



Notat

OPPDRAAG	Ferjekai Brattvåg-Dryna	DOKUMENTKODE	10259741-01-RIGberg-NOT-002
EMNE	Forankring fendersøyler	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Møre og Romsdal fylkeskommune	OPPDRAAGSLEDER	Jan Knutsen
KONTAKTPERSON	Eivind Alver	UTARBEIDET AV	Ragnhild Rostad
KOPI		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS

SAMMENDRAG

Møre og Romsdal fylkeskommune skal oppgradere ny Brattvåg ferjekai i Haram kommune. Det medfører behov for utdypning bestående av omtrent 1500 m³ utsprenge masse. Utdypningen er omtrent 4 m høy. Berggrunnen i området varierer mellom kalkholdig glimmerskifer og amfibolitt, og er middels tett oppsprukket, med en empirisk vurdert enaksiell bergartsstyrke på 50-100 MPa.

Følgende er vurdert som gjeldene i forbindelse med den bergtekniske prosjekteringen:

- Geoteknisk kategori 2
- Konsekvens-/pålitelighetsklasse: 3
- Prosjekteringskontrollklasse: PKK2
- Utførelseskontrollklasse: UKK2
- Tiltaksklasse: 2

Notatet beskriver forhold som angår utriving av berg og nødvendig forankringslengde for forankringsbolter til søyler.

Minimum anbefalt innboringslengde er 3,0 m i berg.

1 Bakgrunn

På oppdrag fra Møre og Romsdal fylkeskommune skal Multiconsult prosjektere ny ferjekai ved Brattvåg i Haram kommune på ferjestrekningen Brattvåg-Dryna. På Brattvåg skal det bygges ny ferjekai til side for dagens ferjekai med mulighet for plassering av ladetårn til fremtidig el-ferje. Den gamle ferjekai skal rives. Foreliggende notat tar for seg nødvendige forankringslengder i berg for forankringsbolter til søylene med fenderingspanel ved tilleggskai.

01	22.05.2026	Oppdateringer etter kontrollrapportering	Ragnhild Rostad	Andreas Aure	Ragnhild Rostad
00	30.09.2025		Ragnhild Rostad	Andreas Aure	Ragnhild Rostad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



2 Regelverk og standarder

Gjeldende regelverk og standarder legges til grunn for bergteknisk prosjektering, og i prosjektet gjelder dermed:

- Byggteknisk forskrift (TEK 17) §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger og §10 Konstruksjonssikkerhet [1].
- Plan- og Bygningsloven (PBL) §24 Kvalitetssikring og kontroll med prosjektering og utførelse av tiltak [2].
- Byggesaksforskriften (SAK 10) med veiledning §14 Kontroll av tiltak og §9-4 valg av tiltaksklasse [3].
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner) [4].
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler) [5].
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger) [6].
- NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt [7].
- N-400 Bruprosjektering, [8].
- N-V220 Geoteknikk i vegbygging [9].

I tillegg anvendes NBG sin veileder, Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering (versjon 1, 2011) der dette er relevant [10]. Kaiene inklusiv dybde i brubås skal være tilpasset «mellomstort samband» iht. SVV håndbok N400 [8], [11]. For dette prosjektet er følgende vurderinger gjort:

