

Rapport

Forbedret vannutskiftning i Indre Viksfjord

Effekten av en tidevannsport

Forfatter(e)

Grim Eidnes



Ålegress i Viksfjorden. Foto: IVIV / Ivar E. Trondsen

Rapport

Forbedret vannutskiftning i Indre Viksfjord

Effekten av en tidevannsport

EMNEORD:

Oseanografi

Strøm

Vannutskiftning

Indre Viksfjord

VERSJON

1.1

DATO

2015-07-10

FORFATTER(E)

Grim Eidnes

OPPDRAGSGIVER(E)

Indre Viksfjord vel

OPPDRAGSGIVERS REF.

Gustav Piene, Ivar Trondsen

PROSJEKTNR

102011123

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

14

SAMMENDRAG

Tidevannsport Viksfjorden

For å redusere oppblomstringen av grønnalger i Indre Viksfjord, vurderer Indre Viksfjord Vel (IVIV) å etablere en tidevannsport under Vikerøybrua som kan styre tidevannets innstrømning rundt Vikerøya. I denne rapporten vurderes effekten av en slik tidevannsport ut fra vannvolum, volumfluks, strømmens fart og retning, blandingseffekt, medrivning og ønsket om forbedret vannkvalitet. Tidevannsstrupingen og strømhastigheter før og etter er beregnet og mulige alternative tiltak er skissert.

UTARBEIDET AV

Grim Eidnes

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Ragnhild L. Daae

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Atle Kleven

SIGNATUR**RAPPORTNR**

SINTEF A27008

ISBN

978-82-14-05841-3

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2015-07-06	Foreløpig rapport
1.1		Endelig rapport

Innholdsfortegnelse

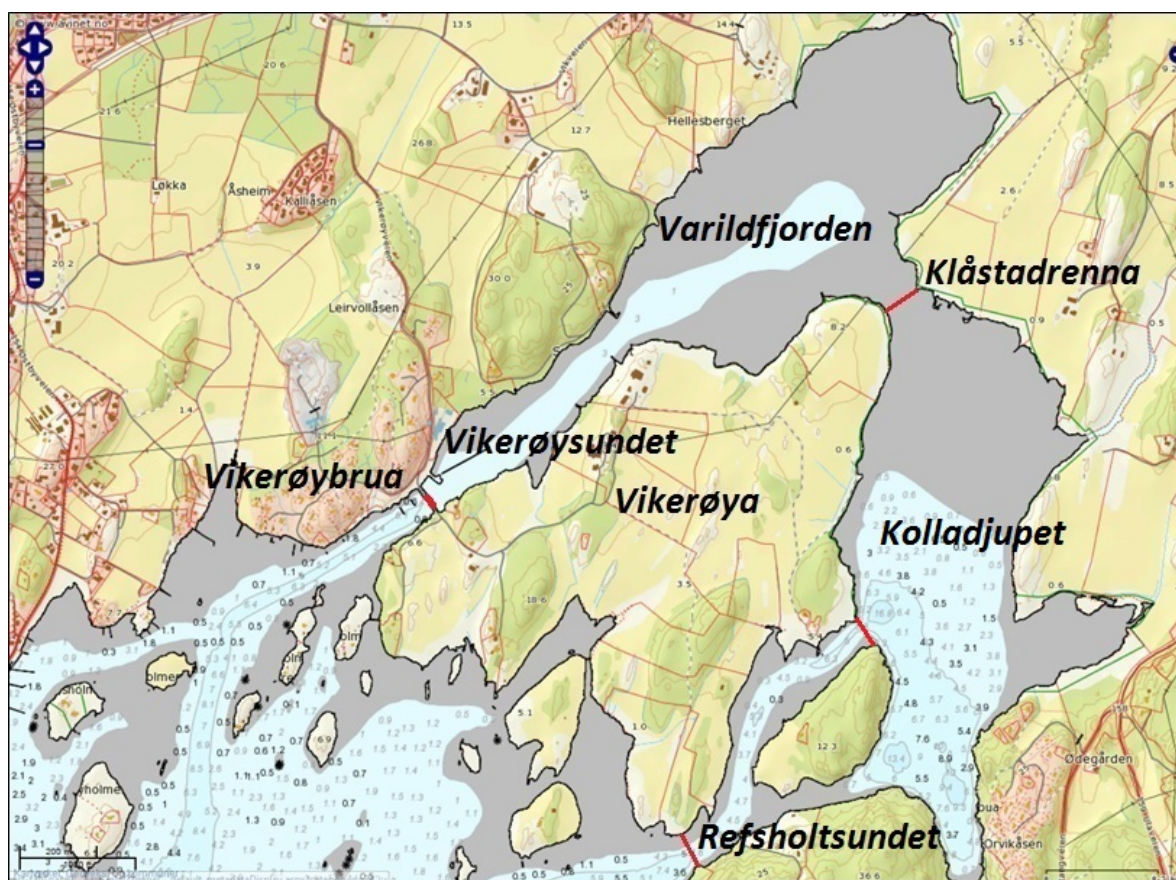
1	Bakgrunn	4
2	Områdebeskrivelse	5
3	Tiltaksbeskrivelse	5
	3.1 Kvernrehjulprinsippet.....	5
4	Generelle strømforhold	6
	4.1 Vindstrøm.....	6
	4.2 Trykkdrevet strøm.....	6
	4.3 Tidevannsstrøm	6
5	Tidevannsstruping	7
6	Topografi og batymetri	8
7	Effekter av en tidevannsport	10
	7.1 Tørrfall i Klåstadrenna.....	10
	7.2 Oppstuving	10
	7.3 Styrt lukking og åpning av porten	10
	7.4 Strøm og vannkvalitet i Varildfjorden/Vikerøysundet	11
	7.4.1 Vannvolum.....	11
	7.4.2 Nivå på innstrømningen	11
	7.4.3 Strømmens retning.....	11
	7.4.4 Strømmens fart.....	11
	7.4.5 Vannets kvalitet	12
	7.5 Andre mulige tiltak.....	12
	7.5.1 Installasjon av strømsettere	12
	7.5.2 Boblelegg	12
8	Oppsummering og konklusjon	13
9	Referanser	14

