

Mastergradsoppgave

Gunn-Hege
Raunholm Laugen

Vannkvalitet i utvalgte sidevassdrag til Numedalslågen i Rollag kommune 2008

I lys av EUs rammedirektiv for vann



Tundra i Rollag Kommune
Foto: Gunn-Hege Laugen



Høgskolen i Telemark

Avdeling for allmennvitenskaplege fag

Masteroppgave (60 stp) i Natur Helse og Miljøvern

Gunn-Hege Raunholm Laugen

Vannkvalitet i utvalgte sidevassdrag til
Numedalslågen i Rollag kommune 2008.
I lys av EUs rammedirektiv for vann.

Tittel: Vannkvalitet i utvalgte sidevassdrag til Numedalslågen i Rollag kommune 2008.
I lys av EUs rammedirektiv for vann.

Nøkkelord: Sure vassdrag, tilstandsklassifisering og egnethet

Forfattere/ Gunn-Hege Laugen

Studentnr.:

Fagkode: 5918

Oppgavetype: Masteroppgave

Studiepoeng: 60

Studium: Natur-, Helse- og Miljøvern

Konfidensiell: Nei

Høgskolen i Telemark
Avdeling for allmennvitenskapelige fag
Institutt for natur-, helse- og miljøvern
Hallvard Eikas plass
3800 Bø i Telemark

<http://www.hit.no>

© 2011 Gunn-Hege Raunholm Laugen

Sammendrag

Denne masteroppgaven er utarbeidet som et ledd i arbeidet med overvåking og klassifisering av Numedalslågen. Hovedvassdraget var ett av de første vassdraga i Norge som ble innlemmet i den nye Vannforskriften av 15.12.2006. I første del av prosessen ble det ikke tatt hensyn til sidevassdraga, utover de prøver som er tatt av Rollag kommune. Prosjektet Grønn Dal påpekte de mangelfulle utredningene om sidevassdraga, og et ønske om mer informasjon om de enkelte sidevassdraga langs Numedalslågen. Denne oppgaven tar for seg et bredt spekter av fysiske og kjemiske vannanalyser i fem av sidevassdraga til Numedalslågen, alle med beliggenhet i Rollag kommune. Prøvestasjonene og sidevassdraga er også klassifisert etter med hensyn på tilstand og egnethet i henhold til Statens forurensnings tilsyn sin (SFT) veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997). Sidevassdraga som er plukket ut, er de fem største i Rollag kommune ut fra nedbørsfelt. I neste omgang er det lagt vekt på hvor sideelvene har sine nedbørsfelt i forhold til menneskelig aktivitet. To av vassdraga (Sørkjeåe og Langvassåe) renner igjennom det nærmeste en kommer uberørte områder i kommunen. De tre andre er Vergja, Nørdsteåe og Medåe, hvor Nørdsteåe og Medåe har sine utgangspunkt i sterkt hyttebebygde områder. Det er ikke funnet noen markant forskjell mellom vassdrag i sterkt menneskepåvirkte områder og vassdrag i tilnærmet naturområder. Verdien for pH ved de fleste prøvestasjonene ligger i intervallet 5,5 til 6,5, noe en forventer å finne i vassdrag med myrområder og næringsfattig berggrunn. Derimot kan det være et forsuringproblem ved fire av prøvestasjonene. Sørkjeåe (S1, S2), Vergja (V5) og prøvestasjon L3 i Lanvassåe har en pH på lavere enn 5,5, noe som kan være med på å forårsake biologisk skade. Konduktivitet varierer mellom 10-18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og alkalinitet mellom 0,01-0,03 mmol/L. Fargetallet er i intervallet 30 mg/L til 82 mg/L og sammen med TOC (5,1-10,3 mg/L) viser disse parametrene en høy mengde løst organisk materiale i sidevassdraga. Total fosformengde varierer i mellom 6 til 8 $\mu\text{g}/\text{L}$, som er relativt lave konsentrasjoner. Dette gjør at sidevassdraga er næringsfattige. Enkeltmålinger av ammonium ved flere av prøvestasjonene i august er urovekkende, med ammoniumsmengder oppunder 100 $\mu\text{g}/\text{L}$. De høye konsentrasjonene kan være skadelig, og har som regel sitt utspring fra avføring. I samme måned ble det også registrert forhøya mengder av tarmbakterier ved prøvestasjonene. Resterende parametre som ble undersøkt viste lave og normale verdier for sidevassdraga. Tilstandsklassifiseringen av virkningstype næringsalter ble vurdert til mindre god for de fleste prøvestasjonene. Organiske stoffer ga en tilstand mindre god til dårlig. Virkningstype forsurende stoffer hadde også tilstandsklassifisering mindre god og dårlig. Ser en på tarmbakteriene ble tilstanden vurdert til

meget god og god. Sidevassdraga egner seg dårlig som drikkevann uten tilstrekkelig rensing. For bading, rekreasjon og fritidsfiske er sidevassdraga vurdert til godt egnet eller mindre egnet.

Abstract

This assignment is to be undertaken in connection with work which is currently being carried out on the supervision and classification of Numedalslågen. The main river was one of the first water systems in Norway to be included in the new “Vannforskriften” (Water Regulation) which was introduced on the 15th December 2006. In the initial stage of the process no tributaries were taken into account beyond the samples that were taken by Rollag Kommune. Project “Grønn Dal” (Green Valley) highlighted that there had been insufficient clarification on the subject of tributaries and welcomed more information on the individual tributaries along Numedalslågen. This assignment addresses a wide range of physical and chemical water analysis in five of the tributaries to Numedalslågen, all of which are situated in Rollag Kommune. The test points and tributaries are also classified according to their condition and suitability in compliance with guidance set out in report 97:04 (Anderson m.fl. 1997) by the “Statens forurensnings tilsyn” (Norwegian Pollution Control Authority). The tributaries which have been selected are the five systems with the largest area of precipitation in Rollag kommune. Emphasis has also been placed upon where tributaries have their catchment area in relation to human activity. Two of the tributaries (Sørkjeåe and Langvassåe) flow through areas which are close to wilderness. The remaining three tributaries are Vergja, Nørdsteåe and Medåe, the latter two of which have their origin in areas with a large number of cabins. No marked difference has been found between tributaries in densely populated locations and those that are more secluded. The pH value at most of the test points is between 5.5 and 6.5, which would be expected for rivers with marshes and a bedrock lacking in nutrients. In contrast, there may be an acidification problem at four of the test stations. Sørkjeåe (S1, S2), Vergja (V5) and test point L3 at Langvassåe all have a pH below 5.5. This is something that could be involved in causing biological damage. Conductivity varies between 10-18 $\mu\text{S} / \text{cm}$ and alkalinity varies between 0.01 to 0.03 mmol / L . The water colour is in the range of 30 mg / L to 82 mg / L and, together with the TOC (5.1 to 10.3 mg / L), these parameters show that there is a large amount of dissolved organic matter in the tributaries. The total amount of phosphorus varies between 6 to 8 $\mu\text{g}/\text{L}$ which is a relatively low concentration. This causes the tributaries to be low in nutrients. Individual ammonium measurements taken in August (2008) make for disturbing reading with values up to 100 $\mu\text{g}/\text{L}$. High concentrations such as these could be harmful and often originate from feces. In the same month it was also noted at the test stations that there was an increased concentration of intestine bacteria. The other parameters that were tested in the tributaries showed lower than average or normal values. The condition classification of nutrients was deemed unsatisfactory at most of the test points. Organic substances were given

a rating of less satisfactory to poor. Acidifying substances were also evaluated as less satisfactory and bad. The measurements taken from intestinal bacteria indicated that conditions were very satisfactory and satisfactory. According to these results, these tributaries are not recommended as drinking water without proper purification. However, they are considered satisfactory or less than satisfactory for swimming, recreation and fishing.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	5
Innholdsfortegnelse	7
Forord	9
1 Innledning	10
1.1 EUs rammedirektiv for vann	11
1.2 Karakteriseringsprosessen i vanndirektivet	12
1.3 Tilstandsvurdering av vassdraget i henhold til Rammedirektivet for vann.	13
2 Områdebeskrivelse	15
2.1 Prøvestasjoner	16
2.1.1 Sørkjeåe (bilde 1)	17
2.1.2 Langvassåe (bilde 2)	19
2.1.3 Vergja (bilde 3)	20
2.1.4 Nørdsteåe (bilde 4)	21
2.1.5 Medåe (bilde 5)	22
3 Metoder	24
3.1 Feltmetoder	24
3.2 Laboratoriemetoder	24
3.3 Konservering og lagring	24
3.3.1 Vannkjemiske analyser	25
3.3.2 Biologiske analyser	28
3.4 Klassifisering av miljøkvalitet	29
4 Resultater/ diskusjon	30
4.1 Vannkjemiske parametre	30
4.1.1 Temperatur	30
4.1.2 pH	31
4.1.3 Konduktivitet	32
4.1.4 Alkalinitet	33
4.1.5 Oksygen	34
4.1.6 Farge	36
4.1.7 Totalt organisk karbon	37

