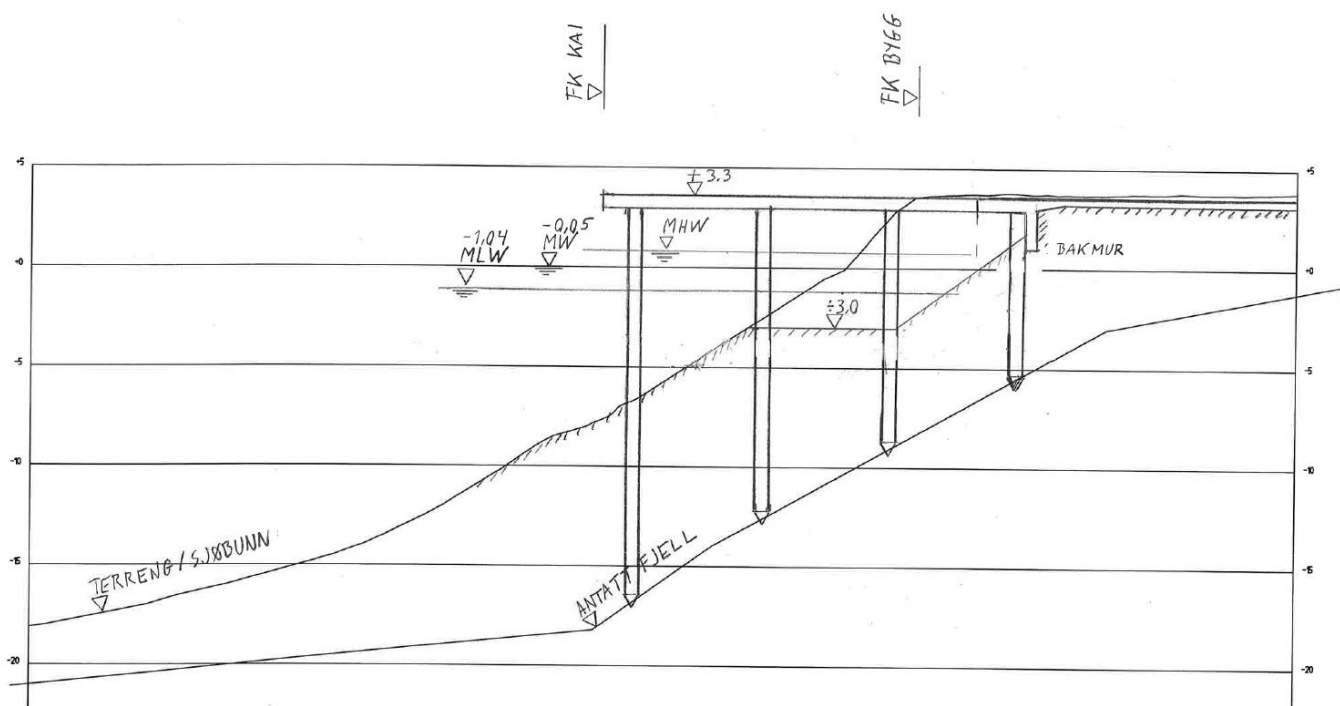


Moldjord Bygg og Anlegg AS

# Ramming av peler - Valen Kai

Detaljprosjektering

Oppdragsnr.: 5192952 Dokumentnr.: RIG-02 Versjon: J02 Dato: 2020-02-28



Skisse lengdeprofil midt i krandokk

**Oppdragsgiver:** Moldjord Bygg og Anlegg AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Arne Wiik  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Konrad Klausens vei 8, NO-8003 Bodø  
**Oppdragsleder:** Frank Jacobsen  
**Fagansvarlig:** Frank Jacobsen  
**Andre nøkkelpersoner:** Viktor Renström og Espen Karlsen

J02	2020-02-28	Revisjon: Kapittel 4.2 Områdestabilitet.	VikRen	EspKar	FJ
J01	2019-12-05	For bruk	VikRen	EspKar	FJ
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Styrende dokumenter</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Klassifiseringer</b>	<b>6</b>
3.1	Geoteknisk kategori	6
3.2	Konsekvensklasse	6
3.3	Pålitelighetsklasse	6
3.4	Prosjekteringskontrollklasse	6
3.5	Seismisk grunntype	6
<b>4</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Bæreevneberegning</b>	<b>9</b>
5.1	Rammeutstyr	11
5.2	Virkningsgrad	11
5.3	Støtbølgerrefleksjon	11
<b>6</b>	<b>Rammeinstruks</b>	<b>12</b>
6.1	Rammeutstyr og peler	12
6.2	Områdespåvirkning	12
6.3	Bevegelsesmålinger	13
6.4	Innmeisling i berg	14
6.5	Etterramming	14
6.6	Rapportering og godkjenning	15
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>16</b>

