

Oppdragsgiver: **Artec Aqua AS**

Oppdragsnr.: **5209949** Dokumentnr.: **NO-16**

Til: Artec Aqua AS v/Andres Thyri

Fra: Arne E Lothe

Dato: 2022-06-24

► Flomfare fra vindbølger og skredinduserte bølger

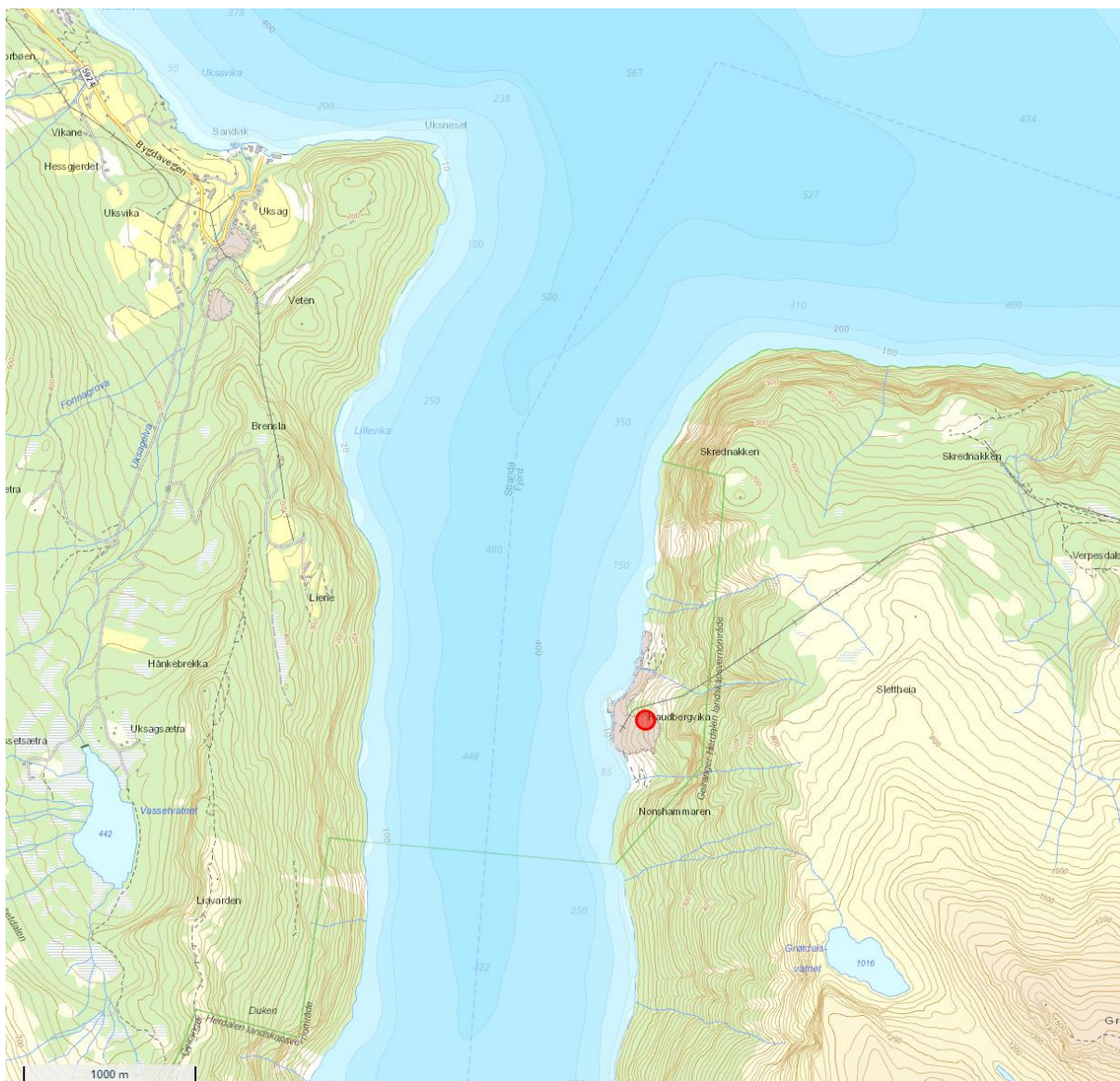
GENERELL BESKRIVELSE

Anlegget i Raudbergvika ligger på østsiden av Sunnlyvsfjorden, nær møtet med Nordalsfjorden, se Figur 1. Sunnlyvsfjorden er på dette stedet 1.0 – 1.5 km bred. Fjorden smalner litt mot sør, og åpner seg opp mot nord. Høye bølger kan bare forekommer i fjordens lengderetning, dvs. enten fra sør eller fra nord.

Fjorden er dyp og uten grunner, holmer eller skjær.



Figur 1 Oversiktskart. Raudbergvika er merket med rødt punkt og skredstedet Åkerneset er merket med blått.



Figur 2 Raudbergvika, detalj

NORMAL-SITUASJON – BØLGER OG STORMFLO

Stormflo

Man vil normalt forvente at stormflo opptrer i en situasjon med høyt tidevann, lavtrykk og pålandsvær, dvs vind og bølger fra vestlig sektor i denne delen av landet. For de fleste steder langs vestkysten av Norge betyr det at det er en fysisk sammenheng mellom høye bølger og stormflo. Vi vet at høye bølger ved Raudbergvika bare kan forekomme ved vind fra nord eller vind fra sør, hvilket kanskje vil utelukke samtidighet mellom høye bølger og stormflo.

Imidlertid er fjellene i området så høye at vi må regne med en betydelig kanaliseringseffekt, dvs at vind som i den frie luftstrømmen kommer fra f eks SV, vil styres i en mer sørlig retning i Sunnylvsfjorden, og tilsvarende for vind fra NV og nordlig retning i Sunnylvsfjorden.