4.1.8	Totalt fosfor, fosfat og totalt nitrogen.....	38
4.1.9	Nitrat og Ammonium	41
4.1.10	Natrium	42
4.1.11	Kalsium og kalium.....	43
4.1.12	Magnesium.....	45
4.1.13	Jern og mangan	46
4.1.14	Sulfat.....	47
4.1.15	Klorid	48
4.2	Biologiske parametre.....	49
4.2.1	Termotolerante koliforme bakterier.....	49
4.2.2	Koliforme bakterier	50
4.2.3	Kimtall.....	51
4.3	Klassifisering og vurdering av vannkvalitet.....	52
4.3.1	Næringssalter	53
4.3.2	Organiske stoffer	54
4.3.3	Forsurende stoffer	55
4.3.4	Tarmbakterier	56
4.4	Sidevassdragas egnethet	57
4.4.1	Klassifisering av egnethet for drikkevann.....	58
4.4.2	Klassifisering av egnethet for bading og rekreasjon.	58
4.4.3	Klassifisering av egnethet for fritidsfiske.	59
5	Konklusjon	61

Forord

Masteroppgaven (60 stp.) er utført ved Høgskolen i Telemark (HiT), avdeling for almennfag i Bø, Institutt for natur- helse- og miljøvern. Masteroppgaven danner avslutningen på et 2-årig studium i natur- helse- og miljøvern fag. Oppgaven består av limnologiske undersøkelser av utvalgte sidevassdrag til Numedalslågen i Rollag kommune, i tillegg til vurdering av tilstand og egnethet i lys av EUs rammedirektiv for vann.

En del personer har hjulpet til med oppgaven, og jeg ønsker derfor å takke:

- Førsteamanuensis Synne Kleiven, som har vært min veileder og til stor hjelp gjennom hele oppgaven.
- Senioringeniør Bjørn Steen og avdelingsingeniør Karin Brekke Li, som har loset meg gjennom laboratoriearbeidet, samt gitt råd og veiledning.
- Professor Espen Lydersen for råd og veiledning.
- Førsteamanuensis Arvid Odland for råd og veiledning
- Grønn Dal ved Ellen Korvold og Leif Simonsen, for tips om oppgave.
- Ansatte i Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Brit Lisa Skjelkvåle, Mette Nordheim for informasjon og veiledning.
- Ansatte i NVE, Astrid Voksø og Anja Skiple Ibrekk for hjelp med karttjeneste på nett.
- Ansatt i Direktoratgruppen Line Fjellvær for hjelp med den nye veilederen.
- Koordinator i Grønn Dal Hege Jaren for informasjon og veiledning.
- Numedalsutvikling ved Magne Pedersen for hjelp med koordinering i forbindelse med Grønn Dal.
- Gvarv Røde Kors Hjelpekorps for lån av GPS.
- Grunneier og far Asbjørn Raunholm som har fulgt meg gjennom de fleste prøvetakingene, samt for praktisk hjelp og lokal kunnskap.
- Til slutt vil jeg takke familie som har vært til god støtte gjennom hele prosessen, noen har også fulgt meg på prøvetaking.

Gunn-Hege Raunholm Laugen

Bø i Telemark, 2011.

1 Innledning

Den Grønne Dalen ble stiftet i 1998, og er et samarbeid mellom to fylker og seks kommuner langs Numedalslågen. Den Grønne Dalen er et samarbeid som skal være med på å stimulere til en bærekraftig utvikling i næringslivet, med fokus på økologiske hensyn (www.gronndal.no). I 2004 fikk Den Grønne dalen en oppgave fra vannregionmyndigheten om å gjennomføre en fullkarakterisering av Numedalslågen. Fullkarakteriseringen skulle skje i henhold til EUs rammedirektiv for vann (European Parliament and Council 2000). Metodene for karakterisering var den gang lite utviklet fra EU sin side, så det ble gjennomført demonstrasjonsprosjekter i Suldalslågen og Morsavassdraget for å utvikle en veileder. Numedalslågen og Haldenvassdraget, det såkalte østlandsprosjektet var et av fire prosjekter hvor den nye veilederen skulle prøves ut (Berge m.fl. 2004).

Ut fra karakteriseringen veit en nå mye om tilstanden til hovedvassdraget, men utfordringene ligger i sidevassdraga. Oppstrøms fra Skollenborg er det en del hytteutbygging, og per i dag er tilstanden til sidevassdraget lite kjent. En veit derfor også lite om hytteutbyggingen har innvirkning på sidevassdraga (Korvoll & Simonsen pers.med. 2007).

Rollag kommune utfører prøvetaking av Nørdsteåe og Medåe på grunn av hytteaktiviteten. Parametrene som blir analysert er *Escherichia coli* (*E.coli*), såkalt termotolerante koliforme bakterier/ fersk fekal forurensning og totalfosfor. Tidligere analyser viser ikke tegn til fersk fekal forurensning i sidevassdraga. Fosforkonsentrasjonene i Nørdsteåe er ca 5µg/L, som er forventet verdi ut fra naturtilstand. Derimot var konsentrasjonen i Medåe noe forhøyet 10 µg/L, og ved en av prøvestasjonene nedstrøms av Myrefjell ble det anbefalt at vassdraget blir fulgt opp framover (Rukke 2007).

På oppfordring av den Grønne Dalen, ble det i samarbeid med veileder Synne Kleiven utarbeidet en plan for masteroppgaven med tilhørende hovedmål og delmål. Hovedmålet for oppgaven er å vurdere vannkvaliteten i sidevassdraga til Numedalslågen. Parametrene som skal analyseres er basert på SFT sine vannkvalitetskriterier i veileder 97:04. Siden andre klassifiseringssystem var i stadig endring i undersøkelses perioden ble SFT- veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997) utgangspunktet for vurderingen av vannkvaliteten i denne oppgaven. I juli måned 2009 kom det en ny og delvis ferdigstilt veileder for klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen 2009). Veilederen kom for seint til å kunne tas i bruk, da viktige biologiske data mangler i oppgaven. Oppgaven er avgrenset til fem sidevassdrag i Rollag kommune, Sørkjeåe, Langvassåe, Vergja, Nørsteåe og Medåe. Vassdraga ble plukket ut fra

hjemmesidene til Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE), Atlaset (www.nve.no). Bakgrunnen for at disse sidevassdraga ble valgt ut, var at de hadde et nedbørsfelt større enn 10 km², og var av de større sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune. Delmålet er å se om det er forskjell på kvaliteten mellom vassdrag tilknyttet hyttefelt og vassdrag fra naturområder.

1.1 EUs rammedirektiv for vann

Bakgrunnen for EUs rammedirektiv for vann er å hjelpe fellesskapet og medlemsstatene med sine forpliktelser ovenfor tidligere konvensjoner. Disse konvensjonene omhandlet vern og bevaring av de store havområdene i Europa, men konvensjonene om havområdene i seg selv var ikke nok. Skulle en forandre tilstanden i havområdene, måtte det gjøres noe med vassdraga i hele Europa. Tilstanden til de mange vassdraga ble forringa av forurensning, og det så fort at et regelverk som omhandla alle vassdraga i medlemsstatene var nødvendig. Prosessen med å lage et felles mål for vannmiljøet i Europa startet i 1988 (European Parliament and Council 2000).

EUs rammedirektiv for vann ble vedtatt den 22. desember 2000, og er banebrytende i europeisk og norsk vannforvaltning (www.vannportalen.no). Rammedirektivet for vann ble innlemmet i norsk rett 15. desember 2006, i forskrift om rammer for vannforvaltning (Miljøverndepartementet 2006). Før fastsettelsen av den nye forskriften var det direktoratsgruppen, ledet av SFT som tok seg av innføringen av vanndirektivet i Norge. Landet er nå delt inn i vannregioner, som skal ivareta hele nedbørsfeltet med tilhørende kystsone (Syvertsen 2007). Numedalslågen ligger i vannregion Vestviken, som inneholder fylkene Buskerud, Vestfold og Telemark (www.vannportalen.no). Hver av regionene skal ha en ansvarlig myndighet, som ligger på fylkesnivå i Norge (Syvertsen 2007). For Vestviken er fylkeskommunen i Buskerud utpekt som vannregionmyndighet (www.vannportalen.no). Fra og med januar 2010 startet prosessen med å lage helhetlige forvaltningsplaner for de ulike vannregionene. Fram til 2010 var det kun 20 prosent av vannforekomstene som hadde en ferdig forvaltningsplan. Arbeidet med forvaltningsplanene skal være ferdig innen 2015 (Miljøverndepartementet 2009).