## Vedlegg

Vedlegg A – Bæreevneberegninger

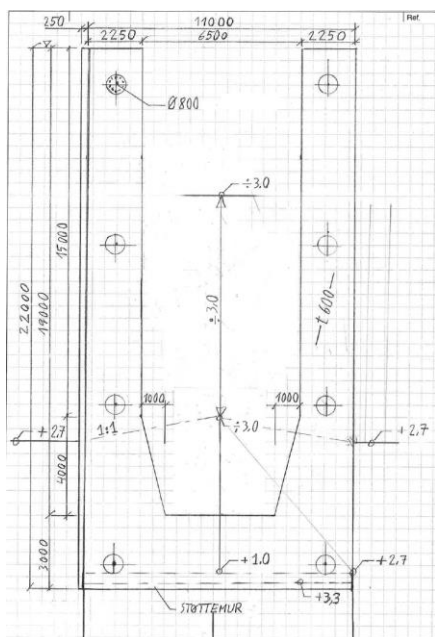
# 1 Innledning

Det skal etableres ny kai og krandokk i Rønvika, Bodø. Ny kai er en forlengelse av eksisterende kai i området.



Figur 1: Flyfoto over eksisterende kai

Kaien bygges som en åpen kai med betongdekke på 8 stk stålrørspeler som rammes til berg.



Figur 2: Skisse av planlagt tiltak

Dette notatet dokumenterer innledende beregninger av pelekapasiteten og lister rammeinstruksen for arbeidet. Notatet oversendes bestiller og peleentreprenør.

Prosjekteringen gjelder kun for krandokken som vist på figur 2. For videre utvidelse av kaien, eller andre terrengarbeider nær sjøen er det nødvendig å utføre supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger.

## 2 Styrende dokumenter

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016  
Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016  
Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014  
Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.
- Peleveiledningen 2012  
Norske Geoteknisk Forening, Den Norske Pelekomité
- Byggesaksforskriften (SAK10)  
Direktoratet for Byggkvalitet
- Håndbok V220  
Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging.
- Firmaprosedyre FP07  
Norconsult kvalitetssystem: Prosedyre for dokumentproduksjon.

## 3 Klassifiseringer

### 3.1 Geoteknisk kategori

Tiltaket omfatter konvensjonelle konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller spesielt vanskelige grunn- eller belastningsforhold. I henhold til Eurokode 7 (Norsk Standard, 1997), vurderes tiltaket til å inngå i geoteknisk kategori 2.

### 3.2 Konsekvensklasse

I henhold til Eurokode 0, tabell B, vurderes det at svikt kan medføre middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale og miljømessige konsekvenser. Tiltaket vurderes derfor å være i konsekvensklasse 2 (CC2).

### 3.3 Pålitelighetsklasse

Tiltaket er et kai- og havneanlegg og plasseres i pålitelighetsklasse 2 (RC2) i henhold til Eurokode 0, tabell NA.A1(901).

### 3.4 Prosjekteringskontrollklasse

I henhold til Eurokode 0, tabell NA.A1(902) plasseres tiltaket i prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2), som følge av tiltakets plassering i RC2.

### 3.5 Seismisk grunntype

Seismisk grunntype er bestemt til D.

