

Overvaking av vasskvalitet
i 5 sideelvar til Modalselva
nedom kalkdoseraren
i 2016





Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Overvaking av vasskvalitet i 5 sideelvar til Modalselva nedom kalkdoseraren i 2016

FORFATTER:

Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Fylkesmannen i Hordaland, Klima- og miljøvernavdelinga

OPPDRAGET GITT:

14. januar 2016

ARBEIDET UTFØRT:

2016

RAPPORT DATO:

5. september 2016

RAPPORT NR:

2288

ANTALL SIDER:

21

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-282-1

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Framsidedfoto: Kalkdoseraren i Modalen, januar 2016.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag frå Fylkesmannen i Hordaland, Klima- og Miljøvernavdelinga, vore ansvarleg for overvaking av vasskvaliteten i fem sideelvar til Modalselva nedom kalkdoseraren vinter og vår 2016. Opplegg for overvakinga var utarbeidd januar 2016 for å justere kalibreringa av den nye kalkdoseraren i Modalselva for å handtera også sure tilførsler frå sideelvar nedstraums for å unngå farlege blandsoner for fisk.

Modalen kommune, ved Inge Kårevik har vore kontaktperson og Terje Øvre-Helland har samla inn vassprøvene. Analysane er utført ved VestfoldLAB AS. Dei har også importert datasetta til vassdirektiv-databasen «Vannmiljø». Ansvarleg for prosjektet og rapporteringa av resultata har vore dr. philos. Geir Helge Johnsen.

Rådgivende Biologer AS takkar seniorkonsulent Kjell Hegna hjå Fylkesmannen for oppdraget, og Inge Kårevik og Terje Øvre-Helland for eit godt samarbeid undervegs.

Bergen, 5. september 2016.

INNHALD

Føreord	2
Innhald	2
Samandrag	3
Modalsvassdraget	4
Overvakingssopplegg 2016	5
Resultater 2016	9
Diskusjon	16
Referansar	20

SAMANDRAG

JOHNSEN, G.H. 2016.

Overvaking av vasskvalitet i 5 sideelvar til Modalselva nedom kalkdoseraren i 2016.

Rådgivende Biologer AS, rapport 2288, 21 sider, ISBN 978-82-8308-282-1.

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag frå Fylkesmannens Klima- og Miljøvernaveiding, hatt ansvar for overvaking av vasskvaliteten i fem sideløp til Modalselva nedom kalkdoseraren i 2016. Modalen kommune har samla inn og sendt prøvene til analyse ved VestfoldLAB AS, og dei har importert datasetta til vassdirektiv-databasen «Vannmiljø».

Alle dei fem undersøkte elvane er sær s næringsfattige, med låge konsentrasjonar av både fosfor og nitrogen, tilsvarande naturtilstand. Alle sideelvane er sure, har tidvis svært høgt innhald av labilt aluminium og låg syrenøytralisierende kapasitet (**tabell 1**).

Tabell 1. Gjennomsnittsverdiar for innhald av kalsium, surleik, syrenøytralisierende kapasitet (ANC) og labilt aluminium, samt lågaste verdi for ANC og høgaste verdi for labilt aluminium i dei fem sideelvane til Modalselva nedom kalkdoseraren første halvår 2016. Klassifikasjon i høve til «Vanndirektiv veileder 2:2013»

Sideelv	Kalsium snitt mg/l	Surleik Snitt pH	ANC-min µekv/l	ANC-snitt µekv/l	Labilt Al snitt µg/l	Labilt Al maks µg/l
Todeilselva	0,33	5,31	-42	12	56	151
Sollielva	0,43	5,12	-76	2	63	134
Elv frå Almelistølen	0,34	5,16	-100	2	76	252
Elv frå Modalsskaret	0,45	5,16	-50	13	86	216
Elv frå Kollebotn	0,41	5,17	-69	2	71	138

Vasskvaliteten i hovudelva har vore overvaka sidan 1980 og er no mykje betre enn tidlegare. Vasskvaliteten nedst i Modalselva er likevel meir prega av forsuring enn oppe ved kalkdoseraren, og sjølv om surleiken i seg sjølv er ganske lik, er det høgare innhald av labilt aluminium nede i elva og det er periodar med lågare syrenøytralisierende kapasitet nede enn oppe. Dette skuldast tilførsel av surt vatn frå dei fem undersøkte sidevassdrage og den betydelege sideelva Budalselva.

Dersom kalkdoseraren i dag berre er kalibrert for å avsyre dei dårlegare vasskvalitetane i Budalselva, må denne kalibreringa justerast med ein 3-gong for også å omfatte resten av det lokale nedbørfeltet nedstraums kalkdoseraren.

Og i dei første dagane med mykje nedbør, vil flaumoppbygginga i dei bratte sideelvane skje mykje raskare enn i hovudvassdraget, slik at desse sidevassdraga særleg vinterstid vanlegvis utgjere meir enn halvparten av vassmassane på anadrom strekning, og i flaumsituasjonar med snøsmelting og mykje nedbør, kanskje opp mot 80 % av vassføringa.

Elles har erfaringar frå forsøk med laks vist at skadde fiskegjellar kan restituere seg innan få dagar etter at vasskvalitetane vart god att, dersom dei dårlege og skadelege vasskvalitetane berre var av kortvarig episodisk karakter.

MODALSVASSDRAGET

Modalsvassdraget har i dag eit nedbørfelt på 388 km², har sitt utspring i Stølsheimen og renn sørvestover gjennom Modalen fram til utløp i Mofjorden. Hovuddelen av vassdraget ligg i Modalen kommune, men det har også felt i Høyanger, Vaksdal og Vik kommunar. Vassdraget er sterkt regulert med fleire store kraftverk, og vatn frå ulike delfelt er fråført og tilført. Øvst på opphavsleg anadrom strekning ligg det eit elvekraftverk i Hellandsfossen.

Inntaket til kraftverket i Hellandsfossen ligg ovanfor Almelidfossen. Det er fisketrappar i Hellandsfossen og i Almelidfossen, og samla anadrom strekning er no om lag 16 km mellom sjøen og Steinslandsvatnet.

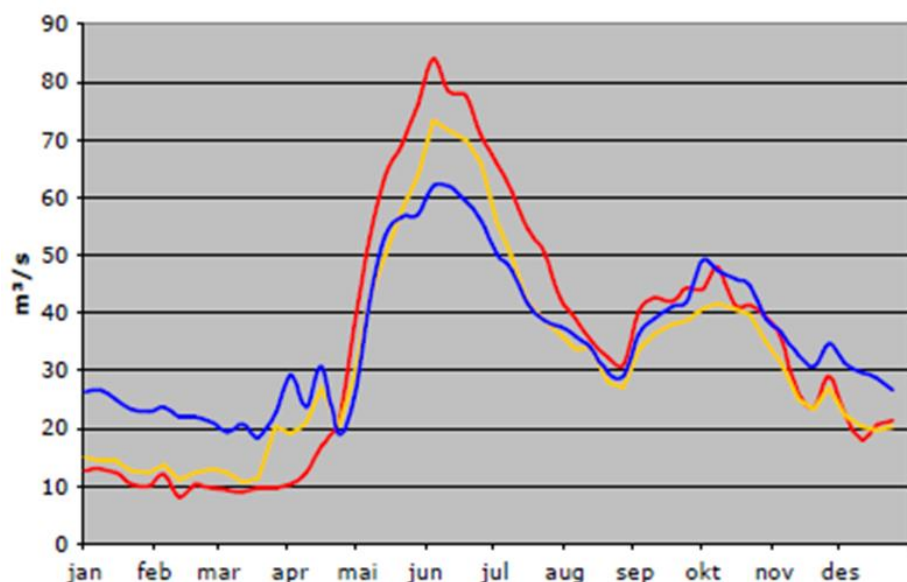
VASSFØRING

Før vassdraget vart regulert, var gjennomsnittleg vintervassføring om lag 10 m³/s, men kunne i kalde periodar vere ein del lågare enn dette. Snøsmeltinga starta i slutten av april og bidrog til aukande vassføring utover våren, og nådde ein topp med vel 80 m³/s tidleg i juni. Deretter avtok vassføringa utover sommaren etter kvart som det minka på snøen, men steig igjen utover hausten i periodar med regn (**figur 1**).

Gjennomsnittleg vassføring gjennom året er ca. 34 m³/s, men mellom Almelidfossen og Hellandsfossen er vassføringa sterkt redusert etter reguleringa. På denne strekninga er det fastsett minstevassføring med 3,0 m³/s i perioden 16. april til 15. juli, 5 m³/s i perioden 16. juli til 30. september, og 2,2 m³/s frå 1. oktober til 15. april. Nedanfor Hellandsfossen har vassføringa auka til 20-25 m³/s om vinteren ved tapping av vatn frå magasinane etter at Skjerjevatnet vart overført i 2005, før dette var magasinkapasiteten mindre. Vassføringa er blitt noko redusert i sommarhalvåret pga. av meir magasinering, men følgjer det same mønsteret om sommaren og hausten som før reguleringa (**figur 1**) (frå Gabrielsen mfl. 2011).