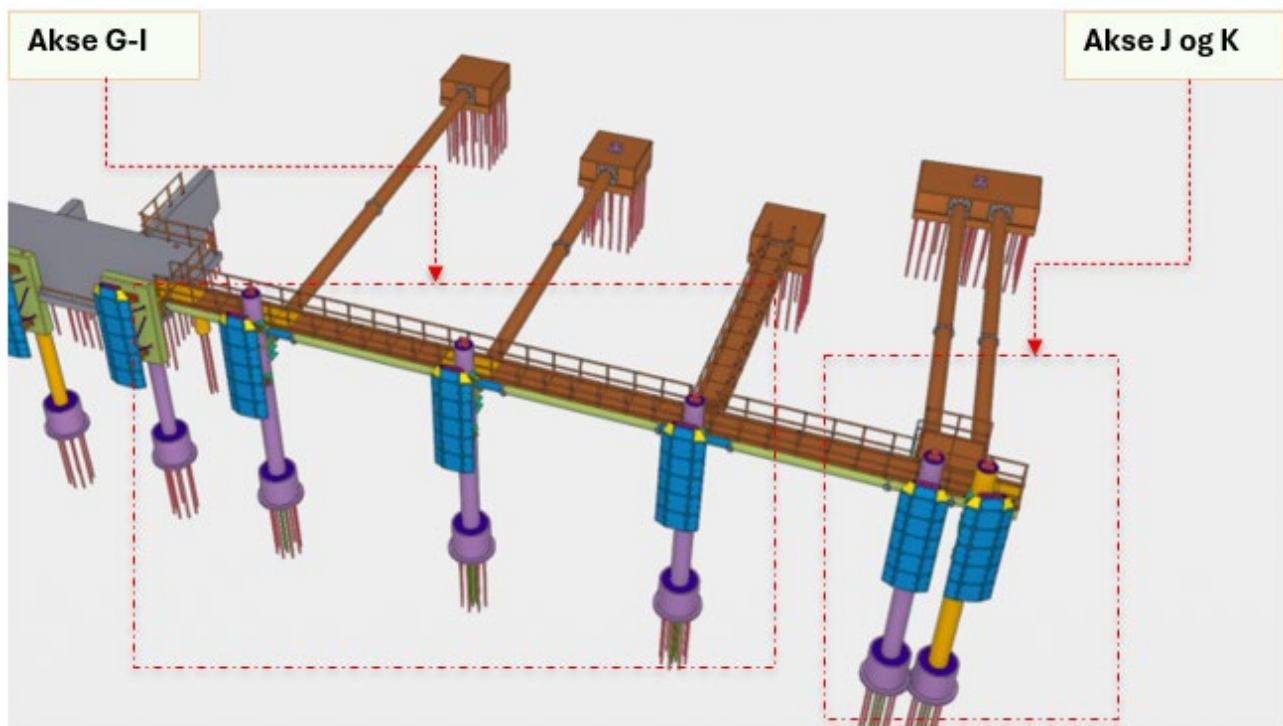
- Geoteknisk kategori 2
- Konsekvens-/pålitelighetsklasse: 3
- Prosjekteringskontrollklasse: PKK2
- Utførelseskontrollklasse: UKK2
- Tiltaksklasse: 2

For mer detaljert beskrivelse av vurderinger ift. geoteknisk kategori, konsekvens-/pålitelighetsklasse, prosjekteringskontroll- og utførelseskontrollklasse og tiltaksklasse; henvises det til ingeniørgeologisk premissnotat [12].

3 Grunnlag

Følgende dokumenter danner grunnlaget for vurdering av forankringslengde i berg:

- Tegning «15-3344_dok13 - K-102», datert 29.05.2026.
- Foreløpige snittkrefter ved fundamentering av søyler tilleggskai, mottatt 19.09.2025, se Figur 1 og Tabell 2.
- Premissnotat ingeniørgeologi «10259741-01-RIGberg-NOT-001», datert 26.09.2025.



Figur 1 Utklipp fra modell, søyler (lilla) langs tilleggskai.

Tabell 1 Egenskaper ved valgte forankringsbolter.

Stålkvalitet	B 500 NC
Diameter	32 mm
Flytkapasitet	500 MPa
Karakteristisk kapasitet fra datablad [13]	347 kN
Hulldiameter (minimum)	48 mm
Boltetype	Kamstål, varmforanket, pulverlakkert
Mørtelkvalitet	Minimum B35, M40
Antall bolter pr fundament	4 stk.



Tabell 2 Mottatte snittkrefter for søylefundament.

