

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning
innen miljø og akvakultur
Org.nr: NO 937 375 158 MVA
www.akvaplan.niva.no

Norge – Island – Frankrike – Russland – Spania

Tromsø-kontoret (svaradresse)

Framsenteret
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 03 00
Fax: 77 75 03 01

E-post: tromso@akvaplan.niva.no

Skrevet av: Øyvind Leikvin

Direkte tlf: 95 47 25 22

E-post: leikvin@akvaplan.niva.no

Notat

Til: Indre Viksfjord Vel, att: Ivar Trondsen

Fra: Akvaplan-niva v/ Øyvind Leikvin og Molvær Resipientanalyse v/ Jarle Molvær

Kopi: Ole Anders Nøst (Akvaplan-niva), Peygham Ghaffari (Akvaplan-niva), Gustav Piene (IVIV), Sten Rune Haakestad (IVIV)

Dato: 18.09.2015

Vår ref: 410.7816/ØL

Sak: **Skisse av antatt effekt med tidevannsport for utskiftning av vannmasser i Indre Viksfjord/ Varildfjorden, Larvik kommune**

INNHOLDSFORTEGNELSE:

1 INNLEDNING.....	2
2 TIDEVANNSPORTEN I VIKSFJORDEN; STØRRELSER, DIMENSJONER OG FUNKSJON	2
2.1 PLASSERING OG DIMENSJONER	2
2.2 GROV GEOMETRI FOR INDRE DELEN AV VIKSFJORDEN	3
2.3 FLUKSER BEREGNET MED MODELLEN FVCOM FOR VIKSFJORDEN:	3
2.4 SKISSE AV TIDEVANNSPORTENS FUNKSJON.....	3
3 OVERSLAG FOR VANNUTSKIFTNING UTEN OG MED TIDEVANNSPORT	5
3.1 UTEN TIDEVANNSPORT, NULLILTAK.....	5
3.2 MED TIDEVANNSPORT.....	5
3.3 BEREGNINGER MED ULIKE UTSKIFTNINGSGRADER PER TIDEVANNSYKLUS	6
4 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	7
4.1 FORUTSETNINGER	7
4.2 VURDERINGER.....	8
4.3 KONKLUSJON	9
5 REFERANSER:.....	9

1 Innledning

IVIV (Indre Viksfjord Vel) har forespurt Akvaplan-niva/ Molvær Resipientanalyse (APN/ MR) om å skissere den effekt som en tidevannsport kan ha for vannutskiftningen i Varildfjorden. Formålet med tidevannsporten er å øke tilførselen av nytt og friskere vann til Varildfjorden, slik at vannkvaliteten blir bedre og ålegressengene med sannsynlighet får bedre levekår. APN/ MR skisserer her noen grove og mulige tall basert på overslagsberegninger.

2 Tidevannsporten i Viksfjorden; Størrelser, dimensjoner og funksjon

2.1 Plassering og dimensjoner

Tidevannsporten antas plassert ved Vikerøybrua, hvor bredden av vannpassasjen mellom Vikerøya og fastlandet er på sitt smaleste (Figur 1). Vanddyptet ved Vikerøybrua er maksimalt 5.0 m, og i overflata er bredden 14.7 m (Eidnes, 2015).



Figur 1: Kartbilde over Vikerøya og de viktigste stedsnavn. Den røde pilen viser plasseringen av Vikerøybrua, hvor tidevannsporten er tenkt plassert (kartkilde: www.gulesider.no).

2.2 Grov geometri for indre delen av Viksfjorden

Ved hjelp av brukergrensesnittet SMS (www.aquaveo.com), som ble benyttet i oppsettet til modellkjøringene utført av Leikvin m.fl. (2014), er størrelsen på vannmassene ved middel vannstand mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna beregnet. Arealet ble beregnet til ca. 615 000 m². Volumet ble beregnet til ca. 750 000 m³, med et gjennomsnittsdyp på 1.2 m.

Tidevannsdifferansen mellom høyvann og lavvann i området er på typisk 0.3 m (Leikvin m.fl., 2014).