Figur 1. Berekna vassføring utløpet til sjøen før (raud) og etter regulering (blå) av Modalsvassdraget. Gul linje syner berekna vassføring før Nygård pumpekraftverk vart etablert.

Figuren er kopiert frå Gabrielsen mfl. (2011).



OVERVAKINGSOPPLEGG 2016

PRØVETAKINGSSTADAR

Vasskvaliteten i Modalselva har vore overvaka i ei årrekkje (Garmo og Skancke 2013) og er no overvaka i regi av Miljødirektoratet som del av den nasjonale effektovervakinga av kalka vassdrag (**tabell 2**).

Tabell 2. Prøvetaking i den nasjonale overvakinga i Modalselva

Nasjonal overvaking		Posisjon
A	Modalselva nede	32 V 326360 6746736
B	Sideelv Budalselva	32 V 329321 6748665
C	Modelselv oppe K nedenfor kalkdoserer	32 V 334648 6749143
D	Modelselv oppe U ovenfor kalkdoserer	32 V 335367 6749476
E	Sideelv Krossdalselva	32 V 336053 6751235
F	Utløp Steinsdalsvatnet	32 V 336043 6752284

I tillegg til desse nasjonale prøvene, starta Fylkesmannen i Hordaland opp eit prøvetakingsprosjekt i slutten av januar 2016, der ein tek prøvar i dei fem største sidebekkane til Modalselva mellom kalkdoseraren og utløp til fjorden (**tabell 3**). Modalen kommune organiserer og kostar innsamlinga av prøvene og analysane hos VestfoldLAB AS.

Tabell 3. Tabell over tilleggsovervaking av sideelvar nedom kalkdoserar (sjå **figur 2**).

Navn	Posisjon	Areal	Avrenning	Vassføring
1 Sideelv Todeilselva	32 V 334449 6748864	7,8 km ²	88,3 l/s/km ²	0,69 m ³ /s
2 Sideelv Sollielva	32 V 332838 6748681	6,1 km ²	98,3 l/s/km ²	0,60 m ³ /s
3 Sideelv fra Almelistølen	32 V 330937 6747804	4,8 km ²	83,5 l/s/km ²	0,40 m ³ /s
4 Sideelv fra Modalsskaret	32 V 329315 6748087	2,0 km ²	80,6 l/s/km ²	0,16 m ³ /s
5 Sideelv fra Kollebotn	32 V 328669 6747877	3,8 km ²	113,9 l/km ² /s	0,43 m ³ /s
Alle		24,5 km ²		2,28 m ³ /s

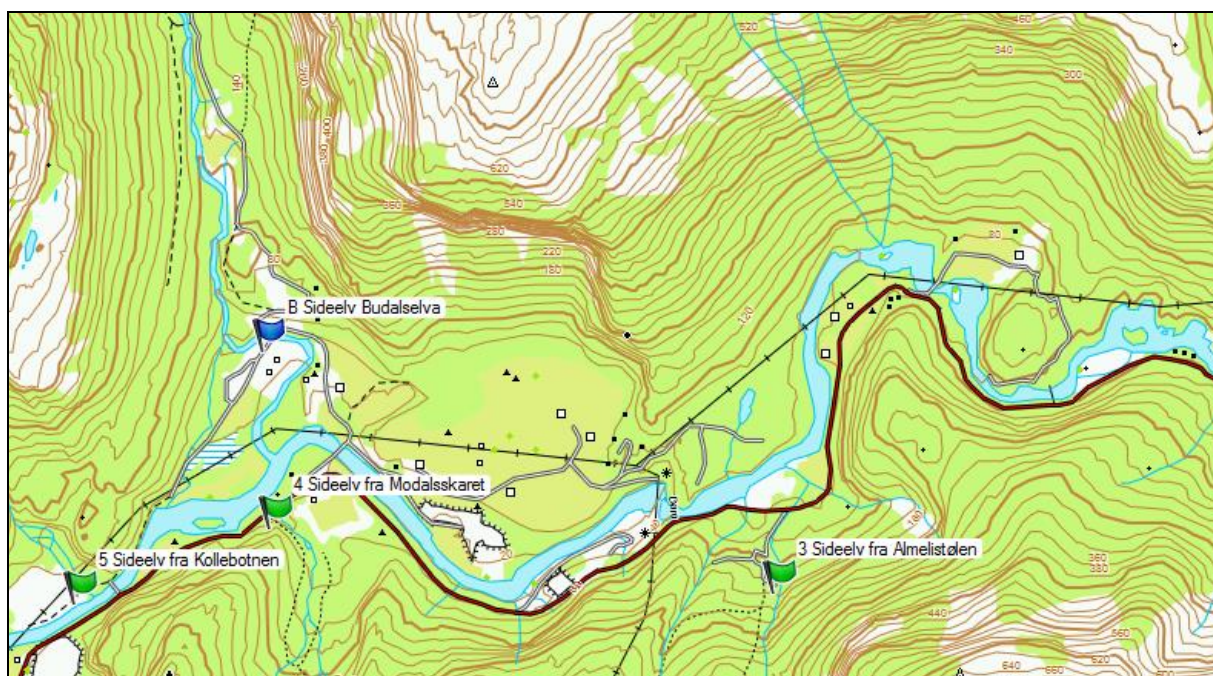
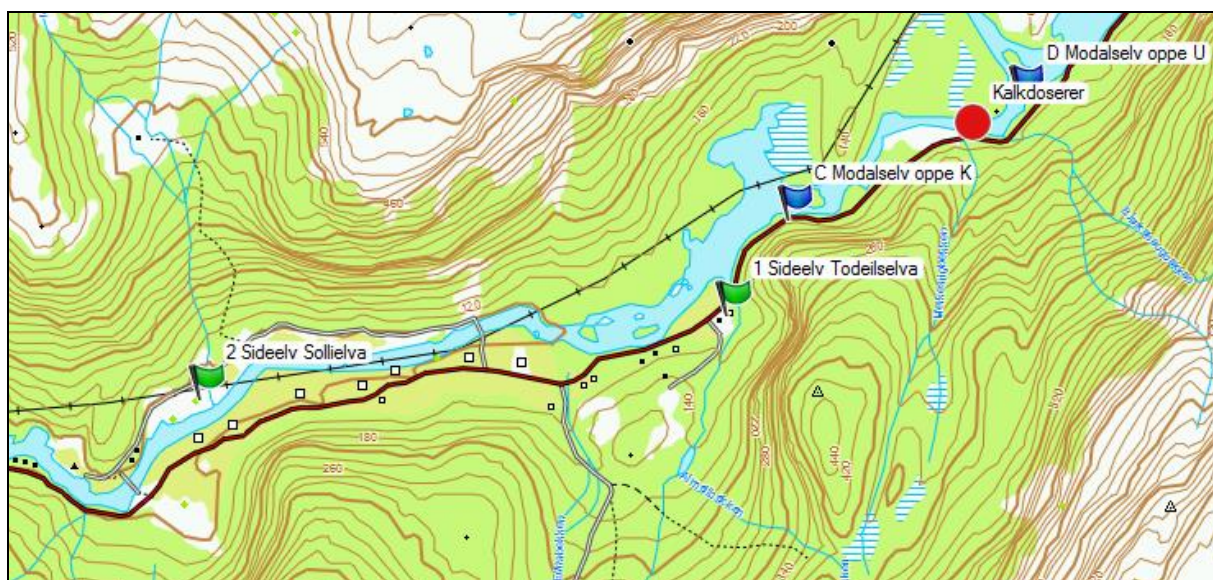
Sideelv 3 frå Almelistølen har eit inntak til BKK sitt kraftverk ved Hellandsfoss, og vassprøvene vert difor samla inn oppom inntaket. Ved synfaringa av dei utvalte prøvestadane 14. januar 2016, var det svært låg vassføring i dei fleste sideelvane, som også var tilfrosne. Ved slike høve er det ikkje mogleg å samle inn vassprøver.

PARAMETERE OG HYPPIGHET

Det nasjonale prøvetakingsprogrammet har tre ulike seriar med prøveparametrar, og for overvakinga av dei ekstra fem sideelvane er det føreslege å nytta **Serie A: Full ionebalanse med ANC, aluminiumsfraksjoner og næringsinnhald**.

Prøvetakinga skjer samstundes med og i samsvar med opplegg for den nasjonale overvakinga. Det har også vore eit ynskemål at prøvetakinga vert tilpassa slik at nedbørperiodar med lokal stor vassføring vert fanga opp, særleg på vinteren og våren.

Prøver vart samla inn kvar 14. dag ut juni 2016, med månadleg intervall frå juli til og med november 2016. Resultata frå første halvår vert rapportert her.



Figur 2. Kart over ekstra overvaking av vasskvalitet i sideelvar nedom kalkdoserar i Modalselva. Øvste kartet utgjer øvre del av den aktuelle elvestrekninga der elva renn vestover mot venstre, og elva fortsett i høgre del av det og nedste kartet og enn vidare vestover.



Figur 3 Modalselva med inntaksbrønn for kalkdoserar.