Dimensjonerende snittkrefter søylefundamenter akse G-K				
Akse	Skjærkraft (kN)	Moment (kNm)	Trykkraft (kN)	Strekraft (kN)
Akse G-I	129	401	236 ¹⁾	ca. 0.0 ¹⁾
Akse J og K	199	594	713 ¹⁾	ca. 370 ¹⁾

¹⁾ Trykk- og strekkraft opptrer ikke samtidig

Fra Tabell 2 benyttes strekkrefter for dimensjonering av boltekapasitet.

4 Dimensjonering av bergforankring

4.1 Bergforhold

Berggrunnen ved Brattvåg ferjekai inneholder variasjoner mellom amfibolitt og kalkholdig glimmerskifer. Bergartene er tett oppsprukket langs foliasjonen og i tillegg viser kartleggingen at det er ytterligere to sprekesett som dominerer i området. Bergmassen er preget av middels forvitring. For mer utfyllende beskrivelser av bergforhold og befaringsobservasjoner, henvises det til 10259741-01-RIGberg-NOT-001, [12].

Tabell 3 Tabellen viser typiske bergmasseforhold med assosiert bruddplan og heftfasthet på bruddplan, [9].

Beskrivelse av bergart	Heftfasthet på bruddplan τ_k kPa Ψ	Bruddvinkel ψ°
Meget godt berg, ett sprekesett med sporadiske sprekker, bergmassens trykkstyrke > 50 MPa.	100-200	$\psi_{\text{maks}} \leq 45^\circ$
Bergmasser med to sprekesett og sporadiske sprekker, bergmassens trykkstyrke 15 – 50 MPa	50-100	$\psi_{\text{maks}} \leq 40^\circ$
Tre sprekesett med sporadiske sprekker, men mindre enn 20 sprekker pr. m ² , bergmassens trykkstyrke < 15 MPa.	50	$\psi_{\text{maks}} \leq 30^\circ$

4.2 Vurderinger mot utrivning

Dimensjonerende kapasitet for bolter med diameter Ø32 mm er og 278 kN beregnet etter V220 Geoteknikk i vegbygging, [9].

Stål skal tilfredsstille krav og forutsetninger til kamstål i klasse C i NS-EN 1992. Armering B500NC med mål og egenskaper som angitt i NS 3576-1 forutsettes å tilfredsstille kravene, [8]. Boltene skal ha dobbel korrosjonsbeskyttelse og være varmforsinket med min. 65 μm i henhold til NS-EN ISO 1461 og pulverlakeres med epoksy i henhold til NS-EN 13438. Utførende må påse at boltene ikke blir påført skade, bøyd eller lignende for å bevare beskyttelsen.

Alle krefter må overføres ned i berg ved hjelp av bergbolter slik at bergets og boltesystemets motstand mot utrivning overstiger strekkreftene.



For beregning av motstand mot utrivning, vurderes tre forhold:

- 1) Motstand mot utrivning stål/mørtel
- 2) Motstand mot utrivning mørtel/berg
- 3) Utriving av berglegeme hvor boltene er forankret

Dimensjonerende forankringslengde finnes ved å undersøke kapasiteten til heft stål-mørtel, heft mørtel-berg og bergets motstand mot utrivning.

Det forutsettes at forankringen etableres direkte mot berg. Undersprengt berg graves ut til fast berg (renskelasse 0 iht. *NS3420*). Det forutsettes også at nødvendig innfesting av boltene i betongfundament/kumringer ivaretas av RIB.

Nødvendig forankringslengde i berg for heft stål-mørtel og mørtel-berg beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$L = \frac{F}{\tau_d \cdot d \cdot \pi}$$

Hvor F = dimensjonerende strekkapasitet per forankringsbolt

$\tau_{d, \text{stål-mørtel}}$ = dimensjonerende heftfasthet for stål-mørtel

$\tau_{d, \text{mørtel-berg}}$ = dimensjonerende heftfasthet for mørtel-berg

d = diameter av bolt eller borhull

For nødvendig forankringslengde for utrivning av berglegeme benyttes formler gitt i V220.

Beregninger for forankringslengde for å unngå utrivning ved strekk, er vist i vedlegg 1, «10259741-01-RIGberg-BER-001».

