

Vurdering av molo

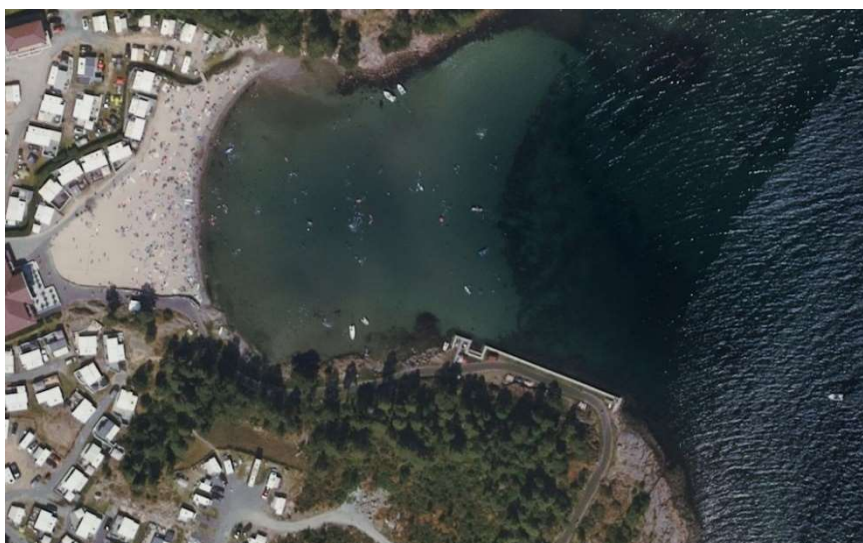
Moysand Familiecamping AS

Moysandveien 96, 4885 Grimstad

Dato: 24.09.2024

Oppdragsgiver
Moysand Camping AS

Oppdragsnummer
24164



Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder	Utf.	Kontr.
0	24.09.2024	Utsendt for gjennomgang	JHB	ØS
01	25.09.2024	Godkjent for utsendelse	JHB	ØS

Sammendrag

Moysand Familiecamping AS ønsker en vurdering av ulike tiltak for å beskytte planlagt småbåtanlegg i bukta utenfor campingplassen. Selve hovedkaia er allerede bygget, men forholdene ved brygga er utsatt for østlige vinder med påfølgende bølger fra åpent hav. Det er behov for å tilrettelegge for bedre adkomst med båt til Moysand Familiecamping AS. Molohåndboka, utgitt av Kystverket, beskriver anbefalinger for planlegging, prosjektering og bygging av moloer langs kysten av Norge. Dette notatet er laget på bakgrunn av anbefalinger i Molohåndboka.

I dette notatet har vi vurdert 2 ulike typer av molo som kan være aktuell for Moysand Familiecamping AS. Det ene alternativet er en vertikalmolo- horisontalt kombinert som tillater fortøyning på innsiden. Det andre alternativet er en flytende bølgedemper forankret i sjøbunnen og mot land.

Analysen og vurderinger viser at ingen av molo typene vil gi noen fullgod beskyttelse av anlegget ved dårlig vær. Moloen er planlagt relativt kort, og bølger vil avbøyes, og påvirke båtplassene bak moloen i varierende grad ved kraftige bølger.

Bølgeanalyse tilsier ikke at området er utsatt for veldig store bølger, men med beliggenhet ut mot åpent hav vil man oppleve lange bølger som ikke vil stoppes totalt av en flytende molo.

Ettersom båtanlegget i hovedsak er planlagt som en dagsturnhavn i sommerhalvåret, og at bølgestatistikk tilsier at store bølger opptrer relativt sjelden, vil vi likevel anbefale å gå videre med en flytende molokonstruksjon ved Moysand. En flytende bølgedemper molo bør utformes som et stykke med god bredde. Det finnes flere leverandører som prosjekterer, leverer og monterer bølgedempere.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
1. Innledning	4
2. Forutsetninger	4
3. Lokale naturforhold	5
3.1 Dybder	5
3.2 Vindforhold	6
3.3 Bølger	6
3.4 Naturmangfold	7
4. Vurdering av molotyper	7
4.1. Steinfyllingsmolo	8
4.2 Flytemolo	10
5. Oppsummering og konklusjon	11
6. Vedlegg	11

1. Innledning

Dagfin Skaar AS er engasjert av Moysand Camping AS for å vurdere tiltak for å beskytte planlagt småbåtanlegg ved Moysand på Fevik i Grimstad Kommune.

