

EKSEMPLER PÅ DIMENSJONERING AV BOLTER OG ANKERE (OG LITT TIL)

ved Tore Valstad



Bolting av skjæring

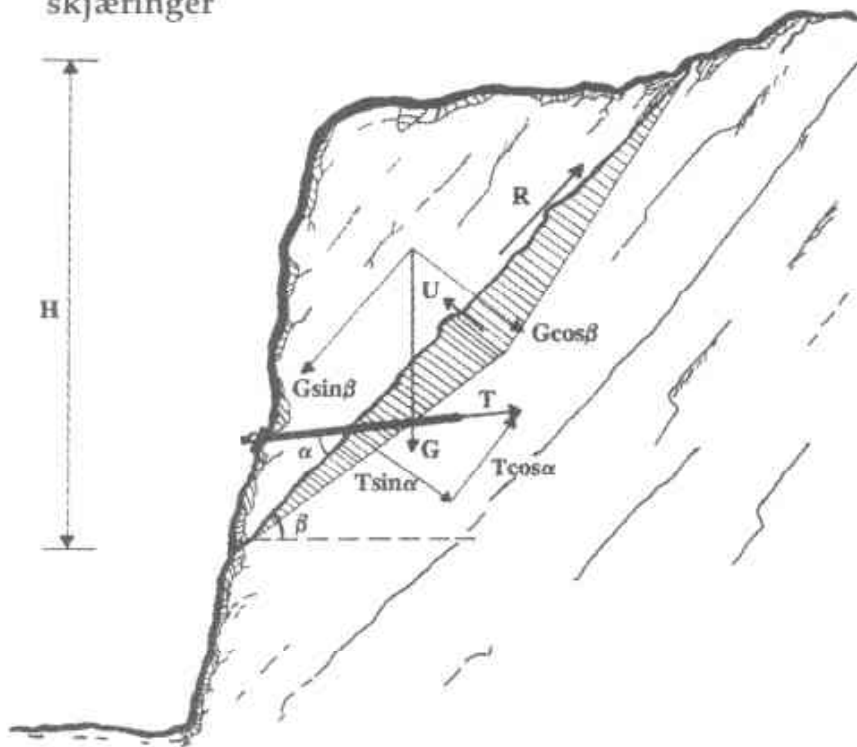
Tørrmur og skjæring
Sanden varehus
Arendal



Enkel blokk i skjæring

SVV, HB215, Vedlegg 4a

Beregning av antall bolter ved sikring av vegger og skjæringer



$$R = cA + (G \cos \beta - U + T \sin \alpha) \tan \phi$$

c = Sprekkens/sleppas kohesjon (se vedlegg 4c)

A = Areal av sprekkeplanets utglidningsflate

G = Tyngde av antatt ustabil blokk eller blokksamling

β = Sprekkeplanets fallvinkel

U = Sprekkevannstrykk (se vedlegg 4c)

