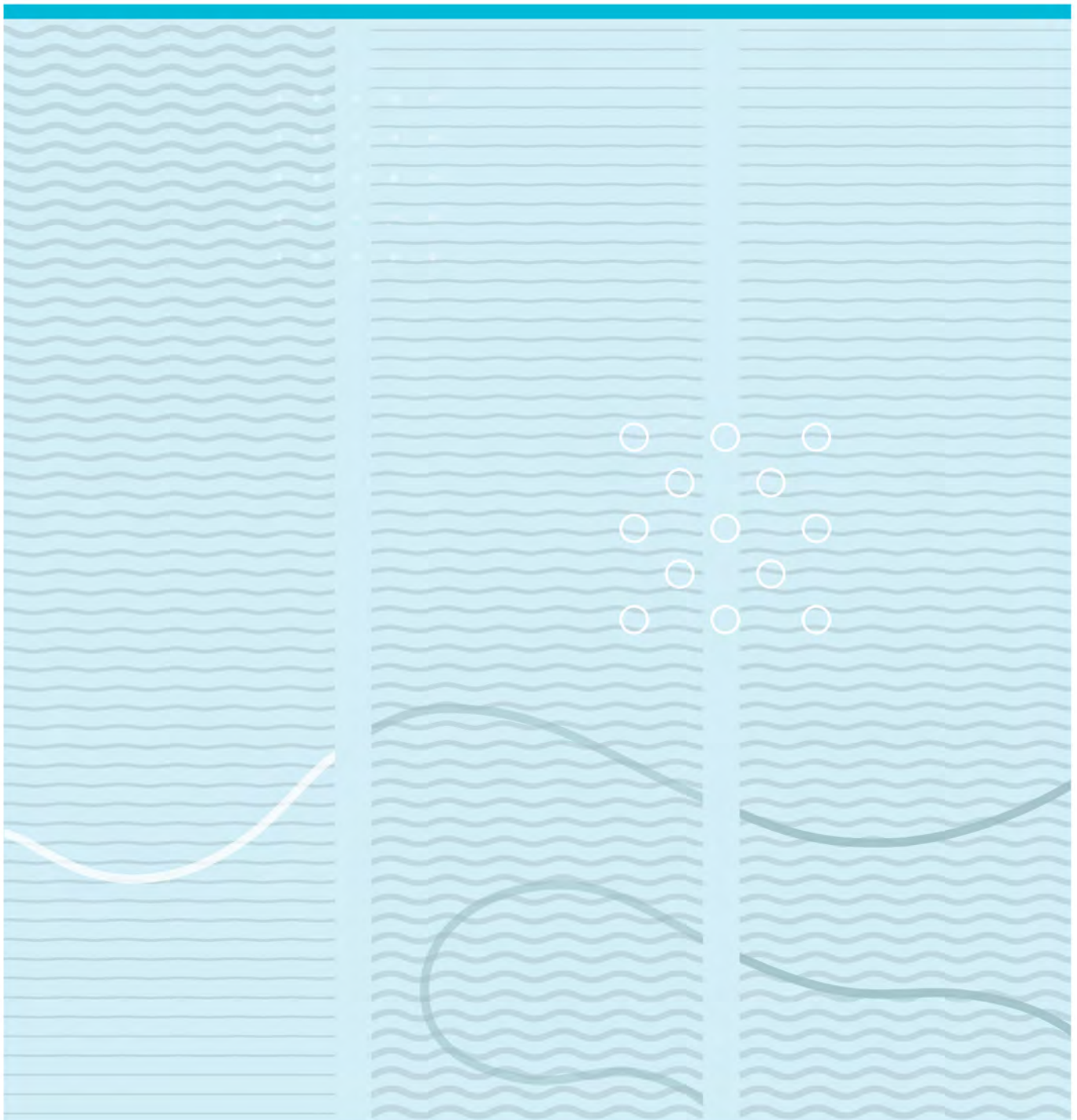


Jonas Haugen

Veisalts påvirkning på ledningsevne og vannkjemi i veinære elver og bekker

Et fem måneders langt feltstudie av Svorteelva, Strengselva og Damtjernbekken.



Høgskolen I Sørøst Norge
Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag
Institutt for natur, helse og miljøvern
Postboks 235
NO-3603 Kongsberg, Norway

<http://www.usn.no>

© 2017 <Jonas Haugen >

Denne masteroppgaven tilsvarer 60 studiepoeng

Sammendrag

Veisaltningen i Norge har økt kraftig fra 1960-tallet og frem til i dag. Den økende bruken av salt skyldes målsetningen om å sikre trygge og fremkommelige vinterveier. Den kjemiske egenskapen til salt senker frysepunktet til snø og is, som gjør at den luftige strukturen opphører. Dette gjør snøen enklere å fjerne fra veibanen, videre kan oppbremsing og styring av kjøretøy skje på en enklere og mer trafiksikker måte. I Norge er det Statens Vegvesen (SVV) som regulerer og har det overordna ansvaret for trafiksikkerheten og fremkommeligheten på norske veier. I all hovedsak er det natriumklorid (NaCl) som blir brukt som avisningsmiddel. Miljømessige utfordringer knyttet til natriumklorid har lenge vært en bekymring, særlig i forbindelse med akvatiske miljø (grunnvann, innsjøer og elver), men også på vegetasjon, biota og kjøretøy. Forhøyede konsentrasjoner av klorid i grunnvann og overflatevann er godt dokumentert, og forringelse av vegetasjon har forekommet i nær tilknytning til saltet vei.

For å påvise forhøyede konsentrasjoner av klorid og natrium samt økt ledningsevne i veinære elver og bekker har ledningsevnen i tre norske elver blitt logget. Ledningsevnen har blitt logget i Svorteelva i Hjartdal, Strengselva i Tvedestrand og Damtjernbekken i Lier. Alle elvene ble utstyrt med tre ledningsevneloggere, som målte ledningsevne hvert 15. minutt fra 01.09.2016 til 18.01.2017. Samtlige elver hadde en referansestasjon upåvirket av veisalt og to stasjoner i samme elv hvor det kunne forventes avrenning fra salta vei. Alle målestasjoner ved de tre elvene ble besøkt fem ganger hver, og det ble tatt vannprøver på alle feltdager for å påvise endringer i vannkjemi gjennom sesongen. Damtjernbekken og Svorteelva hadde en oppgang i ledningsevne fra november og ut undersøkelsesperioden. Det var en statistisk signifikant forskjell mellom ledningsevnen på referansestasjonene og de andre stasjonene. For Svorteelva var den signifikante forskjellen $p = 3.35 \cdot 10^{-19}$, for Strengselva $p = 1.39 \cdot 10^{-12}$ og for Damtjernbekken $p = 6.84 \cdot 10^{-12}$. I Svorteelva ble den høyeste ledningsevnen målt til 2205.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, i Strengselva var den høyeste målte ledningsevnen lavere, med 545.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Damtjernbekken hadde den høyeste målte ekstremverdien, på 81016.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ved målestasjonen Svorte 2 knyttet til saltet vei ble det målt en økning i Cl⁻ fra 3.3 mg/L i september 2016 til 27.1 mg/L i januar 2017. Konsentrasjonene av natrium og klorid var signifikant lavere ved referansestasjonen, sett opp mot de øvrige stasjonene i Svorteelva ($p = 0.008$ for begge ioner). Det samme gjaldt for natrium i Stengselva ($p = 0.031$). I Damtjernbekken ble det målt

ekstremverdier av natrium (67.0 mg/L) og klorid (70.0 mg/L). Det var ikke signifikans forskjell mellom målestasjonene i Damtjernbekken med hensyn på de samme ionene. pH avtok i Strengselva 2 (pH 6.9 – 6.3) og Strengselva 3 (pH 6.8 – 6.4) i undersøkelsesperioden. En mulig årsak kan være ionebytteprosesser. I Strengselva økte jernkonsentrasjonene (25 – 174 µg/L), noe som kan ha en sammenheng med forurensing fra vei. Kobber og sinkmengder ble også målt ved samtlige målestasjoner, da også disse er relatert til trafikkforurensing. Det var ikke mulig å påvise et mønster i utviklingen til disse metallkonsentrasjonene. Det var heller ingen signifikans mellom referansestasjonene og stasjonene knyttet til veier med høy årlig døgntrafikk (ÅDT) med hensyn på konsentrasjoner av jern, sink og kobber. Dette var gjellende for samtlige elver i undersøkelsen. Fargetallet var jevnt økende i alle elvene, hvor Strengselva hadde det høyeste fargetallet på 79 mg Pt/L. Turbiditeten ved samtlige elver var varierende. Oppgaven konkluderer med at det er mulig å påvise avrenning fra saltet vei ned i nærliggende elver og bekker, både ved å se på økte ionekonsentrasjoner og økt ledningsevne. Videre syntes det å være en sammenheng mellom store nedbørmengder og ekstremverdier i målt ledningsevne.

Abstract

The use of road salt on Norwegian roads has grown exponential from the 1960s up to this day. The increasing use of salt is due to the goal of ensuring safe and accessible winter roads. The chemical properties of salt lower the freezing point of snow and ice. This makes the snow easier to remove from the road, and the slowdown and steering of vehicles can be done in a simpler and more traffic-efficient manner. Statens Vegvesen (Norwegian Public Roads Administration) regulates and has overall responsibility for road safety and accessibility on Norwegian roads. They will use sodium chloride (NaCl) as a deicing fluid in most of the cases. Environmental challenges associated with sodium chloride have long been documented, especially in aquatic environments such as groundwater, lakes and rivers. But there has also been reported effects on vegetation, biota and on vehicles.

In order to detect elevated concentrations of chloride and sodium as well as increased conductivity in streams and rivers, the conductivity of three Norwegian rivers has been logged. The conductivity has been logged in Svorteelva in Hjartdal, Strengselva in Tvedestrand and Damtjernbekken in Lier. All the rivers were equipped with three conductivity loggers, which measured the conductivity every 15. minutes from 01.09.2016 to 18.01.2017. All rivers had a reference station that was unaffected by road salt, and two dataloggers in the same river where it could be expected contaminated run off water from the road. All measuring stations were visited five times each and water samples were taken on every field day to detect changes in water chemistry throughout the season. Damtjernbekken and Svorteelva had an increase in conductivity from November and beyond the investigation period. There was a statistically significant difference between the conductivity in the reference stations and the other stations. This was the case in all three rivers. For Svorteelva, the significant difference was $p = 3.35 \times 10^{-19}$, for Strengselva $p = 1.39 \times 10^{-12}$ and for Damtjernbekken $p = 6.84 \times 10^{-12}$. In Svorteelva, the highest conductivity was measured at 2205.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in Strengselva the highest measured conductivity was lower, at 545.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Damtjernbekken had the highest measured extreme value, at 81016.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$. At the second station in Svorteelva, close by the salty road, an increase in Cl^- was measured from 3.3 mg/ L in September 2016 to 27.1 mg/L in January 2017. The concentrations of sodium and chloride were significantly lower at the reference station, compared to the other stations in Svorteelva ($p = 0.008$ for both ions). The same went for

sodium in Strengselva ($p = 0.031$). There was measured extreme values of sodium (67.0 mg/l) and chloride (70.0 mg/L) in Damtjernbekken, but there was no significant difference between the three stations regarding sodium or chloride. The pH decreased in Strengselva 2 (pH 6.9 - 6.3) and Strengselva 3 (pH 6.8 – 6.4) during the investigation period, this was maybe due to ion exchange. In Strengselva iron concentrations increased from 25 $\mu\text{g/L}$ to 174 $\mu\text{g/L}$, during the field periode. Copper and zinc concentrations were also measured at all stations, because of their relatedness to traffic pollution. It was not possible to predict a pattern in the development of these metal concentrations. Nor was there any significance between the reference stations and the stations associated with high annual road traffic (ÅDT) regard to concentrations of iron, zinc and copper. This was the case in all three rivers in the project. The highest measured water color was measured in Strengselva at 79 mg Pt/L. There was big variations regarding turbidity in all three rivers. The study concludes that it is possible to detect drainage from the salty road into nearby rivers and streams, both by looking at increased ionic concentrations and increased conductivity. Furthermore, there seemed to be a correlation between large amounts of precipitation and extreme values in measured conductivity.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	5
Innholdsfortegnelse	7
Forord	10
1. Introduksjon	11
2. Mål og hypotese for oppgaven	15
3. Områdebeskrivelse	16
3.1 Svorteelva	16
3.2 Strengselva	19
3.3 Damtjernbekken	22
4. Material og metode	25
4.1 Feltanalyser	25
4.1.1 Ledningsevne	25
4.1.2 Innhenting av vannprøver og avlesning av loggere	26
4.1.3 Data for nedbør og vannføring	28
4.1.4 O ₂ -metning	28
4.1.5 Innhenting av vannprøver	28
4.2 Laboratorieundersøkelser	29
4.2.1 pH (ISO 10523:2008)	29
4.2.2 Alkalinitet (NS 4754)	29
4.2.3 Fargetall NS 2878 (2002)	29
4.2.4 Filtrering av prøver	29
4.2.5 Atomabsorpsjonspektrofotometri (AAS)	30
4.2.6 Ionekromatografi	30
4.2.7 Turbiditet (intern metode)	31
4.3 Statistiske metoder	32
5. Resultat	33
5.1 Svorteelva	33

5.1.1	Nedbør og vannføring	33
5.1.2	Ledningsevne	33
5.1.3	Ionesammensetning	36
5.1.4	Fe, Cu og Zn	37
5.1.5	pH og alkalinitet	38
5.1.6	Fargetall	39
5.1.7	Turbiditet	40
5.2	<i>Strengselva</i>	41
5.2.1	Vannføring og nedbør	41
5.2.2	Ledningsevne	42
5.2.3	Ionesammenstening	44
5.2.4	Fe, Cu og Zn	45
5.2.5	pH og alkalinitet	46
5.2.6	Fargetall	47
5.2.7	Turbiditet	48
5.3	<i>Damtjernbekken</i>	49
5.3.1	Nedbør og vannføring	49
5.3.2	Ledningsevne	49
5.3.3	Ionesammensetning	52
5.3.4	Fe, Cu og Zn	53
5.3.5	pH og alkalinitet	54
5.3.6	Fargetall	55
5.3.7	Turbiditet	56
6.	Diskusjon	57
6.1	<i>Svorteelva</i>	57
6.2	<i>Strengselva</i>	62
6.3	<i>Damtjernbekken</i>	65
7.	Konklusjon	68
8.	Figurliste	70
9.	Tabelliste	72
10.	Litteraturliste	74
11.	Vedlegg	79
11.1	<i>Ledningsevne</i>	80

11.2	<i>Nedbør og vannføring</i>	120
11.3	<i>Ionesammensetning</i>	127
11.4	<i>Fe, Cu, Zn</i>	131
11.5	<i>Fargetall</i>	134
11.6	<i>Turbiditet</i>	136
11.7	<i>pH og alkalinitet</i>	137
11.8	<i>Koordinater for loggere</i>	139
11.9	<i>HOBO Conductivity logger U24</i>	140

Forord

Denne oppgaven avslutter min mastergrad i akvatisk økologi ved Institutt for natur, helse og miljøvern ved Høgskolen i Sørøst-Norge avdeling Bø. Denne oppgaven hadde ikke kunnet blitt realisert uten økonomisk støtte fra Statens Vegvesen. Det rettes derfor en stor takk til Lene Jacobsen ved Statens Vegvesen region Sør for tillitt og finansiering av prosjektet.

Videre ønsker jeg å rette en stor takk til min veileder Synne Kleiven for gode faglige tilbakemeldinger og konstruktiv hjelp under hele prosjektet. Dette har vært en avgjørende forutsetning for meg. Overingeniør Karin Brekke Li fortjener også stor ros og takknemlighet for grundig opplæring på laboratoriet og trivelige samtaler under arbeidet. Jeg ønsker også å takke for tilliten til å la meg arbeid på egenhånd til sene nattetimer på laboratoriet. Stor takk rettes også til biveileder Frode Kroglund ved Fylkesmann i Agder. Mor og far har vært uunnværlige i prosjektet, både som feltassistenter og lånebilsentral, tusen takk. Takk til alle medstudenter som gjorde masterstudiet til en lek med alle gode stunder og faglige samtaler på masterrommet. Jeg vil også benytte anledningen til å rette en stor takk til min kjære Vilde for oppmuntrende motivasjon, rollen som trivselskonsulent og hennes fantastiske Microsoft Word-kunnskaper.

Høgskolen i Sørøst-Norge
Syrbekk, Rauland 14.05.2017

Jonas Haugen

1. Introduksjon

Nordmenn er på Europa-toppen hva angår eie og bruk av personbiler. Med 480 personbiler per 1000 innbyggere, og årlig 61.1 milliarder kilometer tilbakelagt med bil samlet, er vi en nasjon med en økende tendens til bruk av personlige kjøretøy. Med 94 057 kilometer offentlig vei og en spredt bosetting er det som forventet at personbilen er det mest foretrekkende fremkomstmiddel for nordmenn (Kolshus 2015). Norges kjølige klima byr på utfordringer når det gjelder å ferdes trygt på veiene. Kombinasjon av nedbør og lave temperaturer fører til at veibanen dekkes til av snø og is og skaper dårlig friksjon mellom bil -og veidekke. For å bedre sikkerheten vinterstid, stiller veitrafikkloven krav til at hver enkelt sjåfør kjører aktsomt og benytter vinterdekk (med eller uten pigger) som sikrer en bedre friksjon mot underlaget. Videre brøytes veiene fri for snø, og salt (NaCl) samt strøsand spres for å bedre kjøreforholdene (Sivertsen m fl 2012).

Statens Vegvesen (SVV) har som formål å arbeide for et sikkert, miljøriktig og effektivt transportsystem. Arbeidet med å sikre trygge og fremkommelige veier vinterstid er en del av dette. Ved å holde veiene frie for snø, bedrer man sikkerheten ved at friksjonen mellom dekk og vei øker, som betyr at bilistene får en mer effektiv bremsing, styring og akselerering. I Norge er det hovedsakelig to metoder som blir benyttet for å sikre fremkommeligheten på veien. Den første metoden, den mekaniske metoden, innebærer fjerning av snø og is ved brøyting, fresing og høvling av veibanen. Om det i tillegg er et ønske om å øke friksjonen, blir det brukt strøsand (Vaa og Sakshaug 2007). I kombinasjon med den mekaniske metoden, brukes det ofte en kjemisk metode. Dette innebærer at et avisningsmiddel, ofte salt (NaCl) blir tilført veien slik at snø og is smelter (Vaa og Sakshaug 2007). Salt senker frysepunktet til vann, noe som betyr at isen smelter og den luftige strukturen til vann i fastform opphører (Benjamin 2002; Vaa og Sakshaug 2007). Når bindingene i isen løses opp, blir den enklere å flytte fra veibanen. Den kjemiske metoden kan bli benyttet i de tilfellene det er ønskelig å ha bare vinterveier. For at den skal fungere optimalt, er det en forutsetning at den saltede veien har en jevn tilførsel av biler, som bidrar til at saltet blir knust og fordeler seg over hele veibanen. En årlig døgntrafikk (ÅDT) på minst 1500 biler er dermed en forutsetning (Vaa og Sakshaug 2007). Natriumklorid er også hyppig brukt utenfor Norges grenser. I USA startet salting av vinterveier allerede på 1930-tallet, og som i Norge har det vært et økende forbruk frem til i dag (Blasius og Merritt 2002;

Sivertsen m.fl 2015). I vintersesongen 2014 - 2015 var det totale forbruket av veisalt i Norge på 239 000 tonn og det viste en spesielt stor økning fra 1994 til 2015 (Sivertsen m.fl 2015). I Canada, som har et klima tilsvarende det norske, er også natriumklorid det mest brukte alternativet til avisning på veiene. I storbyen Toronto med 5500 km. vei, er det årlig totale forbruket av veisalt omlag 200 000 tonn (Perera m.fl 2010).

Studier har vist at avrenning fra veien til overflatevann har ført til økte konsentrasjoner av ioner, som natrium og klorid (Kaushal m.fl 2005; Kelly m.fl 2008). Økt ledningsevne i elver er også påvist (Bäckström m fl 2004). Ledningsevnen vil måle aktiviteten av ioner som er til stedet i vannmassen, og på den måten måle hvilken kapasitet væsken har til å lede strøm (Golterman 1969; Cole 1994). De forskjellige ionene bidrar ulikt til ledningsevnen, men et mål på ledningsevnen vil uttrykke aktiviteten av alle anioner og kationer samlet. Da graden av ionisering er høyere ved høyere temperaturer, vil ledningsevnen avhenge av temperaturen i vannet. Ved høyere temperaturer vil derfor ledningsevnen også bli høyere (Golterman 1969).

Siden natriumklorid er lett vannløselig og dermed kan følge vannstrømmene, kan det bli en stor spredning av det løste veisaltet. Så lenge det er en jevn tilførsel av både salt og vann, kan det derfor forventes økende saltkonsentrasjoner i den aktuelle resipienten. Saltrikt vann har høyere tetthet en mer ionefattig vann og det danner seg derfor lettere saltsjiktning på bunn av en veisaltpåvirket innsjø (Bækken og Haugen 2010; Moss 2015). En meromiktisk innsjø med et bunnsjikt som ikke sirkulerer med resten av vannmassene kan ha store innvirkning på biologien og økologien i innsjøen (Kalff 2002; Brönmark og Hansson 2005). I bekker og elver vil det ikke dannes saltsjiktninger i vannmassene tilsvarende de som kan dannes i innsjøer. Strøm og utskifting av vann hindrer dette. Det vil heller være en hyppigere endring i vannkvalitet, konsentrasjon av ioner og ledningsevne (Amundsen m.fl 2008). Generelt er det mer kunnskap om virkningen av økte saltkonsentrasjoner i innsjøer enn elver (Hintz og Relyea 2017). I vannforskriften er terskelgrensen for klorid 200 mg/l (vannforskriften 2006, paragraf vedlegg IX).

Det har tidligere vært dokumentert en rekke utfordringer knyttet til bruk av natriumklorid som avisningsmiddel. På veistrekninger hvor store mengder er blitt brukt, har det blitt dokumentert korrosjon på gjerder, bruer samt kjøretøy (Amrhein m.fl 1992). Det har også vært registrert

negative effekter på akvatiske systemer og vegetasjon (Murray og Ernst 1976). Flere amerikanske rapporter har videre funnet forhøyede konsentrasjoner av NaCl i grunnvann og andre drikkevannskilder (Hollocher 1972; Amrhein m.fl 1992). Forhøyede konsentrasjoner av natrium og klorid fører sjeldent til dødelighet hos for eksempel fisk. Dette betyr allikevel ikke at de økte konsentrasjonene ikke er skadelige. Mengden ioner kan ha en negativ virkning på blant annet ioneopptaket, og skade organismer uten å ta livet av dem (Kelly m.fl 2010). Siden det kreves ekstremverdier av klorid (200 mg/L) for en akutt toksisitet, kan det være vanskelig og skille det biologiske skadeomfanget fra natriumklorid fra skadeomfanget til den generelle forurensingen fra vei (Vaa og Sakshaug 2007).

Klare effekter av veisaltning har blitt observert ved Padderudvannet i Asker kommune, hvor det ble registrert en betydelig økning av saltinnhold i innsjøen i perioden 1990 til 2008. Konsentrasjonen av salt var økende nedover i dypet, noe som resulterte i at det kun var de 10-12 øverste meterne i innsjøen som sirkulerte. Undersøkelsene i Padderudvannet tok ikke stilling til de biologiske effektene, men den påviste en klar virkning og endring av de fysiske prosessene i en innsjø (Tjomsland 2012). Saltgradient og oksygenfattig bunnvann ble videre påvist i en rapport utarbeidet av COWI for SVV. Av 68 undersøkte veinære innsjøer i Midt- og Sør-Norge, ble det funnet 13 innsjøer med saltgradient og oksygenfattig bunnvann (Værøy og Saunes 2016).

Undersøkelser har vist at sjøsaltepisoder kan føre til i forsurening av elvevann. I disse sjøsaltepisodene var det økningen av Na⁺-konsentrasjonene fra sjøsalt som bidro til ionebytteprosesser i jordsmonn, vann og sediment. Sjøsaltepisodene i Sør-Norge resulterte i redusert pH (4.9 – 4.45). Det ble dokumentert en økning av H⁺-ioner samt en økt konsentrasjon av labilt aluminium (Hindar m.fl 1995). Forsuring relatert til ionebytteprosesser og veisalt er også beskrevet i Bäckstöm m.fl (2004). Økningen av uorganisk aluminium kan være særlig skadelig for fisk, da de positive lada aluminiumionene kan feste seg til de negativt lada fiskegjellene. Aluminium ser ut til å påvirke enzymene i cellen i gjellene til fisk. Disse cellene styrer ioneopptaket. En økt konsentrasjon av H⁺-ioner i vannet vil øke permeabiliteten i cellemembranene på fiskegjeller, og dermed endre den evnen cellene har til å holde på ioner (Borgstrøm og Hansen 2000). Den generelle oppfatningen blant forskere er at natriumklorid i seg selv ikke er det farligste, men rettere de kjemiske prosessene natriumklorid kan bidra til.

lonebytteprosesser og økt mobilitet av metaller er dokumentert ved økte konsentrasjoner. Økt mobilitet av tungmetaller som bly (Pb), kvikksølv (Hg) og arsen (As) er også påvist. Dette er svært toksiske stoffer for mange akvatiske organismer (Smedley og Kinniburgh 2002; Barringer m.fl 2005; Sun m.fl 2015). Mahrosh m fl (2014) har påvist økt mobilitet av kobber (Cu) ved økte natriumkloridkonsentrasjoner. Dette har resultert i redusert overlevelse av lakserogn, *Salmo salar* og utsatt klekking. De økte saltkonsentrasjonene kan knyttes opp mot veisalt, mens de økte konsentrasjonene av kobber er relatert til slitasje fra dekk, utslipp fra vei og byggearbeid i nedbørsfelt (Bäckström m.fl 2004).

Forskning har også vist at natrium kan lagres i jordsmonn og bunnsubstrat og dermed oppholde seg i resipienten lenge etter at de har blitt tilført systemet (Kelly m.fl 2008). Ved en amerikansk studie av natriumklorid i vannforekomster, var det ingen signifikant nedgang i natriumklorid i vannet, selv 10 år etter reduksjon i bruk av veisalt (Nimiroski og Waldron 2002). Det har også blitt dokumentert skader og misfarging på løvtrær og busker i etterkant av salting, med en særlig økning i sommermånedene hvor det ikke saltes (Perdersen og Fostad 1996). Økt ioneinnhold kan videre føre til høyere artsdiversitet og artsantall av småkreps. Det ble registrert en signifikant økning av småkreps i littoralsonen til veinære innsjøer langs E134 i Telemark sammenlignet med utvalgte referanse-innsjøer (Sand 2014).

Statens Vegvesen har gjennom sitt saltSMART program (Strategi og styring, miljøutvikling, alternativer, reduksjon, tiltak) gjennomført et omfattende arbeid for å sikre god fremkommelighet på veiene med minst mulig skade på miljøet (Sivertsen m fl 2012). Gjennomgangen av relevante studier av grunnvann, overflatevann og vegetasjon har konkludert med at uakseptabel skade på akvatiske og terrestriske miljøer kan unngås om saltforbruket holdes lavt og ved å ta spesielle miljøhensyn i sårbare områder (Sivertsen m.fl 2012). SVV har videre gjennomført et omfattende arbeid for å finne alternative avisningsmidler for norske veier. Det finnes flere aktuelle alternativer, både klorbaserte og organiskbaserte forbindelser. Hvorvidt et avisningsmiddel forårsaker mindre miljøkonsekvenser enn natriumklorid vil avhenge av egenskapene til kationet i forbindelsen (Amundsen m fl 2008). De siste årene har forskningen hovedsakelig vært rettet mot innsjøer og grunnvann, i dette øyemed er det interessant å rettet søkelyset på elver og bekker hvor vannet har kortere oppholdstid (Klempe pers.med.).

2. Mål og hypotese for oppgaven

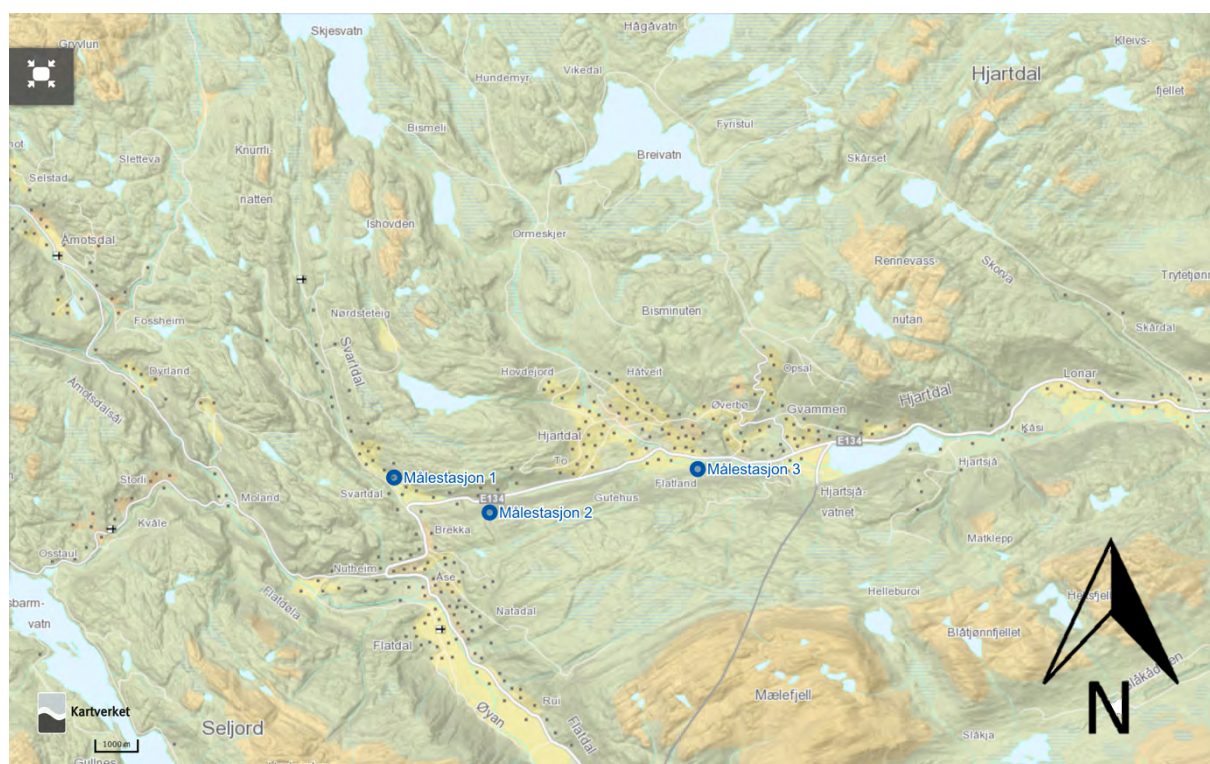
Oppgavens formål har vært å studere variasjoner i ledningsevneendringer i veinære elver og bekker fra tidlig høst uten veisalting, til vintermånedene med veisalting. Det har også vært ønskelig å undersøke eventuelle endringer i vannkjemi i de aktuelle resipientene.

Hovedhypotesen for oppgaven har vært at ledningsevnen i de aktuelle veipåvirka resipientene vil være høyere enn ledningsevnen ved referansestasjonene. Videre har det vært jobbet ut i fra to underbyggende delhypoteser. Den første har vært at konsentrasjonene av Na^+ og Cl^- vil være lavere ved referansestasjonene sammenlignet med stasjonene knyttet til saltet vei. Den andre delhypotesen har vært at økt trafikk og høyere årlig døgntrafikk fører til forurensing fra jern (Fe), kobber (Cu) og sink (Zn) på de veinære stasjonene sammenlignet med referansestasjonene.

3. Områdebeskrivelse

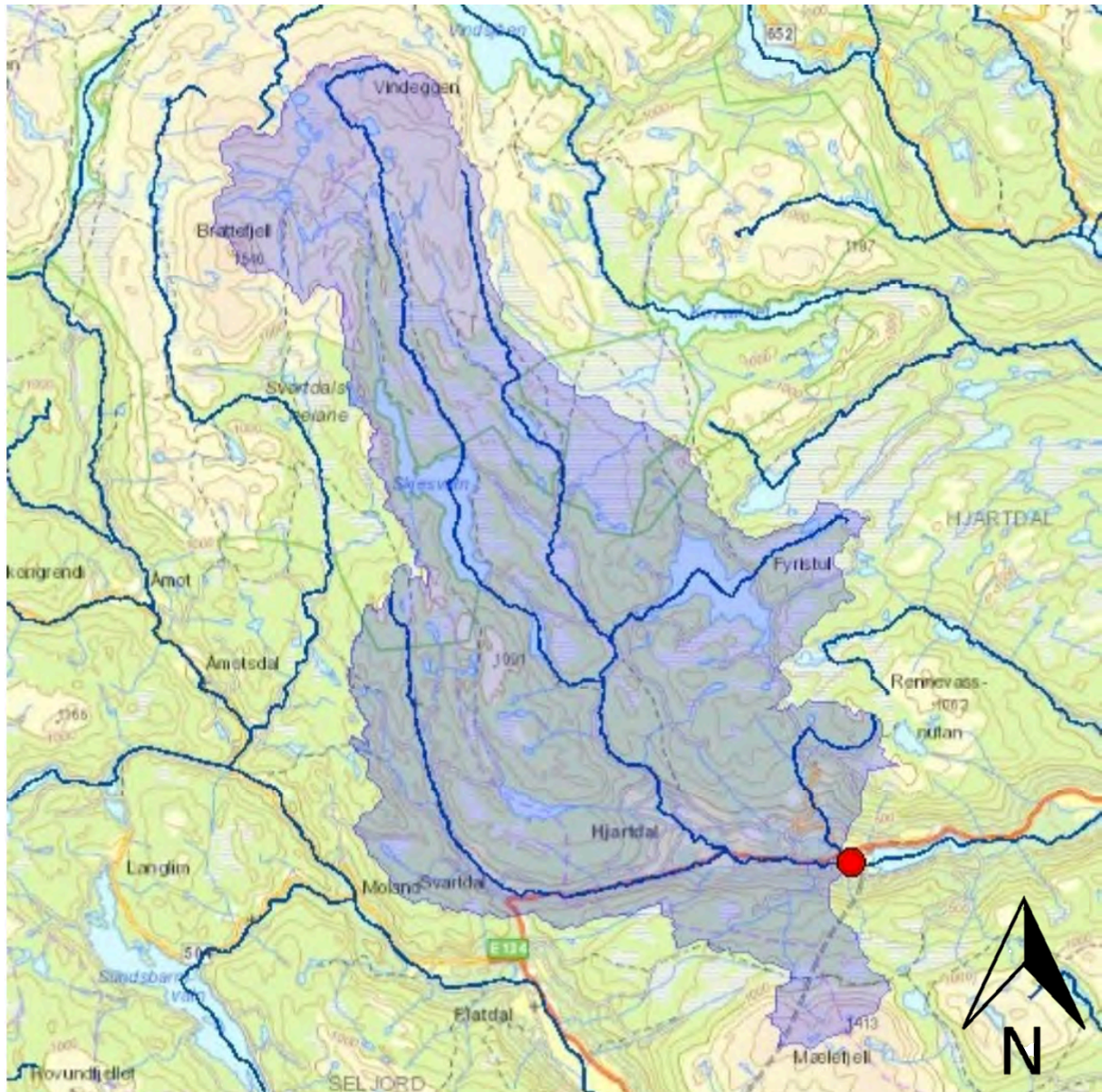
3.1 Svorteelva

Elva Svorte (016-1862-R) ligger langs Europavei 134 (heretter E134) i Hjartdal kommune i Telemark. Vannforekomsten ligger i Vest-Viken vannregion og i Midt Telemark vannområde. Strekningen er 13.67 km. lang (vann-nett.no), og strekker seg fra tettstedet Svartdal, ned til E134, og følger videre veien et par kilometer til innsjøen Hjartsjø (016-30-L) (fig. 3-1).



Figur 3-1. Målestasjonene 1, 2 og 3 i Svorteelva, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).

Elvestrekningen har et nedbørsfelt på 203.6 km² (fig. 3-2), og en årlig gjennomsnittlig nedbørsmengde på 939 mm. i året. Dette er fordelt på 464 mm. i sommerhalvåret og 477 mm i vinterhalvåret. Gjennomsnittlig vintertemperatur er -4.6 °C (nevine.nve.no). Nedbørsfeltet består i all hovedsak av barskog (62.8%) og snaufjell (14.2%). Videre utgjør områder med innsjø og dyrket mark tilsammen 8.7% (nevina.nve.no).



Figur 3-2. Nedbørsfelt, 203,6 km² for Svorteelva. Rød sirkel viser nederste punkt i nedbørsfeltet. GIS-data fra nevina.nve.no (NVE).

Det ble valgt ut tre stasjoner i Svorteelva. Den øverste, målestasjon 1, var en referansestasjon som ble plassert i et skogholt i tettstedet Svartdal (fig. 3-3 a). Heretter vil denne målestasjonen bli omtalt som Svorte 1. Denne var upåvirket av veisalt, og var plassert 10 cm under vann ved oppstart. Elva rant her forholdsvis sakte, den var omlag tre meter bred, og bunnsubstratet var hovedsakelig grus. Det var noe vegetasjon på sidene, hovedsakelig bjørk (*Betula pubescens*) og rogn (*Sorbus aucuparia*). De to andre målestasjonene i Svorte ble plassert i områder som antas å være saltpåvirket av avrenningsvannet fra veien.

Målestasjon 2 (heretter Svorte 2) (fig. 3-3 b), var plassert i den saltede delen av elvestrekningen, 30 cm under vann ved oppstart og 14 meter fra veien. Vannføringer her var høy, og elven var omlag 4 meter bred. Elvebunnen besto for det meste av store steiner og elvedelta, med lite sand og grus. Det var barskog helt ned til elvekanten, og flere steiner hadde alge –og mosevekst på seg. Målestasjon 3 (heretter Svorte 3) var plassert i et område hvor elva rant roligere (fig. 3-3 c). Elva var noe bredere, med en bredde på omlag ti meter. Bunnssubstratet var hovedsakelig dominert av rullesteiner og større blokker. Elva rant gjennom et landbruksområde, med dyrket mark på begge sider av elven.