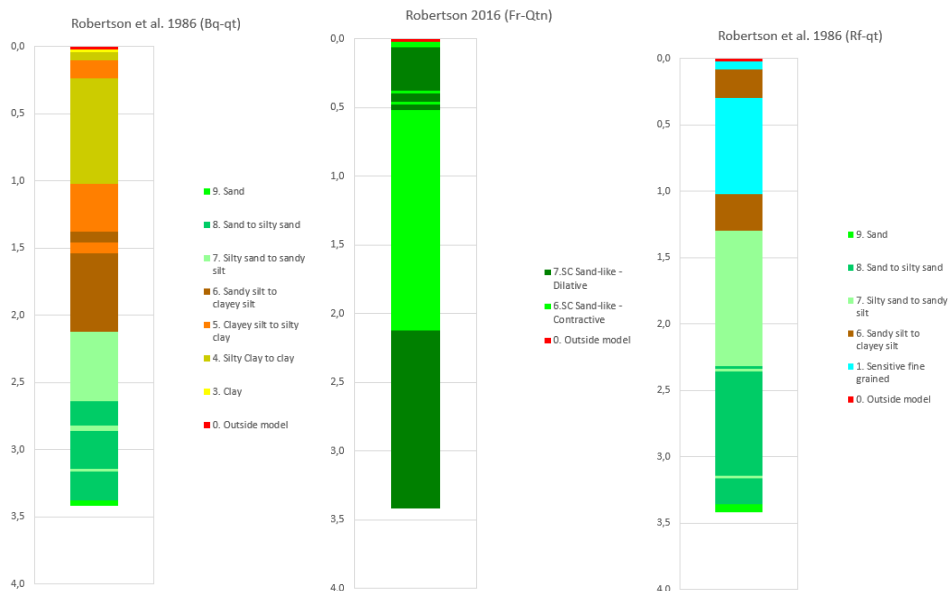
### 3.6 Tiltaksklasse

I Plan- og bygningsloven §9-4 skal byggverk plasseres i tiltaksklasse.

Prosjektet er i samråd med RIB vurdert til å være i tiltaksklasse 1.

## 4 Grunnforhold

De stedlige massene i skråningen er tolket til å generelt bestå av relativt løst lagret silt med og sand over morene som dekker berget. Tolkning er basert på de utførte totalsonderinger og utført trykksoneering. Empiriske samband som er koblet mot trykksoneering indikerer generelt at massene består av sand og silt. Noen av sambandene indikerer et tynt lag av leire, men det er vurdert å være en feiltolkning basert på totalsonderingene.



Figur 3: Utklipp av empirisk samband utviklet av Robertson mellom trykksoneeringer og jordart.

Det ligger også en fylling over de stedlige massene i toppen av skråningen på land, denne har noe utslag ut i sjøen. Graving i fyllingen med gravemaskin viser at fyllingen består av velgraderte steinmasser med steinstørrelse inntil blokk. Berget virker ut ifra de utførte boringene være av relativt god kvalitet.

Løsmassemekthet i borpunktene varierer fra cirka 6 m til 10 m i topp av skråning ved land, til oppimot 10 m i borpunktet som ble tatt ved planlagt ytterkant kai i sjøen.

For en detaljert beskrivelse av grunnforholdene henvises det til «RIG-01-Valen kai datarapport».

Tabell 1 – Tolkete materialparametere for de stedlige massene.

Materialparametere	Silt	Sand/grus
Tyngdetetthet, $\gamma / \gamma'$	18/8 kN/m <sup>3</sup>	19/9
Styrke $a/\phi'$	$a=8$ kPa, $\phi'=32^\circ$	$a=5$ kPa, $\phi'=32^\circ$
Styrke ( $S_u$ )	$S_{uD} = 50$ kPa	-
Materialkoeffisient	1,25/1,40	1,25

### 4.1 Stabilitetsforhold

Dagens stabilitet er beregnet for skråningen basert på de utførte grunnundersøkelsene. Stabiliteten er beregnet for dagens situasjon og med planlagt tiltak der det skal foretas en utgraving i øvre del av skråningen. Resultat viser at dagens situasjon har noe anstrengt stabilitet, men fortsatt over kravene i Eurokode. Etter planlagt avlastning har stabiliteten litt bedre margin. Det må ikke utføres fyllingsarbeider eller andre gravearbeider på sjøbunn foran dokka og nærliggende områder i sjøkanten. Kartlagte stabilitetsforhold gjelder kun skråningen akkurat der dokka er planlagt. For videre utvidelse av kaien er det behov for kompletterende grunnundersøkelser og vurderinger.