Målet med vanndirektivet er å sikre god miljøtilstand og en bærekraftig forvaltning av vannforekomstene. Stoffenes forekomst skal være tilnærmet sin naturtilstand. Vanndirektivet skal være med på å forebygge forurensning, samt bekjempe forringelse av vannøkosystemer. Kravet gjelder for grunnvann, vassdrag og kystvann. Miljømålene i vanndirektivet forutsetter

en konkret og målbar prosess, hvor forvaltningen av vannområdene skal skje på tvers av administrative grenser. For hvert av nedbørsfeltdistriktene skal det opprettes en forvaltningsplan og et overvåkningsprogram for området. Vannmiljøene skal ha god kjemisk og økologisk tilstand innen 15 år etter at direktivet har inntrådt. For grunnvann skal tilstanden være god ut fra kjemiske og kvantitative forhold. I slutten av august 2010 ble vannforskriften endret, da Grunnvannsdirektivet 80/68/EEC ble innlemmet i norsk lovverk. Tidsfristen for måloppnåelsen om god kjemisk og økologisk tilstand kan forlenges dersom tiltakene gir ekstremt store kostnader, eller hvis det er andre tekniske årsaker som sprenger tidsfristen. Unntaket gjøres kun dersom begrunnelsen for forlengelse av tidsfristen og tiltakene for nedbørsfeltet tas med i forvaltningsplanen. Den skal også inneholde beregna nytt tidspunkt for oppnåelse av god tilstand. Medlemsstatene kan også få mildere miljømål dersom vannforekomsten er så påvirket at det ikke lar seg gjøre å oppnå direktivets ønskede status.

Framgangen for utvikling av forvaltningsplan og tiltaksanalyse er nøye beskrevet i direktivet og på de norske nettsidene www.vannportalen.no. Her finnes veiledere for blant annet Klassifisering av miljøtilstand i vann og Metodikk for karakterisering av vannforekomster i Norge (www.vannportalen.no).

1.2 Karakteriseringsprosessen i vanddirektivet

Karakterisering er en vurdering av miljørisiko for avgrensede vannforekomster og danner grunnlaget for utarbeidelse av forvaltningsplaner og tiltaksprogram. Vurderingen er basert på en enkel analyse av kjente belastninger og miljøtilstander. I Norge er det nå utarbeidet en ny veileder for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster 2011 (www.vannportalen.no). Veilederen er ment som en innføring i hva slags krav Vannforskriften (§15) stiller til karakterisering og risikovurdering. Veilederen skal også bidra til en ensartet gjennomføring over hele landet. Karakteriseringen skal identifisere de vassdragene som ikke oppfyller vannrammedirektivets mål om god økologisktilstand. Prosessen består av ni trinn.

- 1) Inndeling: Geografisk avgrensning av vannforekomster.
- 2) Kategorisering: Alle vannforekomster skal plasseres i en av kategoriene elv, innsjø, grunnvann, brakkvann, kystvann eller sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF).
- 3) Typifisering av vannforekomsten, vil si å angi hvilken vanntype vannforekomsten

tilhører ut fra naturgitte karakteristika.

- 4) Påvirkningsanalyse; identifisering og gradering av påvirkninger og effekter på vannmiljøet i vannforekomsten.
- 5) Dagens miljøtilstand: på bakgrunn av tilgjengelig informasjon skal vi fastsette om miljøtilstand er god eller dårlig.
- 6) Utpeking av kandidater til sterkt modifiserte vannforekomster.
- 7) Opprette register over beskyttede områder.
- 8) Trendanalyse; sammenstille utviklingstrender som følge av samfunnsutvikling og endringer i påvirkning framover.
- 9) Risikovurdering; foreta en samlet vurdering av om de menneskeskapte påvirkningene gjør at vannforekomstene er i risiko for ikke å nå miljømålene innen 2021.

Vannforekomstene har i en overgangsperiode blitt vurdert etter tre klasser, ingen risiko, mulig risiko og risiko for ikke å nå miljømålene. Nå skal vannforekomster med ”mulig risiko” om mulig plasseres i kategoriene ”risiko” eller ”ingen risiko”. Veilederen peker på viktigheten i framtidig påvirkning, og at et vassdrag som i dag vurderes til god miljøtilstand kan forringes innen 2021. Det er derfor viktig at alle framtidige planer tas med i vurderingen av miljøtilstand. Fullkarakterisering av vannforekomstene i Norge startet opp i 2007, og karakteriseringen skal om nødvendig revurderes og oppdateres seinest to år etter at ny forvaltningsplan trer i kraft. I forbindelse med karakteriseringen skal det gjennomføres en økonomisk analyse av vannbruken, samt en vurdering av tilstanden til hver vannforekomst (Direktoratsgruppa 2011). I Norge er over 18000 vannforekomster allerede grovkarakterisert. Dette viser at omtrent 50 prosent av norske overflatevannforekomster vil nå miljømålet innen 2021. Når det gjelder grunnvannforekomstene antar en at tilstanden er tilfredsstillende, da det kun er i underkant av 15 % som er analysert. På grunn av mangelfull kartlegging blir konklusjonen overfor grunnvann svært usikkert (www.vann-nett.no).

1.3 Tilstandsvurdering av vassdraget i henhold til Rammedirektivet for vann.

Tilstandsklassifiseringen skal være med på å bestemme den økologiske tilstanden til et vassdrag etter et femdelt system (www.vannportalen.no). Dette systemet er en mer presis

fastsettelse av miljøtilstanden enn den tredelte grupperingen av vannforekomster etter risiko. Systemet vil være med på å si noe om avstanden mellom tilstanden i vassdraget og miljømålet i vanndirektivet. Vannforekomsten vurderes i forhold til naturtilstanden som den representerer. Tilstanden vurderes i forhold til kvalitetselement og prioriterte stoffer.

Kvalitetselementene deles inn i tre hovedtyper:

- Biologiske kvalitetselementer
- Fysisk-kjemiske kvalitetselementer
- Hydromorfologiske kvalitetselementer

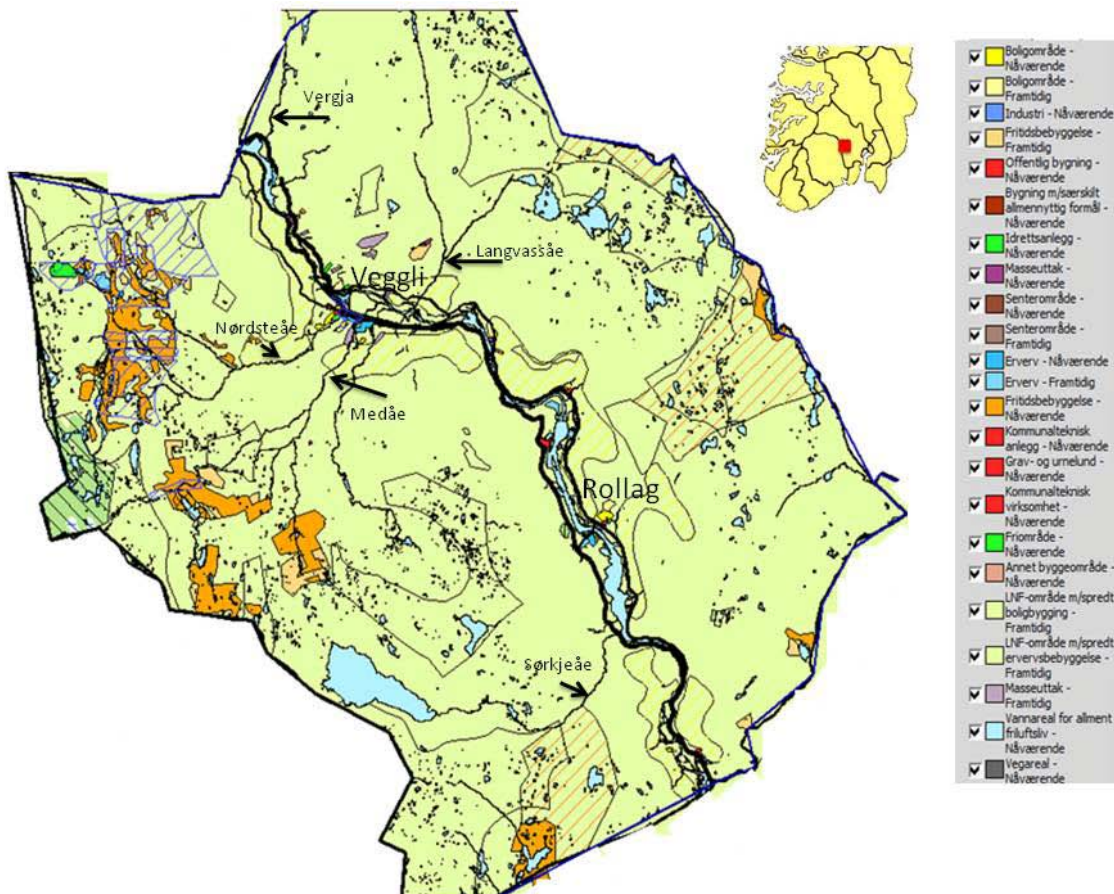
De biologiske kvalitetselementene vektet høyest, mens de hydromorfologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene er støtteparametre. Grenseverdier fastsettes av land med sammenlignbare vanntyper. Prosessen med å lage et felles system for grenseverdier ble satt i gang i 2006 (Syvertsen 2007), og arbeidet har ledet til utgivelse av veileder i 2009 (Direktoratsgruppen 2009). For de kvalitetselementene som det ikke er utviklet grenseverdier for, brukes klassifiseringssystemet til SFT. Dette systemet tar ikke hensyn til om vannforekomsten har høye bakgrunnsverdier. Eksempler på dette er naturlig eutrofe vannforekomster eller naturlig eroderende elver. Ved vurdering etter klassifiseringssystemet til SFT, må det derfor vises skjønn ved enkelte tilfeller som nevnt over (Syvertsen 2007).