Tall fra SVV sitt saltsmart program, viser at det i perioden september 2015 til mai 2016 ble brukt 398 258 kg. med salt (NaCl) og 357 205 liter med NaCl i saltløsning på den aktuelle strekningen (saltSMART, statistikk for produksjonsdata). Den totale elvelengden var omlag 13 km. Antatt årlig døgntrafikk (heretter ÅDT) på strekningen er 2000 biler per døgn (veikart). Referansestasjonen har antatt ÅDT på 0 biler, da den ikke ligger i tilknytning til offentlig vei.



Figur 3-3. Målestasjoner i Svorteelva, a; Svorte 1, b; Svorte 2 og c; Svorte 3. Alle bilder tatt 04.10.2016. Foto: Jonas Haugen

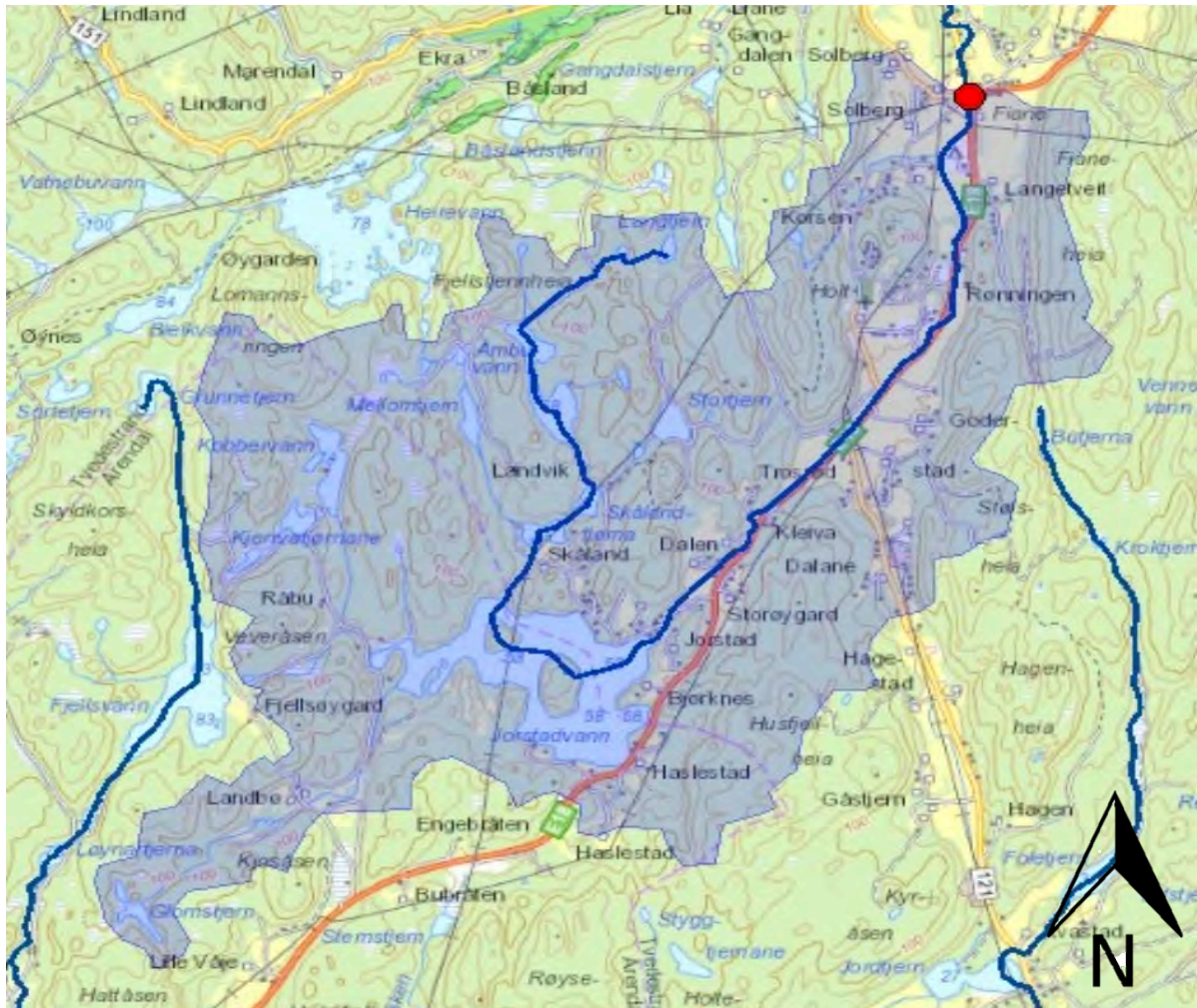
3.2 Strengselva

Strengselva (018-33-R) er en vannforekomst i Tvedestrand kommune i Aust-Agder fylke. Vannforekomsten ligger i vannområde Gjerstad – Vegår, i Agder vannregion. Det er en middels kalkfattig, klar vanntype og har en lengde på 5.51 km. (vann-nett). Elva strekker seg fra innsjøen Jordstadvannet, og ned til tettstedet Fiane. Hele strekningen ligger tett på E18 (fig. 3-4) og elva hadde tre målestasjoner, Strengselva 1, 2 og 3. Det ble plassert ut ledningsevneloggere på alle tre stasjonene.



Figur 3-4. Målestasjonene 1, 2 og 3 i Strengselva, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).

Elven har et nedbørsfelt på 15.1 km² (fig. 3-5), hvor 81.3 % består av barskog, 9.9% dyrket mark, samt 1.2% myr og 6.6% marint område (nevina.nve.no). Nedbørsfeltet har en årlig estimert nedbørsmengde på 1217 mm. i året. Dette er fordelt på 500 mm. i sommerhalvåret og 717 mm. i vinterhalvåret. Kombinert med en gjennomsnittlig temperatur i vinterhalvåret på +1.9 °C perioden (nevina.nve.no), kan det forventes avrenning i hele perioden.



Figur 3-5. Oversiktskart over nedbørsfeltet til Strengselva, 15,1 km². Rød sirkel viser nedbørsfeltets nederste punkt, blå linjer viser nærliggende bekke/elvesysteme. GIS-data fra nevina.nva.no (NVE).

Det ble valgt ut tre stasjoner for prøvetaking og konduktivitetmålinger i Strengselva. En av stasjonene var en referansestasjon (heretter Strengselva 1) som ble plassert i innsjøen Ubergsvatnet 018-1257-L. Denne var ikke påvirket av saltet vei. De to andre ble plassert i tilknytning til E18. Målestasjon 2 (heretter Strengselva 2) ble plassert i nærheten av tettstedet Fiane (fig. 3-4). Ved oppstart var loggeren plassert 20 cm under vann, og omlag 10 meter fra veien. Det var tett løvskog på begge sider av elva (fig. 3-6 b), en del algebegroing på steinene samt forholdsvis lite solinnstråling. Algebegroingen kom tydelig til syne når loggerne ble sjekket. Bunnssubstratet besto for det meste av grus med innslag av stein, og det er forholdsvis bratt og ulendt terreng ned til elva. Målestasjon 3 (heretter Strengselva 3) var plassert ved Jorstad (fig. 3-4), ved oppstart ble denne plassert 10 cm under vann, og knappe 2 meter fra veien. På elvens østlige side var det bygget en steinmur opp mot veien, på elvens motsatte side er det tett løvskog, for det meste bestående av lønn (*Acer platanoides*) og gråor (*Alnus incana*).

Store mengder løv ble tilført vannmassene, og kunne tildekke loggerne og påvirke resultatene. Bunnsstratet på stasjonen besto for det meste av relativt store steiner, som viser antydning til begroing. Elva var to meter på sitt bredeste. Det var totalt 4.1 km av den 5.5 km lange elvestrekningen som lå parallelt med saltet vei. Det var i all hovedsak salt i form av NaCl, som blir brukt som avisningsmiddel på strekningen, både i tørr - og våtform. I perioden september 2015 til april 2016 ble det brukt 181 349 kg. salt i tørrform, i tillegg til 167 009 liter med salt i våtform på den aktuelle strekningen (SaltSMART, Statistikk for produksjonsdata). Anslått ÅDT på strekningen er 11350 biler per døgn. Det lykkes ikke å finne ÅDT ved referansestasjon, men den antas å være lav, og med sikkerhet utenfor saltingsområde (veikart).



Figur 3-6. (a) Mye is og vanskelig feltarbeid ved Strengselva 1 18.01.2017). (b) Høy vannstand ved Strengselva 2, 07.11.2016. Foto: Jonas Haugen

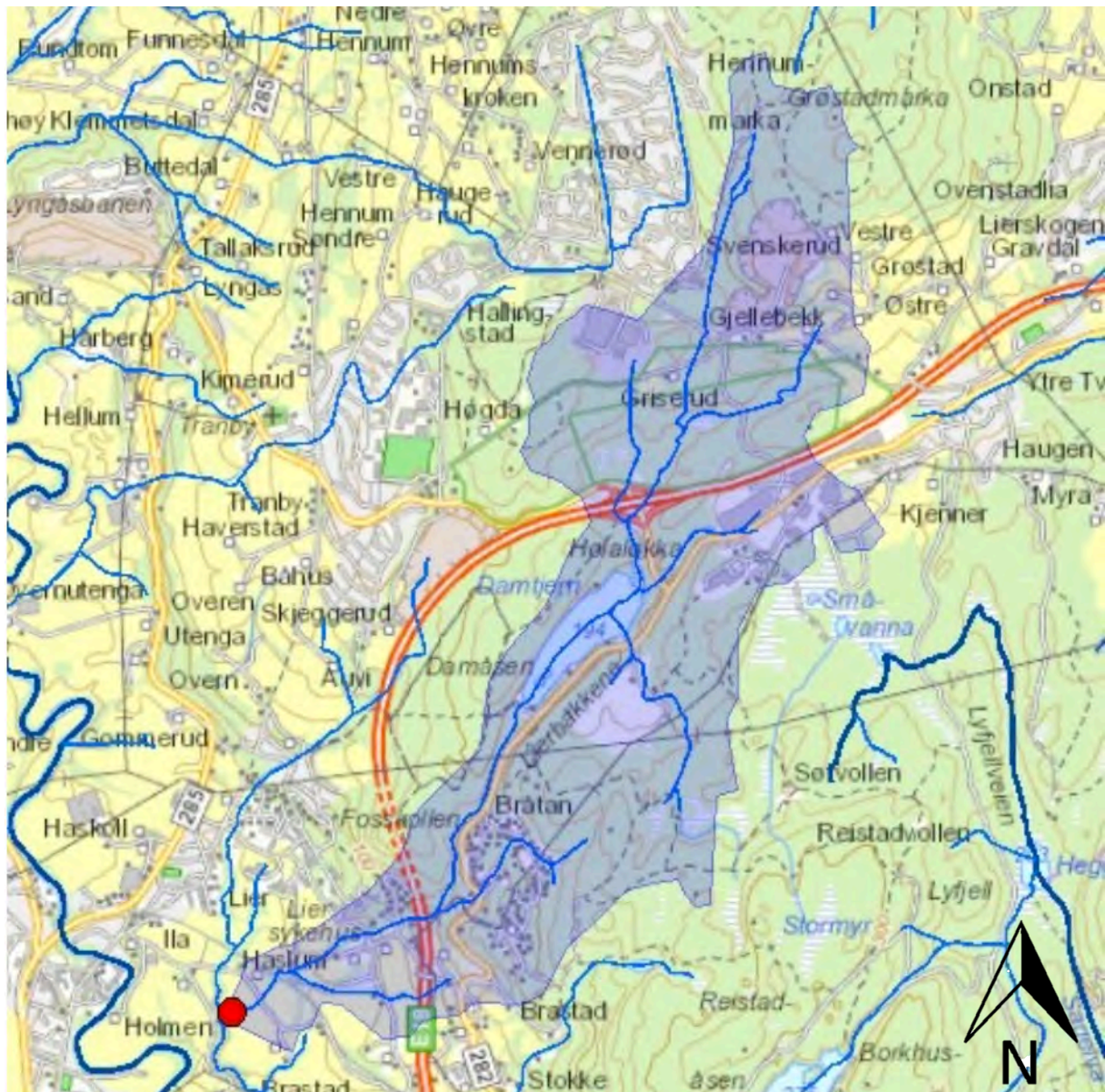
3.3 Damtjernbekken

Damtjernbekken (011-90-R) er en bekk som renner fra det sørlige utløpet til Damtjern (011-5559-L), langs E18 og ned til Lierbyen i Buskerud. Vannforekomstene ligger i Vest-Viken vannregion. Bekken er 3.14 km lang, og renner fra Damtjern i nord, ned til Lierelva i sør (vannnett.no). Bekken ligger ikke parallelt med E18, men krysser veien flere steder (fig. 3-7). Det ble i 2016 utgitt en tilstandsrapport for Damtjern 011-5559-L der det vises at innsjøen er betydelig påvirket av avrenning fra veien (Verøy og Saunes 2016). Av den grunn er det interessant å se i hvilken grad avrenning kan knyttes opp mot ledningsevneendringer i bekken der den krysser eller ligger nær veien.



Figur 3-7. De tre målestasjonene i Damtjernbekken 1, 2 og 3, stiplet linje på E18 viser Liertunnelen, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).

Vannforekomsten har et nedbørsfelt på 4.8 km² (fig. 3-8), hvor 70% er barskogareal. Dyrket mark utgjør 8.7%, urbant område 5.4% og marint område 2.7% (nevina.nve.no). Årlig estimert nedbørsmengde er 879 mm. som er fordelt på 406 mm. i sommerhalvåret og 473 mm. i vinterhalvåret. Gjennomsnittlig temperatur vinterstid er -1.2 °C (nevina.nve.no).



Figur 3-8. Nedbørsfeltet 4.8 km² til Damtjernbekken². Blåstreker viser nærliggende vassdrag rød sirkel viser nederste punkt i nedbørsfeltet. Gis-data fra nevina.nve.no.

Det er plassert ut ledningsevneloggere ved de tre målestasjoner i elva (fig. 3-7). Alle loggerne ligger i samme bekkesystem, og loggerne er ved alle tilfeller plassert oppstrøms større sidebekker for å forhindre eventuell fortynningseffekt på parameterne som undersøkes. Målestasjon 1 (heretter Damtjernbekken 1), er plassert i utløpet i sørenden av Damtjern. Dette er et populært friluftsområde og loggeren står derfor 200 meter vekk fra utløpet for å skjule den for allmennheten. Loggeren ble plassert i en del av bekken som er omlag en meter bred. På østlig og vestlig side av bekken var vegetasjonen preget av løvtrær, for det meste bjørk og buskvekster, hovedsakelig bringebærbusker (*Rubus idaeus*). Forøvrig er skogområdet ellers preget av gran (*Picea abies*) og furu (*Pinus sylvestris*). Vannføringen var lav på tidspunktet

loggeren ble plassert ut, og sto 10 cm under vann ved oppstart. Bunnsubstratet besto hovedsakelig av grus og stein. I oktober 2016 ble det også gjort funn av både elvemusling, (*Margaritafera margaritafera*) og edelkreps (*Astacus astacus*) (fig. 3-9).



Figur 3-9. Edelkreps (*Astacus astacus*) og elvemusling (*Margaritafera margaritafera*) funnet ved målestasjon 1 i Damtjernbekken 11.10.2016. Foto: Jonas Haugen

Den andre målestasjonen, målestasjon 2 (heretter Damtjernbekken 2), var plassert på høyde med tunnelåpningen til Liertunnelen, på veiens sørside (fig. 3-7). Basert på GPS-posisjonen til målestasjonen, var avstanden opp til veien 150 meter. Plasseringen var i bratt lende, og det var lite vegetasjon trolig grunnet at plassen har blitt brukt til kasting av kompostavfall. Enkelte store grantrær blokkerte for solinnstrålingen. Loggeren var plassert 10 cm under vann ved oppstart, og bekkebunnen besto av store blokker og stein. På grunn av lokalitetens bratte lende, ble loggeren plassert i en liten kulp i en serie av mindre fossefall. Vannet her var direkte drenert fra tunnelåpningen på E18. Den siste målestasjonen, målestasjon 3 (heretter Damtjernbekken 3), var plassert lengst sør i bekken, like før bekken renner inn i den større Lierelva. Bekken rant gjennom et jordbruksområde, hvor det trolig kan forventes avrenning av næringsalter. Bunnen besto av mudder, loggeren var plassert 15 cm under vann, og vannføringen var lav. Lokaliteten hadde noe vegetasjon i form av løvtrær som vokste i randsonen mellom åkerkant og bekkeløpet. Lokaliteten hadde en vond lukt og vannet var stillestående. Saltmengden på denne strekningen er basert på tall fra Lierbakken som er 2.8 km. lang. Disse tallene viser at det i perioden 01.09 til 30.04 2015 ble brukt 276 861 kg. salt (NaCl) i fastform og 554 240 liter med NaCl-løsning i våtform på den aktuelle strekningen (saltSMART, Statistikk for produksjonsdata). Strekningen har en ÅDT på 50 000 biler per døgn (veikart). Ved referansestasjonen er antatt ÅDT 0 biler per døgn, da den ikke ligger i tilknytning til offentlig vei.

4. Material og metode

4.1 Feltanalyser

4.1.1 Ledningsevne

Ledningsevnen ble logget med en HOBO conductivity logger (U24-001), og et feltapparat (WTW LF 91). Ledningsevneloggeren var montert i et gjennomhullet plastrør som var festet på en 15 kilo tung betongplate. Plastrøret sørget for fri gjennomstrømming av vann for både ledningsevne og temperatursensor. Betongplaten sørget for at loggeren stod stabilt på elvebunn og ikke flyttet seg selv ved økt vannføring (fig. 4-1). En rekke andre løsninger for festing av loggeren ble testet før oppstart av prosjektet, disse var ikke tilstrekkelig gode.



Figur 4-1. Ledningsevneloggeren montert på en betongplate. Plastrøret loggeren er festet til sikrer fri gjennomstrømming av vann. Oppsettet ble laget av studenten selv. Foto: Jonas Haugen

Oppsettet påvirket ikke målingene og sikret at loggeren ikke ble dekket av sand eller grus fra elvebunnen. Dette kunne også påvirket målingene, da ioneinnholdet i sediment oftest er høyere enn i vannmassen. Loggeren målte ledningsevne og temperatur hvert 15 minutt i felt. Dette var forholdsvis hyppige intervaller, men det ga muligheten til å påvise kjappe endringer i ledningsevnen, for eksempel i forbindelse med veisalting. Dataene fra loggerne ble lest av med

et infrarødt avleserapparat (HOBO waterproof Shuttle) levert av samme produsent. Loggerne ble avlest ute i felt, og var kun over vann i få minutter i forbindelse med avlesingen. Om loggeren mot formodning skulle ta en måling da den sto over vann i forbindelse med avlesningen, ville denne målingen bli slettet fra datasamlingen i etterkant.

Ved plasseringen av loggerne ble det tatt hensyn til at loggeren skulle stå stabilt på bunn, og på et sted hvor man kunne forvente at det ville være vanngjennomstrømning selv med lav vannstand. Loggerne ble plassert på den siden av elven som var nærmest veien, og oppstrøms eventuelle innløp fra sidebekker. I felt ble det også målt ledningsevne og temperatur med et håndholdt feltapparat (WTW LF 91). Ledningsevnen fra dette apparatet ble brukt til å kalibrere målingene fra loggerne. Kalibreringen ble gjort i programvaren HOBOWare, og tok hensyn til ledningsevnen og temperaturen målt med feltapparatet. Programvaren sorterte også ut den høyeste og laveste målte ledningsevnen per dag. Disse verdiene blir presentert i oppgaven. Feltapparat ble kalibrert med 0.0100 M KCL ved 25°C. Denne løsningen skal ha en ledningsevne på 141 mS/m. Apparatet trengte tid på å stabilisere seg, dette ble det tatt hensyn til i felt.

4.1.2 Innhenting av vannprøver og avlesning av loggere

Ledningsevneloggerne var ute i elvene fra september 2016 til januar 2017. Totalt var loggerne under vann i fem måneder. Dette inkluderer en startperiode på høsten hvor det ikke var salting på veiene, samt høst og vintermånedene som inkluderer salting. I denne perioden har vannstand, vannføring og nedbør variert mye. Ingen av loggerene viser tegn til at vannstanden har vært så lav at de har blitt eksponert for luft. Av sikkerhetsmessige årsaker var det ikke forsvarlig å lese av loggeren ved høy vannstand. Informasjon om prøvetakning på de aktuelle feltdagene er gjengitt i tabell 4-1 under.

Tabell 4-1. Informasjon om avlesning av dataloggere og prøvetakning i Svorte, Strengselva og Damtjernbekken 01.09.2016 – 18.01.2017

Dato	Svorte 1	Svorte 2	Svorte 3
01.09.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
04.10.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
02.11.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
18.12.2016	Kun vannprøver	Kun vannprøver	Kun vannprøver
11.01.2017	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
Strengselva			
Dato	Strengselva 1	Strengselva 2	Strengselva 3
08.09.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
10.10.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
07.11.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Kun vannprøver	Kun vannprøver
20.12.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
18.01.2017	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
Damtjernbekken			
Dato	Damtjernbekken 1	Damtjernbekken 2	Damtjernbekken 3
04.09.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
11.10.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
10.11.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
04.12.2016	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger
17.01.2017	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger	Vannprøver og avlesning av logger

4.1.3 Data for nedbør og vannføring

Alle nedbørsdata ble hentet fra Meteorologisk institutt sin nettsjeneste (www.eklima.met.no). Data ble hentet fra værstasjonen plassert nærmest loggerne. Det var ikke mulig å finne data for vannføring i de aktuelle elvene, det ble derfor hentet data fra en av de nærmest beliggende elvene. Data ble hentet fra Norges vassdrag og energidirektorat (NVE). Dataene gir ikke vannføringen i Svorte, Strengselva og Damtjernbekken direkte, men gir en indikasjon på variasjonen som har vært i forbindelse med nedbør og smelting (tab. 4-2).

Tabell 4-2. Målestasjoner for nedbør (Tuddal, Gjerstad og Lierværstasjon) og vannføring (Omnesfoss, Lundevann og Elgtjern).

Svorteelva		Strengselva		Damtjernbekken	
Nedbør	Vannføring	Nedbør	Vannføring	Nedbør	Vannføring
Tuddal	Omnesfoss	Gjerstad	Lundevann	Lier	Elgtjern
værstasjon	St.nr. 16.10.0	værstasjon	St.nr 18.4.0	værstasjon	St.nr 11.6.0
St.nr		St.nr (35200)		St.nr (19940)	
(319000)					

4.1.4 O₂-metning

Oksygenmengden i "parts per million" (ppm) og prosent-metning ble analysert i felt med en oksygenelektrode (YSI Ecosense DO200). Apparatet ble brukt og kalibrert i henhold til produsentens manual (Operations Manual EcoSense Do200).

4.1.5 Innhenting av vannprøver

Alle vannprøver ble tatt på plastliterflasker med skrukork. Alle flaskene ble merket med elv, lokalitet, dato og mitt navn. Det ble i hovedsak tatt en liter vann fra hver lokalitet, samt en halvliter vann til turbiditetsanalyser. Alle vannprøvene ble tatt før avlesningen av dataloggerene, for å unngå en eventuell kontaminering av prøvene. Prøveflaskene ble skyllet tre ganger med ellevannet, og den endelige vannprøven ble tatt på den fjerde fyllingen. Prøvene ble videre lagret stående i en isoporkasse under transporten tilbake til laboratoriet i

Bø. Dette sikret at prøvene ble lagret mørkt, unngikk unødig risting og at temperaturen holdt seg stabil. På laboratoriet ble vannprøvene lagret på et kaldt og mørkt kjølerom med temperatur på 4°C frem til analysene.

4.2 Laboratorieundersøkelser

4.2.1 pH (ISO 10523:2008)

På grunn av ustabile pH-elektroder i felt, ble alle pH-målinger utført på laboratoriet samme dag som prøvene ble hentet i henhold til metode ISO 10523:2008. Vannets surhetsgrad kan endre seg ved lang lagring eller røff behandling av prøven, da gasser som CO₂ kan "piskes" inn i vannet som skal analyseres (Økland og Økland 2006). Det ble brukt et PHM210 Standard pH meter apparat levert av Radiometer analytical. Kalibrering med buffer pH 7 og pH 4 ble utført i henhold til bruksanvisning.

4.2.2 Alkalinitet (NS 4754)

Prøvene ble titrert med en Mettler DL25 autotitrator, mot 0.01 M saltsyre (HCL). 50 ml med prøvevann ble brukt til hver enkelt prøve (NS 4754). Autotitratoren ble kalibrert med buffer pH 7 og pH 4, i henhold til produsentens manual. Prøvene ble analysert samme dag som de ble tatt.

4.2.3 Fargetall NS 2878 (2002)

Et Lambda 25 spektrofotometer ble brukt til analyse av fargetall. Apparatet ble kalibrert med standard med fargetall 100 mg Pt/L og destillert vann. Dette holdt romtemperatur ved kalibreringen. Kalibreringen ble gjennomført i henhold til produsentens bruksanvisning og metode NS 2878 (2002).

4.2.4 Filtrering av prøver

Prøvene til analysene av jern (Fe), kobber (Cu) og sink (Zn) ble filtrert med vannsug gjennom et glassfiberfilter av typen "Cellulose Nitrate Membrane Filters" med porestørrelse 0.45 µm og diameter på 47 mm. Det filtrerte vannet ble overført på syrevaska glassflasker, og det ble tilsatt 0.5 ml konsentrert salpetersyre (HNO₃) til 100 ml filtrert vann. Det filtrert vann ble også brukt

til analyse av fargetall. Dette ble ikke konservert. Filtrering og konservering ble gjort samme dag som feltarbeidet.

4.2.5 Atomabsorpsjonspektrofotometri (AAS)

Det ble brukt et atomabsorpsjonsspektrofotometer (Perkin-Elmer Analyst 400) for analysene av jern (Fe), kobber (Cu) og sink (Zn). Spektrofotometeret ble brukt med flamme-manuell metode. Standardkurven ble laget med fire standarder med ulike konsentrasjoner, henholdsvis på 10, 20, 50 og 100 µg/L for sink og kobber, og 10, 20, 50 og 200 µg/L for jern. Alle metallanalysene ble analysert på slutten av feltperioden, januar 2017. Nøyaktigheten på målte verdier < 5 µg/L er noe usikre.

4.2.6 Ionekromatografi

Kationer og anioner (K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) ble analysert i henhold til metoden for Dionex IC 110. Prøvene som hadde ledningsevne høyere enn 300 µS/cm ble fortynnet 1:10 med destillert vann. Stammløsninger for kationer og anioner (tab. 4-3) ble brukt til å lage standarder for kationer og anioner, samt kation-kontroll og anion-kontroll (tab. 4-4). Standarder og kontroller ble laget samme dag som prøvene ble kjørt. Prøvene fra september – november 2016 ble analysert samtidig, og desember 2016 – januar 2017 ble analysert i januar 2017.

Tabell 4-3. Stammløsninger av kationer og anioner som ble brukt til å lage standarder og kontroller for ionekromatografi.

Stammløsninger Kationer		Stammløsninger anioner	
Na^+ mg/L	1000	Cl^- mg/L	1000
K^+ mg/L	1000	NO_3^- mg/L	250
Mg^{2+} mg/L	1000	SO_4^{2-} mg/L	1000
Ca^{2+} mg/L	1000		
NH_4^+ mg/L	1000		

Tabell 4-4. Standarder og kontroller for anioner og kationer benyttet til ionekromatografi. K=kation, A=anion
 KK=kationkontroll, AK=anionkontroll og Std=standarder.

Ion	Std 1K	Std 2K	Std 3K	Std 4K	Std 1A	Std 2A	Std 3A	Std 4A	KK	KA
Na ⁺ mg/L	0.20	1.0	4.0	10					2.0	
NH ₄ ⁺ µg/L	50	250	1000	2500					100	
K ⁺ mg/L	0.20	10.0	4.0	10					2.0	
Mg ²⁺ mg/L	0.20	1.0	4.0	10					2.0	
Ca ²⁺ mg/L	0.50	2.5	10	25					5.0	
Cl ⁻ mg/L					0.50	2.5	10	25		2.0
NO ₃ ⁻ µg/L					50	250	1000	2500		100
SO ₄ ²⁻ mg/L					0.50	2.5	10	25		2.0

4.2.7 Turbiditet (intern metode)

Det ble brukt intern metode for analyse av turbiditet med et Turbiquant 1100 IR instrument. Det ble tatt tre målinger av hver enkelt prøve. Det beregnede gjennomsnittet av disse ble brukt som endelig verdi.

4.3 Statistiske metoder

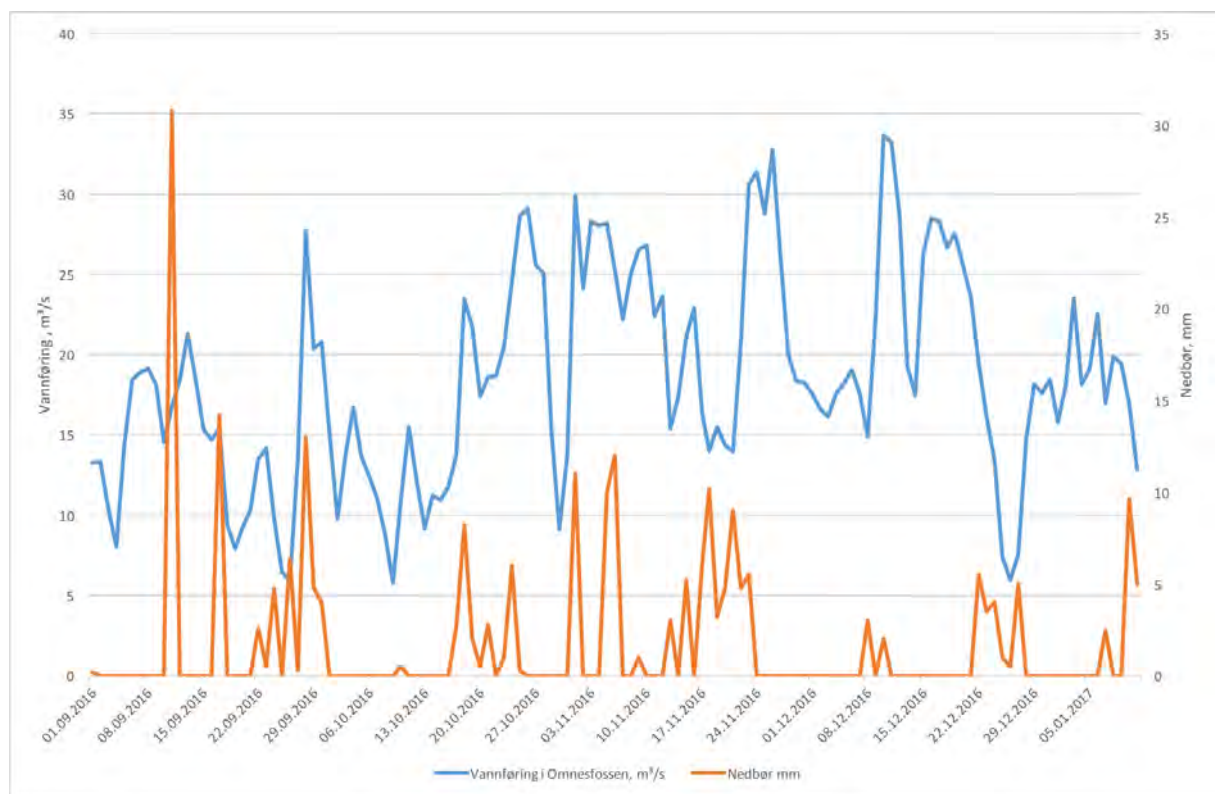
For å påvise signifikans har det blitt brukt to ulike statistiske metoder. For dataene som var normalfordelte ble det blitt kjørt en en-veis ANOVA (variasjonsanalyse). På disse testene ble signifikansnivå satt til $p < 0.05$. For data som ikke var normalfordelte, ble det gjennomført en Kruskal Wallis test. Testen er relativt lik ANOVA, men forutsetter ikke normalfordeling på dataene (Whitlock og Schluter 2015). Også her ble signifikansnivå satt til $p < 0.05$. Testene ble gjennomført i både Microsoft Excel og statistikkprogrammet R. Begge programmene ga like resultater.

5. Resultat

5.1 Svorteelva

5.1.1 Nedbør og vannføring

Økt mengde nedbør førte til en økning i vannføring (fig. 5-1).



Figur 5-1. Nedbør per døgn (mm) (www.eklima.no) i Tuddal værstasjon og vannføring per døgn (m^3/s) (NVE – målestasjoner med sanntids-vannstand) i Omnesfoss i perioden 1.09.2016 til 11.01.2017.

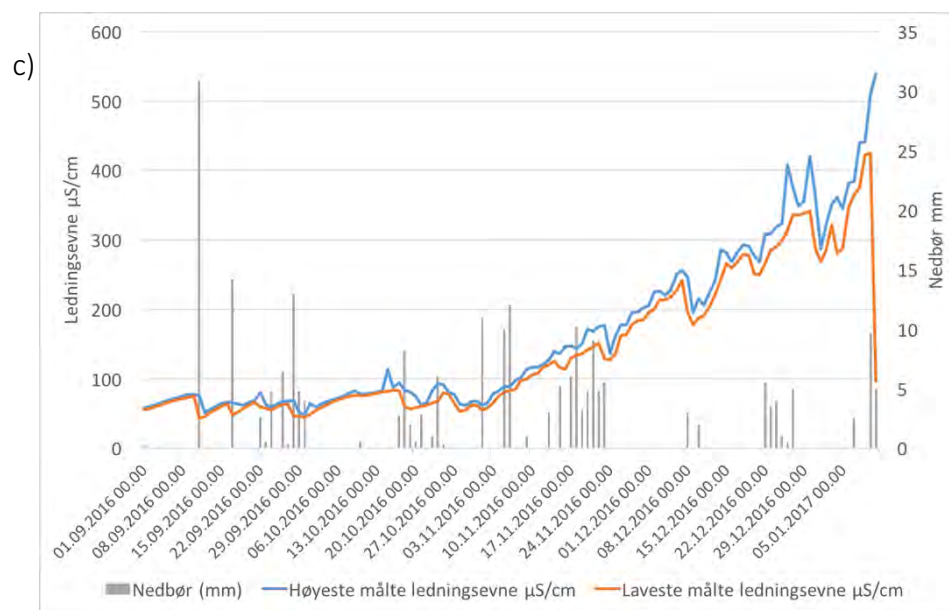
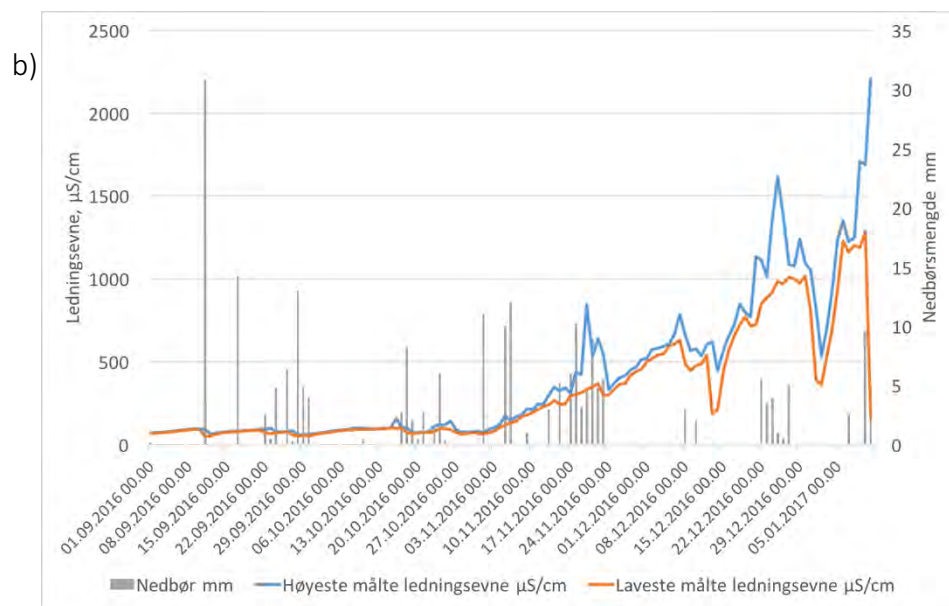
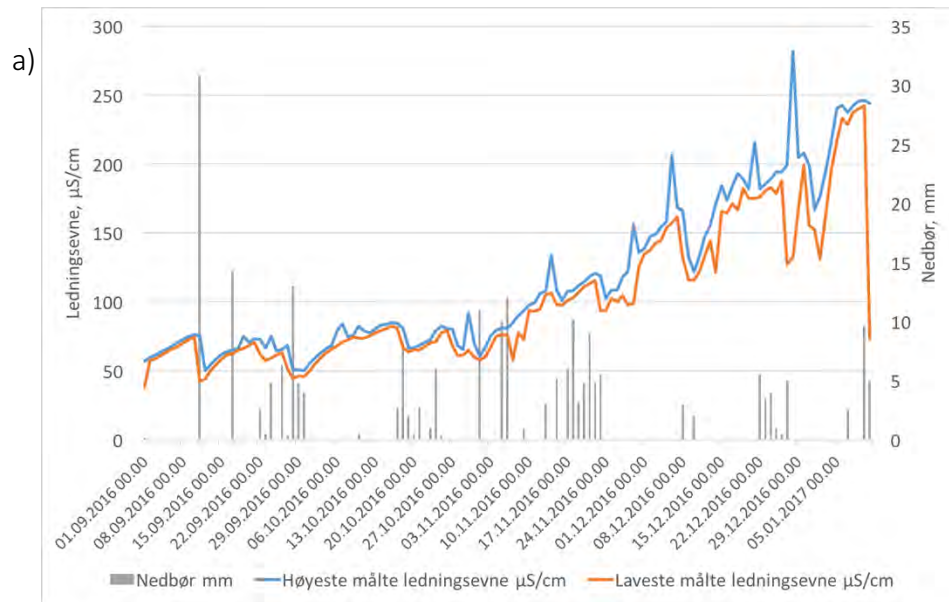
5.1.2 Ledningsevne

Ledningsevnen var under $100 \mu S/cm$ på referanstasjonen Svorte 1 i perioden september til november 2016 (fig. 5-2 a). I midten av november økte ledningsevnen til over $100 \mu S/cm$, og holdt seg på dette nivået resten av undersøkelsen. Høy nedbør ($> 10 mm$) sammenfalt med topper i ledningsevnen, særlig i starten av november og slutten av desember. Ledningsevnen for målestasjonen Svorte 1 ble aldri høyere en $300 \mu S/cm$, med maksimalverdi ($281 \mu S/cm$) i slutten av desember 2016. Svorte 2 viste høyere maksimumsverdi ($2205.7 \mu S/cm$) enn ved

referansestasjonen. Variasjonsmønsteret var tilsvarende som for referansestasjonen, men verdiene var høyere, med flere målte verdier over 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. I november 2016 økte ledningsevnen til en maksimumsverdi på 2205.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ den 11.01.2017. De høyeste ledningsevnene for Svorte 2 (fig. 5-2 b) sammenfalt alle med store nedbørsmengder. I periodene hvor ledningsevnen steg jevnt eller avtok var det lite til ingen nedbør. Det var generelt godt samsvar mellom kurven for laveste målte ledningsevne (oransje linje) og den høyeste målte ledningsevnen (blå kurve). Unntaket var i november 2016 og ut undersøkelsen da variasjonen var noe større. For målestasjonen Svorte 3, lengst ned i vassdraget, økte ledningsevne fra starten av november og ut undersøkelsesperioden (fig. 5-2 c). Før dette ble det ikke logget ledningsevne over 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, med unntak av en episode i oktober (113.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Den høyeste ledningsevnen ble målt 11.01.2017 på 539 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Det var statistisk signifikant ($p < 0.05$) forskjell mellom ledningsevne på samtlige målestasjoner. Tabell 5-1 viser enveis ANOVA der den sammenligner ledningsevnen på de ulike målestasjonene i Svorteelva.

