
RAPPORT

Dykdalb Kai 3 - Honningsvåg

OPPDRAKSGIVER

Nordkappregionen Havn

EMNE

Skisseprosjekt dykdalb

DATO / REVISJON: 01.09.2023/ 00

DOKUMENTKODE: 10252854-01-TVF-RAP-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	Dykdalb Kai 3 - Honningsvåg	DOKUMENTKODE	10252854-01-TVF-RAP-001
EMNE	Skisseprosjekt dykdalb	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Nordkappregionen Havn	OPPDRAGSLEDER	Jørgen Lima Hansen
KONTAKTPERSON	Leif Gustav Prytz Olsen	UTARBEIDET AV	Joacim Andersen
KOORDINATER	Sone: EUREF89 Sone 33 Øst: 896956 Nord: 7911465	ANSVARLIG ENHET	10235043 Seksjon Havn og tyngre konstruksjoner, Tromsø
GNR./BNR./SNR.	8 / 170 / 0 / Nordkapp		

SAMMENDRAG

Rapporten omhandler skisseprosjekt for etablering av ny dykdalb ved Kai 3 i Honningsvåg. Dykdalben vil fungere både som et frittstående fortøyningspunkt (springliner) og fendingspunkt. Den skal dimensjoneres for større cruiseskip, hvorav største dimensjonerende skip er AIDASol med lengde på 253m.

Anbefalt utforming av dykdalben er en pelefundamentert betongkonstruksjon. Dimensjonene på dykdalben er 7x7m, med tykkelse på 2,5m. Antatte pelelengder er 25m. Det er antatt at peler utføres som ø230mm stålkjerner med Ø1016mm utstøpte stålrør som knekkavstivning.

Dykdalb foreslås plassert ca. 55m ut fra kaikant i et område hvor sjøbunnen er relativt jevn og har en dybde på 20-25m. Det er antatt grunt fjell i dette området.

Det anbefales at det utføres grunnundersøkelser for å kontrollere bergkvaliteten ved peler, mengden løsmasser, og for å vurdere om det er mest gunstig med ramming eller boring av peler.

Det er påvist svært forurenset sjøbunn flere steder i Honningsvåg og det anmodes av Statsforvalter at det utføres nærmere miljøundersøkelser.

Dykdalb utstyres med fender (SCN1400), 100t puller (minimum), leder, kaifrontlist, og markeringslys.

Adkomst ved bruk av båt.

Kostnadsestimat for dykdalb er ca. 23,4 MNOK eks. mva. gitt boring av peler og at totalt antall peler er 8. Det er lagt til grunn en usikkerhet på 30%.

00	01.09.2023	Utsendelse skisseprosjekt	JOAA	JLH	JLH
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Orientering.....	5
2	Forutsetninger	6
2.1	Grunnforhold	6
2.2	Maritime forhold	8
2.3	Dimensjonerende skip	13
2.4	Laster	14
3	Dykdalb	15
3.1	Innledning	15
3.2	Utforming	15
3.3	Fundamentering	18
3.3.1	Alternativt pelearrangement	21
3.4	Miljøhensyn	22
3.5	Fendring.....	22
3.6	Fortøyning.....	23
3.6.1	Fortøyningsarrangement	23
3.7	Utstyr	26
3.8	Kostnader.....	26
3.9	Fremdrift.....	26
4	Alternativ løsning for høy anløpshastighet.....	28
4.1	Utforming	28
4.2	Fundamentering	31
4.3	Fendring.....	32
4.4	Fortøyning.....	33
4.5	Kostnader.....	33
5	Konklusjoner og videre arbeid	34
6	Kilder	35
7	Vedlegg.....	36
7.1	Vedlegg 01 – Tegninger	36

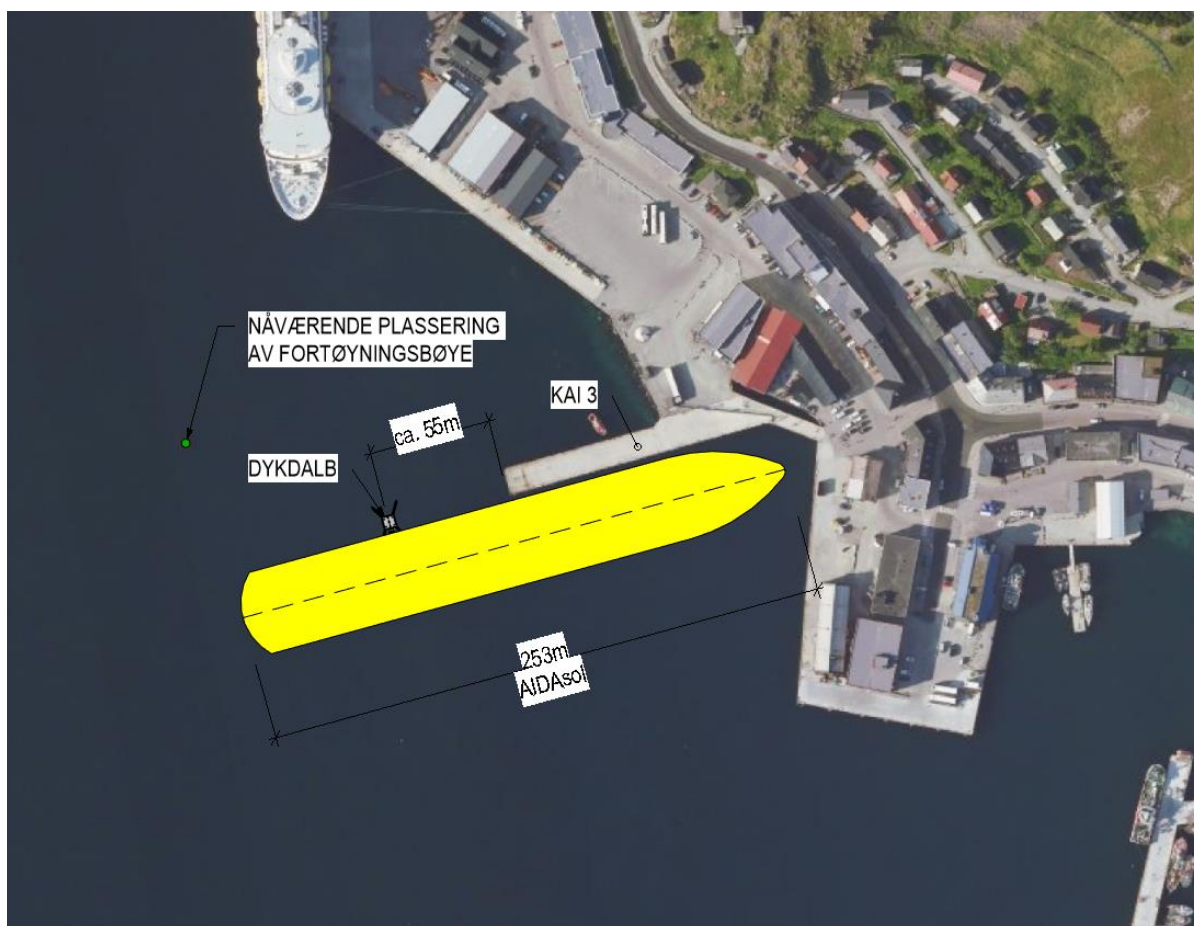
1 Innledning

1.1 Orientering

Nordkappregionen Havn ønsker å etablere et frittstående støtte- og fortøyningspunkt (dykdalb) utenfor Kai 3 i Honningsvåg. Lokale begrensninger utarbeidet av Lostjenesten/Kystverket gjør at skip ikke kan velge selv om de går med baug eller hekk inn mot kaia. De fleste skip må gå med hekken inn ved fortøyning. Ved etablering av ny dykdalb ønsker Nordkappregionen Havn å fjerne disse begrensningene samt forenkle fortøyning av større cruiseskip som legger til kaia.

Multiconsult har påtatt seg ansvaret for å utføre skisseprosjekt for dykdalb som bl.a. omfatter foreslått plassering og utforming på dykdalb samt et kostnadsestimat. Denne rapporten inneholder forutsetningene som er lagt til grunn for skisseprosjektet og anbefalt løsning for dykdalben.

Kaien er lokalisert i Honningsvåg, adresse gnr/bnr 8/170, se Figur 1-1.



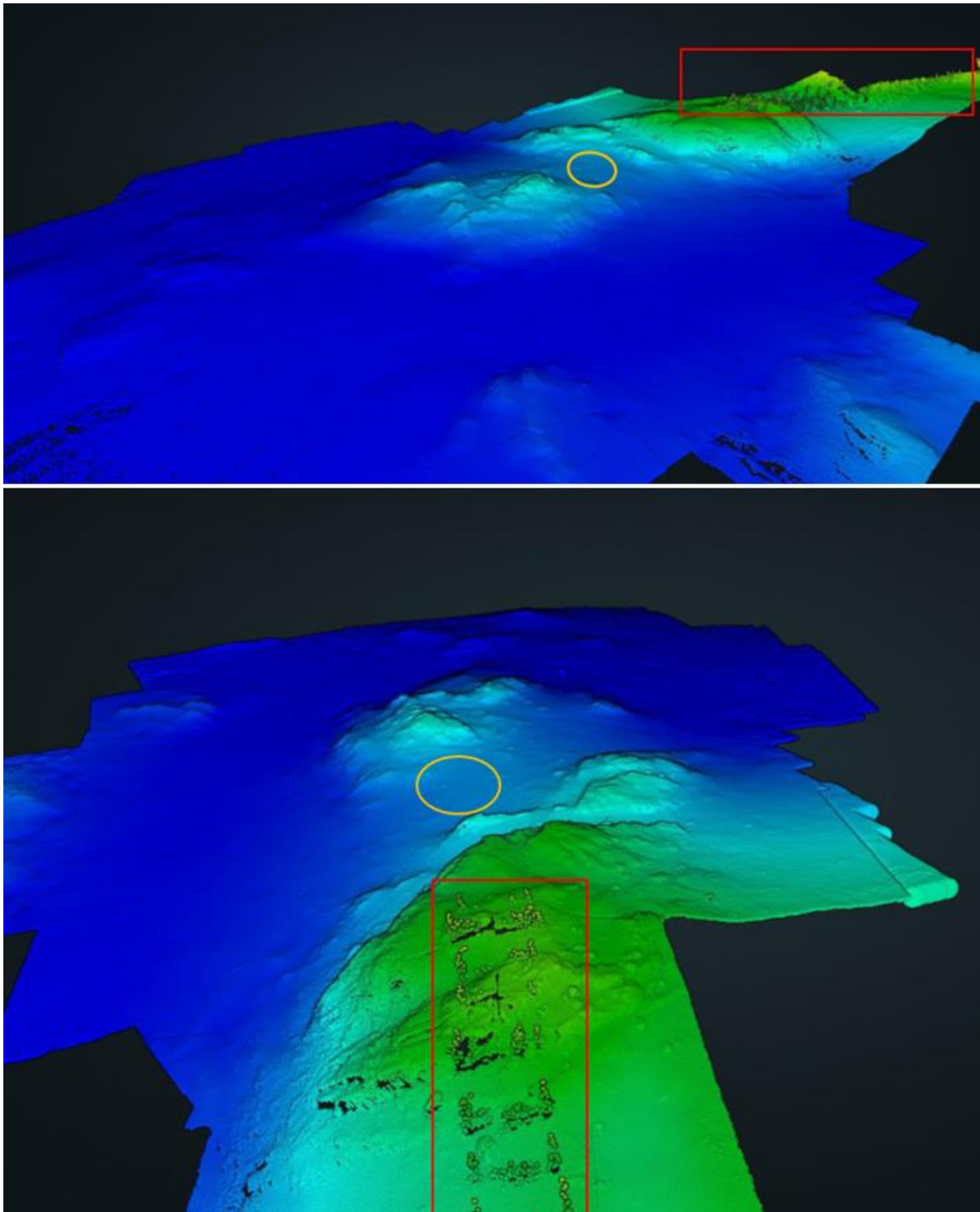
Figur 1-1 Kai 3 med ny dykdalb og dimensjonerende skip (AIDA Sol)

2 Forutsetninger

2.1 Grunnforhold

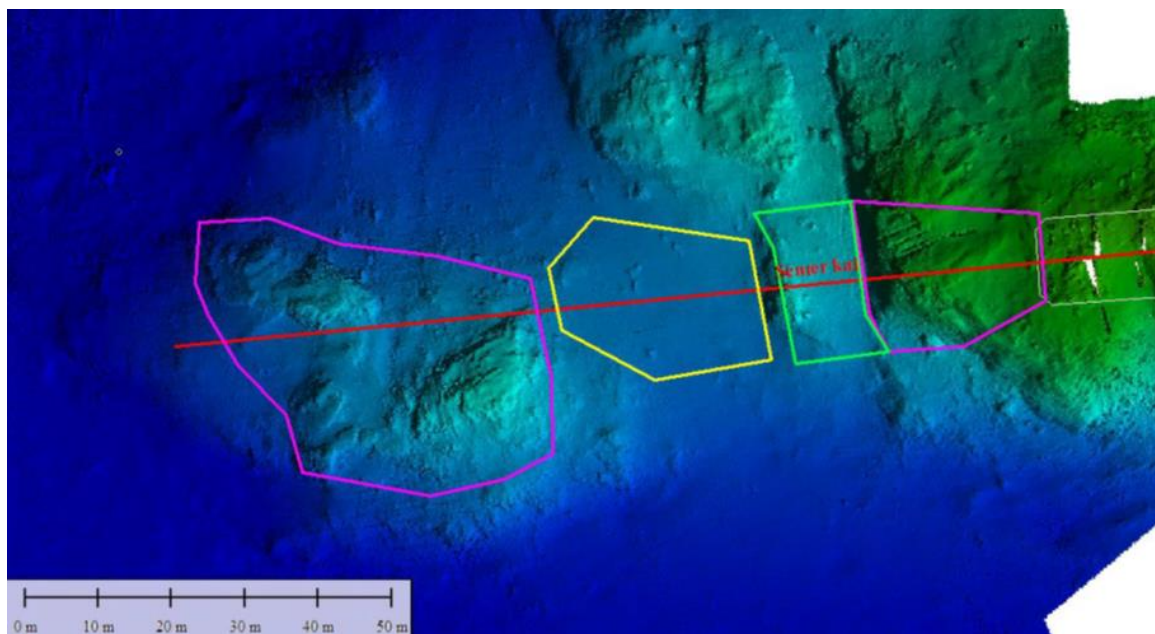
Sjøbunnskartlegging er tidligere utført av GeoNord [1]. Antatte grunnforhold er i denne rapporten basert på deres funn og konklusjoner samt kartdata tilgjengelig på norgeskart.no.

Utklipp fra GeoNord sin rapport angående grunnforholdene ved Kai 3 er vist under. Markerte områder (oransje og rødt) er tegnet inn på utklippene.



Figur 2-1 Sjøbunn (GeoNord). Kai 3 er markert i rødt. Foreslått plassering av dykdalb er markert i oransje.

Utklippene over viser sjøbunn ved Kai 3. Kai 3 er markert i rødt. Forslått plassering av dykdalb er markert i oransje. Lyse områder er bart eller grunt fjell. Figur 2-2 viser bart fjell markert i lilla og grunt fjell markert i gult. Foreslått plassering av dykdalb, ca. 55m vest fra kaikant, befinner seg i det gule området.



Figur 2-2 Områder med bart (lilla) og grunt (gult) fjell (GeoNord)

Figur 2-3 viser bilde tatt fra ROV-video av sjøbunnen ved Kai 3. Akkurat dette bildet er tatt innenfor det gule området i Figur 2-2, hvor dykdalb foreslås plassert. Som man kan se på utklippene over og på bildet under er det relativt flatt i dette området. Mengden løsmasser er ikke kjent, men det antas grunt fjell ifølge GeoNord.



Figur 2-3 ROV-bilde av sjøbunn (GeoNord, [youtube.com](https://www.youtube.com))

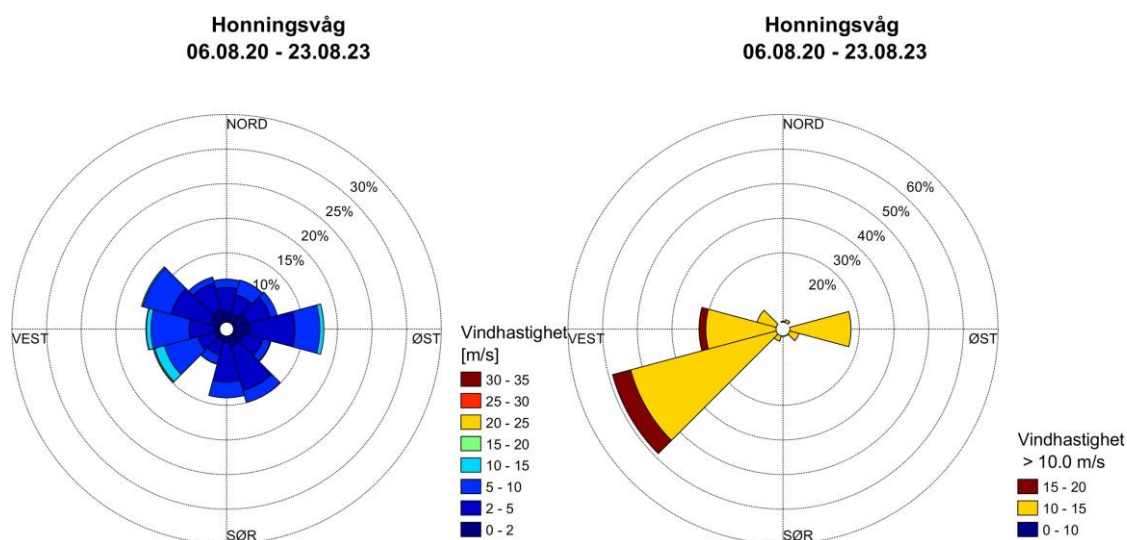
2.2 Maritime forhold

Maritime forhold som vind og bølger, samt fortøyning av skip, er undersøkt basert på historiske data og tidligere erfaringer og hendelser ved havnen i Honningsvåg. Vannstanden i området er vist i Figur 2-9.

En vindrose for middelvind og vindkast i Honningsvåg havn er gitt i henholdsvis Figur 2-4 og Figur 2-5. Vinddata for perioden 06.08.20 – 23.08.23 er hentet fra portwind.no. Den sterkeste vinden kommer fra vest/sørvest, og delvis fra øst. Sterke vindkast kan komme fra alle retninger, men oftest fra vest.