Figur 4 Prøvestad 1 Todeilselva



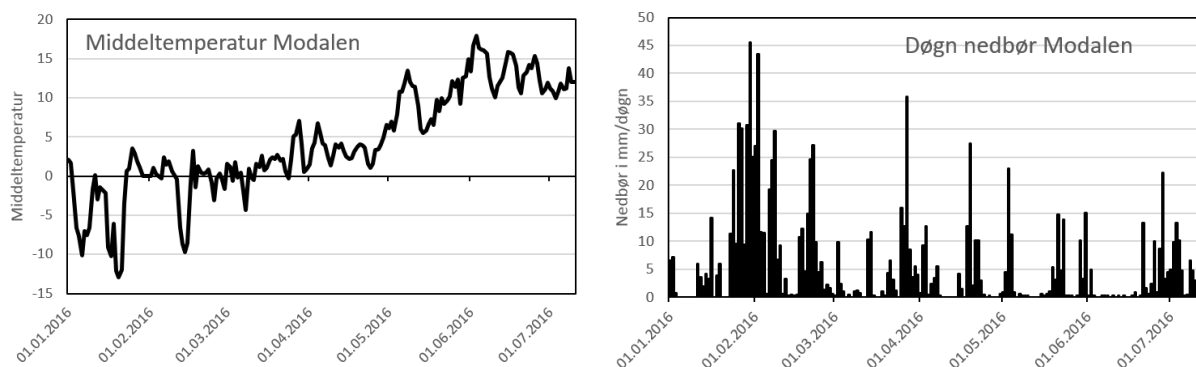
Figur 5 Prøvestad 2 Sollielva



Figur 6 Prøvestad 5 Elva frå Kollebotnen

NEDBØR VED PRØVETAKINGA 2016

Dagleg middeltemperatur og nedbørsmengd for 2016 er henta frå meteorologisk stasjon 52310 Modalen III (**figur 7**). Prøvetakinga starta i slutten av januar i ein kald periode. Etter dette var det berre middeltemperaturar under 0°C i midten av februar og nokre einskilte dagar også i mars. Samla nedbørsmengde første halvår 2016 var 1076 mm, med særleg mykje nedbør i siste del av januar og også utover i februar.



Figur 7. Døgnnedbør første halvår i 2016 (til høgre) og middel døgntemperatur på målestasjon 52310 Modalen III (til venstre).

KLASSIFISERING OG VURDERING AV RESULTATA

Dei fem sideelvane til Modalselva er av type «små, svært kalkfattige og svært klare elver i klimasone «lavland» på Vestlandet», «type 1b» i høve til «Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann». Alle har kalsiuminnhald mellom 0,25 og 0,5 mg Ca/l, humusinnhald med fargetal <10 mg Pt/l og tilsvarande innhald av organisk stoff TOC < 2 mg C/l.

Tabell 4. Klassegrenser for vasskjemiske tilhøve for elvar med laks «type 1b» etter «Vanndirektiv veileder 2:2013». *) pH-system for anadrome elvar finst ikkje, så her er nytta system for elvar utan laks.

Elv «type 1b»	«svært god»	«god»	«moderat»	«dårlig»	«svært dårlig»
Nitrogen (µg/l)	< 325	325 – 475	475 – 775	775 – 1350	> 1350
Fosfor (µg/l)	< 11	11 – 17	17 – 30	30 – 60	> 60
Lab Al maks (µg/l)	< 5	5 – 10	10 – 20	20 – 40	> 40
pH middel *	> 6,1	6,1 – 5,7	5,7 – 5,1	5,1 – 4,8	< 4,8
ANC middel	> 20	20 - 15	15 – 5	5 – -5	< -5

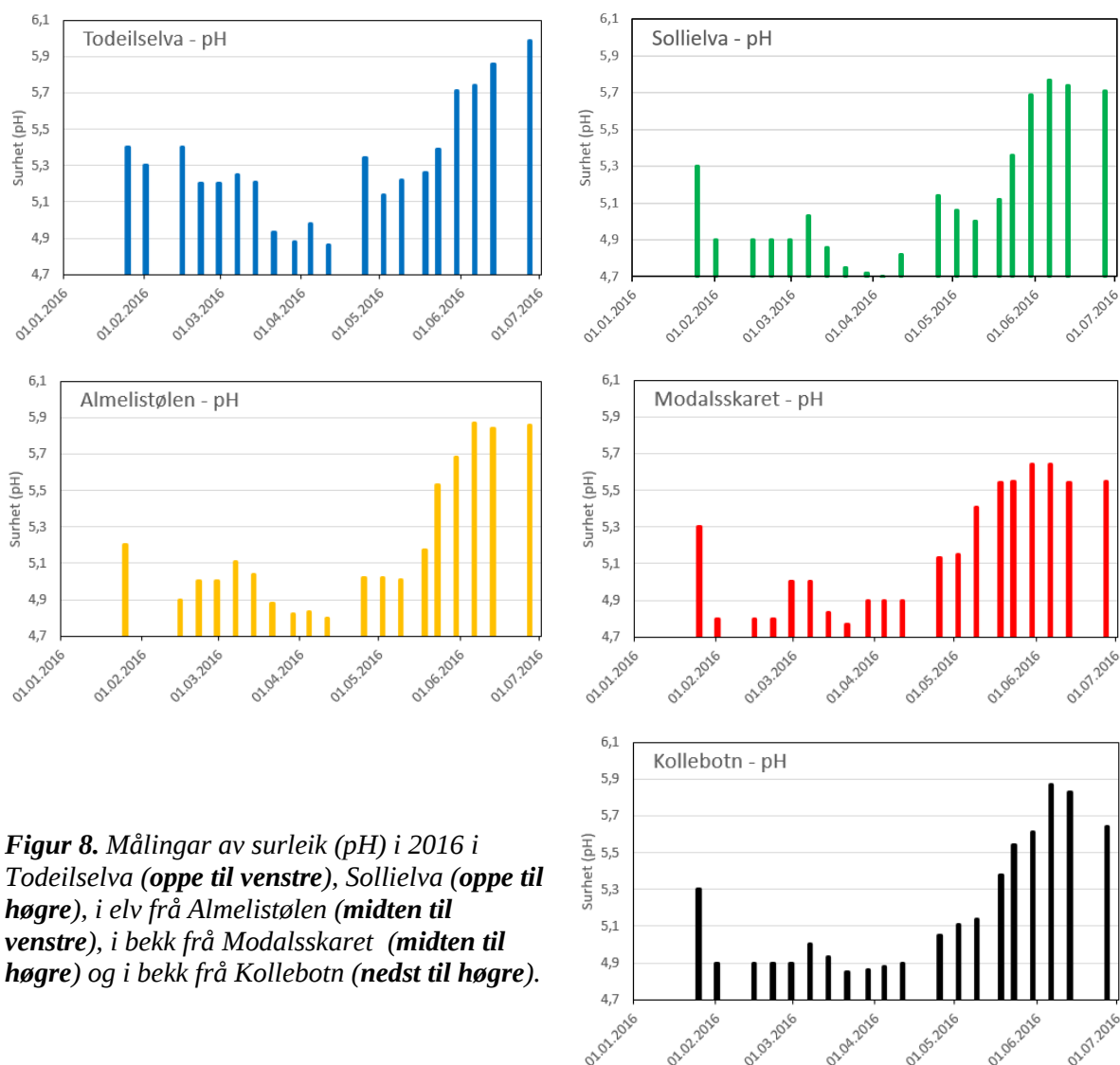
RESULTATER 2016

SURLEIK

Alle dei fem undersøkte sideelvane hadde generelt låge pH-verdiar vinteren 2016, med gjennomsnittsverdiar mellom pH 5,1 og 5,2, utanom Todeilselva som hadde eit gjennomsnitt på 5,33. Høgaste og lågaste pH-verdiar samsvarte også (**tabell 5**), med dei lågaste observert rundt 1. april (**figur 8**) i samband med snøsmelting og mykje nedbør (**figur 7**).

Tabell 5. Lågaste, middel og høgaste observerte pH-verdiar første halvår i 2016, klassifisert etter «Vanddirektiv veileder 2:2013» (sjå **tabell 2**).