Tabell 5-1. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Svorteelva 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.

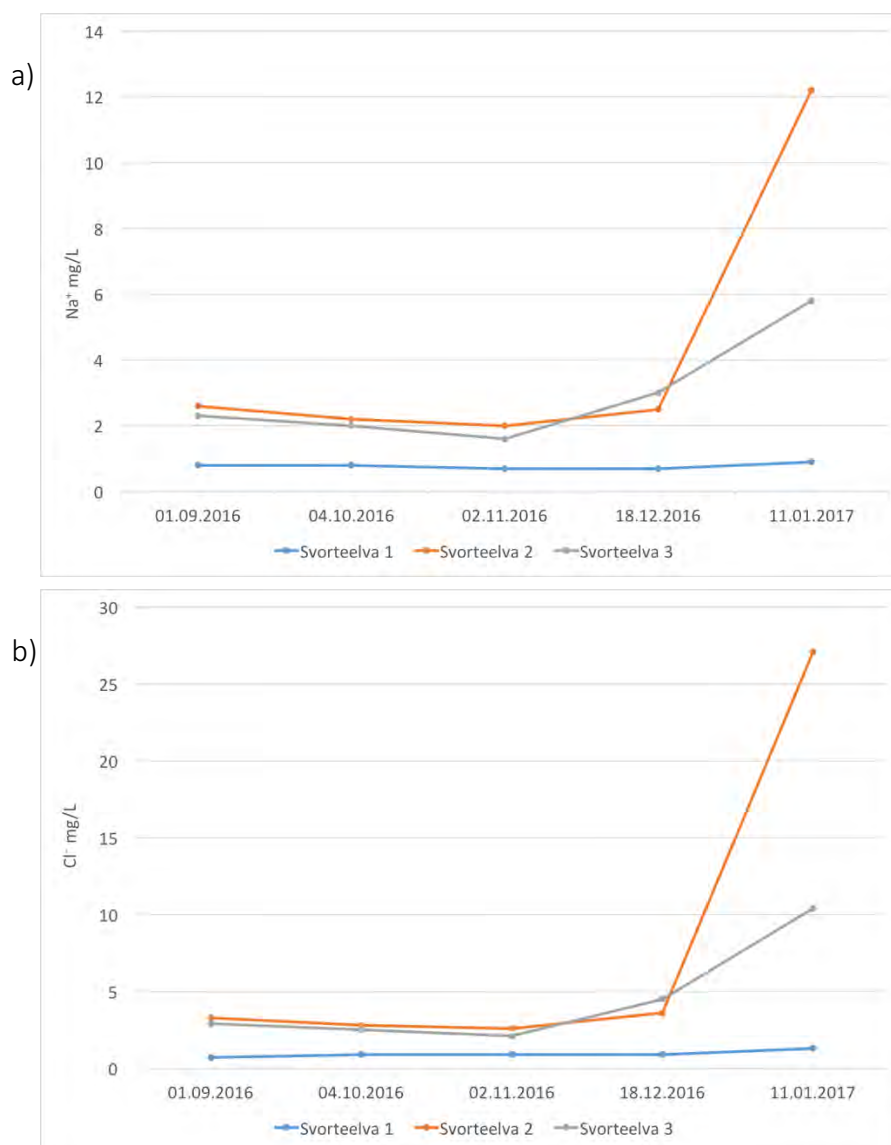
Svorteelva		
Målestasjoner	p-verdi	f-verdi
Svorte 1 mot Svorte 2 + 3	3.35×10^{-19}	47.4
Svorte 1 mot Svorte 2	4.08×10^{-13}	58.3
Svorte 1 mot Svorte 3	6.33×10^{-5}	16.5
Svorte 2 mot Svorte 3	1.28×10^{-6}	39.6



Figur 5-2 Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) og nedbør (mm) for Svorte 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 1.09.2016 til 11.01.2017.

5.1.3 Ionesammensetning

Na⁺-konsentrasjonene var lavest i referansestasjonen Svorte 1 (fig. 5-3 a), med en gjennomsnittsverdi på 0.8 mg/L (tab. 5-2). Svorte 2 og 3 hadde gjennomsnittsverdier for Na⁺ på henholdsvis 4.3 og 2.9 mg/L. Cl⁻ konsentrasjonen var lavest ved Svorte 1 (0.9 mg/L), og høyere i Svorte 2 og 3, med et gjennomsnitt på 7.8 mg/L og 4.4 mg/L. Det var signifikant forskjell ($p < 0.05$) mellom Svorte 1 og Svorte 2 og 3 (gruppert) med hensyn på konsentrasjon av Na⁺ (Kruskal Wallis test, $p = 0.008$, adjusted H = 9.5). Forskjellen var også signifikant med hensyn på Cl⁻ samme sted (Kruskal Wallis test $p = 0.08$ adjusted H = 9.56).



Figur 5-3. (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Svorteelva 01.09.2016 -1.01.2017

Tabell 5-2. Ionesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.

	Svorteelva 1			Svorteelva 2			Svorteelva 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
NH ₄ ⁺ µg/L	168	0	55.2	97	0	21	175	0	52.3
K ⁺ mg/L	0.5	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4
Mg ²⁺ mg/L	0.8	0.5	0.6	0.9	0.5	0.6	0.8	0.5	0.6
Ca ²⁺ mg/L	6.8	5.6	6.3	7.1	5.7	6.5	4.5	5.6	5.1
Na ⁺ mg/L	0.9	0.7	0.8	12.2	2.0	4.3	1.6	5.8	2.9
Cl ⁻ mg/L	1.3	0.7	0.9	27.1	2.8	7.8	10.4	2.1	4.4
SO ₄ ²⁻ mg/L	2.7	1.8	1.9	2.3	1.2	1.6	2.4	1.5	1.9
NO ₃ ⁻ µg/L	212	104	146.3	279	116	177.7	408	121	250.1

5.1.4 Fe, Cu og Zn

Svorte 3 hadde den høyeste konsentrasjonen av jern (104 µg/L), sammenlignet med de to andre målestasjonene (Svorte 1 59 µg/L og Svorte 2 93 µg/L). For sink var den høyeste konsentrasjonen i Svorte 1 (12 µg/L), Svorte 2 hadde den høyeste konsentrasjonen av kobber 4 µg/L (tab. 5-4). Sammenligning av Svorte 1 og Svorte 2 og 3 (gruppert) viste ingen signifikante forskjeller ($p < 0.05$) med hensyn på konsentrasjonene av jern, sink og kobber (tab. 5-3).

Tabell 5-3. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Svorte 1 og Svorte 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.

Svorteelva			
	Jern	Sink	Kobber
Adjusted H	4.74	0.102	0.322
p-verdi	0.093	0.95	0.851

Tabell 5-4. Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 - 11.01.2017.

	Svorte 1			Svorte 2			Svorte 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
Jern µg/L	59	5	28.2	93	27	56.8	104	31	69.2
Sink µg/L	12	0.0	3.3	11	0	2.6	10	0	2.2
Kobber µg/L	0.4	0.0	0.1	4	0.0	0.8	0.4	0.0	0.08

5.1.5 pH og alkalinitet

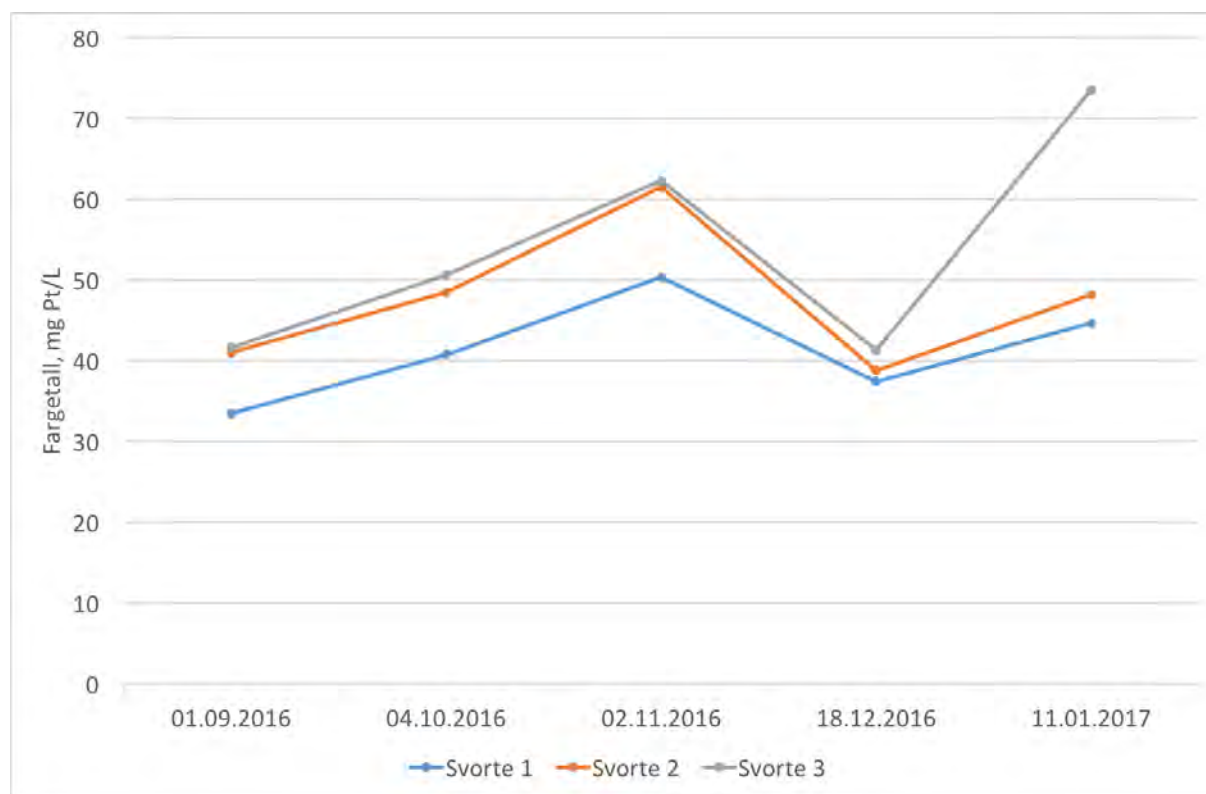
pH-verdiene for de tre prøvetakningsstedene var stabile gjennom hele perioden (tab. 5-5). Det var høyere pH lenger ned i vassdraget sammenlignet med referansestasjonen. Unntaket var 18.12.2016, da pH var 7.3 i referansestasjonen. På samme tidspunkt er pH 6.3 ved Svorte 3. Det var liten forskjell i alkalinitet ved de tre prøvetakningsstedene (tab. 5-5) og den var stabil gjennom hele undersøkelsen. Svorte 3 hadde høyest alkalinitet på 0.23 mmol/L 04.10.2016 og Svorte 1 hadde den høyeste målte alkaliteten på 0.35 mmol/L 18.12.2016.

Tabell 5-5. pH og alkalinitet (mmol/L) ved Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.

Dato	Svorteelva 1		Svorteelva 2		Svorteelva 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
01.09.2016	6.9	0.30	7.1	0.26	7.5	0.17
04.10.2016	6.9	0.20	7.2	0.36	7.2	0.23
02.11.2016	6.8	0.22	7.3	0.26	7.2	0.19
18.12.2016	7.3	0.35	7.2	0.23	6.3	0.15
11.01.2017	6.9	0.34	7.3	0.23	7.2	0.16

5.1.6 Fargetall

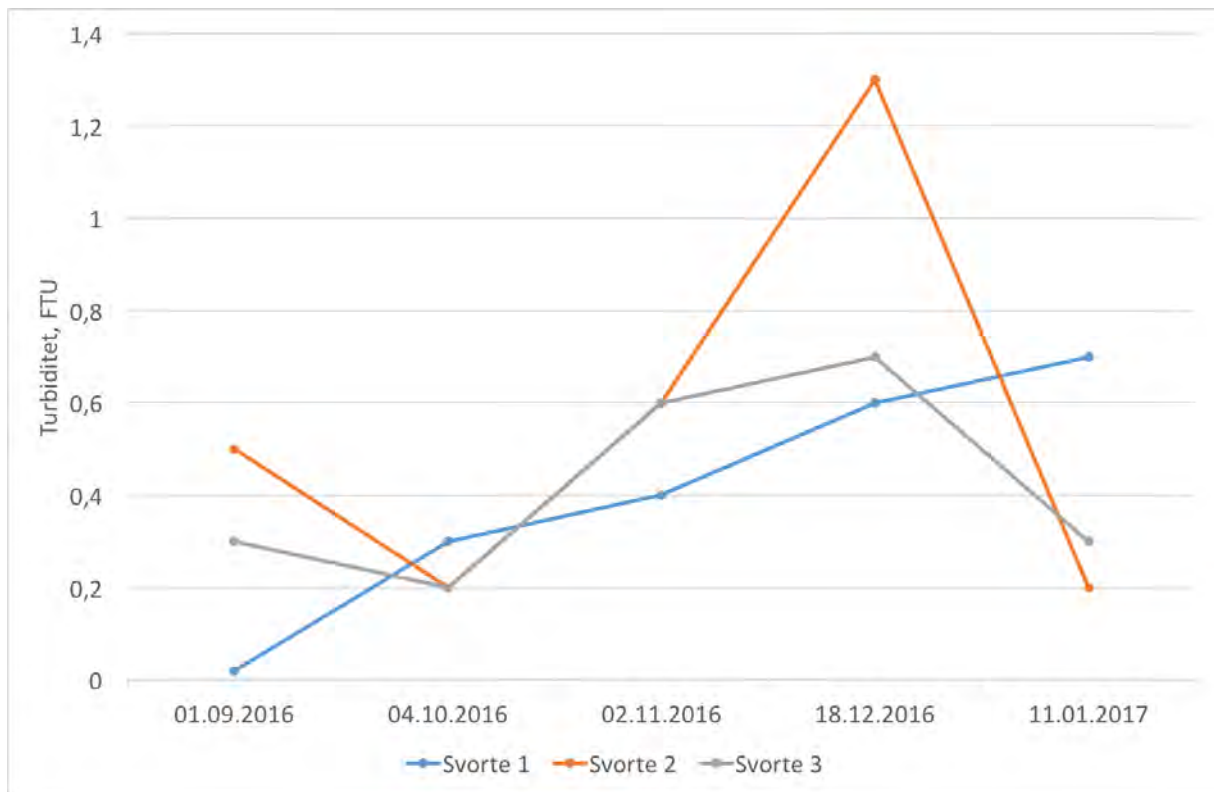
Det høyeste fargetallet ble målt i Svorte 3 (73 mg Pt/L) 11.01.2017 (fig. 5-4). Svorte 1 og 2 viste det høyeste fargetallet 02.11.2016, på henholdsvis 50 og 62 mg Pt/L. Alle prøvetakningsstedene viste en reduksjon i fargetallet fra november til desember 2016.



Figur 5-4. Fargetall i mg Pt/L i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017

5.1.7 Turbiditet

Svorte 1 hadde et jevnt stigende partikkelinnhold målt i form av turbiditet (FTU). Det var større variasjon for Svorte 2 og 3 (fig. 5-5). Partikkelinnholdet var høyest i Svorte 2 18.12.2016 (1.3 FTU). Dette er det høyeste partikkelinnholdet målt ved alle målestasjonene gjennom undersøkelsen. Svorte 3 hadde sin maksimalverdi (0.7 FTU) samme dag.

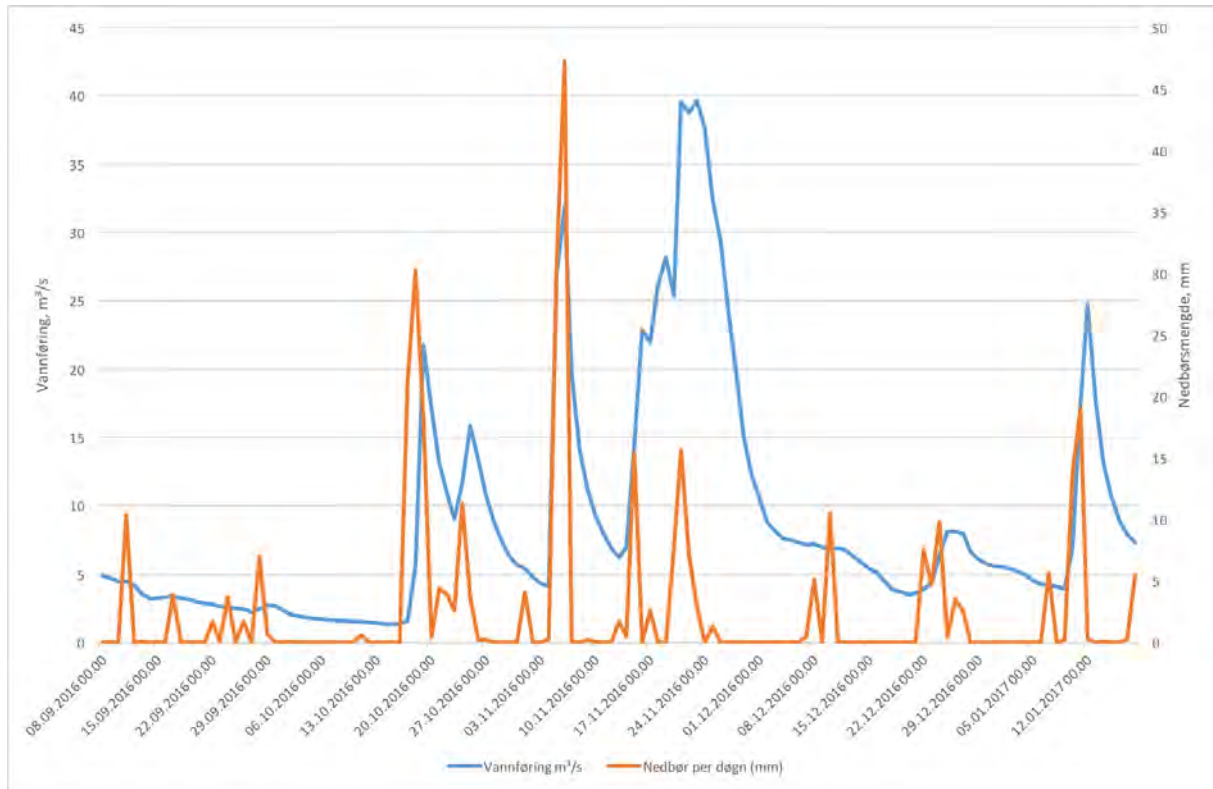


Figur 5-5. Turbiditet (FTU) i Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.

5.2 Strengselva

5.2.1 Vannføring og nedbør

Økt nedbør førte til en økning i vannføring (fig. 5-6).



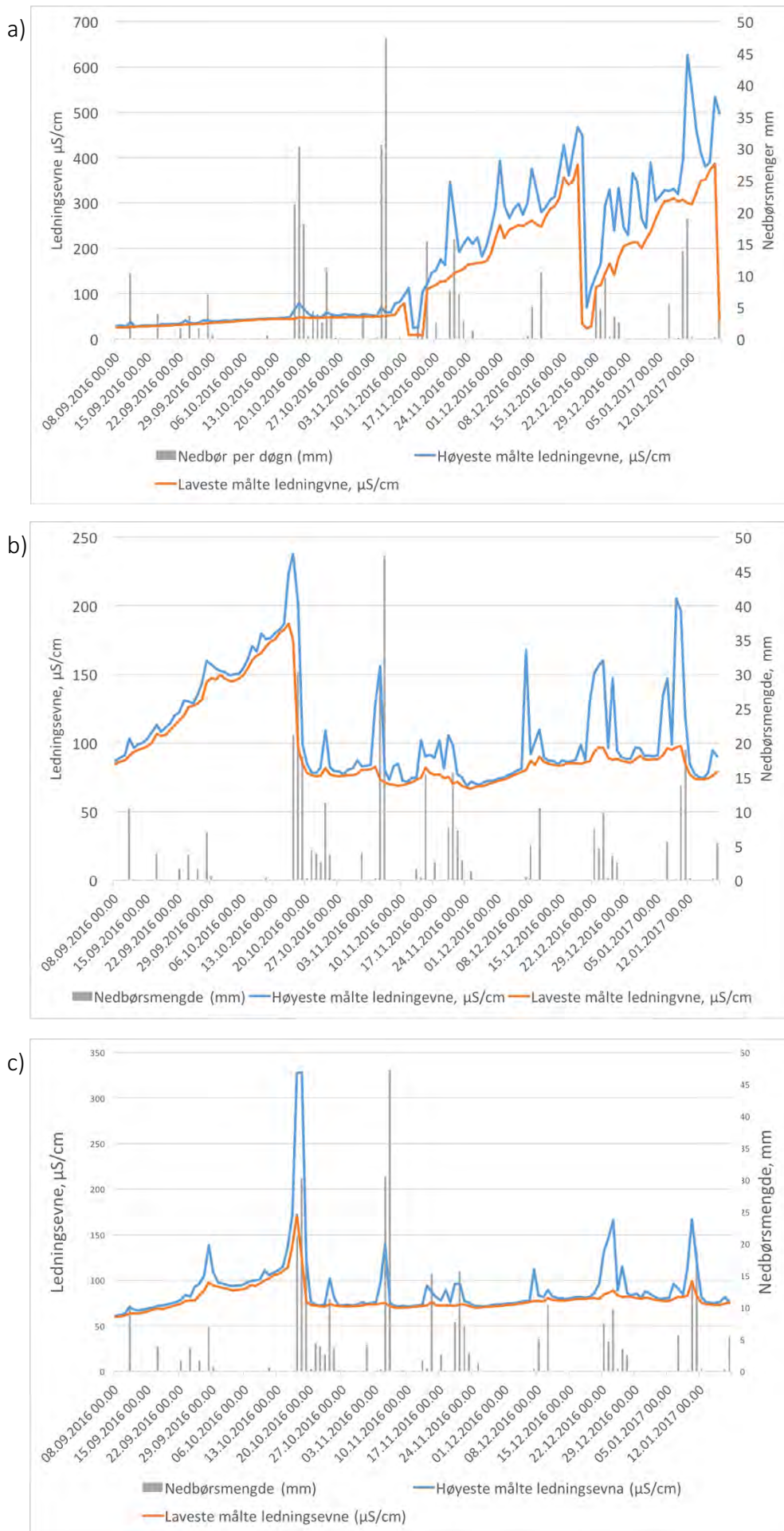
Figur 5-6. Nedbør per døgn (mm) (www.eklima.no) i Gjerstadværstasjon og vannføring per døgn (m³/s) (NVE- målestasjoner med sanntids-vannstand) i Lundevann i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.

5.2.2 Ledningsevne

Ledningsevnen på referansestasjonen Strengselva 1, var stabile frem til november 2016 (> 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (fig. 5-7, a). Den høyeste målte ledningsevnen (643 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ble målt i slutten av prosjektet, 12. januar 2017. For Strengselva 2 var ledningsevnen høyest i oktober 2016 (100 – 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Påfølgende avtok ledningsevnen (fig. 5-7, b). Deretter var det positiv sammenheng mellom ledningsevne og nedbørsmengder. Den høyeste målte ledningsevnen var 329 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i Strengselva 3 20.10.2016. Tabell 5-6 viser enveis ANOVA mellom målestasjonene i Strengselva, det var statistisk signifikant forskjell mellom samtlige målestasjoner ($p < 0.05$) i Strengselva. Det ble logget høyere ledningsevne i Strengselva 1 enn det ble gjort i de to øvrige målestasjonene.

Tabell 5-6. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Strengselva 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.

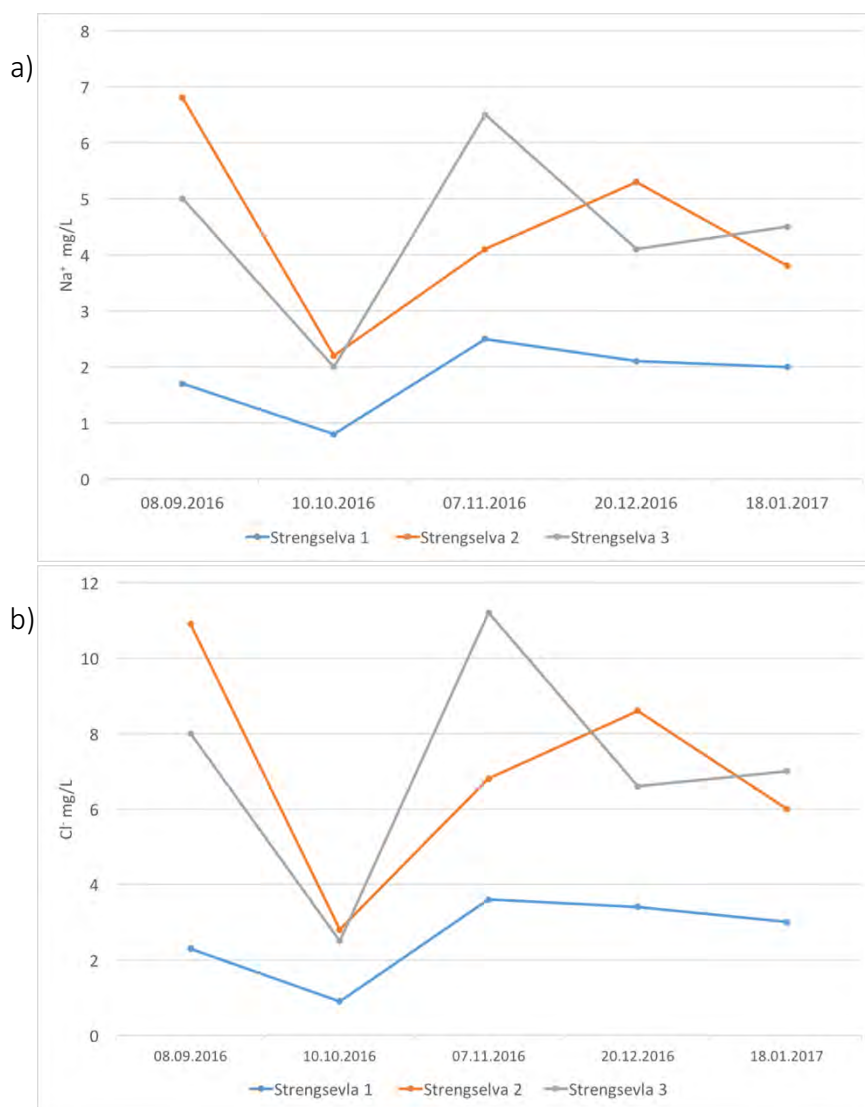
Strengselva		
Målestasjoner	p-verdi	f-verdi
Strengselva 1 mot Strengselva 2+3	1.39×10^{-12}	29.2
Strengselva 1 mot Strengselva 2	3.58×10^{-6}	22.4
Strengselva 1 mot Strengselva 3	3.19×10^{-9}	37.5
Strengselva 2 mot Strengselva 3	5.52×10^{-5}	16.8



Figur 5-7 Ledningsevne ($\mu\text{S/cm}$) og nedbør (mm) for Strengselva 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017

5.2.3 Ionesammenstening

Strengselva 2 og 3 hadde under hele undersøkelsen høyere konsentrasjoner av Na^+ og Cl^- sammenlignet med referansestasjonen Strengselva 1 (fig 5-8 a,b). Gjennomsnittskonsentrasjonen for Na^+ i Strengselva 2 og 3 var på henholdsvis 4.4 mg/L ved begge stasjonene (tab. 5-7). For Strengselva 1 var gjennomsnittskonsentrasjonen for Na^+ 1.8 mg/L. Cl^- konsentrasjonene var også gjennomsnittlig høyere ved Svorte 2 og 3 (7.0 mg/L). Ved Svorte 1 var gjennomsnittskonsentrasjonen av Cl^- 2.6 mg/L. Det var signifikant forskjell ($p < 0.05$) med hensyn på Na^+ i Strengselva 1 og Strengselva 2 og 3 (gruppert) (Kruskal Wallis test, $p = 0.031$, adjusted H = 6.97) for samme sted var det ikke signifikante forskjeller for Cl^- (Kruskal Wallis test, $p = 0.067$, adjusted H = 5.42).



Figur 5-8 (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Strengselva 08.09.2016 -18.01.2017.

Tabell 5-7. Ionesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.

	Strengselva 1			Strengselva 2			Strengselva 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
NH ₄ ⁺ µg/L	520	0	159.6	203	3	94.9	203	0	120.1
K ⁺ mg/L	0.5	0.3	0.3	0.8	0.3	0.5	1.0	0.4	0.6
Mg ²⁺ mg/L	0.7	0.4	0.6	1.5	0.6	1.1	1.5	0.6	1.1
Ca ²⁺ mg/L	6.6	1.8	2.9	6.7	2.5	3.9	5.2	2.8	3.6
Na ⁺ mg/L	2.5	0.8	1.8	6.8	2.2	4.4	6.5	2.0	4.4
Cl ⁻ mg/L	3.6	0.9	2.6	10.9	2.8	7.0	11.2	2.5	7.0
SO ₄ ²⁻ mg/L	2.6	1.5	1.8	3.6	1.5	2.5	3.9	1.8	2.6
NO ₃ ⁻ µg/L	169	62	116.1	429	139	249.3	482	45	271.9

5.2.4 Fe, Cu og Zn

Den høyeste konsentrasjonen av jern (183 µg/L) ble målt i Strengselva 1 (tab. 5-9). Maksimumkonsentrasjonen for både kobber og sink var høyest i Strengselva 2. Strengselva 3 hadde de laveste snittverdiene av sink (3.3 µg/L) og kobber (1.2 µg/L). Sammenligning av Strengselva 1 og Strengselva 2 og 3 (gruppert) viste ingen signifikante forskjeller ($p < 0.05$) med hensyn på konsentrasjonene av jern, sink og kobber (tab. 5-8).

Tabell 5-8. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Strengselva 1 og Strengselva 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.

Strengselva			
	Jern	Sink	Kobber
Adjusted H	0.86	4.5	4.163
p-verdi	0.651	0.105	0.1

Tabell 5-9. Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 - 18.01.2017.

	Strengselva 1			Strengselva 2			Strengselva 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
Jern µg/L	183	47	98	181	48.0	102	174	25	76
Sink µg/L	10	4	7	26	2	8	7	2.0	3
Kobber µg/L	5	0	2.0	9	0.2	5	4	0	1

5.2.5 pH og alkalinitet

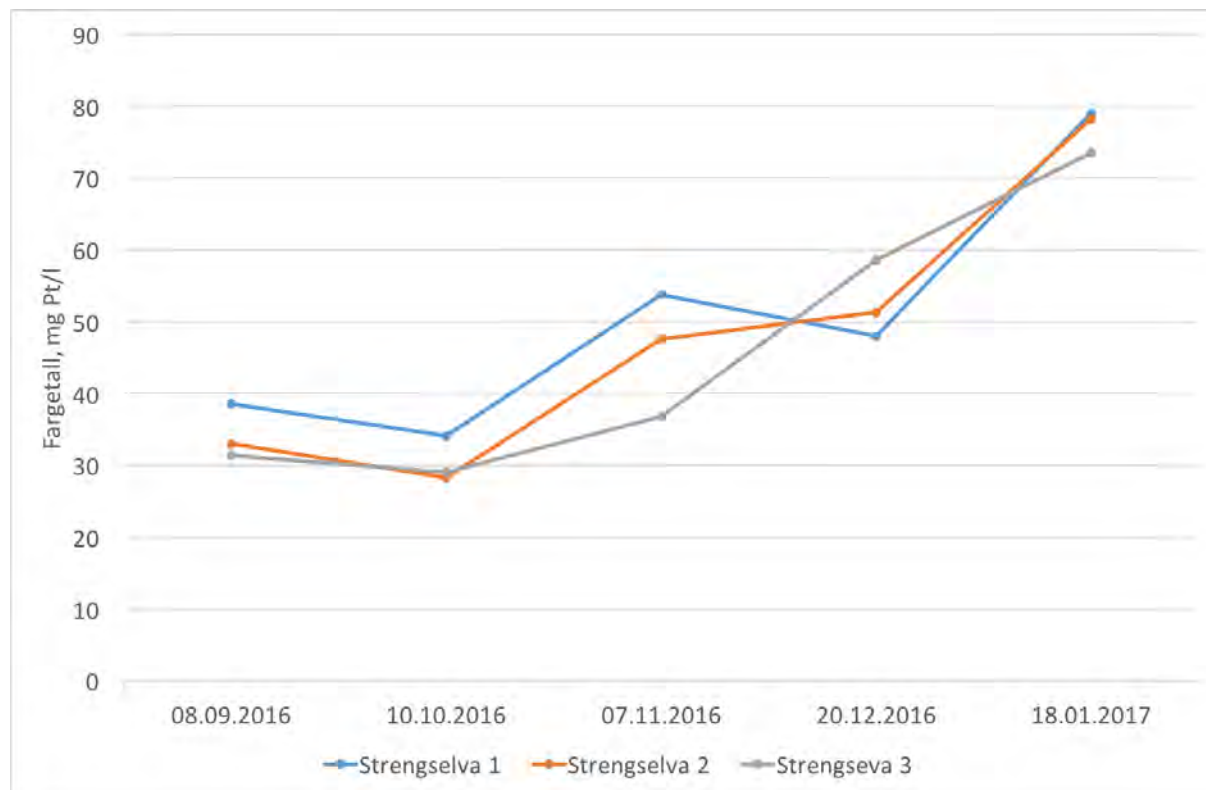
Den høyeste målte pH-verdien var pH 6.9 i Strengselva 2 i september og oktober (tab. 5-10). pH 6.3 var det laveste målte, dette ble målt i Strengselva 1 i september, november og desember 2016. Referansestasjonen Strengselva 1 hadde lavest alkalinitet (0.01 mmol/L) 07.11.2016. I Strengselva 2 og 3 variert alkaliteten mellom henholdsvis 0.28 mmol/L og 0.07 mmol/L.

Tabell 5-10. pH og alkalinitet (mmol/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.

Dato	Strengselva 1		Strengselva 2		Strengselva 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
08.09.2016	6.3	0.02	6.9	0.19	6.8	0.09
10.10.2016	6.4	0.03	6.9	0.38	6.8	0.18
07.11.2016	6.3	0.01	6.5	0.29	6.4	0.28
20.12.2016	6.3	0.02	6.6	0.12	6.4	0.02
18.01.2017	6.5	0.03	6.3	0.05	6.4	0.07

5.2.6 Fargetall

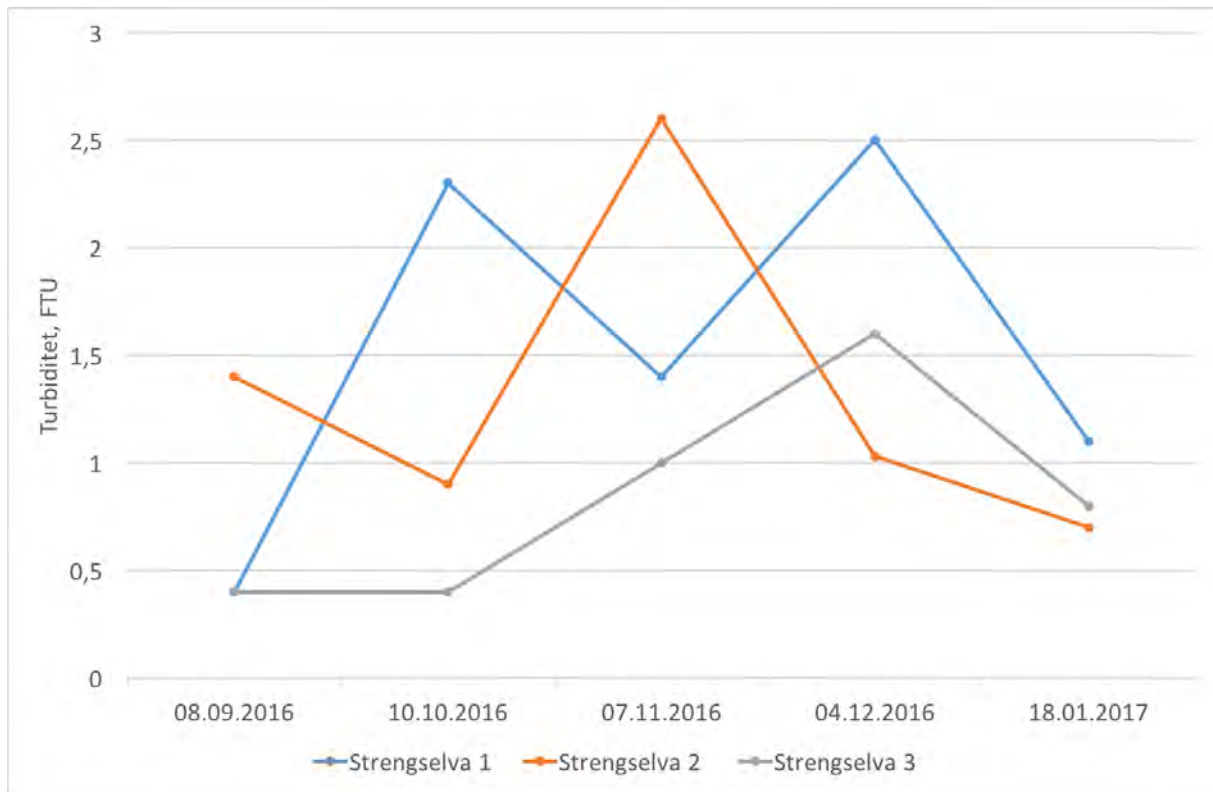
For alle målestasjonene i Strengselva var det en økning i fargetallet fra september 2016 til januar 2017 (fig. 5-9). Strengselva 1 viste det høyeste fargetallet av de tre stasjonene (79 mg Pt/L). Videre hadde Strengselva 1 det høyeste fargetallet (39 mg Pt/L) ved oppstart.