1 Bakgrunn

Indre Viksfjord Vel (IVIV) arbeider for fremme og skjøtsel av truede ålegressenger i Indre Viksfjord i Larvik kommune. Den årvisse oppblomstringen av grønnauger er en trussel mot dette, og muligheten for å forbedre vannsirkulasjon ved mudring av en kanal i Klåstadrenna innerst i Viksfjorden (figur 1) har blitt vurdert. Beregninger viser imidlertid at skal kanalen være effektiv, må den være 800 meter lang, noe som igjen krever fjerning av 20 000 m³ masse. Tiltaket vil øke vanngjennomstrømningen, men det er usikkert i hvilken grad det vil føre til bedre utskiftning med friskere vannmasser fra ytre del av Viksfjorden. Kostnadene vil også være høye.

IVIV har skissert et rimeligere alternativ som innebærer å installere en port under brua over Vikerøysundet som kan stenge tidevannsstrømmen under brua slik at vannet tvinges til å strømme rundt Vikerøya. Innstrømningen fra ytre Viksfjorden forventes da å bli kraftigere og føre til en gunstig vannutskiftning i indre del av Viksfjorden. Styrkt stenging og åpning av tidevannsporten skal kunne sikre en optimal utnyttelse i forhold til tidevannssyklusen.

Med tanke på videre prosjektering har IVIV henvendt seg til SINTEF og bedt om en vurdering av effekten av det foreslåtte tiltaket med tidevannsport, samt et estimat av forventet vannstandsforskjell på hver side av porten for dimensjoneringsformål. Den foreliggende rapporten presenterer resultatet av denne studien.



Figur 1. Kartutsnitt over Indre Viksfjord. (Røde streker markerer arealavgrensninger brukt i beregningene.)

2 Områdebeskrivelse

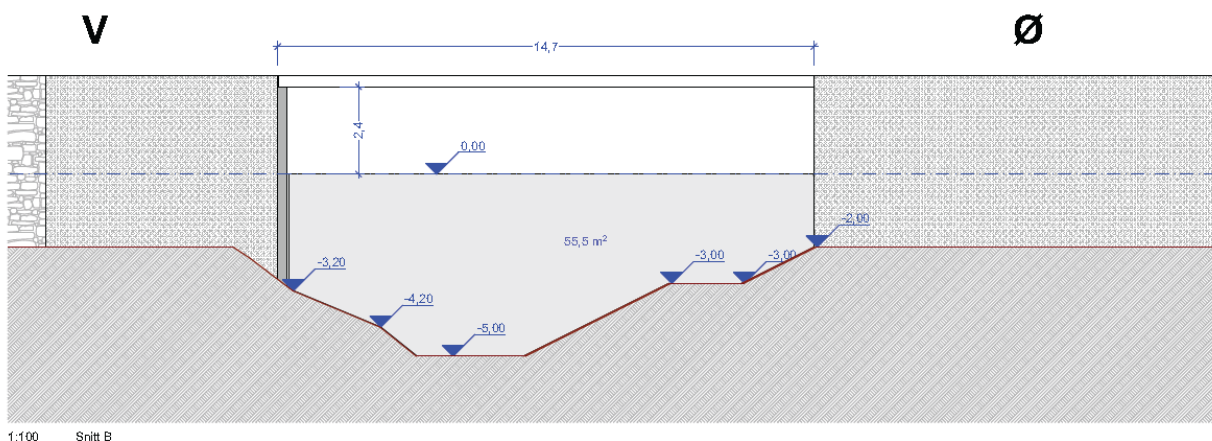
Viksfjorden er en nesten 7 km lang fjord sørøst for Larvik. Fjorden munner ut i Larviksfjorden og er der på sitt dypeste, om lag 50 m. Dypet avtar gradvis innover helt til de store tørrfallsområdene i Indre Viksfjord. Fjorden er med andre ord ingen terskelfjord; den har god åpning mot Larviksfjorden og det åpne havet utenfor.

3 Tiltaksbeskrivelse

Tidevannsstrømmen fyller og tapper buker og viker på fløende og fallende sjø. Det strømmer inn i Indre Viksfjord når det flør, og ut når sjøen faller. Tidevannsstrømmen fordeler seg på hver side av Vikerøya. Ved fysisk å stenge vanngjennomstrømningen under Vikerøybrua med en port, vil tidevannets inn- (og utstrømning) bare skje gjennom det sørlige løpet (Refsholtsundet – Kollad Jupet – Klåstadrenna). Siden tidevannet skal fylle (og tappe) det samme området over det samme tidsrommet, men nå bare gjennom ett løp, må tidevannsstrømmen i dette løpet nødvendigvis øke i styrke.