Et typisk vannvolum som fylles på/ tømmes fra området mellom Klåstadrenna og Vikerøybrua for hver halve tidevannsperiode er da: 0.3 m x 615 000 m² = 185 000 m³. Vannvolumet er trolig litt mindre, da noen grunne områder tørrlegges, og arealet avtar noe med synkende vannstand. Uansett vil det innstrømmende vannvolum utgjøre opp mot ca. 25 % av det totale vannvolumet i det avgrensede området.

2.3 Flukser beregnet med modellen FVCOM for Viksfjorden:

Følgende gjennomsnittlige vannvolumflukser for en halv tidevannsperiode (6 timer og 12.5 minutter) ble funnet med modellverktøyet til FVCOM, med tidevann som drivkraft (Leikvin m.fl., 2014):

- Vikerøybrua = gjennomsnitt: 7.5 m³/s
- Klåstadrenna = gjennomsnitt: 0.9 m³/s
- Refsholtsund = gjennomsnitt: 10.7 m³/s.

Dette gir, per halve tidevannsperiode, følgende vannvolum som fylles på/ tømmes:

- Vikerøybrua = 171 000 m³
- Klåstadrenna = 21 000 m³
- Refsholtsund = 244 000 m³

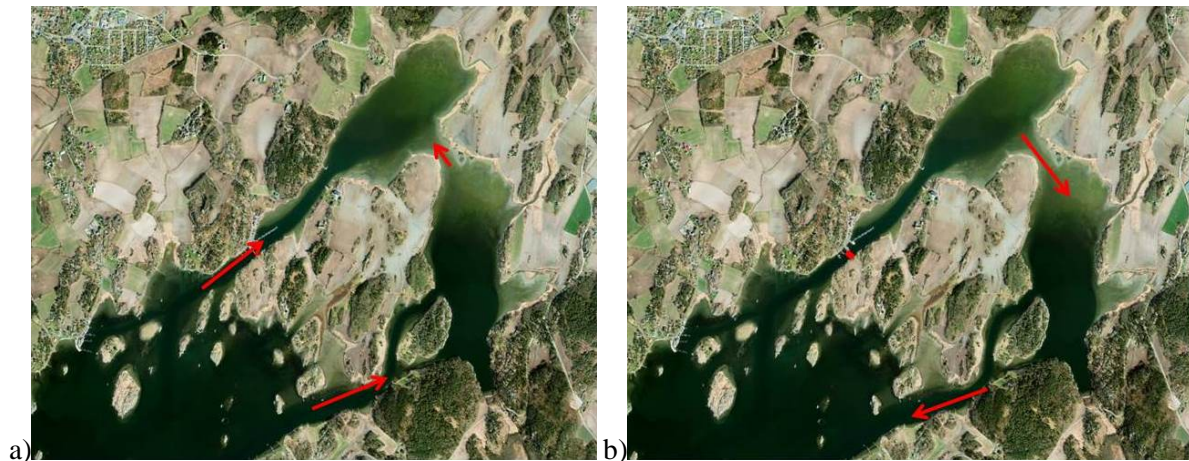
For vannutskiftningen i Varildfjorden er fluksen ved Vikerøybrua helt avgjørende. Summen av vannvolumet som kommer inn gjennom Vikerøybrua og Klåstadrenna blir 182 000 m³. Altså gir den totale fluksen som går inn til Varildfjorden eller området mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna omtrentlig samme verdi for volum per halve tidevannsperiode som regnestykket i kapittel 2.2. Heretter blir verdien fra dette kapitlet benyttet.

2.4 Skisse av tidevannsportens funksjon

En nødvendig funksjon til tidevannsporten er at den må kunne åpnes og lukkes etter ønske. To mulige scenarier er vurdert:

A) Sirkulasjon i retning med klokka:

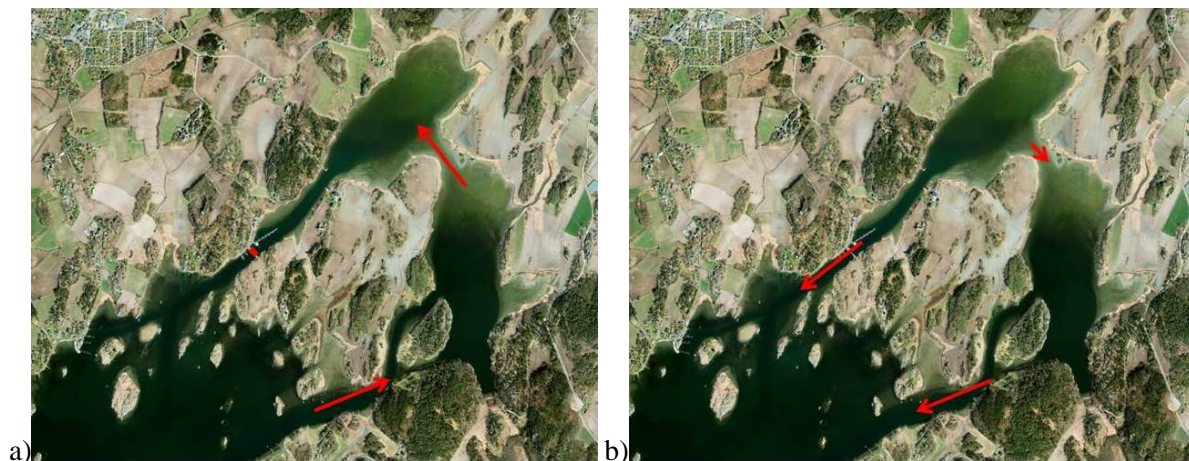
- Tidevannsporten ved Vikerøybrua lukkes på flo sjø.
- Ved fallende vannstand strømmet tidevannet fra Varildfjorden østover gjennom Klåstadrenna, sørover mot Kolladjupe, mot Refsholtsundet, og videre mot ytre Viksfjorden (Figur 2b).
- Tidevannsporten åpnes på fjære sjø.
- Ved stigende vannstand strømmet tidevannet innover i Viksfjorden, mot nord, på begge sider av Vikerøya (Figur 2a). Tidevannet strømmet vestover gjennom Klåstadrenna, til Varildfjorden.



Figur 2: Hovedsirkulasjon med tidevannsport i Viksfjorden som stenges på flo sjø og åpnes på fjære sjø, for a) stigende vannstand og b) fallende vannstand.

B) Sirkulasjon i retning mot klokka:

- Tidevannsporten ved Vikerøybrua lukkes på fjære sjø.
- Ved stigende vannstand strømmer tidevannet inn gjennom Refsholtsundet, forbi Kolladjupet, vestover gjennom Klåstadrenna til Varildfjorden og fyller denne opp (Figur 3a).
- Tidevannsporten åpnes på flo sjø.
- Ved fallende vannstand strømmer tidevannet utover, mot sør, på begge sider av Vikerøya (Figur 3b). Tidevannet strømmer østover gjennom Klåstadrenna, mot Kolladjupet.



Figur 3: Hovedsirkulasjon med tidevannsport i Viksfjorden som stenges på fjære sjø og åpnes på flo sjø, for a) stigende vannstand og b) fallende vannstand.

3 Overslag for vannutskiftning uten og med tidevannsport

3.1 Uten tidevannsport, nulltiltak

Ifølge modellsimuleringer utført i Leikvin m.fl. (2014), vil tidevannet strømme noenlunde synkront innover mot innerste del av Varildfjorden fra begge sider av Vikerøya, når kun tidevannskraften er tilstede. Det foregår da en mer eller mindre "fram-og-tilbake-pumping" av vannmassene. Modelleringen har også vist at dette vil være mindre tydelig med vindkrefter og estuarin sirkulasjon tilstede.

I disse grove beregningene med kun tidevann gjøres den svært forenklede antakelsen om at halvparten av tidevannet som strømmer ut av Varildfjorden, ved Vikerøybrua og Klåstadrenna, kommer tilbake ved neste innkommende tidevann. Dette betyr at den andre halvparten er "nytt" vann fra ytre deler av Viksfjorden som ikke tidligere har vært inne nord for/ innenfor Vikerøybrua/ Klåstadrenna. Følgende budsjetter for "gammelt" og "nytt" vann kan settes opp:

Ved fallende sjø:

- Tømming av 171 000 m³ gjennom Vikerøybrua.
- Tømming av 21 000 m³ gjennom Klåstadrenna.