Prioriterte stoffer er en liste over 33 miljøgifter, hvor bruken av dem gradvis skal reduseres. Bruken av elleve av stoffene skal stoppes helt innen 2020. I forbindelse med disse prioriterte stoffene har det kommet et datterdirektiv til EUs rammedirektiv for vann. Datterdirektivets hovedformål er fastsettelse av miljøkvalitetsstandarder, EQS-verdier for de prioriterte stoffene. (Europa Parlamentet og Rådet 2008).

2 Områdebeskrivelse

Numedalslågen er 342 km lang, og har sitt utspring vest på Hardangervidda i Normannslågen. Vassdraget renner ut i Larviksfjorden og har en middelvannføring ved munningen på 120 m³/s. Nedbørsfelt er totalt på 5670 km² (Berge m.fl. 2004). Sidevassdraga Sørkjeåe, Langvassåe, Nørdsteåe og Medåe ligger i Rollag kommune (Fig.1). Vergja har lengste delen i Nore og Uvdal kommune. Rollag kommune er en liten bygd med snaue 1500 innbyggere (www.rollag.kommune.no). Hytteutbyggingen i kommunen er sterkt økende (Rukke 2007), og var i 2006 registrert til ca 1400 hytter (Skarbøvik m.fl. 2006). I følge rapporten til Simonsen og Jaren 2008 og kommuneplanens arealdel er Medåe og Nørdsteåe direkte berørt av større hyttefelt. Nedbørsfeltene til Langvassåe og Sørkjeåe har ingen eller minimal tilknytning til hytter. I Vergja og Nørdsteåe er det i tillegg bygd minikraftverk med terskeldamer. Vassdraga ligger i økoregion 1¹ og har status som kalkfattige og humøse. Nedbørsfeltene er små, og vassdraga ligger i skogområder. I henhold til tabell 3.5 i veileder 01:2009, Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppa 2009), er sidevassdraga av type 10. Informasjonen om de geologiske forekomstene i Rollag kommune er hentet ut i fra Norges geologiske kartdatabase på nett (www.ngu.no). Opplysningene om markslag, vegetasjon og løsmasser er hentet fra Arealisdata, som er et nettbasert kartverktøy utarbeidet av Norges geologiske undersøkelse (www.ngu.no/arealisdata). Kordinatene for prøvestasjonene er basert på kartblad Rollag og Sigdal 2571 UTM- sone 32.

¹ Norge er delt inn i 6 økoregioner ut fra klimatiske og biogeografiske utbredelsesmønstre for ulike kvalitetselementer, som bunnfauna og fisk.



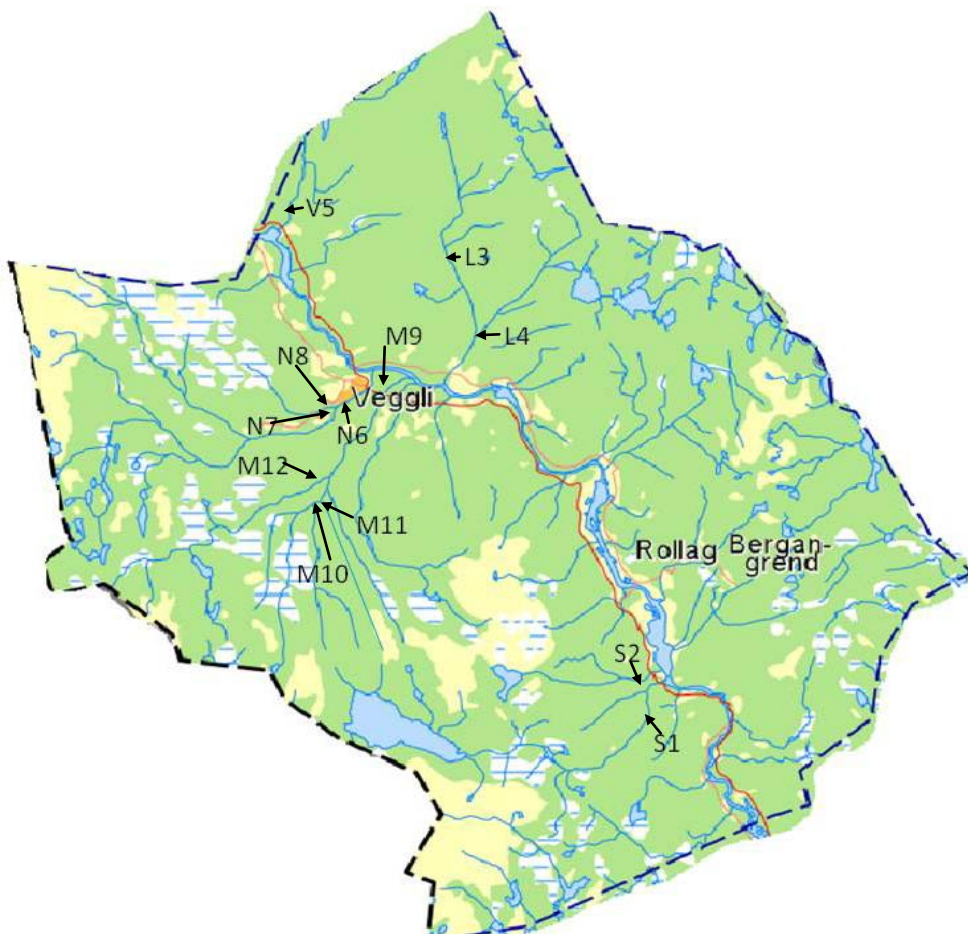
Figur 1 Kommuneplanens arealdel for Rollag kommune. Sidevassdraga til Numedalslågen er markert med piler (www.rollag.kommune.no)

Rollag kommune ligger hovedsakelig i sørboreal sone, og har en gjennomsnittlig årsnedbør på mellom 700 til 1000 millimeter (Moen m.fl. 1983). Ut fra årsrapporten for overvåking av Numedalslågen, ble det beregnet et årsgjennomsnitt av nedbør på 818mm i 2007 (Rukke 2007). Vegetasjonen i kommunen blir kraftigere og mer rik til nærmere hovedvassdraget en kommer (www.ngu.no/arealisdata). Dette skyldes et fuktigere klima, tykkere jordsmonn og beskyttelse mot vær og vind. Vegetasjonen i kommunen domineres av barskog med enkeltinnslag av løvskog. Eksistensen av varmekjær vegetasjon er liten, men det finnes noe av for eksempel spisslønn (*Acer platanoides*) (Moen m.fl. 1983). I høyereliggende områder finnes også mange myrområder (www.ngu.no/arealisdata).

2.1 Prøvestasjoner

I vekstsesongen 2008 ble det tatt vannprøver fra 12 ulike lokaliteter, fordelt på de fem største sidevassdraga i kommunen. Kartet i figur 2 viser en oversikt over beliggenheten til de ulike prøvestasjonene. Sørkjeåe er det to prøvestasjoner, S1 og S2. Prøvestasjonene L3 og L4 ligger

i Langvassåe og nummer V5 ligger i Vergja. Nørdsteåe har prøvestasjonene N6, N7 og N8. Medåe, vassdraget som har mest forgreininger har prøvestasjonene M9, M10, M11 og M12. Ved plassering av prøvestasjonene ble det lagt vekt på tilgjengelighet, antall tilførselsbekker og hvor tilførselsbekkene kom fra. Det ble plassert flere prøvepunkter i mer menneske utsatte vassdrag for å fange opp eventuell forurensning. Prøvene skulle også tas på et område som var representativt for hele eller deler av vassdraget. Bunnsstratet ved prøvestasjonene er forholdsvis likt. Det består av hovedsakelig grus, stein og blokk. I enkelte områder rundt prøvestasjonene finnes også bart fjell.



Figur 2 Prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune markert med piler (www.rollag.kommune.no).

2.1.1 Sørkjeåe (bilde 1)

Prøvestasjon S1 ligger i et strykparti av vassdraget, i umiddelbar nærhet av prøvestasjonen går det en traktorvei over vassdraget. Omtrent 50 meter oppstrøms krysser en bilvei over ei bru. Prøvestasjon S2 ligger nedstrøms fra et rolig parti av elva, hvor en liten foss ender ut i en

kulp. Prøva er tatt hvor elva blir striere igjen. Nøyaktig beliggenhet av prøvepunktene kan sees i tabell 1, som viser blant annet kartreferansene til prøvestasjonene. Nedbørsfeltet til Sørkjeåe er dominert av tynt morenemateriale med sporadiske innslag av tykkere morene, bart fjell, torv og myrområder. Begge prøvestasjonene ligger i et område dominert av tykkere morenemateriale. Berggrunnen rundt Sørkjevatt, som er en del av det øvre nedbørsfeltet til Sørkjeåe, ligger i et område med ryolitt, ryodacitt og dacitt. Langs øvre deler av elva passerer vannmassene et område med gabbro, amfibolitt og kvartsitt. Vegetasjonen i de øvre deler av nedbørsfeltet er hovedsakelig av særs lav bonitet. Rundt prøvestasjonene og nedstrøms disse er boniteten høy. Hele nedbørsfeltet er dominert av barskog, og det finnes nesten ikke jordbruk i området.