3.1 Kvernhjulprinsippet

Tidevannsporten er tenkt å kunne stenges og åpnes manuelt for å ensrette strømmen ved å utnytte tidevannets periodiske svingninger: Tidevannsporten lukkes ved fjære sjø. På fløende sjø strømmer det da inn Refsholtsundet og Kollad Jupet og inn i Varildfjorden og Vikerøysundet gjennom Klåstadrenna. Ved flo sjø er bassenget fylt opp. Så begynner sjøen å fjære. Da åpnes tidevannsporten og "gammelt" vann strømmer ut i Viksfjorden. Tanken er altså å etablere et "kvernhjul" eller "møllehjul" som gradvis og periodisk i takt med tidevannets fylling og tømming skifter ut vannmassene i Indre Viksfjord. Innstrømningen styres inn gjennom Refsholtsundet sør for Vikerøya når porten er stengt, mens utstrømningen i betydelig grad skjer nord for Vikerøya når porten er åpen. Tverrsnittet under brua er vist i figur 2.



Figur 2. Tverrsnittet under Vikerøybrua der tidevannsporten er tenkt plassert. Brulengde: 14,7 m. Vått tverrsnitt: 55,5 m². (Tegning fra IT-Tek.)

4 Generelle strømforhold

Det er tre drivkrefter for strøm i havet; tidevann, vind og trykkgradienter. I Viksfjorden må alle tre forventes å kunne opptre.

4.1 Vindstrøm

Når vinden blåser over sjøen, overføres deler av vindenergien til sjøen der den brukes til å akselerere overflatelaget og til å blande det. I åpent hav der lagdelingen ofte er svak, går mesteparten av energien med til blandeprosessen. I sjiktede vannmasser, som ofte er framtreddende i fjorder med en viss elvetilrenning, går mer av vindenergien med til å bygge opp en vindstrøm i overflatelaget. Det skyldes at sjiktningen mellom brakkevann og fjordvann fungerer som en effektiv sperre for vertikal omrøring. Vindstrøm kan generelt være av betydning når det gjelder vannutskifting, men den er like tilfeldig og variabel som vinden er det.

4.2 Trykkdrevet strøm

Dette er en samlepost for flere strømformer som har det til felles at de drives av trykkforskjeller i havet. For fjorder har vi i denne kategorien spesielt to typer, nemlig elvestrøm og oppstuvningsstrøm. I Indre Viksfjord er det ingen store elveutløp og elvestrømmer kan jevnt over neglisjeres. Oppstuvningsstrøm vil derimot være til stede fra tid til annen. Den oppstår etter at kraftig og vedvarende vestavind har stuet opp vann innover i Viksfjorden. Dersom vinden brått løyer eller skifter retning, slippes oppstuvningen løs og det oppstår en kortvarig og kraftig utoverrettet strøm. De sterkeste strømmene i norske fjorder er ofte oppstuvningsstrøm. Men den er tidvis og kortvarig og har vanligvis begrenset effekt på vannutskiftingen over tid.

4.3 Tidevannsstrøm

Denne strømmen følger tidevannets flo og fjære, og i et halvlukket basseng som en fjord er, vil den strømme inn fjorden på fløende og ut fjorden på fallende sjø. Tidevannsstrømmen er ikke nødvendigvis sterk, men den er alltid til stede og den er deterministisk. Den viktigste driveren for vanntransporten og vannutskiftingen i Viksfjorden er derfor tidevannsstrømmene.

Det oppstår ofte sterke strømmer i trange og grunne sund som er forbundet med en stor innenforliggende fjord. Et velkjent eksempel er Saltstraumen utenfor Bodø. I det trange innløpet oppstår et vannstandssprang, mens friksjonskrefter i sundet innenfor bremser tidevannsbølgen ytterligere slik at det oppstår en forsinkelse i bølgeforplantningen gjennom sundet. Flo og fjære inntreffer dermed noe senere på innsiden, og tidevannshøyden kan også være noe redusert. Fenomenet kalles tidevannstruping og omhandles i kapittel 5.

Tidevannsdata for Viksfjorden baseres på Helgeroa, som er primærhavn i tidevannstabellen. I følge <http://kartverket.no/sehavniva/> er det ingen tidsforskjell mellom Viksfjorden og Helgeroa og høydekorreksjonen er 1,02. Tidevannsforskjellen er forholdvis liten; midlere tidevannshøyde er 23 cm, midlere spring tidevann er 29 cm.

Hvis vi i første omgang ser bort fra tidevannsstrupingen, er det et totalt vannareal i Indre Viksfjord på om lag $1\,279\,000\text{ m}^2$. I perioden mellom lavvann og høyvann (6 timer $12,5\text{ min} = 22\,350\text{ s}$) skal dette arealet tilføres et vannvolum som i snitt hever overflata med 23 cm. Det gir en volumfluks inn sundet i sør lik $1\,279\,000\text{ m}^2 \cdot 0,23\text{ m} / 22\,350\text{ s} = 13,2\text{ m}^3/\text{s}$.

Dersom tidevannsporten realiseres, skal hele dette vannvolumet strømme gjennom Refsholtsundet. Vi har estimert tverrsnittsarealet i innløpet her til 170 m^2 . Det gir en midlere tidevannsstrøm inn Refsholtsundet på $7,7\text{ cm/s}$ ved middel tidevann (23 cm) og $9,4\text{ cm/s}$ ved spring (29 cm).