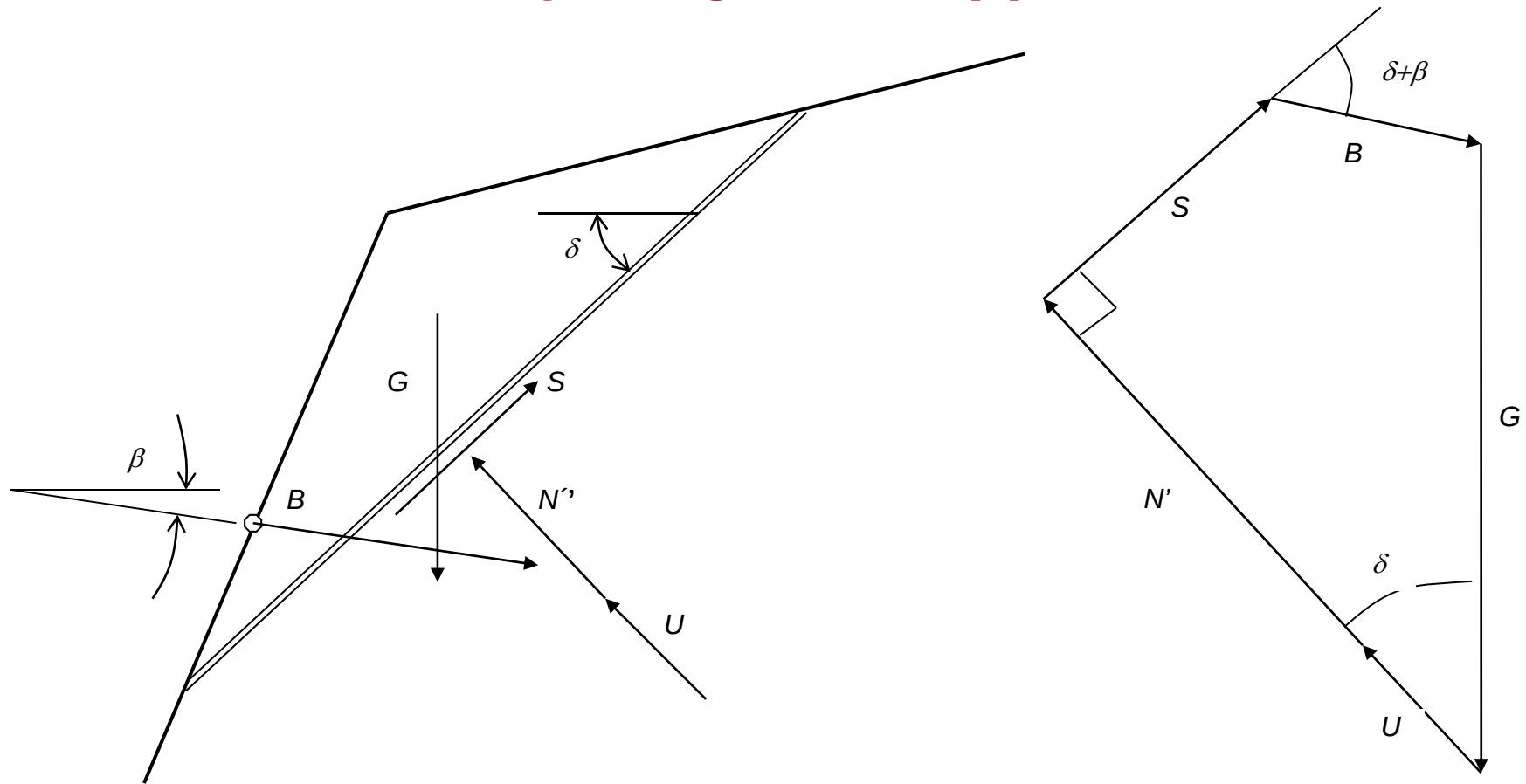
T = Total boltekraft

α = Vinkel mellom bolten(e) og sprekkeplanet
(anbefalt mellom 30-50°)

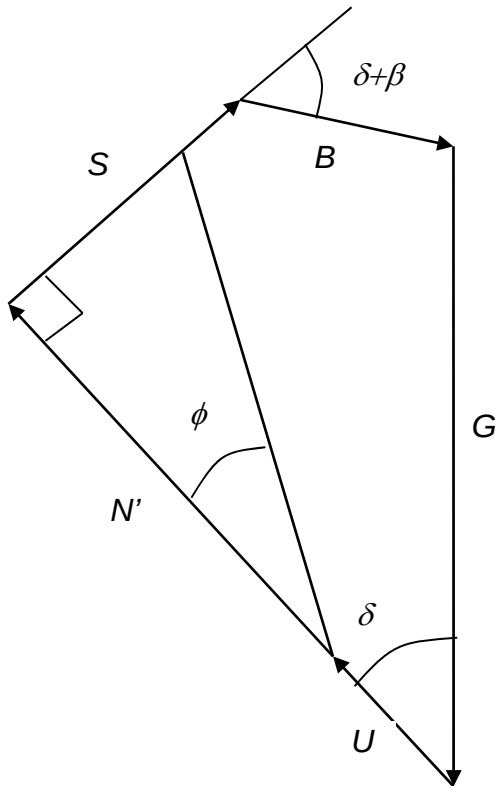
ϕ = Sprekkens/sleppas friksjonsvinkel
(se vedlegg 4d)

H = Høydeforskjell mellom sprekkes utgående

Enkel blokk i skjæring - Prinsipp



Enkel blokk i skjæring - Prinsipp



Her er	δ fallvinkel på sprekken
	β stupning på bolten(e)
Skjærstyrke:	(Mohr-Coulomb bruddkriterium) $S = S_c + S_\phi$
	$S_{cd} = c_d' A = \frac{1}{\gamma_c} c_k' A$
	$S_{\phi d} = N' \tan \phi_d = N' \frac{1}{\gamma_\phi} \tan \phi_k$
Likevekt $\perp$ sprekke	$\sum F_n = N' + U - B \sin(\delta + \beta) - G \cos \delta = 0$
Likevekt $\parallel$ sprekke	$\sum F_s = S_{cd} + S_{\phi d} + B \cos(\delta + \beta) - G \sin \delta = 0$
Løsning mhp. boltekraft	$B = \frac{G \sin(\delta - \phi_d) + U \sin \phi_d - c_d A \cos \phi_d}{\cos(\delta + \beta - \phi_d)}$