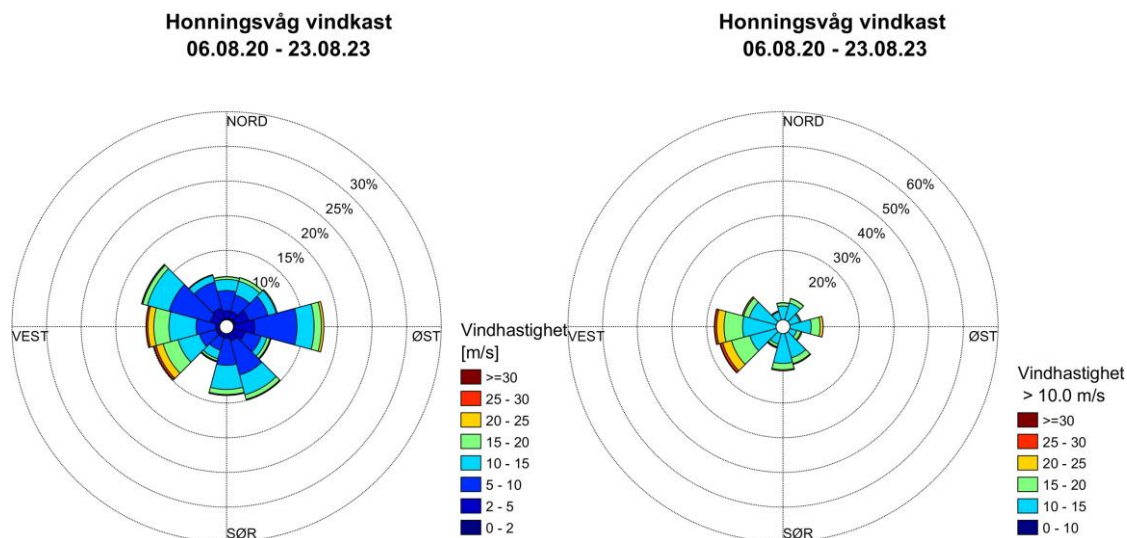
En statistisk oversikt over middelvind i Honningsvåg havn er gitt i Tabell 2-1. Sterkeste observerte middelvind i den observerte perioden er 20m/s, og 99% av tiden er middelvinden under 12,4m/s.

En oversikt over varighet av vindhendelser er gitt i Tabell 2-2 og Tabell 2-3. Det er i snitt 1.3 hendelser hvert år med vind over 15m/s i minst 3t sammenhengende og lengste sammenhengende periode med vind over 15m/s er 7t. I 2% av tiden er det middelvind over 10 m/s sammenhengende i minst 4t.



Figur 2-4 Vindrose for middelvind i Honningsvåg havn, venstre figur viser all vind, mens høyre figur viser vind over 10 m/s.

Skisseprosjekt



Figur 2-5 Vindrose for vindkast i Honningsvåg havn, venstre figur viser all vind, mens høyre figur viser vind over 10 m/s.

Tabell 2-1 Statistikk middelvind Honningsvåg havn

	Alle ret.	N: 345-15	NØ: 15-45	NØ: 45-75	Ø: 75-105	SØ: 105-135	SØ: 135-165	S: 165-195	SV: 195-225	SV: 225-255	V: 255-285	NV: 285-315	NV: 315-345
Min	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
Gjennomsnitt	4,3	3,3	4,1	3	4,2	3,5	3,5	3,9	4,1	6,7	5,7	4,5	3,1
Median	3,8	3,1	4	2,8	3,4	2,6	3,3	3,9	3,8	6,4	5,5	4,3	2,8
Maks	20,0	10,7	10,6	8,6	14,3	14	10,4	10,6	12,2	20,0	20,0	14,2	11
50-Prosentil	3,8	3,1	4	2,8	3,4	2,6	3,3	3,9	3,8	6,4	5,5	4,3	2,8
90-Prosentil	7,6	5,7	6,8	5,4	8,1	7,1	5,6	5,9	7,1	11,2	9,3	7,2	5,4
95-Prosentil	9,1	6,5	7,5	6,1	9,8	8,4	6,5	6,6	8	12,7	10,8	8,1	6,1
99-Prosentil	12,4	8,1	9	7,5	12,2	10,9	7,9	7,8	9,9	15,6	13,7	10,7	7,5
St. Dev	2,5	1,8	2,1	1,7	2,6	2,4	1,6	1,6	2,1	3,4	2,7	2,1	1,6
Gj. årlig maks	19,6	9,9	9,6	8,2	14,1	11,4	9,3	9	11,1	18,1	17	12,9	9,3
Gj. månedlig maks	14,1	6	6,9	5,9	9,2	6,9	5,7	6,2	7,3	12,8	11	8,9	6,5
Ant. Obs.	2627 8	1590	1713	1639	3478	1511	2516	2441	1109	2602	2755	3079	1845

Tabell 2-2 Varighet fordeling middelvind, antall hendelser per år

		>1 t	>2 t	>3 t	>4 t	>5 t	>6 t	>12 t	Maks varighet [t]
Middelvind	>10.0	45.0	31.3	23.0	18.0	13.7	11.0	3.0	30.0
	>15.0	4.3	1.7	1.3	0.7	0.3	0.3	0.0	7.0
	>20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	>25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	>30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	>35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabell 2-3 Varighet fordeling middelvind i andel tid [%]

		>1 t	>2 t	>3 t	>4 t	>5 t	>6 t	>12 t	Maks varighet [t]
Middelvind	>10,0	2,8	2,5	2,2	2,0	1,7	1,5	0,7	30,0
	>15,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	7,0
	>20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	>25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	>30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	>35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Sterk vind og/eller bølger kan bidra til vanskelige forhold ved fortøyning i Honningsvåg. Grunnet periodisk sterk vind og vanskelige fortøyningsforhold kan det antas en noe høyere anløpshastighet for dimensjonerende skip. Det er ikke tilgjengelige taubåter i Honningsvåg, men det antas at skipet selv kan kontrollere hastigheten ved bruk av dets sidepropeller.

Anløpshastigheten vil gi veldig stort utslag på dimensjonerende energi og derfor også reaksjonskraft på fender, som igjen avgjør dimensjonene på dykdalb og antall peler. Større cruiseskip vil ha større vindfang og vil dermed kunne påvirkes av vind. Den sterkeste vinden virker imidlertid vanligvis langs kaia istedenfor mot og vil derfor ikke ha en direkte ugunstig effekt mtp. anløpshastigheten. I Tabell 2-5 for dimensjonerende energi mot fender benyttes en hastighet på 0,20m/s (dette er også en typisk øvre verdi for tilfeller hvor skip legger til mot dykdalber, se f.eks. Figur 2-11). Erfaringsmessig er dette en realistisk verdi for anløpshastigheten. Verdien stemmer også godt med tall oppgitt i Port Designer's Handbook og britisk standard BS 6349-4 (2014). Det anbefales imidlertid at det gjøres målinger for å avgjøre faktiske anløpshastigheter.

Den britiske standarden anbefaler bruk av karakteristiske verdier når det ikke finnes noen annen informasjon [2]:

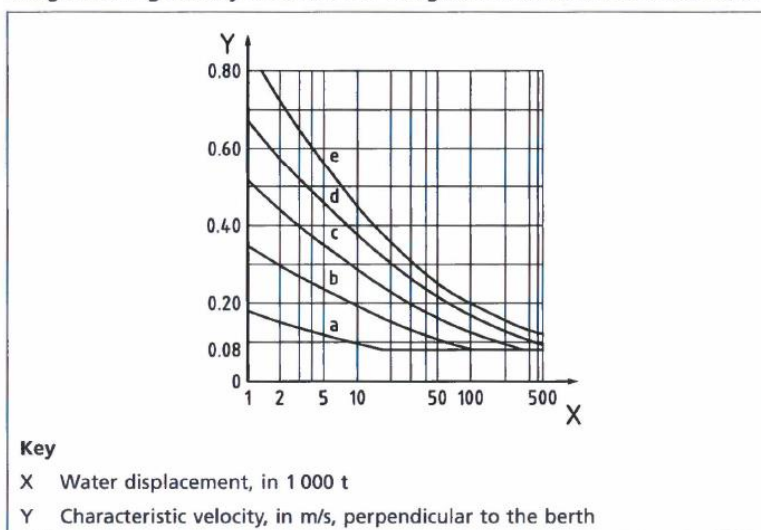
NOTE 1 In the absence of any other information, characteristic velocities for alongside berthing with the use of tugs or thrusters may be estimated from Figure 9, on which five curves are given corresponding to the following navigation conditions:

- a) good berthing, sheltered (i.e. not exposed to waves and/or currents);
- b) difficult berthing, sheltered;
- c) good berthing, exposed to waves and/or currents;
- d) difficult berthing, exposed to waves and/or currents;
- e) adverse berthing, exposed to waves and/or currents.

Figur 2-6 Utklipp fra britisk standard BS 6349-4

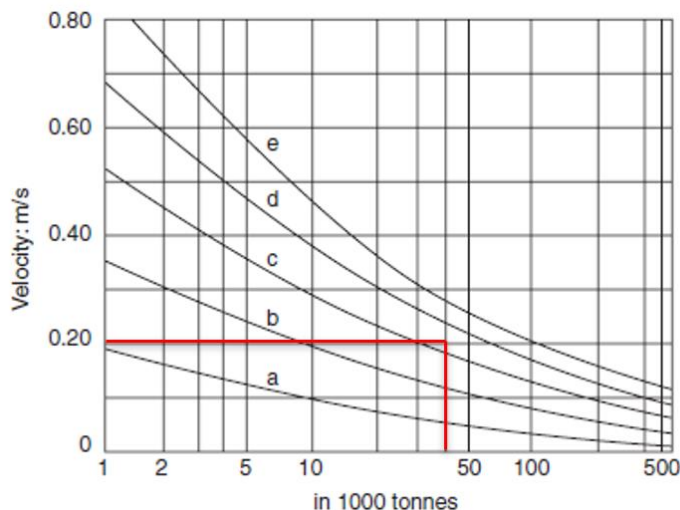
De karakteristiske verdiene er oppgitt i Figur 2-7. Ettersom største vindretning er langs og ikke mot kaia betraktes kurve 'e' i Figur 2-6 som lite realistisk. Gitt at fortøyningsforholdene i verste fall ligger mellom 'c' og 'd' vil hastigheten ved fortøyning ligge på ca. 0,2m/s for skip med deplasement på ca. 40t.

Figure 9 Design berthing velocity as function of navigation conditions and size of vessel



Figur 2-7 Karakteristiske anløpshastigheter med taubåt og/eller sidepropell (britisk standard)

Tilsvarende brukes Figur 2-8 i Port Designer's Handbook (her markert med 0,20m/s for skip med deplasement på 40t) [3]:

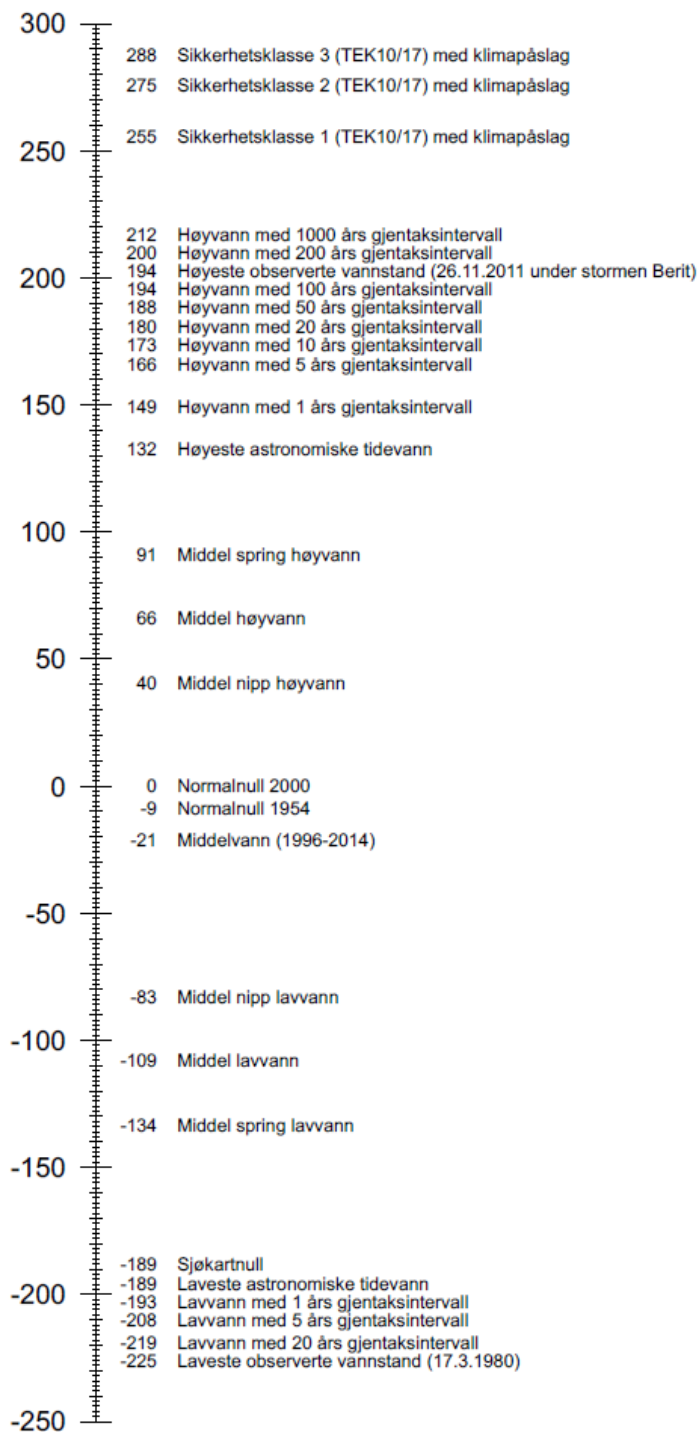


Figur 2-8 Karakteristiske anløpshastigheter ved bruk av taubåt og/eller sidepropell (Port Designer)

N70°58,7' E25°58,6'
 Nivåskisse

HONNINGSVÅG

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Honningsvåg, justert med faktor 1,00.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 5. juli 2023.

Figur 2-9 Vannstand Honningsvåg

Det er forholdsvis stor variasjon i vannivået ved Honningsvåg, med et spenn på over 3m fra LAT til HAT.

2.3 Dimensjonerende skip

Valgt dimensjonerende skip er AIDAsol, etter dialog med Nordkapp-regionen Havn. Parametere for dette cruiseskipet er ført opp i tabell under. Et bilde av skipet er vist i Figur 2-10.

Tabell 2-4 Dimensjonerende skip (AIDAsol)

Størrelse	Symbol	Verdi	Kommentar
Største lengde	Loa	253m	
Lengde mellom perpendikulærene	Lpp	225m	
Bredde (beam)	B	32,2m	38m på det meste.
Dypgang (draught)	D	7,3m	
Bruttotonn	GT	71300t	Deplasement er omtrent halvparten av dette.



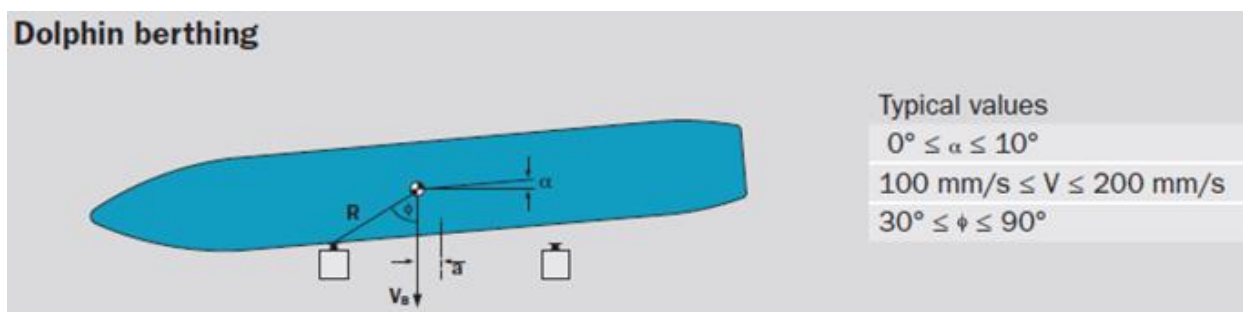
Figur 2-10 AIDAsol

Dimensjonerende energi for dette skipet er basert på anerkjente formler gitt i Port Designer's Handbook samt Trelleborg sin kalkulator for beregning av støtenergi ved fortøyning av skip (toctmsfender-selection.trelleborg.com). Beregnet dimensjonerende energi er funnet for to tilfeller fortøyning/støtpunkt mot fender. Såkalt tredjedelsstøt (1/3 punktkontakt) anses som mest aktuelt. Verdier er oppgitt i Tabell 2-5. Typisk tredjedelsstøt mot dykdalb er vist i Figur 2-11.

Tabell 2-5 Dimensjonerende energi

STØTENERGI - DYKDALB			
Størrelse		Formel	Verdi
Lengde	Loa	gitt	253 m
Lengde mellom perpendikulærene	Lpp	gitt	225 m
Bredde	B	gitt	32,2 m
Dybde	D	gitt	7,3 m
Støtvinkel	α	antatt	5,0 °
Støthastighet	Vn	antatt	0,200 m/s
Avvikende støtfaktor	Cab	ekstra sikkerhetsfaktor	1,50
Dimensjonerende støt energi	Ed2	$0,5 \times M \times Vn^2 \times Ce2 \times Cm \times Cs \times Cc \times Cab$	1288,5 kJ

Verdien for Ed2 (tredjedelsstøt) er gjeldende dimensjonerende energi. Fendertype og dimensjon for fending er basert på denne verdien.



