

NOTAT

OPPDRAK	Reguleringsplan Framo Flatøy	DOKUMENTKODE	10202515-RIMT-NOT-001
EMNE	Vurdering av strømforhold	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	FRAMO AS	OPPDRAKSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Richard Sulen	SAKSBEHANDLER	Håvard Falck
		ANSVARLIG ENHET	10233034 Areal og utredning

1 Innledning

Framo Flatøy AS har behov for å utvide sine arealer på Flatøy. Som en del av tilretteleggingen skal det lages en reguleringsplan. Utvidelsen er planlagt som utfylling i sjø mot sør og sørvest. Framo Flatøy har tidligere søkt om å utvide mot nordvest. I den forbindelse ble det gjennomført miljøundersøkelser som det refereres til i dette notatet. Det vil i tillegg benyttes andre miljøundersøkelser gjennomført i området.

Multiconsult er engasjert av FRAMO AS til å gjennomføre en kvalitativ vurdering av hvilke konsekvenser dette tiltaket kan ha på strømforholdene og vannutskiftningen i Flatøyosen og Nordra Krossvika. Tidligere undersøkelser blir også lagt til grunn for denne vurderingen.

Dette notatet gjennomgår relevante faktorer som kan være med på å styre strømbildet i og omkring tiltaksområdet.

1.1 Områdebeskrivelse og tiltaket

Figur 1 viser et oversiktskart over området rundt Flatøy og tiltaksområdet. På sørsiden av Flatøy ligger Osterfjorden og på nordsiden ligger Kvernafjorden som etter hvert går over i Radfjorden videre mot nord.

Vannutvekslingen mellom Osterfjorden, Nordra Krossvika, Flatøyosen og Kvernafjorden skjer gjennom flere sund som er grunnere enn bassengene de tilstøter. Mellom Nordra Krossnesvika og Flatøyosen er det tre sund, henholdsvis Lensmannssundet vest, mellom Holnsøy og Lensmannsholmen, Lensmannssundet øst, mellom Lensmannsholmen og Gudmundsholmen og Gudmundssundet, mellom Gudmundsholmen og Flatøy. For Flatøyosen vil disse grunnere sundene, eller tersklene, være med på å begrense vannutvekslingen med de tilstøtende bassengene. Spesielt gjelder dette for vann som ligger under terskeldyp. Det er ingen terskel i Krossnessundet mellom Nordra Krossnesvika og Osterfjorden. Se Tabell 1 for beskrivelse av bredde og dyp og tverrsnittareal på de fem sundene. Det dypeste av sundene som omslutter Flatøyosen er Lensmannssundet øst som på det dypeste er 14 m dypt.

Det har blitt gjennomført en oppmåling av bunnen i hele området omkring vest for Flatøy i forbindelse med arbeidet i 2014. Bunnmodellen er presentert i Multiconsult (2014).

Planforslaget legger til rette for å fylle masse i sør og nordvest for å etablere nytt landareal (se Figur 2). Det skal ikke fylles inntil Gudmundsholmen, men åpningen vil bli sterkt redusert slik at vi i våre beregninger legger til grunn at den stenges, jfr. Figur 2. Dette vil føre til at totale tverrsnittarealet

00	10.12.2019	Kvalitativ vurdering lokale strømforhold	HMF	MARTIA	Solveig Renslo
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Utfyllings påvirkning på lokale strømforhold

for de tre sundene Lensmannssundet vest, Lensmanssundet øst og Gudmundssundet reduseres fra 1690 m² til 1340 m². Denne reduksjonen tilsvarer en reduksjon i areal på omkring 21%. I det kommende vil de tre smale sundene mellom Nordre Krossnesvika og Flatøyosen omtales som en eller flere terskler for enkelhetsskyld.



Figur 1: Oversiktskart over Flatøy. Relevante stedsnavn er uthøvet.

Utfyllings påvirkning på lokale strømforhold



Figur 2: Planskisse som viser utvidelse av landareal og tilhørende fylling i sjø. Blått området sør for Gudmundsholmen viser ferdelsesområde i sjø tilknyttet planlagt kaiområde.