Tabell 1 Kartreferanse, høyde over havet (m.h.o.) og opplysninger om nedbørsfeltets areal (km²) og årlig tilsig (10⁶ m³) for prøvestasjonene i Sørkjeåe.

Prøvestasjon	S1	S2
Kartreferanse	0516732-66455448	0516732-66455448
Høyde over havet	260	260
Nedbørsfeltetsareal (km ²)	36,31	36,31
Årlig tilsig (*10 ⁶ m ³)	30,91	30,91



Bilde 1 Svart trekant markerer prøvestasjon S2 i kart, Rv40 øverst til høyre (www.rollag.kommun.no). Beliggenheten til prøvestasjon S1 i Sørkjeåe på foto: Gunn-Hege Raunholm Laugen 03.aug.2008.

2.1.2 Langvassåe (bilde 2)

Langvassåe deler seg i to hovedgreiner. Prøvestasjon L3 ligger i selve Langvassåe, oppstrøms ei bru som krysser elva. Både prøvestasjon L3 og L4 ligger i strykpartier, men for å finne prøvestasjon L4 må en ned i et juv hvor Tundra har sitt leie. Tundra er en grein til Langvassåe, og nedstigningen til prøvestasjonen er eneste vei ned i juvet. Nøyaktig kartreferanse finnes i tabell 2. Nedbørsfeltet til Langvassåe er dominert av tynnere morenemateriale. Øverst i nedbørsfeltet finnes noe innslag av bart fjell, torv og myrområder. Geologien i nedbørsfeltet er dominert av metasandstein og skifer. Midt i nedbørsfeltet er det noe innslag av rylitt, ryodacitt, dacitt og kvartsitt. Vegetasjonen er av lav bonitet, men ned mot hovedvassdraget øker boniteten til middels og høg bonitet. Området er dominert av barskog.

Tabell 2 Kartreferanse, høyde over havet (m.h.o.) og opplysninger om nedbørsfeltets areal (km²) og årlig tilsig (10⁶m³) for prøvestasjonene i Langvassåe.

Prøvestasjon	L3	L4
Kartreferanse	0511317-6659424	0511747-6657641
Meter over havet	460	380
Nedbørsfeltetsareal (km ²)	38,05	38,05
Årlig tilsig (*10 ⁶ m ³)	19,58	19,58



Bilde 2 Svart trekant markerer prøvestasjon L3 i kart (www.rollag.kommun.no). Beliggenheten til prøvestasjon L4 på foto: Gunn-Hege Raunholm Laugen 03.aug.2008.

2.1.3 Vergja (bilde 3)

Prøvestasjon V5 ligger i Vergja, nedstrøms en terskeldam, oppstrøms en større foss. Informasjon angående beliggenhet, høyde over havet og nedbørsfelt for prøvestasjon V5 og vassdraget Vergja finnes i tabell 3. Nedbørsfeltet er dominert av bart fjell, med noe innslag av tynnere morenemateriale og enkelte innslag av torv og myrområder øverst i nedbørsfeltet. Geologien i nedbørsfeltet til Vergja består av metasandstein og skifer. Vegetasjonen er av lav bonitet og dominert av barskog.

Tabell 3 Kartreferanse, høyde over havet (m.h.o.) og opplysninger om nedbørsfeltets areal (km²) og årlig tilsig (10⁶m³) for prøvestasjonene i Vergja.

Prøvestasjon	V5
Kartreferanse	0506432- 6661591
Meter over havet	380
Nedbørsfeltetsareal (km ²)	25,25
Årlig tilsig (*10 ⁶ m ³)	64,8



Bilde 3 Prøvestasjon 5 Vergja. Foto: Gunn-Hege Raunholm Laugen 03.aug.2008.

2.1.4 Nørdsteåe (bilde 4)

Nørdsteåe ble tildelt tre prøvestasjoner da vassdraget er berørt av hytteutbygging (Fig 1). Prøvestasjon N6 ligger ved anlegget til et gammelt kraftverk. Vannmassene ender ut i en liten kulp, prøvestasjon N6 er plassert like etter denne kulpen. Prøvestasjonene N7 og N8 ligger oppstrøms av et bekkekryss, i hver sin grein. Begge stasjonene er plassert i strykpartier. For å komme ned til prøvepunktene, må en ned i Barkjuvet. Kartreferanser og andre opplysninger finnes i tabell 4. Nedbørsfeltet til Nørsteåe er dominert av tykkere morenematerialet, og de øverste delene av vassdraget renner igjennom torv og myrområder. Geologien i området består av metasandstein og skifer. Området rundt prøvestasjon N6 kan ha noe innslag av ryolitt, ryodacitt og dacitt. Oppstrøms av prøvestasjonene er vegetasjonen av særdeles lav bonitet. Nedstrøms går vegetasjonen over til middels og høy bonitet. Nedbørsfeltet er dominert av barskog.

Tabell 4 Kartreferanse, høyde over havet (m.h.o.) og opplysninger om nedbørsfeltets areal (km²) og årlig tilsig (10⁶m³) for prøvestasjonene i Nørdsteåe.

Prøvestasjon	N6	N7	N8
Kartreferanse	0507775-6655400	0505234-6654408	0505275-6654357
Meter over havet	280	600	600
Nedbørsfeltetsareal (km ²)	56,1	52	26,41
Årlig tilsig (*10 ⁶ m ³)	32,77	31,17	16,89



Bilde 4 Prøvestasjonene N6, N7 og N8 i Nørdsteåe. Foto: Gunn-Hege Raunholm Laugen 03.aug.2008.

2.1.5 Medåe (bilde 5)

Prøvestasjon M9 i Medåe er plassert nedstrøms Rv40 mellom bilbru og jernbanebru. Prøvestasjon M10 og M11 ligger oppstrøms av et bekketryss hvor vassdragsgreinene møtes. Prøvestasjon M12 ligger i vassdragsgreina Sundtjønnbekken, prøva er tatt oppstrøms av en gammel traktorvei som krysser bekken. Nøyaktig beliggenhet til prøvestasjonene vises i tabell 5, under kartreferanse. Nedbørsfeltet til Medåe er dominert av tynnere morenematerialet, de

øverste prøvestasjonene har større innslag med torv og myrområder. Prøvestasjon M12 renner igjennom tykkere morenematerialet. Materialet rundt prøvestasjon M9 består av elveavsetninger. Vassdragets nedbørsfelt har en geologi som er delt mellom kvartsitt og ryolitt, dacitt og ryodacitt. Øverste delene av område har innslag av gabbro og amfibolitt. Vegetasjonen oppstrøms prøvestasjonene er av lav bonitet. Nedstrøms øker innslaget av middels og høy bonitet. Nedbørsfeltet består hovedsakelig av barskog.

Tabell 5 Kartreferanse, høyde over havet (m.h.o.) og opplysninger om nedbørsfeltets areal (km²) og årlig tilsig (10⁶m³) for prøvestasjonene i Medåe.

Prøvestasjon	M9	M10	M11	M12
Kartreferanse	0509223-6655939	0507457-6653111	0507258-6652319	0507268-6652305
Meter over havet	240	540	540	540
Nedbørsfeltetsareal (km ²)	39,62	39,62	39,62	39,62
Årlig tilsig (*10 ⁶ m ³)	22,86	22,86	22,86	22,86



Bilde 5 Prøvestasjonene M9, M10, M11 og M12 i Medåe. Foto: Asbjørn Raunholm 03.aug.2008.

3 Metoder

3.1 Feltmetoder

I perioden 10. mai 2008 til 18. oktober 2008 ble det gjennomført fem vannprøveserier, på tolv prøvestasjoner. Prøvene ble hentet oppstrøms fra land, og flaskene ble skylt tre ganger med vannet fra bekken, før prøven ble tatt. Vannprøvene ble oppbevart i isoporkasser med kjøleelement for å holde temperaturen noenlunde konstant under prøvetakingen og deretter oppbevart på kjøle fram til analysene ble gjennomført. Flaskene som ble brukt til de biologiske analysene rommet en liter prøvevann, og var steriliserte. Dette skjedde ved at de ble bekledd med aluminiumsfolie på korken og gråpapir rundt flasken. Deretter ble de satt i et varmeskap på 105 grader celsius (°C) over natta. Biologiske vannprøver ble tatt først, for å redusere risikoen for kontaminering.