Figur 5-9. Fargetall (mg Pt/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.

5.2.7 Turbiditet

Den høyeste turbiditeten ble målt i Strengselva 2 (2.6 FTU) 07.11.2016 (fig. 5-10). Det var varierende partikkelinnhold gjennom hele perioden ved de tre målestasjonene. Alle målestasjonene hadde en nedgang i partikkelinnholdet fra desember 2016 til januar 2017.

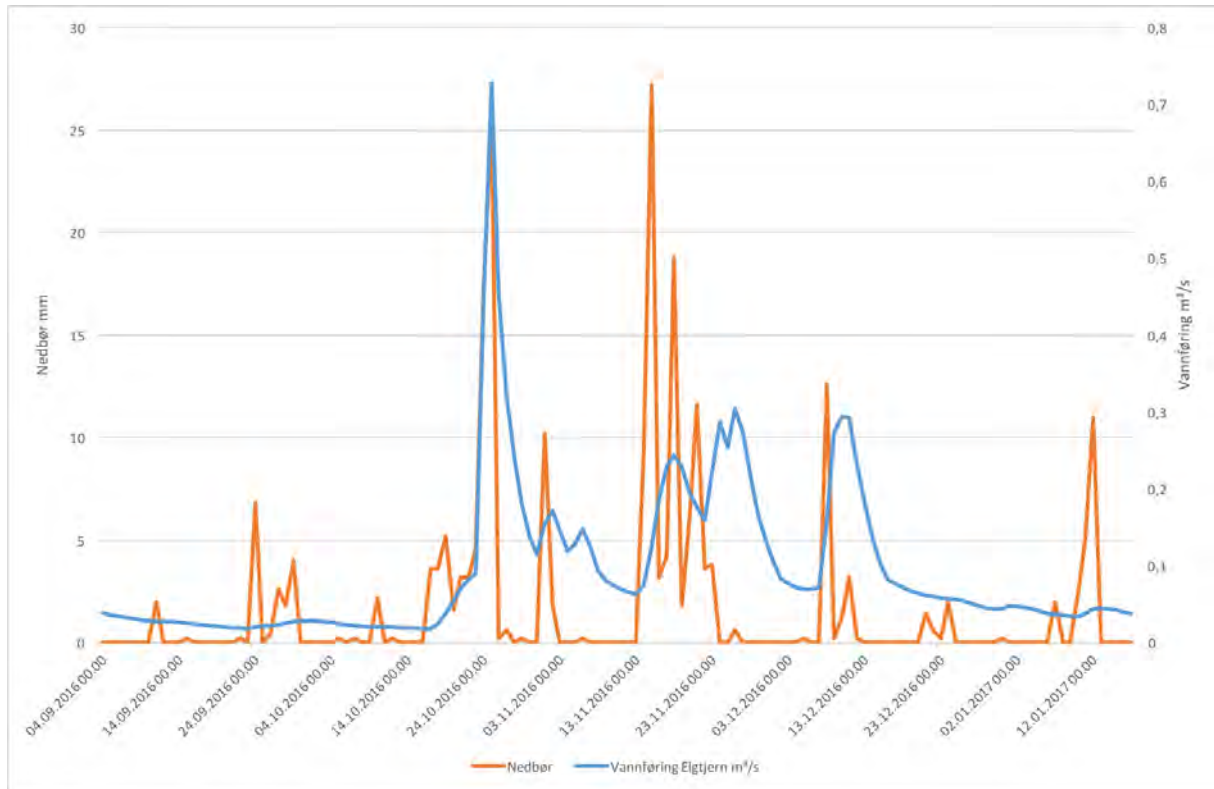


Figur 5-10. Turbiditet (FTU) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.

5.3 Damtjernbekken

5.3.1 Nedbør og vannføring

Økt nedbør førte til en økning i vannføring (fig. 5-11).



Figur 5-11 Nedbør (mm) per døgn (www.eklima.no) og vannføring i (m³/s) per døgn (NVE- målestasjoner med sanntidsvannstand) i Elgtjern i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017

5.3.2 Ledningsevne

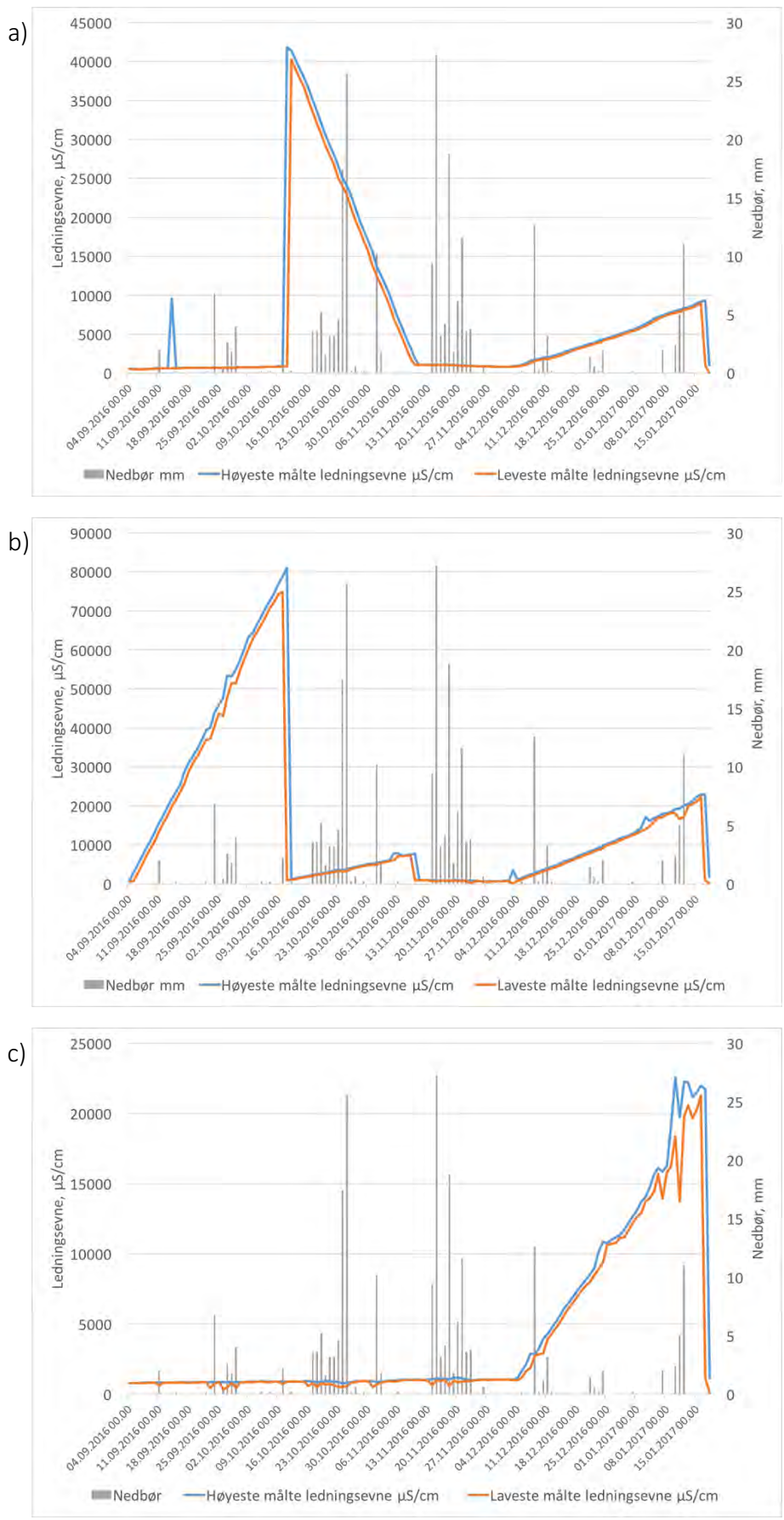
Den øverste målestasjonen, Damtjernbekken 1, hadde den høyeste målte ledningsevnen i oktober 2016 (42 889 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ledningsevnen gikk tilbake til samme verdier ($< 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) som før ekstremverdien etter en måned (fig. 5-12 a). Etter dette var ledningsevnen stabil frem til 11.12.2016. Deretter økte ledningsevnen til 9321.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved undersøkelsesens avslutning 17.01.2017.

Ledningsevnen i Damtjernbekken 2 økte i perioden september til oktober 2016, med en maksimumsverdi på 81 016 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 11.10.2016. Dette var den høyeste målte ledningsevnen i Damtjernbekken i hele undersøkelsesperioden. Den 12.10.2016 var ledningsevnen tilbake verdiene på samme nivå som før ekstremstusasjonen. Fra november og ut

undersøkelsesperioden økt ledningsevnen jevnt fra $\approx 800 \mu\text{S/cm}$ til $22894.5 \mu\text{S/cm}$ 16.01.2017. Det var særlig to perioder med mye nedbør. En i slutten av oktober og en i slutten av november. Disse ga ikke markant økning i ledningsevnen. Den laveste ledningsevnen ble målt 3.12.2016 til $7.6 \mu\text{S/cm}$. Damtjernbekken 3 viste ikke en tilsvarende økning i ledningsevnen i perioden september til oktober 2016, som forkommer ved de to øvrige målestasjonene. Fra 04.12.2016 steg ledningsevnen i Damtjernbekken 3 til den nådde sin maksimalverdi på $22\ 553.9 \mu\text{S/cm}$ 09.01.2017. Større forskjeller mellom høyeste (blå kurve) og laveste (oransje kurve) målte ledningsevne forekom i perioden 08.01.2017 til 17.01.2017. I perioden 04.09.2016 til 04.12.2016 var ledningsevnen svært stabil ved Damtjernbekken 3. Det var signifikante forskjeller ($p < 0.05$) mellom ledningsevnen på de tre stasjonene i Damtjernbekken (tab. 5-11).

Tabell 5-11. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Damtjernbekken 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.

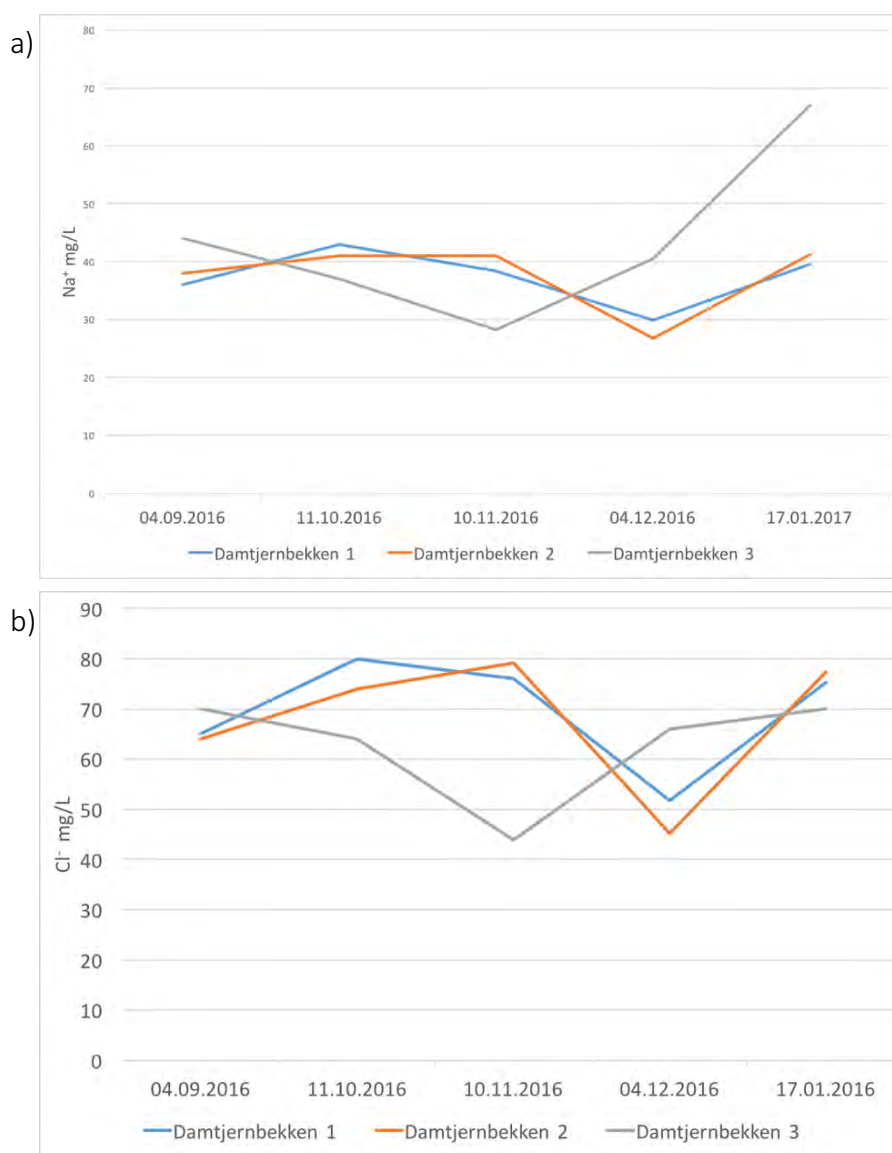
Damtjernbekken		
Målestasjon	p-verdi	f-verdi
Damtjernbekken 1 og 2 +3	6.84×10^{-12}	27.3
Damtjernbekken 1 og 2	6.76×10^{-6}	21.0
Damtjernbekken 1 og 3	0.0087	6.9
Damtjernbekken 2 og 3	6.23×10^{-10}	41.1



Figur 5-12 Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) og nedbør (mm) for Damtjernbekken 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.

5.3.3 Ionesammensetning

Damtjernbekken 3 hadde den høyeste snittverdien av Na^+ (43.3 mg/L) av de tre målestasjonene. Damtjernbekken 1 og 2 hadde like snittverdier av Na^+ (37.5 og 37.6 mg/L) (tab. 5-12). For Cl^- ble den høyeste gjennomsnittsverdien (69.5 mg/L) beregnet i Damtjernbekken 1. Natriumkonsentrasjonene økt kraftig (40.5 – 67 mg/L) i Damtjernbekken 3 fra desember 2016 til januar 2017 (fig. 5-13). Det var ikke signifikante forskjeller ($p < 0.05$) med hensyn på hverken Na^+ eller Cl^- ved Damtjernbekken 1 sammenlignet med Damtjernbekken 2 og 3 (gruppert). For natrium viste Kruskal Wallis test $p = 0.778$ og adjusted H = 0.501. For klorid viste samme statistiske test $p = 0.42$ og adjusted H = 1.72.



Figur 5-13. (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Damtjernbekken 04.09.2016 -17.01.2017.

Tabell 5-12. Ionesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.

	Damtjernbekken 1			Damtjernbekken 2			Damtjernbekken 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
NH ₄ ⁺ µg/L	1610	218	773.9	990	0	367	69	0	13.8
K ⁺ mg/L	3.0	2.0	2.4	3.0	1.6	2.5	4.0	0.5	3.2
Mg ²⁺ mg/L	6.0	4.0	4.7	5.0	4.0	4.9	10.4	2.7	8.1
Ca ²⁺ mg/L	78.0	55.5	181.4	71.5	47.1	64.0	78.0	27.0	61.6
Na ⁺ mg/L	39.6	29.9	37.5	41.2	26.8	37.6	67.0	28.2	43.3
Cl ⁻ mg/L	80.0	51.8	69.6	79.2	45.2	67.9	70.0	43.9	52.1
SO ₄ ²⁻ mg/L	36.0	26.0	30.5	32.8	19.1	27.4	24.7	0	18.1
NO ₃ ⁻ µg/L	1559	657	1145.6	1453	998	1148.1	2112	172.0	1279.1

5.3.4 Fe, Cu og Zn

Den høyeste konsentrasjonen av jern (82 µg/L) ble målt i Damtjernbekken 1 (tab. 5-14). Høyeste verdi av sink (14 µg/L) ble målt ved samme målestasjon. Damtjernbekken 3 hadde den høyeste konsentrasjonen av kobber (6 µg/L). Sammenligning av Damtjernbekken 1 og Damtjernbekken 2 og 3 (gruppert) viste ingen signifikante forskjeller ($p < 0.05$) med hensyn på konsentrasjonene av jern, sink og kobber (tab. 5-13).

Tabell 5-13. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Damtjernbekken 1 og Damtjernbekken 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test.. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.

Damtjernbekken			
	Jern	Sink	Kobber
Adjusted H	0.892	0.858	3.659
p-verdi	0.64	0.651	0.16

Tabell 5-14 Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 - 17.01.2017.

	Damtjernbekken 1			Damtjernbekken 2			Damtjernbekken 3		
	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt	Maks	Min	Snitt
Jern µg/L	82	0.0	24.06	52	0.0	15	23	0.0	16.4
Sink µg/L	14	2	7.2	11	0.8	5.0	11	1	5.8
Kobber µg/L	5	2	3.3	6	0.0	2.5	3	0.0	1.2

5.3.5 pH og alkalinitet

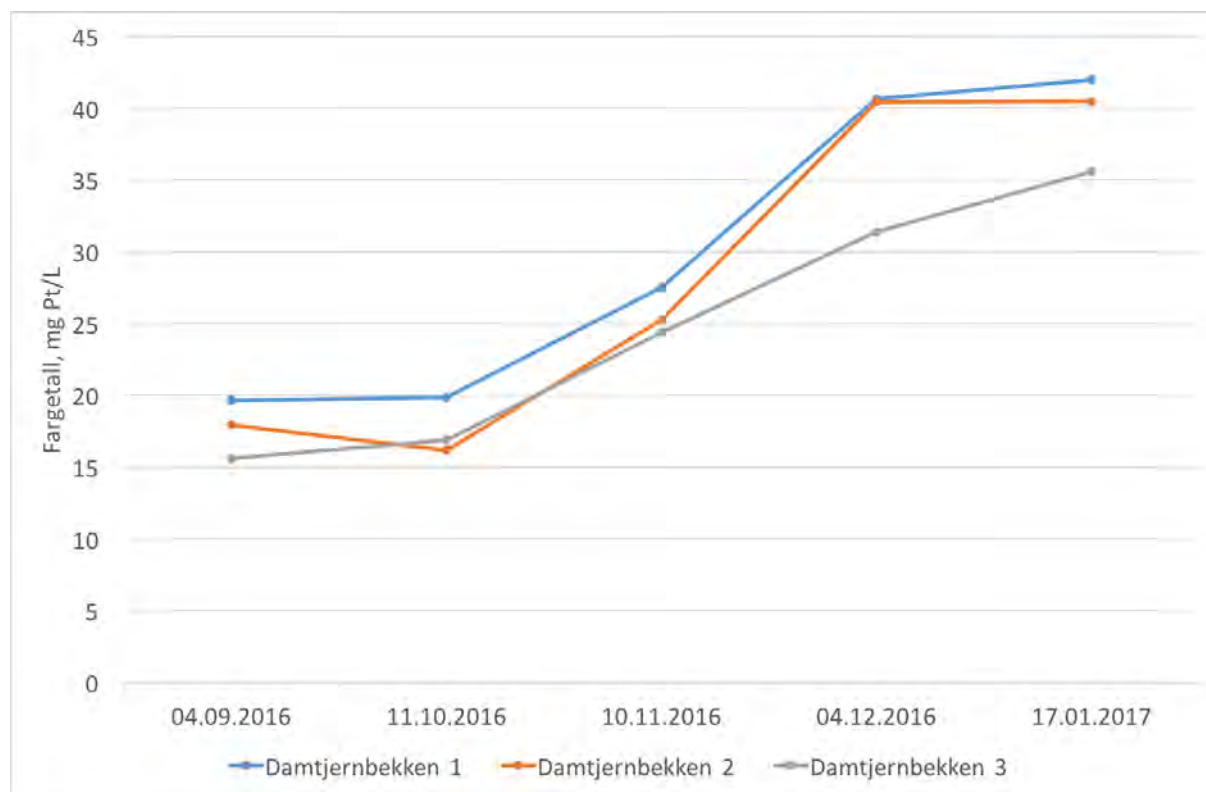
Ved Damtjernbekken 1 var høyest målte pH 7.9 (tab. 5-15). Ved Damtjernbekken 2 var laveste pH (7.9) 17.01.2017. De andre hadde alle pH 8.0 – 8.2. Av de tre målestasjonene var det Damtjernbekken 3 som hadde den høyeste alkaliteten (2.75 - 3.80 mmol/L) gjennom undersøkelsene. Ved Damtjernbekken 2 ble det målt pH 8.2 ved oppstart 04.09.2016, dette var høyest målte pH for hele Damtjernbekken.

Tabell 5-15. pH og alkalinitet (mmol/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.

Dato	Damtjernbekken 1		Damtjernbekken 2		Damtjernbekken 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
04.09.2016	7.9	2.66	8.2	2.56	7.9	3.80
11.10.2016	7.8	2.84	8.0	2.64	8.0	3.57
10.11.2016	7.7	3.96	8.1	2.79	8.0	3.29
04.12.2016	7.5	2.22	8.0	2.20	7.9	3.26
17.01.2017	7.6	2.39	7.9	2.40	7.8	2.75

5.3.6 Fargetall

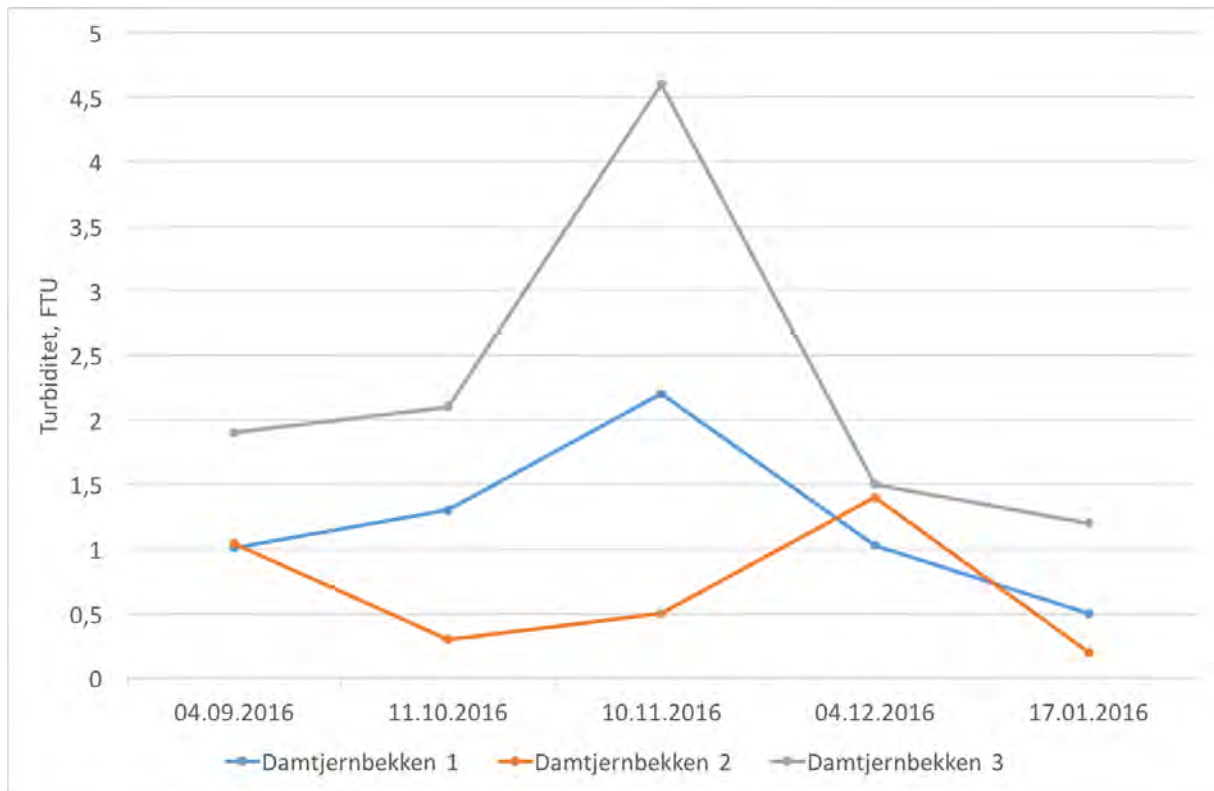
Alle de tre målestasjonene hadde en økning i fargetallet (15 – 20 mg Pt/L) fra september 2016 til januar 2017 (35-42 mg Pt/L) (fig. 5-14). Damtjernbekken 1 hadde det høyeste målte fargetallet med 42 mg Pt/L 17.01.2017.



Figur 5-14. Fargetall (mg Pt/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.2016 til 17.01.2017.

5.3.7 Turbiditet

Det høyeste partikkelinnholdet i Damtjernbekken (4.6 FTU) ble målt ved målestasjon 2, i november 2016. I desember samme år falt denne til 1.5 FTU (figur 5-15). Damtjernbekken 1 hadde en økning i turbiditeten fra september til november (1 – 2.2 FTU), januar 2017 var partikkelinnholdet 0.5 FTU.



Figur 5-15. Turbiditet (FTU) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.

6. Diskusjon

6.1 Svorteelva

Det var positivt samsvar mellom økt nedbør og økt vannføring i Omnefoss og ved Tuddal værstasjon. Dette er vesentlig, da økt vannføring kan relateres til nedbør som kan indikere at nedbøren fører til økt avrenning fra saltet vei ned i den undersøkte elva. Svorteelva var logget i et transekt med en referansestasjon, og to loggerne ved den saltede veien. Ved referansestasjonen økte ledningsevnen fra november 2016 og ut undersøkelsen. Den høyeste målte ledningsevnen ble målt til 281 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Til tross for at ledningsevnen økte fra november, var det ingen økning i konsentrasjonene til Na^+ og Cl^- . Gjennomsnittsverdien til Na^+ i perioden september 2016 til januar 2017 var 0.8 mg/L. De høyeste og laveste målte konsentrasjonene var henholdsvis 0.9 og 0.7 mg/L. For Cl^- var det tilsvarende, med en gjennomsnittsverdi på 0.9 mg/L, og høyeste og laveste målte konsentrasjon på henholdsvis 1.3 og 0.7 mg/L. Gjennomsnittsverdiene av Na^+ og Cl^- stemmer godt overens med medianverdier for upåvirkta ferskvann på Østlandet (0.7 mg/L Na^+ 0.8 mg/L og Cl^-) (Økland og Økland 2006). Siden veisaltet som blir brukt i Norge er NaCl (Vaa og Sakshaug 2007), er det sannsynlig at den økte ledningsevnen i referansestasjonen skyldes andre ioner enn dem som kommer fra veisaltingen.

Det var vesentlig høyere konsentrasjoner av Na^+ og Cl^- i henholdsvis Svorte 2 og 3, sammenlignet med referansestasjonen Svorte 1 (tab. 5-7). De statistiske testene viste signifikans ($p = 0.008$) med hensyn på Na^+ og Cl^- mellom referansestasjonen og Svorte 2 og 3. For de andre ionene var det liten forskjell i gjennomsnittsverdier mellom referansestasjonen og de øvrige målestasjonene. Konsentrasjonene av natrium og klorid var høyere på målestasjonene knyttet til saltet vei. Det var i tillegg en økning i ionekonsentrasjonen fra november og ut undersøkelsesperioden. Ved referansestasjonen var det ingen økning av hverken natrium eller klorid under undersøkelsen. Økningen som forekom ved de to andre målestasjonene sammenfaller med perioden hvor det forventes at veisaltingen startet. I det ledningsevnen ved de to nederste loggerne økte, økte også konsentrasjonene av natrium og klorid. De høyeste verdiene av ledningsevne sammenfaller med store nedbørsmengder. Dette kan tyde på at veisaltet ligger i veibanen etter at det har blitt tilført veien og at store nedbørsmengder vasker saltet ned i elva. De høyeste ledningsevneverdiene i Svorteelva ble målt ved Svorte 2. Videre bør det nevnes at ledningsevnetoppene ved de forskjellige

målestasjonene inntraff på samme tidspunkt, 29.12.2016 hadde samtlige målestasjoner i Svorteelva en topp i ledningsevne. Fra litteraturen er det kjent at ionesammensetningen i nedbør kan variere fra sted til sted, og at det ofte er en korrelasjon mellom kloridkonsentrasjonene i nedbøren, og avstand fra hav (Root m.fl 2004). Det er også kjent at erosjon og forvitring av berggrunn og jordsmonn kan ha et stort bidrag på ionesammensetningen i elver (Sarin m.fl 1989). Trolig skyldes økningen i ledningsevne i referansestasjonen ionesammensetningen i nedbøren. Dette vil også ha innvirkning på ledningsevnen ved de to øvrige målestasjonene, men bidraget fra veisalt er trolig større da konsentrasjonen av natriumklorid i avsningsløsningen kan være på 23 % (Vaa og Sakshaug 2007). Samtidig bør det nevnes at økningen i ledningsevnen knyttet til nedbør ikke bare skyldes at veisaltet har akkumulert på veien før det har blitt vasket ut. Som Vaa og Sakshaug (2007) skriver i sin kunnskapsoversikt for veisaltet, blir det ofte saltet i etterkant av nedbør hvis temperaturen er omkring frysepunktet. Derfor vil både ionesammensetningen i regnvann, kombinert med salting bidra til økt ledningsevne i loggerne som ligger knyttet til saltet vei.

At ledningsevnen generelt var høyere ved Svorte 2 enn målestasjon 3, kan skyldes flere faktorer. Selv om Svorte 3 er lenger ned i vassdraget enn Svorte 2, kan det være flere sidebekker og tilsig fra upåvirket områder som bidrar til en fortykning av den saltpåvirka resipienten. Videre skal det nevnes at avstanden fra vei til elv er større ved Svorte 3 enn Svorte 2. Dette kan derfor ha bidratt til lavere ledningsevne i Svorte 3 beliggende lengst ned i vassdraget. Elva er også bredere ved den nederste målestasjonen, og som Tjøstheim (2011) påpeker, vil mindre elver med lavere vannføring være mer utsatt for forurensing. Det ble også registrert lavere klorid og natriumkonsentrasjon i Svorte 3 sammenlignet med Svorte 2, noe som underbygger at det er forskjeller i ledningsevnen. Til tross for dette, er det en signifikant forskjell mellom Svorte 2 og 3 samlet, og referansestasjon (3.35×10^{-19}) med hensyn på ledningsevne. Det var også en signifikant forskjell mellom Svorte 2 og 3 (1.28×10^{-6}), for Svorte 3 og 1 var det også en signifikant forskjell i ledningsevnen (6.33×10^{-5}). Til tross for at ledningsevnen og konsentrasjonene av natrium og klorid var lavere ved Svorte 3 kontra Svorte 2, var den en klar signifikant forskjell mellom målestasjonene. Veisalt kan være en faktor som bidrar til denne forskjellen.

I 2016 utarbeidet Miljødirektoratet (heretter MD) en revidert utgave av grenseverdier for klassifisering av tungmetaller i ferskvann, sediment og biota. Rapporten inneholder miljøkvalitetsstandarer og tilstandsklasser for tungmetaller (Veileder M-608 2016). Ved de tre målestasjonene i Svorte var det referansestasjonen som hadde den høyeste gjennomsnittsverdien av sink, 3.3 µg/L. Dette klassifiseres til tilstandsklasse I, og regnes som bakgrunnsnivå i norske ferskvann (herunder innsjø og elver). Ved samme målestasjon var den høyeste målte verdien 12.1 µg/L, dette vil klassifiseres som tilstandsklasse II (god). Og ingen toksiske effekter. For Svorte 3 klassifiseres selv den høyeste målte konsentrasjonen (10.3 µg/L) til tilstandsklasse I. Basert på grenseverdiene i rapporten til MD, kan det ikke påregnes toksiske effekter av sink ved noen av målestasjonene i Svorteelva (Veiler M-608 2016).

Den høyeste kobberkonsentrasjonen målt i Svorteelva (4.4 µg/L) ble målt ved Svorte 2, og klassifiseres til tilstandsklasse I. Alle målte kobberkonsentrasjonene er å regne som bakgrunnsverdier (Veiler M-608 2016). Toksisiteten og en eventuell forringelse av biologiske forhold, herunder fisk og mikroorganismer avhenger av hardheten på vannet. Skadeintervallet for bløtt vann er satt til 1-5 µg/L i vann med en hardhet på 50 mg CaCO₃/L. Høyt innhold av humus kan nedsette giftigheten til kobber (Rosten m.fl 2004). Toksisiteten kan derfor ikke vurderes bare av metallkonsentrasjonen alene. For jern ble den høyeste gjennomsnittsverdien (69.2 µg/L) beregnet i Svorte 3. Samme sted var maksimalverdien 103.7 µg/L, hvorav dette var den høyeste jernkonsentrasjonen målt i hele vassdraget. Gjennomsnittsverdien i referansestasjonen tilfaller tilstandsklasse I "svært god", snitt-konsentrasjonene i Svorte 2 (56.8 µg/L) og Svorte 3 (69.2 µg/L) svarer til tilstandsklasse II "god" i klassifiseringssystemet til SFT 97:04 (1997) For jern er det mest sentralt å benytte maksimumsverdien, denne svarer til tilstandsklasse "mindre god". Den biologiske giftigheten av jern avhenger av hvor mye av jernet som er biologisk tilgjengelig, og undersøkelser viser at toksisiteten reduseres med økte humuskonsentrasjoner (Rosten m.fl 2004). Fra litteraturen, for eksempel Vuori (1995), er det godt dokumentert både direkte og indirekte effekter av høye jernkonsentrasjoner på mikroorganismer og fisk, særlig i humusfattige elver hvor Fe²⁺ lett oksideres til Fe³⁺. I denne studien var årsaken til høy jernkonsentrasjon gruvedrift og industri, men det er også påvist høye jernkonsentrasjoner i resipienter påvirket av trafikkforurensing i Norge (Vuori 1995; Værøy og Saunes 2016). Det ble ikke påvist økning i konsentrasjonene til henholdsvis jern, kobber og sink

i Svorteelva i perioden september 2016 til januar 2017. Det var ingen signifikante forskjeller mellom referansestasjonen og Svorte 2 og 3 med hensyn på verken jern, sink og kobber.

Ved referansestasjonen var alle målte pH-verdier i intervallet pH 6.8 – 7.3. Svorteelva typifiseres som en middels kalkfattig, klar elv. Elven er uten laks, og elvetypen har referanseverdi pH 7.0. Samtlige målinger i referansestasjonen tilfaller tilstandsklasse "svært god" (pH 7.3 – 6.6) (veileder 02:2013). Det er ingen tegn til forsuring ved referansestasjonen, høyest målte pH (7.3) sammenfaller med den høyeste målte alkaliniteten (0.36 mmol/L) i Svorte 1 18.12.2016. Det var ellers liten variasjon i pH, (pH 6.8 og 6.9). Det ble målt høyere pH i Svorte 2, sammenlignet med referansestasjonen. Ved Svorte 2 var alle pH verdier i intervallet pH 7.1 – 7.3 Dette tilsvarer tilstandsklasse "svært god" og viser ingen tegn til forsuring. pH 7.3 ble målt 02.11.2016 og var den høyeste pH ved Svorte 2. Samtidig var alkaliteten målt til 0.26 mmol/L. Ved Svorte 3 varierte pH mellom 6.3 og 7.5. Lavest pH (6.3) ble målt ved Svorte 3 18.12.2016. Dette tilsvarer tilstandsklasse II "god" (pH 6.6 -5.9). Dette skiller seg fra de andre målingene ved samme sted, som alle klassifiseres til "svært god". Den laveste verdien (pH 6.3) ved Svorte 3 sammenfaller med den høyeste målte i referansestasjonen (pH 7.3). pH 7.5 ved Svorte 3 er den høyeste målte pH-en for hele Svorteelva. pH 6.3 ved Svorte 3 skiller seg kraftig fra de andre målingene i Svorte. Det ble ikke målt tilsvarende lav pH ved de andre målestasjonene. En analysefeil kan være en mulig forklaring på det store avviket. Det var ingen tegn til forsuring i resipienten. Det ble heller ikke målt lavere pH ved slutten av undersøkelsen hvor saltingen pågikk. Økt konsentrasjon av natriumklorid ser ikke ut til å ha bidratt til forsuring, slik det er dokumentert i tidligere forskningsarbeid (Hindar m.fl 1995; Garmo og Skancke 2012)

Alkaliteten i Svorte 1 varierte mellom 0.20 – 0.35 mmol/L, med et snitt på 0.28 mmol/L gjennom hele undersøkelsen. For Svorte 2 var gjennomsnittet for alkalitet 0.28 mmol/L, og den varierte mellom 0.23 – 0.36 mmol/L. I Svorte 3 variert alkaliteten mellom 0.17 – 0.23 mmol/L ved alle prøvetakninger. Samtlige målinger i Svorteelva tilsier tilstandsklasse "svært god" i klassifiseringsveilederen. Svorte 1 hadde lavere alkalinitet (0.30 mmol/L) ved oppstart av undersøkelsen, enn ved avslutningen (0.34 mmol/L). Dette var ikke tilfellet med Svorte 2 og 3.

Fargetallet er godt korrelert med TOC og humusinnholdet i vann (Wright m.fl 2011). Fra september til november 2016 var det en økning i farge og humusinnholdet i Svorteelva ved

samtlige målestasjoner. Det høyeste fargetallet i Svorte 1 og 2 ble målt til 61 og 62 mg Pt/l. Ved oppstart var fargetallet lavere i referansestasjonen 43 mg Pt/l, dette var det laveste fargetallet i Svorteelva. Det høyeste fargetallet for hele vassdraget (73 mg Pt/l) ble målt i Svorte 3. Naturtilstanden til forskjellige vanntyper, i tillegg vil vannfargen og humusinnholdet være sterkt knyttet opp mot avrenning til resipienten. Vannstand og konsentrasjon av vann kan endre seg fort, noe som vil påvirke fargetallsresultatet. Avrenningen utover høsten kan ha vært stor, noe som kan ha en innvirkning på fargetall i vassdrag (Bergan og Arnekleiv 2009).