Tabell 1: Oversikt over geometrien til de fem sundene mellom Holsnøy og Flatøy. Tall for Håøysundet, Lensmannssundet vest, Lensmannssundet øst og Gudmundssundet er hentet fra Multiconsult (2014). Tall for Krossnessundet og Haglsundet er anslått fra sjøkart på norgeskart.no

	Bredde [m]	Dybde [m]	Tverrsnittareal [m ²]
Krossnessundet	180	45	8100
Holsnøy–Lensmannsholmen (Lensmannssundet vest)	97	8,5	560
Lensmannsholmen– Gudmundsholmen (Lensmannssundet øst)	92 på det grunneste 60 på det smaleste	14 på det grunneste	780
Gudmundsholmen–Flatøy (Gudmundssundet)	57	10	350
Håøysundet	180	13	1960
Haglsundet	250 (grunnest)	45 (grunnest)	11250

1.2 Tidligere strøm- og hydrografiundersøkelser ved Flatøy

Det ble i april og mai 2014 gjennomført strøm- og hydrografimålinger i sundene vest for Flatøy (Multiconsult, 2014). Disse målingene ble så brukt som inndata til strømmodell som undersøkte påvirkning på strømbildet fra utfylling. Det ble plassert en strømmåler i hvert av de fem sundene på vestsiden av Flatøy. Målingene i sundene mellom Flatøyosen og Nordra Krossnesvika viser bunnstrøm som i stor grad varierer med tidevannet i måleperioden. I Krossnessundet ble det målt vekslende strøm nært overflaten og stort sett nordlig strøm i dypere vannlag.

Målingene i Håøysundet stoppet etter ett døgn som følge av instrumentsvikt. Målingene i den korte perioden i Håøysundet viste strøm rettet mot sørøst (inn i Flatøyosen) ved stigende sjø og mot nordvest (ut av Flatøyosen) ved fallende sjø. Strømhastigheten i målepunktet på stigende sjø var relativt lav (omkring 5 cm/s), på fallende sjø var strømhastigheten høyere (omkring 10 cm/s).

Området er beskrevet i Den Norske Los: «*Tidevannstrømmen i Byffjorden, Herdlefjorden og Radffjorden går på stigende vann innover mot Salhusfjorden og fjordene rundt Osterøy, og motsatt på fallende vann.*» Dette samsvarer med målingene gjennomført i 2014.

Målingene viser at tidevannet tydelig bidrar til strømbildet over tersklene omkring Flatøyosen.

Det er viktig å merke seg at målingene kun er gjennomført i en måned, og derfor kun beskriver strømbildet i en kort periode. Det ble funnet en tydelig påvirkning fra tidevannet, noe som indikerer at strømforholdene vil være lignende gjennom året. Kortere perioder med sterkere eller svakere strøm generert av vindforhold eller dynamikk i omliggende fjorder omkring Flatøyosen må også forventes.

Samtidig med opptaket av målerne (28.05.2014) ble det tatt profiler av temperatur og saltholdighet (hydrografi) i vannsøyla på samme punkt som strømmålerne sto plassert. Disse målingene viste et 3-5 m tykt overflatelag, med lavere saltholdighet. Det ble ikke gjennomført hydrografiske målinger i selve Flatøyosen.

Modellundersøkelsen som ble gjennomført viser at strømhastigheten er ventet å øke noe gjennom Lensmannssundet vest og Lensmannssundet øst etter at tiltaket er gjennomført. Størrelsen på økningen i strømhastighet funnet i modellundersøkelsen er omkring 1–3 cm/s, noe som tilsvarer omkring 3%. Størst økning er funnet i Lensmannssundet vest. Modellen var satt opp i to dimensjoner og resultatet gjenspeiler gjennomsnittlig strøm i hele dypet. I hovedtrekk viser modellundersøkelsen svært liten endring i strømbildet inne i selve Flatøyosen. Siden dette var en 2-dimensjonal modell, er ikke effekter fra lagdeling representert i resultatet. Modellresultatene kan derfor heller ikke direkte brukes til å anslå eventuelt endring i vannutskifting og oppholdstid for bunnvann i Flatøyosen som følge av tiltaket. Videre var utfylling utformet ulikt dagens utfyllingsplan slik at modellresultatene ikke beskriver endret strøm sør for fylling etter dagens plan

Multiconsult (2014) vurderer også tiltakets påvirkning på isdannelse nord for fylling basert på modellundersøkelsen. Det vurderes som mindre sannsynlig at tiltaket vil påvirke dette. For at is skal dannes kreves det rolig sjø og en lengre kuldeperiode. I tillegg vil is dannes lettere om det tilføres ferskvann. Det er tidligere observert isdannelse lokalt i avgrensede områder i Flatøyosen. Dersom tiltaket fører til lokalt stillestående vann vil dette øke muligheten for isdannelse. Om redusert strøm er nok til å i praksis øke faren for isdannelse sett opp mot andre faktorer som vær og bølger må undersøkes nærmere.