Til analysene av totalfosfor (tot.P) og totalnitrogen (tot. N) ble prøvevannet fylt på 100 milliliters (mL) medisinflasker. Prøvevannet ble tilsatt 1 mL 4 Molar (M) svovelsyre (H₂SO₄).

Prøvevann til oksygenanalysene (O₂) ble fylt i en lufttett glassflaske med slipt kork. Prøvevannet ble tilsatt 0,5 mL winkler 1 løsning, og 0,5 mL winkler 2 løsning (NS 4734).

Prøvevann til de øvrige analysene fylles på en liters (L) rene plastflasker.

Måling av temperatur ble foretatt med en temperaturelektrode (WTW LF91). Temperaturmåleren ble kalibrert inne på laboratoriet, før hver prøveserie.

Kartkoordinatene ble fastsatt ved hjelp av en Garmin eTrex.

3.2 Laboratoriemetoder

Laboratoriearbeidet ble foretatt ved Høgskolen i Telemark, avdeling Bø. Analysene pH, konduktivitet, alkalinitet, oksygen og biologiske parametere ble foretatt innen 48 timer etter prøvetaking.

3.3 Konservering og lagring

Sulfat (SO₄²⁻) og totalt organisk karbon (TOC) ble fylt på små plastikkflasker og fryst ved minus 18 °C fram til analysedagen.

Vann til analyse av fosfat (PO_4^{3-}) og ammonium (NH_4^+) ble filtrert gjennom et 0,45 μm ME25 membranfilter, og tilsatt 1mL 4M H_2SO_4 . Prøvene ble lagret mørkt og kjølig.

Prøvevann for metallanalysene ble filtrert gjennom et 0,45 μm ME25 membranfilter. Filtrert prøvevann ble fylt over på 100 mL syrevaska medisinflasker, og tilsatt 0,5 mL 7M salpetersyre (HNO_3). Flaskene ble lagret mørkt og kjølig.

Totalfosfor- og totalnitrogenprøvene ble konserverert i felt, og oppbevart mørkt og kjølig fram til videre behandling.

3.3.1 Vannkjemiske analyser

3.3.1.1 Bestemmelse av pH (NS 4720, 1973)

pH er en potensiometrisk måling med pH-meter; pHM210 standard pH-meter- Meter lab, som er utstyrt med en glasselektrode og referanselektrode.

3.3.1.2 Måling av konduktivitet (NS – ISO 7888, 1993)

Konduktiviteten/ Ledningsevnen ble målt med et håndapparat (WTW LF320). Konduktivitet er et mål på aktiviteten av alle ioner i vannprøven. Konduktiviteten er avhengig av mengden ioner, type ioner, løsningsens temperatur og viskositet. Destillert vann på 25 °C har en konduktivitet på 5,483 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Prøvestaven ble kalibrert mellom hver prøveserie, og spylt med destillert vann mellom hver av prøvene. Konduktivitet måles i $\mu\text{S}/\text{cm}$, og deles på 10 for å få mS/m.

3.3.1.3 Bestemmelse av alkalinitet (NS 4754, 1981)

Alkalinitet analyseres ved potensiometrisk titrering med 0,0100 M HCL til pH 4,50. Titreringen skjer på en Mettler DL25 titrator. Verdiene korrigeres med Henriksens formel (Henriksen 1982).

Alkalinitet angis i mmol/L.

3.3.1.4 Bestemmelse av oppløst oksygen (NS 4734, 1988)

I felt tilsettes mangan(II)ioner (winkler løsning -1), og natriumhydroksidløsning (winkler løsning -2) som inneholder jodidioner. Prøven blir alkalisk, når winkler 2 tilsettes. O_2 i lufta oksiderer Mn (II) til Mn (III). Det dannes et brunt bunnfall av $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Mn}(\text{OH})_3$ i bunnen

av prøveflasken. Ved tilsetning av 4M H₂SO₄ løses bunnfallet opp, og mangan(III)ioner oksiderer jodid til jod. Dette titreres med 0,0100 M natriumtiosulfat (Na₂S₂O₃ * 5H₂O) på en Mettler DL25 titrator. Mengden oppløst O₂ angis i prosent (%).

Beregning av oksygen

Metningsprosenten av oksygen regnes med følgende formel (Steen 2005):

n= metningsprosent

Cv= konsentrasjon av oksygen i mL/L

m= korreksjonsfaktor for temperaturen

p= lufttrykket ved vannoverflata i mm Hg

3.3.1.5 Bestemmelse av farge (NS 4787, 1988)

Prøvevannet til bestemmelse av farge filtreres igjennom et 0,45 µm ME25 membranfilter. Absorbansen av prøvene måles ved 410 nanometer (nm) i spektrofotometer Perkin-Elmer UV/VIS Spectrometer Lambola 20, og angis i mg Pt/L.

3.3.1.6 Bestemmelse av totalt organisk karbon

TOC oksideres til karbondioksid (CO₂) ved hjelp av natriumperoksidulfat (Na₂S₂O₈) og fosforsyre (H₃PO₄). CO₂ analyseres i et måleinstrument kalt Total organic analyzer 1010. Mengden av TOC angis i mg/L.

3.3.1.7 Bestemmelse av totalfosfor (NS 4725, 1984)

Tot. P ble bestemt ut fra ufiltrede prøver. Ved trykkoking overføres komplekse, uorganiske fosforforbindelser og organisk bundet fosfor til ortofosfat. Dette skjer ved en oppslutning med peroksodisulfat (K₂S₂O₈) i surt miljø. Ortofosfatet reagerer med molybdat og treverdige antimon, og blir til antimono-12-molybdofosforsyre i en løsning av svovelsyre. Antimono-12-molybdofosforsyre reduseres av askobinsyre til et heteropolykompleks, som er blåfarget. Absorbansen av komplekset måles på et spektrofotometer (Perkin-Elmer UV/VIS Spectrometer Lambola 20) ved en bølgelengde på 880 nm, og er proporsjonalt med ortofosfatkonsentrasjonen. Tot P angis i µg/L.

3.3.1.8 Bestemmelse av totalnitrogen

Prøvene tilsettes en oksidasjonsløsning og trykkokes i små plastbegre. Analysen følger FIA applikasjon ASN 110- 03/92 på FIA Tectator 5042 Detector og FIA 5012 Analyzer. Angis i $\mu\text{g/L}$.

3.3.1.9 Bestemmelse av fosfat (NS 4724, 1984)

Bestemmelse av fosfat skjer ved nesten samme prinsipp som bestemmelsen av totalfosfor. Forskjellen er at fosfatprøvene filtreres og analyseres direkte uten trykkoking. Angis i $\mu\text{g/L}$.

3.3.1.1 Bestemmelse av Nitrat

Nitrat (NO_3^-) måles ved FIA, metode ASN 136- 01/91 Tecaton. Angis i $\mu\text{g/L}$.

3.3.1.2 Bestemmelse av ammonium (NS 4746, 1975)

I en svak basisk løsning reagerer ammonium med hypokloritt og monokloramin blir danna. Monokloramin danner indofenolblått, sammen med fenol og overskuddet til hypokloritt. Absorbansen måles ved 635 nm, i et spektrofotometer (Perkin-Elmer UV/VIS Spectrometer Lambola 20). Nitroprussid katalyserer reaksjonen. Angis i $\mu\text{g/L}$.

3.3.1.3 Bestemmelse av metaller (NS 4770, 1994)

Prøven brennes i en flamme av luft og acetylen, som får metallene over i atomform. Et lys bestemt til metallet en ønsker å lese av sendes igjennom flammen. Den nøyaktige absorbansen av lysstrålen leses av. For måling av kalsium (mg Ca/L) og magnesium (mg Mg/L) følges NS 4770 og 4776 (1994). Kalsium kan også måles i en flamme av lystgass/acetylen. Måling av natrium (mg Na/L) og kalium (mg K/L) skjer etter NS 4770 og NS 4775 (1994). Sistnevnte standard legger til at cesiumklorid tilsettes i vannprøven og kalibreringsløsningen for å redusere ionisering. For jern ($\mu\text{g/L}$) brukes NS 4770 og NS 4773 (1994), og for mangan ($\mu\text{g/L}$) følges NS 4770 og NS 4774 (1994). Analysene ble utført på en Perkin-Elmer Atomic Absorption Spectrometer AAS 3100.

3.3.1.4 Bestemmelse av Sulfat

Sulfat måles ved FIA, metode AST N 15/84 Tecaton. Angis i mg/L .

3.3.1.5 Bestemmelse av Klorid (NS 4756, 1982)

Klorid (Cl^-) måles ved potensiometrisk titrering med 0,0100 M sølvnitrat (AgNO_3). Titreringen skjer på en Mettler DL25 titrator og angis i mg/L .