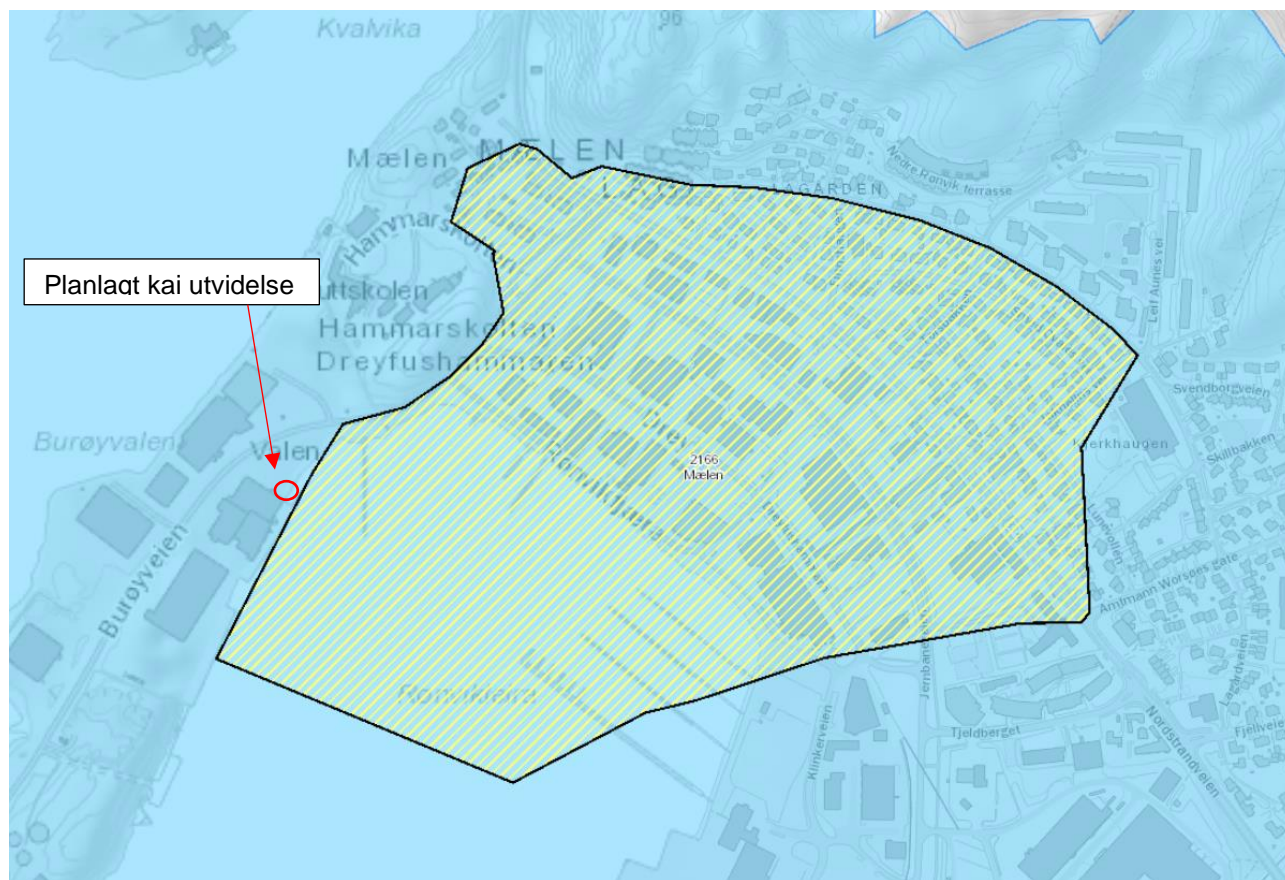
Tabell 2: Resultat fra stabilitetsberegningene