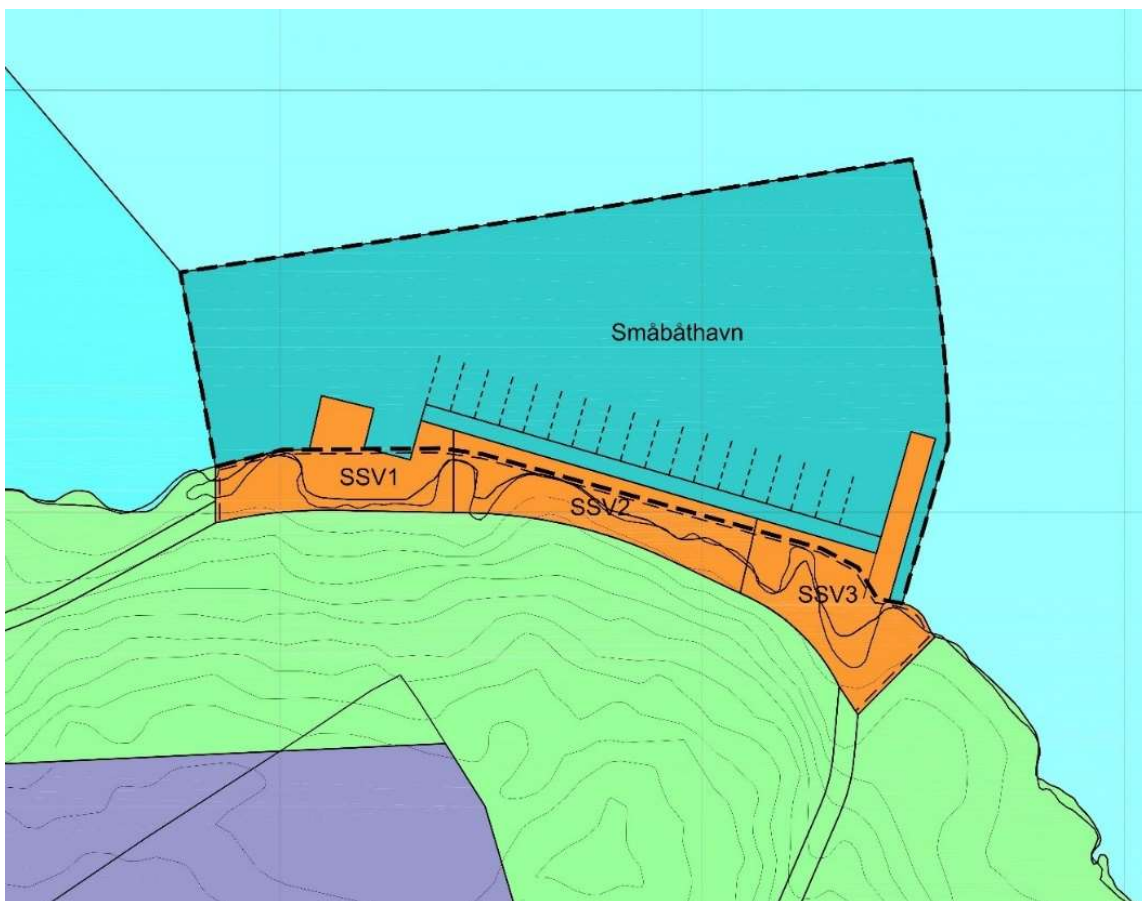
For å beskytte området, som ligger utsatt til for østlige vinder, er det ønskelig å etablere en molo som demper innkommende bølger. Vi vil i dette notatet vurdere 2 aktuelle molotyper som kan gi tilstrekkelig beskyttelse mot bølgepåvirkning, og samtidig tilpasse seg de lokale forholdene.

2. Forutsetninger

Moysand Familiecamping AS har kun åpent i sommerhalvåret fra 1 mai til 1 september. Det legges derfor opp til at anlegget kun skal benyttes i sommerhalvåret.