Sideelv	Lågaste pH	Snitt pH	Høgaste pH
Todeilselva	4,86	5,31	5,99
Sollielva	4,66	5,12	5,77
Elv fra Almelistølen	4,70	5,16	5,87
Elv fra Modalsskaret	4,77	5,16	5,64
Elv fra Kollebotn	4,85	5,17	5,87



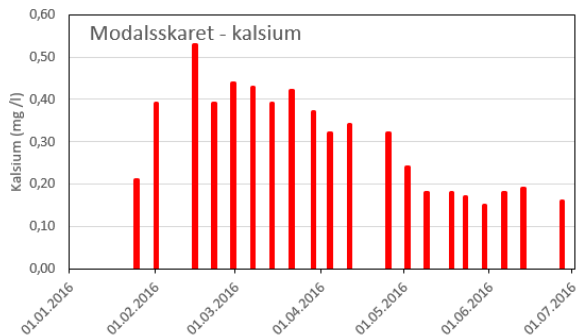
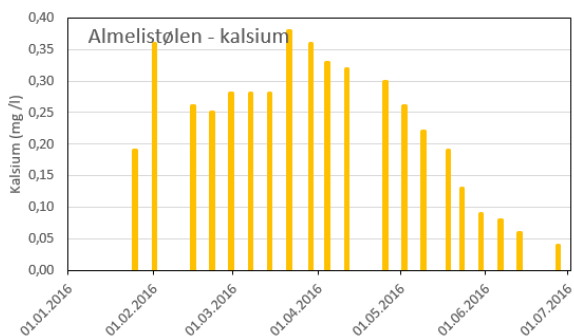
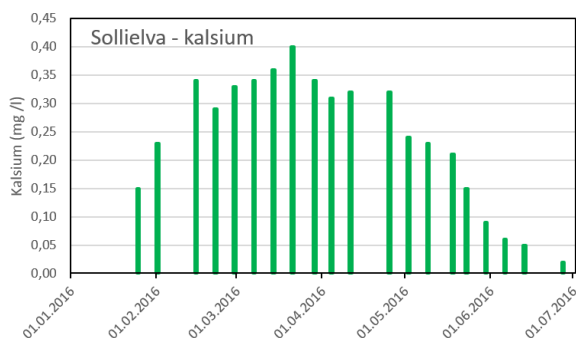
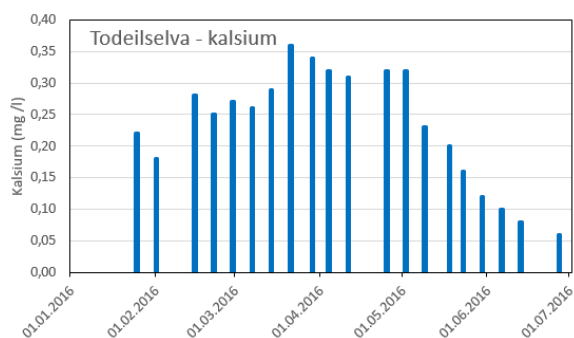
Figur 8. Målingar av surleik (pH) i 2016 i Todeilselva (**oppe til venstre**), Sollielva (**oppe til høgre**), i elv frå Almelistølen (**midten til venstre**), i bekk frå Modalsskaret (**midten til høgre**) og i bekk frå Kollebotn (**nedst til høgre**).

KALSIUM

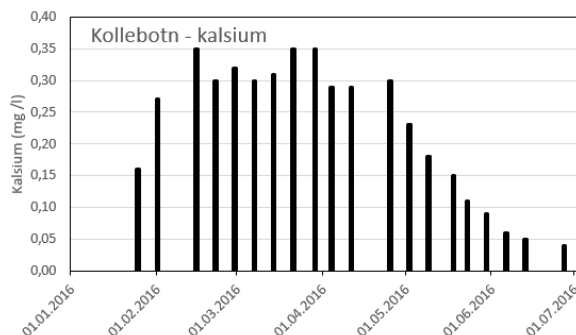
Kalkinnhaldet i dei fem sideelvane er svært lågt, og med gjennomsnittleg innhald over 0,25 og under 0,5 mg Ca/l (**tabell 6**), tilhøyrer desse elvane det nest kalkfattigaste nivået i vassdirektivet sin typifisering (type 1b). Elvane synte same variasjon over tid, med høgaste verdiar frå mars til mai, og lågast i juni (**figur 9**) då pH-verdiane var høgast (**figur 8**). Dette heng saman med at nedbørfelta sannsynlegvis er utsett for utarming av basekationer som kalsium, i samband med eksponering for surt vatn.

Tabell 6. Lågaste, gjennomsnittlege og høgaste innhald av kalsium første halvår i 2016.

Sideelv	Lågaste mg Ca/l	Snitt mg Ca/l	Høgaste mg Ca/l
Todeilselva	0,05	0,33	0,60
Sollielva	0,03	0,43	0,87
Elv fra Almelistølen	0,02	0,34	0,65
Elv fra Modalsskaret	0,04	0,45	1,02
Elv fra Kollebotn	0,02	0,41	0,79



Figur 9. Målingar av kalsium i 2016 i Todeilselva (**oppe til venstre**), Sollielva (**oppe til høgre**), i elv frå Almelistølen (**midten til venstre**), i bekk frå Modalsskaret (**midten til høgre**) og i bekk frå Kollebotn (**nedst til høgre**). Det er litt varierende skala på y-aksen i dei ulike elvane.

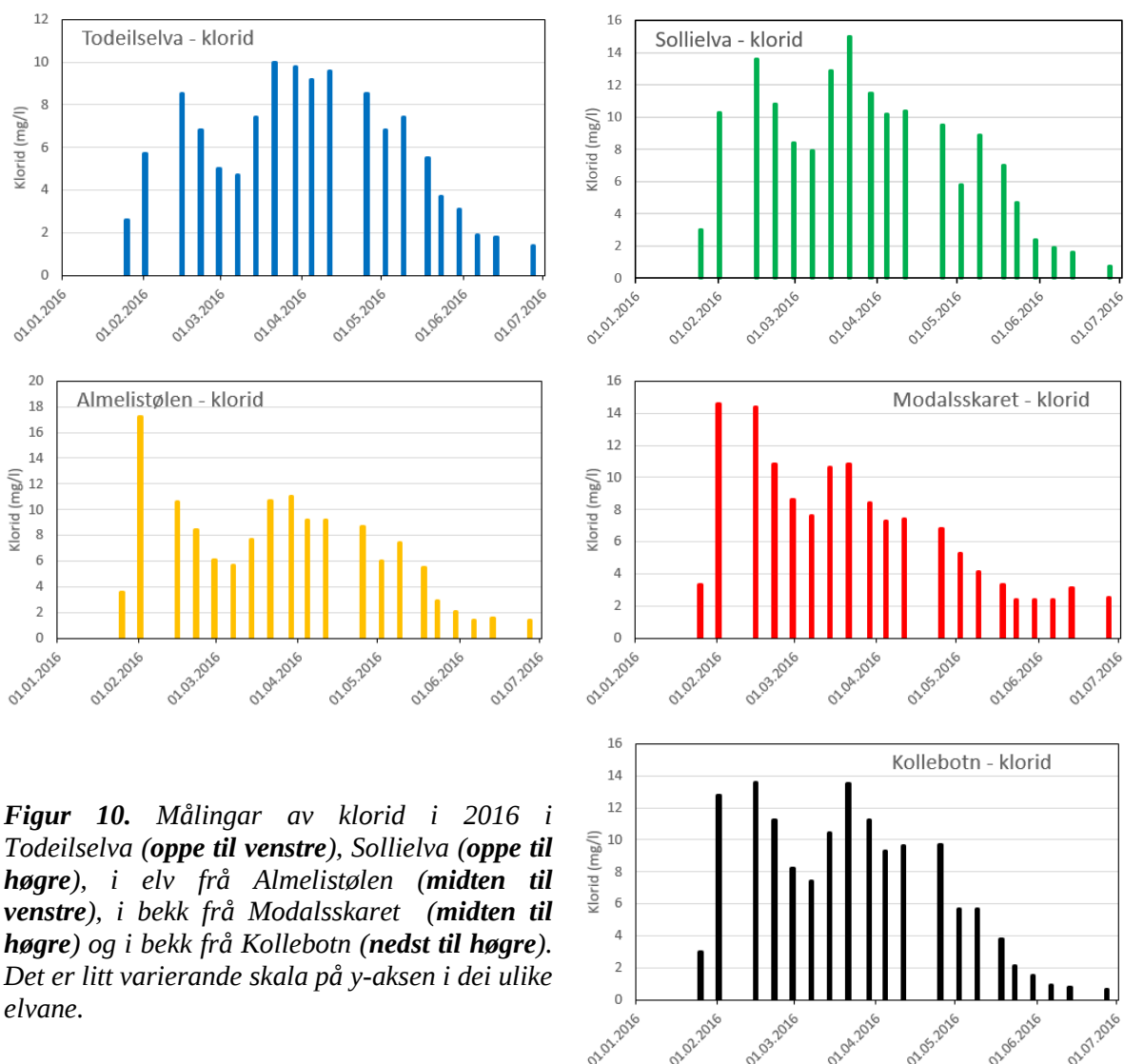


KLORID

Innhaldet av klorid i vassdraga kjem i all hovudsak frå sjøsalt som vert frakta inn i landet med nedbør og uver. Høgast gjennomsnittsverdiar finn ein i dei to elvane som ligg på nordsida (**tabell 7**). Sesongvariasjonen viser høgast innhald av klorid frå mars til mai (**figur 10**), samstundes som surleiken er lågast og kalsiuminnhaldet også er høgt.

Tabell 7. Lågaste, gjennomsnittlege og høgaste innhald av klorid første halvår 2016.