Enkel blokk i skjæring - Sikkerhet

Sikkerheten defineres ved partsialkoeffisienter:

- Sikkerhet mot glidning er gitt ved materialkoeffisienter henholdsvis, γ_c og γ_ϕ . for skjærstyrkeparameterene, c' og ϕ .
- NS-EN 1997-1 (Eurocode 7) angir verdier som $\gamma_c=1,25$ til 1.4 og $\gamma_\phi =1,25$ til 1,50.
- Sikkerheten mot brudd i boltene er gitt ved materialkoeffisienten, γ_s , for stålets flytegrense, f_y . NS3483 (betongstandarden) angir verdier for armeringsstål som, $\gamma_s =1,25$ til 1,40. Disse verdien kan brukes for innstøpte bolter.

Eksempel på Regneark

FORANKRING AV BLOKK I SKRÅNING / SKJÆRING

Stabilitet av blokk under Torsbuveien

Client: NCC	Developed by: Tore Valstad
Project: Sanden Varehus	Rev No. 3
	Date: 11.04.2006
Project No.: 20051743	File name: C:\ENGINEERING\Rock Engineering\boltekurs\BLOCK-update2.xls\alt

Eksempel på Regneark

		Blokk	Sprekk1	Sprekk2	Sprekk3	Sprekk4	Enhet
INNDATA Densitet og tyngde							
Tyngdens aksellerasjon	g	9.82					m/s ²
Densitet av berg	ρ	2720					kg/m ³
Densitet av vann	ρ_w	1000					kg/m ³
INNDATA Geometri							
Anchor inclination	β	0.00					grad
Høyde i fronten	H	19.00					m
Dybde baksprekk	D	1.00					m
Vannfylling i baksprekk	D_w	1.00					m
Ytre vannstand	H_w	2.00					m
Vanntrykksforhold sprekk 1	r_u	0.50					1
Fallvinkel av sprekk	δ		46.00	89.00	0.00	89.00	grad
Lengde av sprekk	L		25.961	1.000	17.733	19.003	m
INNDATA Laster							
Weight of block	W	4730.0					kN/m
Terrenglast	p	25.0					kN/m ²
Terrenglast	P	443.0					kN/m
Earthquake coefficient	k	0.000					!
Water pressure loads	U		1381.5	4.9	0.00	19.6	kN/m

Enkel blokk i skjæring – Barton Bandis

Ikke-lineær skjærstyrke av sprekke:

$$\tau_f = \sigma \tan \left[JRC_n \log_{10} \left(\frac{JCS_n}{\sigma} \right) + \phi_r \right]$$