Ved stigende sjø:

- Påfyll av 85 500 m³ "gammelt" vann gjennom Vikerøybrua
- Påfyll av 85 500 m³ "nytt" vann" gjennom Vikerøybrua
- Påfyll av 10 500 m³ "gammelt" vann gjennom Klåstadrenna
- Påfyll av 10 500 m³ "nytt" vann gjennom Klåstadrenna

Dette gir til sammen 96 000 m³ nytt vann til Varildfjorden for hver tidevannssyklus på 12 timer og 25 minutter.

3.2 Med tidevannsport

Tilsvarende budsjetter kan lages med tidevannsport tilstede. To scenarier er skissert med beregninger i dette notat; det ene er når tidevannsporten lukkes på flo sjø (A), og det andre er når tidevannsporten lukkes på fjære sjø (B).

A) Tidevannsport lukkes på flo sjø /vann føres i retning med klokka:

Det antas, som i kapittel 3.1, at 50 % "nytt" vann kommer inn i løpet av hver tidevannssyklus, og at operasjonene med tidevannsporten foregår over flere tidevannssykluser.

Ved fallende sjø, med lukket port ved Vikerøybrua:

- Tømming av 171 000 m³ + 21 000 m³ = 192 000 m³ gjennom Klåstadrenna, mot øst.

Stigende sjø, med åpen port ved Vikerøybrua:

- Påfyll av 171 000 m³ "nytt" vann gjennom Vikerøybrua, mot nord.
- Påfyll av 10 500 m³ "nytt" vann gjennom Klåstadrenna, mot vest.
- Påfyll av 10 500 m³ "gammelt" vann gjennom Klåstadrenna, mot vest.

Denne manøvreringen av tidevannsporten vil da kunne gi ca. 180 000 m³ "nytt" vann til området mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna per tidevannssperiode.

B) Tidevannsport lukkes på fjære sjø/vann føres i retning mot klokka:

Det antas igjen at 50 % "nytt" vann kommer inn for hver tidevannssyklus, og at operasjonene med tidevannsporten foregår over flere tidevannssykluser.

Fallende sjø, med åpen port ved Vikerøybrua:

- Tømming av 171 000 m³ gjennom Vikerøybrua, mot sør.
- Tømming av 21 000 m³ gjennom Klåstadrenna, mot øst.

Stigende sjø, med lukket port ved Vikerøybrua:

- Påfyll av 10 500 m³ "gammelt" vann gjennom Klåstadrenna, mot vest.
- Påfyll av 181 500 m³ "nytt" vann gjennom Klåstadrenna, mot vest.

Altså vil også denne situasjonen kunne gi ca. 180 000 m³ "nytt" vann gjennom Klåstadrenna, med de oppførte antakelser.

3.3 Beregninger med ulike utskiftningsgrader per tidevannssyklus

Det knyttes stor usikkerhet til hvor mye "gammelt" vann som kommer inn til indre deler av Viksfjorden ved stigende tidevann, dvs. vann som allerede har vært inne i denne delen (returnering av vannmasser). I kapittel 3.1 og 3.2 ble det antatt at 50 % av vannmassene er "nye" for hver innstrømming av vannmasser, altså vannmasser som ikke før har vært innenfor Klåstadrenna/ Vikerøybrua. Det har i Tabell 1 blitt beregnet for ulike andeler av "nye" vannmasser som strømmer inn til området mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna, for hver tidevannssyklus. Det vises resultater av beregninger med antakelser mellom 10% og 90% "nye" vannmasser per tidevannsinstrømming, over hvor stort volumet av slike "nye" vannmasser blir.

Med nulltiltak, uten tidevannsport, blir tilførselen av "nye" vannmasser betydelig mindre når det antas at en lavere prosentandel av det innstrømmende tidevannet består av "nytt" vann; fra drøye 170 000 m³ med 90% "nytt" vann til kun drøye 19 000 m³ med 10% "nytt" vann.