	Lågaste mg Cl/l	Snitt mg Cl/l	Høgaste mg Cl/l
Todeilselva	1,40	5,97	10,0
Sollielva	0,73	7,83	15,0
Elv fra Almelistølen	1,40	6,82	17,2
Elv fra Modalsskaret	2,40	6,81	14,6
Elv fra Kollebotn	0,66	7,05	13,6



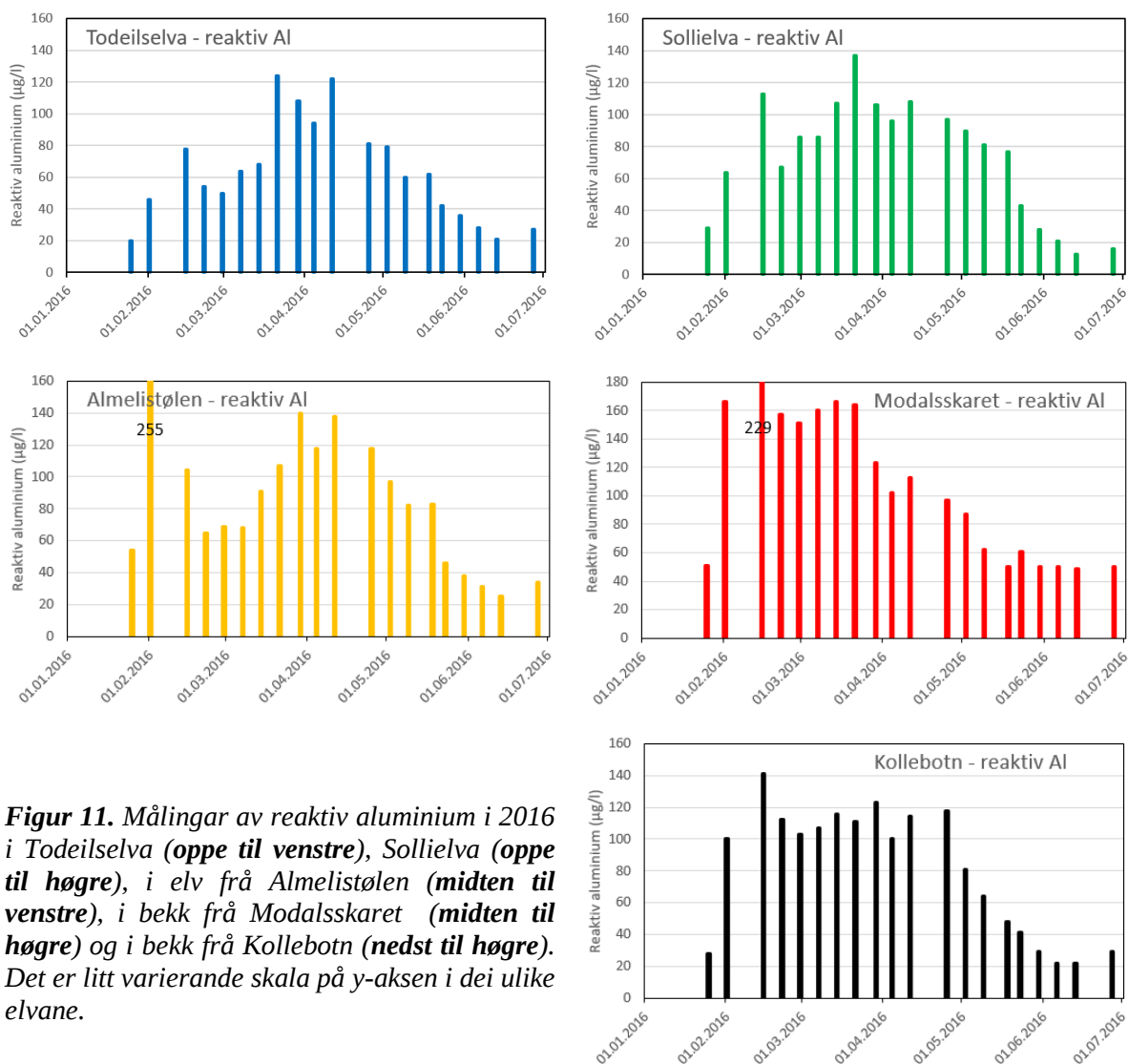
Figur 10. Målingar av klorid i 2016 i Todeilselva (*oppe til venstre*), Sollielva (*oppe til høgre*), i elv frå Almelistølen (*midten til venstre*), i bekk frå Modalsskaret (*midten til høgre*) og i bekk frå Kollebotn (*nedst til høgre*). Det er litt varierende skala på y-aksen i dei ulike elvane.

REAKTIV ALUMINIUM

Reaktivt aluminium, eller totalt monomert aluminium, er i hovudsak løyst, og andelen dette utgjør av den samla aluminiumsmengda i vassdraga aukar når surleiken er låg. Denne løyste fraksjonen er anten organisk bunden til humus-sambindingar - kalla illabilt aluminium, eller den er labil og ikkje bunden. Alle elvane hadde høge verdier av reaktiv aluminium, og elvane på sørsida har noko høgare verdier (**tabell 8**). Dei høgaste verdiane var observert i mars og tidleg i april, medan elv frå Modalsskaret og elva frå Kollebotn hadde høge verdier gjennom det meste av vinteren. Dei lågaste verdiane finn ein i juni alle stadane (**figur 11**).

Tabell 8. Lågaste, gjennomsnittlege og høgaste innhald av reaktiv aluminium i dei fem elvane første halvår 2016.

	Lågaste reaktiv Al/l	Snitt reaktiv Al/l	Høgaste reaktiv Al/l
Todeilselva	20	63	124
Sollielva	13	73	137
Elv fra Almelistølen	25	88	255
Elv fra Modalsskaret	49	107	229
Elv fra Kollebotn	22	80	141



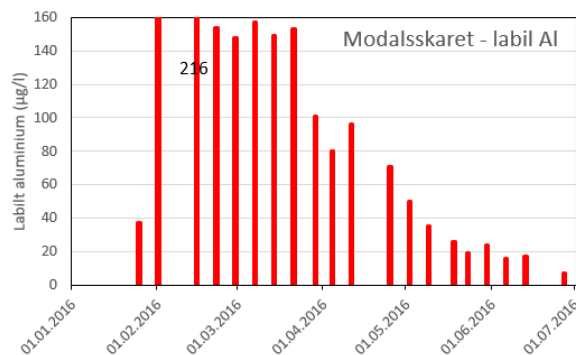
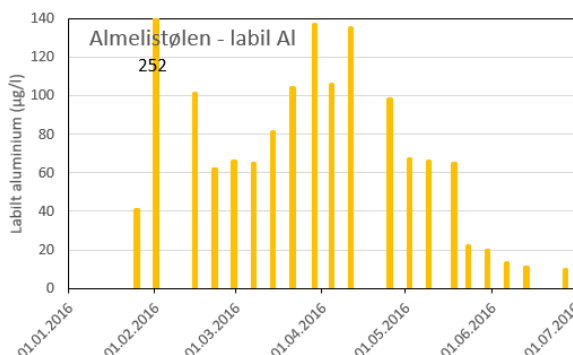
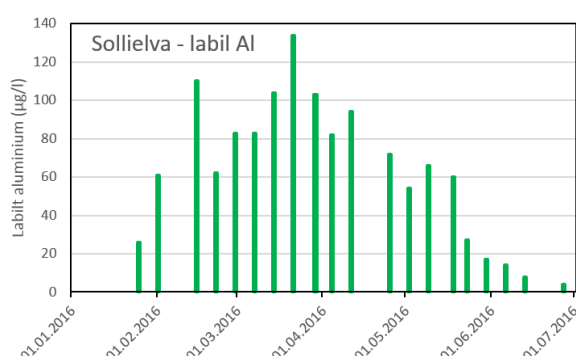
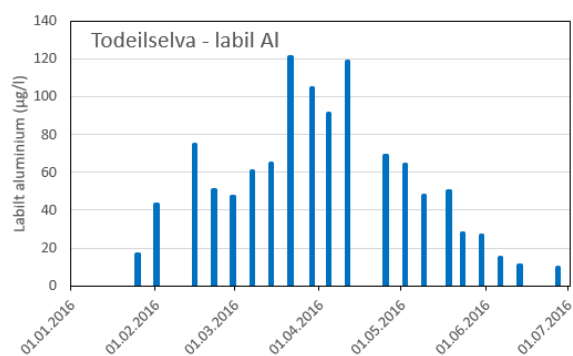
Figur 11. Målingar av reaktiv aluminium i 2016 i Todeilselva (**oppe til venstre**), Sollielva (**oppe til høgre**), i elv frå Almelistølen (**midten til venstre**), i bekk frå Modalsskaret (**midten til høgre**) og i bekk frå Kollebotn (**nedst til høgre**). Det er litt varierende skala på y-aksen i dei ulike elvane.

LABILT ALUMINIUM

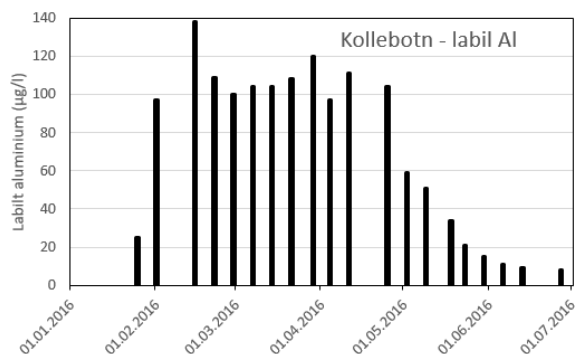
Det er den uorganiske og labile delen av reaktivt aluminium som kan ha skadeverknadar for fisk når den polymeriserer og fell ut på gjellene. Tilhøvet mellom labilt og illabilt aluminium varierer med surleik, og når pH kjem under 5,5 og innhaldet av humusstoffar er lågt, vil det aller meste av den reaktive aluminiumen finnast som labilt aluminium. Innhaldet av labilt aluminium er svært høgt i alle dei fem elvane, og høgaste målte verdi tilsvarar dårlegaste tilstand «svært dårlig» (**tabell 9**). Også her er det elvane frå sørsida som har høgast innhald, og sesongvariasjonen (**figur 12**) samsvarar med innhald av reaktiv aluminium og dei lågaste pH-verdiane. Generelt var dei høgaste verdiane av labilt aluminium uvanleg høge.