Partikkelinnholdet i Svorteelva var lavt, alle målinger i september og oktober tilsvarte tilstandsklasse I "meget god" (SFT 97:04) og med unntak av en måling (1.3 FTU), var samtlige målinger i Svorteelva under 0.8 FTU. Referansestasjonen var den eneste som hadde en jevn økning i partikkelinnholdet gjennom undersøkelsen, hvor målingene i desember og januar svarte til tilstandsklasse II "god". I likhet med fargetallet, vil turbiditeten avhenge av tilførselen av vann. Siden partikkelinnholdet, suspenderte og løste stoffer er sterkt avhengig av klimatiske forhold, kan nedbør og nedbørsfeltets egenskaper føre til at partikkelinnholdet varierer gjennom året (Løvik 1979). Dette vises ved Svorte 2, hvor målingen varierte fra 1.3 FTU til 0.2 FTU i perioden desember 2016 – januar 2017.

6.2 Strengselva

Vannføring i Lundevann og nedbøren ved Gjerstad værstasjon samvarierte godt i undersøkelsesperioden. Vannføring var på sitt høyeste i perioden 17- 24.11 2016, samtidig inntraff de største nedbørsmengdene registrert i undersøkelsen. Figur 5-6 indikerer at vannføringen økte raskt i etterkant av store nedbørsmengder. Som godt dokumentert i litteraturen, vil økning i vannføring i en elv i første omgang skyldes avrenning fra nedbør og smeltevann. Videre vil faktorer som permabilitet, topografi, fall og metning avgjøre hvor mye vannføringen øker i forhold til tilførselen av vann. I dette tilfellet nedbør (Dalen m.fl 2016).

Med 643 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ble den høyeste ledningsevnen målt i referansestasjonen, Strengselva 1. Videre var utviklingen til de to øvrige målestasjonene Strengselva 2 og 3 lik. De hadde begge en jevn økning i ledningsevne fra starten av undersøkelsen til 20.10.2016. På dette tidspunktet nådde begge målestasjonene sin høyeste ledningsevne (237 og 329 $\mu\text{S}/\text{cm}$) for hele undersøkelsen. For målestasjonen tilknyttet saltet vei, ble den høyeste verdien målt i Strengselva 3. Deretter ga økt nedbør økt ledningsevne. Den forhøyede ledningsevnen ga topper som skilte seg ut fra de andre målingene. Disse forekom på samme tidspunkt ved både Strengselva 2 og Strengselva 3. Ved begge disse målestasjonene var ledningsevnen stabil ved lavere verdier. Referansestasjonen fikk ingen markant økning i ledningsevnen før 10.11.2016. Etter dette nådde ledningsevnen flere høye verdier. Riktignok falt ledningsevnen kjapt etter de høye målingene. I likhet med Svorteelva ble det også registrert økning i ledningsevne ved referansestasjonen i Strengselva. Tilsvarende Svorteelva var konsentrasjonene av Na^+ og Cl^- lavere ved referansestasjonen enn de var ved de øvrige målestasjonene. Dette må bety at årsaken til oppgangen i ledningsevnen ved referansestasjonen må skyldes andre ioner enn de som kommer fra veisalt. Ved referansestasjonen var snittkonsentrasjonen av Na^+ 1.8 mg/L. For Cl^- var snittkonsentrasjonen 2.6 mg/L. For Na^+ er dette 0.8 mg/L mer enn det som er medianverdier for Na^+ på Sørlandet. Medianverdien for Cl^- på Sørlandet er 1.6 mg/L (Økland og Økland 2006). Konsentrasjonen i referansestasjonen var høyere enn normalt for området. Gjennomsnittet av de samme ionene i Strengselva 2, var henholdsvis 4.4 mg/L og 7.0 mg/L. Det var tilsvarende mengder av Na^+ og Cl^- i Strengselva 3. Det var statistisk signifikans med hensyn på Na^+ ($P = 0.031$) mellom referansestasjonen og Strengselva 2 og 3. Det var ikke signifikans med hensyn på Cl^- samme sted ($p = 0.067$). I Strengselva viste alle målestasjonene lavest

ledningsevne 10.10.2016. For så å øke utover i undersøkelsesperioden. Det var kraftig nedbør og kuldegrader i perioden før feltdagen 07.11.2016. noe som kan bety at det har blitt saltet i forkant av prøvetakningen. Dette kan være årsaken til økningen av Na^+ og Cl^- i denne perioden. Det var en statistisk signifikant forskjell mellom referansestasjonen og Strengselva 2 ($p = 3.58 \times 10^{-6}$), der gjennomsnittlig ledningsevne var høyere ved referansestasjonen, sammenlignet med Strengselva 2. Det var også en signifikant forskjell mellom målestasjon 2 og 3 (1.39×10^{-12}) med hensyn på ledningsevne.

Den høyeste kobberkonsentrasjonen ($9.0 \mu\text{g/L}$) ble målt i Strengselva 2. Denne målestasjonen hadde også det høyeste gjennomsnittet ($5.0 \mu\text{g/L}$) av kobber. Dette var over tre ganger så høyt som gjennomsnitt i referansestasjonen ($1.5 \mu\text{g/L}$). Det laveste gjennomsnittet av kobber ble beregnet i Strengselva 3 ($1.2 \mu\text{g/L}$). Samtlige målinger og gjennomsnitt av kobber svarte til tilstandsklasse I, som betyr at det ikke er fare for skade på biologisk materiale (veileder M-608 2016). Strengselva 2 viste en økning av jernkonsentrasjonene fra oppstart i september 2016 til avslutning av undersøkelsen i januar 2017. Dette var ikke tilfellet ved de andre målestasjonene. Maksimumskonsentrasjonen av jern var høyest i Strengselva 1 ($183 \mu\text{g/L}$), dette svarer til tilstandsklasse "mindre god" (SFT:97). De to øvrige maksimumskonsentrasjonene av jern ($181 \mu\text{g/L}$ i Strengselva 1 og $179 \mu\text{g/L}$ i Strengselva 2) gir samme tilstandsklasse. Forhøyede jernkonsentrasjoner er som kjent ikke bra for levende organismer i elver, og som beskrevet kan jern knyttes opp mot veiforurensing (Eriksen m.fl 2015). Strengselva 2 var den målestasjonen hvor både jern, kobber og sink hadde de høyeste snittkonsentrasjonen. Tungmetallet sink hadde en snittverdi på $8 \mu\text{g/L}$. Dette er medfører tilstandsklasse I og konsentrasjonen gir ikke nevneverdig skade på biologi (Veileder M-608 2016). Snittverdien av sink var over dobbelt så høyt i Strengselva 2, sammenlignet med Strengselva 3 ($3.3 \mu\text{g/L}$). Gjennomsnittsverdien i Strengselva 3 var den laveste for sink, da referansestasjonen hadde en snittverdi på $7.4 \mu\text{g/L}$. Tross variasjonen mellom målestasjonene, var ingen verdier høyere enn det som er forventet som bakgrunnsverdi (Veileder M-608 2016). Det var ingen statistisk signifikans mellom referansestasjonen og Strengselva 2 og 3 med hensyn på konsentrasjoner av jern, sink og kobber.

Utviklingen i pH viste synkende pH i Strengselva 2 og 3 i undersøkelsesperioden. Ved Strengselva 2 ble det målt pH 6.9 ved oppstart i september 2016, som sank til pH 6.3 ved avslutningen av undersøkelsen i januar 2017. Tilsvarende ble det målt pH 6.8 ved oppstart i Strengselva 3, og pH 6.4 ved avslutningen i januar 2017. Riktignok var nedgangen størst i Strengselva 2, med -0.6 pH-enhet. Samtidig med dette, økte ledningsevnen ved de nevnte målestasjonene. En nedgang i pH som følge av økte konsentrasjoner av natriumklorid er godt dokumentert i blant annet Hindar m.fl (1995). I Strengselva ga selv de laveste pH verdiene tilstansklasse "god" (veileder 02:2013). Nedgangen i pH forekom ved begge målestasjoner knyttet til saltet vei, og ikke i referansestasjonen. Det kan være store variasjoner i pH i en elv under året. Elva Dåsåni hadde regelmessig årsvariasjon i pH, med en økende pH fra mars/april og gjennom vår og sommermånedene. Dette var etterfulgt av en nedgang i pH fra september, slik det ble observert i Strengselva (Haraldstad m.fl 2012). Ved referansestasjonen var det en økning i pH fra oppstart av undersøkelsen, til avslutningen (pH 6.3 – 6.5). Samtidig var det en økning i alkalinitet (0.02 – 0.04 mmol/L). Ved de øvrige målestasjonene var det redusert alkalinitet i takt med nedgang i pH. Strengselva 2 hadde en variasjon i alkalitet (0.38 – 0.05 mmol/L) og Strengselva 3 hadde en variasjon fra 0.28 – 0.02 mmol/L. Alkaliteten ved avslutningen av undersøkelsen klassifiseres som "mindre god" i Strengselva 1 og 2. Strengselva 1 klassifiseres som "dårlig" (veileder 02:2013).

Fargetallet økte ved samtlige målestasjoner i Strengselva og gjennom undersøkelsen var det også en økende vannstand. Dette kan ha bidratt til at fargetallet har økt. Alle målingene tilsier at elva er humøs, da samtlige analyseresultat ligger i intervallet 30 – 80 mg Pt/L. Partikkelinnholdet i Strengselva var varierende gjennom hele undersøkelsen. Alle stasjoner sett under ett, viser en spredning mellom 0.4 – 2.6 FTU. Ingen av målestasjonene viste en klar oppgang i turbiditeten. Varierende vannstand og avrenning vil være faktorer som påvirker turbiditeten. Interessant er det at det høye partikkelinnholdet i referansestasjonen sammenfalt med de lave målingene i Strengselva 2. Forklaringen kan ligge i variasjoner i nedbørsfeltets sammensetning og befatning.

6.3 Damtjernbekken

Dataene fra Elgtjern, i nærheten av Damtjernbekken viste høyere vannføring i slutten av undersøkelsen enn ved oppstart. Samtidig viste dataene at økt nedbør ga utslag i økt vannføring. Den største vannføring kom mot slutten av oktober ($0.75 \text{ m}^3/\text{s}$) dette sammentraff med kraftig nedbør ($> 20 \text{ mm}$). Damtjernbekken 1, den øverste målestasjonen i transektet hadde den høyeste loggede ledningsevnen målt til $42\,889 \mu\text{S}/\text{cm}$ 09.10.2016. Før denne voldsomme økningen var ledningsevnen stabilt rundt $800 \mu\text{S}/\text{cm}$. Det kan være flere bakenforliggende faktorer for den kraftige økningen i ledningsevnen. Målestasjonen er som kjent plassert i utløpet til Damtjern, et vann som tidligere har vært i SVV sitt søkelys som en innsjø med mulig veiforurensing. Det har blitt dokumentert kjemoklin ved 7 meters dyp, anoksisk bunnvann i tillegg til svært høye konsentrasjoner av klorid i både toppvannet ($36 \text{ mg}/\text{L}$) og bunnvannet ($110 \text{ mg}/\text{L}$). Innsjøen er påvirket av forurenset avrenning, som har ført til at den har utviklet saltindusert oksygensvinn (Værøy og Saunes 2016). Trolig kan den forhøyede ledningsevnen forklares av en høstsirkulasjon, hvor mer ionerikt vann er blitt sirkulert opp, og rent ut i bekken. En rekke forhold avgjør når en høstsirkulasjon inntreffer, men temperatur og vind er avgjørende faktorer (Kalff 2002). Fra september til oktober 2016 økte Cl^- konsentrasjonen ved samme sted fra $65 \text{ mg}/\text{L}$ til $80 \text{ mg}/\text{L}$. Etter omlag en måned var ledningsevnen tilbake til "bakgrunnsverdien" den hadde før den økningen.

Målestasjonen nedenfor tunnelåpning på E18 viste en markant økning av ledningsevne fra september til oktober 2016, etterfulgt av en kraftig reduksjon i ioneinnhold. Den høyeste målt ledningsevnen ($81\,016 \mu\text{S}/\text{cm}$) ble målt på samme tidspunkt her, som ved Damtjernbekken 1 ($42\,889 \mu\text{S}/\text{cm}$). Ledningsevnen var gjennom hele undersøkelsen signifikant høyere ($p = 6.76 \times 10^{-6}$) ved Damtjernbekken 2 sammenlignet med Damtjernbekken 1. Snittverdiene til Na^+ var omtrent like ved Damtjernbekken 1 og 2 (37.5 og $37.6 \text{ mg}/\text{L}$). Det samme gjaldt for Cl^- hvor konsentrasjonene var henholdsvis 69.6 og $67.9 \text{ mg}/\text{L}$. Konsentrasjonene av natrium og klorid var langt over det som er medianverdier på Østlandet (Na^+ ; $0.7 \text{ mg}/\text{L}$ og Cl^- ; $0.8 \text{ mg}/\text{L}$) (Økland og Økland 2006).

Ved den nederste loggeren i Damtjernbekken 3 var målingene frem til 04.12.2016 på omlag 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Etter dette var det en markant økning i ledningsevnen frem til den nådde sitt maksimum på 22 533 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dette skjedde etter en nedbørsperiode i starten av januar 2017. Et tilsvarende mønster forekommer ved de to øvrige målestasjonene. Samtlige målestasjoner hadde en økning i ledningsevnen omkring 04.12.2016. Økningen var størst ved den nederste målestasjonen. Den nederste målestasjonen lå lengst ned i vassdraget, og fikk dermed det største bidraget av avrenningsvann fra veien. Her ble også de høyeste Na^+ konsentrasjonene målt (snitt 43.3 mg/L). Snittet av Cl^- var 52.1 mg/L, som var det laveste snittet for hele vassdraget. Det var ingen signifikante forskjeller mellom referansestasjonen og Damtjernbekken 2 og 3 med hensyn på Na^+ og Cl^- .

Damtjernbekken 1 hadde de høyeste maksimumkonsentrasjonene av jern og sink (82 $\mu\text{g}/\text{L}$ og 14 $\mu\text{g}/\text{L}$). Snittverdien til jern ved Damtjernbekken 1 var ingen høy verdi, og svarte til klassegrensen "svært god" (SFT:97). Det er derfor ingen grunn til å frykte at konsentrasjonene av jern skal forringe vannkvaliteten i elva. Til tross for at maksimumkonsentrasjonen til sink også her var høyest (14 $\mu\text{g}/\text{L}$), svarer også dette tilstandsklasse I. Dette gir ingen negative effekter for økosystemet (M 604 2016). Maksimumverdien av kobber (6 $\mu\text{g}/\text{l}$) svarer til tilstandsklasse V. Ved denne tilstandsklassen kan det forventes omfattende toksiske effekter av kobber (M 604 2016). Gjennomsnittskonsentrasjonen ved samme målestasjon ble beregnet til 3 $\mu\text{g}/\text{l}$, noe som tilsier tilstandsklasse I, uten toksiske effekter. Ved de andre målestasjonene er det Damtjernbekken 3 som har de nest høyeste snittverdiene, med henholdsvis 16.4 $\mu\text{g}/\text{L}$ jern og 5.8 $\mu\text{g}/\text{L}$ sink. Damtjernbekken 2 hadde nest høyest snittverdi av kobber, med 2.5 $\mu\text{g}/\text{L}$. Det er kjent at Damtjern, hovedkilden til Damtjernbekken er sterkt forurenset. Dette kan trolig være årsaken til at de høyeste konsentrasjonene finnes nettopp her. Målingene ble tatt rett ved utløpet til innsjøen, dermed var det ingen fortykning med upåvirket vann fra andre kilder. En fortykningseffekt fra nedbørsfelt og sidebekker kan være forklaringen på at verdiene avtar nedover i bekken. Det var ingen signifikans mellom referansestasjonen og Damtjernbekken 2 og 3 med hensyn på jern, sink og kobber.

Damtjernbekken 1 og 2 viste synkende pH gjennom undersøkelsen. I Damtjernbekken 1, var det en nedgang i pH fra 7.9 – 7.6 fra september 2016 til januar 2017. I Damtjernbekken 2 var

nedgangen fra pH 8.2 – 7.9 for samme periode. De høyeste pH-verdiene ble målt i Damtjernbekken 2, med den høyeste målte pH 8.2. Ved begge disse målestasjonene var det en økning av Na^+ og Cl^- i perioden september – oktober. Samtidig var det variasjon i pH i Damtjernbekken 1 (7.8 – 7.9) og pH 8.2 – 7.9 ved Damtjernbekken 2. Det er kjent at natrium og klorid kan bidra til reduksjon i pH (Hindar m.fl 1995), samtidig er det også kjent at pH endrer seg raskt i elver. Vannplanter og algers fotosyntese og respirasjon produserer oksygen og forbruker CO_2 som på sin side vil påvirke pH-målingene (Leikanger m fl 2017). Det var ingen klar reduksjon i pH for Damtjernbekken 3 i undersøkelsesperioden slik det var de to øvrige stasjonene. Derimot var det en nedgang i alkalinitet, fra 3.80 mmol/L til 2.75 mmol/L. Nedgang blir vurdert til å ikke forringe vannkvaliteten nevneverdig, da alle alkalinitetsverdiene er høye basert på de utarbeidede klassegrensene (veileder 02:2013).

Samtlige elver hadde en økning i fargetallet gjennom undersøkelsen. Fra september til november 2016 var alle å regne som klare vannforekomster, hvor alle målingene var mellom 10 – 30 mg Pt/L. De to siste månedene ble alle målingene typifisert til humøse, med en farge mellom 30 – 90 mg Pt/L. Mengden humus i vann avtar lenger ned i et vassdrag, og det er relativt mye humus i skandinaviske vassdrag (Lofgren 2001; Gjessing 2014). Ved høyt humusinnhold dannes det også komplekse bindinger for tungmetaller og andre toksiske stoffer og på den måten reduseres giftigheten av disse (Borgstrøm og Hansen 2000). Det høyeste partikkelinnholdet (4.5 FTU) i Damtjernbekken ble målt ved den nederste målestasjonen. Her besto elvebunnen hovedsakelig av leire og fin sand. Dette kan være forklaringen på hvorfor de høyeste målingene ble målt nettopp her. Høy turbiditet vil avhenge av erosjonsmateriale i en elv (Solheim m.fl 2008), og over tid kan høy turbiditet føre til nedslamming av bunnsubstrat, og redusert lysinnstråling. På sikt kan dette forringe vannkvalitet og økologi i elva (Eriksen m.fl 2015). Ved Damtjernbekken 3 var det kun en måling på 4.5 FTU i november, ellers var samtlige målinger for Damtjernbekken under 2.5 FTU. I SFT:97 klassifiseringsveileder for fysisk-kjemiske parametre vil alle målinger under 0.5 FTU tilsvare tilstandsklasse "meget god". Målingene i Damtjernbekken 2 for oktober, november og januar tilfaller i denne klassen. De øvrige målingene ved Damtjernbekken tilsvare klasse "god". Ved Damtjernbekken 3 var alle turbiditetsmålingene i klassene "mindre god" og "dårlig". Dette var den målestasjonen hvor det var høyest partikkelinnhold (SFT:97).

7. Konklusjon

Undersøkelsene viser at det var signifikante forskjeller mellom stasjonene i Svorteelva med hensyn på ledningsevne. Ledningsevnen var høyere ved stasjonene knyttet til saltet vei. Dette bekrefter oppgavens hovedhypotese. Det var ikke mulig å påvise nedgang i pH i Svorteelva på grunn av salting. I Strengselva i Tvedestrand kommune ble den høyeste ledningsevnen logget i referansestasjonen, mens høyest konsentrasjon av natrium og klorid ble målt ved stasjonene knyttet til saltet vei. Det var signifikante forskjeller mellom Strengselva 2 og 3 med hensyn på ledningsevne. Det ble videre målt redusert pH i begge målestasjonene knyttet til saltet vei i Strengselva. Strengselva 3 viste også en økning av jernkonsentrasjoner fra oppstart til avslutningen av prosjektet. Med hensyn på konsentrasjonene av jern, sink og kobber var det ingen signifikant forskjell mellom målestasjonene i Strengselva. Det var signifikant forskjell mellom den øverste målestasjonen i Damtjernbekken, og de øvrige med hensyn på ledningsevne. Det ble logget høyere ledningsevne i stasjonene knyttet til saltet vei. Dette bekrefter hovedhypotesen. De høyeste konsentrasjonene av natrium og klorid ble målt på de nederste målestasjonene.

Målestasjonene med høyest ledningsevne hadde generelt høye klorid og natriumkonsentrasjoner, noe som antas kan knyttes opp mot bruk av veisalt. I Svorteelva var det signifikante forskjeller mellom referansestasjon og Svorte 2 og 3 med hensyn på natrium og klorid. Dette var også tilfellet for natrium i Strengselva. Dette bekrefter delhypotesen. For samtlige målestasjoner ga nedbør i vintermånedene kraftig økning i ledningsevne. Resultatene indikerer at avrenning fra saltet vei forekommer, og at det er en signifikant forskjell mellom referansestasjoner og påvirkede målestasjoner i samme elv med hensyn på ledningsevne. Det er vanskelig å påvise akkumulering av natrium og klorid mellom målestasjon 2 og 3 i samtlige elver. For Damtjernbekken var det ikke signifikante forskjeller mellom referansestasjonen og stasjonene knyttet til saltet vei med hensyn på natrium og kloridkonsentrasjoner.

Det var ingen signifikant forskjell mellom referansestasjonene og de øvrige målestasjonene med hensyn på konsentrasjonene av jern, sink og kobber. Dette gjaldt for både Svorteelva, Strengselva og Damtjernbekken. Det var ikke høyere konsentrasjoner ved målestasjonene knyttet til saltet vei, sammenlignet med dem så lå utenfor. Dette tilbakeviser den andre

delhypotesen om at metallkonsentrasjonene ville være høyere ved målestasjonene knyttet til saltet vei med høy ÅDT.

8. Figurliste

Figur 3-1. Målestasjonene 1, 2 og 3 i Svorteelva, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).	16
Figur 3-2. Nedbørsfelt , 203.6 km ² for Svorteelva. Rød sirkel viser nederste punkt i nedbørsfeltet. GIS-data fra nevina.nve.no (NVE).	17
Figur 3-3. Målestasjoner i Svorteelva, a; Svorte 1, b; Svorte 2 og c; Svorte 3. Alle bilder tatt 04.10.2016. Foto: Jonas Haugen.....	18
Figur 3-4. Målestasjonene 1, 2 og 3 i Strengselva, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).	19
Figur 3-5. Oversiktskart over nedbørsfeltet til Strengselva, 15.1 km ² . Rød sirkel viser nedbørsfeltets nederste punkt, blå linjer viser nærliggende bekke/elvesysteme. GIS-data fra nevina.nva.no (NVE).....	20
Figur 3-6. (a) Mye is og vanskelig feltarbeid ved Strengselva 1 18.01.2017). (b) Høy vannstand ved Strengselva 2, 07.11.2016. Foto: Jonas Haugen	21
Figur 3-7. De tre målestasjonene i Damtjernbekken 1, 2 og 3, stiplet linje på E18 viser Liertunnelen, målestokk 1:50 000 (Statens kartverk).	22
Figur 3-8. Nedbørsfeltet 4.8 km ² til Damtjernbekken ² . Blåstreker viser nærliggende vassdrag rød sirkel viser nederste punkt i nedbørsfeltet. Gis-data fra nevina.nve.no.	23
Figur 3-9. Edelkreps (<i>Astacus astacus</i>) og elvemusling (<i>Margaritafera margaritafera</i>) funnet ved målestasjon 1 i Damtjernbekken 11.10.2016. Foto: Jonas Haugen	24
Figur 4-1. Ledningsevneloggeren montert på en betongplate. Plastrøret loggeren er festet til sikrer fri gjennomstrømming av vann. Oppsettet ble laget av studenten selv. Foto: Jonas Haugen.....	25
Figur 5-1. Nedbør per døgn (mm) (www.eklima.no) i Tuddal værstasjon og vannføring per døgn (m ³ /s) (NVE – målestasjoner med sanntids-vannstand) i Omnesfoss i perioden 1.09.2016 til 11.01.2017.....	33
Figur 5-2 Ledningsevne (µS/cm) og nedbør (mm) for Svorte 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 1.09.2016 til 11.01.2017.	35
Figur 5-3. (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Svorteelva 01.09.2016 -1.01.2017.....	36
Figur 5-4. Fargetall i mg Pt/L i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.....	39
Figur 5-5. Turbiditet (FTU) i Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.	40

Figur 5-6. Nedbør per døgn (mm) (www.eklima.no) i Gjerstadværstasjon og vannføring per døgn (m ³ /s) (NVE- målestasjoner med sanntids-vannstand) i Lundevann i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.	41
Figur 5-7 Ledningsevne (µS/cm) og nedbør (mm) for Strengselva 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017	43
Figur 5-8 (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Strengselva 08.09.2016 -18.01.2017.....	44
Figur 5-9. Fargetall (mg Pt/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.	47
Figur 5-10. Turbiditet (FTU) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.....	48
Figur 5-11 Nedbør (mm) per døgn (www.eklima.no) og vannføring i (m ³ /s) per døgn (NVE- målestasjoner med sanntids-vannstand) i Elgtjern i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017	49
Figur 5-12 Ledningsevne (µS/cm) og nedbør (mm) for Damtjernbekken 1 (a), 2 (b) og 3 (c) i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.	51
Figur 5-13. (a) Natriumkonsentrasjoner, (b) kloridkonsentrasjoner (mg/L) i Damtjernbekken 04.09.2016 -17.01.2017.....	52
Figur 5-14. Fargetall (mg Pt/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.2016 til 17.01.2017.	55
Figur 5-15. Turbiditet (FTU) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.	56

9. Tabelliste

Tabell 4-1. Informasjon om avlesning av dataloggere og prøvetakning i Svorte, Strengselva og Damtjernbekken 01.09.2016 – 18.01.2017	27
Tabell 4-2. Målestasjoner for nedbør (Tuddal, Gjerstad og Lierværstasjon) og vannføring (Omnesfoss, Lundervann og Elgtjern).....	28
Tabell 4-3. Stamløsnings av kationer og anioner som ble brukt til å lage standarder og kontroller for ionekromatografi.	30
Tabell 4-4. Standarder og kontroller for anioner og kationer benyttet til ionekromatografi. K=kation, A=anion KK=kationkontroll, AK=anionkontroll og Std=standarder	31
Tabell 5-1. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Svorteelva 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.....	34
Tabell 5-2. Lonesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.	37
Tabell 5-3. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Svorte 1 og Svorte 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.....	38
Tabell 5-4. Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 - 11.01.2017.	38
Tabell 5-5. pH og alkalinitet (mmol/L) ved Svorte 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 til 11.01.2017.	39
Tabell 5-6. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Strengselva 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.	42
Tabell 5-7. Lonesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.	45
Tabell 5-8. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Strengselva 1 og Strengselva 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.	46
Tabell 5-9. Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 - 18.01.2017.....	46
Tabell 5-10. pH og alkalinitet (mmol/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 til 18.01.2017.....	47

Tabell 5-11. Sammenligning av ledningsevne ved bruk av enveis ANOVA i Damtjernbekken 1, 2 og 3. P-verdi = signifikansnivå, f-verdi = fordeling varians.	50
Tabell 5-12. Ionesammensetning, maks, min og beregnet gjennomsnitt i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.....	53
Tabell 5-13. Sammenligning av metallkonsentrasjoner (Fe, Zn, Cu) mellom Damtjernbekken 1 og Damtjernbekken 2 og 3 (gruppert) ved bruk av Kruskal-Wallis test.. P-verdi = signifikansnivå, adjusted H = fordeling varians.....	54
Tabell 5-14 Maksimum-, minimum og beregnet gjennomsnittsverdier for jern, kobber og sink i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 - 17.01.2017.	54
Tabell 5-15. pH og alkalinitet (mmol/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 til 17.01.2017.....	55

10. Litteraturliste

- Amrhein, C., Strong, J. E., & Mosher, P. A. (1992). Effect of Deicing Salts on Metal and Organic Matter Mobilization in Roadside Soils. *Environmental Science Technology* , ss. 703-709.
- Amundesen, C. E., French, H., Haaland , S., Perderson, P. A., Riise, G., & Roseth, R. (2008). *Salt SMART Miljøkonsekvenser ved salting av veier -en litteraturgjennomgang*, 2535. Statens Vegvesen.
- Barringer, J. L., Szabo, Z., Kauffman, L. J., Barringer, T. H., Stackelberg, P. E., Ivahnenko, T., et al. (2005, Juni 15). Mercury concentrations in water from an unconfined aquifer system, New Jersey coastal plain. *Science og The Total Environment* , ss. 169-183.
- Bäckström , M., Karlsson, S., Bäckman, L., Folkesson, L., & Lind, B. (2004). Mobilisation of heavy metals by deicing salts in a roadside envirmoent . *Water Reasearch* , ss. 720-732.
- Bækken, T., & Haugen, T. (2010). *Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010*, 50. Statens vegvesen.
- Benjamin, M. M. (2002). *Water Chemistry*. Waveland Press, Inc.
- Bergan, M. A., & Arnekleiv, J. V. (2009). *VURDERING AV ØKOLOGISK TILSTAND I BEKKER OG MINDRE ELVER I VANNOMRÅDENE NIDELVA OG GAULA I SØR-TRØNDELAG 2008*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet Vitenskapsmuseet.
- Blasius, B. J., & Merrit, R. W. (2002, Januar 25). Field and laboratory investigations on the effects of road salt (NaCl) on stream macroinvertebrate communities. *Environmental Pollution* , ss. 219-231.
- Borgstrøm, R., & Hansen, L. P. (2000). *Fisk i Ferskvann, 2. utgave*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Brönmark, C., & Hansson, L.-A. (2005). *The Biology of Lakes and Ponds*. Oxford University Press; 2 edition.
- Cole, G. A. (1994). *Textbook of Limnology*. Waveland Pr Inc; 4 Sub edition.
- Dalen, E., Ree, B. L., Vatne, A., & Wenger, F. (2016). *NVE sitt urbanstasjonsnettverk*. Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, NR. 50-2016.
- Direktoratsgruppen. (2015). *Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013 - revidert 2015*.

- Eriksen, T. E., Lindholm, M., Røst, M. K., Anne, S. L., & Friberg, N. (2015). *Vurdering av kunnskapsgrunnlag for leirpåvirkede elver*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. L.Nr 6792-2015.
- Garmo, Ø. A., & Skancke, L. B. (2012). *Modalselva i Hordaland; vannkjemisk overvåking i 2011*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA, L.NR. 6345-2012.
- Gjessing, E. T. (2014). En historie om Humus i vann. *Vann*, ss. 262-270.
- Golterman, H. (1969). *Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters*. Blackwell Science Ltd.
- Gratis tilgang til Meteorologisk institutts vær- og klimadata fra historiske data til sanntidsobservasjoner.* (u.d.). Hentet 12 10, 2016 fra www.eklima.met.no
- (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, Veileder M-608*, 2016. Miljødirektoratet.
- Harladstad, T., Kroglund, F., & Hindar, A. (2012). *Kalkingsplan for Dåsånnavassdraget*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA, L.NR. 6288-2012.
- Hindar, A., Henriksen, A., Kaste, Ø., & Tørseth, K. (1995). Extreme acidification in small catchments in southwestern Norway associated with a sea salt episode. *Water, Air, and Soil Pollution*, 85, ss. 547-552.
- Hintz, W. D., & Relyea, R. A. (2017). Impacts of road deicing salts on the early growth and development of a stream salmonid: Salt type matters. *Environmental Pollution*, ss. 409-415.
- Hollocher, T. C., & Hulling, E. E. (1972). Groundwater Contamination by Road Salts: Steady-State Concentrations in East Central Massachusetts. ss. 288-290.
- Kalff, J. (2002). *Limnology, 2nd edition*. Prentice Hall.
- Kaushal, S. S., Groffman, P. M., Likens, G. E., Belt, K. T., Stack, W. P., Kelly, V. R., et al. (2005, September 20). Increased salinization of fresh water in the northeastern United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, ss. 13517-13520.
- Kelly, V. R., Lovett, G. M., Weathers, S. E., Strayer, D. L., Burns, D. J., & Likens, G. E. (2008). Long-Term Sodium Chloride Retention in a Rural Watershed: Legacy effects on Road Salt on Streamwater Concentration. ss. 410-415.
- Kelly, V. R., Findlay, S. E., Schlesinger, W. H., Menking, K., & Charchyan, A. M. (2010). *Road Salt: Moving Toward the Solution*. Cary Institute of Ecosystem Studies.
- (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, SFT, 97:04*. Statens forurensningstilsyn.

- Kolshus, K. E. (2015). *Samferdsel og miljø 2015, Utvalgte indikatorer for samferdselssektoren*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Löfgren, S. (2001). The chemical effects of deicing slats on soil and stream water of five catchments in southeast Sweden. *Water, Air, and Soil Pollution*, ss. 863-868.
- Løvik, J. E. (1979). *Snåsavassdraget og elver ved Namdalseid. Rapport nr. 2. Teoretisk beregning av forurensingstilførsler. Uførte undersøkelser i 1977-78*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA.
- Leikanger, E., Roseth, R., Johansen, Ø., Tveiti, G., & Nytrø, T. E. (2017). *Statnett Vestre korridor, Sauda – Sauda stasjonsområde – Forundersøkelser av vannkvalitet i Storelva i perioden 20.05.–07.11.2016*. Norsk institutt for bioøkonimi, NIBIO, nr. 42.
- Mahrosh, U., Kleiven, M., Meland, S., Rosseland, B. O., Salbu, B., & Teien, H.-C. (2014). Toxicity of road deicing salt (NaCl) and copper (Cu) to fertilization and early developmental stages of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Hazardous Materials*, ss. 331-339.
- Moss, B. (2015). *Lakes, Loughs and Lochs*. Liverpool: William Collins.
- Murray, D. M., & Ernst, U. F. (1976). *An economic analysis of the environmental impact of highway deicing (No. EPA-600/2-76/105 Final Rpt.)*.
- nevina.nve.no, *A Nedbørfelt-Vannføring-INDeks-Analyse*. (u.d.). Hentet 10 20, 2016 fra <http://nevina.nve.no/>
- Nimiroski, M. T., & Waldron, M. C. (2002). *Sources of Sodium and Chloride in the Scituate Reservoir Drainage Basin, Rhode Island*. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR GALE A. NORTON, Secretary U.S. GEOLOGICAL SURVEY Charles G. Groat, Director.
- NVE-vannstand og vannføring, Målestasjoner med sanntids-vannstand*. (2017, 3 8). Hentet fra <http://www2.nve.no/h/hd/plotreal/H/>
- Pedersen, P. A., & Fostad, O. (1996). *Effekter av veisalting på jord, vann og vegetasjon. Hovedrapport del I: Undersøkelser av jord og vegetasjon*. Norges Landbrukshøgskole/Forskningsparken i Ås.
- Perera, N., Gharabaghi, B., Noehammer, P., & Kilgour, B. (2010, 10). Road Salt Application in Highland Creek Watershed, Toronto, Ontario -- Chlorid Mass Balance. *Water Quality Research Journal of Canada*, ss. 451-461.
- Root, E., Jones, W., Schwarz, B., Gibbons, J., & Haileab, B. (2004). Rainwater Chemistry Across the United States. 23. University of Utah Department of Geology and Geophysics.

- Rosten, T., Åtland, Å., Kristensen, T., Rosseland, B. O., & Braathen, B. (2004). *Vannkvalitet relatert til dyrevelferd*. Mattilsynet, sentralforvaltning.
- SaltSMART, Strategi og Styring, Miljøvirkning, Alternativer, Reduksjon, Tiltak*. (2016, 10 11). Hentet fra <http://128.39.191.31/saltsmart/avlopplogin.htm>
- Sand, M. E. (2014). *Effekter av veisalting på småkrepser i veinære innsjøer langs E134*. Høgskolen i Telemark, Institutt for allmennvitenskapeligefag.
- Sarin, M. M., Krishnaswami, S., Dilli, K., Somayajulu, B. L., & Moore, W. S. (1989). Major ion chemistry of the Ganga-Brahmaputra river system: Weathering processes and fluxes to the Bay of Bengal. *Geochimica et Cosmochimica Acta* , ss. 997-1008.
- Sivertsen, Å. (2012). *Sluttrapport for etatsprogrammet Salt SMART, 92*. Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen.
- Sivertsen, Å., Skoglund, M. R., & Eggan, M. (2015). *Mengderapportering vinteren 2014/2015, 406*. Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. Statens vegvesen.
- Smedley, P., & Kinniburgh, D. G. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* , ss. 517-569.
- Solheim, A. L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A. K., et al. (2008). *Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA; Norsk institutt for naturforskning, NINA; BIOFORSK, Ø.NR. 5708-2008.
- Sun, H., Alexander, J., Gove, B., & Koch, M. (2015, Juli 21). Mobilization of arsenic, lead and mercury under conditions of sea water intrusion and road deicing applications. *Journal of Contaminant Hydrology* , ss. 12-24.
- Tjøstheim, H. (2011). *Romlig variasjon av atmosfærisk klorid til norske vannforekomster*. Universitetet for miljø og biovitenskap, Ås. Masteroppgave.
- Tjomsland, T., Selvik, J. R., & Faafeng, B. (2012). *Modellert påvirkning av vegsalt i Padderudvann, 90*. Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. Statens Vegvesen.
- Vaa, T., & Sakshaug, K. (2007). *Salting av veiger: En kunnskapsoversikt, 2493*. Statens Vegvesen. Vannforskriften. (2006, 12 19). *Forskrift om rammer for vannforvaltningen* .
- Vann-nett, Vann-Nett Portal; inngangsportalen til informasjon om vann i Norge*. (u.d.). Hentet 10 18, 2016 fra <http://vann-nett.no/portal/map>

- Vegkart, offentlig informasjon om Norges veger fra Nasjonal vegdatabank.* (u.d.). Hentet 4 28, 2017 fra <https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3>
- Værøy, N., & Saunes, H. (2016). *Undersøkelser av vegnære innsjøer i Norge*. Statens vegvesen, COWI.
- Vuori, K.-M. (1995, November 1.). Direct and indirect effects of iron on river ecosystems. *Annales Zoologici Fennici* , ss. 317-329.
- Whitlock , M. C., & Schluter, D. (2015). *The Analysis of Biological Data, Second edition*. Roberts and Company Publishers.
- Wright, R. F., Kaste, Ø., Austnes, K., & Skanche, L. B. (2011). *Vurdering av utvikling av fargetall og TOC i Birkelandsvatn, Rogaland*. Norsk institutt for vannforskning, NIVA, L:NR. 6241-2011.
- Økland, J., & Økland, K. A. (2006). *Vann og vassdrag 3: kjemi, fysikk og miljø, 2. utgave*. Vett og Viten.