I dagens situasjon vil Indre Viksfjord på fløende sjø fylles både gjennom Refsholtsundet i sør og Vikerøysundet i nord. Strømsimuleringer (Leikvin m. fl., 2014) viser at de to tidevannsbølgene møtes vest av Klåstadrenna, innerst i Varildfjorden. En tilsvarende eksersis som den ovenfor, gir da følgende effekt av en tidevannsport under Vikerøybrua ved midlere tidevann:

- Gjennomsnittlig tidevannsstrøm i Refsholtsundet øker fra 4 cm/s i dag til 8 cm/s .
- Gjennomsnittlig tidevannsstrøm i Klåstadrenna øker fra svak i dag til 18 cm/s .
- Gjennomsnittlig tidevannsstrøm under Vikerøybrua avtar fra 11 cm/s i dag til 0.

Disse verdiene gjelder både ved fløende og fallende sjø. De er basert på en antakelse om at tidevannshøyden i Indre Viksfjord opprettholdes på samme nivå også etter at tidevannsporten er installert, med andre ord at tidevannsstrupingen kan neglisjeres når det gjelder vanntransporten.

5 Tidevannsstruping

Når tidevannsstrupingen inkluderes, blir bildet mer komplisert. Med lukket tidevannsport vil tidevannet på fløende sjø strømme gjennom Refsholtsundet til Kolladjupet, og videre gjennom Klåstadrenna til Varildfjorden og Vikerøysundet (jf. figur 1). I både Refsholtsundet og Klåstadrenna vil det kunne oppstå tidevannsstruping, og effekten av den ene strupingen vil påvirke den andre.

Ved å betegne vannstanden innenfor og utenfor et tidevannssund som henholdsvis h_i og h_o , kan vannstandsvariasjonen på innsiden, dh_i/dt , uttrykkes som (Stigebrandt, 1980):

$$\frac{d}{dt}h_i = \frac{h_o - h_i}{\sqrt{|h_o - h_i|}} \frac{A}{Y} \sqrt{\frac{2g}{1 + \lambda}} + \frac{Q_f}{Y}$$

der

$A = B \cdot h$ = sundets tverrsnittsareal, der B = sundets bredde og h = sundets dybde

Y = overflatearealet innenfor

g = tyngdens akselerasjon ($= 9,8\text{ m/s}^2$)

$\lambda = 2kL/h$, der k = friksjonskoeffisienten ($\approx 0,003$) og L = sundets lengde

Q_f = ferskvannstilførsel

Ferskvannstilførselen til Varildfjorden og området øst for Klåstadrenna er av størrelsesorden $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Leikvin m. fl., 2014). Det er mindre enn én prosent av tidevannets inn- og utstrømning og kan derfor strømningsmessig neglisjeres ($Q_f = 0$).

Dersom likningen ovenfor skal dekke vannstandsvariasjonen i Kolladjupet, må det siste leddet i likningen ovenfor i stedet betraktes som en lekkasje til (eller påfyll fra) Varildfjorden gjennom Klåstadrenna. Denne strømningen er på sin side uttrykt ved den samme likningen, men med andre geografiske parametere. Samlet for hele Indre Viksfjord kan tidevannets heving og senkning av vannstanden derfor uttrykkes som

$$\frac{d}{dt} h_K = \frac{h_Y - h_K}{\sqrt{|h_Y - h_K|}} \frac{A_R}{Y_K} \sqrt{\frac{2g}{1 + \lambda_R}} - \frac{h_K - h_V}{\sqrt{|h_K - h_V|}} \frac{A_{KL}}{Y_V} \sqrt{\frac{2g}{1 + \lambda_{KL}}}$$

der indeksene betegner det geografiske området:

Y = Ytre Viksfjord

K = Kolladjupet

R = Refsholtsundet

V = Varildfjorden / Vikerøysundet

KL = Klåstadrenna

Midlere vannstand i Ytre Viksfjord, h_Y , kan matematisk beskrives som en sinuskurve med periode på 12 h 25 min og amplitude på 11,5 cm (høyde = 23 cm). Vannstanden i Indre Viksfjord – Kolladjupet og Varildfjorden / Vikerøysundet – kan da utledes av likningen ovenfor. Ved spring vannstand settes amplituden til 14,5 cm.