		Materialfaktor																																																																								
Dagens situasjon	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Un.welgh</th> <th>Sub.welgh</th> <th>R</th> <th>C</th> <th>C</th> <th>Aa</th> <th>Ad</th> <th>Ap</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fyllmasser</td> <td>19,00</td> <td>9,00</td> <td>420</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sand</td> <td>19,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Silteleire</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>5,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sand</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morene</td> <td>19,00</td> <td>9,00</td> <td>300</td> <td>20,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bøl leire</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>250</td> <td>5,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Berg</td> <td>27,00</td> <td>17,00</td> <td>450</td> <td>500,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Material	Un.welgh	Sub.welgh	R	C	C	Aa	Ad	Ap	Fyllmasser	19,00	9,00	420	10					Sand	19,00	8,00	320	3,0					Silteleire	18,00	8,00	320	5,0					Sand	18,00	8,00	320	3,0					Morene	19,00	9,00	300	20,0					Bøl leire	18,00	8,00	250	5,0					Berg	27,00	17,00	450	500,0					1,27
Material	Un.welgh	Sub.welgh	R	C	C	Aa	Ad	Ap																																																																		
Fyllmasser	19,00	9,00	420	10																																																																						
Sand	19,00	8,00	320	3,0																																																																						
Silteleire	18,00	8,00	320	5,0																																																																						
Sand	18,00	8,00	320	3,0																																																																						
Morene	19,00	9,00	300	20,0																																																																						
Bøl leire	18,00	8,00	250	5,0																																																																						
Berg	27,00	17,00	450	500,0																																																																						
Med tiltak	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Un.welgh</th> <th>Sub.welgh</th> <th>R</th> <th>C</th> <th>C</th> <th>Aa</th> <th>Ad</th> <th>Ap</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fyllmasser</td> <td>19,00</td> <td>9,00</td> <td>420</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sand</td> <td>19,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Silteleire</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>5,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sand</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>320</td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morene</td> <td>19,00</td> <td>9,00</td> <td>300</td> <td>20,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bøl leire</td> <td>18,00</td> <td>8,00</td> <td>250</td> <td>5,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Berg</td> <td>27,00</td> <td>17,00</td> <td>450</td> <td>500,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Material	Un.welgh	Sub.welgh	R	C	C	Aa	Ad	Ap	Fyllmasser	19,00	9,00	420	10					Sand	19,00	8,00	320	3,0					Silteleire	18,00	8,00	320	5,0					Sand	18,00	8,00	320	3,0					Morene	19,00	9,00	300	20,0					Bøl leire	18,00	8,00	250	5,0					Berg	27,00	17,00	450	500,0					1,74
Material	Un.welgh	Sub.welgh	R	C	C	Aa	Ad	Ap																																																																		
Fyllmasser	19,00	9,00	420	10																																																																						
Sand	19,00	8,00	320	3,0																																																																						
Silteleire	18,00	8,00	320	5,0																																																																						
Sand	18,00	8,00	320	3,0																																																																						
Morene	19,00	9,00	300	20,0																																																																						
Bøl leire	18,00	8,00	250	5,0																																																																						
Berg	27,00	17,00	450	500,0																																																																						



## 4.2 Områdestabilitet

Det er registrert en nærliggende kvikkleirefaresone i Rønnvika. Tiltaksområdet ligger i utkanten av avgrenset faresone, se figur 4.



Figur 4: Utklipp av nærliggende faresone.

Det er gjennomført grunnundersøkelser for kaia. Tiltaket kommer **ikke** inn under NVEs regelverk for kvikkleire, siden det **ikke** er påtruffet sprøbrudsmateriale/kvikkleire ved planlagt kai/dokk.

Lokalstabiliteten for skråningen der kaien er planlagt er omtalt i kapittel 4.1 og tilfredsstillende de aktuelle regelverkene/kravene. Ramming av peler hvor det ikke er påvist bløt leire vil **ikke** påvirke stabiliteten for den nærliggende kvikkleiresonen i Rønnvika. Påvirkningen av ramming er begrenset til lokalstabilitet av skråningen der utførte grunnundersøkelser vurderes dekkende.

## 5 Fundamentering

Ny kai skal fundamenteres med 8 stk rammede stålrørspeler. Nødvendig peledimensjon er vurdert av RIB. Stålrøret er ikke inkludert i RIBs kapasitetsberegninger. Knekking av armert betongtverrsnitt er dimensjonerende for pelene.

Pelene tar kun aksiale krefter og noe topp-moment. Laterale krefter tas opp med friksjonsplate som forankras i berg og med sideankre til enden av eksisterende kai.

### 5.1 Krav til peler

Det skal benyttes peler av typen minimum  $\varnothing 800/10\text{mm}$  med stålkvalitet S355J2 og utstøping med betongkvalitet B45. Pelene blir rammet i et utsatt maritimt miljø, og det armerte betongtverrsnittet må dimensjoneres for full kapasitet av laster slik at stålrøret kun fungerer som foringsrør og ikke bærer noe av lasten.

Det skal benyttes massiv rett fjellspiss påsveisert før ramming. Dimensjonerende trykkapasitet skal være minst 20% større enn krav til dimensjonerende bæreevne i bruddgrensetilstand (ULS)

Pelespissen skal utføres som angitt i «Peleveilederen 2012». Eggen skal være skålformet og herdes til minimum hardhet 320HB (Brinellhardhet).

Peler skal utstøpes vannfylte med undervannsstøp (AUV betong). Betongens blanderesept må tilpasses utførelse av arbeidene. Entreprenøren skal legge fram en arbeidsprosedyre for utførelse av støpearbeidene for RIB sin kontroll.