Disse strøm- og hydrografiundersøkelsene, samt beskrivelse og resultater fra modellstudien er utfyllende beskrevet i Multiconsult (2014).

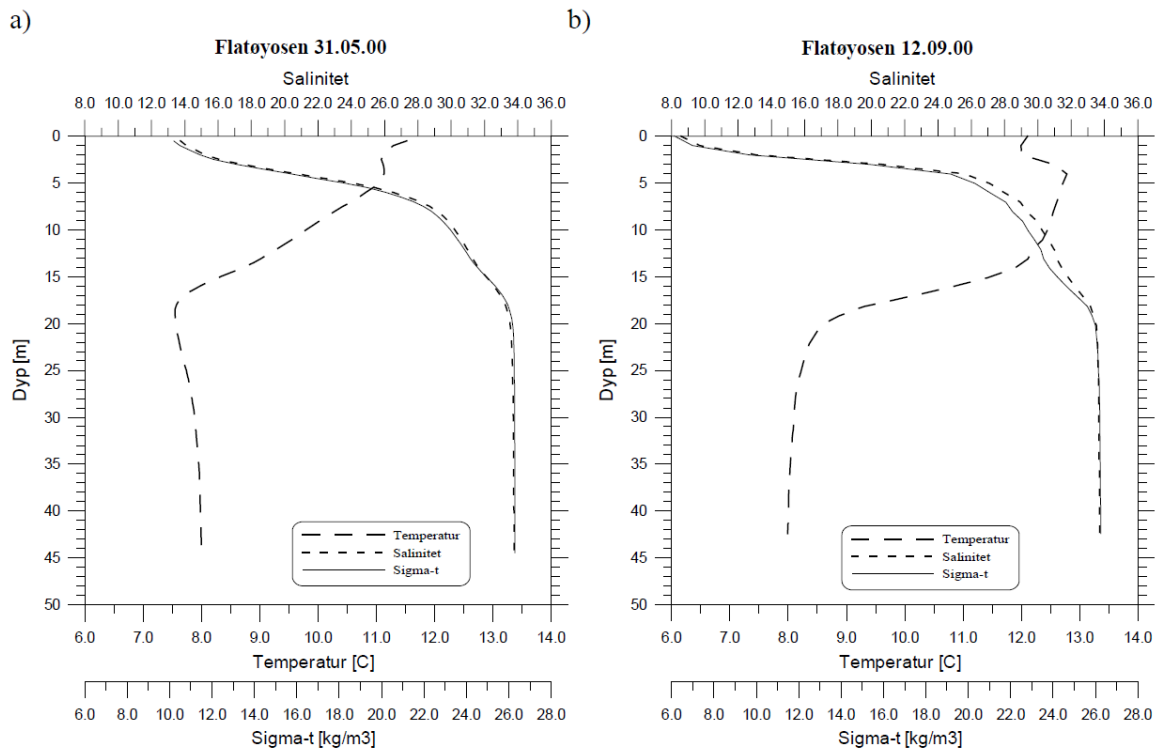
1.3 Tidligere gjennomførte resipientundersøkelser i Flatøyosen

Det har tidligere blitt gjennomført vannkvalitetsundersøkelser i Flatøyosen av Uni. Research (2017) og NIVA (2001). To hydrografiske profiler fra 31.05.2000 og 12.09.2000 hentet fra NINA (2001) er vist i Figur 3. Her konkluderes det med at bunnvannet i Flatøyosen er oksygenfattig eller -fritt. I

Utfyllings påvirkning på lokale strømforhold

perioder er det påvist høyere oksygenivå i Flatøyosen, og det antas at bunnvannet periodevis delvis utskiftes (NINA, 2001).

De hydrografiske profilene viser en sjikning i temperatur omkring terskeldypet. Sjiktningen er sterkest tidlig høst sammenliknet med sein vår. Det er også funnet et svakt sjikt i salinitet og tetthet ved samme dyp.