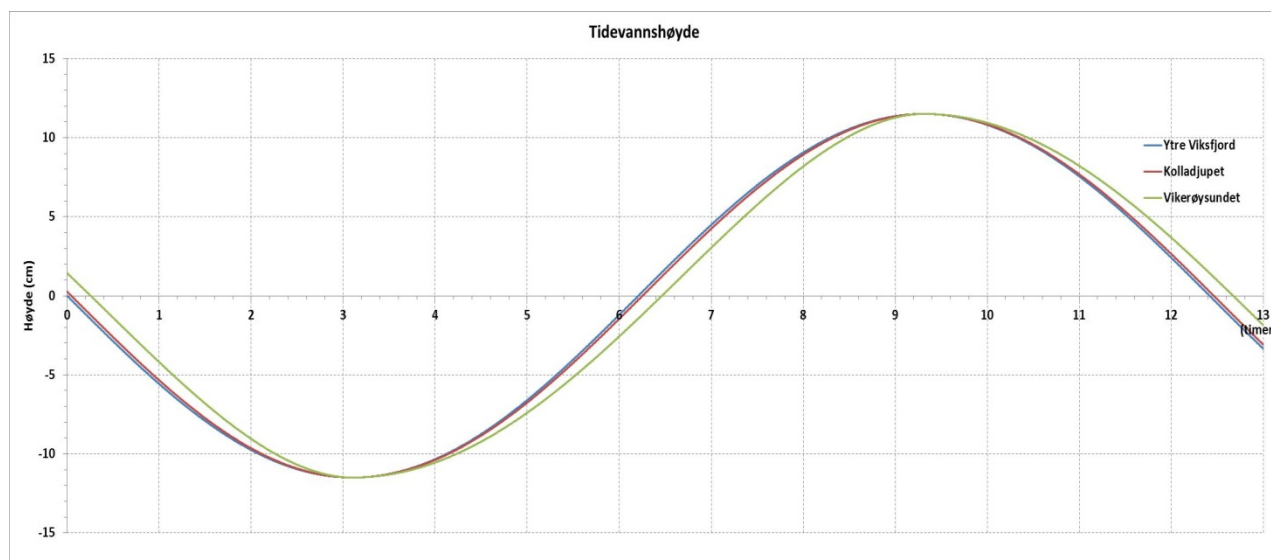
6 Topografi og batymetri

Topografi- og batymetridata har vi tatt fra sjøkartet. Overflatearealer er beregnet med planimeter. Vann-dypet i Klåstadrenna er gjennomsnittsverdien av 96 loddsudd oppmålt i september og oktober 2014 (IVIV, 2014). Verdiene som er benyttet, er oppsummert i tabell 1.

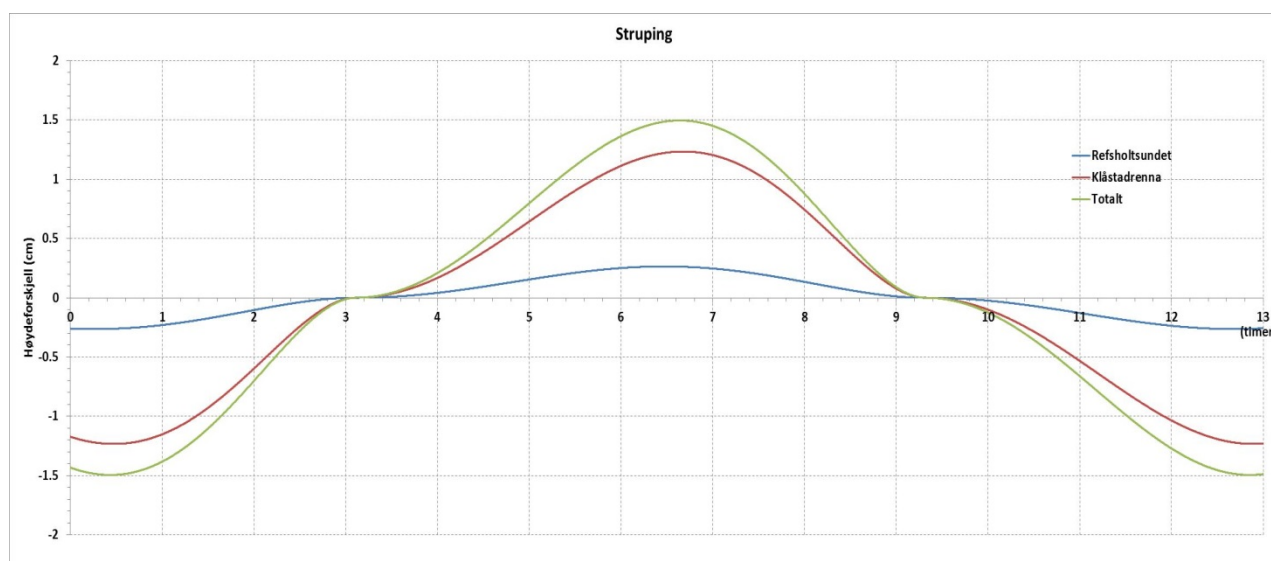
Tabell 1. Topografi og batymetri i Indre Viksfjord.

Område	Midlere bredde	Midlere dybde	Lengde	Overflateareal
Refsholtsundet	100 m	1,6 m	790 m	112 000 m ²
Kolladjupet	-	-	-	580 000 m ²
Klåstadrenna	95 m	0,35 m	135 m	17 000 m ²
Varildfjorden - Vikerøysundet	-	-	-	570 000 m ²

Med midlere tidevannshøyde på 23 cm får vi vannstandskurver i Indre Viksfjord som vist i figur 3. Den effektive tidevannsstruping er vist i figur 4.



Figur 3. Beregnet tidevannskurver i Kolladjupet og Vikerøysundet ved midlere tidevann i Ytre Viksfjord etter etablering av en tidevannsport under Vikerøybrua.



Figur 4. Tidevannstruping gjennom Refsholtsundet og Klåstadrenna (og sammenlagt) ved midlere tidevann i Ytre Viksfjord etter etablering av en tidevannsport under Vikerøybrua.

På fløende og fallende sjø vil tidevannsforskjellen på hver side av en lukket tidevannsport maksimalt komme opp i 1,5 cm ved middel tidevann og 2,3 cm ved spring tidevann. Dette vil skje ved halvflødd og halvfjæra sjø. Det er denne vannstandsforskjellen (pluss sikkerhetsmargin) tidevannsporten må dimensjoneres for. Vel 80 % av strupingen skjer gjennom den grunne og trange Klåstadrenna.