$$JRC_n = JRC_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0.02 JRC_0}$$

$$JCS_n = JCS_0 \left(\frac{L_n}{L_0} \right)^{-0.03 JRC_0}$$

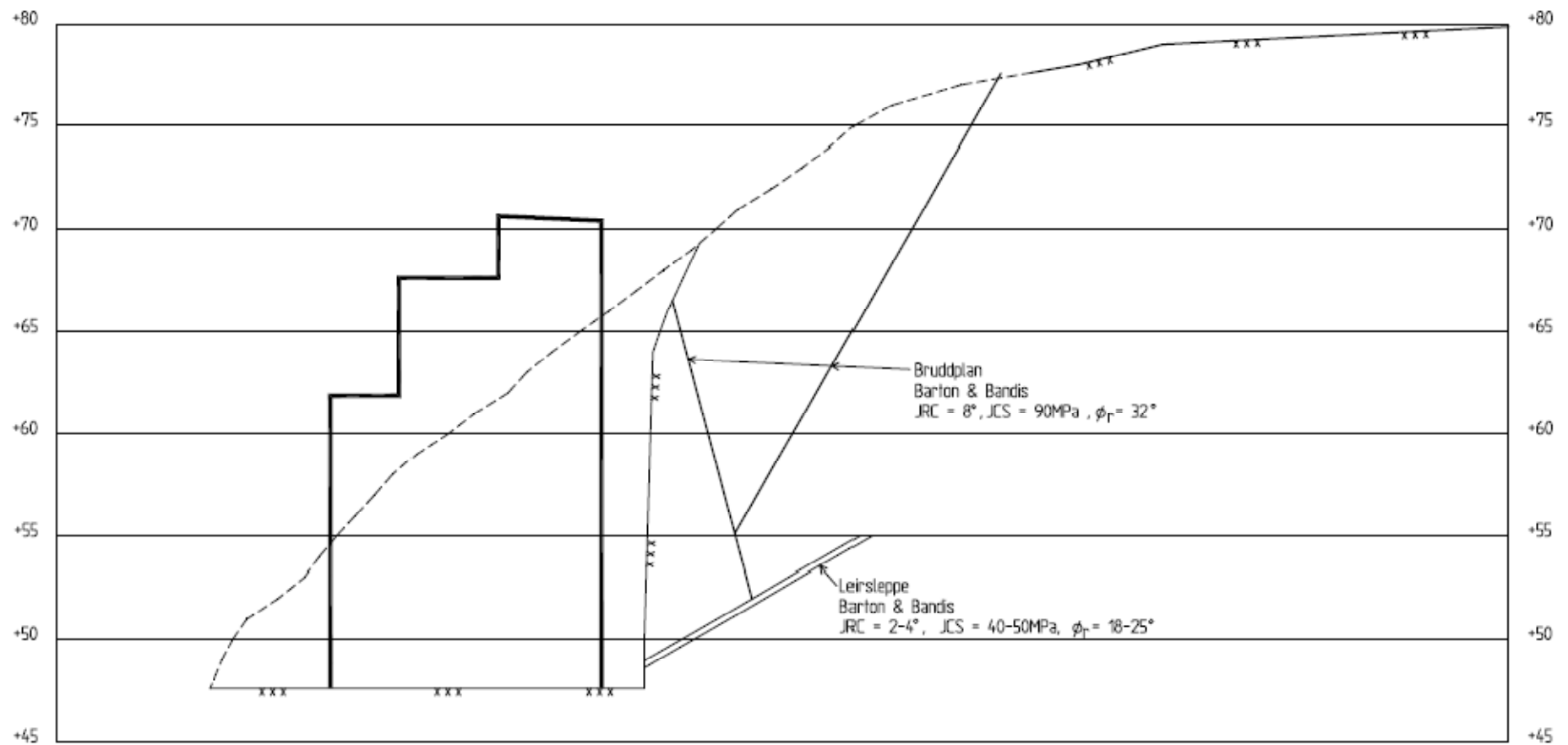
Eksempel på Regneark

INNDATA Skjæstyrke etter Barton					
Joint roughness coefficient	JRC ₀		7.60		degrees
Joint compressive strength	JSC ₀		72.00		MPa
Joint length, ref. scale	L ₀		0.50		m
Joint length, field scale	L _n		1.00		m
Residual friction angle	φ _r		20.53		degrees
Antatt normaspennning på sprekk	σ'		0.1472		MPa
JRC, field scale	JRC _n		6.84		
JCS, field scale	JSC _n		61.47		MPa
Friksjonsvinkel i feltskala	φ		38.46		degrees
LIKEVEKT					
Materialkoeffisient	γ _φ		1.400		1
Friksjonsvinkel dimensjonerende	φ _d		29.57		grad
Nødvendig ankerkraft	B	2221.9			kN/m
SKJÆRSTYRKEKORREKSJON					
NormalKRAFT	N'		3821.1		MN/m
Normalspenning	σ'		0.1472		MPa
Korrigert friksjonsvinkel	φ		38.46		degrees
			0.67119		radians
LIKEVEKT KORRIGERT					
Friksjonsvinkel dimensjonerende	φ _d		29.57		Grad
Nødvendig ankerkraft	B	2221.9			kN/m