Figur 3: Salinitet, temperatur og tetthet. a) 31.05.2000, b) 12.09.2000. Figurene hentet fra NINA (2001)

2 Mulige konsekvenser som følge av utfyllingen

Det er mange faktorer som driver strømbildet i norske fjorder. Avrenning fra elver og nedbør bidrar generelt til å sette opp en strøm ut fjorder. Denne overflatestrømmen påvirkes i tillegg av lokale vindforhold som i perioder kan gi høye strømhastigheter nært overflaten.

I tillegg er tidevannet en viktig faktor som gir halvdaglige variasjoner i strømbildet. Målingene fra Multiconsult (2014) viser at strømmen gjennom sundene omkring Flatøyosen var tydelig påvirket av tidevannet.

Vindforhold langs kysten utenfor fjordene vil kunne flytte på vannmassene utenfor, som i perioder setter opp trykkgradienter mellom vannmassene langs kysten og fjordvann. Dette vil generere strøm som fører til vannutveksling mellom fjord og kyst. Denne effekten er blant annet viktig for fornying og tilførsel av oksygen til dypere vannlag i norske fjorder.

2.1 Endring av strøm strøm ved endring i tverrsnittareal

Tiltaket er som nevnt ventet å redusere tverrsnittarealet til de tre smale sundene mellom Flatøy og Holnsøy med omkring 21%. Hvis man i tillegg inkluderer Hagsundet, vil den totale reduksjonen av tverrsnittareal mellom Kvernafjorden og Osterfjorden være omkring 3%.

Ved å anta at vanntransporten gjennom sundene vest for Flatøyosen forblir uendret, ettersom tidevannstrømmen er drevet av vannstandsforskjellen utenfor Flatøyosen, er det forventet at vanntransporten vil øke med totalt 21% gjennom de to resterende sundene vest for Flatøy. Denne økningen i vanntransport vil henge direkte sammen med økning i strømhastighet på 21% vest for Flatøy. Tabell 2 viser målt gjennomsnittstrøm, signifikant maksimumsstrøm og maksimalstrøm sammen med de samme verdiene med økning på 21% gjennom de to resterende sundene. Signifikant maksimalstrøm representerer gjennomsnittet av de 1/3 sterkeste målte strømverdiene i måleperioden.

Resultatet fra 2D-modellstudien viste en økning i median strømverdi på 30% gjennom Lennsmansundet vest og på 13% i Lennsmansundet øst.

Ved hjelp av denne forenklete metodikken kan vi anslå at økningen i maksimal strømstyrke vil være i størrelsesorden under 6–7 cm/s. Dette med utgangspunkt i strømstyrkene som tidligere er målt i de respektive sundene. Disse tallene er i samme størrelsesorden som estimatet på 21% som stammer fra betraktningen fundert på redusert tverrsnittareal.

Dersom man holder deler av Gudmundssundet åpent vil dette trolig bidra til økt bevegelse i strømbildet nord for utfylling. Utforming av denne åpningen må vurderes nøye slik at den ikke blokkeres av drivende materiale. En slik åpning vil føre til at estimatet på endring i strømhastighet må nedjusteres noe.

Tabell 2: Målt gjennomsnittstrøm, signifikant maksimumsstrøm og maksimalstrøm gjennom Lennsmansundet vest og øst. Verdier ved en økning i strømstyrke på 21% er også presentert. Signifikant maksimalstrøm er gjennomsnittet av de 1/3 sterkeste, målte strømverdiene. Verdier i cm/s.

	Før tiltak (Tall fra måling) [cm/s]			Etter tiltak (Økning med 21%) [cm/s]		
	Gjennomsnittstrøm	Signifikant maksimalstrøm	Maksimalstrøm	Gjennomsnittstrøm	Signifikant maksimalstrøm	Maksimalstrøm
Lennsmansundet vest	4	9	31	5	11	38
Lennsmansundet øst	10	16	30	12	19	36

2.2 Endring av strøm i Nordra Korssnesvika

Den oppmålte bunnmodellen gir et godt grunnlag for å vise bunnforholdene i tiltaksområdet før og etter tiltaket. Undervannsryggen som går fra sørsiden av Nordra Korssnesvika mot nord er tydelig i eksisterende bunnmodell (Multiconsult, 2014). Det er ikke funnet andre terskler eller fordypninger i området.