Det relativt moderate tidevannet i området gjør at tidevannsstrupingen ikke har noen dramatisk effekt. Det vil ikke være noen målbar tids- eller høydeforskjell for flo og fjære på hver side av porten. Det betyr at den totale tidevannsfluksen, beregnet til 13,2 m³/s, vil strømme inn i indre Viksfjord også etter en realisering av en tidevannsport. Det betyr igjen at de beregnede hastighetene i kapittel 4. 2 fortsatt er gyldige:

Tabell 2. Beregnede endringer i strømhastighet ved etablering av tidevannsport under Vikerøybrua.

	Midlere tidevann	Spring tidevann
Innløp Refsholtsundet	4 => 8 cm/s	5 => 9 cm/s
Klåstadrenna	svak => 18 cm/s	svak => 22 cm/s
Vikerøybrua	11 => 0 cm/s	13 => 0 cm/s

Beregningene viser at den gjennomsnittlige tidevannsstrømmen gjennom Refsholtsundet fordobles fra 4 til 8 cm/s når porten er stengt. Den største endringen er imidlertid at strømmen gjennom den grunne og trange Klåstadrenna kan forventes å øke fra om lag strømstille i dag til i gjennomsnitt ca. 18 cm/s ved midlere tidevann og 22 cm/s ved spring. Høyeste verdi ved spring tidevann vil være om lag 34 cm/s ved halvflødd og halvfjæra sjø. Dette er relativt kraftig strøm, som må forventes å rive med seg en del uønsket materiale.

Avhengig av bunnforholdene i Klåstadrenna bør man være oppmerksom på at strømmer av denne styrken også kan erodere bunnsedimentene. Strøm på 34 cm/s vil holde sedimenter av størrelsesorden 0,25 mm og mindre svevende, før strømmen igjen avtar idet fjordbredden øker og partiklene re-sedimenterer. Når spring tidevann oppstår eller er varslet kan det være fornuftig å holde tidevannsporten åpen.

7 Effekter av en tidevannsport

7.1 Tørrfall i Klåstadrenna

Så sent som i fjor ble det registrert vannstand på Helgeroa ned mot 34 cm under sjøkart-null, som igjen er 20 cm under laveste astronomiske tidevann. Det meteorologiske bidraget til vannstanden kan altså overgå de naturlige tidevannsvariasjonene. Det kan da oppstå tørrfall over hele Klåstadrenna. I slike tilfeller vil en lukket tidevannsport isolere Varildfjorden/Vikerøysundet, og strøm og vannutskiftning vil midlertidig opphøre. Dette er i og for seg ikke kritisk så sant situasjonen opphører etter relativt kort tid, men uansett vil det være fornuftig å holde tidevannsporten åpen når slike situasjoner oppstår eller er varslet.

7.2 Oppstuvning

Høyeste observerte vannstand på Helgeroa ble målt i 1990 og var 1,04 m over høyeste astronomiske tidevann. Den høye vannstanden må være et kombinert resultat av lavt lufttrykk og sterk, vedvarende vind fra sør eller sørvest med påfølgende oppstuvning. En generell vannstandshevning på én meter vil endre forutsetningene i beregningene ovenfor betraktelig. Tidevannsstrupingen vil bli marginal (~ 1 mm) og strømhastighetene inn Refsholtsundet og gjennom Klåstadrenna vil avta til 5 cm/s. Effekten av en tidevannsport vil i slike spesielle situasjoner reduseres betraktelig.

7.3 Styrt lukking og åpning av porten

Tidevannsporten er tenkt å stenges ved lavvann og holdes lukket mens det flør. Innstrømningen til Varildfjorden og Vikerøysundet vil da foregå inn Refsholtsundet og Kolladjupet og gjennom Klåstadrenna.

Dersom porten forblir lukket når sjøen faller, vil strømmønsteret reverseres og vannet strømmer tilbake samme vei som det kom inn. Strømhastighetene vil være det samme, men motsatt rettet.

For å optimalisere effekten av tidevannsporten, er det foreslått å åpne porten ved høyvann. Tidevannet vil da tømmes både gjennom Vikerøysundet og Refsholtsundet. Man ser for seg en effektiv drenering som skjer over hele vanddyppet idet porten åpnes. Men ved høyvann er vannstanden på hver side av porten den samme, og åpnes porten da, vil vannet forholde seg i ro. Gradvis vil sjøen begynne å falle og etter hvert begynner det å strømme utover til ytre del av Viksfjorden. Strømmens fart og retning vil være som i dag, fordi det er en identisk situasjon med dagens situasjon ved fallende sjø.

Skal man optimalisere portens åpningstid, kan man vurdere å vente om lag tre timer - til nærmere halvfjæra sjø. Da er vannstanden på innsiden om lag 1,5 cm høyere enn på utsiden. Fra Bernoullis likning, $U = \sqrt{2g\Delta\eta}$, gir det en initiell strømhastighet på hele 54 cm/s. Det gir en flush-effekt som rett nok avtar relativt raskt, men det er fortsatt mye oppdemmet vann i fjordsystemet innenfor som skal ut.

7.4 Strøm og vannkvalitet i Varildfjorden/Vikerøysundet

7.4.1 Vannvolum

Tidevannets fylling og tapping av Indre Viksfjord er beregnet til 13,2 m³/s i gjennomsnitt. Etablering av en tidevannsport vil ikke endre på denne vannfluksen. Det er fortsatt det samme vannvolumet som skal inn og ut av fjordområdet.