## 6 Bæreevneberegning

Alle pelene som skal benyttes er av typen 800 mm i diameter stålrørspeler som armeres og støpes ut, der stålrøret kun skal fungere som forskaling.

Bæreevne er beregnet i Norconsults egenutviklede regneark basert på rammespenninger og støtbølge teori som beskrevet i Peleveiledningen (2012) kapittel 4.6. Utvalgte parametere fra beregning av bæreevne er vist i Tabell 3.

Tabell 3: Utvalgte parametere fra bæreevneberegninger.

Dimensjon	Godstykkeelse [mm]	Helning [-]	Bruddgrenselast pelespiss [kN]	Antatt lengde [m]	Antatt virkningsgrad [-]	Antatt støtbølgerrefleksjon ( $f_w$ ) [-]
Ø800	10,0	~	1374	24	0,9	1,40-1,55

Pelekapasitet er kontrollert for stoppkriterium i berg og morene. Berget har relativt bratt helling i skråningen, men det er antatt at bergskoen vil få feste ved ramming.

Utskrift fra regneark finnes i vedlegg A.

### 6.1 Rammeutstyr

Det er i beregningene forutsatt 5 tonn hydraulisk lodd med fallhøyde minimum 1,5 m. Rammeutstyr må avklares med peleentreprenør og byggherre før oppstart.

### 6.2 Virkningsgrad

For ramming av vertikale peler er det lagt til grunn virkningsgrad 0,9. For hydraulisk akselererende lodd kan virkningsgraden være over 1,0 [1].

### 6.3 Støtbølgerrefleksjon

Når de maksimale strekk- eller trykkspenninger under sluttramming beregnes, korrigeres det for loddets masse og pelens dimensjoner med en korreksjonsfaktor ( $f_w$ ), som avhenger av forholdet mellom spissmotstand og friksjonsmotstand. Anbefalte verdier for  $f_w$  er vist i Tabell 4.

Basert på løsmassemekktighet, antatt pelelengde og løsmasstype vurderes friksjonsmotstand langs pelen å være middels til liten. For spissbærende peler til berg kan spissmotstanden under sluttramming beskrives som «meget stor».

Opplyst bruddgrenselast ved pelespiss er kontrollert for en  $f_w$  faktor, som vurderes å ligge i intervallet 1,40-1,55 – se vedlegg A.

Tabell 4: Anbefalte verdier for  $f_w$  faktoren. [1]

	Under nedramming Moderat rammemotstand $s > 5$ mm/ slag			Under sluttramming Betydelig spissmotstand $s < 1$ mm/ slag		
Friksjonsmotstand	Liten	Middels	Stor	Middels	Liten	
Spissmotstand	Liten		Middels	Moderat	Stor	Meget stor
Trykk	1,0	1,0	1,0	1,2– 1,3	1,3– 1,5	1,5– 1,8
Strekk	-1,0 – -0,8	-0,8 – -0,4	-0,4 – -0,1	Strekk kan oppstå i det reflektert bølge når peletopp		

## 7 Rammeinstruks

Det skal rammes lukkede stålrørspeler med dimensjon Ø800 x 10 mm med hul bergspiss.

Dimensjonering av betong og armering blir utført av RIB

### 7.1 Rammeutstyr og pelelengde

For innmeisling og stoppslagning er det forutsatt hydraulisk lodd med vekt minimum 5 tonn og fallhøyde opptil 150 cm. Virkningsgrad er antatt til minimum 0,9 for vertikale pelar. Ved mange slag (>10) er det i utgangspunktet maks tillatt en fallhøyde på 100 cm mens for tilfellet da det brukes < 10 slag er det tillatt en fallhøyde på 150 cm. Ved ønske om større høyder må dette avklares med RIG.

MAKSIMAL RAMESPENNING i pelen,	s <sub>max</sub> =	209	265	224	231	MPa
Peleveiledningen formel (4-47):						
NØDVENDIG FALLHØYDE,	H <sub>min</sub> =	11	10	10	9	cm
TILLATT FALLHØYDE mange slag,	H <sub>max</sub> =	150	140	131	123	cm
TILLATT FALLHØYDE max. 10 slag,	H <sub>pr</sub> =	235	219	205	192	cm

Figur 5: Utklipp av beregnet tillatt fallhøyde fra Vedlegg A.

Maksimal pelelengde er antatt til ca. 23 m regnet fra overkant kai. Grunnundersøkelsene viser relativt løse masser og det er ikke forventet at det skal være et problem å ramme pelene helt ned til berg.