Med tidevannsport blir tilførselen av "nye" vannmasser mindre avhengig av andel av "nye" vannmasser per tidevannsinstrømming; tilførselen synker fra nesten 190 000 m³ med 90% "nytt" vann til drøye 170 000 m³ med 10% "nytt" vann.

I tillegg viser Tabell 1 den prosentvise endringen i volumtilførsel av "nye" vannmasser til Varildfjorden, mellom nulltiltak og scenariene med tidevannsport. Tabellen kan brukes til å få oversikt over innstrømmende volumer av "nye" vannmasser med de ulike antakelser om returnering av vannmasser som allerede har vært i bassenget mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna.

Den prosentvise økningen av volum av "nytt" vann per tidevannsinstrømming viser seg å øke med lavere antatt andel av "nytt" vann per tidevannsinstrømming. Med kun 10% "nytt" vann per tidevannsinstrømming var økningen på over 9 ganger høyere volum av "nytt" vann til Varildfjorden, med innføring av tidevannsport. Med 90% "nytt" vann var tilsvarende økning kun 10%.

Resultatene i Tabell 1 illustrerer effekten av tidevannsporten, angående utskiftningen av vannmasser i Varildfjorden.

Tabell 1: Oversikt over resultatene fra skisserende beregninger over mengden av nytt vann som kommer til området mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna for hver tidevannsyklus (12.42 timer).

Volumtransport av "nytt" vann inn i Varildfjorden, mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna (m ³)		Prosentandel med "nytt" vann til Varildfjorden								
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Null-tiltak	Klåstadrenna	2 100	4 200	6 300	8 400	10 500	12 600	14 700	16 800	18 900
	Vikerøybrua	17 100	34 200	51 300	68 400	85 500	102 600	119 700	136 800	153 900
	Totalt	19 200	38 400	57 600	76 800	96 000	115 200	134 400	153 600	172 800
Lukke port ved flo sjø (med klokka)	Klåstadrenna	2 100	4 200	6 300	8 400	10 500	12 600	14 700	16 800	18 900
	Vikerøybrua	171 000	171 000	171 000	171 000	171 000	171 000	171 000	171 000	171 000
	Totalt	173 100	175 200	177 300	179 400	181 500	183 600	185 700	187 800	189 900
	Prosentvis økning sammenliknet med nulltiltak	902 %	456 %	308 %	234 %	189 %	159 %	138 %	122 %	110 %
Lukke port ved fjære sjø (mot klokka)	Klåstadrenna	173 100	175 200	177 300	179 400	181 500	183 600	185 700	187 800	189 900
	Vikerøybrua	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Totalt	173 100	175 200	177 300	179 400	181 500	183 600	185 700	187 800	189 900
	Prosentvis økning sammenliknet med nulltiltak	902 %	456 %	308 %	234 %	189 %	159 %	138 %	122 %	110 %

4 Sammenfattende vurderinger

4.1 Forutsetninger

Forutsetninger for at beregningene i kapittel 3 skal være gyldige:

- Tidevannet er den dominerende drivkraft til strøm.
- Dette bør sjekkes og dokumenteres med en analyse av tidevannsbidraget i strømmålinger fra utførte målinger i strømsterke områder rundt Vikerøya. For eksempel er tidsserien utført av NIVA sommeren 2013 under Vikerøybrua gunstig til dette formål.
- Vannet i ytre Viksfjord (evt. Kolladjupet) har signifikant eller tilstrekkelig bedre vannkvalitet enn vannet i Varildfjorden i forhold til ålegressets levekår. Dette er delvis dokumentert i Moy m.fl. (2014), men ønskes ytterligere dokumentert. Målinger på dette er pågående (IVIV/ NIVA).
- Operasjoner med tidevannsporten forutsetter at det er fri vannpassasje i Klåstadrenna.
- Bruken av tidevannsporten strekker seg over flere tidevannsykluser (minst ett døgn eller to lukkinger av porten).

4.2 Vurderinger

Dersom en antar at halvparten av vannmassene er "nye" vannmasser for hver tidevannsinstrømning gjennom Vikerøysundet og Klåstadrenna, viser beregningene i kapittel 3 at volumet av "nye" vannmasser omtrent dobles med en tidevannsport.