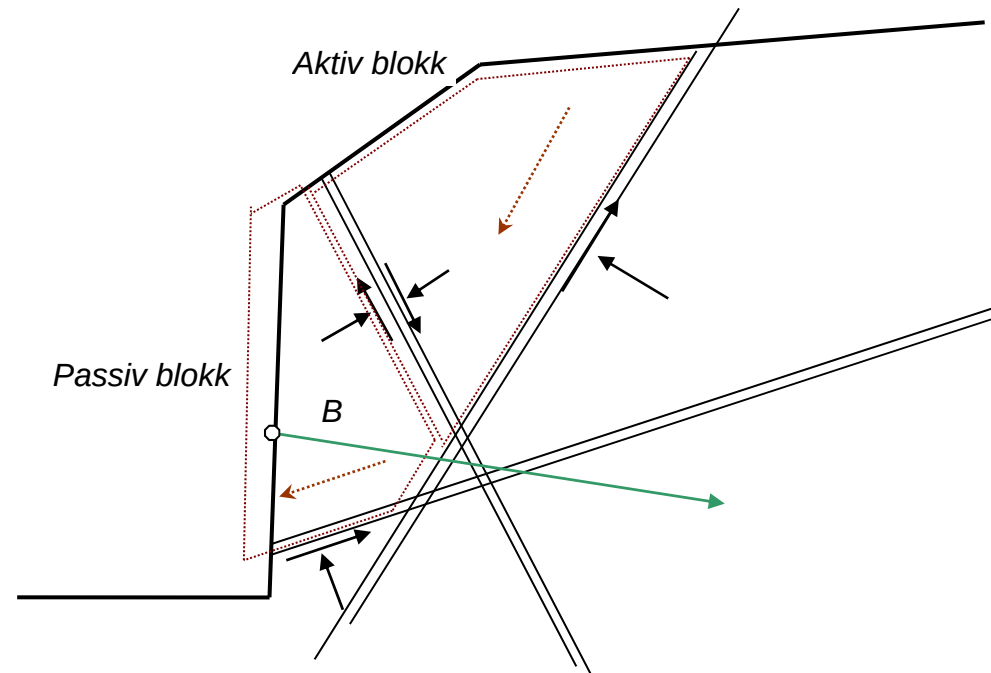
Disse
skal være



To blokker i skjæring



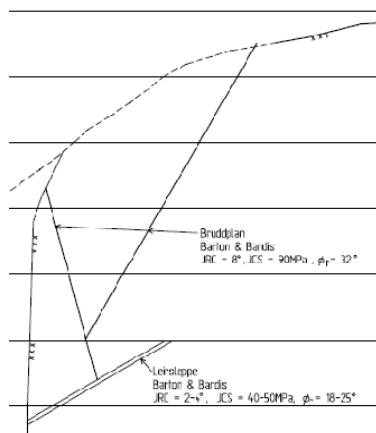
To blokker i skjæring Interaksjon mellom to blokker



For $\delta_{ap}=90^\circ$

$$B = \frac{G_p \sin(\delta_p - \phi_{dp}) \cos(\delta_a - \phi_{da} - \phi_{dap}) + G_a \sin(\delta_a - \phi_{da})}{\cos(\delta_p + \beta - \phi_{dp}) \cos(\delta_a - \phi_{da} - \phi_{dp})}$$

To blokker i skjæring



TWO-BLOCK STABILITY ANALYSES								
20081274								
Fjelltunvegen								
Ålesund kommune								
20.04.2008								
INNDATA, Densitet og tyngde		Aktiv blokk			Passiv blokk			
		Blokk	Sprekk A	Sprekk AP	Blokk	Sprekk P	Front	
Tyngdens aksellerasjon	g	9.82			9.82			m/s ²
Densitet av berg	ρ	2750			2750			kN/m ³
Densitet av vann	ρ _w	1000			1000			kN/m ³
INNDATA, Geometri		Blokk	Sprekk A	Sprekk AP	Blokk	Sprekk P	Front	
Lengde	L		27.0	16.0		6.5	16.5	m
Tverrsnittsareal	A	150.0			59.0			
Fallvinkel	delta		60.0	115.0		35.0		grader
			1.0472	2.0071		0.6109	0	radianer
Stupning på forankringer	θ				0.0			grader
					0.00000			radianer
INNDATA, Laster								
Vekt av blokk	W	4050.8			1593.3			MN/m
Jordskjelvkoeffisient	k	0.00			0.0			
Vertikallast	V	0.0						MN/m
Horisontallast	H	0.0						MN/m
Sprekkevannstrykk	U		0.0	0.0		0.0		MN/m
Ytre vanntrykk								
INNDATA, Skjærfasthet etter Barton & Bandis								
Ruhetsvinkel på sprekk	JRC ₀		8.00	8.00		4.00		grader
Trykkfasthet på sprekk	JCS ₀		90.00	90.00		50.00		MPa
Residual friksjonsvinkel	φ _r		32.00	32.00		20.00		grader
Lengde av sprekk, referanseskala	L ₀		0.25	0.25		0.25		m
Lengde av sprekk, feltskala	L _n		1.00	1.00		1.00		m
Antatt normalspenning	σ		0.0973	0.0510		0.4299		MPa
JRC, feltskala	JRC _n		6.41	6.41		3.58		grader
JCS, feltskala	JCS _n		64.53	64.53		42.34		MPa
Friksjonsvinkel feltskala	φ		55.73	57.97		28.26		grader
LIKEVEKT								
Materialkoeffisient	γ _m		1.000	1.00		1.00		
Dimensjonerende friksjonsvinkel	φ _d		55.7	58.0		28.3		grader
Normalkraft	N'		2626.4	816.6		2793.7		MN/m
Skjærkraft	S		2090.3	1305.5		1452.5		
Nødvendig ankerkraft	B				601.0			MN/m
Normalspenning	σ		0.0973	0.0510		0.4298		MPa
Skjærspenning	τ		0.0774	0.0816		0.2235		MPa