Småbåtanlegget skal i hovedsak benyttes av besøkende på dagstur. Det er ikke er ikke lagt opp til overnatting eller langtidsfortøyning. Det forutsettes derfor at båter ikke vil ligge i havn ved ekstremvær.

Moloen ved Moysand er planlagt inntil 20m lang.

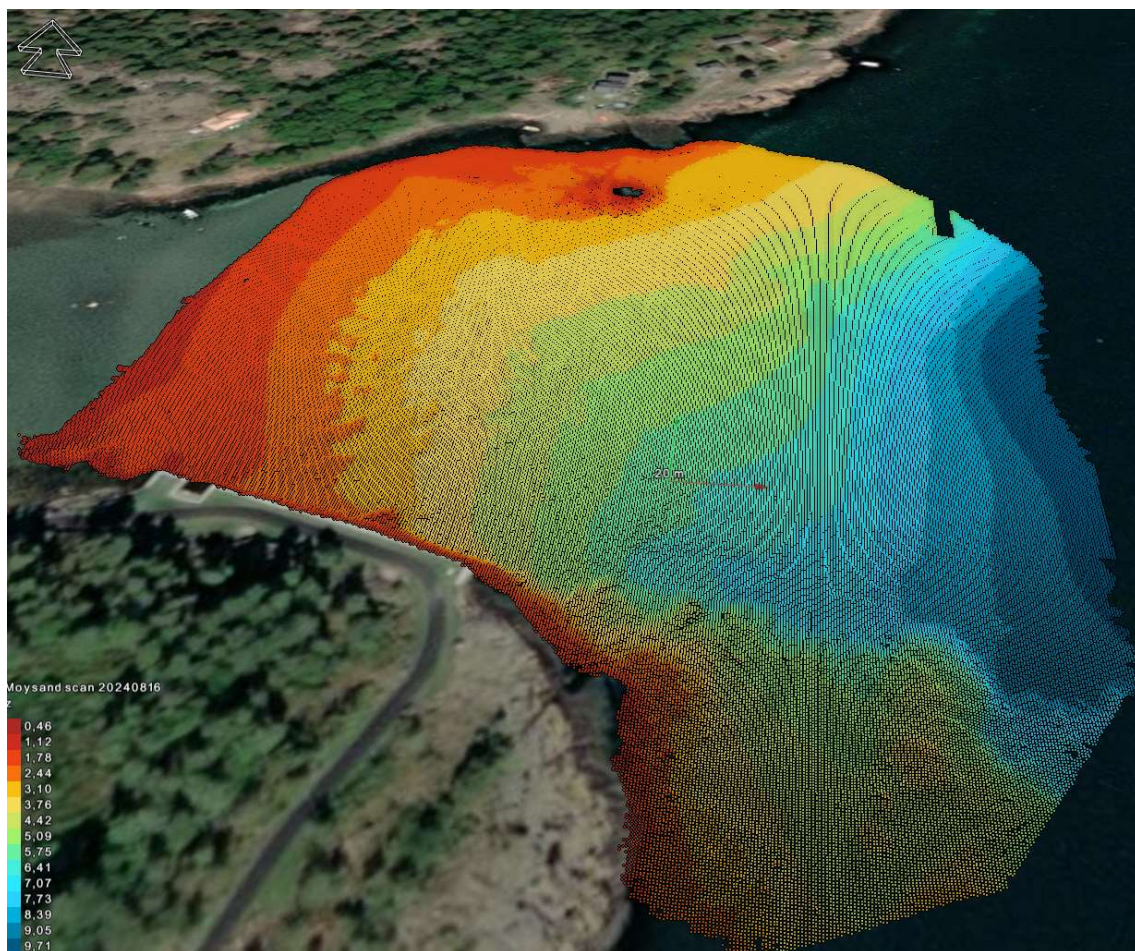


Figur 1. Tidligere forslag til reguleringsplan som illustrerer tenkt molo. Her tegnet ca 15m lang (Halvorsen Arkitekter AS,)