3.3.2 Biologiske analyser

Ved arbeid med mikrobiologiske analyser, er det viktig at utstyr som skal brukes er sterilt og at man er bevisst på hva man gjør. Alt utstyr som ikke er engangsbruk, blir varmebehandlet av en gassbrenner hver gang det brukes. Flaskemunningene med prøvevannet behandles også med varme før en heller noe av vannet over i andre beholdere. En ønsker ikke at bakterier fra omgivelsene på laboratoriet eller våre egne hender skal overføres til analysen. Dette vil kunne gi feilaktige svar, og analysen som er gjort blir ikke pålitelig. Agaren som blir laget og flytting av bakterier skjer ved hjelp av plastikkutstyr, som autoklaveres og kastes etter bruk.

3.3.2.1 Koliforme bakterier (NS 4788)

100 mL vann fra prøven filtreres igjennom et filter på 0,45µm, slik at bakteriene skal feste seg på membranfiltret. Det er dette filtret som brukes som utgangspunkt for å få vekst av bakteriene. Filtret legges oppå m-Endo agar i en skål, som er tilpasset de vilkårene koliforme bakterier krever av næring for å vokse. Ved og inkubere skålene i 24 timer ved 37 °C får bakteriene også den ønskede temperaturen for å starte vekst.

Agaren inneholder gallesalter for å hindre at andre sporedannende og aerobe bakterier skal vokse. Når laktose brytes ned dannes det en syre som fjerner gallesaltene, og gjør koloniene synlige. Agaren inneholder også fargestoffet fuksin, som gjør at vi kan se en rødlig gele i skålen. Dette fargestoffet farger koloniene røde, ved at aldehyd skapt av gjærende laktose, reagerer med sulfitt og frigjør rødfargen og skaper en metallglans på koloniene. For å konfirmere at det er snakk om koliforme bakterier overføres en bakteriekoloni til en laktose-pepton-buljong. Bakteriene danner gass når de reagerer med laktose, gassen går opp i et duramrør.

3.3.2.2 Termotolerante koliforme bakterier (NS 4792)

Næringsmediet for termotolerante koliforme bakterier (T.K.B.) er kalt m FC-agar, og inneholder den næringen som skal til for at indikatorbakterien *E.coli* skal kunne vokse. Bakteriene fanges opp på samme måte som de koliforme, ved at 100 mL vann filtreres igjennom et filter. Dette legges på toppen av agaren. Rosolsyre og gallesalter forhindrer aerobe sporedannende bakterier å vokse. Ved inkubering ved 44 °C i et døgn, hindrer en også at de gram-negative bakteriene skal vokse. I agaren er det tilsatt metylblått. Denne fargen reagerer med syre produsert fra laktose, og gir bakteriene blågrønn metall farge. Noen av koloniene kan være noe gjennomsiktige, ved for store syremengder. Grunnen til dette er at gallesaltene blir utfelt. For å være sikker på at det er presumtvt *E.coli* i prøvene våre, må det

påvises ved å lage en buljong med tryptofan i. En bakteriekoloni overføres til LTMT buljongen, og den inkuberes i et døgn ved 44 °C. Dette er for å skape vekst av *E.coli* som utvikler gass. Denne gassen samler seg i et duramrør. Etter inkuberingen tilsettes kovacs regens. *E.coli* omdanner da tryptofanen i buljongen til indol, og ved hjelp av kovacs reagens reagerer indolen slik det dannes en rød ring på toppen av buljongen.

3.3.2.3 Hetrotroft kimtall (NS-EN ISO 6222)

Hensikten med kimtallanalysene er å finne ut hvor mye aerobe mikroorganismer som finnes i en mL vann. Kimtall sier noe om det totale antallet mikroorganismer, og skiller ikke på type organisme. Mikroorganismene dyrkes i et kimtallsagar, og inkuberes ved 22 °C i tre døgn.

3.4 Klassifisering av miljøkvalitet

Klassifisering av tilstand og egenethet er utført i henhold til SFT-veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997).

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet, publiserte høsten 2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann veileder 01:2009. Den nye veilederen tar med klassifisering av kystvann, innsjøer, elver/bekker og grunnvann. Veilederen kobler ulike parametre sammen for at det skal gjøres en god helhetsvurdering av hvert enkelt vassdrag. Kapittel 6 i veilederen omhandler blant annet økologisk klassifisering av elver/bekker, og legger vekt på de biologiske elementene som første og viktigste parametre for klassifiseringen av vassdraget. Vannkjemiske parametre brukes kun som støtteparametre for de biologiske. Vannprøvene i denne oppgaven ble tatt på grunnlag av SFT-veileder 97:04, som la grunnlaget for hvilke analyser som skulle utføres på sidevassdraga. Klassifiseringssystemet til den nye veilederen er bygd opp med litt andre parametre og verdier, og kan derfor ikke benyttes i denne oppgaven.

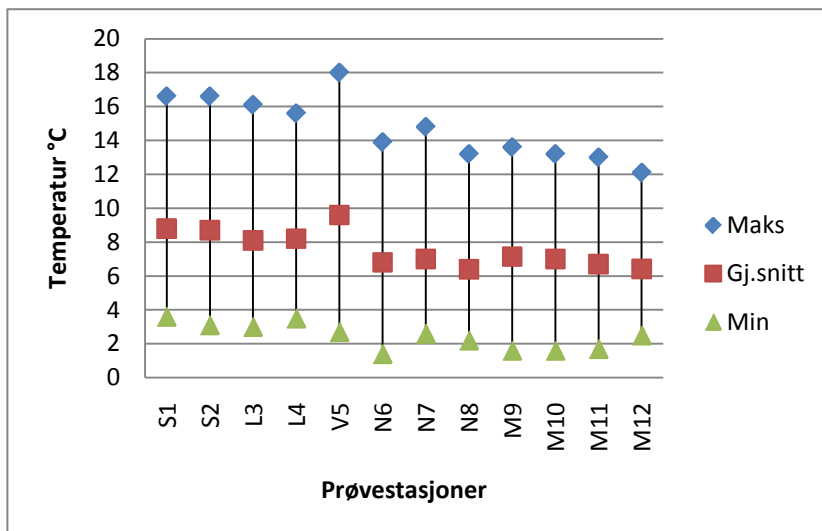
4 Resultater/ diskusjon

Første delen av resultatkapitlet diskuterer de ulike parametrene som er analysert i oppgaven. Fullstendig tabell over de fysiske-, kjemiske- og biologiske resultatene finnes i vedlegg 1. Parametre uthevet i tabellene 6-10 er nøkkelparametre, som skal brukes i forbindelse med tilstandsklassifisering. Den andre delen av resultatkapitlet tar for seg tilstandsklassifisering og vurderingen av sidevassdragas egnethet. I etterkant ser man at det med fordel kunne vært tatt prøver også i juli, for å skape et mer helhetlig bilde av variasjonen i vekstsesongen. Det hadde også vært ønskelig med noen flere prøvepunkter i enkelte sidebekker til sidevassdraga, for å få fram eventuell forurensningsproblematikk. Spesielt gjelder dette sidevassdraga Medåe og Nørsteåe, da de er mest berørt av hytteutbygging. I framtida bør prøver tas av sidevassdraga slik at de dekker kravene i klassifiseringsveilederen 01:2009. Den nye veilederen vil gi en bedre oversikt over den økologiske tilstanden i sidevassdraga. I forhold til bakterieanalysene hadde det vært en fordel og hatt en automatisk teller, da det er vanskelig å få en nøyaktig telling av antall kolonier når en gjør det manuelt. Prøven for fosfat i Nørsteåe N6 tatt i mai ble forkastet, da denne viste usannsynlig høye verdier (20,35 µg/L).

4.1 Vannkjemiske parametre

4.1.1 Temperatur

Vanntemperaturen i sidevassdraga til Numedalslågen varierer ut fra tidspunkt i vekstsesongen målingene er gjort. De laveste temperaturene er målt i oktober (1,4-3,6 °C), og de høyeste er målt i august 2008 (12,1-18,0 °C) (vedlegg 1). Laveste beregna gjennomsnitt er fra prøvestasjon N8 med en temperatur på 6,4 °C. Høyest er prøvestasjon V5 i Vergja med en temperatur på 9,5 (fig.3).