C:\ENGINEERING\Rock Engineering\boltekurs\Two-Block-2008-04-20-20.xls]TWO-BLOCK

PILASTER / RIBBE AV BETONG MED BOLTER



AVLASTNING OG FORSPENTE ANKERE



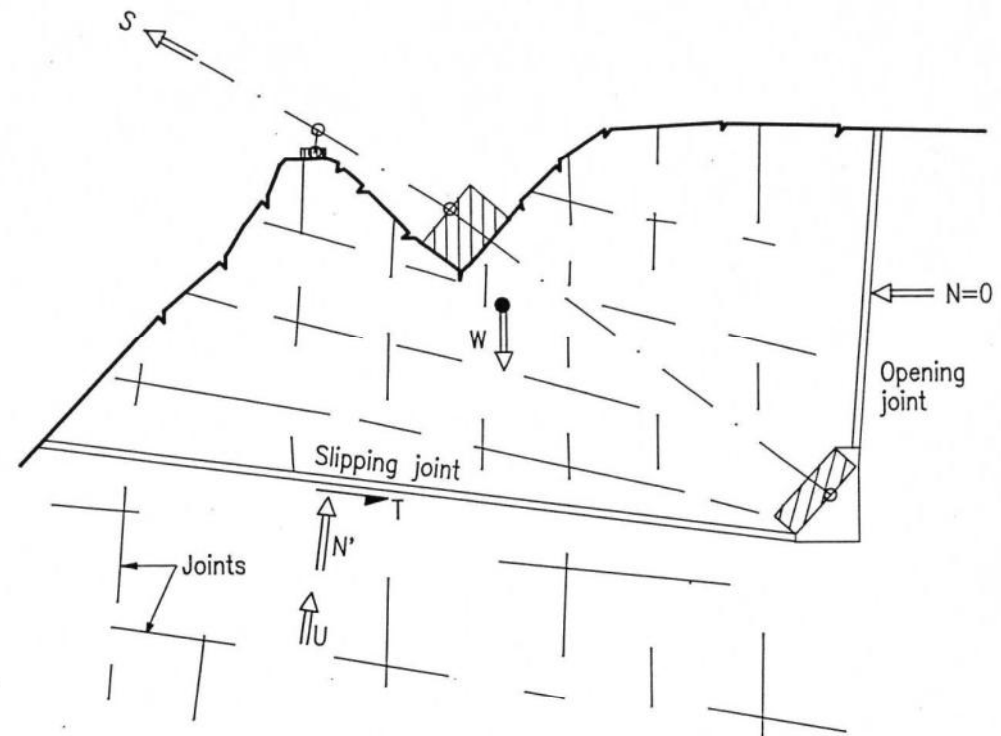
DIMENSJONERING AV FORANKRING FOR BÆREKABEL TIL HENGEBRU

Lastfaktor vekt av berg:

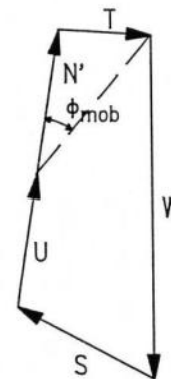
$$\gamma_G = 0.9$$

eller

$$\gamma_G = 1.0$$



FORCE
POLYGON:



FORCES:

- T: Joint friction force
- S: Cable pull
- W: Weight of engaged block
- U: Ground water uplift
- N': Joint normal force (effective)