Dersom en utfører samme regnestykke med en relativt lavere andel av "nye" vannmasser, for eksempel 10%, vil volumet av "nye" vannmasser bli vesentlig høyere enn uten tidevannsport; omtrent 9 ganger så stort (Tabell 1).

Det er usikkert hvor mye av vannmassene som i realiteten er "nye" ved hver tidevannutskiftning i bassenget mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna. Det kan antas at verdien er et sted mellom 25 og 75 %. En numerisk modellering med utplassering og spredning av partikler i den hydrodynamiske løsningen vil med stor sannsynlighet kunne gi en god pekepinn på denne.

Volumet til vannmassene mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna er ca. 750 000 m³. Med for eksempel antakelsen om 50% "nytt" vann per tidevannsinstrømning, vil et scenario uten tidevannsport gi en tilførsel på ca. 13% "nye" vannmasser i forhold til de totale vannmasser mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna. En slik antakelse gir en 100% fornyelse av vannet mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna etter 8 tidevannsperioder, som er ca. 4 døgn. Med tidevannsport vil tilførselen øke til ca. 24 %, dvs. en betydelig økning, og gi total fornyelse av vannet etter kun to døgn. Tilsvarende beregninger med antakelsen om kun 10 % "nytt" vann per tidevannsinstrømning gir en meget stor økning fra 3% til 23%, henholdsvis uten og med tidevannsport. Med hele 90% "nytt" vann per tidevannsinstrømning er imidlertid økningen kun fra 23% til 25%, en ubetydelig økning. Beregningene i dette notat forutsetter kontinuitet i bruken av tidevannsporten; dvs. tidevannsporten lukkes og åpnes ved operasjon som etterfølger lukking/ åpning ved forrige tidevannssyklus. Ved første operasjon etter en pause, vil andelen av "nytt" vann som strømmer inn i Varildfjorden være mindre enn i beregningene i 3.2A) og 3.2B). "Gammelt" vann vil være tilstede henholdsvis sørvest for Vikerøybrua og sørøst for Klåstadrenna fra forrige tidevannsutstrømning uten tidevannsport, og føres med inn mot Varildfjorden igjen.

Øst for Klåstadrenna er et større gruntområde som er noenlunde lukket, samt at der er trange sund lenger sør for Kolladjupe. Utenfor Vikerøybrua, mot sør, åpner fjorden seg raskt opp, og det er tilsynelatende god utveksling med mer åpne farvann. Det er derfor sannsynlig at andelen av "nye" vannmasser for hver tidevannsinstrømning er lavere for Klåstadrenna enn for Vikerøysundet. Dette er ikke tatt hensyn til i disse grove beregninger i dette notat. Dersom en hadde operert med lavere andel av "nytt" vann med innstrømning fra Kolladjupe mot Varildfjorden, ville situasjonen med å lukke tidevannsporten på fjæresjø gi mindre volum av "nytt" vann enn situasjonen med å lukke porten på flo sjø. Altså gir en sirkulasjonsretning med klokka størst volum av "nytt" vann til Varildfjorden.

Angående retning på sirkulasjonen til vannmassene rundt Vikerøya, viser altså Tabell 1 at samme andel "nytt" vann oppnås uansett retning. Det vurderes imidlertid som sannsynlig at vannmassene i Kolladjupe har en vesentlig oppholdstid og at vannkvaliteten trolig forringes betydelig mellom Refsholtsund og Klåstadrenna. Dette blir forsøkt belyst i pågående undersøkelser av vannkvalitet utført av IVIV.

Dersom det er riktig at det er noe dårligere vannkvalitet i Kolladjupe enn for eksempel i vannmassene like sørvest for Vikerøybrua/ vest for Vikerøya, så vurderes det også av denne årsak at en transport av vannmassene i retning med klokka er mer fordelaktig for vannkvaliteten i Varildfjorden.

