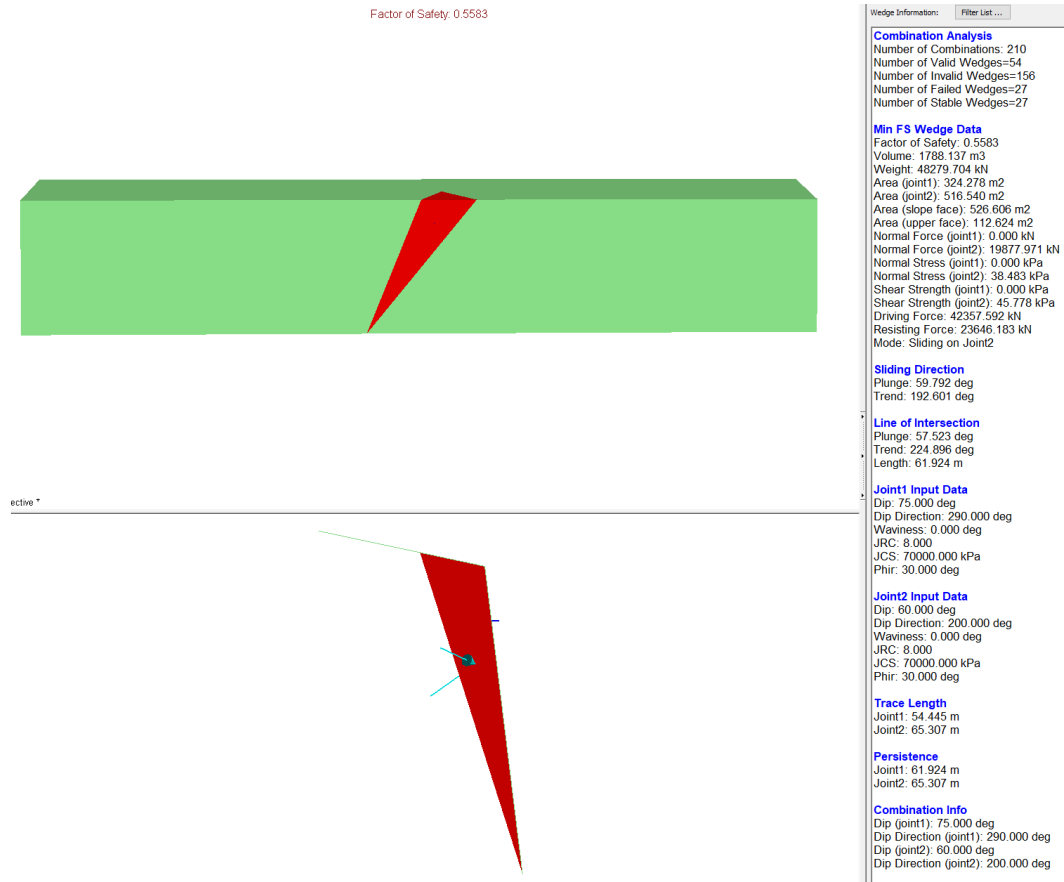
Vestlig seksjon:

Ingen kombinasjoner av hovedsprekkesettene identifisert i vestlig seksjon gir opphav til ustabile kiler med inngangsparameterne beskrevet over.

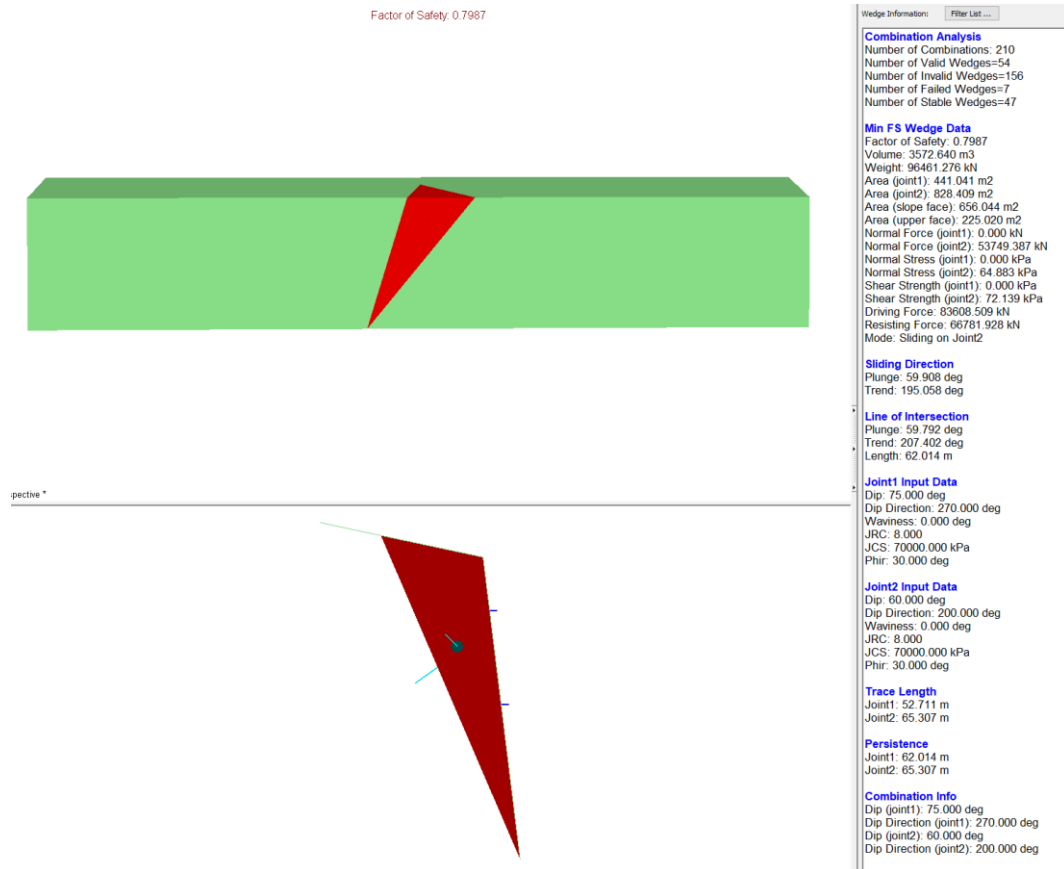
Østlig seksjon:



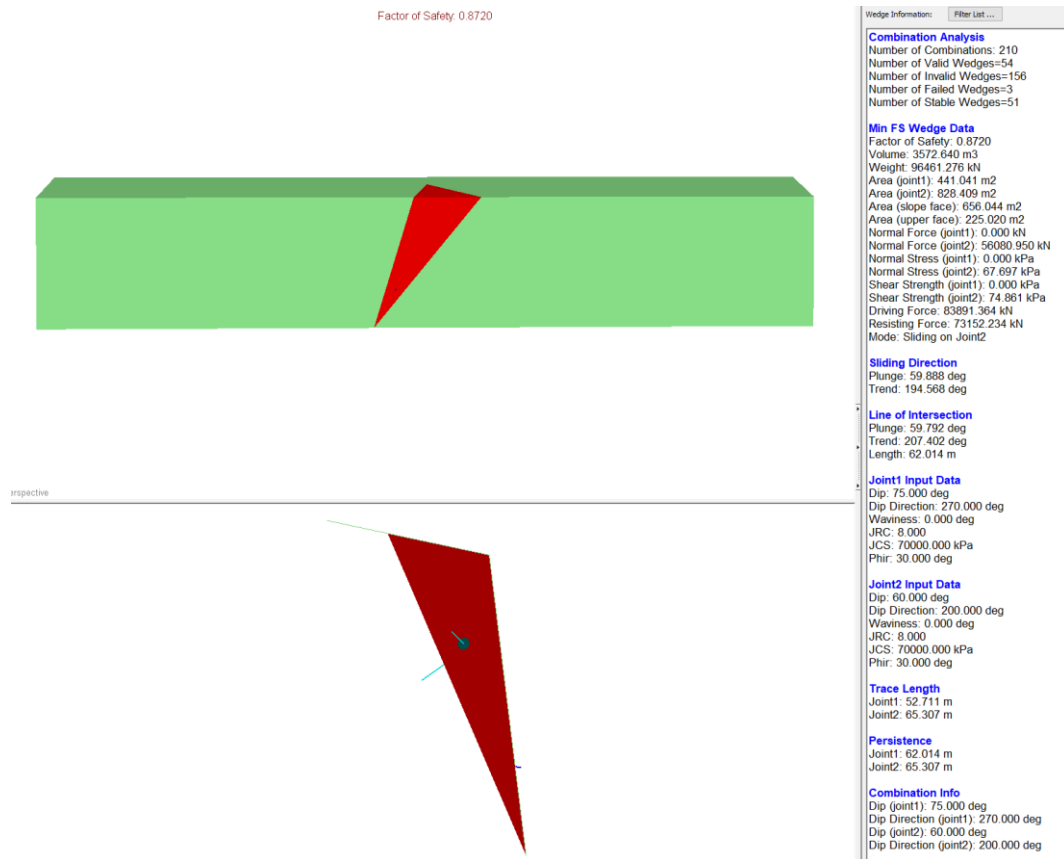
Kilen er stabil (SF>1) med en passiv boltekapasitet på 650 kN og boltelengde 4 meter.