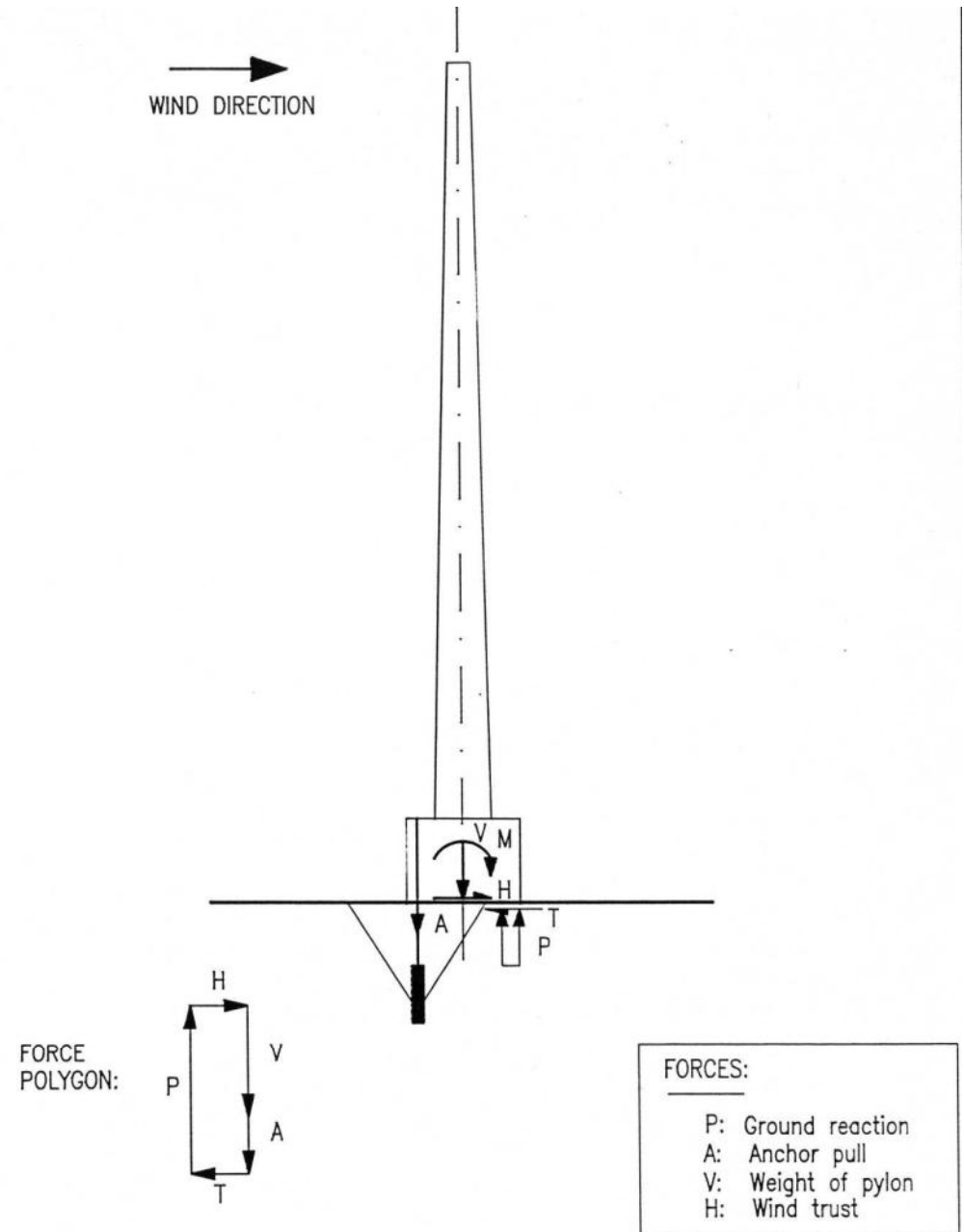
DIMENSJONERING AV FUNDAMENT FOR TÅRN TIL HENGEBRU