Figur 2-11 Typisk tredjedelsstøt mot dykdalb (Trelleborg)

2.4 Laster

Egenlaster:

- Betong (armert): **25 kN/m³** (Tab. A.1 i [4])

Støtlaster:

- Punktlast fender: **2250kN** (maks reaksjonskraft basert på uheldig kontaktvinkel og høyere stivhet)

Fortøyningslaster:

- Pullerlast fra springline: **1000kN (100t)** (Tab. 12.1 i [3])
 - Virkningsvinkel: 0-180° i horisontalplanet, 0-60° i vertikalplanet

Det antas at det benyttes en ytre plastplate på fenderplate s.a. friksjonskoeffisient for kontakt mellom skipsskrog og fenderplate er 0,2. Maksimum friksjonslast blir da:

- Horisontal last ved friksjon på fender: **450kN**

3 Dykdalb

3.1 Innledning

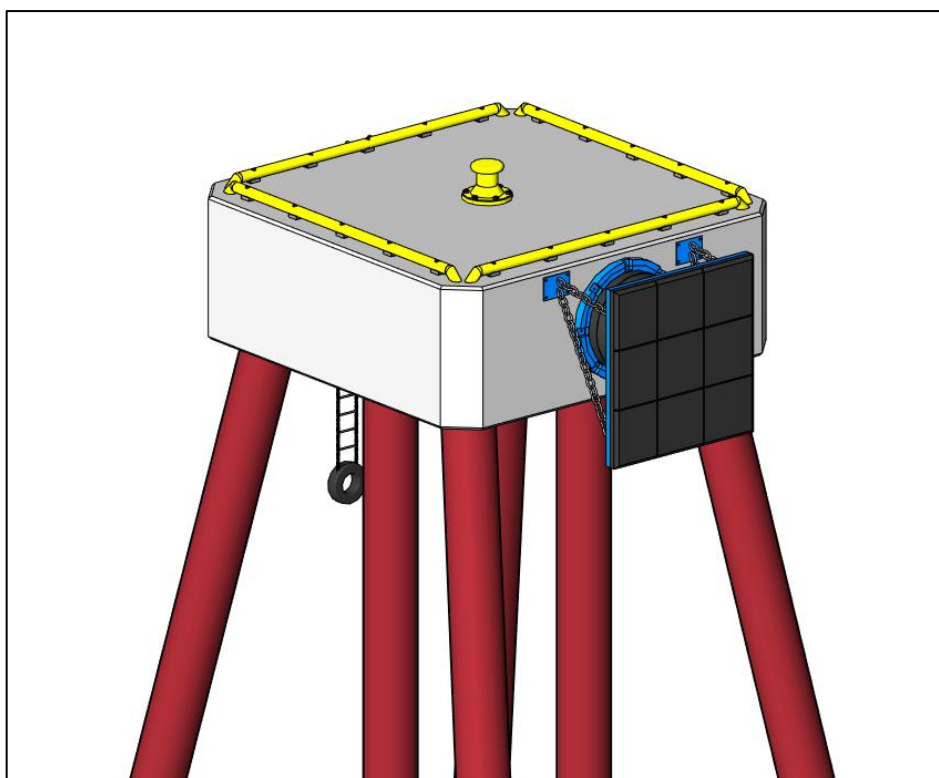
Det er vurdert flere ulike geometrier og peleløsninger for dykdalb. Dette kapitlet presenterer foreslått utforming samt pelearrangement og nødvendig utstyr for dykdalb. Ulike fortøyningsarrangement for største dimensjonerende skip er også vist i et eget delkapittel.

3.2 Utforming

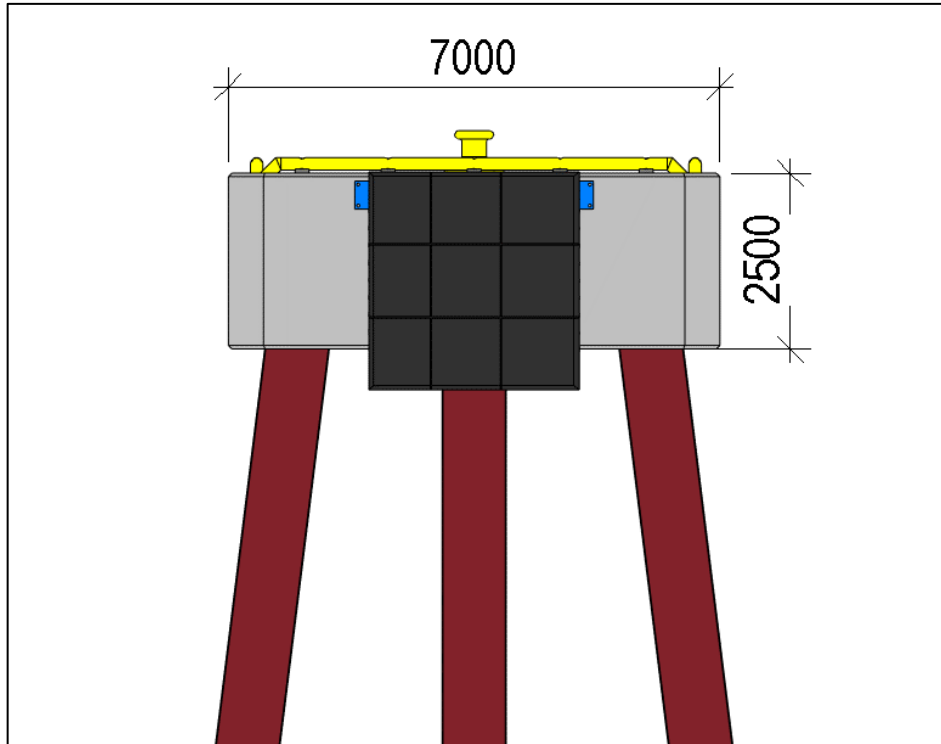
Dykdalben utføres som en pelefundamentert betongkonstruksjon. Nødvendige dimensjoner basert på dimensjonerende energi, fending, og maks reaksjonskraft mot fender er bredde og lengde på 7m og tykkelse på 2,5m.

En 3D-illustrasjon av dykdalben er vist i Figur 3-1. Prinsippsnitt av dykdalb er vist i Figur 3-2 og Figur 3-3. Plan av dykdalben er vist i Figur 3-4.

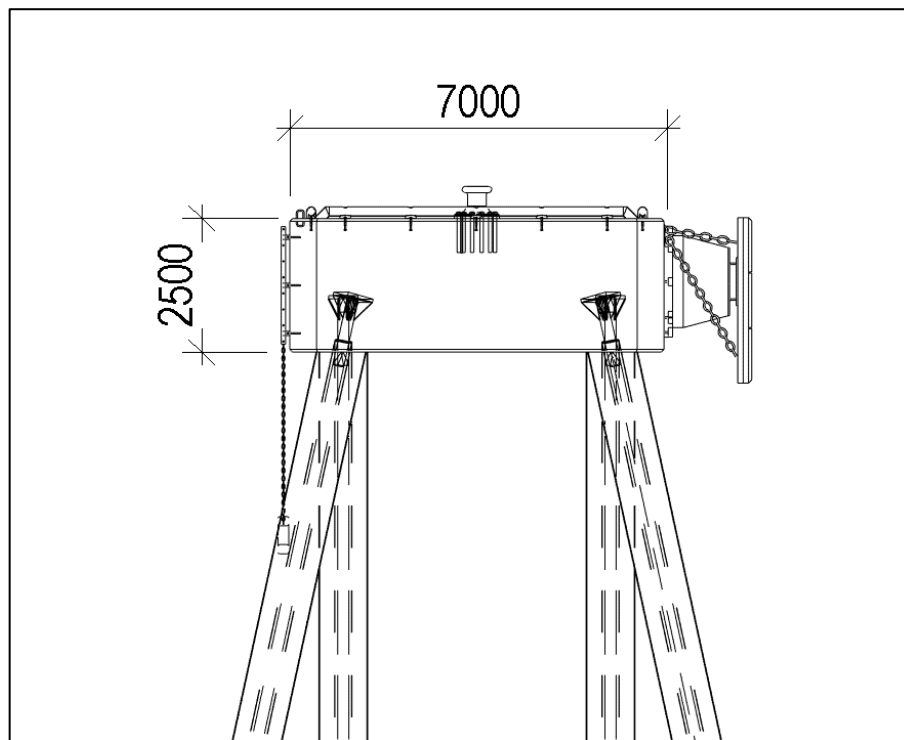
Et snitt med dykdalb, vannstand (LAT, NN2000 og HAT) og et cruiseskip med tilsvarende dypgang som AIDA Sol (dypgang på 7,3m) er vist i Figur 3-5.



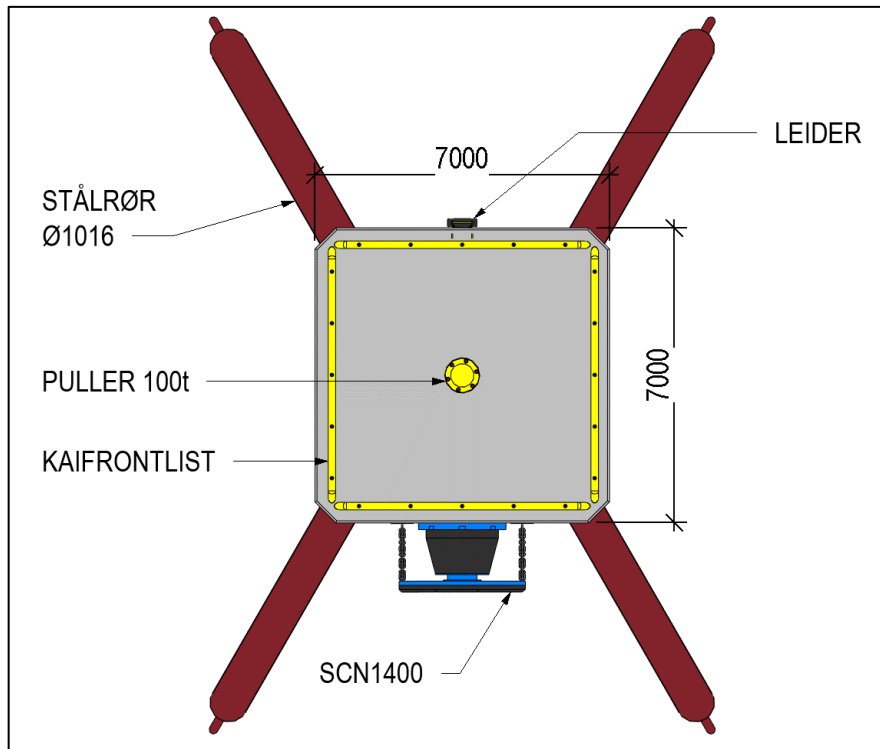
Figur 3-1 Dykdalb - 3D-illustrasjon



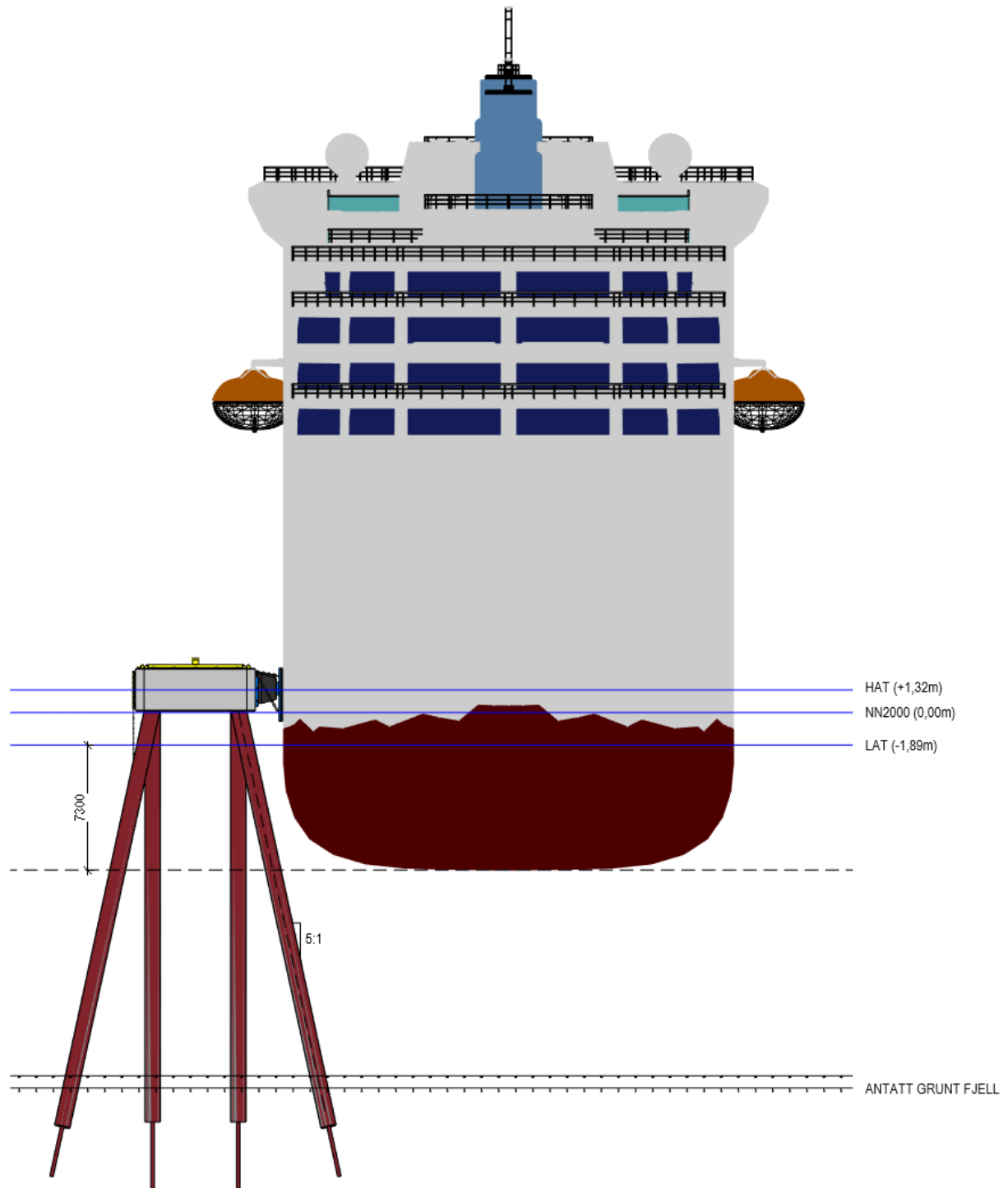
Figur 3-2 Dykdalb - oppriss



Figur 3-3 Dykdalb - snitt



Figur 3-4 Dykdalb - plan



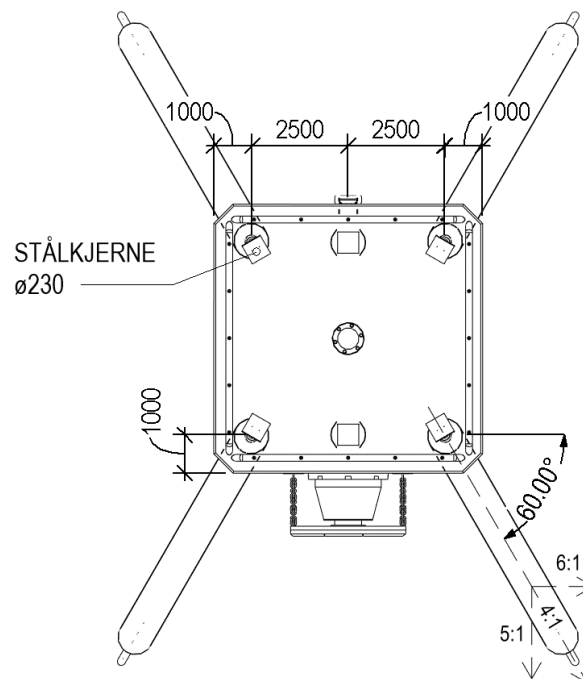
Figur 3-5 Dykdalb - snitt med vannstand og skip

3.3 Fundamentering

Dykdalb fundamenteres på en kombinasjon av vertikale og skråstilte peler. Pelene utføres som $\varnothing 230\text{mm}$ stålkjernepeler for å ta opp strekkrefter som forekommer ved støt og pullerlast, og stålkjernene støpes ut med $\varnothing 1016\text{mm}$ stålrør for å gi knekkavstivning. Det er antatt pelelengder opptil 25m.

Pelearrangementet er som vist i Figur 3-6, med totalt 6 peler og 3 på hver side foran og bak. Peler i hjørner plasseres med helning (skråstilt). Helning på pelene settes til 4:1 i vertikalplanet.

Stålkjernene må bores i berg for å gi strekkforankring. Stålrør bores eller rammes i berg. Ansett av peler må gjøres fra flåte/lekter pga. avstanden fra kai.



Figur 3-6 Pelearrangement

Stålkjerner føres ned til berg ved bruk av foringsrør. Typiske dimensjoner på foringsrøret er 323,9 x 6,3 (ytre diameter 323,9mm og godstykkelse 6,3mm) for stålkjerne Ø230, se Figur 3-7. Anbefalt godstykkelse på stålrør Ø1016 er 18mm for lange peler og hard ramming, iht. tabellverdier i Peleveiledningen [5].

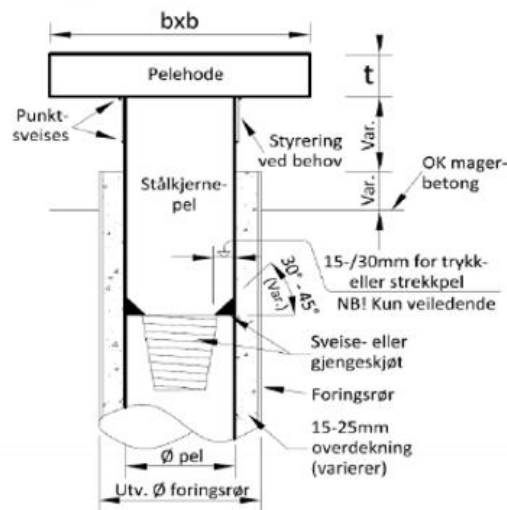
Ved videre prosjektering og undersøkelser av grunnforhold må det vurderes om stålrør skal bores eller rammes og da om det skal benyttes stålrør uten eller med pelespiss (stålkjerner må uansett bores i berg). I figurene vist i 3.2 er det brukt peler uten pelespiss. For peler uten pelespiss vil stålrørene forankres ved boring med foringsrør/stålrør ca. 2m ned i berg. Typiske forankringslengder for stålkjerne Ø230 i berg er 6-9m. Ved bruk av (hul) pelespiss rammes stålrør ned i berg mens stålkjerne føres gjennom pelespiss. Det kan også være aktuelt å kun lett ramme stålrør med pelespiss i sjøbunnen for å gi tilstrekkelig sideveis fastholdning (se Figur 3-8), men dette krever at sjøbunnen har en viss mektighet.

Installasjon av peler, f.eks. ved boring, må gjøres fra båt grunnet avstanden mellom dykdalb og kai. Ifølge Peleveiledningen kan borede peler lettere trenge gjennom grovere masser enn rammede peler, i tillegg til at etablering av feste i skrått berg er lettere. En annen fordel med borede peler er at en borerigg for stålrørspeler kan ha tilsvarende størrelse som en borerigg for stålkjernepeler, som er betydelig mindre enn en rigg for ramming av stålrørspeler. Ettersom pelene må strekkforankres med stålkjernepeler vil det da uansett kreves to ulike rigger ved ramming: én for ramming av stålrør med pelespiss, og én for boring av stålkjerner.