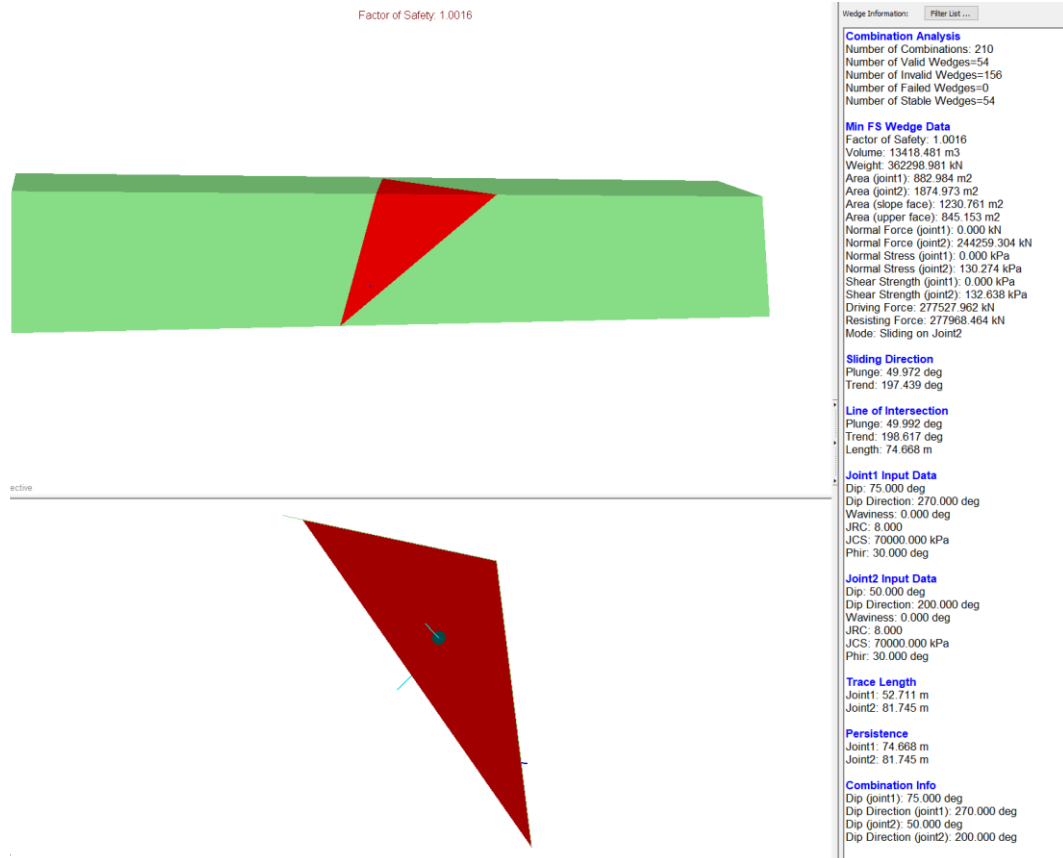
Kilen er stabil ($SF > 1$) med en passiv boltekapasitet på 16200 kN, eller 30 kN per m² kileflate. Dette tilsvarer ca. 2 ø24 kamstålbolter per 10 m² kileflate.



Kilen er stabil ($SF > 1$) med en passiv boltekapasitet på 25900 kN, eller 21 kN per m2 kileflate. Dette tilsvarer 1,5 $\varnothing 24$ mm kamstålbolter per 10 m2 kileflate.



Kilen er stabil ($SF > 1$) med en passiv boltekapasitet på 26300 kN, eller 40 kN per m² kileflate. Dette tilsvarer ca. 2,5 ø24mm kamstålbolter per 10 m² kileflate.