### 7.2 Skjøting

Sveisearbeidet skal utføres i henhold til krav til sveising i NS-EN 1090- 2:2008+A1:2001. Peleelementer ligger normalt i konsekvensklasse 2 (CC2), brukskategori 1 (SC1) og Produksjonskategori (PC2). Dette gir da normalt krav til utførelsesklasse 2 (EXC2). Sveiseskjøter i pelespiss bør på grunn av hard påkjenning under ramming legges i utførelsesklasse 3 (EXC 3). Dette gjelder også sveiseskjøten mellom pelespiss og bunnrøret.

Entreprenøren skal vurdere skjøtelengder og ha ansvar for overlengder og kapp. Bunnpel skal være hel i min. 10 meters lengde med mindre rammeforholdene tilsier kortere total lengde. Minste skjøtelengde skal være 3 meter.

Skjøting utføres med sveising på plassen slik at skjøten får samme kapasitet som tverrsnittet for øvrig. Alle sveiser skal være tette og oppta rammearbeidet uten brudd. I de tilfeller der det benyttes pelar fra lager som allerede er skjøtt, skal entreprenøren forsikre seg som at disse er tilstrekkelig sammensveiset. Eventuelle brudd i sveiser og følgende av dette er entreprenørens ansvar. Ved skjøting under installering skal sveising utføres minimum 1.5m over rammenivå for å kontrollere at pelen etter skjøting ikke har større vinkelendring enn 1:250.

Stålrørspelene skal være nøyaktig bearbeidet i begge ender. Den ene enden skal være omhyggelig plandreid vinkelrett på røaksen (underpelan), mens den andre enden skal være plan over en bredde på 2mm regnet fra innerkant rør og deretter dreid konisk med en vinkel på minst 30grader i forhold til røaksen (overpelan). Stukte peletopper skal kappes og planslipes før skjøting.

### 7.3 Område-påvirkning

Ramming av pelar vil alltid påvirke grunnen i en viss utstrekking. I dette tilfellet er det ikke forventet noen problemer knyttet til arbeidet, men det er uansett alltid en viss risiko. Pelene nærmest eksisterende bygg kan med fordel rammes noe forsiktigere for å unngå massfortrenging og eventuelle skader av bygget. Ved tegn på at det omkringliggende området blir påvirket av rammingen (sig i skråning, fylling eller skader på bygget) skal arbeidet stanses umiddelbart og geotekniker skal kontaktes.

Det er anbefalt at planlagt gravearbeid i skråningen (avlasting) utføres før pelene rammes i skråningen.

## 7.4 Plasseringskrav

Alle peler skal settes og innmåles fra etablerte akser. Toleransekrav til ferdig pel er:

-side: +/- 200mm

-høyde: +/- 50mm med endelig kappnivå +/- 15 mm.

-helning: 40:1

Peler med større feilplassering enn dette skal avviksbehandles av RIB. Innmålingsdata for hver pel skal fremskaffes i løpet av en virkedag etter at den er ferdig rammet.

Pelene skal kappes på kote som angitt på tegninger. Intet punkt på den renkappede pelen skal avvike mer enn 10mm fra et plan vinkelrett på peleaksen.

## 7.5 Bevegelsesmålinger

For kontroll av rammespenninger og bæreevne skal bevegelsesmåling utføres på alle peler.

Bevegelsesmåling utføres med et papir festet på pelen hvor det føres en blyant på tvers av pelen i slagøyeblikket (ved prøveslag). Kurven som fremkommer skal vise en tydelig refleks fra berget. Se prinsipp i Peleveiledningen 2012, pkt. 4.2.1, side 73.

Resultatene rapporteres fortløpende og vedlegges peleprotokollen. Papiret med bevegelsesmålingen skal angi **målestokk** (i mm) slik at bevegelsene kan avleses nøyaktig.

## 7.6 Innmeisling i berg

I det pelen treffer berg reduseres straks fallhøyden til 10 cm og det slås minst 200 slag i serier på 50 slag for å få feste. Synkning registreres for hver serie. Synkningen skal vise en jevn, eller avtagende tendens.