Lastfaktor vekt av berg:

$$\gamma_G = 0.9$$

eller

$$\gamma_G = 1.0$$



Olmos Diversion Project



Olmos Diversion Project



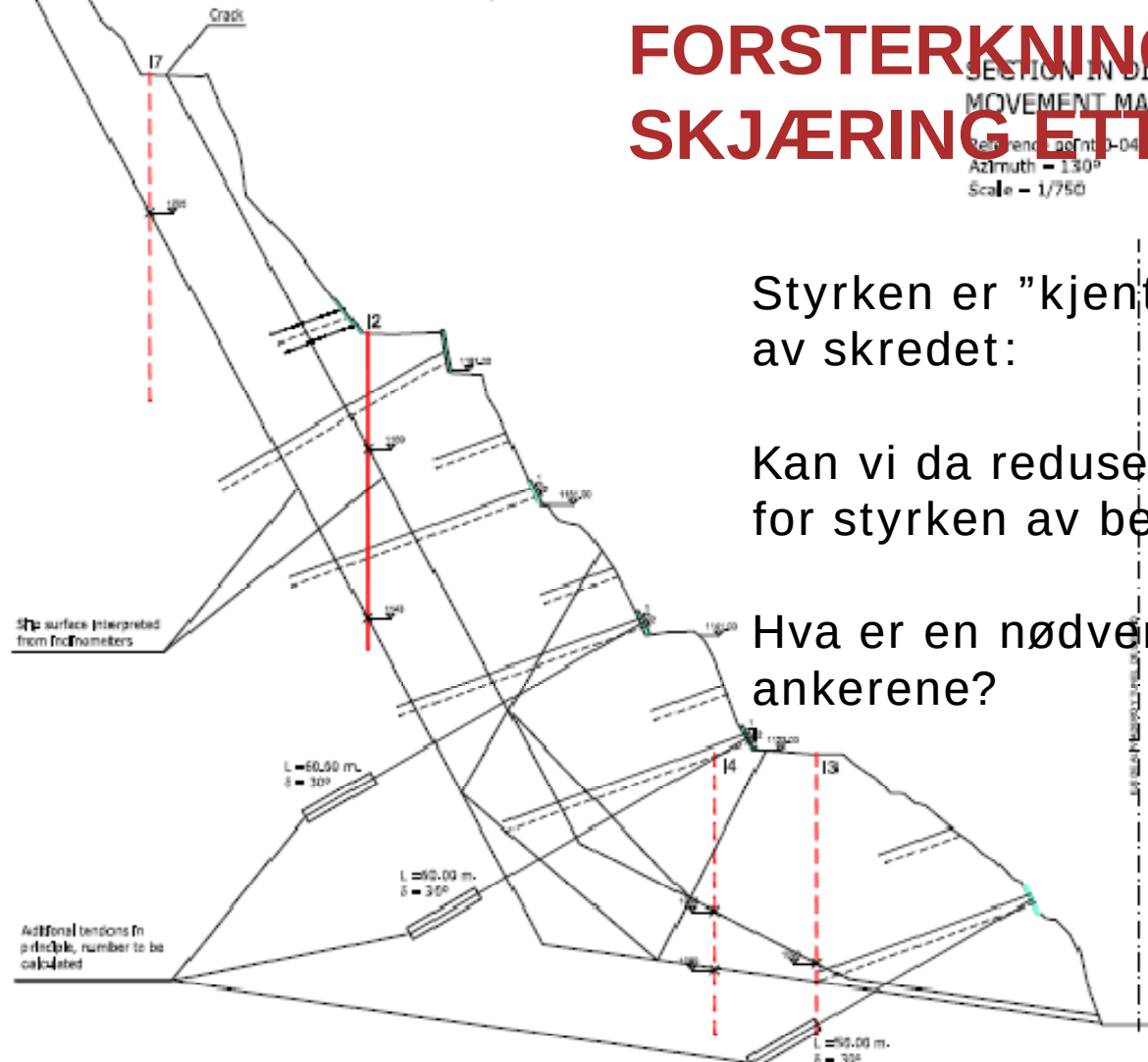
DIMENSJONERING AV FORSPENTE ANKERE TIL FORSTERKNING AV SKJÆRING ETTER BRUDD

Direction of movement coincides with intersection of two major fault systems.

1. Dip 70°, Dip direction 310°
2. Dip 70°, Dip direction 130°

SECTION IN DIRECTION OF
MOVEMENT MAY/JUNE 2008

Reference point 0-04
Azimuth = 130°
Scale = 1/750



Styrken er "kjent" ut fra tilbakeregning av skredet:

Kan vi da redusere materialfaktoren for styrken av berggrunnen?

Hva er en nødvendig materialfaktor på ankerene?

Section through the central slide area

Direction of movement coincide with intersection of two major fault systems.

1. Dip 70° , Dip direction 30°
2. Dip 70° , Dip direction 220°
3. Dip 12° direction 310°

SECTION IN DIRECTION OF
MOVEMENT MAY/JUNE 2008

Reference point 0-040

Azimuth = 130°

Scale = 1/750