Hvis sjøbunnen ved foreslått plassering av dykdalb viser seg å være så flat som grunnforholdene i kapittel 2.1 tilsier, så kan ramming være et gunstig alternativ for etablering av peler. Det er imidlertid ønskelig at det er noen meter med løsmasser over berg der peler rammes, og siden det antas grunt fjell er nok boring mer aktuelt. Med tanke på lastfordeling og stabilitet er også boring ansett som mer gunstig.

Nærmere undersøkelser av geotekniske forhold i en senere fase vil kunne gi mer detaljer rundt optimal fundamentering og prosjektering av peler, deriblant nødvendige forankringslengder for stålkjerner. Dette gjøres av geotekniker (RIG). Spesielt bergkvaliteten bør undersøkes i og ved pelepunkter ettersom det stedvis er svakt berg i Honningsvåg. Vanntapsmålinger er anbefalt.

Stålkjernerpeler



Veiledende kapasiteter og dimensjoner

Lagerføres t.o.m. 180mm

$$N_i = f_a \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_m}$$

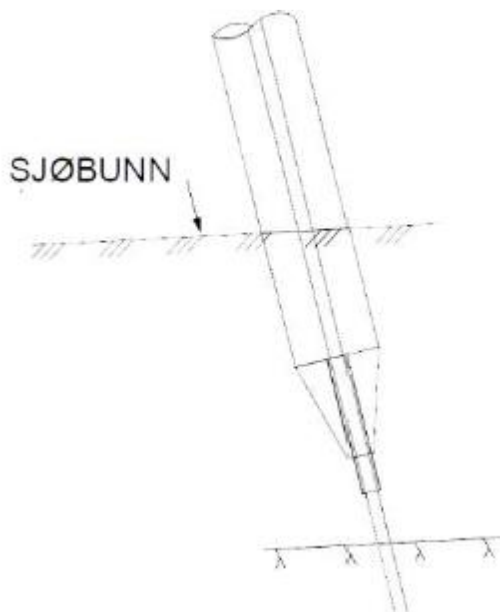
$f_a = 0,9$
 $\gamma_m = 1,05$
 $A = \text{Stålareal pel}$

Stålkvalitet S355J2+AR jfr. NS-EN 10025-2, toleranser jfr. NS-EN 10060
 Knekning etc. må vurderes særskilt.

Stålkjerne Ø [mm]	Trykkpelehode		Min. trykkap. N_i [kN]	Borustrøstning (alle mål i mm)			Overdekning [mm]	Vekt av pel pr m [kg]	Gysemasse [liter/m]
	bxb [mm]	t [mm]		System	For.rør-dimensjon [mm]	Min. utsparring i magerb.			
Ø50	150	25	564	Odex 90	114,3 x 4,0	133	28,1	15,4	6,9
Ø70	180	32	1 072	Odex 90	114,3 x 4,0	133	18,2	30,2	5,0
Ø90	200	35	1 718	Odex 115	139,7 x 4,0	162	20,9	49,9	7,3
Ø100	250	45	2 121	Odex 115	139,7 x 4,0	162	15,9	61,7	5,8
Ø110	280	50	2 403	Odex 140	168,3 x 4,5	197	24,7	74,6	10,4
Ø120	310	55	2 860	Odex 140	168,3 x 4,5	197	19,7	88,8	8,6
Ø130	360	60	3 356	Odex 165	193,7 x 5,0	222	26,9	104,0	13,2
Ø150	440	65	4 468	Odex 165	193,7 x 5,0	222	16,9	139,0	8,8
Ø150	440	65	4 468	Odex 190	219,1 x 5,0	247	29,6	139,0	16,7
Ø180	500	80	6 216	Odex 240	273,0 x 6,3	318	40,2	200,0	27,8
Ø190			6 926	Odex 240	273,0 x 6,3	318	35,2	222,6	24,9
Ø200		Pelehode prosjekteres av RIB/RIG	7 674	Odex 240	273,0 x 6,3	318	30,2	246,6	21,8
Ø210			8 164	Odex 240	273,0 x 6,3	318	50,7	271,9	18,6
Ø220			8 960	Sym. 324	323,9 x 6,3	345	45,7	298,4	38,1
Ø230			9 793	Sym. 324	323,9 x 6,3	345	40,7	326,2	34,6

Versjon: Almanakk 2017 - rev 1

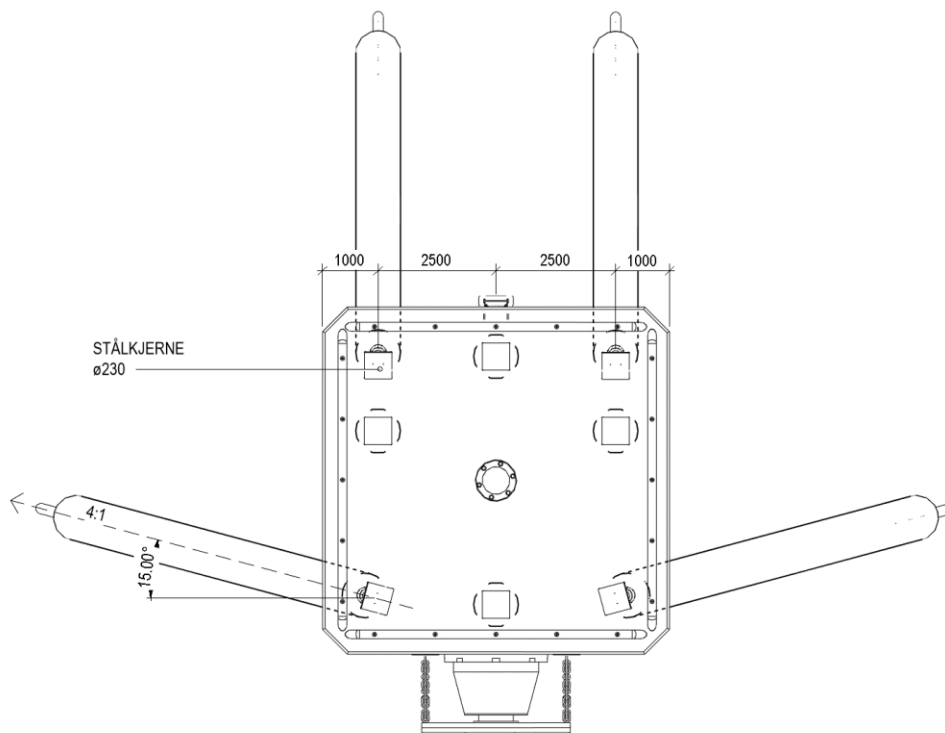
Figur 3-7 Typiske dimensjoner stålkjernerpel



Figur 3-8 Prinsippkisse for ramming av pel i sjøbunn (stålkjerne boret i berg)

3.3.1 Alternativt pelearrangement

Basert på formen på sjøbunn/berg kan det være aktuelt med et annet pelearrangement. Spesielt peler i front av dykdalb kan være vanskelige å plassere hvis sjøbunn/berg har helning i samme retning som peler. Det er derfor foreslått følgende alternative pelearrangement:



Figur 3-9 Alternativt pelearrangement

Dette pelearrangement er godt egnet med tanke på laster som virker på dykdalb, og inkluderer 2 ekstra peler (totalt 8) for bedre fordeling av krefter i pelene. I figuren er det vist stålkjerner $\varnothing 230$, men det er kanskje mulig å benytte lavere stålkjernerdimensjoner for enkelte peler.

Ved å la peler i front skråne utover mot sidene og litt bak (bort fra skip) tillater man også større klaring mellom skip og peler. Dette kan være gunstig hvis det f.eks. er avvik ved installasjon av peler og/eller stor fenderkompresjon som da kan medføre at skipsskrog kommer nær peler (se Figur 3-5).

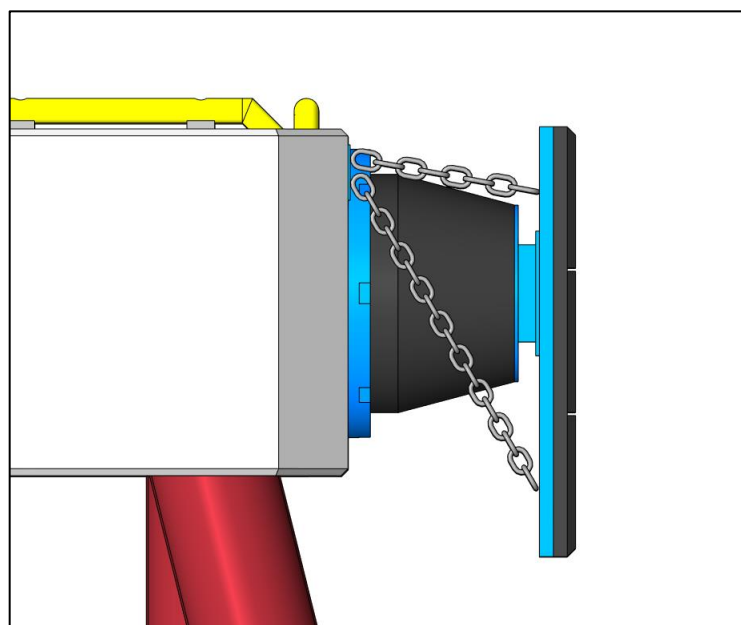
3.4 Miljøhensyn

Ifølge Statsforvalter har det tidligere vært påvist svært forurenset sjøbunn flere steder i Honningsvåg. Det anmodes at det tas ut prøver av sjøbunnen (sedimenter) for kontroll av forurensninger (miljøgifter/tungmetaller). Dette kan gjøres samtidig med geotekniske grunnundersøkelser. Det kan alternativt henvises til rapport eller liknende som dokumenterer relevant prøvetaking i nærheten av foreslått plassering av dykdalb ila. de siste 5 år. Ved boring av peler må det også gjøres tiltak for å hindre eller fjerne eventuelt boreslam. Dersom peler kun rammes vil Statsforvalter vurdere om tiltaket krever tillatelse etter forurensningsloven på bakgrunn av prøveresultater av sjøbunnen eller om en uttalelse etter forurensningsloven blir dekkende.

Ved søknad til Statsforvalter kan det forventes en behandlingstid på om lag 3 måneder.

3.5 Fendring

Valgt fender for dykdalb er av typen kon-fender eller Super Cone (SCN) som det heter på engelsk, se Figur 3-10. Dette er en fendertype med høyt energiopptak i forhold til reaksjonskraft, noe som anses som gunstig. Valgte dimensjoner for fender er SCN1400, det vil si en fender med en utbredelse på 1400mm fra kant av dykdalb. Figur 3-11 viser typiske mål for kon-fendere fra en aktuell leverandør (Trelleborg), men vil kunne variere avhengig av leverandør. Største diameter på denne er ca. 2,2m. Fenderen utstyres med fenderplate og kjetting. Gitt karakteristisk skrogtrykk på 200kN/m^2 må minste dimensjoner på fenderplaten tilsvare et areal på 12m^2 (f.eks. bredde $B = 4\text{m}$ og høyde $H = 3\text{m}$).



Figur 3-10 Dykdalb – fendring

Super Cone Fenders
DIMENSIONS

	H	ØW	ØU	C	D	ØB	ØS	F0.9- 1.8 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	F1.9- 3.1 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	Z _{min}	WEIGHT
SCN 300	300	500	295	27 - 37	20 - 25	440	255	4 x M16	4 x M16	77	40
SCN 350	350	570	330	27 - 37	20 - 25	510	275	4 x M16	4 x M16	77	50
SCN 400	400	650	390	30 - 40	20 - 28	585	340	4 x M16	4 x M20	82	76
SCN 500	500	800	490	32 - 42	30 - 38	730	425	4 x M20	4 x M24	95	160
SCN 550	550	880	540	32 - 42	30 - 38	790	470	4 x M20	4 x M24	95	210
SCN 600	600	960	590	40 - 52	35 - 42	875	515	4 x M20	4 x M30	115	270
SCN 700	700	1120	685	40 - 52	35 - 42	1020	600	4 x M24	4 x M30	120	411
SCN 800	800	1280	785	40 - 52	35 - 42	1165	685	6 x M24	6 x M30	120	606
SCN 860	860	1376	845	40 - 52	35 - 42	1250	735	6 x M24	6 x M30	130	750
SCN 900	900	1440	885	40 - 52	35 - 42	1313	770	6 x M30	6 x M30	135	841
SCN 950	950	1520	930	40 - 52	40 - 50	1390	815	6 x M30	6 x M30	142	980
SCN 1000	1000	1600	980	50 - 65	40 - 50	1460	855	6 x M30	6 x M36	150	1125
SCN 1050	1050	1680	1030	50 - 65	45 - 55	1530	900	6 x M30	6 x M36	157	1360
SCN 1100	1100	1760	1080	50 - 65	50 - 58	1605	940	8 x M30	8 x M36	165	1567
SCN 1150	1150	1840	1125	55 - 70	50 - 58	1680	980	8 x M30	8 x M36	175	1779
SCN 1200	1200	1920	1175	57 - 80	50 - 58	1750	1025	8 x M30	8 x M42	180	2028
SCN 1300	1300	2080	1275	65 - 90	50 - 58	1900	1100	8 x M36	8 x M42	195	2455
SCN 1400	1400	2240	1370	65 - 90	60 - 70	2040	1195	8 x M36	8 x M42	210	3105
SCN 1600	1600	2560	1570	65 - 90	70 - 80	2335	1365	8 x M42	8 x M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	1765	75 - 100	70 - 80	2625	1540	10 x M42	10 x M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	1955	80 - 105	90 - 105	2920	1710	10 x M42	10 x M56	300	9560
SCN 2250	2250	3600	2205	100 - 120	100 - 110	3285	1930	12 x M48	12 x M56	335	13,500
SCN 2500	2500	4000	2450	120 - 150	100 - 120	3650	2150	12 x M48	12 x M64	375	18,500

^ Fender anchors / head bolts indicated are based on a particular grade of steel. Please contact our local office for precise size, material and type for different grades of fenders pertaining to the project requirements. [Units: mm, kg]

* Contact our local offices [Units: mm]

Figur 3-11 SCN - standardmål (Trelleborg)

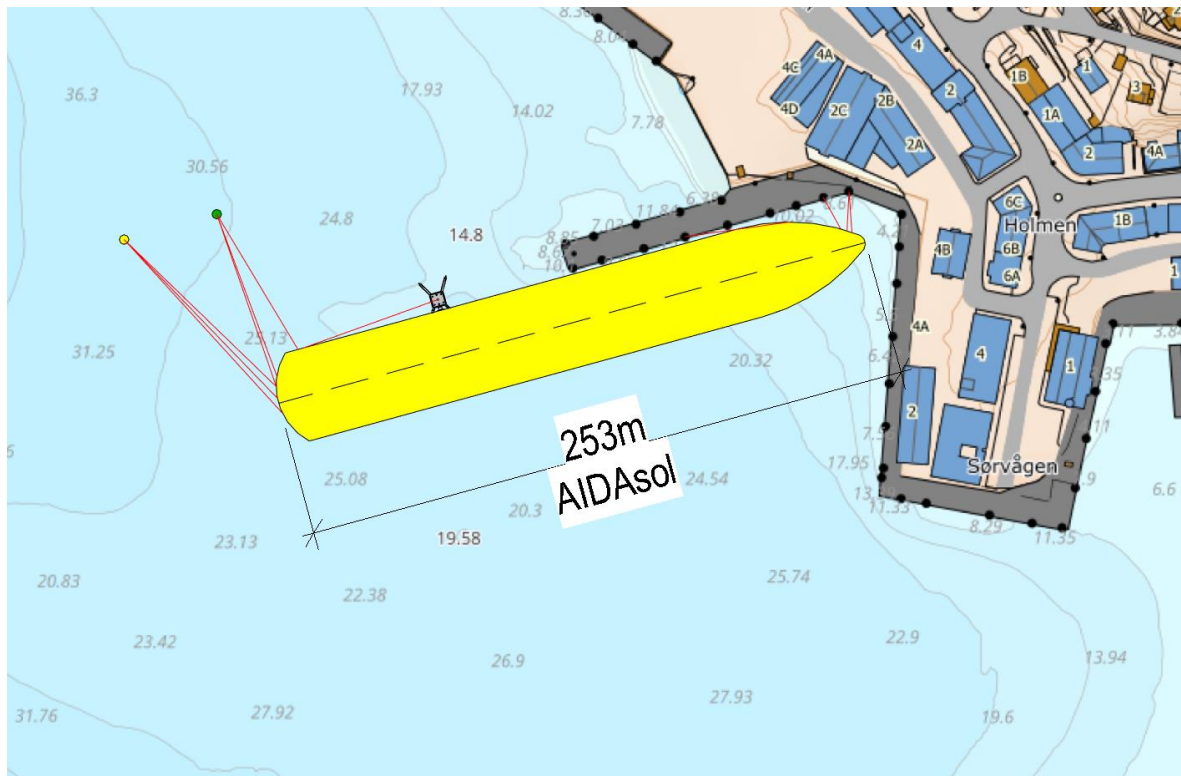
3.6 Fortøyning

Springliner vil brukes på dykdalb. Nødvendig størrelse på puller er minimum 100t. Type puller kan være sirkulær eller T-format. Figur 3-1 viser sirkulær puller.