11. Vedlegg

- Vedlegg 1. Ledningsevne i Svorte 1.
- Vedlegg 2. Ledningsevne i Svorte 2.
- Vedlegg 3. Ledningsevne i Svorte 3.
- Vedlegg 4. Ledningsevne i Strengselva 1.
- Vedlegg 5. Ledningsevne i Strengselva 2.
- Vedlegg 6. Ledningsevne i Strengselva 3.
- Vedlegg 7. Ledningsevne i Damtjernbekken 1.
- Vedlegg 8. Ledningsevne i Damtjernbekken 2.
- Vedlegg 9. Ledningsevne i Damtjernbekken 3.
- Vedlegg 10. Nedbør i Tuddal, Gjerstad og Lierværstasjon.
- Vedlegg 11. Vannføring i Omnesfoss, Lundevann og Elgtjern.
- Vedlegg 12. Ionesammensetning i Svorteelva.
- Vedlegg 13. Ionesammensetning i Strengselva.
- Vedlegg 14. Ionesammensetning i Damtjernbekken.
- Vedlegg 15. Fe, Cu, Zn i Svorteelva.
- Vedlegg 16. Fe, Cu, Zn i Strengselva.
- Vedlegg 17. Fe, Cu, Zn i Damtjernbekken.
- Vedlegg 18. Fargetall i Svorteelva.
- Vedlegg 19. Fargetall i Strengselva.
- Vedlegg 20. Fargetall i Damtjernbekken.
- Vedlegg 21. Turbiditet Svorteelva.
- Vedlegg 22. Turbiditet Strengselva.
- Vedlegg 23. Turbiditet Damtjernbekken.
- Vedlegg 24. pH og alkalinitet i Svorteelva.
- Vedlegg 25. pH og alkalinitet i Strengselva.
- Vedlegg 26. pH og alkalinitet i Damtjernbekken.
- Vedlegg 27. Koordinater for loggere (a, b ,c)
- Vedlegg 28. Manual for bruk av HOBO conductivity logger.

11.1 Ledningsevne

Vedlegg 1. Høyeste og laveste døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Svorte 1 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017.

Svorteel va 1	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Laveste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	01.09.2016 00:00		57,3		38,6
2	02.09.2016 00:00		59,8		57,4
3	03.09.2016 00:00		61,3		58,9
4	04.09.2016 00:00		64,1		61,3
5	05.09.2016 00:00		65,8		63,5
6	06.09.2016 00:00		68		65,7
7	07.09.2016 00:00		70,5		67,8
8	08.09.2016 00:00		72,9		70,4
9	09.09.2016 00:00		75,2		72,5
10	10.09.2016 00:00		76,4		74,4
11	11.09.2016 00:00		75,3		42,5
12	12.09.2016 00:00		50,2		44
13	13.09.2016 00:00		54,7		50,2
14	14.09.2016 00:00		58,5		54,6
15	15.09.2016 00:00		61,9		58,5
16	16.09.2016 00:00		64,3		62
17	17.09.2016 00:00		65,1		62,4
18	18.09.2016 00:00		66,3		64,8
19	19.09.2016 00:00		74,9		66,4
20	20.09.2016 00:00		70,8		68,6
21	21.09.2016 00:00		73,1		70,7
22	22.09.2016 00:00		73		62,4
23	23.09.2016 00:00		66,9		57,7
24	24.09.2016 00:00		75,2		59,4
25	25.09.2016 00:00		64,4		61,4

26	26.09.2016 00:00	65,6	63,2
27	27.09.2016 00:00	68,4	51,7
28	28.09.2016 00:00	51	44,4
29	29.09.2016 00:00	50,8	46,1
30	30.09.2016 00:00	50	45,9
31	01.10.2016 00:00	55,5	49,6
32	02.10.2016 00:00	59,5	55,1
33	03.10.2016 00:00	62,8	59,4
34	04.10.2016 00:00	66	62,9
35	05.10.2016 00:00	68,3	65,7
36	06.10.2016 00:00	79,4	68,2
37	07.10.2016 00:00	84,1	70,9
38	08.10.2016 00:00	74,6	72,4
39	09.10.2016 00:00	75,7	74,5
40	10.10.2016 00:00	82,4	73,7
41	11.10.2016 00:00	79,1	73,8
42	12.10.2016 00:00	77,7	75,4
43	13.10.2016 00:00	80,7	77,6
44	14.10.2016 00:00	83,4	79,2
45	15.10.2016 00:00	83,6	80,8
46	16.10.2016 00:00	85	82,4
47	17.10.2016 00:00	84,4	81,2
48	18.10.2016 00:00	80,8	66,5
49	19.10.2016 00:00	66,5	63,6
50	20.10.2016 00:00	66,6	65,2
51	21.10.2016 00:00	68,4	65
52	22.10.2016 00:00	70,6	67,8
53	23.10.2016 00:00	72,4	70,4
54	24.10.2016 00:00	78,9	71,2
55	25.10.2016 00:00	82,2	77,8
56	26.10.2016 00:00	80,8	79,5

57	27.10.2016 00:00	80,1	68,3
58	28.10.2016 00:00	68,3	61,1
59	29.10.2016 00:00	65,2	61,3
60	30.10.2016 00:00	92,1	65,1
61	31.10.2016 00:00	69,5	59,6
62	01.11.2016 00:00	60,6	57,9
63	02.11.2016 00:00	67,3	60
64	03.11.2016 00:00	75,5	67
65	04.11.2016 00:00	79,2	75
66	05.11.2016 00:00	81,2	76,4
67	06.11.2016 00:00	81,3	75,8
68	07.11.2016 00:00	85,1	58,1
69	08.11.2016 00:00	90,2	77,4
70	09.11.2016 00:00	93,5	72,9
71	10.11.2016 00:00	97,7	93,5
72	11.11.2016 00:00	99,5	93,2
73	12.11.2016 00:00	105,9	94,7
74	13.11.2016 00:00	108,1	105,6
75	14.11.2016 00:00	133,6	106,5
76	15.11.2016 00:00	108,5	98
77	16.11.2016 00:00	101,3	97,5
78	17.11.2016 00:00	107,5	100,9
79	18.11.2016 00:00	108,2	102,9
80	19.11.2016 00:00	112,1	107
81	20.11.2016 00:00	114,5	111,1
82	21.11.2016 00:00	118,6	113,1
83	22.11.2016 00:00	120,9	115,4
84	23.11.2016 00:00	119,1	93,5
85	24.11.2016 00:00	102,6	93,9
86	25.11.2016 00:00	108,5	102,6
87	26.11.2016 00:00	108,3	100,2

88	27.11.2016 00:00	118,2	104,4
89	28.11.2016 00:00	122	97,5
90	29.11.2016 00:00	156,1	99
91	30.11.2016 00:00	135,9	125,5
92	01.12.2016 00:00	138,7	134,7
93	02.12.2016 00:00	147,7	137,8
94	03.12.2016 00:00	149,2	142,5
95	04.12.2016 00:00	154,4	144,7
96	05.12.2016 00:00	158,2	153,8
97	06.12.2016 00:00	206,4	157,3
98	07.12.2016 00:00	168,5	161,6
99	08.12.2016 00:00	165,9	132,6
100	09.12.2016 00:00	132,6	115,8
101	10.12.2016 00:00	122	116,1
102	11.12.2016 00:00	133,5	121,8
103	12.12.2016 00:00	147,2	133,3
104	13.12.2016 00:00	155,4	144,1
105	14.12.2016 00:00	170,8	121,7
106	15.12.2016 00:00	184,5	165,5
107	16.12.2016 00:00	173,9	164,9
108	17.12.2016 00:00	184,2	171,3
109	18.12.2016 00:00	192,9	166,8
110	19.12.2016 00:00	189	182,3
111	20.12.2016 00:00	182,3	175,1
112	21.12.2016 00:00	215,6	175
113	22.12.2016 00:00	182,2	176,2
114	23.12.2016 00:00	185,4	180,6
115	24.12.2016 00:00	189	183,1
116	25.12.2016 00:00	194,5	178,7
117	26.12.2016 00:00	194,1	187,9
118	27.12.2016 00:00	199,1	127,4

119	28.12.2016 00:00	281,9	132,3
120	29.12.2016 00:00	204,9	167,4
121	30.12.2016 00:00	207,9	199,1
122	31.12.2016 00:00	199	155,4
123	01.01.2017 00:00	166,9	152,6
124	02.01.2017 00:00	176,5	131,1
125	03.01.2017 00:00	196	164,5
126	04.01.2017 00:00	216,4	196
127	05.01.2017 00:00	240,5	216,3
128	06.01.2017 00:00	242,7	232,9
129	07.01.2017 00:00	237,6	228,7
130	08.01.2017 00:00	242,1	237,5
131	09.01.2017 00:00	245,8	240,1
132	10.01.2017 00:00	245,9	242,1
133	11.01.2017 00:00	243,9	73,4

Vedlegg 2. Høyeste og laveste målte døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Svorte 1 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017

Svorteel va 2	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste målte ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	Laveste målte ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$
1	01.09.2016 00:00	68,6	66,6
2	02.09.2016 00:00	71,8	68,7
3	03.09.2016 00:00	74,1	71,3
4	04.09.2016 00:00	77,4	74
5	05.09.2016 00:00	80,7	77,5
6	06.09.2016 00:00	84,4	80,8
7	07.09.2016 00:00	87,3	84,5
8	08.09.2016 00:00	92	87,6
9	09.09.2016 00:00	93,6	91,2
10	10.09.2016 00:00	93,9	91,2
11	11.09.2016 00:00	92,1	49,2

12	12.09.2016 00:00	62	52,1
13	13.09.2016 00:00	68,1	62,2
14	14.09.2016 00:00	73,4	68,4
15	15.09.2016 00:00	77,6	73,5
16	16.09.2016 00:00	80,4	77,8
17	17.09.2016 00:00	80,6	75,7
18	18.09.2016 00:00	82,6	79,4
19	19.09.2016 00:00	86	82,8
20	20.09.2016 00:00	88,9	85,7
21	21.09.2016 00:00	91,2	88,7
22	22.09.2016 00:00	91,1	71,3
23	23.09.2016 00:00	99,8	66,2
24	24.09.2016 00:00	75,3	67,9
25	25.09.2016 00:00	75,9	72,7
26	26.09.2016 00:00	78,3	75,2
27	27.09.2016 00:00	85,7	59,8
28	28.09.2016 00:00	58	50,9
29	29.09.2016 00:00	59,9	53,5
30	30.09.2016 00:00	58	52,8
31	01.10.2016 00:00	64,6	58
32	02.10.2016 00:00	69,5	64,7
33	03.10.2016 00:00	74,4	69,3
34	04.10.2016 00:00	79,4	74,1
35	05.10.2016 00:00	83	79,2
36	06.10.2016 00:00	86,6	82,6
37	07.10.2016 00:00	89,1	86,1
38	08.10.2016 00:00	100	89
39	09.10.2016 00:00	98	90,9
40	10.10.2016 00:00	100,5	90,5
41	11.10.2016 00:00	93,9	90
42	12.10.2016 00:00	93,7	91,6

43	13.10.2016 00:00	95,9	93,8
44	14.10.2016 00:00	98,1	95,6
45	15.10.2016 00:00	100,4	97,5
46	16.10.2016 00:00	157,8	99,8
47	17.10.2016 00:00	104	97,7
48	18.10.2016 00:00	100,1	70,3
49	19.10.2016 00:00	70,1	67,1
50	20.10.2016 00:00	72,9	69,8
51	21.10.2016 00:00	74,4	71,6
52	22.10.2016 00:00	78,2	74,6
53	23.10.2016 00:00	109,9	78,2
54	24.10.2016 00:00	121,1	98,6
55	25.10.2016 00:00	116,1	95,7
56	26.10.2016 00:00	141,9	90,7
57	27.10.2016 00:00	90,7	72,3
58	28.10.2016 00:00	72,1	64
59	29.10.2016 00:00	72,9	65,5
60	30.10.2016 00:00	78,5	72,8
61	31.10.2016 00:00	81,6	66,1
62	01.11.2016 00:00	68,5	64,3
63	02.11.2016 00:00	92,6	68,5
64	03.11.2016 00:00	102,4	81,5
65	04.11.2016 00:00	119,2	102,6
66	05.11.2016 00:00	170,6	117,9
67	06.11.2016 00:00	144	132,9
68	07.11.2016 00:00	167,8	140,3
69	08.11.2016 00:00	178,9	167,8
70	09.11.2016 00:00	216,5	177,9
71	10.11.2016 00:00	209,4	192,8
72	11.11.2016 00:00	245,4	209,6
73	12.11.2016 00:00	244,9	230,2

74	13.11.2016 00:00	298,8	240
75	14.11.2016 00:00	343,9	266,4
76	15.11.2016 00:00	323,9	244,6
77	16.11.2016 00:00	342,4	242,8
78	17.11.2016 00:00	307,5	295,9
79	18.11.2016 00:00	437,4	302
80	19.11.2016 00:00	422,6	314,6
81	20.11.2016 00:00	842,1	330,6
82	21.11.2016 00:00	534,5	349,2
83	22.11.2016 00:00	638,6	366,1
84	23.11.2016 00:00	542,2	296,6
85	24.11.2016 00:00	332,2	297,5
86	25.11.2016 00:00	370,1	333,7
87	26.11.2016 00:00	404,9	363,1
88	27.11.2016 00:00	415,2	367
89	28.11.2016 00:00	449,9	418,7
90	29.11.2016 00:00	463,6	441
91	30.11.2016 00:00	511,1	453,2
92	01.12.2016 00:00	518,3	499,2
93	02.12.2016 00:00	572,8	518,8
94	03.12.2016 00:00	580,2	540,1
95	04.12.2016 00:00	592,6	546,6
96	05.12.2016 00:00	606,4	590,8
97	06.12.2016 00:00	659,7	605,5
98	07.12.2016 00:00	786,1	628
99	08.12.2016 00:00	660,7	486,6
100	09.12.2016 00:00	567,9	446,5
101	10.12.2016 00:00	578,9	474,6
102	11.12.2016 00:00	535,1	487,2
103	12.12.2016 00:00	604,6	536,1
104	13.12.2016 00:00	621,9	184,3

105	14.12.2016 00:00	446,9	211,8
106	15.12.2016 00:00	571,3	447
107	16.12.2016 00:00	655,9	569
108	17.12.2016 00:00	721,4	658,2
109	18.12.2016 00:00	846,9	721,7
110	19.12.2016 00:00	798,6	771,2
111	20.12.2016 00:00	768,4	714,8
112	21.12.2016 00:00	1132	723,1
113	22.12.2016 00:00	1114,2	850,8
114	23.12.2016 00:00	1013,3	887,2
115	24.12.2016 00:00	1352,6	919,5
116	25.12.2016 00:00	1617	983,9
117	26.12.2016 00:00	1391	969,7
118	27.12.2016 00:00	1086,7	1008,7
119	28.12.2016 00:00	1079,1	999,4
120	29.12.2016 00:00	1239,8	973,7
121	30.12.2016 00:00	1092,1	1015,9
122	31.12.2016 00:00	1052,3	804,5
123	01.01.2017 00:00	821,4	388
124	02.01.2017 00:00	529,1	361,2
125	03.01.2017 00:00	702,7	529,2
126	04.01.2017 00:00	935	702,8
127	05.01.2017 00:00	1239	938,7
128	06.01.2017 00:00	1349,7	1226,8
129	07.01.2017 00:00	1223,5	1161,6
130	08.01.2017 00:00	1247,4	1203,6
131	09.01.2017 00:00	1708,5	1188,9
132	10.01.2017 00:00	1689,2	1285,2
133	11.01.2017 00:00	2205,7	167,6

Vedlegg 3. Høyeste og laveste måle døgnerverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Svorte 3 I perioden 01.09.2016 – 11.01.2017

Svorteel va 3	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte	Laveste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	01.09.2016 00:00		56,9		55,5
2	02.09.2016 00:00		60		56,7
3	03.09.2016 00:00		61,6		60
4	04.09.2016 00:00		65,3		61,6
5	05.09.2016 00:00		67,6		65,1
6	06.09.2016 00:00		70,1		67,4
7	07.09.2016 00:00		71,9		69,1
8	08.09.2016 00:00		74,5		71,3
9	09.09.2016 00:00		77,1		73,3
10	10.09.2016 00:00		77,2		74,9
11	11.09.2016 00:00		75,5		43,4
12	12.09.2016 00:00		51,1		45,2
13	13.09.2016 00:00		56		51,2
14	14.09.2016 00:00		60,1		56
15	15.09.2016 00:00		64,2		60,1
16	16.09.2016 00:00		66,3		63,8
17	17.09.2016 00:00		65,6		47,5
18	18.09.2016 00:00		63,6		51,9
19	19.09.2016 00:00		61,6		56,9
20	20.09.2016 00:00		65,9		61,5
21	21.09.2016 00:00		68,6		65,8
22	22.09.2016 00:00		79,6		59,4
23	23.09.2016 00:00		62,2		57,1
24	24.09.2016 00:00		59,1		55
25	25.09.2016 00:00		63,3		58,9
26	26.09.2016 00:00		66,6		62,8
27	27.09.2016 00:00		67,5		63,1

28	28.09.2016 00:00	69	46
29	29.09.2016 00:00	51,1	45,9
30	30.09.2016 00:00	48,7	44,4
31	01.10.2016 00:00	64,1	48,7
32	02.10.2016 00:00	58,9	54,2
33	03.10.2016 00:00	63	58,6
34	04.10.2016 00:00	66,7	62,6
35	05.10.2016 00:00	69,8	66,6
36	06.10.2016 00:00	72,4	69,4
37	07.10.2016 00:00	75,1	72,1
38	08.10.2016 00:00	79,4	74,4
39	09.10.2016 00:00	82,3	75,6
40	10.10.2016 00:00	78	75,6
41	11.10.2016 00:00	78,6	75,2
42	12.10.2016 00:00	78,9	77
43	13.10.2016 00:00	80,6	78,7
44	14.10.2016 00:00	82,5	80,5
45	15.10.2016 00:00	113,3	81,9
46	16.10.2016 00:00	87,7	83,9
47	17.10.2016 00:00	94	83
48	18.10.2016 00:00	83,3	59,6
49	19.10.2016 00:00	80,5	56,5
50	20.10.2016 00:00	74,8	58,2
51	21.10.2016 00:00	62,3	60,2
52	22.10.2016 00:00	65,1	62
53	23.10.2016 00:00	83,9	64,8
54	24.10.2016 00:00	92,8	67,8
55	25.10.2016 00:00	91,7	79,6
56	26.10.2016 00:00	79,7	77,2
57	27.10.2016 00:00	77,5	64,1
58	28.10.2016 00:00	63,8	52,7

59	29.10.2016 00:00	61,6	55,1
60	30.10.2016 00:00	67,3	61,9
61	31.10.2016 00:00	68	62,1
62	01.11.2016 00:00	61,5	55,1
63	02.11.2016 00:00	65,6	58,1
64	03.11.2016 00:00	77,9	65,4
65	04.11.2016 00:00	82,5	75,9
66	05.11.2016 00:00	88,4	80,5
67	06.11.2016 00:00	88,8	82,8
68	07.11.2016 00:00	97,7	85,3
69	08.11.2016 00:00	101,6	97,4
70	09.11.2016 00:00	113,3	99,3
71	10.11.2016 00:00	116,2	105,2
72	11.11.2016 00:00	116,9	108
73	12.11.2016 00:00	120,7	116,6
74	13.11.2016 00:00	126,8	119,7
75	14.11.2016 00:00	139	125,5
76	15.11.2016 00:00	135,9	115,4
77	16.11.2016 00:00	146,3	114,1
78	17.11.2016 00:00	147,1	129,6
79	18.11.2016 00:00	143,4	133,6
80	19.11.2016 00:00	150,5	135,7
81	20.11.2016 00:00	171,2	142,1
82	21.11.2016 00:00	168,4	145,6
83	22.11.2016 00:00	174,7	151,1
84	23.11.2016 00:00	176,4	129
85	24.11.2016 00:00	135,9	126,9
86	25.11.2016 00:00	161,9	135,9
87	26.11.2016 00:00	178	162
88	27.11.2016 00:00	177,4	163,6
89	28.11.2016 00:00	195	177,5

90	29.11.2016 00:00	196,3	183,3
91	30.11.2016 00:00	202,4	184,2
92	01.12.2016 00:00	205,8	194,9
93	02.12.2016 00:00	224,8	200
94	03.12.2016 00:00	226,2	213,6
95	04.12.2016 00:00	220,2	212,9
96	05.12.2016 00:00	227,6	217,4
97	06.12.2016 00:00	250,1	227
98	07.12.2016 00:00	256	241,6
99	08.12.2016 00:00	246,6	195,8
100	09.12.2016 00:00	195,1	177,4
101	10.12.2016 00:00	215,1	187,5
102	11.12.2016 00:00	205,2	190,9
103	12.12.2016 00:00	225,9	204,7
104	13.12.2016 00:00	243	221,7
105	14.12.2016 00:00	286	243
106	15.12.2016 00:00	281,3	265,3
107	16.12.2016 00:00	268,2	259,8
108	17.12.2016 00:00	281,3	268,2
109	18.12.2016 00:00	292,5	278,8
110	19.12.2016 00:00	290,6	277,8
111	20.12.2016 00:00	277	251,1
112	21.12.2016 00:00	268,3	249,7
113	22.12.2016 00:00	308,2	266
114	23.12.2016 00:00	308,7	284,5
115	24.12.2016 00:00	318,9	290,3
116	25.12.2016 00:00	323,1	299
117	26.12.2016 00:00	407,5	313,3
118	27.12.2016 00:00	375	336,6
119	28.12.2016 00:00	348,4	335,3
120	29.12.2016 00:00	355,5	337,9

121	30.12.2016 00:00	419,7	341,2
122	31.12.2016 00:00	363	287,1
123	01.01.2017 00:00	286,1	268,2
124	02.01.2017 00:00	322,2	285,5
125	03.01.2017 00:00	350,9	321,1
126	04.01.2017 00:00	360,8	280,6
127	05.01.2017 00:00	345,1	287,8
128	06.01.2017 00:00	381,3	346,6
129	07.01.2017 00:00	384,5	365,2
130	08.01.2017 00:00	440	374,3
131	09.01.2017 00:00	440,6	422,4
132	10.01.2017 00:00	510	424,2
133	11.01.2017 00:00	539	96,9

Vedlegg 4. Høyeste og laveste målte døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Strengselva 1 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Strengsel va 1	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste målte ledningsevne, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Laveste målte ledningsevne, $\mu\text{S}/\text{cm}$
1	08.09.2016 00:00	29,1	25,5
2	09.09.2016 00:00	30,7	26
3	10.09.2016 00:00	27,8	26,3
4	11.09.2016 00:00	37,9	26,7
5	12.09.2016 00:00	28,2	26,9
6	13.09.2016 00:00	28,6	27,6
7	14.09.2016 00:00	30,1	28,4
8	15.09.2016 00:00	30,3	28,4
9	16.09.2016 00:00	30,7	28,7
10	17.09.2016 00:00	30,5	29,2
11	18.09.2016 00:00	33	29,6
12	19.09.2016 00:00	32,9	30,1
13	20.09.2016 00:00	33,2	30,4

14	21.09.2016 00:00	33,8	31,1
15	22.09.2016 00:00	34	31,7
16	23.09.2016 00:00	40,8	32,2
17	24.09.2016 00:00	35,8	32,4
18	25.09.2016 00:00	34,8	33,3
19	26.09.2016 00:00	35,9	33,9
20	27.09.2016 00:00	41	33,9
21	28.09.2016 00:00	41,2	35,5
22	29.09.2016 00:00	38,5	36,1
23	30.09.2016 00:00	39,4	36,7
24	01.10.2016 00:00	40,1	37,1
25	02.10.2016 00:00	40,8	37,7
26	03.10.2016 00:00	39,8	38,2
27	04.10.2016 00:00	42,1	39
28	05.10.2016 00:00	42,3	39,7
29	06.10.2016 00:00	42,8	40,7
30	07.10.2016 00:00	43,5	41,1
31	08.10.2016 00:00	43,6	42
32	09.10.2016 00:00	44,2	43
33	10.10.2016 00:00	45	43,5
34	11.10.2016 00:00	45,2	43,8
35	12.10.2016 00:00	45,5	44,1
36	13.10.2016 00:00	46,1	44,2
37	14.10.2016 00:00	46,7	44,8
38	15.10.2016 00:00	46,7	44,9
39	16.10.2016 00:00	49,3	44,3
40	17.10.2016 00:00	64,1	44,6
41	18.10.2016 00:00	78,3	48,2
42	19.10.2016 00:00	66,7	47,5
43	20.10.2016 00:00	55,2	46,8
44	21.10.2016 00:00	49,5	47

45	22.10.2016 00:00	48,6	46,6
46	23.10.2016 00:00	49,3	46,9
47	24.10.2016 00:00	58,6	48
48	25.10.2016 00:00	54,3	48,1
49	26.10.2016 00:00	51,8	47,5
50	27.10.2016 00:00	52,2	47,6
51	28.10.2016 00:00	55,1	48,1
52	29.10.2016 00:00	53	48,8
53	30.10.2016 00:00	53,2	49
54	31.10.2016 00:00	51,1	48,9
55	01.11.2016 00:00	55,2	49,2
56	02.11.2016 00:00	52,8	49,5
57	03.11.2016 00:00	52,1	49,3
58	04.11.2016 00:00	51,5	50
59	05.11.2016 00:00	69,9	50
60	06.11.2016 00:00	58,9	51,2
61	07.11.2016 00:00	59,1	52
62	08.11.2016 00:00	78,4	54,7
63	09.11.2016 00:00	81,5	70,1
64	10.11.2016 00:00	96,3	78,7
65	11.11.2016 00:00	113,1	9,5
66	12.11.2016 00:00	25	8,9
67	13.11.2016 00:00	26	9,3
68	14.11.2016 00:00	105,4	8,5
69	15.11.2016 00:00	120,6	109,6
70	16.11.2016 00:00	146,2	114,9
71	17.11.2016 00:00	152,5	119,8
72	18.11.2016 00:00	175,6	126,5
73	19.11.2016 00:00	163	127,5
74	20.11.2016 00:00	346,9	137
75	21.11.2016 00:00	267,9	145,9

76	22.11.2016 00:00	191,4	150,3
77	23.11.2016 00:00	209,8	154,8
78	24.11.2016 00:00	223,3	164
79	25.11.2016 00:00	209,6	165,4
80	26.11.2016 00:00	223,3	167,3
81	27.11.2016 00:00	182,2	169,3
82	28.11.2016 00:00	206	172,4
83	29.11.2016 00:00	243,1	188,5
84	30.11.2016 00:00	289,2	222,7
85	01.12.2016 00:00	393,7	251,8
86	02.12.2016 00:00	293,9	222,5
87	03.12.2016 00:00	267,2	241
88	04.12.2016 00:00	286,1	245,5
89	05.12.2016 00:00	298,6	250,8
90	06.12.2016 00:00	274,5	249,1
91	07.12.2016 00:00	299,2	256,2
92	08.12.2016 00:00	375,3	261,5
93	09.12.2016 00:00	326,5	252,6
94	10.12.2016 00:00	279,8	248,2
95	11.12.2016 00:00	291,2	271,5
96	12.12.2016 00:00	307,4	286,4
97	13.12.2016 00:00	314,2	292,7
98	14.12.2016 00:00	368,7	310,5
99	15.12.2016 00:00	428,5	356,4
100	16.12.2016 00:00	360,6	340,6
101	17.12.2016 00:00	414,3	350,6
102	18.12.2016 00:00	467,5	384,7
103	19.12.2016 00:00	449,1	33,1
104	20.12.2016 00:00	69,8	23,8
105	21.12.2016 00:00	112,7	28,4
106	22.12.2016 00:00	141,2	115,2

107	23.12.2016 00:00	166,1	119
108	24.12.2016 00:00	295,2	145,8
109	25.12.2016 00:00	329,2	166,3
110	26.12.2016 00:00	239,7	141,8
111	27.12.2016 00:00	332,7	179,9
112	28.12.2016 00:00	245,5	203,7
113	29.12.2016 00:00	229,8	209,4
114	30.12.2016 00:00	365,9	213,2
115	31.12.2016 00:00	346,6	214
116	01.01.2017 00:00	265,2	200,6
117	02.01.2017 00:00	244,7	219,4
118	03.01.2017 00:00	389,3	235,6
119	04.01.2017 00:00	304,6	264,9
120	05.01.2017 00:00	314,9	287
121	06.01.2017 00:00	328	304,3
122	07.01.2017 00:00	326,4	304,8
123	08.01.2017 00:00	332,2	310,8
124	09.01.2017 00:00	319,9	303
125	10.01.2017 00:00	394,7	307,1
126	11.01.2017 00:00	627	299,9
127	12.01.2017 00:00	545,8	297,8
128	13.01.2017 00:00	459,1	322,4
129	14.01.2017 00:00	410,2	349,1
130	15.01.2017 00:00	380,2	351,7
131	16.01.2017 00:00	390,4	372,8
132	17.01.2017 00:00	534,5	386,5
133	18.01.2017 00:00	497,6	45,3

Vedlegg 5. Høyeste og laveste døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Strengselva 2 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Strengsel va 2	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningevne, $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte	Laveste ledningevne, $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	08.09.2016 00:00		87,1		84,8
2	09.09.2016 00:00		89,2		86,4
3	10.09.2016 00:00		91,2		87,4
4	11.09.2016 00:00		103,3		90,8
5	12.09.2016 00:00		96,5		93,5
6	13.09.2016 00:00		99,1		95,2
7	14.09.2016 00:00		100,2		96
8	15.09.2016 00:00		102,9		97,7
9	16.09.2016 00:00		107,7		100,2
10	17.09.2016 00:00		113,1		106,7
11	18.09.2016 00:00		108,1		105,4
12	19.09.2016 00:00		111,5		106
13	20.09.2016 00:00		114,3		109,4
14	21.09.2016 00:00		120,1		112,7
15	22.09.2016 00:00		122,2		116,5
16	23.09.2016 00:00		130,9		120
17	24.09.2016 00:00		130,4		126,2
18	25.09.2016 00:00		129		127
19	26.09.2016 00:00		135,1		128,7
20	27.09.2016 00:00		143,8		131,8
21	28.09.2016 00:00		159,8		144,2
22	29.09.2016 00:00		157,3		147,2
23	30.09.2016 00:00		154,1		146,2
24	01.10.2016 00:00		152,3		149,9
25	02.10.2016 00:00		151,8		147
26	03.10.2016 00:00		149,2		145
27	04.10.2016 00:00		150,4		145,1
28	05.10.2016 00:00		150,4		146,8
29	06.10.2016 00:00		154,7		149,4

30	07.10.2016 00:00	161,2	154,5
31	08.10.2016 00:00	170,7	160,3
32	09.10.2016 00:00	166,7	163,8
33	10.10.2016 00:00	179,6	165,5
34	11.10.2016 00:00	175,6	170,5
35	12.10.2016 00:00	176,5	173,9
36	13.10.2016 00:00	180,5	175,8
37	14.10.2016 00:00	182,7	180,5
38	15.10.2016 00:00	186,9	182,4
39	16.10.2016 00:00	224	186,9
40	17.10.2016 00:00	237,7	175
41	18.10.2016 00:00	201,3	96,9
42	19.10.2016 00:00	99	85
43	20.10.2016 00:00	84,8	78,2
44	21.10.2016 00:00	78,8	76,5
45	22.10.2016 00:00	78,1	75,7
46	23.10.2016 00:00	81,9	76
47	24.10.2016 00:00	109,3	81,6
48	25.10.2016 00:00	82,3	77,1
49	26.10.2016 00:00	79,6	76,2
50	27.10.2016 00:00	79,3	75,9
51	28.10.2016 00:00	77,1	76,2
52	29.10.2016 00:00	80,6	76,6
53	30.10.2016 00:00	81,7	76,7
54	31.10.2016 00:00	87,4	77,7
55	01.11.2016 00:00	83	80,4
56	02.11.2016 00:00	83,4	80,7
57	03.11.2016 00:00	84,3	81
58	04.11.2016 00:00	128,2	82,7
59	05.11.2016 00:00	156,1	73,8
60	06.11.2016 00:00	80	71,3

61	07.11.2016 00:00	73,1	70
62	08.11.2016 00:00	83,1	69,7
63	09.11.2016 00:00	84,8	68,8
64	10.11.2016 00:00	72,5	69,3
65	11.11.2016 00:00	71,9	70,2
66	12.11.2016 00:00	74,6	71,5
67	13.11.2016 00:00	74,9	73,1
68	14.11.2016 00:00	101,8	74,6
69	15.11.2016 00:00	90,5	81,9
70	16.11.2016 00:00	91,4	78,3
71	17.11.2016 00:00	89,3	77
72	18.11.2016 00:00	101,8	77,1
73	19.11.2016 00:00	81,1	74,5
74	20.11.2016 00:00	105,5	75,4
75	21.11.2016 00:00	98,4	70,5
76	22.11.2016 00:00	77,3	71,8
77	23.11.2016 00:00	75,1	69
78	24.11.2016 00:00	69	67,4
79	25.11.2016 00:00	71,7	66,7
80	26.11.2016 00:00	70,4	68,3
81	27.11.2016 00:00	69,5	68,6
82	28.11.2016 00:00	71,8	69
83	29.11.2016 00:00	72,4	70,3
84	30.11.2016 00:00	72,5	71,5
85	01.12.2016 00:00	74,2	72,5
86	02.12.2016 00:00	74,8	73,4
87	03.12.2016 00:00	76,5	74,2
88	04.12.2016 00:00	77,7	76,3
89	05.12.2016 00:00	79,7	77,4
90	06.12.2016 00:00	81,3	78,9
91	07.12.2016 00:00	167,8	80

92	08.12.2016 00:00	91,7	87
93	09.12.2016 00:00	100,7	84,1
94	10.12.2016 00:00	110	89,8
95	11.12.2016 00:00	89,7	86,4
96	12.12.2016 00:00	87	84,9
97	13.12.2016 00:00	87,2	84
98	14.12.2016 00:00	84,7	83,3
99	15.12.2016 00:00	87,5	83,8
100	16.12.2016 00:00	86,2	85,2
101	17.12.2016 00:00	86,6	85,1
102	18.12.2016 00:00	87,7	85,2
103	19.12.2016 00:00	98,7	85
104	20.12.2016 00:00	87,8	85,9
105	21.12.2016 00:00	129,9	86,6
106	22.12.2016 00:00	150,7	93,5
107	23.12.2016 00:00	156,4	96,8
108	24.12.2016 00:00	160,2	96,4
109	25.12.2016 00:00	96,4	89,3
110	26.12.2016 00:00	146,8	87,8
111	27.12.2016 00:00	94,3	88,5
112	28.12.2016 00:00	89,7	86,9
113	29.12.2016 00:00	88,6	86,5
114	30.12.2016 00:00	88,6	85,7
115	31.12.2016 00:00	96,7	88,1
116	01.01.2017 00:00	96,1	90,6
117	02.01.2017 00:00	90,7	88,1
118	03.01.2017 00:00	90,7	87,9
119	04.01.2017 00:00	90,5	88
120	05.01.2017 00:00	91	88,1
121	06.01.2017 00:00	134,1	91
122	07.01.2017 00:00	147	96,1

123	08.01.2017 00:00	99	95,2
124	09.01.2017 00:00	205,1	96,8
125	10.01.2017 00:00	196,2	97,9
126	11.01.2017 00:00	118,4	85
127	12.01.2017 00:00	84,9	77,2
128	13.01.2017 00:00	77,2	73,9
129	14.01.2017 00:00	75	73,8
130	15.01.2017 00:00	74,6	73,7
131	16.01.2017 00:00	78,3	74,2
132	17.01.2017 00:00	94,7	76,3
133	18.01.2017 00:00	90,5	79,2

Vedlegg 6. Høyeste og laveste målte døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Strengsselva 3 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Strengsel va 3	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste målte ledningsevna ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Laveste målte ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1	08.09.2016 00:00	61,2	60
2	09.09.2016 00:00	62,1	60,4
3	10.09.2016 00:00	63,5	61,6
4	11.09.2016 00:00	70,7	63,5
5	12.09.2016 00:00	67,4	63,6
6	13.09.2016 00:00	66,8	63,9
7	14.09.2016 00:00	68,2	64,9
8	15.09.2016 00:00	69,4	65,9
9	16.09.2016 00:00	70,4	68,1
10	17.09.2016 00:00	72	69,4
11	18.09.2016 00:00	72,2	68,6
12	19.09.2016 00:00	73,5	69,7
13	20.09.2016 00:00	74,7	71,5
14	21.09.2016 00:00	76,5	72,8
15	22.09.2016 00:00	78,2	74,2

16	23.09.2016 00:00	83,8	77,6
17	24.09.2016 00:00	82,2	77,7
18	25.09.2016 00:00	92,8	77,9
19	26.09.2016 00:00	95,9	83,4
20	27.09.2016 00:00	105,4	88,9
21	28.09.2016 00:00	138,4	97,7
22	29.09.2016 00:00	109,3	94,1
23	30.09.2016 00:00	97,6	93,1
24	01.10.2016 00:00	96,3	91,7
25	02.10.2016 00:00	94,8	90,8
26	03.10.2016 00:00	94	89,1
27	04.10.2016 00:00	94,2	89,5
28	05.10.2016 00:00	94,4	89,7
29	06.10.2016 00:00	97,2	91,3
30	07.10.2016 00:00	99,4	94,7
31	08.10.2016 00:00	99,6	93,6
32	09.10.2016 00:00	100,7	96,3
33	10.10.2016 00:00	110,8	100
34	11.10.2016 00:00	105,9	102,1
35	12.10.2016 00:00	108,5	105,8
36	13.10.2016 00:00	111,3	107,1
37	14.10.2016 00:00	115	110,2
38	15.10.2016 00:00	137,7	114,5
39	16.10.2016 00:00	171,6	137,9
40	17.10.2016 00:00	327,3	172,1
41	18.10.2016 00:00	328,2	124
42	19.10.2016 00:00	122,7	77
43	20.10.2016 00:00	76,8	72,8
44	21.10.2016 00:00	73,2	72,2
45	22.10.2016 00:00	72,6	71,5
46	23.10.2016 00:00	74	71,4

47	24.10.2016 00:00	101,9	74,2
48	25.10.2016 00:00	80,5	72,6
49	26.10.2016 00:00	72,7	72
50	27.10.2016 00:00	72,4	71,6
51	28.10.2016 00:00	72,9	71,6
52	29.10.2016 00:00	72,6	71,8
53	30.10.2016 00:00	72,9	71,9
54	31.10.2016 00:00	76,5	72,5
55	01.11.2016 00:00	74,2	73,5
56	02.11.2016 00:00	75	73,7
57	03.11.2016 00:00	76,3	73,8
58	04.11.2016 00:00	98,4	74,5
59	05.11.2016 00:00	139,8	75,1
60	06.11.2016 00:00	74,9	71,2
61	07.11.2016 00:00	71,7	70,5
62	08.11.2016 00:00	71,1	69,9
63	09.11.2016 00:00	71,7	70
64	10.11.2016 00:00	71,3	70,1
65	11.11.2016 00:00	72	70,8
66	12.11.2016 00:00	72,2	71,1
67	13.11.2016 00:00	73,4	71,7
68	14.11.2016 00:00	94,4	72,5
69	15.11.2016 00:00	86,6	76,5
70	16.11.2016 00:00	81,4	72,7
71	17.11.2016 00:00	77,7	72,6
72	18.11.2016 00:00	89,5	72,5
73	19.11.2016 00:00	75,6	72,5
74	20.11.2016 00:00	96,1	72
75	21.11.2016 00:00	96,7	73,3
76	22.11.2016 00:00	77,6	73,6
77	23.11.2016 00:00	75,8	71,8

78	24.11.2016 00:00	72,1	70,5
79	25.11.2016 00:00	71,7	69,9
80	26.11.2016 00:00	71,5	70,8
81	27.11.2016 00:00	72,1	71
82	28.11.2016 00:00	73,1	71,3
83	29.11.2016 00:00	73,4	71,9
84	30.11.2016 00:00	73,7	72
85	01.12.2016 00:00	74,7	72,9
86	02.12.2016 00:00	74,7	73,2
87	03.12.2016 00:00	75,2	73,6
88	04.12.2016 00:00	76	74,8
89	05.12.2016 00:00	77,5	75,1
90	06.12.2016 00:00	77,4	76,1
91	07.12.2016 00:00	112,2	77,1
92	08.12.2016 00:00	83,3	77,1
93	09.12.2016 00:00	82	77
94	10.12.2016 00:00	89,5	80,9
95	11.12.2016 00:00	82,2	78,6
96	12.12.2016 00:00	80,5	77,7
97	13.12.2016 00:00	79,9	78,1
98	14.12.2016 00:00	79,7	77,9
99	15.12.2016 00:00	80,7	78,7
100	16.12.2016 00:00	82	79,7
101	17.12.2016 00:00	81,7	79,4
102	18.12.2016 00:00	81	79,8
103	19.12.2016 00:00	81,8	80
104	20.12.2016 00:00	86	80,4
105	21.12.2016 00:00	96,7	79,8
106	22.12.2016 00:00	130,8	84,3
107	23.12.2016 00:00	145,5	86
108	24.12.2016 00:00	165,9	88,7

109	25.12.2016 00:00	88,7	83,5
110	26.12.2016 00:00	114,9	82
111	27.12.2016 00:00	86,1	82,4
112	28.12.2016 00:00	83,5	81,5
113	29.12.2016 00:00	85,3	80,9
114	30.12.2016 00:00	81	79,6
115	31.12.2016 00:00	88,5	81
116	01.01.2017 00:00	85,2	80,2
117	02.01.2017 00:00	81,7	78,5
118	03.01.2017 00:00	79,7	77,9
119	04.01.2017 00:00	80,3	77,3
120	05.01.2017 00:00	80,7	77,4
121	06.01.2017 00:00	95,9	79,8
122	07.01.2017 00:00	91	81,9
123	08.01.2017 00:00	84,5	81,8
124	09.01.2017 00:00	114,2	83,3
125	10.01.2017 00:00	166,8	98,5
126	11.01.2017 00:00	118	82,1
127	12.01.2017 00:00	81,8	75,8
128	13.01.2017 00:00	76,4	73,4
129	14.01.2017 00:00	75	73,8
130	15.01.2017 00:00	75	72,8
131	16.01.2017 00:00	76,1	72,8
132	17.01.2017 00:00	81,8	74,4
133	18.01.2017 00:00	76,2	75

Vedlegg 7. Høyeste og laveste målte døgnverdier ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Damtjernbekken 1 i perioden 04.09.2016 – 17.01.2017.