Deretter foretas følgende innmeislingsprosedyre:

1. Med fallhøyde 20 cm rammes serier á 10 slag inntil synkningen for de siste 3 serier til sammen er 6,0 mm eller mindre. Synkningen skal vise jevn eller avtagende tendens.
2. Fallhøyden økes til 60 cm. Rammingen avsluttes når synkningen for de siste 3 seriene á 10 slag til sammen er 6,0 mm eller mindre og har en jevn avtagende tendens. Dersom synkningen for første serie er større enn 6,0 mm eller synkningen viser klart økende tendens, kan dette tyde på at pelen skrenser og det går tilbake til pkt. 1.
3. Fallhøyden økes til 120 cm. Rammingen avsluttes når synkningen for de siste 3 seriene á 10 slag til sammen er 10 mm eller mindre og har jevn eller avtagende tendens. Dersom synkningen for første serie er større enn 10 mm eller synkningen viser klart økende tendens, kan dette tyde på at pelen skrenser og det går tilbake til pkt. 1.
4. Det slås 3 prøveslag med fallhøyde 150 cm og synkningen for hvert slag måles. Sum synkning for de tre slagene skal ikke være større enn 3,0 mm, ellers går det tilbake til pkt. 2.
5. Fallhøyden skal innledningsvis kontrolleres ved bevegelsesmåling på et utvalg av peler med representative lengder. Målingene utføres under ramming av prøveslagene. Måleresultatene rapporteres umiddelbart til rådgivende ingeniør slik at eventuelt nødvendige endringer i fallhøyde kan foretas. Resultatene skal vedheftes peleprotokollen. Bevegelsesmåling gjennomføres ved å feste et ark til pelen og føre en blyant på tvers av pelen i slagøyeblikket, jfr. Peleveiledningen fig 4.6. Kurven som fremkommer skal vise en tydelig refleks fra fjellet.
6. Til slutt slås 3 serier á 10 slag med 20 cm fallhøyde. Summen av synkningen for disse 3 seriene skal ikke være større enn 3,0 mm. Oppfylles ikke dette kravet går det tilbake til pkt. 2.

## 7.7 Etterramming

I utgangspunktet skal alle peler etterrammes. RIG kan imidlertid vurdere behovet for etterramming av peler under arbeidets gang på bakgrunn av rammedata og nivellement av pel.

På grunn av faren for massefortrengning under nedrammingen og oppløst av nabopeler, skal etterramming tidligst utføres etter at nabopeler er ferdig nedrammet. Alternativt kan det kontrollmåles ved nivellement om pelen har hevet seg eller ikke. Peler som har hevet seg mer enn 3 mm skal etterrammes.

Etterramming av peler med spiss på berg skal utføres i serier á 10 slag med synkmåling for hver serie. Det benyttes fallhøyde 0,30 m. Peler etterrammes tidligst ett døgn etter avsluttet innmeisling.

Det skal rammes minimum 3 slagserier. Rammingen kan avsluttes når synk pr. serie er lik eller mindre enn 3 mm for pelespiss på fjell. Synkningen skal være konstant eller avtagende.

## 7.8 Rapportering og godkjenning

Entreprenøren skal føre en rammeprotokoll for hver pel. Den skal inneholde alle opplysninger om pelen og pelingen, og skal være tydelig skrevet eller føres elektronisk. Protokoller overleveres fortløpende til byggeleder og geoteknisk konsulent, og skal ha vedlagt bevegelsesmålinger. Hver pel **skal** godkjennes av geotekniker/byggeleder **før** entreprenør begynner med neste pel.

I tillegg til angivelse i protokoll skal det fortløpende rapporteres unormale forhold ved rammingen, samt forhold som kan påvirke pelens funksjon/bæreevne, slik at eventuelle korrigerende tiltak kan skje mens pelingen pågår.

Innmåling av pelene dokumenteres ved eget målebrev.

Pelene godkjennes av byggeleder i henhold til oppsatt rutine, kun fullt ut dokumenterte peler godkjennes.

## 8 Referanser

- [1] Peleveiledningen 2012, Norsk Geoteknisk Forening
- [2] «State of the art – pele- og spuntramming», Begrens Skade (2015), Sigbjørn Rønning og Trond Imset
- [3] RIG-01 Valen Kai– Geoteknisk grunnundersøkelser og vurdering av skråningsstabilitet, Norconsult (2019)
- [4] Materialdata for naturstein. Typiske Verdier, SINTEF  
URL: [https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi\\_og\\_samfunn/berg-og-geoteknikk/lister/typiske-materialdata-for-naturstein.pdf](https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/berg-og-geoteknikk/lister/typiske-materialdata-for-naturstein.pdf)