3.6.1 Fortøyningsarrangement

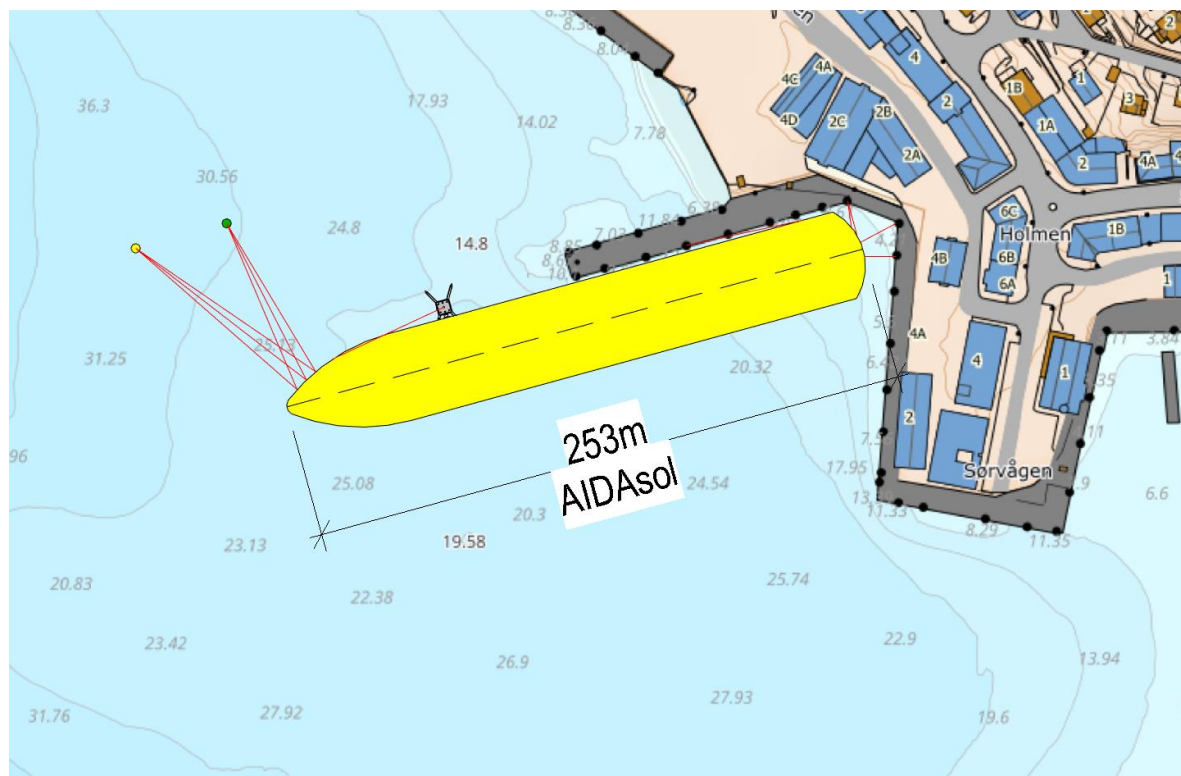
Plassering av dykdalb, samt hvor langt inn mot land/kai skip plasserer seg vil kunne gi ulike fortøyningsarrangement. Hvorvidt skip går inn med baug eller hekk vil også gi utslag på fortøyningsarrangement. Basert på dimensjonerende skip og grunnforhold velges plassering av dykdalb ca. 55m ut fra kaikant. Det antas at det benyttes springliner fra baug på dykdalb.

Figur 3-12 viser mulige fortøyningsarrangement for dykdalb plassert 55m ut fra kaikant og med baugen på skipet lengst mulig inn mot land. Fortøyningsbøye er vist i grønt på figuren. Det er foreslått å flytte denne 40m vestover slik at den havner i området markert i gult på figuren. Trosseliner (rødt) mellom fortøyningsbøye og skip er vist i figuren for begge disse tilfellene, men kun én av de kan benyttes. Merk at det ikke er gjort noen fortøyningsanalyser, men at mulige fortøyningsarrangement er funnet visuelt og basert på erfaringer og anerkjente kilder.



Figur 3-12 Fortøyningsarrangement – dykdalb 55m fra kaikant (babord). Nåværende plassering av fortøyningsbøye er vist i grønt. Mulig ny plassering er vist i gult. Trosseliner er vist i rødt.

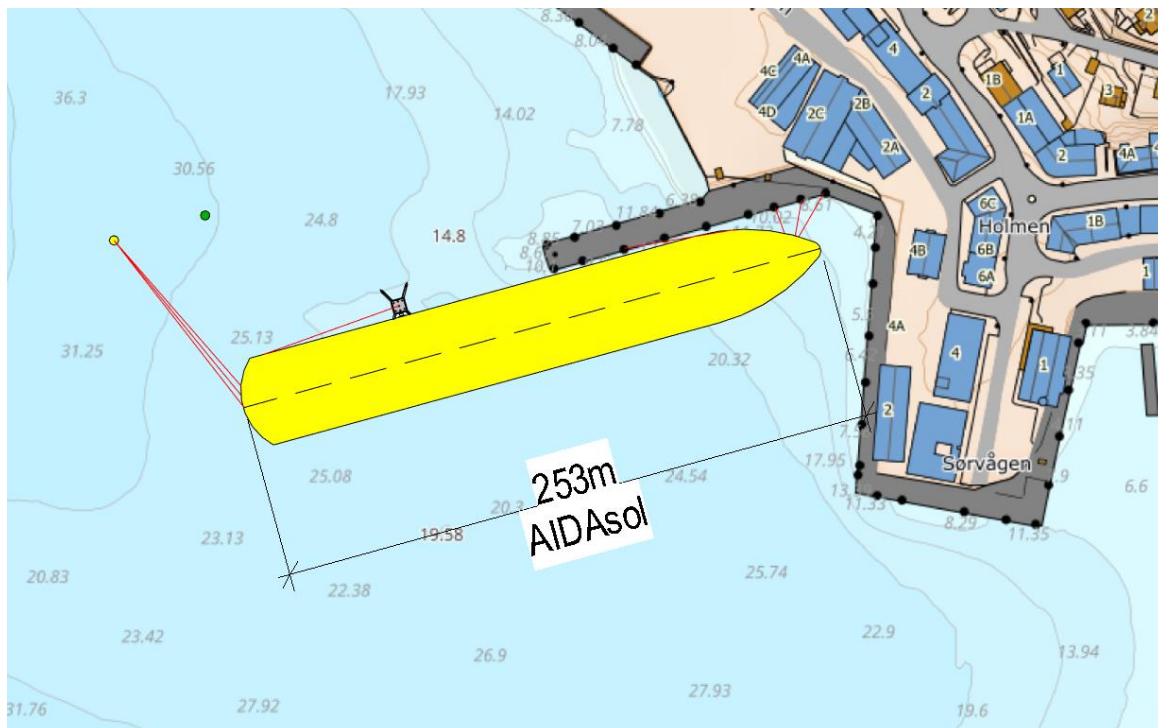
Fortøyningsarrangement for dykdalb plassert 55m ut fra kaikant og med skipets hekk inn mot land (styrbord mot kaifront) er vist i Figur 3-13.



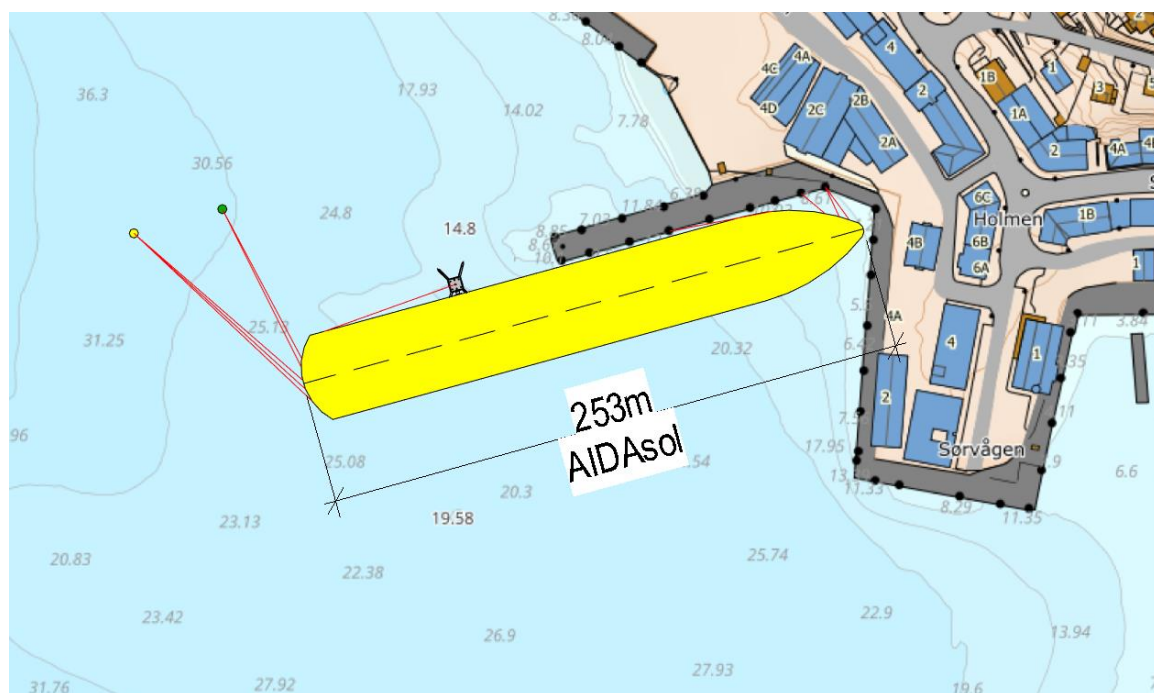
Figur 3-13 Fortøyningsarrangement - dykdalb 55 fra kaikant (styrbord)

Skisseprosjekt

Alternative plasseringer av dykdalb og skip er vist i figurene under med dykdalb 65m fra kaikant og 45m fra kaikant. For tilfellet med dykdalb 65m fra kaikant (Figur 3-14) er det mest aktuelt å benytte fortøyningsbøye med ny plassering (gult). Tilfellet med dykdalb 45m fra kaikant (Figur 3-15) kan bruke nåværende plassering av dykdalb, men kan være problematisk hvis skipet må ligge med baug eller hekk veldig langt inn mot land (kan bli for grunt).



Figur 3-14 Fortøyningsarrangement - dykdalb 65m fra kaikant



Figur 3-15 Fortøyningsarrangement - dykdalb 45m fra kaikant

3.7 Utstyr

Dykdalben utstyres med følgende:

- Fender med fenderplate: SCN1400
- Puller: minimum 100t (sirkulær eller T-hodepuller)
- Kaifrontlist: 4 x 5,5m
- Leider: ned til minimum -1,5m fra LAT
- Markeringslys: totalt 4 (1 ved hvert hjørne av dykdalb)
- Arbeidslys

Se også Figur 3-1 for visualisering av dykdalb med utstyr (fendring, puller, kaifrontlist og leider).

Det kan være aktuelt med kun kaifrontlist i fremre del av dykdalb og ved sidekanter der springline overlapper, og bruke rekkverk ellers. Fordelen med kun kaifrontlist er at det ved bruk av sirkulær puller på dykdalb kan benyttes trosseliner også på motsatt side. En ulempe er imidlertid faren for å snuble og ramle ut i vannet ved operering av trosseliner, kontra rekkverk som gir bedre sikkerhet.

3.8 Kostnader

Det er gjort et prisoverslag basert på beregnede og antatte mengder betong og armering, antall og lengder peler, samt utstyr og rigg/drift under etablering av dykdalb. Det er antatt boring av peler og at totalt antall peler er 8 (gitt pelearrangement i Figur 3-9). Kostnader er oppsummert i Tabell 3-1 og totalkostnad er anslått å ligge på ca. **23,4 MNOK**. Benyttes det totalt 6 peler vil det kunne medføre en kostnadsbesparelse på ca. 4 MNOK. Det er lagt til en grunn en usikkerhet på 30% for totalkostnader. Spesielt kostnader relatert til pelearbeider er usikre og utgjør samtidig den største andelen av kostnadene. Kostnader for elektriske arbeider er også usikre, men er antatt å utgjøre en veldig liten del av totalkostnadene. Priser er basert på liknende prosjekter.

Tabell 3-1 Kostnadsoverslag

Post		Totalpris
Rigg	40% av kr 12 710 000	kr 5 080 000
Pelearbeider		kr 9 970 000
Betongarbeider		kr 1 620 000
Elektriske arbeider		kr 110 000
Kaiutstyr		kr 1 010 000
Entreprisekostnader		kr 17 790 000
Byggherrekostnader		kr 3 840 000
Margin	10% av kr 17 790 000	kr 1 780 000
Sum eks. mva.		kr 23 410 000

3.9 Fremdrift

En overordnet fremdriftsplan fra og med september 2023 og fram til slutten av 2024 er blitt utarbeidet. Denne planen er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Fremdriftsplan

FRAMDRIFTSPLAN PROSJEKTERING OG BYGGETID																
År	2023				2024											
Måned	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Aktivitet																
Undersøkelser																
Prosjektering																
Søknader																
Byggherrebeslutning																
Utllysning med forhandlinger																
Byggetid																

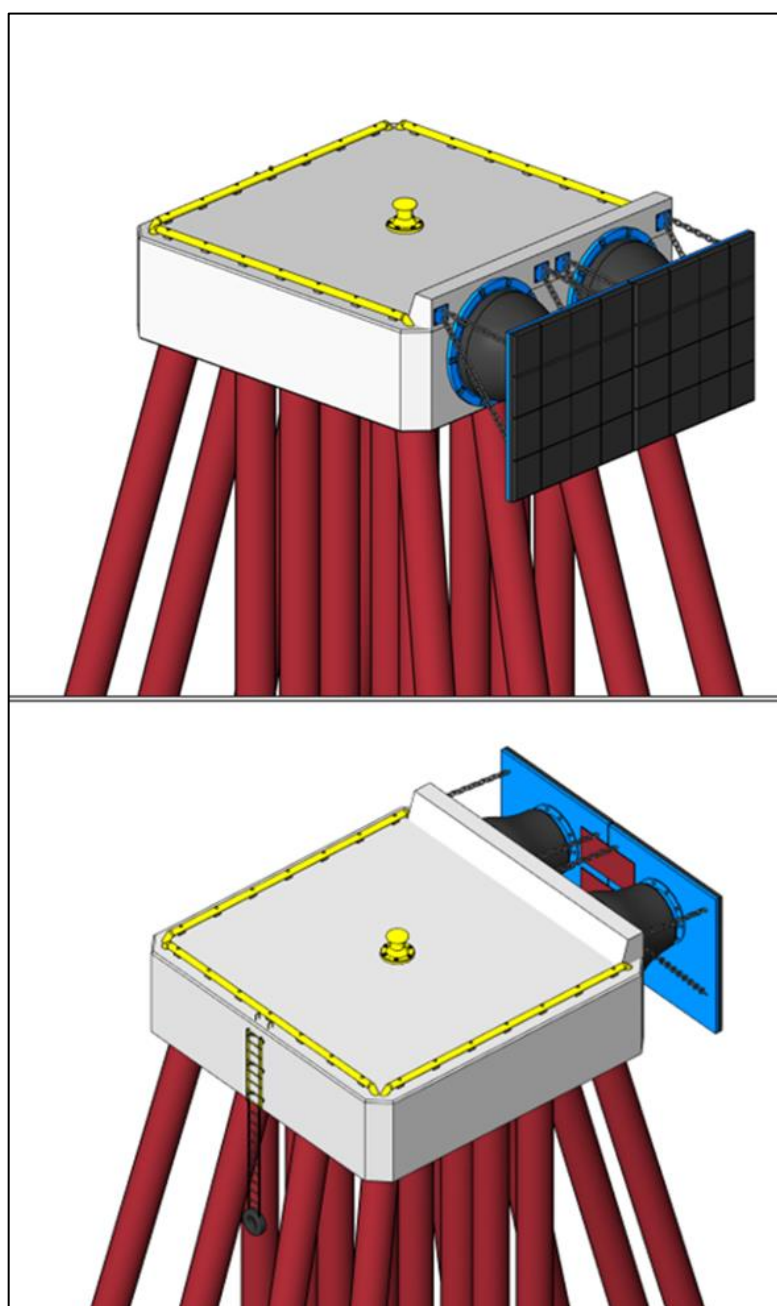
Undersøkelser i tabellen inkluderer her grunn- og miljøundersøkelser. Prosjektering inkluderer forprosjekt og utarbeiding av arbeidstegninger. Søknader inkluderer søknad til Statsforvalter (anslått ca. 3 måneder behandlingstid).

En mer detaljert fremdriftsplan vil utarbeides i en senere fase av prosjektet og den vil kunne optimaliseres noe. Bestillingstid for fender, annet kaiutstyr og peler kan påvirke fremdriften.

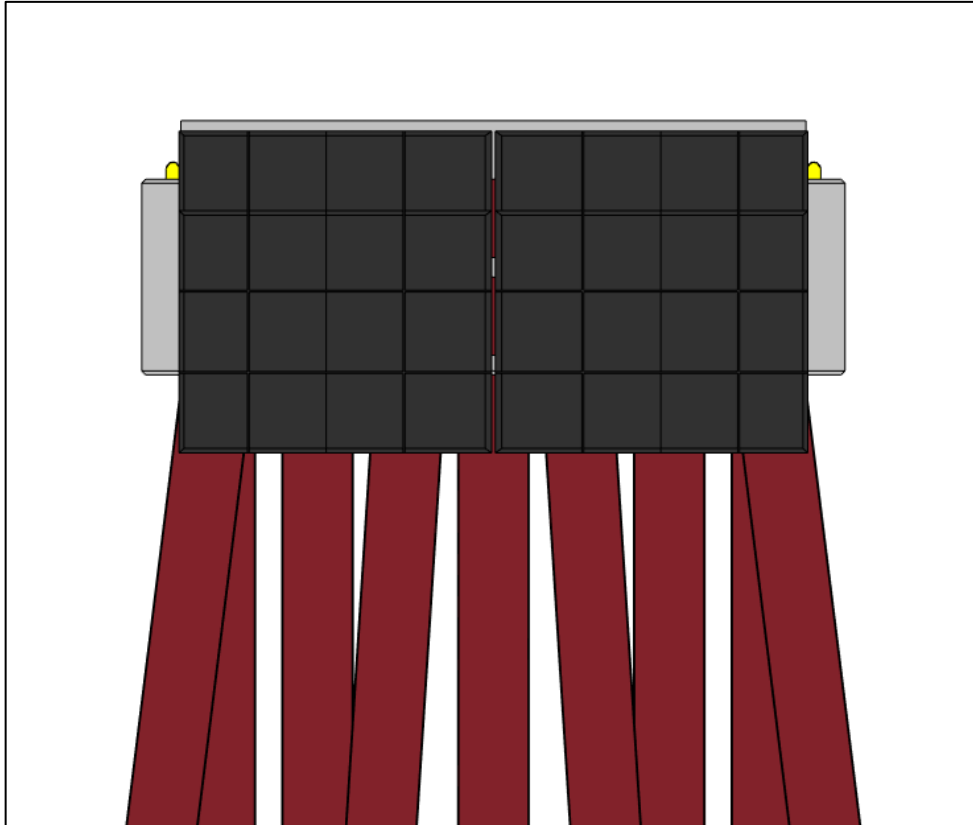
4 Alternativ løsning for høy anløpshastighet

4.1 Utforming

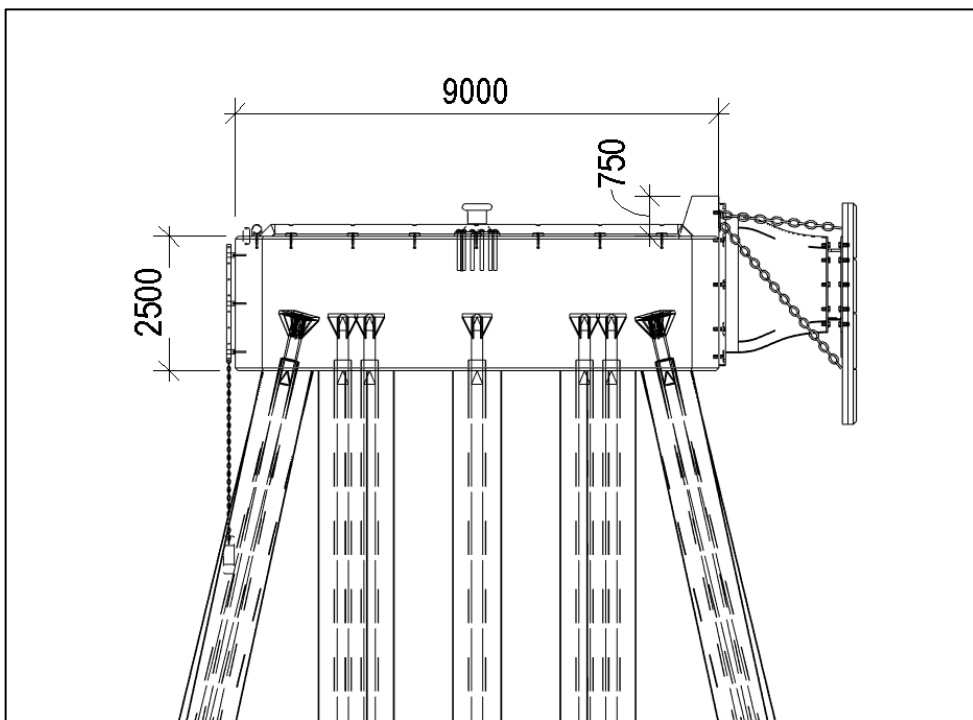
Hvis det dimensjoneres for skip som legger til dykdalb uten hjelp av verken taubåter eller egne propeller kan anløpshastigheten være høyere enn opprinnelig antatt. Som et verste tilfelle betraktes en anløpshastighet som er dobbel så stor som tidligere antatt: 0,4m/s. En dobling av hastigheten gir mer enn 4 ganger så stor dimensjonerende energi og støtlast mot fender (en såkalt hastighetsfaktor øker verdiene ytterligere). Basert på dimensjonerende støtlast blir bredde og lengde på dykdalb 9m. Tykkelsen blir på 2,5m. For å få plass til innfesting av fending støpes det på en konsoll i fremre del. 3D-illustrasjon av dykdalben er vist i Figur 4-1. Prinsnippsnitt og plan er vist i Figur 4-2, Figur 4-3 og Figur 4-5. Det kan være aktuelt med en sokkel for puller s.a. puller er på ca. samme høyde som konsoll i framkant, men det er ikke vist på figurene her.