Anbefalt innboringslengde i berg er 3,0 m per bolt.

Vedlegg

Vedlegg 1: «10259741-01-RIGberg-BER-001»



Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning,» Direktoratet for byggkvalitet, Trondheim, 2017.
- [2] Kommunal- og distriktsdepartementet, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» Kommunal- og distriktsdepartementet, 2023.
- [3] SAK10, «Byggesaksforskriften,» Direktoratet for byggkvalitet, 2016.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 - Eurokode: Grunnlag for konstruksjoner,» Standard Norge, 2016.
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 - Eurokode 7. Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.,» Standard Norge, 2020.
- [6] Standard Norge, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 - Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del 1. Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger., Standard Norge, 2021.
- [7] Standard Norge, «NS 8141-1:2022(no) Vibrasjoner og støt, veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom,» Standard Norge, Oslo, 2022.
- [8] Statens vegvesen, «N400 Bruprosjektering,» Statens vegvesen, Oslo, 2025.
- [9] Statens Vegvesen, Håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging, Oslo: Statens Vegvesen, 2025.
- [10] Norsk Bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» Norsk Bergmekanikkgruppe, 2011.
- [11] Møre og Romsdal fylkeskommune, «VI1186_Projektstyringsplan-rev_2,» Møre og Romsdal fylkeskommune, Ålesund, 2023.
- [12] Multiconsult Norge AS, «10259741-01-RIGberg-NOT-001,» Multiconsult Norge AS, Trondheim, 2025.
- [13] Pretec AS, «<https://pretec.no/wp-content/uploads/2016/05/Kamstalbolt-O32-M33-Sikringsbolt-B500NC.pdf>,» 2026. [Internett]. Available: <https://pretec.no/wp-content/uploads/2016/05/Kamstalbolt-O32-M33-Sikringsbolt-B500NC.pdf>. [Funnet 2026].

Prosjektnummer og navn:	10259741-01 Direkte avrop ferjekai Brattvåg-Dryna
Deloppgave/tema	Forankring søylefundament
Dokumentnummer	10259741-01-RIGberg-BER-001
EK utført av, dato:	26.09.2025 rar
Kontrollert av, dato:	26.09.2025 AndrA
Revisjon:	00
Kilde metodebeskrivelse:	N-V220 (2025)