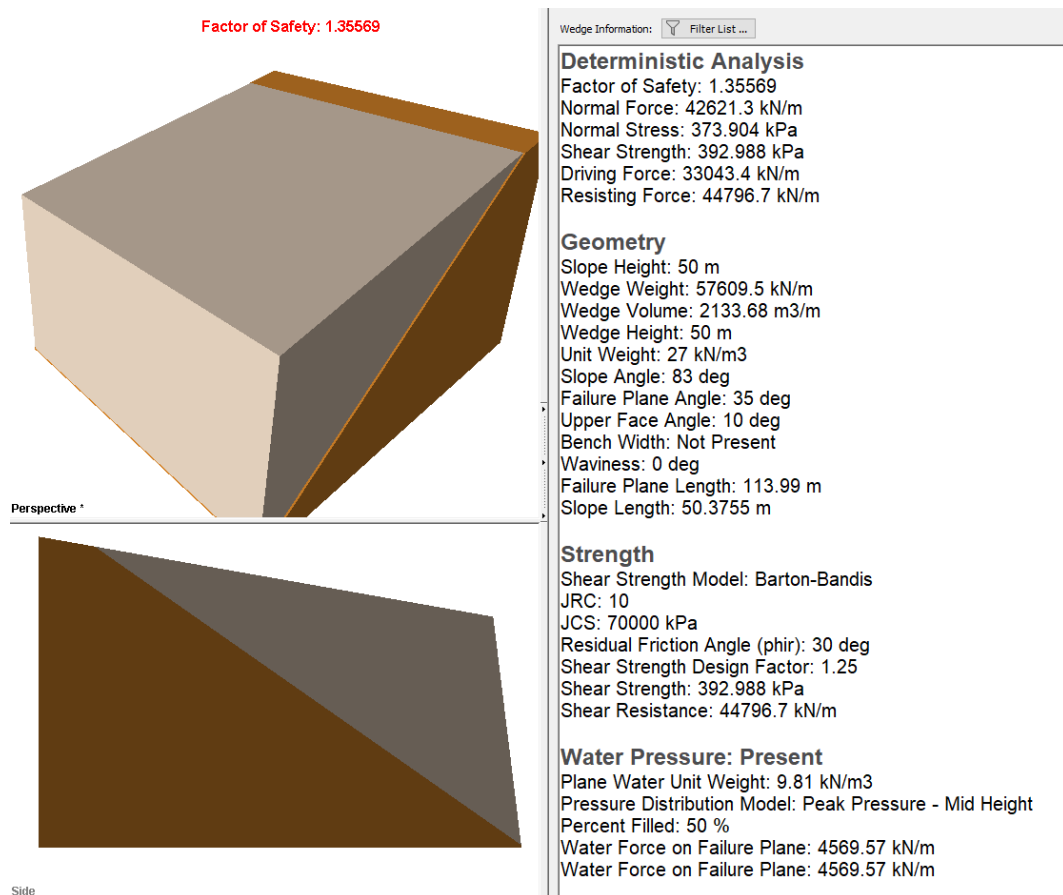


Kilen er stabil ($SF > 1$) med en passiv boltekapasitet på 39400 kN, eller 32 kN per m² kileflate. Dette tilsvarer 2 ø24mm kamstålbolter per 10 m² kileflate.

Totalstabilitet - Planutglidning langs horisontale strukturer med stor utstrekning

Ingen av de kartlagte skjæringsparallele sprekkeene danner gyldige tensjonssprekker, så planutglidning er modellert som utglidning langs verste mulige tilfelle av foliasjonsplanet. Det påpekes at det ikke er observert store horisontale strukturer med fallretning ut av skjæringsplanet og at dette er en ren teoretisk øvelse for å dekke opp under usikkerhet i kartleggingsmetoden. Observerte sprekkeplan med fall direkte mot sør er sporadiske og små i utstrekning og vil gå under detaljstabilitet.

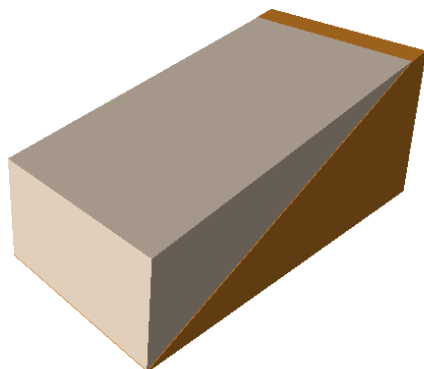
Vestlig seksjon:



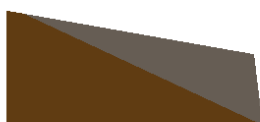
Skjæringen er stabil ($SF > 1$) med hensyn til planutglidning langs foliasjonsplan.

Østlig seksjon:

Factor of Safety: 1.69066



Perspective *



Side

Wedge Information:

Filter List ...

Deterministic Analysis

Factor of Safety: 1.69066
Normal Force: 88313 kN/m
Normal Stress: 474.466 kPa
Shear Strength: 412.077 kPa
Driving Force: 45367.1 kN/m
Resisting Force: 76700.4 kN/m

Geometry

Slope Height: 50 m
Wedge Weight: 107348 kN/m
Wedge Volume: 3975.84 m³/m
Wedge Height: 50 m
Unit Weight: 27 kN/m³
Slope Angle: 83 deg
Failure Plane Angle: 25 deg
Upper Face Angle: 10 deg
Bench Width: Not Present
Waviness: 0 deg
Failure Plane Length: 186.131 m
Slope Length: 50.3755 m

Strength

Shear Strength Model: Barton-Bandis
JRC: 8
JCS: 70000 kPa
Residual Friction Angle (phi_r): 30 deg
Shear Strength Design Factor: 1.25
Shear Strength: 412.077 kPa
Shear Resistance: 76700.4 kN/m

Water Pressure: Present

Plane Water Unit Weight: 9.81 kN/m³
Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mid Height
Percent Filled: 50 %
Water Force on Failure Plane: 8977.1 kN/m
Water Force on Failure Plane: 8977.1 kN/m

Skjæringen er stabil (SF>1) med hensyn til planutglidning langs foliasjonsplan.