Ved estuarin sirkulasjon og vinddrevet sirkulasjon er en lagdeling og et vertikalt hastighetsskjær sannsynlig. Lagdelingen kan føre til at de noe dypere vannmasser blir vesentlig mer stillestående enn det øvre vannlag. For eksempel kan man anta at vannmassene som flyter gjennom Klåstadrenna, i de øverste ca. 0.3 m, får en god utskiftning, men at de dypere vannmassene blir mer stillestående. Dersom tidevannssirkulasjonen er betydelig, vil vannmassene i større grad bevege seg som en vertikal masse med lite hastighetsskjær mellom overflate og bunn (Eidnes, 2015). I dette notat, hvor det er fokus på tidevannsstrøm, antas det en slik tilnærmet barotrop vannbevegelse.

Dersom dette ikke er tilfelle eller det ønskes å fokusere på estuarin eller vinddrevet sirkulasjon, bør det ideelt sett undersøkes/ simuleres med en numerisk havmodell i tre dimensjoner.

Selv om andelen av "nytt" vann til bassenget mellom Vikerøybrua og Klåstadrenna øker med tidevannsport, så er det ikke sikkert at det "nye" vannet har tilstrekkelig bedre vannkvalitet til å bidra til bedre forhold for ålegresset i Varildfjorden. Målinger utført av Moy m.fl. (2014) har imidlertid påvist lavere konsentrasjon av fosfor og nitrogen sør for Vikerøya enn inne i Varildfjorden.

4.3 Konklusjon

Skisserende beregninger med tidevannsport viser at det er sannsynlig at mengden av "nytt" vann (vann som ikke tidligere har vært inne i Varildfjorden) vil være betydelig større per tidevannsinnsstrømning enn uten tidevannsport.

Jo mindre "nytt" vann som i dag kommer inn i Varildfjorden under hver tidevannsinnsstrømning, jo større relativ effekt har innføringen av en tidevannsport for tilførselen av "nytt" vann.

Det antas at vannkvaliteten til det innstrømmende vannet til Varildfjorden vil være best dersom det kommer med korteste og raskeste vei fra ytre deler av Viksfjorden vest for Vikerøya. Da er det fordelaktig å lukke tidevannsporten på flo sjø og åpne igjen på fjære sjø, slik at vannmassene får en transport i retning med klokka rundt Vikerøya. Dermed kommer det opptil 100% "nytt" vann inn til Varildfjorden via Vikerøysund ved neste tidevannsinnsstrømning. En forutsetning for at det er fullstendig nytt vann, er at bruken av tidevannsporten strekker seg over minst ett døgn/ to tidevannssykluser.

Beregningene tyder altså på at en tidevannsport vil gi en vesentlig større mengde "nytt" vann til Varildfjorden per tidevannsinnsstrømning i forhold til uten tidevannsport. Det er imidlertid usikkerhet rundt denne størrelsen, da man ikke kjenner andelen av "nytt" vann som kommer inn i Varildfjorden ved hver tidevannsinnsstrømning i nå-tilstanden uten tidevannsport.

På grunn av de enkle antakelser og mange usikkerheter i disse beregningene og betraktningene, anbefales sikrere studier angående vannutskiftningen. For eksempel anbefales å sette opp og kjøre en numerisk partikkelspredningsmodell både uten og med tidevannsport, for å få en veiledning på utskiftningen av vannmassene i Varildfjorden.

Det tas også forbehold om at vannkvaliteten til de "nye" vannmasser muligens ikke er gunstig nok til å bidra til bedring av levekårene til ålegressengene.

5 Referanser:

Eidnes, G., 2015. Forbedret vannutskiftning i Indre Viksfjord. Effekten av en tidevannsport. SINTEF rapport A27008. 14 sider.

Leikvin, Ø., Molvær, J. og Nøst, O.A., 2014. Modellstudier for utforming av kanal. Indre Viksfjorden. Larvik kommune. Akvaplan-niva rapport 7221-01. 42 sider.

Moy, F., J. Albretsen, T. Bodvin, L.J. Naustvoll og M. Ohldieck, 2014. Truet ålegressforekomst i indre Viksfjord, Larvik. Undersøkelser 2011 – 2013 i forbindelse med skjøtsel. HI-rapport nr. 21-2014. 65 sider.