Damtjernbe kken 1	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte	Leveste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	04.09.2016 00:00		567,2		545,9
2	05.09.2016 00:00		545,4		509,6
3	06.09.2016 00:00		513,8		511,2
4	07.09.2016 00:00		517,6		513,3
5	08.09.2016 00:00		528,6		517,1
6	09.09.2016 00:00		542,5		528,4
7	10.09.2016 00:00		610,4		539,5
8	11.09.2016 00:00		611,1		606
9	12.09.2016 00:00		616		610,9
10	13.09.2016 00:00		623,5		615,5
11	14.09.2016 00:00		9540,7		622,4
12	15.09.2016 00:00		630		625,6
13	16.09.2016 00:00		655,7		630,1
14	17.09.2016 00:00		655,4		650,4
15	18.09.2016 00:00		657		652,8
16	19.09.2016 00:00		661,8		653,5
17	20.09.2016 00:00		670		660,7
18	21.09.2016 00:00		675,3		670,2
19	22.09.2016 00:00		680,5		675,2
20	23.09.2016 00:00		683,3		675,4
21	24.09.2016 00:00		688,4		678,1
22	25.09.2016 00:00		693		686,1
23	26.09.2016 00:00		696,1		686,5
24	27.09.2016 00:00		699,1		693,5
25	28.09.2016 00:00		706,2		698,6
26	29.09.2016 00:00		713,3		701,8
27	30.09.2016 00:00		726		712,8

28	01.10.2016 00:00	742,3	724,6
29	02.10.2016 00:00	753,2	735,8
30	03.10.2016 00:00	757,9	752
31	04.10.2016 00:00	771,1	757,5
32	05.10.2016 00:00	779,3	770,3
33	06.10.2016 00:00	786,9	779,2
34	07.10.2016 00:00	796,6	787,5
35	08.10.2016 00:00	828,5	796,4
36	09.10.2016 00:00	843,2	828,6
37	10.10.2016 00:00	858,7	839,2
38	11.10.2016 00:00	41812,3	858,3
39	12.10.2016 00:00	41360,6	40242,7
40	13.10.2016 00:00	40250,3	39012,6
41	14.10.2016 00:00	39010,6	37783
42	15.10.2016 00:00	37810,5	36657,9
43	16.10.2016 00:00	36623,3	35054,1
44	17.10.2016 00:00	35057,6	33578,7
45	18.10.2016 00:00	33546,1	31971,3
46	19.10.2016 00:00	31965,2	30623,6
47	20.10.2016 00:00	30612,4	29211,3
48	21.10.2016 00:00	29190,3	27938,7
49	22.10.2016 00:00	27926,5	26663,5
50	23.10.2016 00:00	26656,2	25055,4
51	24.10.2016 00:00	25013,6	23990,2
52	25.10.2016 00:00	24050,6	22838,5
53	26.10.2016 00:00	22843,4	21255,8
54	27.10.2016 00:00	21241,4	19606,9
55	28.10.2016 00:00	19593,5	18295,9
56	29.10.2016 00:00	18292,8	16995,5
57	30.10.2016 00:00	16985,8	15657,2
58	31.10.2016 00:00	15637,7	13796,5

59	01.11.2016 00:00	13782,5	12598,2
60	02.11.2016 00:00	12580,9	11331,1
61	03.11.2016 00:00	11316,7	10025
62	04.11.2016 00:00	10007,3	8595
63	05.11.2016 00:00	8578,7	7049,7
64	06.11.2016 00:00	7038	5755,5
65	07.11.2016 00:00	5743,5	4477,8
66	08.11.2016 00:00	4465,2	3186,1
67	09.11.2016 00:00	3172,9	1801,9
68	10.11.2016 00:00	1786,6	1048,4
69	11.11.2016 00:00	1057,1	1048,7
70	12.11.2016 00:00	1061,5	1057,1
71	13.11.2016 00:00	1063,7	1059,6
72	14.11.2016 00:00	1065,1	1009,7
73	15.11.2016 00:00	1060,9	1049,4
74	16.11.2016 00:00	1055,4	1045,7
75	17.11.2016 00:00	1050,8	1046
76	18.11.2016 00:00	1048,6	1012,2
77	19.11.2016 00:00	1034,3	1012,2
78	20.11.2016 00:00	1012,4	968
79	21.11.2016 00:00	976,3	951,5
80	22.11.2016 00:00	950,3	913,9
81	23.11.2016 00:00	922,2	903,9
82	24.11.2016 00:00	912,8	881,5
83	25.11.2016 00:00	883,5	861,3
84	26.11.2016 00:00	865,3	856
85	27.11.2016 00:00	862,3	841,5
86	28.11.2016 00:00	841,9	823,1
87	29.11.2016 00:00	824,4	812,5
88	30.11.2016 00:00	818,7	812,2
89	01.12.2016 00:00	831	814,9

90	02.12.2016 00:00	832,3	820,6
91	03.12.2016 00:00	841,9	829,5
92	04.12.2016 00:00	920,6	840,7
93	05.12.2016 00:00	1075,1	922,5
94	06.12.2016 00:00	1277,6	1074,7
95	07.12.2016 00:00	1532,3	1279,3
96	08.12.2016 00:00	1672,4	1532,2
97	09.12.2016 00:00	1801,7	1673,6
98	10.12.2016 00:00	1953,8	1800,5
99	11.12.2016 00:00	2058,7	1766
100	12.12.2016 00:00	2122,2	1930,1
101	13.12.2016 00:00	2302,1	2085,1
102	14.12.2016 00:00	2465,2	2232
103	15.12.2016 00:00	2736,8	2414,4
104	16.12.2016 00:00	2881,1	2721,9
105	17.12.2016 00:00	3044,6	2881,6
106	18.12.2016 00:00	3238,4	3050,4
107	19.12.2016 00:00	3410,9	3239,7
108	20.12.2016 00:00	3585,2	3412,6
109	21.12.2016 00:00	3749,8	3589,3
110	22.12.2016 00:00	3921	3749,6
111	23.12.2016 00:00	4161,1	3918,9
112	24.12.2016 00:00	4340,6	4167
113	25.12.2016 00:00	4470,7	4339,6
114	26.12.2016 00:00	4634,8	4470,6
115	27.12.2016 00:00	4835,7	4608,5
116	28.12.2016 00:00	5005,4	4837,8
117	29.12.2016 00:00	5214,8	5005,5
118	30.12.2016 00:00	5388,5	5220
119	31.12.2016 00:00	5555,8	5388,9
120	01.01.2017 00:00	5765,9	5561,1

121	02.01.2017 00:00	6055,7	5762
122	03.01.2017 00:00	6348,6	6057,4
123	04.01.2017 00:00	6619,2	6356,3
124	05.01.2017 00:00	6963,5	6619
125	06.01.2017 00:00	7209,8	6965,5
126	07.01.2017 00:00	7388,2	7205,1
127	08.01.2017 00:00	7610,3	7392,3
128	09.01.2017 00:00	7772,2	7611,7
129	10.01.2017 00:00	7958,8	7762,1
130	11.01.2017 00:00	8114,5	7831,2
131	12.01.2017 00:00	8272,7	8113,8
132	13.01.2017 00:00	8427,8	8256,1
133	14.01.2017 00:00	8656,7	8416,4
134	15.01.2017 00:00	8921,5	8660,5
135	16.01.2017 00:00	9199,5	8917,6
136	17.01.2017 00:00	9321,7	978,7
137	18.01.2017 00:00	981,2	32,7

Vedlegg 8. Høyeste og laveste målte døgnverdier ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Damtjernbekken 2 i perioden 04.09.2016 -17.01.2017.

Damtjernbe kken 2	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte	Laveste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	04.09.2016 00:00		596,6		529,7
2	05.09.2016 00:00		2751,3		619
3	06.09.2016 00:00		4876,7		2773,1
4	07.09.2016 00:00		7062,7		4909,6
5	08.09.2016 00:00		9126,4		7090
6	09.09.2016 00:00		11091,6		9133,5
7	10.09.2016 00:00		13361,3		11121,7
8	11.09.2016 00:00		15555,9		13380,4
9	12.09.2016 00:00		17462,8		15567,3

10	13.09.2016 00:00	19787,9	17484,7
11	14.09.2016 00:00	21627,1	19796,3
12	15.09.2016 00:00	23602,4	21640,2
13	16.09.2016 00:00	25591,1	23613
14	17.09.2016 00:00	28724,5	25625,5
15	18.09.2016 00:00	31023,7	28776,4
16	19.09.2016 00:00	32862,6	31039,9
17	20.09.2016 00:00	34720,7	32876,3
18	21.09.2016 00:00	36781,7	34743,4
19	22.09.2016 00:00	39199,6	36816,6
20	23.09.2016 00:00	40159,7	37179,8
21	24.09.2016 00:00	43819,3	40264,5
22	25.09.2016 00:00	45933,9	43689
23	26.09.2016 00:00	47613	43010,3
24	27.09.2016 00:00	53299,1	47636,4
25	28.09.2016 00:00	53223,2	51457,9
26	29.09.2016 00:00	54976,4	51504,6
27	30.09.2016 00:00	57627	54985
28	01.10.2016 00:00	60275,3	57620,3
29	02.10.2016 00:00	63345,7	60324,8
30	03.10.2016 00:00	64361,4	63039,2
31	04.10.2016 00:00	66539,1	64486,9
32	05.10.2016 00:00	68557,5	66510,7
33	06.10.2016 00:00	70794,1	68568,4
34	07.10.2016 00:00	72580,8	70627,8
35	08.10.2016 00:00	74491,5	72251,8
36	09.10.2016 00:00	77018,3	74273,8
37	10.10.2016 00:00	78662	74857,7
38	11.10.2016 00:00	81016,7	905,4
39	12.10.2016 00:00	1213,5	1009,5
40	13.10.2016 00:00	1413,1	1215,3

41	14.10.2016 00:00	1610,4	1415,2
42	15.10.2016 00:00	1831,6	1611,5
43	16.10.2016 00:00	2030,7	1834,2
44	17.10.2016 00:00	2291,6	2026,8
45	18.10.2016 00:00	2472,9	2242,9
46	19.10.2016 00:00	2727	2477,4
47	20.10.2016 00:00	2820,2	2708,4
48	21.10.2016 00:00	3065,3	2817,3
49	22.10.2016 00:00	3397,6	3068
50	23.10.2016 00:00	3497,2	3250,6
51	24.10.2016 00:00	3422,3	3144
52	25.10.2016 00:00	3833,2	3170
53	26.10.2016 00:00	4066,8	3834,3
54	27.10.2016 00:00	4302	4060,9
55	28.10.2016 00:00	4544,2	4292,7
56	29.10.2016 00:00	4795,5	4545,3
57	30.10.2016 00:00	5042,3	4795,3
58	31.10.2016 00:00	5199,9	4792,7
59	01.11.2016 00:00	5342,9	4905,2
60	02.11.2016 00:00	5594,6	5334,5
61	03.11.2016 00:00	5866,4	5584,8
62	04.11.2016 00:00	6072,5	5835,3
63	05.11.2016 00:00	7857,6	6073,6
64	06.11.2016 00:00	7768,4	7044,9
65	07.11.2016 00:00	7197,7	7043,8
66	08.11.2016 00:00	7367,3	7168,1
67	09.11.2016 00:00	7605,5	7342,9
68	10.11.2016 00:00	7711,4	862
69	11.11.2016 00:00	882,7	863,7
70	12.11.2016 00:00	889,3	870,9
71	13.11.2016 00:00	873,9	861,3

72	14.11.2016 00:00	881,1	724,7
73	15.11.2016 00:00	787,8	718,8
74	16.11.2016 00:00	823,3	787,4
75	17.11.2016 00:00	847	789,6
76	18.11.2016 00:00	849,5	768,3
77	19.11.2016 00:00	867,1	822,2
78	20.11.2016 00:00	863,4	813,2
79	21.11.2016 00:00	834,1	691,2
80	22.11.2016 00:00	832,7	784,6
81	23.11.2016 00:00	789,8	210,9
82	24.11.2016 00:00	787,9	668
83	25.11.2016 00:00	720,8	647,5
84	26.11.2016 00:00	699,1	624,3
85	27.11.2016 00:00	714,8	456,4
86	28.11.2016 00:00	721	606,6
87	29.11.2016 00:00	717,2	583,9
88	30.11.2016 00:00	722,1	609,3
89	01.12.2016 00:00	743,8	603,9
90	02.12.2016 00:00	763,3	685,7
91	03.12.2016 00:00	3488,8	7,6
92	04.12.2016 00:00	1054,4	842,5
93	05.12.2016 00:00	1476,2	1057,7
94	06.12.2016 00:00	1939	1483,4
95	07.12.2016 00:00	2410,3	1943,4
96	08.12.2016 00:00	2737,7	2397
97	09.12.2016 00:00	3138,7	2736,1
98	10.12.2016 00:00	3563,5	3133,7
99	11.12.2016 00:00	3922,2	3561,8
100	12.12.2016 00:00	4327,9	3916,8
101	13.12.2016 00:00	4727,7	4337,7
102	14.12.2016 00:00	5230	4713,3

103	15.12.2016 00:00	5758,5	5237,9
104	16.12.2016 00:00	6127,9	5728,7
105	17.12.2016 00:00	6506,7	6126,1
106	18.12.2016 00:00	7004,7	6514,6
107	19.12.2016 00:00	7423,5	7009,3
108	20.12.2016 00:00	7888,8	7427,6
109	21.12.2016 00:00	8295,4	7888
110	22.12.2016 00:00	8750,5	8286,6
111	23.12.2016 00:00	9170,2	8747,2
112	24.12.2016 00:00	9860,7	9073,6
113	25.12.2016 00:00	10178,1	9863,6
114	26.12.2016 00:00	10587,1	10177,1
115	27.12.2016 00:00	11087,5	10588,4
116	28.12.2016 00:00	11586,4	11102,9
117	29.12.2016 00:00	11986,3	11583,5
118	30.12.2016 00:00	12408,5	11998,8
119	31.12.2016 00:00	12851,1	12418,8
120	01.01.2017 00:00	13474,9	12851
121	02.01.2017 00:00	14337,3	13470
122	03.01.2017 00:00	17118,3	13929
123	04.01.2017 00:00	16082,8	14739,7
124	05.01.2017 00:00	16932,4	15821,1
125	06.01.2017 00:00	17285,7	16947,8
126	07.01.2017 00:00	17828,7	16971,3
127	08.01.2017 00:00	18191	17805,1
128	09.01.2017 00:00	18439,8	18106,6
129	10.01.2017 00:00	19157,5	18121,1
130	11.01.2017 00:00	19228,2	16644,4
131	12.01.2017 00:00	19979,7	17183,9
132	13.01.2017 00:00	20524,8	19866,8
133	14.01.2017 00:00	21098,5	20398,5

134	15.01.2017 00:00	22289,8	21065,1
135	16.01.2017 00:00	22894,5	22236,2
136	17.01.2017 00:00	22951	1059,2
137	18.01.2017 00:00	1774,1	92,6

Vedlegg 9. Høyeste og laveste målte døgnverdier av ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Damtjernbekken 3 i perioden 04.09.2016 – 17.02.2017.

Damtjernbe kken 3	Dato og tidspunkt for måling	Høyeste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte Laveste ledningsevne $\mu\text{S}/\text{cm}$	målte
1	04.09.2016 00:00	776,6	762,4	762,4
2	05.09.2016 00:00	785,8	765,9	765,9
3	06.09.2016 00:00	796,1	785,7	785,7
4	07.09.2016 00:00	801,7	792,4	792,4
5	08.09.2016 00:00	806,2	792,2	792,2
6	09.09.2016 00:00	814,7	803	803
7	10.09.2016 00:00	814,9	806,2	806,2
8	11.09.2016 00:00	815,9	601	601
9	12.09.2016 00:00	818,8	800,1	800,1
10	13.09.2016 00:00	825,3	817,2	817,2
11	14.09.2016 00:00	829,8	822,1	822,1
12	15.09.2016 00:00	830,1	823,5	823,5
13	16.09.2016 00:00	834,9	822,1	822,1
14	17.09.2016 00:00	860,9	817,6	817,6
15	18.09.2016 00:00	830,4	770,4	770,4
16	19.09.2016 00:00	836,8	824,5	824,5
17	20.09.2016 00:00	839,6	827	827
18	21.09.2016 00:00	845,8	832,8	832,8
19	22.09.2016 00:00	849,3	838,8	838,8
20	23.09.2016 00:00	848	446,3	446,3
21	24.09.2016 00:00	836,7	741,9	741,9
22	25.09.2016 00:00	844,4	832,7	832,7

23	26.09.2016 00:00	847,1	340,4
24	27.09.2016 00:00	840,1	504,3
25	28.09.2016 00:00	840,1	770,8
26	29.09.2016 00:00	845,4	440,9
27	30.09.2016 00:00	856,4	827,2
28	01.10.2016 00:00	866	857,2
29	02.10.2016 00:00	869,7	860,1
30	03.10.2016 00:00	872,1	863,2
31	04.10.2016 00:00	876,7	866,8
32	05.10.2016 00:00	902,4	869,9
33	06.10.2016 00:00	878,3	863,4
34	07.10.2016 00:00	878,6	864,5
35	08.10.2016 00:00	881	867,8
36	09.10.2016 00:00	889,6	871,2
37	10.10.2016 00:00	884,5	701
38	11.10.2016 00:00	891,9	870
39	12.10.2016 00:00	891,5	884,9
40	13.10.2016 00:00	896,2	884,2
41	14.10.2016 00:00	897	889
42	15.10.2016 00:00	901,3	886,3
43	16.10.2016 00:00	903,4	580,6
44	17.10.2016 00:00	879,2	769,4
45	18.10.2016 00:00	852,4	514,3
46	19.10.2016 00:00	898,4	777,7
47	20.10.2016 00:00	901,1	676,2
48	21.10.2016 00:00	902,9	696,7
49	22.10.2016 00:00	888,5	622
50	23.10.2016 00:00	843,3	498,6
51	24.10.2016 00:00	757	524,1
52	25.10.2016 00:00	818	522,2
53	26.10.2016 00:00	863,5	817,8

54	27.10.2016 00:00	908,1	864,2
55	28.10.2016 00:00	932,1	905,8
56	29.10.2016 00:00	922	908,8
57	30.10.2016 00:00	929,3	901,4
58	31.10.2016 00:00	933,7	513,3
59	01.11.2016 00:00	855,7	682,9
60	02.11.2016 00:00	884,3	829,9
61	03.11.2016 00:00	909,7	875,4
62	04.11.2016 00:00	944,9	910,9
63	05.11.2016 00:00	938,8	897,7
64	06.11.2016 00:00	991	916,3
65	07.11.2016 00:00	1018,3	992,3
66	08.11.2016 00:00	1017,5	998,3
67	09.11.2016 00:00	1004,6	990
68	10.11.2016 00:00	1006,7	1001,2
69	11.11.2016 00:00	1023,1	995,3
70	12.11.2016 00:00	1005	985,8
71	13.11.2016 00:00	1012,9	956,6
72	14.11.2016 00:00	1058,7	652,9
73	15.11.2016 00:00	1106,4	969,2
74	16.11.2016 00:00	1104,7	927,2
75	17.11.2016 00:00	1085,3	1015,5
76	18.11.2016 00:00	1059,9	584,5
77	19.11.2016 00:00	1157,6	969
78	20.11.2016 00:00	1161,6	841
79	21.11.2016 00:00	1121,7	888,5
80	22.11.2016 00:00	1035,6	923,3
81	23.11.2016 00:00	989,9	915,7
82	24.11.2016 00:00	997,6	984,5
83	25.11.2016 00:00	1022,5	972,7
84	26.11.2016 00:00	1034,4	1006,5

85	27.11.2016 00:00	1013,9	1005,4
86	28.11.2016 00:00	1015,4	1007,8
87	29.11.2016 00:00	1017,3	1009,3
88	30.11.2016 00:00	1019,7	1013,7
89	01.12.2016 00:00	1016,7	1007
90	02.12.2016 00:00	1019,6	1010,5
91	03.12.2016 00:00	1016,4	1005,2
92	04.12.2016 00:00	1178,1	1003,7
93	05.12.2016 00:00	1630,8	1180,7
94	06.12.2016 00:00	2100,1	1632,9
95	07.12.2016 00:00	2894	1857
96	08.12.2016 00:00	2855	2692,4
97	09.12.2016 00:00	3224,4	2859
98	10.12.2016 00:00	3927,5	2891,2
99	11.12.2016 00:00	4261,8	3928,1
100	12.12.2016 00:00	4690,8	4264,1
101	13.12.2016 00:00	5142,9	4693,9
102	14.12.2016 00:00	5638,8	5147,8
103	15.12.2016 00:00	6140,5	5638,5
104	16.12.2016 00:00	6514,3	6135,5
105	17.12.2016 00:00	6941,2	6525,4
106	18.12.2016 00:00	7362,2	6929,1
107	19.12.2016 00:00	7745,7	7365
108	20.12.2016 00:00	8161,4	7736,5
109	21.12.2016 00:00	8503,5	7997,6
110	22.12.2016 00:00	8960,4	8465,7
111	23.12.2016 00:00	10137,5	8938,9
112	24.12.2016 00:00	10849	9390,5
113	25.12.2016 00:00	10739,7	10591,7
114	26.12.2016 00:00	10976,1	10722,2
115	27.12.2016 00:00	11171,3	10791,6

116	28.12.2016 00:00	11349,1	11133,7
117	29.12.2016 00:00	11692,1	11146,8
118	30.12.2016 00:00	12199,5	11701,7
119	31.12.2016 00:00	12631,7	12160,1
120	01.01.2017 00:00	13089,1	12615,2
121	02.01.2017 00:00	13728,9	12927,8
122	03.01.2017 00:00	14042,2	13729
123	04.01.2017 00:00	14740,9	13965,3
124	05.01.2017 00:00	15681,3	14449,7
125	06.01.2017 00:00	16085,8	15657,2
126	07.01.2017 00:00	15855,4	13915
127	08.01.2017 00:00	16285,3	15797,6
128	09.01.2017 00:00	19006,7	16214,9
129	10.01.2017 00:00	22553,9	18348,8
130	11.01.2017 00:00	19740,8	13727,6
131	12.01.2017 00:00	22253,1	19751
132	13.01.2017 00:00	22218,8	20567,7
133	14.01.2017 00:00	21160,9	19663,3
134	15.01.2017 00:00	21524,4	20281,9
135	16.01.2017 00:00	21970,4	21275,6
136	17.01.2017 00:00	21721,9	1129,2
137	18.01.2017 00:00	1122,4	81,7

11.2 Nedbør og vannføring

Vedlegg 10. Nedbør (mm) i Tuddal (St.nr 319000), Gjerstad (St.nr 35200) og Lierværstasjon (St.nr 19940) i perioden 01.09.2016 – 18.01.2017.

Nedbør (mm)			
Dato	Tuddalværstasjon St.nr 319000	Gjerstadværstasjon St.nr 35200	Lierværstasjon St.nr 19940
01.09.2016	0,2	N.A	N.A
02.09.2016	0	N.A	N.A
03.09.2016	0	N.A	N.A
04.09.2016	0	N.A	0
05.09.2016	0	N.A	0
06.09.2016	0	N.A	0
07.09.2016	0	N.A	0
08.09.2016	0	0	0
09.09.2016	0	0	0
10.09.2016	0	0	0
11.09.2016	30,8	10,4	2
12.09.2016	0	0	0
13.09.2016	0	0,1	0
14.09.2016	0	0	0
15.09.2016	0	0	0,2
16.09.2016	0	0	0
17.09.2016	14,2	3,9	0
18.09.2016	0	0	0
19.09.2016	0	0	0
20.09.2016	0	0	0
21.09.2016	0	0	0
22.09.2016	2,6	1,7	0,2
23.09.2016	0,5	0,1	0
24.09.2016	4,8	3,7	6,8
25.09.2016	0	0	0
26.09.2016	6,4	1,7	0,4
27.09.2016	0,3	0	2,6
28.09.2016	13	7	1,8
29.09.2016	4,8	0,7	4
30.09.2016	4	0	0
01.10.2016	0	0	0
02.10.2016	0	0,1	0
03.10.2016	0	0	0
04.10.2016	0	0	0
05.10.2016	0	0	0,2
06.10.2016	0	0	0
07.10.2016	0	0	0,2
08.10.2016	0	0	0
09.10.2016	0	0	0
10.10.2016	0,5	0	2,2

11.10.2016	0	0,6	0
12.10.2016	0	0	0,2
13.10.2016	0	0	0
14.10.2016	0	0	0
15.10.2016	0	0	0
16.10.2016	0	0	0
17.10.2016	2,7	21,2	3,6
18.10.2016	8,2	30,3	3,6
19.10.2016	2	18,1	5,2
20.10.2016	0,5	0,4	1,6
21.10.2016	2,8	4,4	3,2
22.10.2016	0	3,9	3,2
23.10.2016	1	2,6	4,6
24.10.2016	6	11,3	17,4
25.10.2016	0,3	3,7	25,6
26.10.2016	0	0,2	0,2
27.10.2016	0	0,2	0,6
28.10.2016	0	0	0
29.10.2016	0	0	0,2
30.10.2016	0	0	0
31.10.2016	0	0	0
01.11.2016	11	4,1	10,2
02.11.2016	0	0	1,8
03.11.2016	0	0	0
04.11.2016	0	0,3	0
05.11.2016	10	30,6	0
06.11.2016	12	47,3	0,2
07.11.2016	0	0,1	0
08.11.2016	0	0	0
09.11.2016	1	0,2	0
10.11.2016	0	0,1	0
11.11.2016	0	0	0
12.11.2016	0	0	0
13.11.2016	3	1,7	0
14.11.2016	0	0,5	9,4
15.11.2016	5,2	15,4	27,2
16.11.2016	0	0	3,2
17.11.2016	6	2,6	4,2
18.11.2016	10,2	0	18,8
19.11.2016	3,2	0	1,8
20.11.2016	4,8	7,7	6,2
21.11.2016	9	15,7	11,6
22.11.2016	4,8	7,2	3,6

23.11.2016	5,5	2,9	3,8
24.11.2016	0	0	0
25.11.2016	0	1,3	0
26.11.2016	0	0	0,6
27.11.2016	0	0	0
28.11.2016	0	0	0
29.11.2016	0	0	0
30.11.2016	0	0	0
01.12.2016	0	0	0
02.12.2016	0	0	0
03.12.2016	0	0	0
04.12.2016	0	0	0
05.12.2016	0	0	0,2
06.12.2016	0	0	0
07.12.2016	0	0,5	0
08.12.2016	3	5,1	12,6
09.12.2016	0	0	0,2
10.12.2016	2	10,5	1,2
11.12.2016	0	0	3,2
12.12.2016	0	0	0,2
13.12.2016	0	0	0
14.12.2016	0	0	0
15.12.2016	0	0	0
16.12.2016	0	0	0
17.12.2016	0	0	0
18.12.2016	0	0	0
19.12.2016	0	0	0
20.12.2016	0	0	0
21.12.2016	0	0	1,4
22.12.2016	5,5	7,5	0,6
23.12.2016	3,5	4,7	0,2
24.12.2016	4	9,8	2
25.12.2016	1	0,4	0
26.12.2016	0,5	3,5	0
27.12.2016	5	2,6	0
28.12.2016	0	0	0
29.12.2016	0	0	0
30.12.2016	0	0	0
31.12.2016	0	0	0,2
01.01.2017	0	0	0
02.01.2017	0	0	0
03.01.2017	0	0	0
04.01.2017	0	0	0

05.01.2017	0	0	0
06.01.2017	0	0	0
07.01.2017	2,5	5,6	2
08.01.2017	0	0	0
09.01.2017	0	0,2	0
10.01.2017	9,6	13,8	2,4
11.01.2017	5	19	5
12.01.2017	N.A	0,3	11
13.01.2017	N.A	0	0
14.01.2017	N.A	0,1	0
15.01.2017	N.A	0	0
16.01.2017	N.A	0	0
17.01.2017	N.A	0,3	0
18.01.2017	N.A	5,5	N.A

Vedlegg 11. Vannføring (m³/s) i Omnesfoss (16.10.0), Lundevann (18.4.0) og Elgtjern (11.6.0).

Vannføring (m ³ /s)			
Dato	Omnesfoss	Lundevann	Elgtjern
01.09.2016	13,274	N.A	N.A
02.09.2016	13,322	N.A	N.A
03.09.2016	10,332	N.A	N.A
04.09.2016	8,05	N.A	0,039
05.09.2016	14,351	N.A	0,036
06.09.2016	18,447	N.A	0,034
07.09.2016	18,905	N.A	0,032
08.09.2016	19,123	4,884	0,031
09.09.2016	18,148	4,709	0,029
10.09.2016	14,543	4,485	0,028
11.09.2016	16,783	4,478	0,027
12.09.2016	18,424	4,198	0,027
13.09.2016	21,335	3,578	0,027
14.09.2016	18,436	3,203	0,026
15.09.2016	15,323	3,274	0,025
16.09.2016	14,68	3,338	0,024
17.09.2016	15,373	3,366	0,023
18.09.2016	9,37	3,292	0,022
19.09.2016	7,916	3,14	0,021
20.09.2016	9,215	2,983	0,02
21.09.2016	10,292	2,872	0,019
22.09.2016	13,529	2,789	0,019
23.09.2016	14,155	2,652	0,018
24.09.2016	9,835	2,559	0,02

25.09.2016	6,432	2,532	0,021
26.09.2016	5,932	2,455	0,022
27.09.2016	13,533	2,235	0,023
28.09.2016	27,752	2,45	0,025
29.09.2016	20,378	2,744	0,027
30.09.2016	20,75	2,678	0,028
01.10.2016	15,071	2,378	0,028
02.10.2016	9,786	2,039	0,028
03.10.2016	13,703	1,92	0,027
04.10.2016	16,748	1,809	0,026
05.10.2016	13,655	1,746	0,024
06.10.2016	12,426	1,7	0,023
07.10.2016	11,033	1,655	0,022
08.10.2016	8,807	1,609	0,021
09.10.2016	5,774	1,575	0,02
10.10.2016	10,926	1,548	0,02
11.10.2016	15,471	1,517	0,02
12.10.2016	12,116	1,472	0,02
13.10.2016	9,152	1,422	0,019
14.10.2016	11,23	1,378	0,019
15.10.2016	10,925	1,332	0,019
16.10.2016	11,767	1,335	0,018
17.10.2016	13,744	1,609	0,018
18.10.2016	23,416	5,642	0,024
19.10.2016	21,766	21,762	0,038
20.10.2016	17,4	17,193	0,054
21.10.2016	18,612	13,128	0,071
22.10.2016	18,71	10,885	0,082
23.10.2016	20,49	9,06	0,09
24.10.2016	24,532	11,668	0,451
25.10.2016	28,602	15,82	0,728
26.10.2016	29,124	13,414	0,452
27.10.2016	25,601	10,76	0,32
28.10.2016	25,085	8,84	0,238
29.10.2016	15,207	7,357	0,181
30.10.2016	9,132	6,323	0,137
31.10.2016	13,758	5,694	0,115
01.11.2016	29,888	5,423	0,155
02.11.2016	24,152	4,781	0,171
03.11.2016	28,324	4,314	0,146
04.11.2016	28,042	4,121	0,119
05.11.2016	28,156	26,889	0,128

06.11.2016	25,272	31,883	0,148
07.11.2016	22,214	19,718	0,123
08.11.2016	25,026	14,086	0,094
09.11.2016	26,549	11,214	0,081
10.11.2016	26,793	9,29	0,075
11.11.2016	22,378	7,939	0,07
12.11.2016	23,613	6,9	0,065
13.11.2016	15,412	6,233	0,063
14.11.2016	17,382	6,999	0,075
15.11.2016	21,095	14,452	0,125
16.11.2016	22,872	22,888	0,186
17.11.2016	16,382	21,985	0,229
18.11.2016	13,985	26,217	0,244
19.11.2016	15,486	28,183	0,228
20.11.2016	14,376	25,358	0,194
21.11.2016	13,934	39,543	0,177
22.11.2016	20,756	38,8	0,159
23.11.2016	30,59	39,659	0,221
24.11.2016	31,406	37,624	0,287
25.11.2016	28,786	32,373	0,254
26.11.2016	32,761	29,339	0,304
27.11.2016	26,033	24,125	0,273
28.11.2016	19,919	19,538	0,215
29.11.2016	18,338	15,103	0,167
30.11.2016	18,238	12,278	0,132
01.12.2016	17,578	10,56	0,107
02.12.2016	16,616	8,8	0,083
03.12.2016	16,143	8,14	0,077
04.12.2016	17,57	7,592	0,072
05.12.2016	18,186	7,487	0,07
06.12.2016	19,021	7,298	0,069
07.12.2016	17,57	7,14	0,072
08.12.2016	14,917	7,219	0,158
09.12.2016	22,314	7,003	0,273
10.12.2016	33,636	6,866	0,294
11.12.2016	33,202	6,93	0,293
12.12.2016	28,762	6,724	0,231
13.12.2016	19,305	6,3	0,181
14.12.2016	17,477	5,857	0,138
15.12.2016	26,254	5,435	0,103
16.12.2016	28,496	5,099	0,082
17.12.2016	28,346	4,512	0,077

18.12.2016	26,674	3,877	0,072
19.12.2016	27,522	3,728	0,067
20.12.2016	25,599	3,476	0,064
21.12.2016	23,631	3,597	0,061
22.12.2016	19,485	3,923	0,06
23.12.2016	16,117	4,341	0,058
24.12.2016	13,429	6,356	0,057
25.12.2016	7,389	8,12	0,056
26.12.2016	5,982	8,149	0,054
27.12.2016	7,586	7,942	0,051
28.12.2016	14,748	6,711	0,048
29.12.2016	18,145	6,125	0,045
30.12.2016	17,616	5,754	0,044
31.12.2016	18,472	5,576	0,044
01.01.2017	15,81	5,509	0,048
02.01.2017	18,122	5,389	0,047
03.01.2017	23,474	5,159	0,046
04.01.2017	18,177	4,943	0,044
05.01.2017	19,105	4,547	0,041
06.01.2017	22,567	4,247	0,038
07.01.2017	16,982	4,234	0,037
08.01.2017	19,881	4,072	0,035
09.01.2017	19,418	3,947	0,034
10.01.2017	16,934	6,994	0,033
11.01.2017	12,818	17,383	0,038
12.01.2017	N.A	24,745	0,044
13.01.2017	N.A	17,817	0,045
14.01.2017	N.A	13,139	0,044
15.01.2017	N.A	10,696	0,043
16.01.2017	N.A	8,921	0,04
17.01.2017	N.A	7,883	0,038
18.01.2017	N.A	7,321	0,036

11.3 lonesammensetning

Vedlegg 12. Konsentrasjoner av hoved anioner og kationer i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017.