Parameter	Valgt verdi	Kommentar	Kilde
Stedlig bergartstype (navn)		Amfibolitt, glimmerskifer	Berggrunnsgeologisk kart NGU
Bergets tyngdetetthet (kN/m ³)	16	Velges basert på stedlig berg. Husk reduksjon med 10 kN/m ³ dersom neddykket	
Karakteristisk heftfasthet, stålmørtel (kPa) τk,s-m	2 400	Settes lik 2 400 kPa (forutsatt B30 mørtel)	N-V220 (2025), side 313
Dimensjonerende heftfasthet, stålmørtel (kPa) τd,s-m	1 920	partialfaktor for materialfasthet 1,25	iht. kap. 7.1 Eurokode 3, del 5 (iht. NA.7.1 Generelt Eurokode 3)
Karakteristisk heftfasthet, mørtel/berg (kPa) τk,m-b	1 000	Velges basert på tabell, varierer mellom 500 - 2500 kPa avhengig av bergart.	N-V220 (2025), Tabell 11.6.4.5—1
Dimensjonerende heftfasthet, mørtel/berg (kPa) τd,m-b	800	partialfaktor for materialfasthet 1,25	N-V220 (2025), Kapittel 11.6.4.5
Karakteristisk heftfasthet på bruddplanet (kPa) τk	75	100-200 kPa. Meget godt berg, ett sprekesett med sporadiske sprekker, bergmassens trykkfasthet > 50 MPa 50-100 kPa. Bergmasser med to sprekesett og sporadiske sprekker, bergmassens trykkfasthet 15 – 50 MPa 50 kPa. Tre sprekesett med sporadiske sprekker, men mindre enn 20 sprekker pr. m2, bergmassens trykkfasthet < 15 MPa	N-V220 (2025), Tabell 11.6.4.5—2
Dimensjonerende heftfasthet på bruddplanet (kPa) τk,d	25		
Bergmassens bruddvinkel ψ	35	≤ 45°. Meget godt berg, ett sprekesett med sporadiske sprekker, bergmassens trykkfasthet > 50 MPa ≤ 40°. Bergmasser med to sprekesett og sporadiske sprekker, bergmassens trykkfasthet 15 – 50 MPa ≤ 30°. Tre sprekesett med sporadiske sprekker, men mindre enn 20 sprekker pr. m2, bergmassens trykkfasthet < 15 MPa	N-V220 (2025), Tabell 11.6.4.5—2
partialfaktor for materialfasthet i bergmassen γM	3,0	2 ved god kjennskap til bergart og oppsprekking, med mulighet for inspeksjon av bergmasse 3 hvis lite kjennskap til bergmasse	N-V220 (2025), Kapittel 11.6.4.5
Valgt anker eller bolt		Kamstålbolt Ø32/M33 Sikringsbolt	Vis til produktark eller annen dokumentasjon fra leverandør
Dimensjonerende strekkapasitet valgt anker eller bolt	278,0	Beregnet med materialfaktor fra datablad.	Oppgi kilde dersom tabellverdi, ved beregning må denne dokumenteres i egen fane (se xx)
Diameter stål (mm)	32	Ytre diameter stag/bolt	
Diameter borehull (mm)	48	Diameter borehull, tilpasset stag/bolt, men minimum 10 mm større enn stag/bolt.	
Diameter stål (m)	0,032	Ytre diameter stag/bolt	
Diameter borehull (m)	0,048	Diameter borehull for staget	
Ankervinkel, α (90° ≥α≥ 30°)	90	Vinkel mellom anker og bergoverflate dersom anker ikke er normalt bergoverflate	N-V220 (2025),formel 11.6.4.5—6

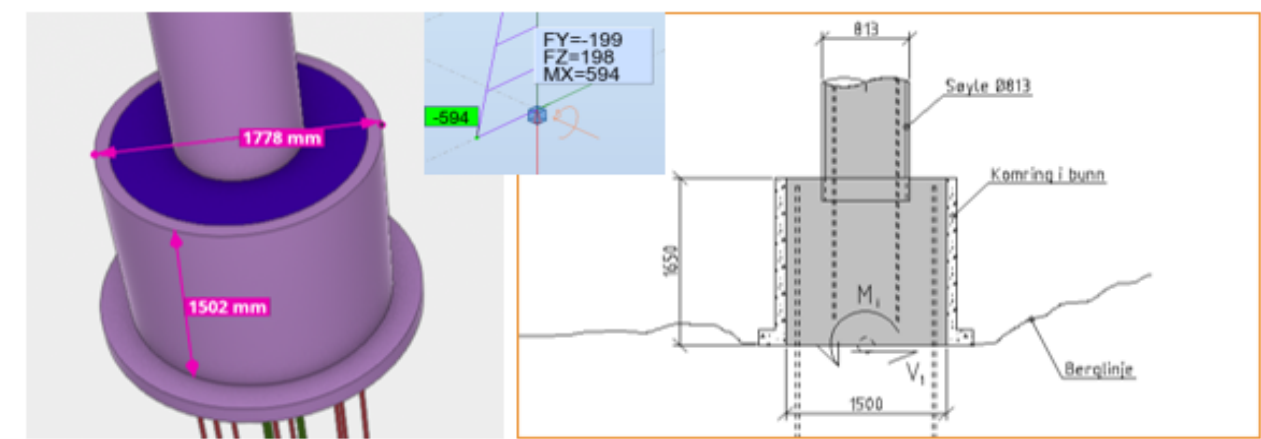
Oppsummering til beregning:			
Samlet last (kN)	370	Total last som skal forankres. Se tegning under.	
Antall bolt som lasten skal fordeles på	4	Valgt antall stag eller bolt (optimaliseres for rammebetingelsene til det enkelte prosjekt). Beskriv kort grunnlag.	
Dimensjonerende last (kN) N _d	93	Høyeste last på enkeltstag eller bolt, enten ved bruddgrensetilstand eller ulykkestilstand. Avhenger av valgt konfigurasjon av bolter/stag (rom for optimalisering). Denne verdiene oppgis ofte av RIB.	
Prøvelast stag (kN) P _p	102	Prøvelast stag i hver rad = 1,1 * dim. Last. Sjekk at last overstiger dimensjonerende kapasitet på vagt stag/anker.	
Antall stag i rekken (n)	2	Dersom aktuelt, se tilfelle 4 eller 5	
Avstand mellom stagene (D)(m)	1	Dersom aktuelt, se tilfelle 4 eller 5	