3. Lokale naturforhold

3.1 Dybder

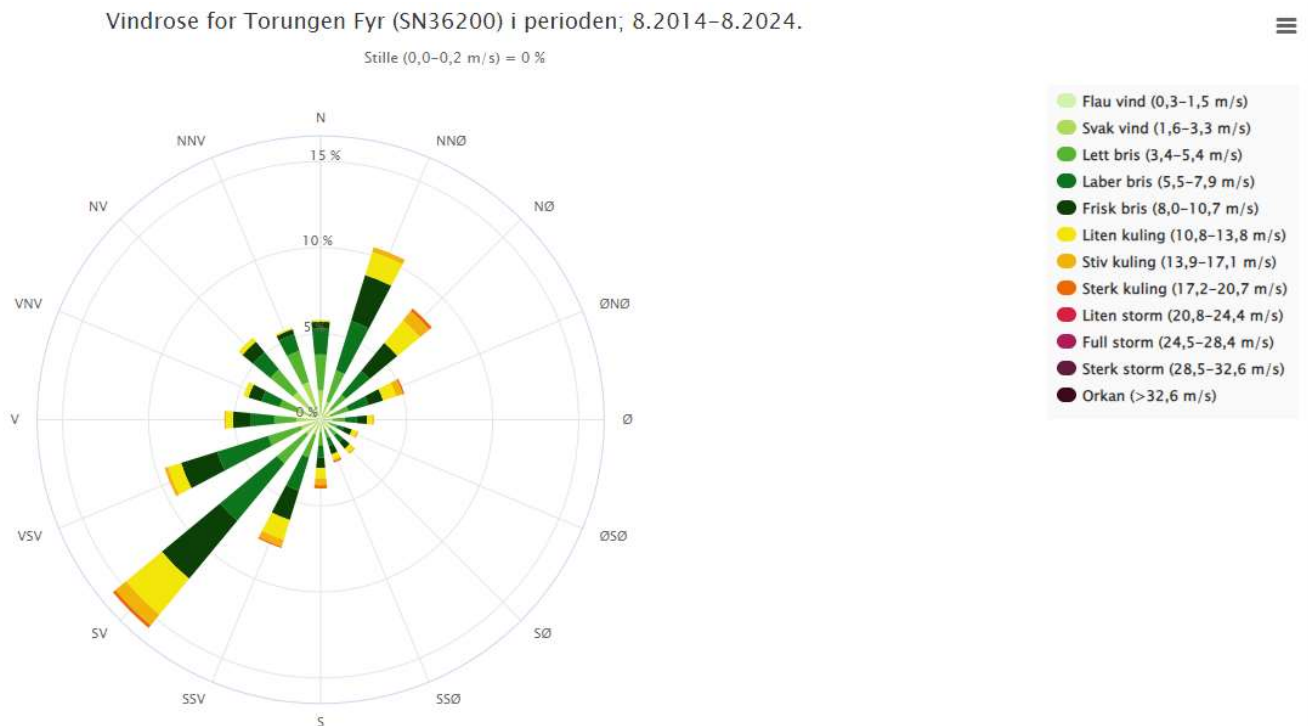
Det planlagte småbåtanlegget ved Moysand ligger i et relativt grunt område med skrånende sandbunn. Det er foretatt multibeam bunnskanning av området som viser med dybder ned mot 6m i ytterkant av tiltaksområdet. Det er meget grunt inn mot eksisterende kai, og det må forutsettes at båter fortøyes med baugen inn mot kaia.



Figur 2: Utsnitt av bunnskanning som viser sjøbunnen i bukta. (Dagfin Skaar AS/TT Anlegg)

3.2 Vindforhold

Tiltaksområdet er utsatt for østlige vinder, og det er ingen direkte hindringer mot havet fra øst. Området er imidlertid ikke utsatt for de mest vanlige vindretningene i området i følge statistikk ved Torungen fyr, under.



Figur 3 Historiske vindstatistikk ved Torungen Fyr fra de siste 10 årene. (MET.NO)

3.3 Bølger

Moysand ligger relativt åpent ut mot storhavet i øst. Det er foretatt en enkel bølgeanalyse av COWI vedlagt dette notatet. Bølgeanalysen tilsier en signifikant bølgehøyde $H_s = 1,6$ m ($H_{max} 3m$) og gjennomsnittlig spektral topp-periode $T_p = 4,7$ s. ($T_{pmax} 9s$)

Signifikant bølgehøyde, H_s er definert som middelverdien av den høyeste tredjedelen av alle bølger i en storm eller i en registrering. Innenfor en slik storm vil den høyeste bølgen være ca $H_{max} \approx 2 H_s$ (målt fra bølgedal til bølgetopp).