Prøvenummer	NH ₄ ⁺ µg/L	K ⁺ mg/	Mg ²⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/	Na ⁺ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ µg/L
Svorteelva 1 01.09.2016	NA	0.3	0.5	6.8	0.8	0.7	1.8	104.8
Svorteelva 2 01.09.2016	4.6	0.3	0.5	6.9	2.6	3.3	1.2	116.5
Svorteelva 3 01.09.2016	12.6	0.4	0.5	5.4	2.3	2.9	2.02	121.7
Svorteelva 1 04.10.2016	NA	0.3	0.6	6.6	0.8	0.9	1.7	105.3
Svorteelva 2 04.10.2016	3.8	0.3	0.6	6.7	2.2	2.8	1.5	139.2
Svorteelva 3 04.10.2016	NA	0.4	0.6	5.2	2.0	2.5	1.8	158.8
Svorteelva 1 02.11.2016	19.3	0.3	0.5	5.6	0.7	0.9	1.4	140.7
Svorteelva 2 02.11.2016	N.A	0.3	0.6	5.7	2.0	2.6	1.4	153.0
Svorteelva 3 02.11.2016	73.5	0.4	0.6	4.5	1.6	2.1	1.5	190.5
Svorteelva 1 18.12.2016	88.9	0.2	0.6	6.2	0.7	0.9	2,7	168.7
Svorteelva 2 18.12.2016	97.2	0.3	0.7	6.3	2.5	3.6	2.0	200.4
Svorteelva 3 18.12.2016	175.7	0.5	0.7	5.0	3.0	4.5	2.2	371.6
Svorteelva 1 11.01.2017	168,0	0.5	0.8	6.4	0.9	1.3	2.2	212.2
Svorteelva 2 11.01.2017	N.A	0.4	0.9	7.1	12.2	27.1	2.3	279.5

Svorteelva 3	N.A	0.6	0.8	5.6	5.8	10.4	2.4	408.0
11.01.2017								

Vedlegg 13. Konsentrasjonen av hoved anioner og kationer i Strengselva 1 , 2 og 3 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Prøvenummer	NH ₄ ⁺ µg/L	K ⁺ mg/	Mg ²⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/	Na ⁺ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ µg/L
Strengselva 1 08.09.2016	4.1	0.3	0.4	1.8	1.7	2.3	1.5	62.4
Strengselva 2 08.09.2016	79.9	0.8	1.4	4.3	6.8	10.9	3.0	145.6
Strengselva 3 08.09.2016	64.9	0.5	1.0	3.1	5.0	8.0	2.4	45.9
Strengselva 1 10.10.2016	NA	0.3	0.6	6.6	0.8	0.9	1.7	105.3
Strengselva 2 10.10.2016	3.8	0.3	0.6	6.7	2.2	2.8	1.5	139.2
Strengselva 3 10.10.2016	NA	0.4	0.6	5.2	2.0	2.5	1.8	158.8
Strengselva 1 07.11.2017	231.2	0.5	0.7	2.5	2.5	3.6	2.6	146.4
Strengselva 2 07.11.2017	89.1	0.5	0.9	2.5	4.1	6.8	2.5	226.0
Strengselva 3 07.11.2017	186.5	1.0	1.5	4.0	6.5	11.2	3.9	482.0
Strengselva 1 20.12.2017	520.1	0.4	0.6	1.9	2.1	3.4	1.6	97.2
Strengselva 2 20.12.2017	203.9	0.8	1.5	3.7	5.3	8.6	3.6	429.1
Strengselva 3 20.12.2017	203.4	0.5	1.2	2.8	4.1	6.6	2.3	275.0

Strengselva 1 18.01.2017	42.9	0.4	0.7	1.8	2.0	3.0	1.9	169.3
Strengselva 2 12.01.2017	97.9	0.5	1.2	2.5	3.8	6.0	2.3	307.0
Strengselva 3 12.01.2017	146.0	0.7	1.4	3.0	4.5	7.0	2.6	395.0

Vedlegg 14. Konsentrasjon av hoved anioner og kationer i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 – 17.01.2017.

Prøvenummer	NH ₄ ⁺ µg/L	K ⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ µg/L
Damtjernbekken 1 06.09.2016	218.0	3.0	4.0	72.0	36.0	65.0	34.0	1428.0
Damtjernbekken 2 06.09.2016	NA	30.0	40.0	690.0	380.0	640.0	310.0	11670.0
Damtjernbekken 3 06.09.2016	NA	4.0	9.0	78.0	44.0	70.0	23.0	1129.0
Damtjernbekken 1 11.10.2016	341.0	2.0	4.0	78.0	43.0	80.0	36.0	1038.0
Damtjernbekken 2 11.10.2016	NA	2.0	5.0	71.0	41.0	74.0	29.0	998.0
Damtjernbekken 3 11.10.2016	600.0	4.0	10.0	75.0	37.0	64.0	20.0	996.0
Damtjernbekken 1 10.11.2016	1610.0	2.6	4.6	62.7	39.4	76.0	26.0	1046.0
Damtjernbekken 2 10.11.2016	990.0	2.6	4.8	61.7	41.0	79.2	25.2	1090.3
Damtjernbekken 3 10.11.2016	N.A	3.6	8.4	58.7	28.2	43.9	23.1	2112.7
Damtjernbekken 1 4.12.2016	770.8	2.3	5.0	55.5	29.9	51.8	23.1	657.1

Damtjernbekken 2 4.12.2016	N.A	1.6	4.7	47.1	26.8	45.2	19.1	1031.8
Damtjernbekken 3 4.12.2016	N.A	4.1	10.4	69.7	40.5	66.0	24.7	1986.2
Damtjernbekken 1 17.01.2017	930.0	2.5	6.0	74.5	39.6	75.2	33.8	1559.0
Damtjernbekken 2 17.01.2017	845.8	2.3	6.1	71.5	41.2	77.3	32.8	1453.5
Damtjernbekken 3 17.01.2017	N.A	0.5	2.7	27	67	17	N.A	1720

11.4 Fe, Cu, Zn

Vedlegg 15. Konsentrasjon av jern, sink og kobber ($\mu\text{g/L}$) i Svorteelva 1 , 2 og 3 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017.

Prøvenummer	Jern (Fe) $\mu\text{g/L}$	Sink (Zn) $\mu\text{g/L}$	Kobber (Cu) $\mu\text{g/L}$
Svorteelva 01.09.2016	1 21.2	N.A	N.A
Svorteelva 01.09.2016	2 36.0	2.3	N.A
Svorteelva 01.09.2016	3 58.04	N.A	0.4
Svorteelva 04.10.2016	1 4.6	12.1	0.4
Svorteelva 04.10.2016	2 75.65	11.1	4.4
Svorteelva 04.10.2016	3 78.62	10.3	N.A
Svorteelva 02.11.2016	1 59.0	N.A	N.A
Svorteelva 02.11.2016	2 92.8	N.A	N.A

Svorteelva	3	103.7	N.A	N.A
02.11.2016				
Svorteelva	1	9.2	N.A	0.3
18.12.2016				
Svorteelva	2	27.2	N.A	N.A
18.12.2016				
Svorteelva	3	30.9	N.A	N.A
18.12.2016				
Svorteelva	1	46.7	4.6	N.A
11.01.2017				
Svorteelva	2	52.7	N.A	N.A
11.01.2017				
Svorteelva	3	75.0	0.8	N.A
11.01.2017				

Vedlegg 16. Konsentrasjon av jern, sink og kobber ($\mu\text{g/L}$) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Prøvenummer		Jern (Fe) $\mu\text{g/L}$	Sink (Zn) $\mu\text{g/L}$	Kobber (Cu) $\mu\text{g/L}$
Strengselva	1	71.0	7.7	N.A
08.09.2016				
Strengselva	2	62.5	26.0	4.7
08.09.2016				
Strengselva	3	25.4	4.1	N.A
08.09.2016				
Strengselva	1	61.9	5.8	1.0
10.10.2016				
Strengselva	2	84.0	2.3	5.0
10.10.2016				
Strengselva	3	42.7	1.6	4.0
10.10.2016				

Strengselva	1	182.7	4.0	1.3
07.11.2017				
Strengselva	2	132.6	3.2	0.2
07.11.2017				
Strengselva	3	73.3	2.1	1.8
07.11.2017				
Strengselva	1	47.0	10.4	4.8
20.12.2017				
Strengselva	2	48.0	3.6	6.3
20.12.2017				
Strengselva	3	66.4	2.4	N.A
20.12.2017				
Strengselva	1	129.6	9.2	0.7
18.01.2017				
Strengselva	2	181.7	7.0	9.0
18.01.2017				
Strengselva	3	174.5	6.7	0.6
18.01.2017				

Vedlegg 17. Konsentrasjon av jern, sink og kobber ($\mu\text{g/L}$) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 – 17.01.2017.

Prøvenummer	Jern (Fe) $\mu\text{g/L}$	Sink (Zn) $\mu\text{g/L}$	Kobber (Cu) $\mu\text{g/L}$
Damtjernbekken 1 06.09.2016	N.A	12.1	3.7
Damtjernbekken 2 06.09.2016	N.A	11.1	2.5
Damtjernbekken 3 06.09.2016	N.A	10.3	1.9
Damtjernbekken 1 11.10.2016	16.4	5.0	5.3

Damtjernbekken 11.10.2016	2	N.A	2.8	5.9
Damtjernbekken 11.10.2016	3	20.2	1.3	N.A
Damtjernbekken 10.11.2016	1	N.A	2.4	2.7
Damtjernbekken 10.11.2016	2	12.5	0.8	2.1
Damtjernbekken 10.11.2016	3	23.0	2.2	1.4
Damtjernbekken 4.12.2016	1	82.4	2.8	2.0
Damtjernbekken 4.12.2016	2	51.7	4.2	N.A
Damtjernbekken 4.12.2016	3	19.7	4.1	2.8
Damtjernbekken 17.01.2017	1	21.5	14.0	2.8
Damtjernbekken 17.01.2017	2	9.4	6.1	2.1
Damtjernbekken 17.01.2017	3	19.2	11.1	N.A

11.5 Fargetall

Vedlegg 18. Fargetall (mg Pt/l) i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017.

Sted og tid	Fargetall, mg Pt/l
Svorteelva 1 01.09.2016	33.45
Svorteelva 2 01.09.2016	41.01
Svorteelva 3 01.09.2016	41.64
Svorteelva 1 04.10.2016	40.76
Svorteelva 2 04.10.2016	48.45
Svorteelva 3 04.10.2016	50.61
Svorteelva 1 02.11.2016	50.29
Svorteelva 2 02.11.2016	61.47
Svorteelva 3 02.11.2016	62.27
Svorteelva 1 18.12.2016	37.44
Svorteelva 2 18.12.2016	38.82
Svorteelva 3 18.12.2016	41.29
Svorteelva 1 11.01.2017	44.63
Svorteelva 2 11.01.2017	48.14
Svorteelva 3 11.01.2017	73.47

Vedlegg 19. Fargetall (mg Pt/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Sted og tid	Fargetall, mg Pt/L
Strengselva 1 08.09.2016	38.63
Strengselva 2 08.09.2016	33.04
Strengselva 3 08.09.2016	31.39
Strengselva 1 10.10.2016	34.07
Strengselva 2 10.10.2016	28.35
Strengselva 3 10.10.2016	29.1
Strengselva 1 07.11.2017	53.79
Strengselva 2 07.11.2017	47.57
Strengselva 3 07.11.2017	36.78
Strengselva 1 20.12.2017	48.01
Strengselva 2 20.12.2017	51.31
Strengselva 3 20.12.2017	58.58
Strengselva 1 18.01.2017	78.98
Strengselva 2 12.01.2017	78.18
Strengselva 3 12.01.2017	73.47

Vedlegg 20. Fargetall (mg Pt/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 – 17.02.2017.

Sted og tid	Fargetall, mg Pt/L
Damtjernbekken 1 06.09.2016	19.67
Damtjernbekken 2 06.09.2016	17.95
Damtjernbekken 3 06.09.2016	15.6
Damtjernbekken 1 11.10.2016	19.85
Damtjernbekken 2 11.10.2016	16.42
Damtjernbekken 3 11.10.2016	16.91
Damtjernbekken 1 10.11.2016	27.52
Damtjernbekken 2 10.11.2016	25.26
Damtjernbekken 3 10.11.2016	24.4
Damtjernbekken 1 4.12.2016	40.64
Damtjernbekken 2 4.12.2016	40.45
Damtjernbekken 3 4.12.2016	31.39
Damtjernbekken 1 17.01.2017	41.99
Damtjernbekken 2 17.01.2017	40.48
Damtjernbekken 3 17.01.2017	35.6

11.6 Turbiditet

Vedlegg 21. Turbiditet (FTU) i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 – 11.01.2017.

Turbiditet	Svorte 1	Svorte 2	Svorte 3
01.09.2016	0,02	0,5	0,3
04.10.2016	0,3	0,2	0,2
02.11.2016	0,4	0,6	0,6
18.12.2016	0,6	1,3	0,7
11.01.2017	0,7	0,2	0,3

Vedlegg 22. Turbiditet (FTU) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 -18.01.2017.

Turbiditet	Strengselva 1	Strengselva 2	Strengselva 3
08.09.2016	0,4	1,4	0,4
10.10.2016	2,3	0,9	0,4
07.11.2016	1,4	2,6	1
04.12.2016	2,5	1,03	1,6
18.01.2017	1,1	0,7	0,8

Vedlegg 23. Turbiditet (FTU) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 – 17.01.2017.

Turbiditet	Damtjernbekken 1	Damtjernbekken 2	Damtjernbekken 3
04.09.2016	1,01	1,04	1,9
11.10.2016	1,3	0,3	2,1
10.11.2016	2,2	0,5	4,6
04.12.2016	1,03	1,4	1,5
17.01.2016	0,5	0,2	1,2

11.7 pH og alkalinitet

Vedlegg 24. pH og alkalinitet (mmol/L) i Svorteelva 1, 2 og 3 i perioden 01.09.2016 - 11.01.2017.

Dato	Svorteelva 1		Svorteelva 2		Svorteelva 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
01.09.2016	6.9	0.30	7.1	0.26	7.5	0.17
04.10.2016	6.9	0.20	7.2	0.36	7.2	0.23
02.11.2016	6.8	0.22	7.3	0.26	7.2	0.19
18.12.2016	7.3	0.35	7.2	0.23	6.3	0.15
11.01.2017	6.9	0.34	7.3	0.23	7.2	0.16

Vedlegg 25. pH og alkalinitet (mmol/L) i Strengselva 1, 2 og 3 i perioden 08.09.2016 – 18.01.2017.

Dato	Strengselva 1		Strengselva 2		Strengselva 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
08.09.2016	6.3	0.02	6.9	0.19	6.8	0.09
10.10.2016	6.4	0.03	6.9	0.38	6.8	0.18
07.11.2016	6.3	0.01	6.5	0.29	6.4	0.28
20.12.2016	6.3	0.02	6.6	0.12	6.4	0.02
18.01.2017	6.5	0.03	6.3	0.05	6.4	0.07

Vedlegg 26. pH og alkalinitet (mmol/L) i Damtjernbekken 1, 2 og 3 i perioden 04.09.2016 – 17.01.2017.

Dato	Damtjernbekken 1		Damtjernbekken 2		Damtjernbekken 3	
	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L	pH	Alkalinitet mmol/L
04.09.2016	7.9	2.66	8.2	2.56	7.9	3.80
11.10.2016	7.8	2.84	8.0	2.64	8.0	3.57
10.11.2016	7.7	3.96	8.1	2.79	8.0	3.29
04.12.2016	7.5	2.22	8.0	2.20	7.9	3.26
17.01.2017	7.6	2.39	7.9	2.40	7.8	2.75

11.8 Koordinater for loggere

Vedlegg 27 Koordinater for loggere I Svorteelva (a), Strengselva (b) og Damtjernbekken (c).

a

Sted		Svorte 1	Svorte 2	Svorte 3
Koordinater	EU89,	Nord: 662303.42	Nord: 6622977.12	Nord: 6623389.66
UTM-sone 33		Øst: 136305.31	Øst: 138219.6	Øst: 140263.82

b

Sted		Strengselva 1	Strengselva 2	Strengselva 3
Koordinater	EU89,	Nord: 6517744.24	Nord: 6511148.99	Nord: 6512820.14
UTM-sone 33		Øst: 143189.55	Øst: 143572.74	Øst: 144627.04

c

Sted		Damtjernbekken 1	Damtjernbekken 2	Damtjernbekken 3
Koordinater	EU89	Nord: 6638476.94	Nord: 6637556.17	Nord: 6637106.6
UTM-sone 33		Øst: 235208.06	Øst: 234729.96	Øst: 233894.29

11.9 HOBO Conductivity logger U24

Vedlegg 28. Bruksanvisning for HOBO Conductivity U24 logger.

HOBO® U24 Conductivity Logger (U24-00x) Manual



The HOBO U24 data logger family measures actual conductivity and temperature, and can provide specific conductance at 25°C and salinity with the HOBOWare® Conductivity Assistant. These easily deployable, rugged loggers provide the data you need for monitoring water purity, the impact of pollutants, salt water intrusion, and coastal ecosystems. The U24-001 model is ideal for deployment in fresh water, while the U24-002 model is designed for saltwater bays and estuaries. There is also an optional U2X Protective Housing accessory (HOUSING-U2X) available for both HOBO U24 models to further protect the logger and simplify mounting in harsh environments.

HOBO Conductivity Logger

Models: U24-001
U24-002

Required Items:

- Coupler (COUPLER2-C) with USB Optic Base Station (BASE-U-4) or HOBO Waterproof Shuttle (U-DTW-1)
- HOBOWare Pro 3.2 or later with the Conductivity Assistant 2.1 or later

Accessories:

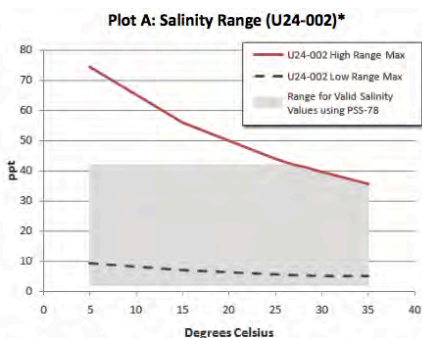
- U2X Protective Housing (HOUSING-U2X)

Specifications

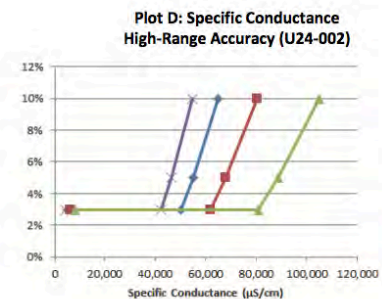
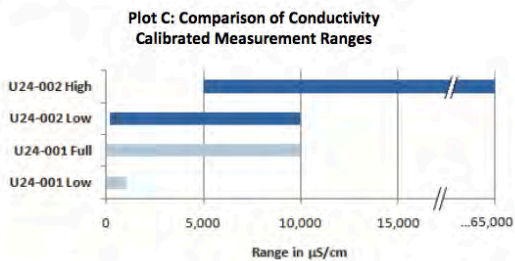
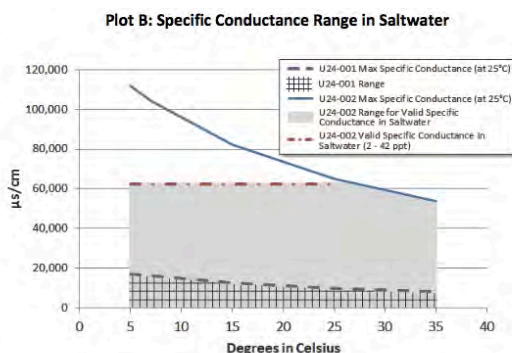
	U24-001	U24-002
Measurements	Actual Conductivity, Temperature, Specific Conductance at 25°C (calculated)	Actual Conductivity, Temperature, Specific Conductance at 25°C (calculated), Salinity (calculated using PSS-78, the Practical Salinity Scale 1978)
Conductivity Calibrated Measurement Ranges	Low Range: 0 to 1,000 µS/cm Full Range: 0 to 10,000 µS/cm (see Plot B on next page for specific conductance; see Plot C on next page for a comparison of ranges)	Low Range: 100 to 10,000 µS/cm High Range: 5,000 to 65,000 µS/cm (see Plots A and B on next page for salinity and specific conductance; see Plot C for a comparison of ranges)
Conductivity Calibrated Range - Temperature Range	5° to 35°C (41° to 95°F)	5° to 35°C (41° to 95°F)
Conductivity Extended Ranges	Low Range: 0 to 2,500 µS/cm Full Range: 0 to 15,000 µS/cm	Low Range: 50 to 30,000 µS/cm High Range: 1,000 to 65,000 µS/cm (readings below these ranges reported as 0)
Temperature Measurement Range	-2° to 36°C (28° to 97°F)	-2° to 36°C (28° to 97°F)
Specific Conductance Accuracy (in Calibrated Range)	Low Range: 3% of reading, or 5 µS/cm, and Full Range: 3% of reading, or 20 µS/cm, whichever is greater, using Conductivity Data Assistant and calibration measurements	3% of reading, or 50 µS/cm, whichever is greater for up to 50,000 µS/cm, using Conductivity Data Assistant and calibration measurements, and up to 10% for up to 65,000 µS/cm in NaCl solutions (see Plot D)
Conductivity Resolution	1 µS/cm	2 µS/cm
Temperature Accuracy (in Calibrated Range)	0.1°C (0.2°F)	
Temperature Resolution	0.01°C (0.02°F)	
Conductivity Drift	Less than 3% sensor drift per year in saltwater, exclusive of drift from fouling	
Response Time	1 second to 90% of change (in water)	
Operating Range	-2° to 36°C (28° to 97°F) - non-freezing	
Memory	18,500 temperature and conductivity measurements when using one conductivity range; 14,400 sets of measurements when using both conductivity ranges (64 KB total memory)	
Sample Rate	1 second to 18 hrs, fixed or multiple-rate sampling with up to 8 user-defined sampling intervals	
Clock Accuracy	±1 minute per month	

Specifications (continued)

Battery	3.6 Volt lithium battery
Battery Life	3 years (at 1 minute logging)
Maximum Depth	70 m (225 ft)
Weight	193 g (6.82 oz), buoyancy in freshwater: -59.8 g (-2.11 oz)
Size	3.18 cm diameter x 16.5 cm, with 6.3 mm mounting hole (1.25 in. diameter x 6.5 in., 0.25 in. hole)
Wetted Housing Materials	Delrin®, epoxy, stainless steel retaining ring, polypropylene, Buna rubber O-ring, titanium pentoxide (inert coating over sensor); all materials are suitable for long-term use in saltwater
CE	The CE Marking identifies this product as complying with all relevant directives in the European Union (EU).



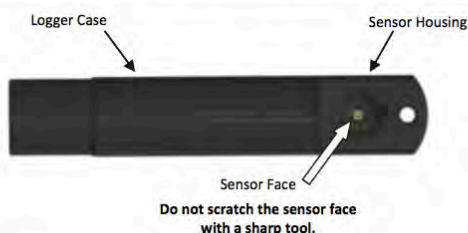
* The Practical Salinity Scale 1978 (PSS-78) used to calculate salinity is valid for salinities in the range of 2 to 42 ppt. For salinities outside of this range, use the measured conductivity and temperature data from the logger with a calculation appropriate for your salinities.



Protecting the Logger

IMPORTANT: This logger can be damaged by shock. Always handle the logger with care. The logger may be damaged if it is dropped. Use proper packaging when transporting or shipping the logger.

Do not attempt to open the logger case or sensor housing. Disassembling of the logger case or sensor housing will cause serious damage to the sensor and logger electronics. There are no user-serviceable parts inside the case. Contact Onset Technical Support at 1-800-LOGGERS (1-800-564-4377) or an authorized Onset dealer if your logger requires servicing.



Operation

An LED in the communications window of the logger confirms logger operation. When the logger is logging, the LED blinks once every one to four seconds (the shorter the logging interval, the faster the LED blinks). The LED also blinks when the logger is recording a sample. When the logger is awaiting a start because it was launched in "Start at Interval" or "Delayed Start" mode, the LED blinks once every eight seconds until logging begins.

The logger can record two types of data: samples and events. Samples are the sensor measurements recorded at each logging interval. Events are independent occurrences triggered by a logger activity, such as Bad Battery or Host Connected. Events help you determine what was happening while the logger was logging.

Communication

To connect the logger to a computer, use either the Optic USB Base Station (BASE-U-4) or HOBO Waterproof Shuttle (U-DTW-1) with a coupler (COUPLER2-C).

IMPORTANT: USB 2.0 specifications do not guarantee operation outside the range of 0°C (32°F) to 50°C (122°F).

To launch and read out the logger in the field, use one of these methods:

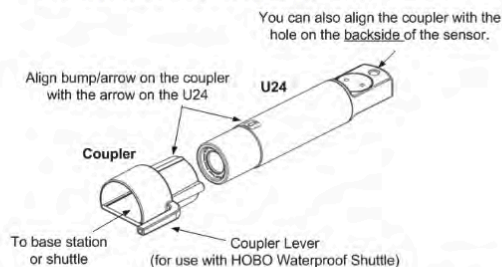
- Laptop computer with Optic USB Base Station (BASE-U-4) and a coupler (COUPLER2-C)
- HOBO Waterproof Shuttle (U-DTW-1, Firmware Version 3.2.0 or later) and a coupler (COUPLER2-C)
- HOBO U-Shuttle (U-DT-1, Firmware Version 1.14m030 or later) with Optic USB Base Station and coupler (COUPLER2-C)

The optical interface allows the logger to be offloaded without breaking the integrity of the seals. The USB compatibility allows for easy setup and fast downloads.

Connecting the Logger to a Computer or Waterproof Shuttle

1. Follow the instructions that came with your base station or Waterproof Shuttle to attach it to a USB port on the computer.
2. Attach the coupler to the base station or shuttle.
3. Wipe off any residue or slime from the area of the logger that will go into the coupler, including the communication window. This will help the logger slide in and out of the coupler more easily, and help with communication.
4. Insert the logger into the coupler, aligning the bump/arrow on the coupler with the arrow on the logger. Be sure that it is properly seated in the coupler. If the logger has never been connected to the computer before, it may take a few seconds for the new hardware to be detected by the computer.

NOTE: If you are using the HOBO Waterproof Shuttle as a base station with a computer, briefly press the Coupler Lever to put the shuttle into base station mode.



WARNING: Do not leave the logger in the coupler for extended periods of time. When connected to a coupler, the logger is "awake" and consumes significantly more power than when it is disconnected and considered "asleep." Always remove the logger from the Optic Base Station or HOBO Waterproof Shuttle as soon as possible after launching, reading out, or checking the status to avoid draining the battery.

Launching the Logger

Before deploying the logger in the field, perform the following steps in the office:

1. Start HOBOWare.
2. Connect the logger to the computer as described in the previous section.
3. Verify the status. Click the status button on the toolbar and observe that the temperature is near the actual temperature.
4. Launch the logger with the correct range. Refer to the specifications on page 1 for both calibrated and extended

ranges (the calibrated ranges are also printed on the logger housing). The logger will not record readings outside of the extended range selected. (For the U24-002, readings below the extended range are reported as 0.) If in doubt on the range needed for your deployment, or for environments with wide fluctuations, select both ranges. This will shorten the deployment duration from 18,500 samples to 14,400 samples per parameter (not logging battery voltage). See the *HOBOWare User's Guide* or online help for details on launching.

Note: Logging battery voltage is not essential because you can check the battery using the Status screen at launch or readout of the logger. Logging the battery voltage will reduce the number of conductivity and temperature readings you can log.

Taking Calibration Readings

It is important to take temperature and conductivity calibration readings with a portable conductivity meter at both the beginning (launchtime) and end of a deployment (readout) because these readings are necessary for data calibration and to compensate for any measurement drift during deployment. The conductivity calibration readings should be the *actual conductivity* without temperature compensation (*not* in specific conductance at 25°C), and should be recorded in a notebook with the time and location of the reading. You will use these readings in the HOBOWare Conductivity Assistant to calibrate the readings for the corresponding data series offloaded from the logger.

There are three methods for obtaining accurate calibration readings. The first method involves placing the meter's probe into the water next to the logger. The second method involves placing the logger and meter probe in a field water sample in a jar. In both methods, the conductivity meter probe must be close to the data logger—but not touching—so that it is measuring water at the same conductivity and salinity as the logger. The third method involves taking a sample back to the office to measure with a meter there.

If the conductivity and salinity in the water where the logger is deployed is stable and it is easy to reach the logger, then you can obtain calibration readings by placing the probe directly into the water next to the logger. However, taking calibration readings in areas that have tidal and freshwater mixing is more challenging due to the rapidly changing salinities. Similarly, taking calibration readings in wells can also be difficult because it may be hard to get the meter probe next to the logger. In these instances, you should fill a jar with a water sample from where the logger is deployed to take the calibration readings. To obtain the water sample from a well or stilling well, you can use a bailer with a diameter that is small enough to fit down the well.

Note: Some salt residue may remain on the logger from factory calibration. Carefully rinse the logger in distilled water or clean freshwater to remove any residual salt before taking your first calibration readings.

Method 1:

Taking readings directly in the water (recommended for locations with access for the field meter probe and with conductivity that is stable)

1. If you have just deployed the logger, allow enough time for the logger temperature to stabilize for the best accuracy (approximately 15 minutes).
2. Gently tap the logger to remove any bubbles from the surface. Tug the cable if you cannot reach the logger itself.
3. Measure the temperature and actual conductivity with the field meter, making sure the meter probe readings stabilize per the meter's specification. Record the values, time, and location of the readings in a field notebook for use later in the HOBOWare Conductivity Assistant.

Method 2:

Taking readings in a jar (recommended for readings in wells or in water with rapidly changing conductivity, such as areas with saltwater and freshwater mixing)

1. Take a sample of water in a jar that is large enough to hold both the logger and the probe from a portable conductivity meter, leaving an inch of space between the probe and the logger. For wells, use a bailer to obtain the water sample.
2. Leave the logger and the meter probe submerged in this jar of water long enough so they reach temperature equilibrium and the logger has logged at least three readings (allow at least 15 minutes for the best accuracy). (Three readings are necessary because this will help you identify which readings were taken while the logger is in the jar.)
3. Measure the temperature and actual conductivity with the field meter. Record the values, time, and location of the reading in a field notebook for use later in the HOBOWare Conductivity Assistant.
4. When using the Conductivity Assistant, look for the spot in the data where there are three similar readings in a row and link the last of those readings to the meter reading. (The time you noted may be slightly different than the logger time so looking for the three similar readings will help isolate the correct reading.) The Conductivity Assistant uses that value to calibrate the specific conductance and salinity readings for that data series.

Method 3:

Taking a sample back to the office in a sealable jar to measure there (recommended for locations with conductivity that is stable when you do not have a field meter or it is not convenient to access the logger)

1. Place a sample of the water taken from next to the logger in a jar and immediately seal it to ensure that none of the water evaporates. This allows the specific conductance and salinity of the sample to be maintained, which in turn results in usable temperature and conductivity readings when you measure it with the meter at a later time.
2. Write down the time you take the sample for use later in the HOBOWare Conductivity Assistant.

3. At the office, measure the temperature and actual conductivity of the sample with a meter and write down the values next to the time you noted in step 2.

Note: If you've taken the calibration readings in specific conductivity, you can convert the readings back to actual conductivity. Use the temperature readings from the meter or logger to convert the conductivity reading following the specific conductivity calculation used by your meter (consult the meter documentation). If the meter uses a standard linear compensation, you can use the following formula to convert it. This equation calculates the electrical conductivity (Y_e) from a measured water temperature (T) and from a measured specific conductance at 25°C (C_s) using the linear temperature coefficient entered into the meter.

$$Y_e = C_s * (1 - ((25-T) * a / 100))$$

Where: Y_e = Calculated Electrical Conductivity
 T = water temperature in degrees C measured by the meter
 C_s = Specific Conductance measured by the meter
 a = linear temperature coefficient (% / degrees C) entered into the meter to calculate specific conductance

Deploying the Logger

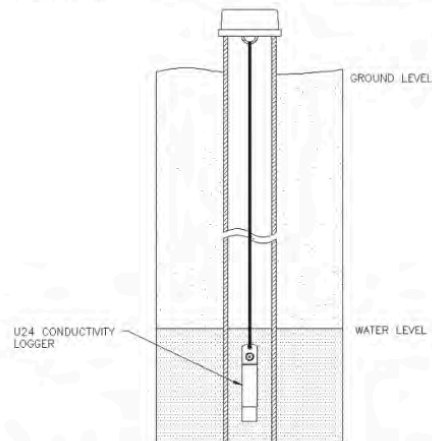
The HOBO U24 Conductivity logger is designed to be easy to deploy in many environments. The small size of the logger is convenient for use in small wells and allows the logger to be mounted and/or hidden in the field. Follow these guidelines when deploying the logger:

- Make sure the logger is located where it will receive a steady flow of the water that is being monitored.
- When deploying the logger in rivers, streams, and ponds, insert the logger in a PVC or ABS pipe if possible. The PVC pipe should have enough holes to ensure good circulation of water.
- To avoid bubbles collecting on the sensor, make sure the sensor face is vertical and avoid sudden temperature changes.
- Do not place any conductive materials or metals within 2.5 cm (1 in.) of the sensor.
- Avoid deploying the logger in freezing water with moving ice.
- Use the U2X Protective Housing (HOUSING-U2X) for added protection to the logger in harsh environments.

To deploy the logger at each site:

1. Launch the logger with a laptop or shuttle.
2. Take a calibration reading as described on page 4.

3. Deploy the logger in the water (if it hasn't already been placed in the water) following the guidelines recommended above.
4. Repeat steps 1 through 3 for each logger deployed. Be sure to take a new calibration reading for each logger that you deploy.



Reading Out the Logger and Calibrating Data with HOBOWare

Your readout and maintenance schedule will be determined by the amount of fouling at the site. To read out the logger in the field:

1. Calibrate the field conductivity meter before using it to take field readings.
2. Measure the actual conductivity and temperature values with the field meter using one of the calibration methods on page 4.
3. Remove the logger from the water (if it hasn't already been removed for the calibration measurement).
4. Read out the data from the logger using a shuttle.
5. Relaunch the logger.
6. Clean the sensor (see *Maintenance* on page 6 for more details).
7. Redeploy the logger in the stream, and take another calibration measurement.

Use HOBOWare to calibrate data and convert to specific conductance or salinity

1. Offload the most recent data files from the shuttle or loggers to your computer.
2. Open a data file in HOBOWare.

- Use the HOBOWare Conductivity Assistant to calibrate the readings and adjust for drift caused by fouling. You will need to enter the field meter conductivity and temperature readings and times from the beginning and, optionally, the end of that segment of the logger's deployment. Refer to the Help for the Conductivity Assistant for more details. Save your changes to a project file.
- Repeat steps 1 through 3 for all data files.

Maintenance

The logger requires the following periodic maintenance to ensure optimal operation:

- Clean the sensor.** Mix several drops of dish detergent or biodegradable soap in a cup of tap water with a clean cotton swab. Clean the sensor face using the cotton swab and then rinse the sensor with clean or distilled water. Do not scratch the sensor face with a sharp tool.
- Check for biofouling.** Biofouling and excessive marine growth on the logger will compromise accuracy. Organisms that grow on the sensor can interfere with the sensor's operation and eventually make the sensor unusable. If the deployment area is prone to biofouling, check the logger periodically for marine growth.
- Be careful of solvents.** Check a materials compatibility chart before deploying the logger in locations where untested solvents are present. Refer to the specifications for wetted housing materials on page 1.

Battery Guidelines

- Battery Life.** The battery life of the logger should be three years or more. Actual battery life is a function of the number of deployments, logging interval, and operation/storage temperature of the logger. Frequent deployments with logging intervals of less than one minute, continuous storage/operation at temperatures above 35°C (95°), and keeping the logger connected to

the coupler will result in significantly lower battery life. For example, continuous logging at a one-second logging interval will result in a battery life of approximately one month.

To obtain a three-year battery life, a logging interval of one minute or greater should be used and the logger should be operated and stored at temperatures between 0° and 25°C (32° and 77°F).

- Battery Voltage.** The logger can report and log its battery voltage. If the battery falls below 3.1 V, the logger will record a "bad battery" event in the datafile. If the datafile contains "bad battery" events, or if logged battery voltage repeatedly falls below 3.3 V, the battery is failing and the logger should be returned to Onset for battery replacement. Note that the logger does not have to be recording the battery channel for it to detect bad battery events. The logger will record these events regardless of what channels are logged.
- Replacing the Battery.** To have your logger's battery and sensor replaced, contact Onset or your place of purchase for return arrangements. Do not attempt to replace the battery yourself. Severe damage to the logger will result if the case is opened without special tools, and the warranty will be voided.

WARNING: Do not cut open, incinerate, heat above 100°C (212°F), or recharge the lithium battery. The battery may explode if the logger is exposed to extreme heat or conditions that could damage or destroy the battery case. Do not dispose of the logger or battery in fire. Do not expose the contents of the battery to water. Dispose of the battery according to local regulations for lithium batteries.