Samtidig må en regne med at det vil finnes en viss forsinkelse i stormflo-nivået, dvs at høyt vann-nivå i fjorden vil henge igjen etter at presset utenfra har avtatt fordi det er langt fra Raudbergvika til åpent hav.

Til sammen tilsier dette at vi bør anta at høye bølger kan inntreffe ved en situasjon som er nær ekstrem stormflo.

Stormflo-nivå for Stranda kommune i flomklasse F2 er 255 cm NN2000.

Bølger

Det finnes ingen målestasjoner for vind som kan danne grunnlag for en statistikk for vind i dette punktet i Sunnylvsfjorden. Vi velger derfor en vindhastighet basert på standard referansevindhastighet for området. Referansevindhastigheten for Stranda er 26 m/s, og denne verdien velges uten justeringer. Tabell 1 viser beregnede bølgedata for et punkt midtfjords ved Raudbergvika.

Tabell 1 Bølgedata for et punkt midtfjords ved Raudbergvika

Vindhastighet	Fra nord		Fra sør	
	H _s	T _p	H _s	T _p
26 m/s	1.13	3.7	0.71	4.8
28 m/s	1.25	3.8	0.79	4.9

Dersom man skal begrense flom fra bølger til et akseptabelt nivå (antatt max 1 liter per sekund per meter), må en plastret front av grov spengstein ha gå opp til en høyde på 4.1 m NN2000 for bølger fra nord, og 3.6 m NN2000 for bølger fra sør.

SITUASJON ETTER SEKUNDÆRVIRKNING AV FJELLSKRED

Data for denne delen er hentet fra en publikasjon fra NGI utarbeidet for NVE (referanse 1). I denne rapporten er det undersøkt effekter av skred fra Åkneset, og hvilke effekter det kan gi. I rapportene er det vurdert hvilke skred som kan inntreffe, og generelt har mindre skred en større sannsynlighet for å inntreffe enn større skred. Sannsynligheten for at et skred skal inntreffe er meget usikker blant annet fordi slike skred inntreffer sjelden, og det derfor er lite data å holde seg til.