2 Spektral topp-periode, T_p er definert som den bølgeperioden (tidsavstanden mellom to påfølgende bølgetopper) som inneholder mest energi, dvs den perioden som vil oppfattes som den dominerende.

3.4 Naturmangfold

Tiltaksområdet har ifølge Naturbase registrert forekomst av ålegress. Dagfin Skaar AS har utført marinbiologisk kartlegging som bekrefter funn av ålegress i det planlagte utbyggingsområdet. Utforming av molo vil, avhengig av type, medføre større eller mindre påvirkning av det marine miljøet i bukta. Marinbiologisk kartlegging er vedlagt dette notatet.

4. Vurdering av molotyper

Molohandboka utarbeidet av Kystverket beskriver anbefalinger for planlegging, prosjektering og bygging av moloer langs kysten av Norge.

Prosjektering og beskyttelse av småbåthavner er avgjørende for å sikre trygg oppankring og minimere skade på båter og infrastruktur under ugunstige værforhold.

En fremtidig molo skal beskytte småbåtanlegget mot bølger, vind og strøm. Kravene til en molo inkluderer:

- **Styrke og holdbarhet:** Må tåle ekstreme værforhold over lang tid.
- **Bølgedemping:** Reduksjon av bølgehøyde for å sikre trygg oppankring.
- **Kostnadseffektivitet:** Rimelig i forhold til levetid og vedlikehold.
- **Miljøpåvirkning:** Minimalt inngrep i omkringliggende økosystemer.

Det finnes mange ulike former for fyllingsmoloer, men for Moysand anser vi det å være to aktuelle hovedtyper av moloer: Vertikal steinfyllingsmolo horisontalt kombinert, som tillater fortøyning på innsiden, samt flytemolo/ bølgebryter.

Molohåndboka gir i tabellen, under, maksverdier for signifikant bølgehøyde og periode for småbåter i en småbåthavn.

	ANGREP FRA SIDEN		ANGREP FORUT/AKTER	
	Bølgeperiode T_p s	Sign. Bølgehøyde m	Bølgeperiode T_p (s)	Sign. Bølgehøyde m
Båtlengde 4-10 m	$T_p < 2,0$	0,20	$T_p < 2,0$	0,20
	$2,0 < T_p < 4,0$	0,10	$2,0 < T_p < 4,0$	0,15
	$T_p > 4,0$	0,15	$T_p > 4,0$	0,20

Tabell 6-2. Maksimalverdier for signifikant bølgehøyde i en småbåthavn, se ref XXI. De angitte verdiene kan inntreffe en eller noen få ganger pr år.

Figur 4. Utklipp fra Molohåndboka som viser krav til maks bølgehøyder i en småbåthavn. (Molohåndboka)

Mololengde

Bølgediffraksjon som vil si at bølger «bøyes» rundt molohodet, vil nedføre bølgepåvirking i deler av anlegget bak en kort molo. For at en molo ved Moysand skal gi fullstendig beskyttelse av småbåtanlegget som tilfredsstillende kravene i molohåndboka vil vi anta at det er nødvendig med en molo som er minst 50m lang. Mer nøyaktige mål vil måtte fremkomme ved en detaljprosjektering av molo.

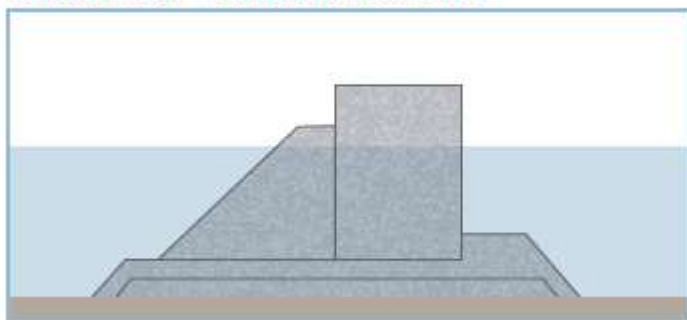


Figur 5. Skisse som illustrerer hvordan bølger vil «avbøyes» ved enden av fyllingsmolo, og treffe kaia bak. (Dagfin Skaar AS/ Kystinfo))

4.1. Steinfyllingsmolo

Beskrivelse: Moloer er bygget av stablede steinblokker eller betong, vanligvis med en kjernekonstruksjon av mindre stein og et ytre lag av større blokker som fungerer som bølgebrytere. I dette begrepet inngår også ensidige moloer som vurderes for Moysand. Det er ønske om å kunne fortøye turistbåter/ badebåter ved Moysand som er avhengig av god vanddybde.