Tabell 9. Lågaste, gjennomsnittlege og høgaste innhald av labilt aluminium dei fem elvane første halvåret i 2016, klassifisert etter «Vanddirektiv veileder 2:2013» (**tabell 2**) for høgaste verdi.

	Lågaste labilt Al/l	Snitt labilt Al/l	Høgaste labilt Al/l
Todeilselva	10	56	121
Sollielva	4	63	134
Elv fra Almelistølen	10	76	252
Elv fra Modalsskaret	7	86	216
Elv fra Kollebotn	8	71	138



Figur 12. Målingar av labilt aluminium i 2016 i Todeilselva (**oppe til venstre**), Sollielva (**oppe til høgre**), i elv frå Almelistølen (**midten til venstre**), i bekk frå Modalsskaret (**midten til høgre**) og i bekk frå Kollebotn (**nedst til høgre**). Det er litt varierende skala på y-aksen i dei ulike elvane.

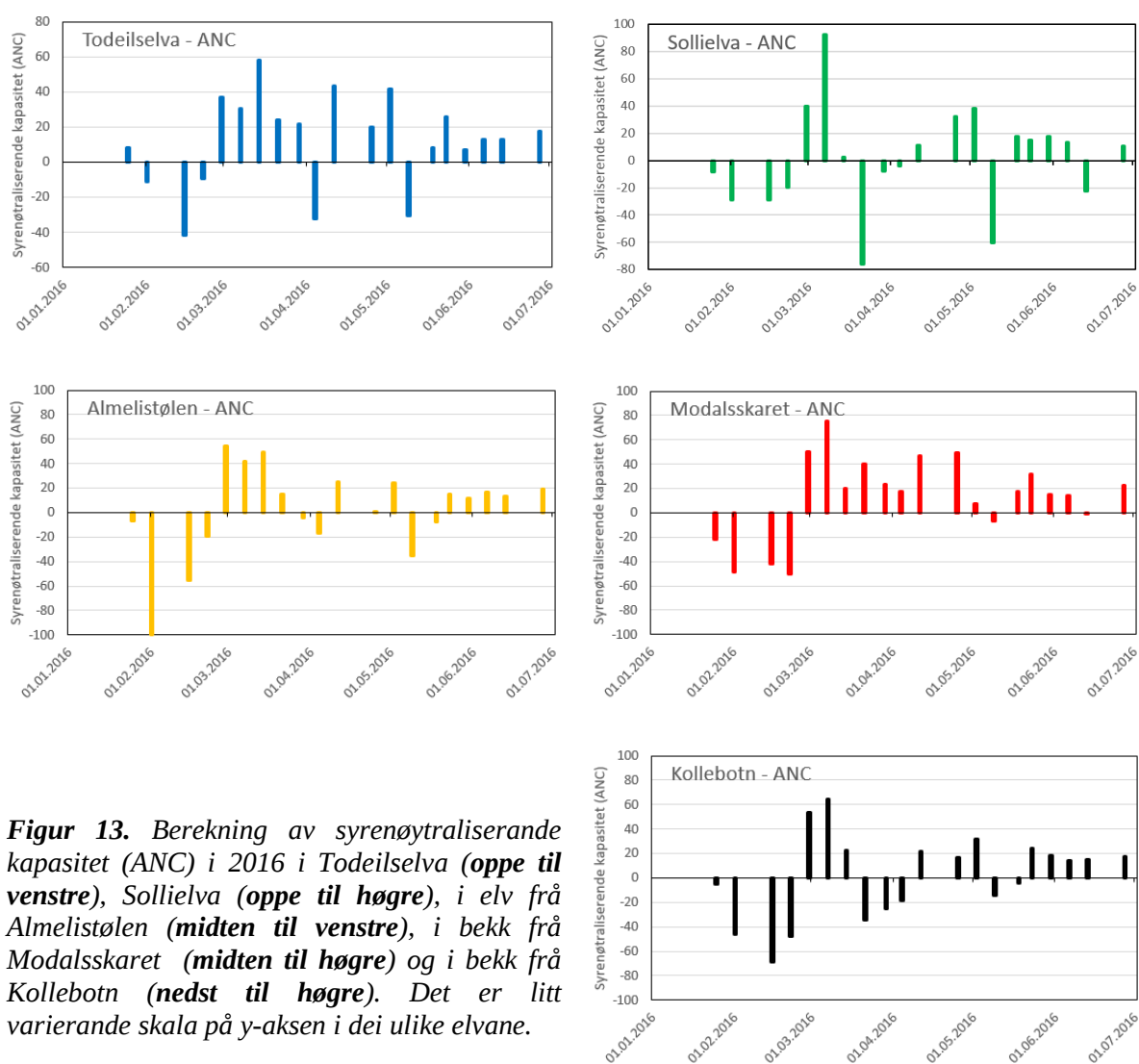


SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) uttrykkjer tilhøvet mellom positive og negative ioner, der høge verdier angir god evne til å bufre sure tilførsler, og negative verdier angir liten eller manglande evne til å bufre slike tilførsler. Den generelle ionestykken i vassdraga bidreg også positivt til at fisk og andre ferskvassorganismer tolerer sure tilførsler. Gjennomsnittleg ANC-verdi var generelt låg for alle dei fem elvane (**tabell 10**). Sesongvariasjonen i **figur 13** samvarierer nokså bra for dei fem elvane, men ionebalansen er også påverka av moglege surstøyt der jordsmonnet vert utvaska og tilfører vassdraget slike ioner.

Tabell 10. Lågaste, gjennomsnittlege og høgaste verdier av syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i dei fem elvane i første halvår 2016, klassifisert etter «Vanndirektiv veileder 2:2013» (sjå **tabell 2**).

	Lågaste ANC	Snitt ANC	Høgaste ANC
Todeilselva	-42	12	58
Sollielva	-76	2	92
Elv fra Almelistølen	-100	2	54
Elv fra Modalsskaret	-50	13	76
Elv fra Kollebotn	-69	2	64



ØVRIGE VASSKJEMISKE TILHØVE

For å berekne syrenøytraliserande kapasitet, er det analysert på ei rekkje positive og negative element. Gjennomsnittlege verdiar for analysane er vist i **tabell 11**. Det er samla sett små skilnadar mellom resultata frå dei fem sideelvane. Alle dei fem undersøkte elvane er næringsfattige, med låge konsentrasjonar av både fosfor og nitrogen, tilsvarande naturtilstand (**tabell 12**).

Tabell 11. Gjennomsnittlege verdiar for andre vasskjemiske tilhøve som er undersøkt

Sideelv	Alkalitet snitt	Farge mg Pt/l	Kalium mg K/l	Natrium mg Na/l	Magnesium mg Mg/l	Nitrat mg N/l	Sulfat mg S/l	TOC mg C/l
Todeilselva	0,028	3	0,23	3,27	0,43	0,11	0,62	1,03
Sollielva	0,027	5	0,24	4,18	0,52	0,13	0,94	1,42
Frå Almelistølen	0,030	5	0,23	3,47	0,47	0,09	0,67	1,29
Frå Modalsskaret	0,033	8	0,30	3,67	0,50	0,19	0,66	1,55
Frå Kollebotn	0,028	4	0,23	3,70	0,50	0,17	0,80	1,31

Tabell 12. Gjennomsnittlege verdiar for næringsstoffa fosfor og nitrogen, klassifisert i høve til «Vanndirektiv veileder 2:2013» (sjå **tabell 2**).