Figur 3 viser Table 4.1 fra rapporten og viser en oversikt over de skredscenariene som er vurdert. For Raudbergvika er det bare skred fra Åkneset som er aktuelle, og for et anlegg i flomklasse F2 skal scenariene 2B, 3A og 3B vurderes. Disse har alle en årlig sannsynlighet for å inntreffe som er større enn 1/1000, det vil si at de kan inntreffe oftere enn hver 1000 år. Sikkerhetsklasse S2 som gjelder for skred og bølger fra skred krever en returperiode på 1000 år. Innenfor den usikkerheten som sannsynlighets estimatene medfører, og den presisjonen som Figur 3 tillater, anser vi at Scenario 2B tilfredsstiller kravet om en hendelse med returperiode 1000 år.

Figur 4 viser Table 2.2 fra rapporten og viser en oversikt over beregnede oppskyllingshøyder for steder i området. For Raudbergvika ser vi at beregnet oppskyllingshøyde er 6.0 m i Scenario 2B. Denne høyden er angitt som en høyde over dagens middelvann og som inkluderer en antatt heving av middelvannstand på 0.7 m (fram til 2090).

For praktiske formål er dagens middelvann tilnærmet lik referansenivået NN2000.

Det er ingen fysisk sammenheng mellom stormflo og skredfare, og det er derfor ikke naturlig å forutsette at skred og stormflo inntreffer samtidig. Som er rimelig konservativ verdi foreslår vi å legge til grunn at skredet kan inntreffe i en tilstand ved middel høyvann, som i følge nettstedet sehavniva.no er 57 cm NN2000.

Det betyr at den oppskyllingshøyden man må dimensjonere for i Raudbergvika er $6.0\text{ m} + 0.57\text{ m} \approx 6.6\text{ m}$ NN2000.

Table 4.1. Parameters for all scenarios.

Scenario		Dimensions			Impact velocity [m/s]	Volume $10^6 m^3$	Annual probability
		Height [m]	Width [m]	Length [m]			
Location	Number						
Åknes	1A	80	450	1000	45	36	<1/1000
	1B	100	450	1000	45	45	<1/1000
	1C	120	450	1000	45	54	<1/1000
	1D	80	450	1500	45	54	
	2A	80	450	500	65	18	
	2B	80	450	500	45	18	>1/1000
	3A	60	225	800	60	10.8	1/200
	3B	50	200	600	60	6	1/100
Hegguraksla	H1	33	150	200	50	1	1/600
	H2	40	200	250	60	2	>1/1000
	H3	46	250	300	60	3,5	<1/1000
Tafjord (1934)		75	130	400	50	3	
Skafjell (1731)		160	250	100	34	4	
Tjelle (1756)		60	500	500	45	15	

Figur 3 Table 4.1 fra referanse 1: Skredscenarier

Table 2.2: Run-up heights given in meters above today's mean sea level (MSL) at all locations, the numbering ("no") of the locations refers to Figure 2.1. The heights include the effect of a sea level rise of 0.7 m. For the selection of locations and scenarios we refer to ÅTB (2009a, 2009b).

Location		Scenarios			
Name	no	1C	2B	H2	H3
Dyrkorn	3	3	2	-	-
Eidsdal	11	8	4	-	-
Fjøra	8	6	3	17	20
Geiranger	12	70	30	-	-
Gravaneset	5	7	3	-	-
Hellesylt	13	85	35	-	-
Hundeidvik	18	2	1	-	-
Linge	6	6	3	-	-
Magerholm	1	3	1	-	-
Norddal	10	14	7	-	-
Oaldsbygda	14	100	70	-	-
Ramstadvika	17	3	2	-	-
Raudbergvika	19	13	6	-	-
Skardbøen	21	4	2	-	-
Stordal	4	8	4	-	-
Stranda	15	7	4	-	-
Sykkylvsfjorden	16	4	2	-	-
Tafjord	9	14	7	9	13
Vaksvik	20	5	3		
Valldal	7	7	3	6	8
Vegsundet	1	4	3	-	-
Vika	8	9	4	11	15
Ørskog	2	6	3	-	-