Vertikal molo – horisontalt kombinert



Figur 6. Utsnitt av tenkt molo fra Molohåndboka. (Molohåndboka)

Fordeler:

- **Robusthet:** Meget motstandsdyktig mot sterke bølger og værforhold.
- **Lang levetid:** Krever minimalt vedlikehold over tid.
- **Effektiv bølgedemping:** Reduserer bølgeenergien betraktelig før den når småbåtanlegget.

Ulemper:

- **Høye byggekostnader:** Betydelig investering i materialer og arbeidskraft.
- **Miljøpåvirkning:** Potensiell skade på marine habitater under konstruksjon.
- **Størrelse og volum:** Krever stor plass og kan være visuelt dominerende.

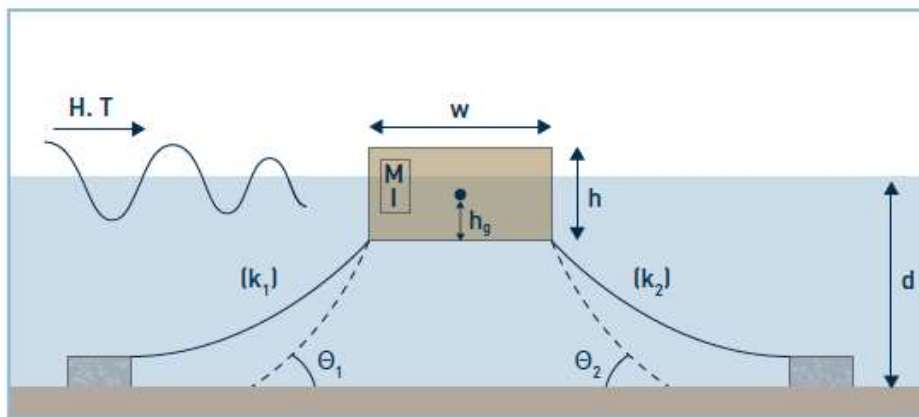
Steinmoloer er ideelle for havner som er utsatt for sterke værforhold og hvor langsiktig holdbarhet er viktigere enn bygge kostnader. For effektiv bølgedemping og beskyttelse for et permanent småbåtanlegg må moloen ha tilstrekkelig lengde, og høyde som hindrer overskylling.

Vurdering av molohøyde:

Det er flere faktorer som spiller inn ved beregning av molohøyde. Bølgehøyde, stormflo, formål, og tillatt grad av overskylling er hovedfaktorene. En molo med minimal eller ingen overskylling vil etter en forenklet beregning med forutsetningene vi har på Moysand bli i størrelsesorden +3,5m over middelvannstand. Det er da lagt til grunn $H_s = 1,6\text{m}$, 200-års stormflo $1,12\text{m}$ og et tillegg for bølgeopprulling $1,5 \times H_s$. Vi mener det ikke vil være hensiktsmessig å dimensjonere en molo etter disse kriteriene for den aktuelle moloen. Begrunnelsen for dette er at moloens begrensede lengde gir redusert effekt og det at formålet med moloen er å beskytte den planlagte anlegget i sommerhalvåret. Ved valg av en eventuell steinmolo vil det være naturlig å også se høyde i sammenheng med eksisterende brygge og terreng. Vi kan ikke se at det skal være hensiktsmessig å dimensjonere høyden for noe mere enn +1,5m(NN2000) og at det er det som eventuelt legges til grunn i reguleringsplanen.

4.2 Flytemolo

Beskrivelse: Flytemoloer består av flytende strukturer, ofte laget av betong, som ligger på vannoverflaten og er festet med forankringssystemer.