Skisse av valgt/beskrevet tilfelle

F2-10.2 Geometri og forutsetninger

Geometri fundament:

$D_i := 1.5\text{m}$ $h_f := 1.65\text{m}$ $t_f := 1.5\text{m}$

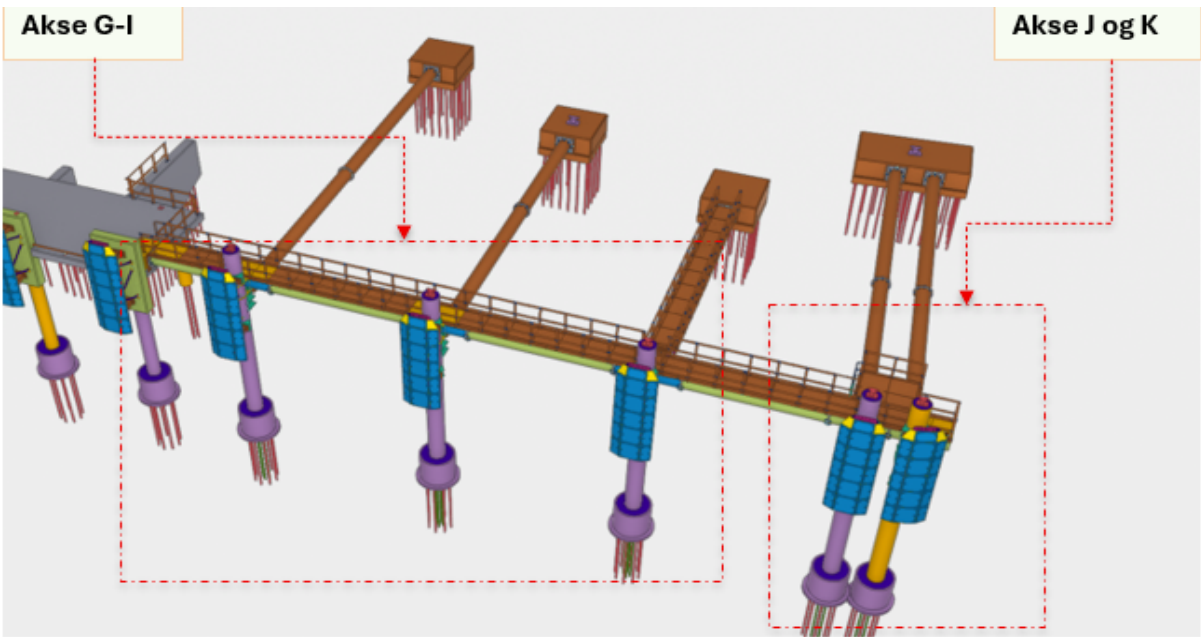


Figur F2-10.2 Idealisert modell for dimensjonering av søylefundamnet

Støtkraft hentet fra ARS: $F_{z,Ed,t} := 713\text{kN}$ $F_{z,Ed,s} := -370\text{kN}$ $F_{y,Ed} := 199\text{kN}$

Moment og kraftarm: $M_{xx} := 594\text{kN}\cdot\text{m}$ $x_i := 1\text{m}$

Egeenvekt fundament: $G_f := \rho_b \cdot \left[\pi \cdot \frac{(1.77\text{m})^2}{4} \right] \cdot 1.5\text{m} = 92.3 \cdot \text{kN}$