Figur 4-1 Dykdalb - alternativ løsning - 3D-illustrasjon

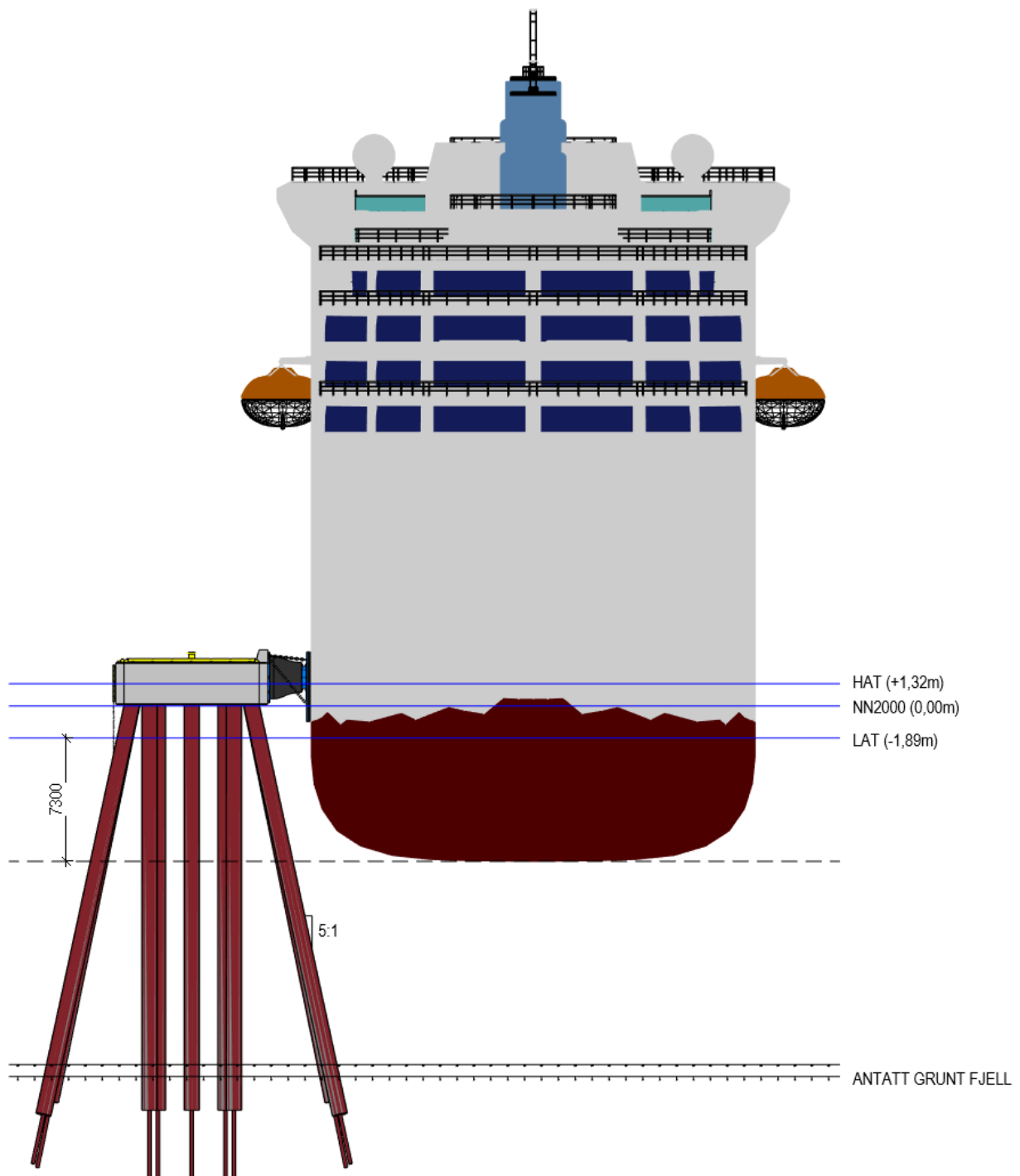


Figur 4-2 Dykdalb - alternativ løsning - oppriss

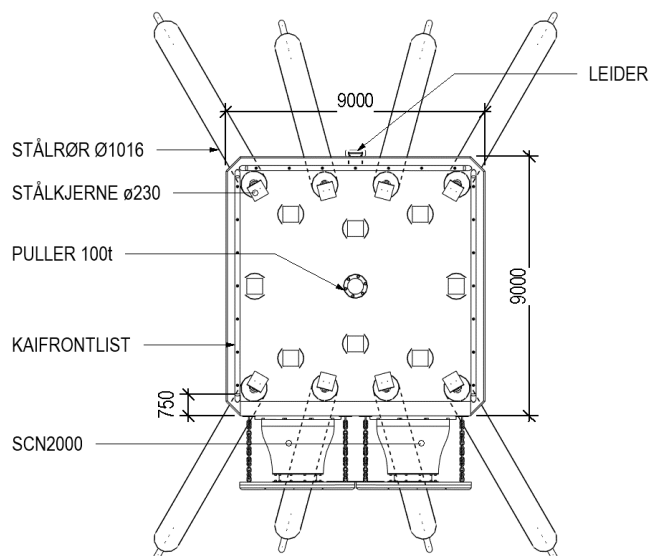


Figur 4-3 Dykdalb - alternativ løsning - snitt

Snitt som viser dykdalb med vannstand og cruiseskip med riktig dypgang er vist i Figur 4-4.



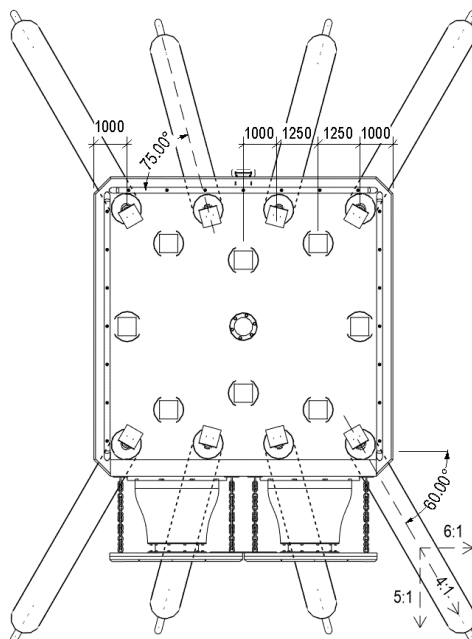
Figur 4-4 Dykdalb - alternativ løsning - snitt med vannstand og skip



Figur 4-5 Dykdalb - alternativ løsning - plan

4.2 Fundamentering

Totalt antall peler blir 16. Pelelengder og peledimensjoner er de samme som tidligere: stålkjerne ø230, stålrør ø1016 med lengder på opptil 25m. Pelearrangementet er vist i Figur 4-6.

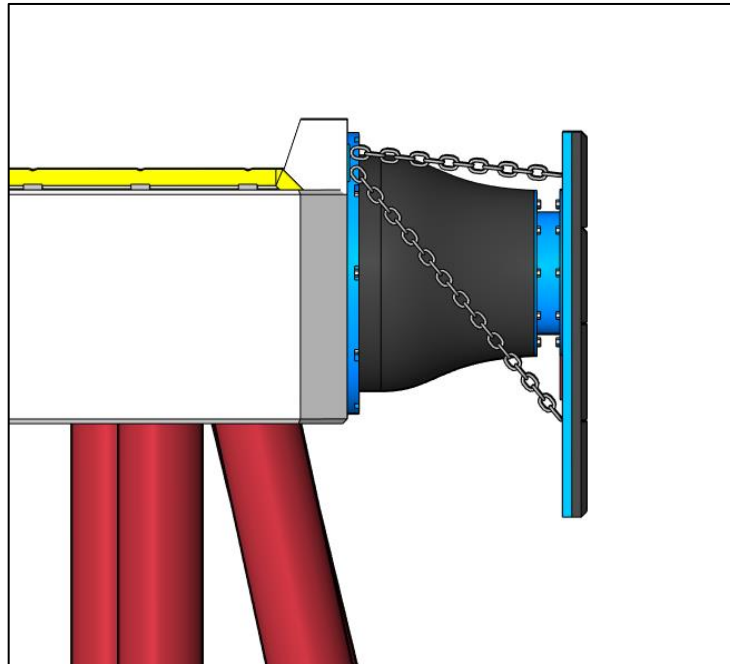


Figur 4-6 Dykdalb - alternativ løsning – pelearrangement

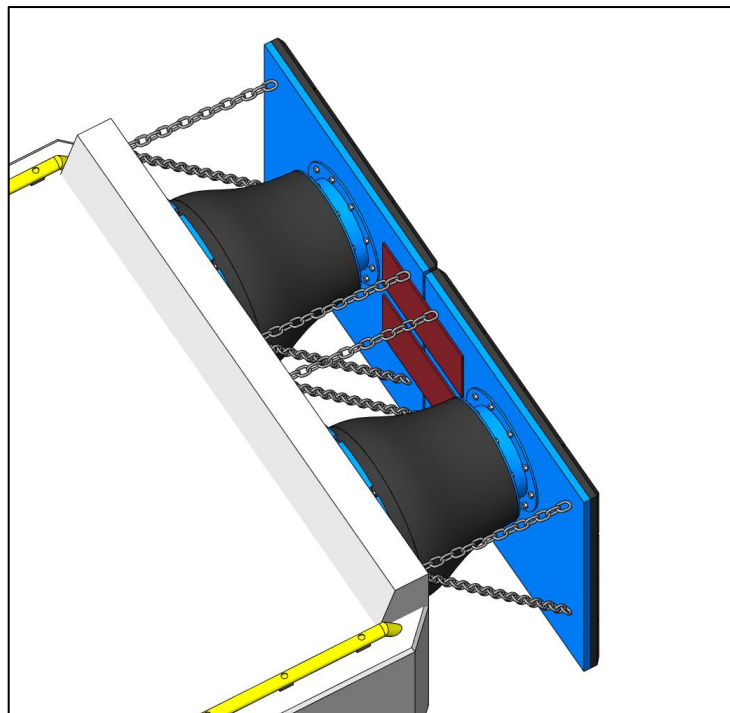
Bakre og fremre peler er utført med helninger på 4:1 utover og 5:1 og 6:1 i vertikalplanet, avhengig av om man ser pelene i et snitt langs bredderetning eller lengderetning. Med tanke på klaring mellom skip og peler kan det også her være aktuelt at peler i front av dykdalb peker ut mot sidene istedenfor fremover. I det tilfellet vil pelearrangement være mer likt det vist i Figur 3-9, men med flere peler.

4.3 Fendring

Dykdalb utstyres med 2 x SCN2000, se Figur 4-7 og Figur 4-8. Panelene kobles sammen for å sikre at energi fra skip fordeles over begge fenderne. I Figur 4-8 ser man et eksempel med stålplater bak fenderplatene som sveises/boltes i fenderplatene. Et annet alternativ er å bruke én sammenhengende fenderplate over begge fenderne.



Figur 4-7 Dykdalb - alternativ løsning - fendring



Figur 4-8 Dykdalb - alternativ løsning - fenderplater

4.4 Fortøyning

Fortøyningsarrangementet er uendret for skip som legger til mot kai fra sør. Bredden på Kai 3 er ca. 12-13m (noe mer med dumperdekk). Gitt størrelsen på dykdalben kan det være aktuelt med fendring også på bakre side av dykdalben. Dette muliggjør fortøyning av skip på hver side av kaia.

4.5 Kostnader

Et kostnadsoverslag for løsningen er vist i Tabell 4-1. Anslått totalkostnad blir på ca. 38 MNOK eks. mva.

Tabell 4-1 Kostnadsoverslag - alternativ løsning

Post		Totalpris
Rigg	40% av kr 20 940 000	kr 8 380 000
Pelearbeider		kr 15 840 000
Betongarbeider		kr 2 430 000
Elektriske arbeider		kr 110 000
Kaiutstyr		kr 2 560 000
Entreprisekostnader		kr 29 320 000
Byggherrekostnader		kr 5 740 000
Margin	10% av kr 29 320 000	kr 2 930 000
Sum eks. mva.		kr 37 990 000

5 Konklusjoner og videre arbeid

Det er i denne rapporten blant annet blitt presentert og diskutert muligheter for plassering av dykdalb, fundamenteringsmuligheter, og mulige fortøyningsarrangement. I dette kapittelet oppsummeres anbefalinger og hva som bør undersøkes nærmere i senere faser av prosjektet.

Konklusjoner og anbefalinger er listet opp punktvis nedenfor.

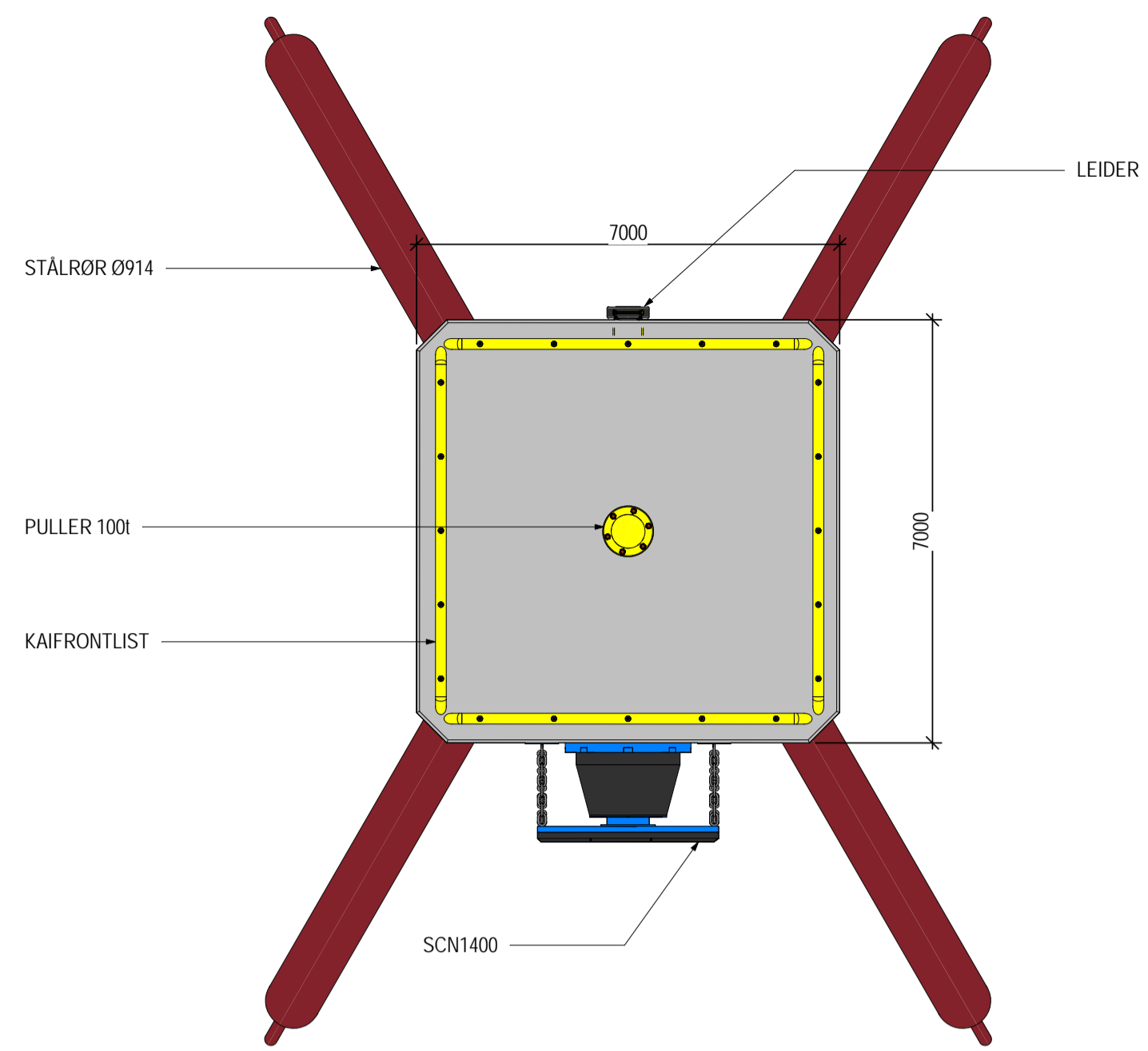
- Plassering og fortøyningsarrangement:
 - Dykdalb foreslås plassert ca. 55m vest fra kaikant (Figur 1-1)
 - Eksisterende plassering av fortøyningsbøye kan gi tilstrekkelige fortøyningsarrangement selv for største dimensjonerende skip (Figur 3-12 og Figur 3-13)
- Fundamentering:
 - Dykdalb fundamenteres på en kombinasjon av vertikale og skråstilte peler av stålkjerner med utstøpte stålrør som knekkavstivning
 - Det anbefales at det utføres grunnundersøkelser for å kontrollere bergkvaliteten og mengder løsmasser over berg
 - Hvorvidt stålrør skal bores i berg eller rammes i sjøbunn/berg må fastsettes i en senere fase, og vil kunne vurderes lettere etter eventuelle grunnundersøkelser
 - For å være på den trygge siden mtp. eventuelle bergskråninger der dykdalb plasseres og for å gi større klaring mellom skip og peler anbefales et pelearrangement tilsvarende det vist i Figur 3-9
- Maritime forhold:
 - Grunnet periodevis kraftig uvær i og rundt Honningsvåg kan det vurderes nærmere om det er behov for undersøkelser av bølger, vind og strøm i området
- Miljøhensyn:
 - Grunnet mye forurenset sjøbunn i Honningsvåg anmoder Statsforvalter at det utføres miljøundersøkelser i området der dykdalb plasseres med mindre relevant prøvetaking allerede er gjort ved/nær området de siste 5 år
 - Prøver av sjøbunnen kan tas samtidig som eventuelle grunnundersøkelser utføres
- Kostnader:
 - Pelearbeider er anslått å utgjøre den største andelen av totalkostnadene og valg av fundamenteringsmetode (boring/ramming av stålrør) samt pelearrangement vil gi utslag på totalkostnadene.
 - Hvis punkter ovenfor avklares (deriblant angående fundamentering) kan usikkerheten i kostnadene reduseres
- Framdrift:
 - Det anbefales at det utarbeides en mer detaljert framdriftsplan i en senere fase av prosjektet