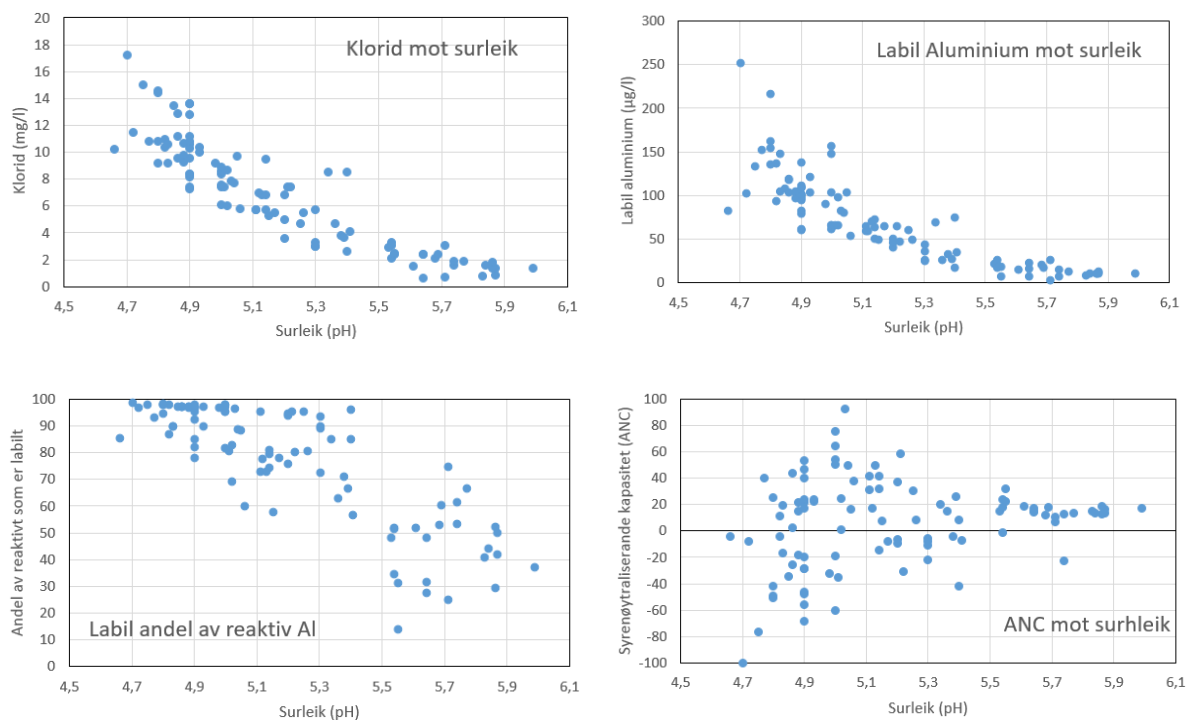
Sideelv	Fosfor µg P/l	Nitrogen µg N/l
Todeilselva	7	138
Sollielva	6	156
Frå Almelistølen	6	110
Frå Modalsskaret	5	217
Frå Kollebotn	9	198

DISKUSJON

Dei fem sideelvane er sure, har tidvis svært høgt innhald av labilt aluminium og låg syrenøytraliserande kapasitet. Generelt var dei høgaste verdiane av labilt aluminium uvanleg høge.

SAMANHENDER VASSKJEMISKE TILHØVE

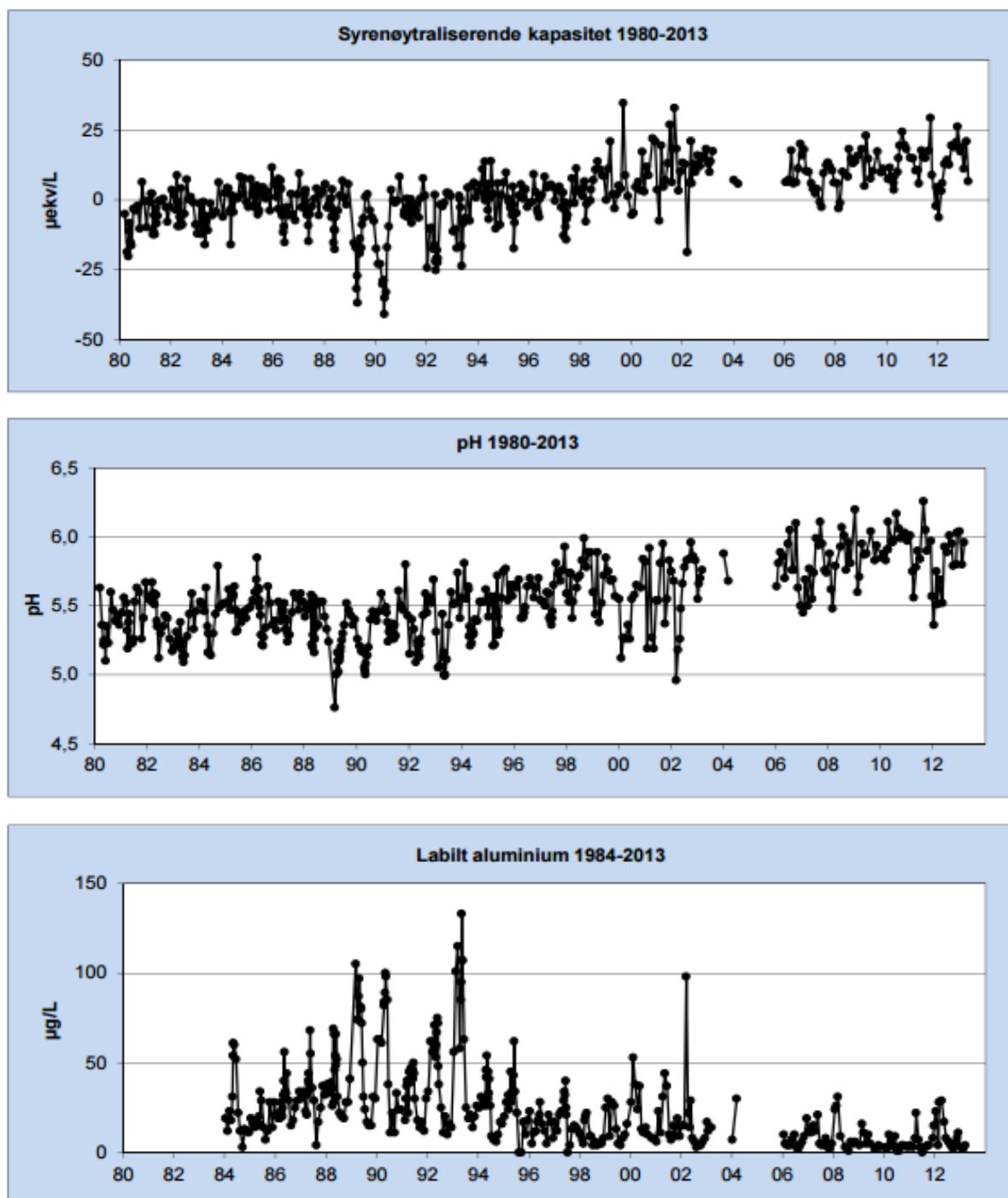
Samanhengane mellom dei ulike forsureingstilhøva er delvis omtalt i resultatkapittelet, men samanstillt for alle målingane frå dei fem elvane i **figur 14**. Det er klare samanhengar mellom innhald av klorid og surleik, der dei lågaste pH-verdiane alltid vart observert saman med høge kloridverdiar, altså i samband med nedbør og uver. I dei same periodane er også innhaldet av labilt aluminium høgast, og samvarierer også svært godt med surleiksnivået. Andelen av reaktivt aluminium som førekjem som labilt og giftig aluminium er nær 100 % når surleiken kjem under pH 5,5 også i dette materialet, som elles på Vestlandet (Johnsen 1997). Men for syrenøytraliserande kapasitet vart det målt både svært høge og svært låge verdiane når surleiken var låg. Dette er forklart ved at det i og direkte etter surstøyt-episodar vert vaska ut basekationar som bidreg til midlertidig høge ANC-verdiar, samstundes som pH-verdiane er låge.



Figur 14. Samanhang mellom surleik og innhald av klorid (**oppe til venstre**), innhald av labilt aluminium (**oppe til høgre**), andel labilt aluminium som 5 av reaktiv aluminium (**nede til venstre**) og syrenøytraliserande kapasitet (ANC) (**nedst til høgre**) i alle vassprøvene frå dei fem elvane første halvår 2016.

UTVIKLING VASSKVALITET I MODALSELVA

Vasskvalitet i sjølve Modalselva oppom kalkdoseraren har vore overvaka sidan 1980, og utviklinga er sist rapportert av Garmo & Skancke (2013). Generelt har vasskvaliteten betra seg monaleg dei siste 35 åra, med nærare ein halv pH-eining i gjennomsnitt, syrenøytraliserande kapasitet frå under 0 $\mu\text{ekv/l}$ til om lag 10 $\mu\text{ekv/l}$ i gjennomsnitt og utan særlege ekstremperiodar dei siste åra. Dette vert særleg tydeleg for innhald av labilt aluminium, som tidlegare varierte mykje med periodar med over 100 $\mu\text{g Al/l}$, til låge verdiar utan toppar over 30 $\mu\text{g Al/l}$ (**figur 15**).



Figur 15. Utvikling i vasskvalitet i Modalselva oppom noverande kalkdoserar for åra 1980 til 2013 frå Garmo & Skancke (2013). Syrenøytraliserande kapasitet (*øvt*), surleik (*midt*) og labilt aluminium (*nedst*)

VERKNAD AV SURE SIDEELVAR NEDOM DOSERAR

Sjølv om vasskvaliteten i hovudelva no er mykje betre enn tidlegare oppom kalkdoseraren, endres vasskvaliteten nedover på strekninga. Samanliknar ein resultata over kalkingsanlegget og nede i Modalselva frå den nasjonale overvakinga av vasskvalitet før kalkinga vinteren 2016, ser ein at elva nedst er meir prega av forsurening enn oppe ved kalkdoseraren (**tabell 13**). Surleiken i seg sjølv er ganske lik oppe og nede i elva, og det er høgare innhald av kalsium nedom enn oppom kalkdoseraren, men innhaldet av labilt aluminium aukar nede i elva og det er periodar med lågare ANC nede enn oppe (**tabell 13**).