Figur 3-11
Konseptuell flytemolo med hoved-designparametere [bølgehøyde og periode= H, T , bredde= w , høyde= h , dybde= d , tyngdepunkt= h_g og forstyvningsstivhet (k, θ)], [PIANC, 1994].

Figur 7. Typisk snitt av flytemolo. (Molohåndboka)

Fordeler:

- **Fleksibilitet:** Lett å installere, flytte eller fjerne ved behov. Båter kan legges til på alle sider av moloen.
- **Kostnadseffektiv:** Lavere installasjonskostnader sammenlignet med faste moloer.
- **Lav miljøpåvirkning:** Minimalt inngrep i havbunnen og det marine miljøet.

Ulemper:

- **Begrenset bølgedemping:** Mindre effektiv ved store bølger. En flytemolo vil ikke ha særlig effekt på dønninger med lange perioder, men vil beskytte ved moderate vindbølger. Bruk av flytemoloer bør begrenses til områder der bølgene består av korte vindbølger opp til $T_p \approx 4,0$ s. Ref Molohåndboka. En flytemolo vil dermed gi begrenset effekt mot de lange bølgene ved Moysand.
- **Kortere levetid:** Kan være mer utsatt for slitasje og skade over tid. Ved å unngå bevegelige deler begrenses slitasjen.
- **Vedlikehold:** Krever regelmessig inspeksjon og vedlikehold av forankringssystemer.

Flytemoloer er best egnet for beskyttelse av småbåthavner i områder med relativt rolige sjøforhold og hvor fleksibilitet og lav kostnad er viktig. Som ved en fyllingsmolo vil det være nødvendig med en lang molo for å beskytte anlegget helt mot bølger som bøyes av rundt molohodet. Ved kraftig uvær vil ikke en flytemolo i dette området gi fullstendig beskyttelse av småbåtanlegget grunnet lange bølger/ sjødrag. Vi mener imidlertid at man kan konstruere en molo som tåler å ligge ved Moysand uten å ta skade. Ved utsatte områder bør flytemoloen konstrueres i et stykke uten bevegelige deler foruten en landgang som kan løftes på land på vinteren, og ved tøft vær.

5. Oppsummering og konklusjon

En molo som kun strekker seg ut ca 20m vil ved tøffe værforhold gi en begrenset beskyttelsen av fremtidig småbåtanlegg ved Moysand Familiecamping AS, uavhengig av valgt molotype. En steinfillingsmolo vil ha en mer effektiv bølgedemping enn en flytemolo, spesielt ved lange bølger/dønninger, men ved kraftig vind og bølger vil trolig ingen av molotypene gi fullgod beskyttelse av småbåtanlegget, ettersom moloene er planlagt relativt korte, og bølgene «bøyes» rundt molohodet. For å gi fullgod demping av innkommende bølger vil en molo trolig måtte bygges 2-3 ganger lengre enn forelagt plan.

Småbåtanlegget ved Moysand Familiecamping AS vil i utgangspunktet kun benyttes i sommerhalvåret. Bølgepåvirkningen vil i denne perioden normalt sett være begrenset. Det vil trolig også være lite besøk av småbåter til Moysand ved røft vær. Med bakgrunn i dette vil vi anbefale en flytemolo for det aktuelle småbåtanlegget.

En flytende molo vil være svært fleksibel, og tilby fortøyningsplasser uten dybdebegrensinger på begge sider ved godt vær. En flytende molo vil medføre minimale inngrep i sjøbunnen, begrenset til noen få moringer som synker ned i sanden. Beskyttelsen mot bølgepåvirkning vil stort sett også være tilstrekkelig for den planlagte bruken av småbåtanlegget i sommerhalvåret. Det forutsettes at en flytende konstruksjon bygges i et stykke, uten bevegelige deler, og med en landgang som løftes på land i vinterhalvåret. Det finnes flere leverandører av standard bølgedempere som prosjekterer, leverer og monterer flytemolo.

6. Vedlegg

- Marinbiologisk kartlegging (Dagfin Skaar AS)
- Hydrologisk vurdering (COWI)

Referanser:

Molohåndboka, Kystverket 2018.

Met.no

Kystvarslingscenteret.no

Kystinfo.no