Figur 4 Table 2.2 fra referanse 1: oppskyllingshøyder på land for steder i nærområdet

FYLLINGER

De fyllinger som skal bygges må tåle de kreftene de blir utsatt for. For å motstå de lokale vindbølgene kreves en plastret front av sprengstein med blokkstørrelser ca 1 – 2 tonn.

Det er ikke gitt noe formelverk for beregning av blokkstørrelser for skredinduserte bølger. Skredbølgene er karakterisert ved at de er svært lange, med bølgeperioder i størrelse 40 – 60 s. De skiller seg derfor fra vanlige havbølger ved at bølgene er relativt sett høyere i forhold til bølgelengden. Innslag av en skredindusert bølge vil derfor fortone seg som en svært langvarig oversvømmelse med stigende vann (opptil

ca 6.0 m NN2000), og deretter skal den samme vannmengden trekke seg ut, hvilket gir en motsatt rettet kraft. Varigheten av disse bevegelsene gjør at den eroderende effekten på fyllinger og fronter kan bli høy.

Som et utgangspunkt er estimatet på nødvendig fyllingsdesign en plastret front av blokkstein med vekt i størrelse 7.0 – 11.0 tonn. Hensikten med en slik konstruksjon er at den skal hindre at underlag og fundamenter for bygninger og konstruksjoner skal eroderes bort av vannstrømmen. Denne plastrede fronten må altså gå opp til et nivå på ca 6.6 m NN2000 dersom underlaget ikke er berg.

ANBEFALINGER/OPPSUMMERING

- A. Et anlegg i Raudbergvika vil være utsatt for vanlige vind-genererte bølger (ved stormflo) og kan bli utsatt for flodbølger som følge av skred fra fjellpartiet Åkerneset ved Sunnylvfjorden. Av disse utgjør den skredinduserte bølgen det største belastningen, og er dimensjonerende for fyllingsdimensjoner og nødvendige høyder.
- B. Det aktuelle skredet kan få en oppskyllingshøyde på 6.0 m over stille vann. Med tillegg for antatt høyvann og en liten sikkerhetsmargin betyr det at bygninger som skal vernes mot flom må plasseres på nivå 7.0 m NN2000.
- C. Fundamenter og underlag for bygninger må sikres mot erosjon og undergraving ved at de settes på en plastret front av sprengstein, eller en betongmur. Slike konstruksjoner må dimensjoneres i en detaljprosjekteringsfase for å tåle kraften fra strømmende vann i en bølge.
- D. Oppskyllingshøyden for det største skredet ved Åkerneset er 13.0 m over stille vann, og ca 14.0 m NN2000. Dette skredet har en sannsynlighet som er så liten at det ikke skal hensyntas i Sikkerhetsklasse S2. Vi anbefaler likevel at det lages en plan for evakuering til sikker høyde for personell i det tilfellet at det største skredet går. Man kan regne med at alle større skred er varslet slik at evakuering kan igangsettes, men en slik varsling vil ikke inneholde informasjon om skredets størrelse. Det synes derfor naturlig at man ved alle varsler om forestående skred evakuerer personell til en sikker høyde som er over 14 m NN2000.

REFERANSER

1. Åknes/Tafjord-project, NGI: Numerical simulations of tsunamis from potential and historical rock slides in Storfjorden; Hazard zoning and comparison with 3D laboratory experiments 24 March 2010, revision 01 on 21 February 2011.

J01	2022-06-24	Notat, for bruk	Arne E Lothe	Magnus Thorsen Bach-Gansmo	Torgeir Sandøy
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.