Tabell 13. Utvalte data frå nasjonal overvaking 2016 i Modalselva oppom kalkdoserar og nedst i Modalselva før fjorden. Farger etter **tabell 2** og «Vanndirektiv veileder 2:2013».

Modalselva	Surleik (pH)			Kalsium (mg/l)			Labilt alum (µg/l)			ANC (µekv/l)		
	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max
Oppom doserar	5,50	5,64	5,8	0,18	0,33	0,49	0	6,3	13	12	26	38
Nedst i elva	5,31	5,63	5,9	0,20	0,42	0,57	0	11,5	24	-4	19	41
Skilnad	Lågast «min» nedst			Høgare nedst			Høgare nedst			Lågast «min» nedst		

Denne endringa i vasskvalitet nedover på anadrom strekning i Modalselva skuldast tilførselar av surt vatn frå den betydelege sideelva Budalselva, som har vasskvalitetar tilsvarende dei fem andre sideelvane på strekninga som er rapporterte her (**tabell 14**). Kalkingsplan for Modalselva (Haraldstad mfl. 2012) anbefalte difor å etablere ein tilleggssdoserar i Budalselva for å avgrense giftige blandsoner i Modalseva nedom samløp, men dette er no lagt inn som ein buffer i kalkinga i doseraren. Vasskvaliteten i Budalselva varierer meir, og har særleg høgt innhald av labilt aluminium.

Tabell 14. Utvalte data frå nasjonal overvaking 2016 i sideelva Budalselva. Farger etter **tabell 2** og «Vanndirektiv veileder 2:2013».

	Surleik (pH)			Kalsium (mg/l)			Labilt alum (µg/l)			ANC (µekv/l)		
	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max	Min	Snitt	Max
Budalselva	4,91	5,21	5,59	0,38	0,63	0,86	20	51	78	-8	22	91
Skilnad	Lågast «min» nedst			Høgare nedst			Høgare nedst			Lågast «min» nedst		

Vassføringa i Modalselva på anadrom strekning nedanfor Hellandsfossen er auka til 20-25 m³/s om vinteren, medan det oppom Hellandsfossen berre er minstevassføring med 3,0 m³/s i perioden 16. april til 15. juli og 2,2 m³/s på vinteren frå 1. oktober til 15.april. Budalselva har eit 19,5 km² stort felt med spesifikk tilrenning på 107,7 l/s/km² og ei middelvassføring over året på 2,1 m³/s. Dei fem undersøkte sideelvane har tilsvarende eit samla felt på 24,5 km² og ei middelvassføring på 2,3 m³/s (**tabell 15**).

Tabell 15. Nedbørfeltbeskriving og hydrologi for dei fem undersøkte sideelvane.

Navn	Posisjon	Areal	Avrenning	Vannføring
Sideelv Todeilselva	32 V 334449 6748864	7,8 km ²	88,3 l/s/km ²	0,69 m ³ /s
Sideelv Sollielva	32 V 332838 6748681	6,1 km ²	98,3 l/s/km ²	0,60 m ³ /s
Sideelv fra Almelistølen	32 V 330937 6747804	4,8 km ²	83,5 l/s/km ²	0,40 m ³ /s
Sideelv fra Modalsskaret	32 V 329315 6748087	2,0 km ²	80,6 l/s/km ²	0,16 m ³ /s
Sideelv fra Kollebotn	32 V 328669 6747877	3,8 km ²	113,9 l/km ² /s	0,43 m ³ /s
Alle		24,5 km ²		2,28 m ³ /s

Dei fem sideelvane og Budalselva har ei samla middelvassføring på 4,4 m³/s, medan heile restfeltet nedom kalkdoseraren har ei berekna tilrenning til vassdraget på om lag 6 m³/s. Dersom ein antek at heile dette restfeltet bidreg med mykje den same vasskvaliteten som dei undersøkte elvane, utgjer dei sure vasskvalitetane frå feltet nedom kalkdoseraren samla omlag 18 % av vassføringa ved utløpet til sjø.

Påverknaden frå sidebekkane er størst i starten på periodar med mykje nedbør, då flaumoppbygginga i desse små og bratte sidefelte er svært rask (timar), medan flaumoppbygginga i hovudelva tek mykje lenger tid, gjerne døgn. I desse korte periodane vil tilrenninga frå sidevassdraga i restfeltet nedom kalkdoseraren kunne utgjere hovudmengda av vassføringa nedst i Modalselva, og medføre svært dårlege vasskvalitetar for laks og sjøaure. I desse periodane med aukande nedbør er jo også vasskvalitetane i sidevassdraga på det dårlegaste.

Eksempel på flaumberekningar i Bergen kommune, syner at ein «50-års flaum» kunne vere om lag 25 gongar middelvassføringa i slike små sidevassdrag (Bergen kommune 2005). Flaumoppbygging i små og bratte sideelvar er dessutan mykje raskare enn i hovudvassdraget, og med slike tal som perspektiv for restfeltet sitt bidrag, kan tilrenninga frå restfeltet nedom kalkdoseraren i dei innledande timane i ein flaum, kanskje utgjere opp mot 80 % av vassføringa nedst i elva, før flaumen kjem for alvor i hovudelva og tynnar ut vasskvalitetane i sideelvane.

KONKLUSJON KALIBRERING AV DOSERAR

Nedanfor kalkdoseraren vert vasskvaliteten i Modalselva tidvis særst påverka av dei sure sideelvane, og det vil venteleg kunne redusere overlevinga av den utvandrande laksesmolten. Kroglund mfl. (2007) granska post-smolt overleving etter ulike eksponeringar for moderat forsura vatn med moderate konsentrasjonar med labilt aluminium, og fann 20 – 50 % reduksjon i sjøoverleving for alle gruppene som hadde vore eksponert for anten moderat eller episodisk forsura elvevatn.

Dersom kalkdoseraren i dag er kalibrert for å avsyre dei dårlegare vasskvalitetane i Budalselva, må denne kalibreringa aukast opp med ein 3-gong, for også å omfatte resten av det lokale restfeltet nedstraums kalkdoseraren. Og i dei første dagane etter nedbør og før flaumoppbygginga når hovudvassdraget, vil desse sidevassdraga særleg vinterstid vanlegvis utgjere meir enn halvparten av vassmassane på anadrom strekning, og i flaumsituasjonar med snøsmelting og mykje nedbør, kanskje opp mot 80 % av vassføringa.

REFERANSAR

BERGEN KOMMUNE 2005.

Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune, av 11.02.2005.

Byrådsavdeling for byutvikling, Vann- og avløpsetaten, Bergen kommune, 34 sider.

BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994.

Tiltaksorientert overvåking i 1993 - 1994 av Modalsvassdraget, Modalen i Hordaland.

Oppdragsgiver Modalen kommune ved kultur- og miljøkonsulent Kristin Nåmdal.

Rådgivende Biologer, rapport 129, 49 sider, ISBN 82-7658-034-3

BJØRKLUND, A.E., G.H.JOHNSEN & S.KÅLÅS 1996

Kalkingsplan for Modalen kommune 1995

Oppdragsgiver Modalen kommune ved kultur og miljøkonsulent Kristin Nåmdal

Rådgivende Biologer as. rapport 202, 33 sider ISBN 82-7658-106-4

DIREKTORATGRUPPA FOR VANNDIREKTIVET 2013.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann.

GABRIELSEN, S.-E., B.T. BARLAUP, G.A. HALVORSEN, O. SANDVEN, T. WIERS, G.B.

LEHMANN, H. SKOGLUND, B. SKÅR, U. PULG OG K.W. VOLLSET 2011.

«LIV» - livet i vassdragene.

Langsiktige undersøkelser av laks og sjøaure i Modalselva i perioden 2006-2011.

LFI-rapport nr. 188, 37 sider.

GARMO, Ø.A. & L.B. SKANCKE 2013.

Modalselva i Hordaland. Vannkjemisk overvåking i 2012 og 2013.

NIVA rapport 6555, 19 sider, ISBN 978-82-577-6292-2

HARALDSTAD, T., Å. ÅTLAND, A. HINDAR & R.F. WRIGHT 2012

Kalkingsplan for Modalselva i Hordaland

NIVA rapport 6451, 28 sider, ISBN 978-82-577-6186-8

JOHNSEN, G.H. 1997

Samanlikning av aluminiumanalyser fra tre analyselaboratorier hausten 1996.

Rådgivende Biologer as. rapport 258, 11 sider. ISBN 82-7658-129-3

KROGLUND, F., B. FINSTAD, S.O. STEFANSSON, T.O. NILSEN, T. KRISTENSEN, B.O.

ROSSELAND, H.C. TEIEN & B. SALBU 2007.

Exposure to moderate acid water and aluminium reduces Atlantic salmon post-smolt survival.

Aquaculture 273, pp 360-373.

SÆGROV, H. 2015,

Driftsplan for Modalselva – Biologisk del

Rådgivende Biologer AS notat 2015