7.4.2 Nivå på innstrømningen

Tidevannets innstrømning vil skje i det nivået hvor tettheten på det innstrømmende vannet er lik tettheten på vannet innenfor (i Indre Viksfjord). Det kan være i overflaten, på bunnen eller i et mellomliggende lag dersom det er en viss sjiktning i de indre vannmassene. Er det innstrømmende vannet tungt nok, vil innstrømningen skje langs bunnen og dermed ikke bidra nevneverdig til blanding og utskiftning i overflatelaget. Som oftest er nok tettheten noenlunde den samme i Indre Viksfjord som i Ytre, og tidevannets innstrømning skjer over hele vanddyppet. Siden strømhastighetene er relativt svake - av størrelsesorden 10 cm/s eller mindre (unntatt Klåstadrenna) - vil blandingsprosessen også være relativt svak.

7.4.3 Strømmens retning

Tidevannsporten vil ensrette strømmen slik at det strømmer inn i Varildfjorden/Vikerøysundet fra Kolladjupe (via Klåstadrenna) og Refsholtsundet når det flør. Når det slutter å flø og høyvann er nådd, er tidevannsstrupingen så pass liten at det raskt blir samme vannstand på begge sider av porten. Åpnes porten da, vil det etter hvert strømme ut gjennom både Vikerøysundet og Klåstadrenna/Refsholtsundet. Utstrømningen vil være den samme som i dag både i fart og retning. Tidevannsporten har ingen effekt på utstrømningen ved fallende sjø.

7.4.4 Strømmens fart

I tillegg til at tidevannsporten endrer strømmens retning på fløende sjø, vil også strømhastighetene endre seg. Strømmen gjennom Klåstadrenna vil være vesentlig sterkere enn i dag (beregnet å øke fra tilnærmet null til

18 cm/s i snitt), og det vil være en økt blanding av vannmassene gjennom renna. Men siden Vikerøysundet / Varildfjorden nå er et avstengt område (porten lukket), vil strømmen raskt avta. Strømmen vil spre seg i vifteform. Vifteformen gjør at noe av vannet strømmer mot NV og senere mot NØ inn i indre del av Varildfjorden. Dette området vil stort sett opprettholde de samme strømforholdene, og den samme blandingen – eller mangel på blanding – som i dag.

Samtidig strømmer det mot vest og senere mot SV inn mot Vikerøysundet. Vifteformen gjør at strømhastigheten også her avtar raskt. Idet innstrømningen når innløpet til Vikerøysundet er midlere strømfart avtatt til ½ cm/s. Ved selve porten er den null. Strømmen i hele Vikerøysundet er altså så godt som stillestående i hele perioden mellom lavvann og høyvann. Strømøkningen i Klåstadrenna vil altså være begrenset til selve renna.

7.4.5 Vannets kvalitet

Det oppnås i dag ikke tilstrekkelig vannkvalitet i Varildfjorden / Vikerøysundet med en innstrømning av "friskt" vann på fløende sjø under Vikerøybrua. Om det samme "friske" vannet tar omveien om Refsholt-sundet, Kolladjupet og Klåstadrenna, vil det alene ikke føre til at vannkvaliteten i fjordsystemet innenfor blir bedre. Skal vannkvaliteten forbedres i Vikerøysundet / Varildfjorden, må ett av to forhold være oppfylt:

- 1) kvaliteten på det vannet som strømmer inn Refsholtsundet og Kolladjupet (som følge av en lukket tidevannsport), må være bedre - eller gradvis bli bedre - enn det vannet som strømmer inn under Vikerøybrua i dag. Men begge vannmassene har samme opphav, nemlig Ytre Viksfjord. Det er åpen kommunikasjon og utveksling av vann mellom de to innløpene. Det forventes ikke store forskjeller i vannkvalitet mellom innløpet til Vikerøysundet og innløpet til Refsholtsundet.
- 2) Blanding mellom "friskt" og "dårlig" vann må forbedres. Dette gjøres bare ved at strømhastighetene øker. For Klåstadrenna oppnås denne effekten lokalt. For Vikerøysundet blir det motsatt. I perioden mellom lavvann og høyvann blir vannet i Vikerøysundet tilnærmet stillestående. Det fremmer ikke bedre vannkvalitet.

7.5 Andre mulige tiltak

7.5.1 Installasjon av strømsettere

Alger er et overflatefenomen som kan transporteres ut av et område bare i den grad det eksisterer en utoverrettet overflatestrøm. I Indre Viksfjord er det tidevannsstrømmene som er driverne, og disse strømmer som kjent i utgangspunktet både innover og utover med en nettotransport over tid lik null. Etableringen av en tidevannsport er et forsøk på å styre retningen på tidevannsstrømmene. Installasjon av strømsettere kan i utgangspunktet også bidra til et styrt strømmønster i Indre Viksfjord. Fjordområdet er imidlertid så pass stort i utstrekning at det trolig vil kreve et uforholdsmessig stort antall kraftige strømsettere. Det skapes heller ingen *vertikal* strøm med denne metoden, noe som ofte vil være gunstig.

7.5.2 Bobleanlegg

Et bobleanlegg består av ett eller flere perforerte rør neddykket i sjøen som det ledes komprimert luft gjennom. Lufta strømmer ut gjennom hullene og opp mot overflaten. På vegen opp river luftboblene med seg omkringliggende vann. Det oppstigende vannet strømmer ut i overflaten og kompenseres av en strøm rettet

inn mot bobleanlegget i de nedre vannlag. Luftboblens funksjon er altså å dra med seg omkringliggende vann opp mot overflaten for med det å skape et sirkulasjonsmønster med utstrømmende vann i overflaten og innstrømmende vann lenger ned.