Strømmodellforsøket fra 2014 tar ikke høyde for revidert fyllingsfront, og resultatene vil være mindre pålitelige for områdene nært land sør-øst i Nordra Korssnesvika.

Vanddyppet i dette området er opptil 20 m. Man må påregne noe redusert strømstyrke etter utfylling, men så lenge utfylling prosjekteres på en god måte, med tilstrekkelig åpent tverrsnitt mot vest, antas det at fyllingen i liten grad vil påvirke utskiftning av vannmasser i dette området av Nordra Korssnesvika. Optimal utforming av front må vurderes nøye.

2.3 Vannutskiftning innenfor terskelen

For å få blandet vannmassene bak en terskel må det tilføres energi. En viktig kilde til energi er tidevannet som jevnlig strømmer gjennom sundene og inn i Flatøyosen.

Energien fra tidevannet vil kunne omdannes, og transporteres innover i Flatøyosen som en indre bølge langs en sjiktning i vannsøylen som normalt ligger omkring terskeldypet. Figur 3a) og b) viser en svak sjiktning i vannsøylen ved terskeldypet (NINA, 2001).

Tiltaket er ventet å gi noe økt strømshastighet over terskelen inn i Flatøyosen. Strømstyrke er ventet å øke med opp mot 21 % noe som svarer til en økning på omtrent 6–7 cm/s i maksimalstrøm og omkring 1–2 cm/s i gjennomsnittsstrømmen basert på målte strømshastigheter og estimatet i Kapittel 2.1. Altså forventes en liten økning i tilgjengelig energi til blandingsprosesser. Hvordan endringen i strømstyrke påvirker transport av energi inn i Flatøyosen er vanskelig å gi noe nærmere anslag på uten ytterligere undersøkelser.

Det er tidligere gjennomført en studie i Oslofjorden og Drøbaksundet (Stigebrandt et. al. 2002) som viser at strømforhold ved en terskel kan være en viktig faktor for vertikalblanding inne i bassenget. Denne blandingen er viktig for fornying av vannet dypere enn terskeldypet. I tillegg viser studien at selv mindre endringer av geometrien til en slik terskel kan påvirke vannfornyning i vannmassene under terskeldypet.

3 Oppsummering

En må forvente at utfylling av Gudmundssundet vil påvirke strømbildet og vannutskiftningen i Flatøyosen. Reduksjonen i totalt tverrsnittareal mellom Meland og Flatøy er på omkring 21%, inkluderer man Haglsundet er det omkring 3%. Dette er ventet å føre til en økt vanntransport gjennom de gjennstående sundene øst og vest for Flatøyosen. Dersom all økningen i vanntransport skjer gjennom sundene vest for Flatøyosen er det beregnet en netto økning på maksimal strømstyrke på omtrent 6–7 cm/s. Tidligere gjennomførte modellforsøk har vist at økningen i strømstyrke gjennom Lensmannssundet vest er større enn gjennom Lensmannssundet øst. Modellundersøkelsen viste økning av strømstyrke på omkring 1–3 cm/s. Basert på disse undersøkelsene er det forventet en økt strømstyrke på mellom 3 og 21%. For å få et sikrere estimat på dette, må nye modellundersøkelser gjennomføres.

Reduksjon av tverrsnittsarealet i sundene sør i Flatøyosen er ventet å gi noe økning i strømstyrke gjennom sundene. Graden av påvirkning er derimot vanskelig å kvantifisere uten mer omfattende undersøkelser.

Hvilken påvirkning tiltaket har på mindre, avgrensede områder i og rundt Flatøyosen er vanskelig å kvantifisere uten utvidete undersøkelser.

4 Referanser

Multiconsult (2014): Utfylling ved Flatøy, Strømningsmessig konsekvensutredning, 612417-RIVass-RAP-001

NIVA (2001): Overvåkning av vassdrag og marine resipienter i Meland kommune i 2000.

Stigebrandt, A. & Magnusson, J. (2002): Utredning av konsekvenser for vannutskiftning i indre Oslofjord ved utvidelse av skipsleden over Drøbakterskelen, Rapport nr. 4500-2002.

Uni. Research (2017): Resipientovervåkning av fjordsystemene rundt Bergen 2011–2016 SAM e-rapport nr: 06-2017, ISSN-1890-5153