Dimensjonerende snittkrefter søylefundamenter akse G-K				
Akse	Skjærkraft (kN)	Moment (kNm)	Trykkraft (kN)	Strekraft (kN)
Akse G-I	129	401	236 ¹⁾	ca. 0.0 ¹⁾
Akse J og K	199	594	713 ¹⁾	ca. 370 ¹⁾

¹⁾ Trykk- og strekkraft opprer ikke samtidig

Tilfelle 1 (heft stål/mørtel)			$L_{tb} = \frac{P_p}{\tau_{d; \text{stål} - \text{mørtel}} \cdot d_{ekv} \cdot \pi}$	
Minimum forankringslengde (m) - formel 11.6.4.5-1	0,53			
forankringskapasitet ved dette dyp (kN)		101,75		

Tilfelle 2 (heft mørtel/berg)			$L_{tb} = \frac{P_p}{\tau_{d; \text{mørtel} - \text{berg}} \cdot d_{borhull} \cdot \pi}$	
Minimum forankringslengde (m) - formel 11.6.4.5-4	0,84			
forankringskapasitet ved dette dyp (kN)		101,75		

Tilfelle 3 (uttrekkslegeme i berg, ett anker)			$\lambda = \sqrt{\frac{\gamma_M \cdot P_p}{\tau_k \cdot \pi \cdot \tan \psi}}$	
Minimum innboringsslengde i berg (m) - formel 11.6.4.5-5	1,36			
forankringskapasitet ved dette dyp (kN)		101,75		
radius kjegle ved aktuell forankringslengde (m)		1,0	Dersom radius er større enn halve senteravstand får man overlapp mellom kjegler. Cellen vil da bli gulmarkert og konfigurasjon må oppdateres for å unngå overlapp.	
forankringskapasitet ved dette dyp, vekt medregnet (kN)		122		

Tilfelle 3_1 (uttrekkslegeme i berg, ett anker - anker ikke normalt bergoverflate)			$\lambda_a = \sqrt{\frac{\gamma_M \cdot P_p}{\tau_k \cdot \pi \cdot \tan(\psi \cdot \sin \alpha)}}$	
Minimum innboringsslengde i berg (m) - formel 11.6.4.5-5	1,36			

Tilfelle 4 (uttrekkslegeme i berg, begrenset antall ankere)			$\lambda = \frac{-(\eta - 1) \cdot D \pm \sqrt{(\eta - 1)^2 \cdot D^2 + \frac{\pi \cdot \tan \psi \cdot \eta \cdot P_p \cdot \gamma_M}{\tau_k}}}{\pi \cdot \tan \psi}$	
Delutregning, teller, første del	-1			
Delutregning, teller andre del	4,35			
Nevner	2,20			
Minimum innboringsslengde i berg (m) - formel 11.6.4.5-8	1,52			

Tilfelle 5 (uttrekkslegeme i berg, ubegrenset antall ankere)			$\lambda = \frac{\gamma_M \cdot P_p}{2 \cdot \tau_k \cdot D}$	
Minimum innboringsslengde i berg (m) - formel 11.6.4.5-7	2,24			
Det er ikke ubegrenset antall anker.				

Beregnet nødvendig fankringslengde for ett anker (m)	1,36	Beregnet minste forankringslengde nødvendig for å ivareta lasten P _p
Beregnet nødvendig fankringslengde for flere (begrenset antall) ankere (m)	1,52	Beregnet minste forankringslengde nødvendig for å ivareta lasten P _p
Beregnet nødvendig fankringslengde for flere (ubegrenset antall) ankere (m)	2,24	Beregnet minste forankringslengde nødvendig for å ivareta lasten P _p

Anbefalt/valgt forankringslengde i berg (m)	3,00	Forankringslengder mindre enn 2 m anbefales ikke, uavhengig av beregnet lengde.
---	------	---