6 Kilder

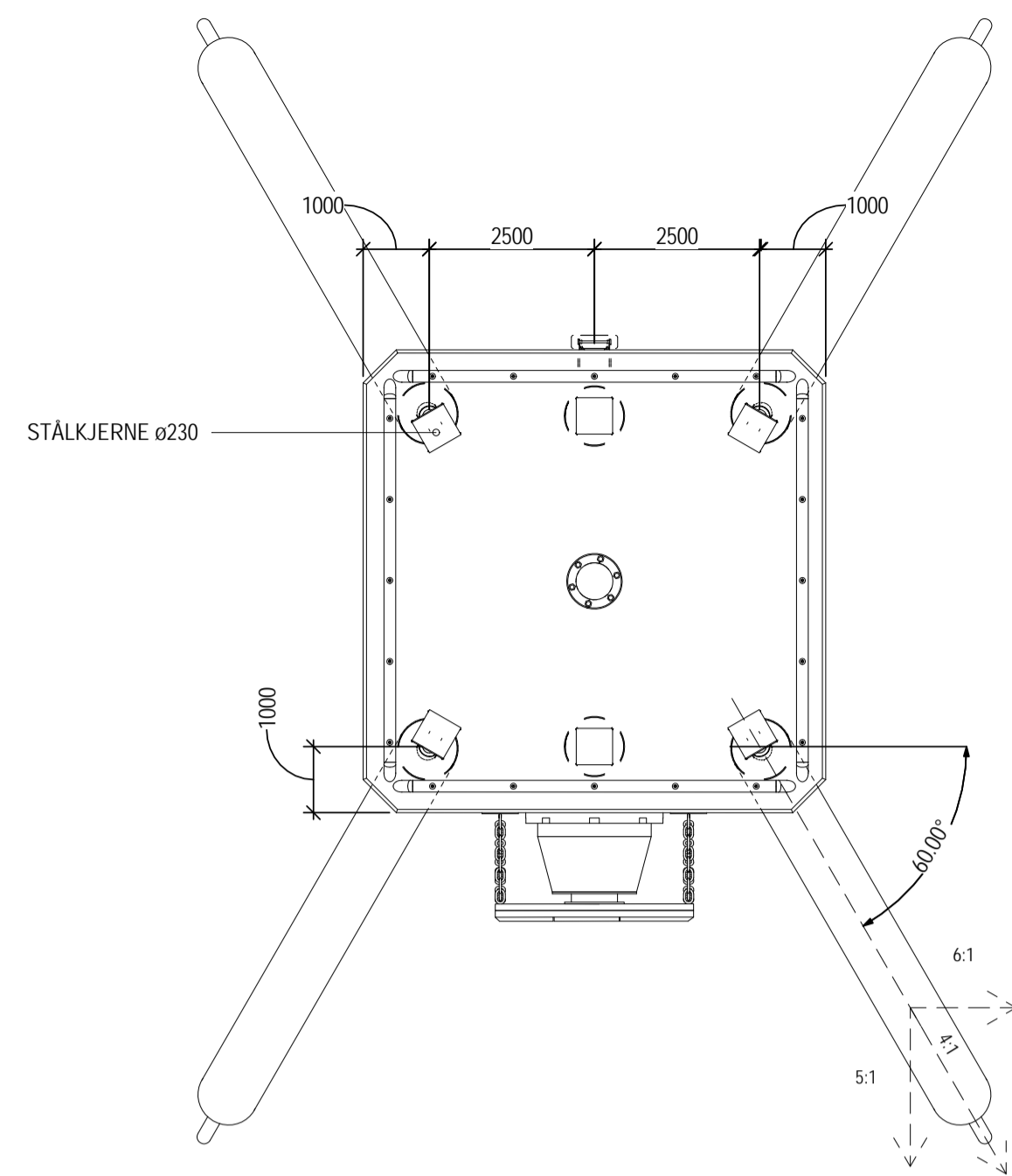
- [1] B. Kjellmann, «Rapport 23146-01,» GeoNord, Alta, 2023.
- [2] Maritime Works - Part 4: Code of practice for design of fendering and mooring systems (BS 6349-4:2014), BSI Standards Publication, 2014.
- [3] C. A. Thoresen, «Port Designer's Handbook,» ICE Publishing, 2018.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner Del 1-1: Allmenne laster Tetthet, egenvekt, nyttelaster i bygninger,» 2008.
- [5] Peleveiledningen 2019, Norsk Geoteknisk Forening, 2019.

7 Vedlegg

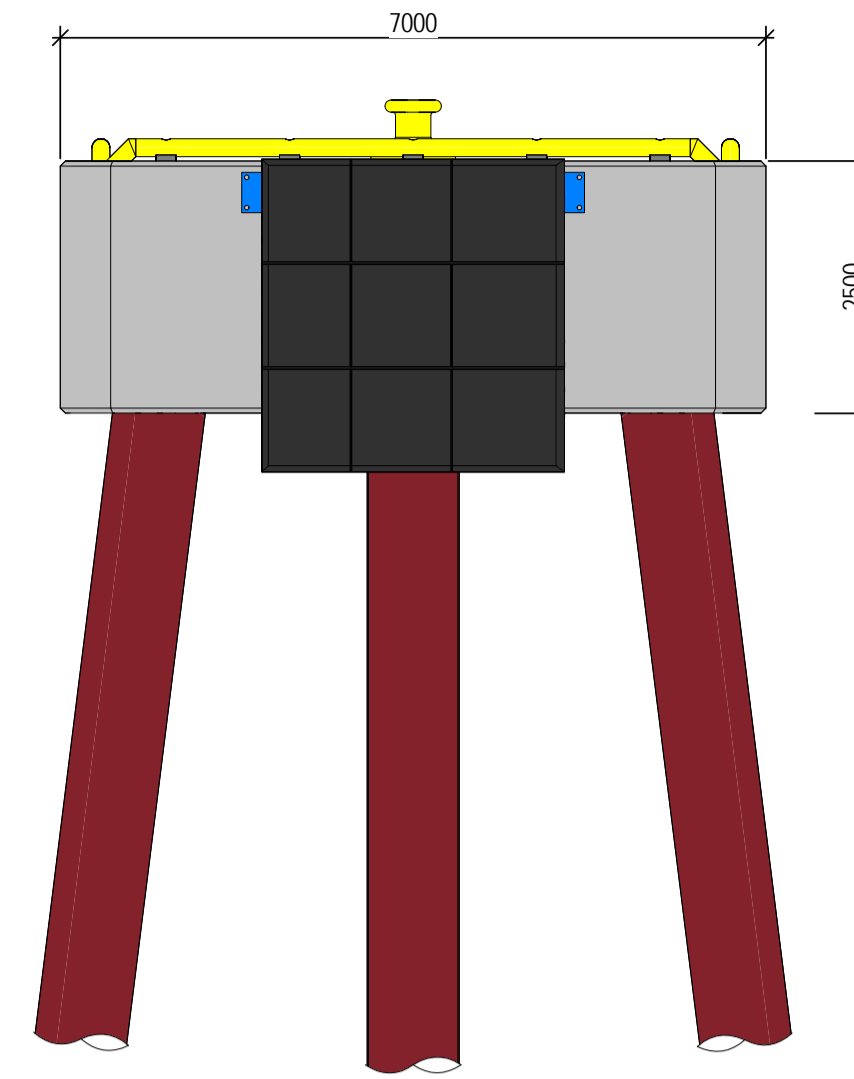
7.1 Vedlegg 01 – Tegninger



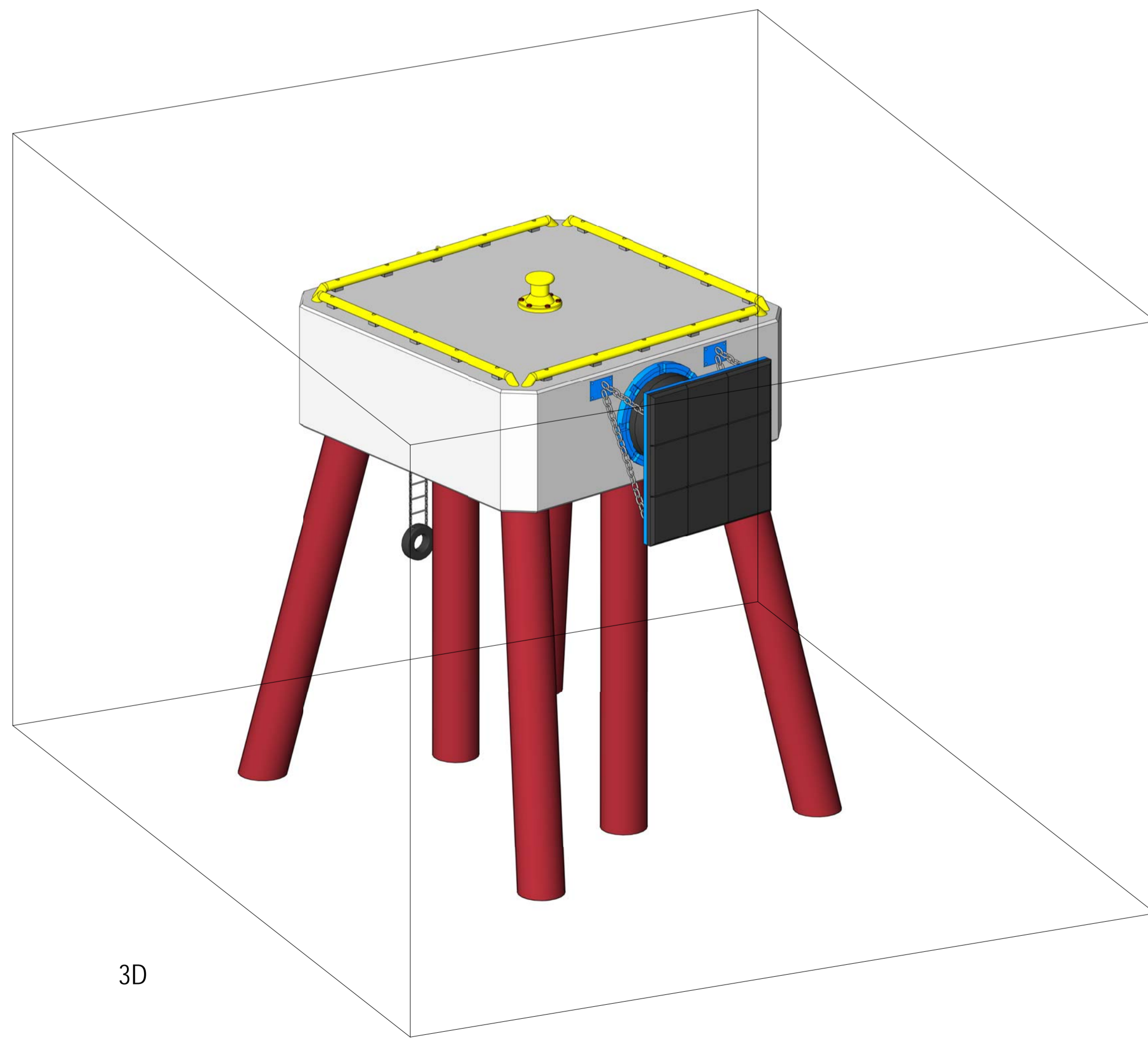
PLAN
1 : 100



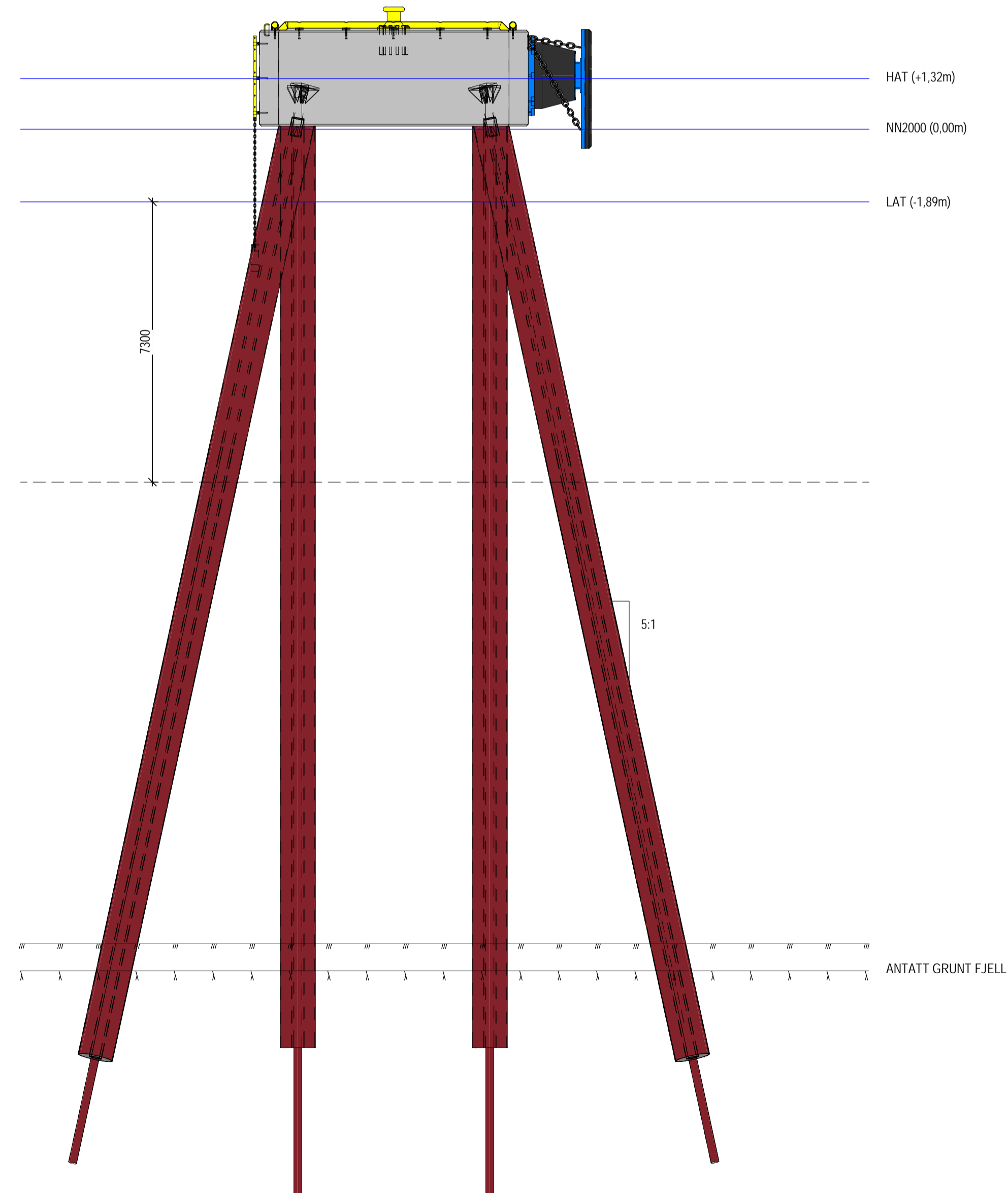
PELEARRANGEMENT
1 : 100



OPPRISS
1 : 75



3D



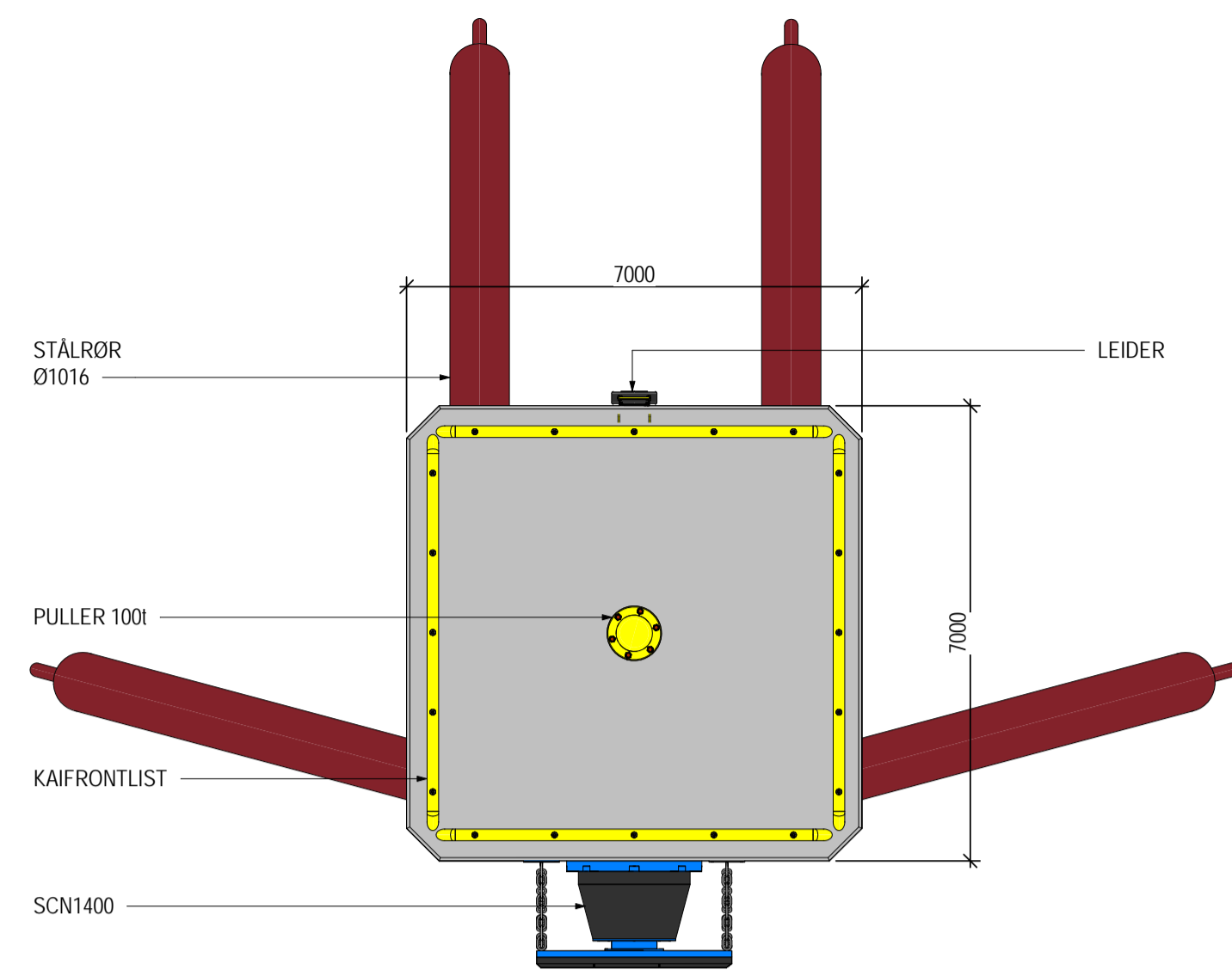
SNITT
1 : 100

FORKLARING:

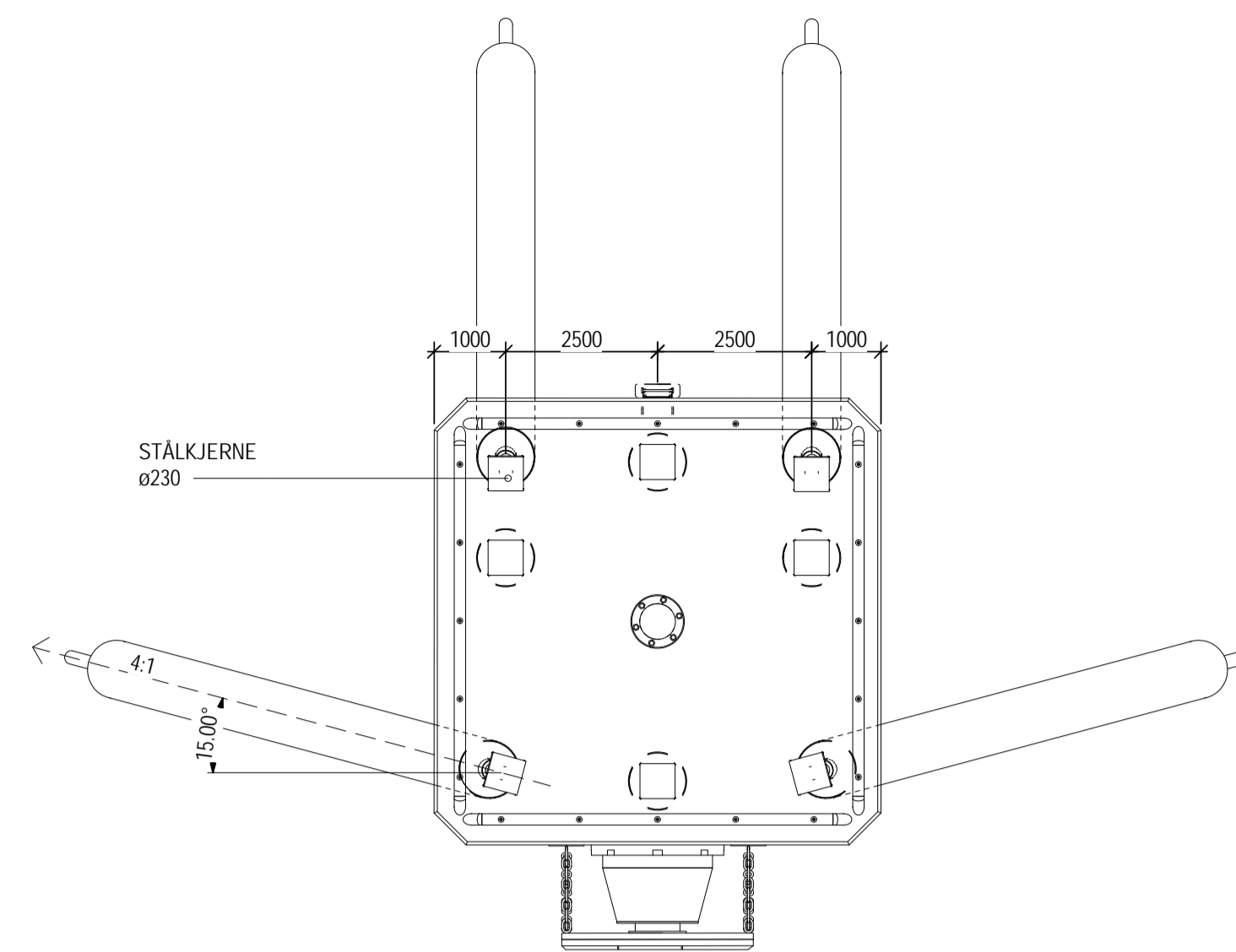
Foreløpig 09.08.2023

Rev	00	Konsepttegning	09.08.2023	JOAA	JLH JLH
		Beskrivelse	Dato	Teig	Korre Godkj
		Nordkappregionen Havn		RIB	A1
		Dykdalb Honningsvåg	09.08.2023		
		KONSEPTTEGNING			SOM VIST
		SNITT			
		PLAN			
		Status	Konst / Eignet	Kontrollert	Godkjert
		SKISSEPROSJEKT	JOAA	JLH	JLH
		Oppdragsgiver	10252854-01	Tegningstittel	RIB-TEG-100
		www.multiconsult.no	Fagdisiplin	Bygg	Etasje
			Floer	Bygningsdel	Teg Type
			Løpernummer		00

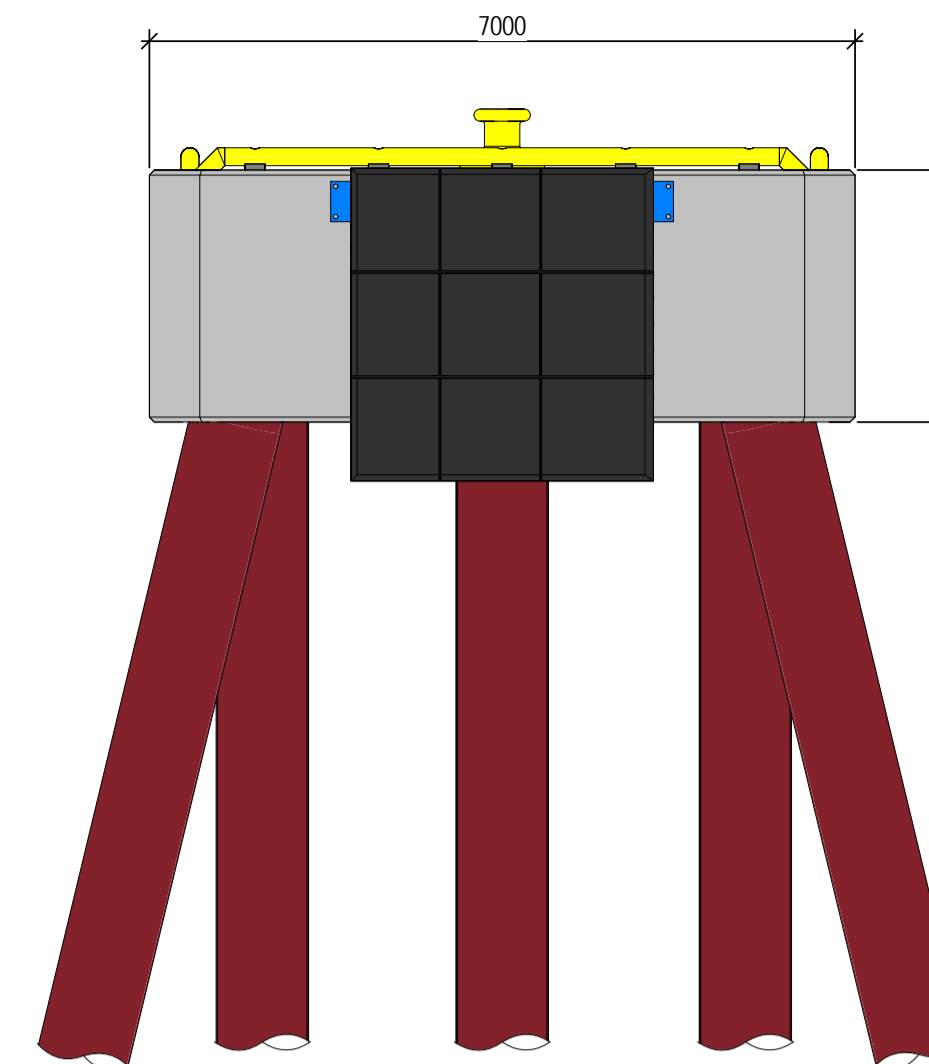
FORKLARING:



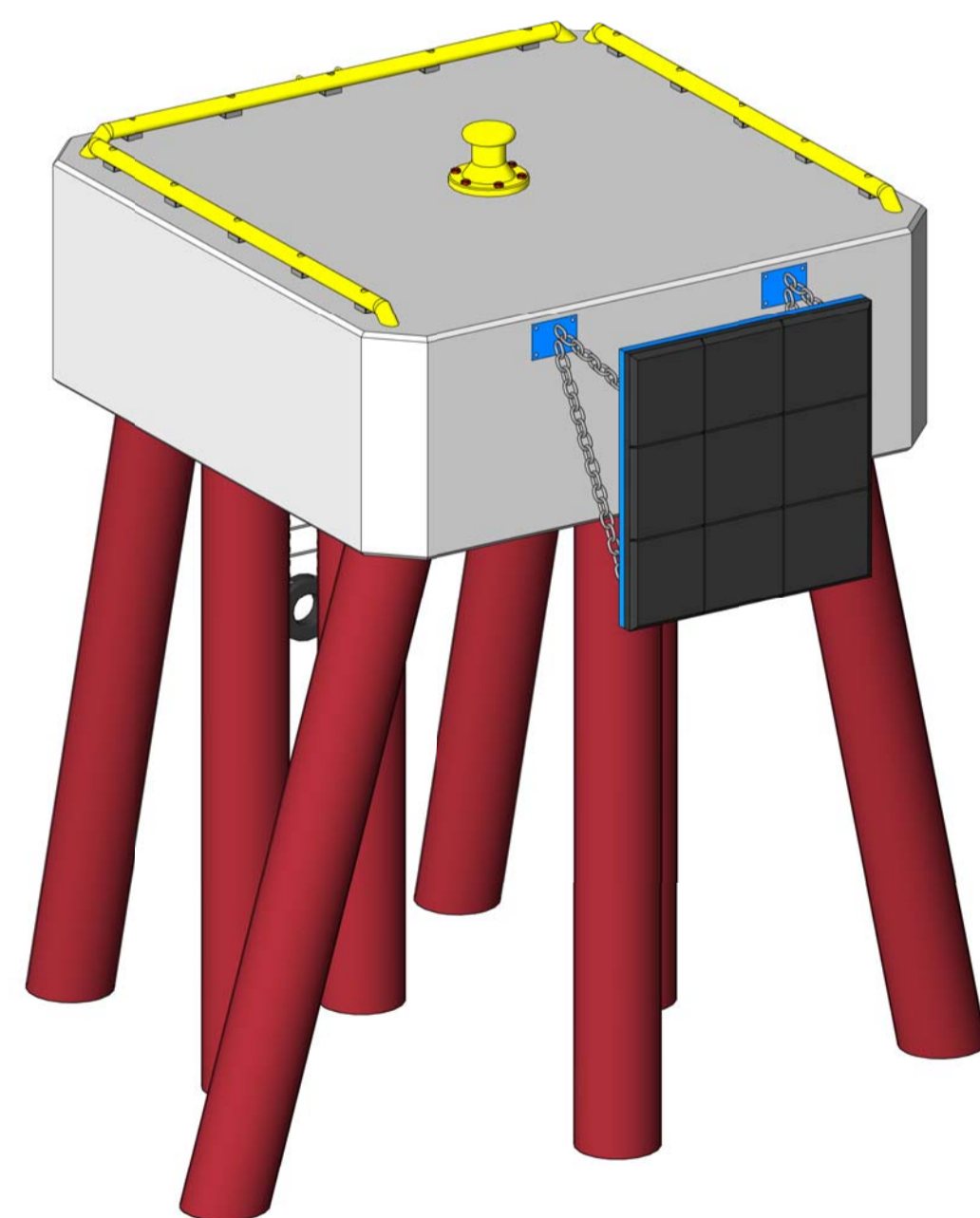
PLAN
1 : 100



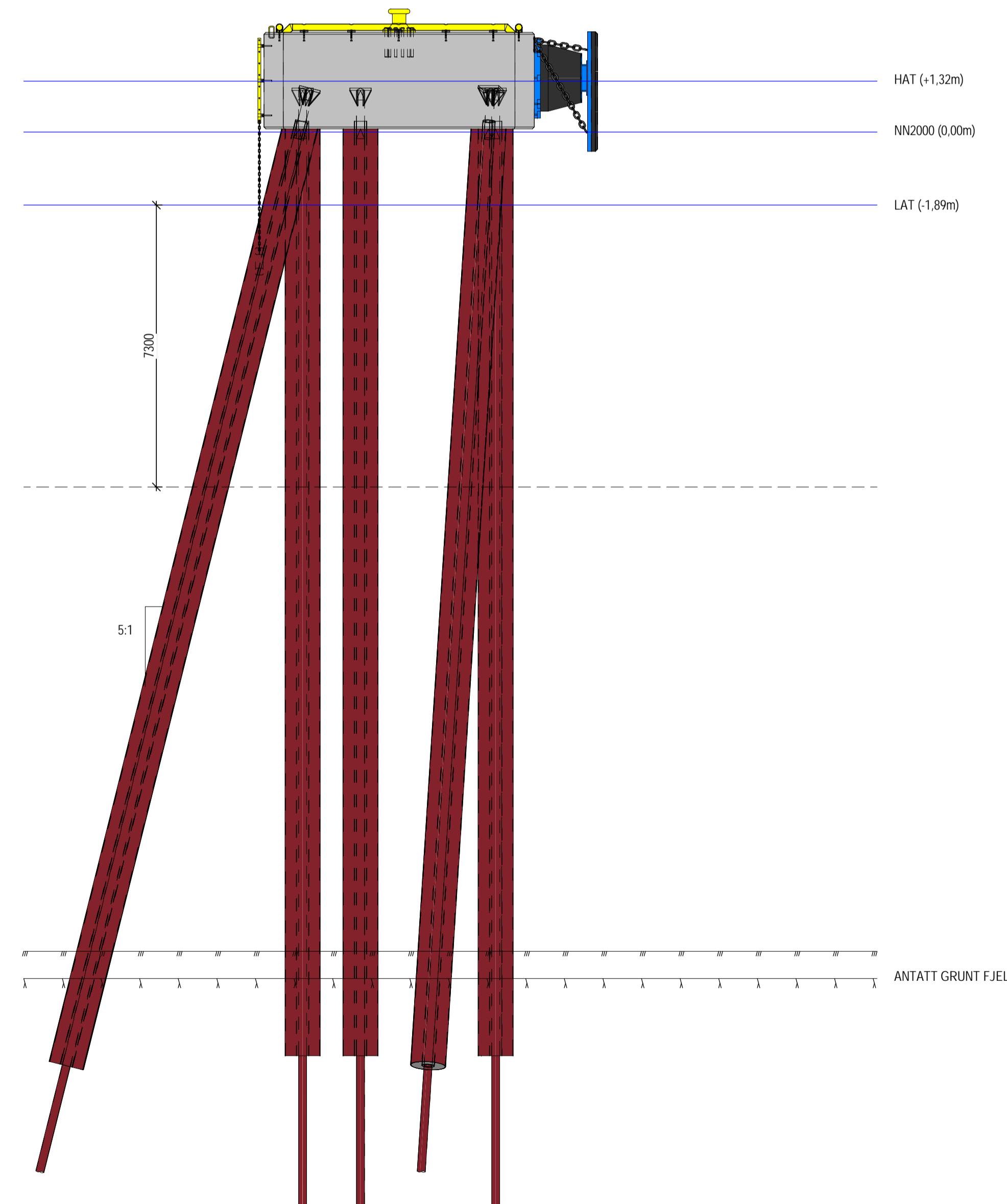
PELEARRANGEMENT
1 : 100



OPPRISS
1 : 75



3D



SNITT
1 : 100

Foreløpig 30.08.2023

www.multiconsult.no

00	Konsepttegning	14.08.2023	JOAA	JLH JLH	
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontroll	
	Nordkappregionen Havn		RIB	A1	
	Dykdalb Honningsvåg	30.08.2023			
	KONSEPTTEGNING - alternativt pelearrangement			SOM VIST	
	SNITT				
	PLAN				
Multiconsult www.multiconsult.no		Status SKISSEPROSJEKT	Konstr./egnet JOAA	Kontrollert JLH	Godkjent JLH
Oppdragsgiver 10252854-01		Tegning RIB-TEG-101		Rev 00	
Fagdirektør []		Estimer []		Byggesjef []	