I det aktuelle området i Varildfjorden/Vikerøysundet vil et bobleanlegg måtte plasseres slik at det løfter dypereliggende vann mot overflaten for å blande det med overflatevannet og skape en utstrømmende overflatestrøm som tar med seg den forurensningen som måtte finnes i overflaten. For å opprettholde den lagdelte inn- og utstrømning over større avstander vil en viss sjiktning av vannmasser være en forutsetning.

I båthavner er bobleanlegg oftest installert med tanke på å hindre islegging. I tillegg er bobleanlegg brukt innenfor fiskeoppdrett til å løfte næringsrikt vann opp til overflaten, det anvendes som en effektiv demper av lydbølger ved spunting i vann og som sirkulasjonsforbedrende tiltak når det gjelder vannkvalitet. I den siste tiden er det også designet og dimensjonert bobleanlegg som spredningsbegrensende tiltak innenfor oljevern.

Ved installering av et bobleanlegg må plassering og dimensjonering utredes nærmere. Bobleanlegget kan med fordel driftes styrt, det vil si at det slås på og av etter behov.

8 Oppsummering og konklusjon

For å redusere oppblomstringen av grønnalger i Indre Viksfjord, vurderer Indre Viksfjord Vel (IVIV) å etablere en tidevannsport under Vikerøybrua som kan styre tidevannets innstrømning rundt Vikerøya. Innstrømningen til Varildfjorden på fløende sjø vil da skje gjennom Refsholtsundet, Kolladjupet og Klåstadrenna og ikke som i dag, hvor innstrømningen til Varildfjorden i hovedsak skjer inn Vikerøysundet.

Den viktigste drivkraften for vanntransporten og vannutskiftningen i Viksfjorden er tidevannsstrømmene, selv om tidevannsforskjellen er forholdsvis liten; midlere tidevannshøyde er 23 cm, midlere spring tidevann er 29 cm.

Ved etablering av en tidevannsport under Vikerøybrua som holdes stengt på fløende sjø og åpen på fallende sjø, vil det på fløende sjø bare strømme inn gjennom Refsholtsundet og videre gjennom Klåstadrenna. Tidevannsinnstrømning under Vikerøybrua, som er 11 cm/s i gjennomsnitt i dag, vil selvsagt opphøre, mens den i Refsholtsundet vil øke fra 4 til 8 cm/s. I Klåstadrenna vil innstrømningen øke fra svake hastigheter i dag til 18 cm/s i gjennomsnitt. Det vil medføre en økt medrivning (blanding) i selve renna. Tidevannets utstrømning vil være uforandret, den vil ha samme fart og retning som i dag.

Trange og grunne sund som er forbundet med en stor innenforliggende fjord, kan ofte bremse tidevannsbølgen slik at flo og fjære forskyves noe i tid på innsiden samtidig som tidevannshøyden også kan reduseres. Dette kalles tidevannsstruping. For Indre Viksfjord viser beregningene at tidevannsstrupingen er relativt beskjeden. Forskjellen i vannstand på hver side av tidevannsporten vil være størst på halvflødd sjø; den vil da være 1,5 cm/s ved middel tidevann og 2,3 ved spring. Strupingen skjer i hovedsak gjennom Klåstadrenna.

Tidevannsporten vil ensrette strømmen slik at det flør inn i Varildfjorden/Vikerøysundet fra Kolladjupet (via Klåstadrenna) og Refsholtsundet og ikke fra under Vikerøybrua som i dag. Vannvolumet vil være det

samme. Men vannet som strømmer inn i Varildfjorden/Vikerøysundet, har samme opphav som i dag, nemlig Ytre Viksfjord. Kvaliteten på det innstrømmende vannet vil derfor i all hovedsak også være den samme etter at tidevannsporten er etablert.

Strømmen videre inn i det innerste av Varildfjorden vil stort sett være av samme fart og retning som i dag, mens innstrømningen til Varildfjorden sør for Klåstadrenna gradvis vil avta. I Vikerøysundet vil vannmassene være så godt som stillestående i hele perioden mellom lavvann og høyvann med strømhastigheter mindre enn 1 cm/s.

Åpnes porten når høyvann er nådd, vil det etter hvert strømme ut gjennom både Vikerøysundet og Klåstadrenna / Refsholtsundet. Utstrømningen vil være den samme som i dag både i fart og retning. Tidevannsporten har ingen effekt på utstrømningen ved fallende sjø.

Det er ut fra dette ikke rimelig å forvente en forbedret vannkvalitet i Varildfjorden / Vikerøysundet ved etablering av en tidevannsport under Vikerøybrua. En validering kan trolig gjøres ved å kjøre partikkelspredning i den eksisterende strømodellen omtalt i Leikvin m. fl. (2014).

9 Referanser

IVIV (2014): Oversikt vanddybder 25. september og 13. oktober 2014. Algeprosjekt Viksfjord. Prosjekt 13091. GPX-filer.

Leikvin, Ø., Molvær, J. og Nøst, O.A. (2014): Modellstudier for utforming av kanal. Indre Viksfjorden, Larvik kommune. Akvaplan-niva rapport 7221-01.

Stigebrandt, A. (1980): Some aspects of tidal interaction with fjord constrictions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 11.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no