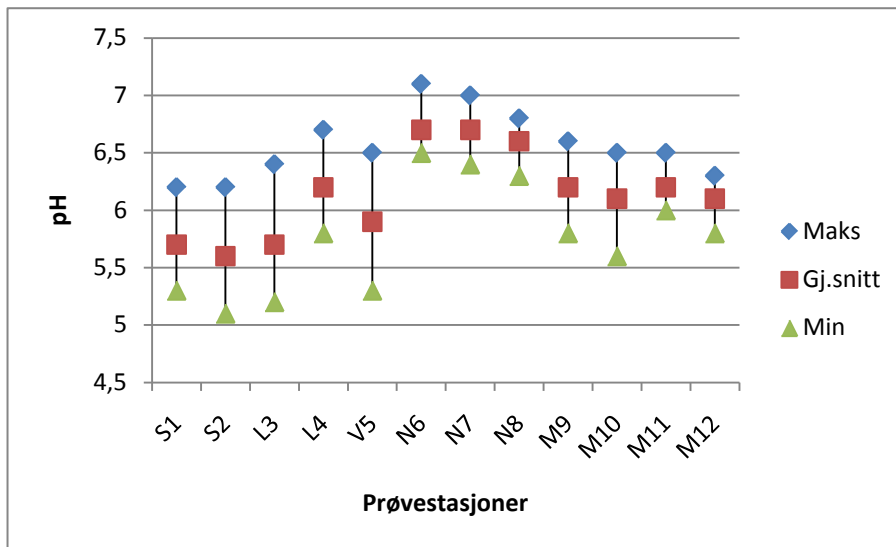


Figur 3 Temperaturforholda (maks, minimum og gjennomsnitt) for de undersøkte prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.2 pH

Målingene av pH varierer mellom prøvestasjonene fra 5,1 på det laveste til over 7 på det høyeste (fig.4). Den lave pHen samsvarer godt med at sidevassdraga ligger i skogsområder, og får tilført en del humus. Figur 4 viser en forskjell i surhetsgraden mellom de sterkt menneskepåvirkte sidevassdraga (N6-M12), og sidevassdraga som skal ligge i tilnærmet uberørte områder (S1-L4). Prøvestasjonene S1 til L3 er jevnt surere enn prøvestasjonene N6 til M12. Når pH synker under 5,5 kan det få konsekvenser for det biologiske mangfoldet i vassdraget. Hvis kalsiummengden og humusinnholdet i tillegg er lavt, som hos S1 og S2 (<1,2 mg/L og <40 mgPt/L) kan det medføre biologisk skade. Den lave alkalinitetsverdien (<0,05) for prøvestasjonene S1 og S2 kan være med på å forsterke forsuringproblemet i vassdraget (Økland & Økland 1995). De laveste pH verdiene ble målt ved prøvetakingen i mai (vedlegg 1). Årsaken kan være smeltevann, som ofte er beriket med H^+ ioner og SO_4^{2-} (Johannesen 1980), men sulfatmengdene er ikke spesielt forhøyet ved vårsmeltingen. Vassdraga som kommer fra Vegglifjellene antas å være næringsfattige, og ha en lav bufferevne, som skyldes de næringsfattige bergartene (Rukke 2007). En landsomfattende undersøkelse av innsjøer i 2000, viser medianverdien av pH i østlandsområdet pH 6,4 (Skjelkvåle m.fl. 2008). Denne pH verdien samsvarer med en del av målingene gjort i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune (vedlegg 1). I 1980 ble det utført prøvetaking av Numedalslågen nedstrøms sidevassdraga ved Djupdal i Rollag kommune. pH verdien ble her målt til omtrent 6,7, noe som ligger på høyde med den høyeste

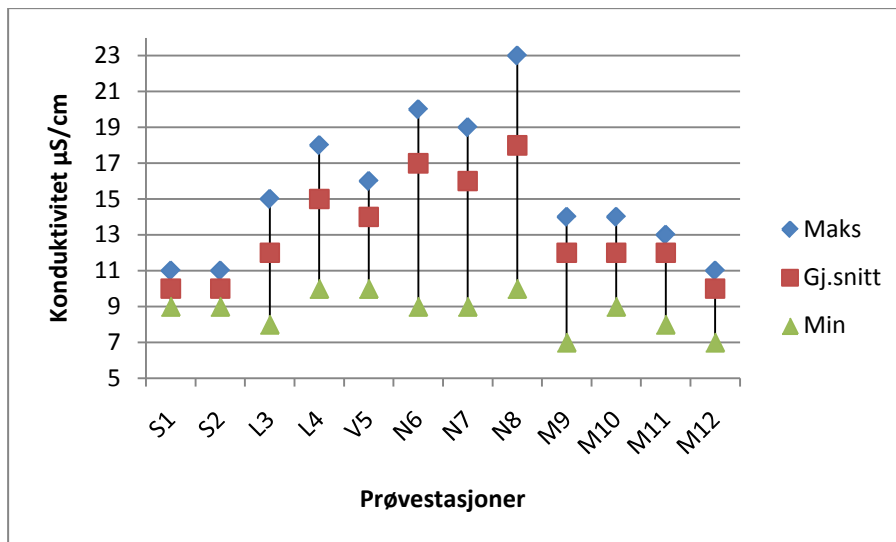
gjennomsnittsverdien i sidevassdraga i 2008. En må ta med at pH verdien fra 1980 var en middelværdi (Skaugrud & Berge 1981). Lave pH verdier, under 6 kan være med på å løse ut en del aluminium i vassdrag. Sammen kan pH og aluminium gjøre vannmassene giftige for fisk, da aluminium skader gjellene (Borgstrøm m.fl. 2000).



Figur 4 pH verdier (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.3 Konduktivitet

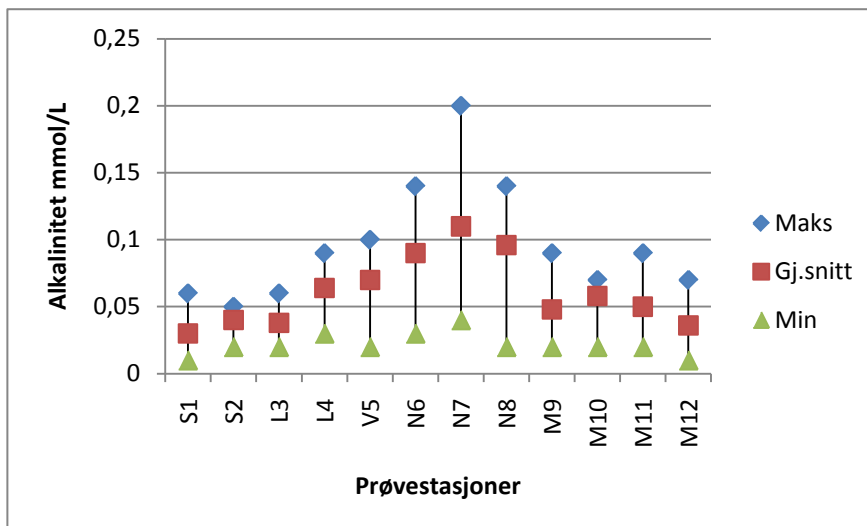
Konduktivitet også kalt ledningsevne er vannets evne til å lede elektrisk strøm, som gjenspeiler totalmengden av oppløste ioner. Konduktiviteten kan også påvirkes av H^+ ioner. Gjennomsnittet for de ulike prøvestasjonene varierer mellom 10 $\mu S/cm$ og 18 $\mu S/cm$ (fig.5). Konduktiviteten i Sørkjeåe og Medåe prøvestasjon M12 er å regne som lave (10 $\mu S/cm$), for de andre sidevassdraga er de målte verdiene moderat lave og viser en lav saltholdighet. Konduktiviteten var relativt lav (7-10 $\mu S/cm$) for samtlige vassdrag i mai (vedlegg 1), for så å øke utover i sesongen. Høyeste konduktivitet ble målt ved prøvestasjon N8 (23 $\mu S/cm$) i september (fig. 5). De andre prøvestasjonene i Nørdesteåe, N6 (20 $\mu S/cm$) og N7 (19 $\mu S/cm$) viser også høyere konduktivitet i september. Målinger gjort i oktober viser er også forhøya (20 – 22 $\mu S/cm$) for prøvestasjonene i Nørdesteåe (vedlegg 1). Sidevassdraga Sørkjeåe (S1-S2) og Medåe (M9-M12) har lavere konduktivitet (fig.5) enn de tre andre sidevassdraga, Langvassåe, Vergja og Nørdesteåe. Ionefattige vannmasser kan komme av større områder med skrint jordsmonn (Borgstrøm m.fl. 2000), og næringsfattig berggrunn. Den lave konduktiviteten øker følsomheten for fisk, hvis større mengder surt vann skulle bli tilført sidevassdraga.



Figur 5 Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.4 Alkalinitet

Alkalinitet også kalt syrebindingsevne, er den mengde syre som kan tilføres vannet før vannets bufferkapasitet overskrides. I henhold til tabell 12.2 i Vann og vassdrag 3 (Økland og Økland 1997) bør alkalinitetsverdien være større enn 0,048 mmol/L, for å ha en god bufferevne i vannet. Minimumsverdien i sidevassdraga varierer mellom 0,01 mmol/L til 0,04 mmol/L (fig.6), noe som gjør at bufferevnen til vassdraga er dårlig. Ut fra laveste verdi kan sidevassdraga få problemer med å håndtere plutselige endringer i pH (Løvik m.fl.2009). Gjennomsnittsalkalinitet i sidevassdraga til Numedalslågen varierer fra 0,03 mmol/L til 0,11 mmol/L. Høyeste enkeltmåling er fra prøvestasjon N7 i Nørdsteåe (0,2 mmol/L) (vedlegg 1). Jevnt over har Nørdsteåe best bufferkapasitet, da de fleste gjennomsnittskonsentrasjonene er over 0,07 mmol/L (fig.6). Dårligst bufferkapasitet har Sørkjeåe, da alkalinitetsverdien ikke overskrider 0,06 mmol/L (fig.6).



Figur 6 Alkalinitetsverdier (mmol/L) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

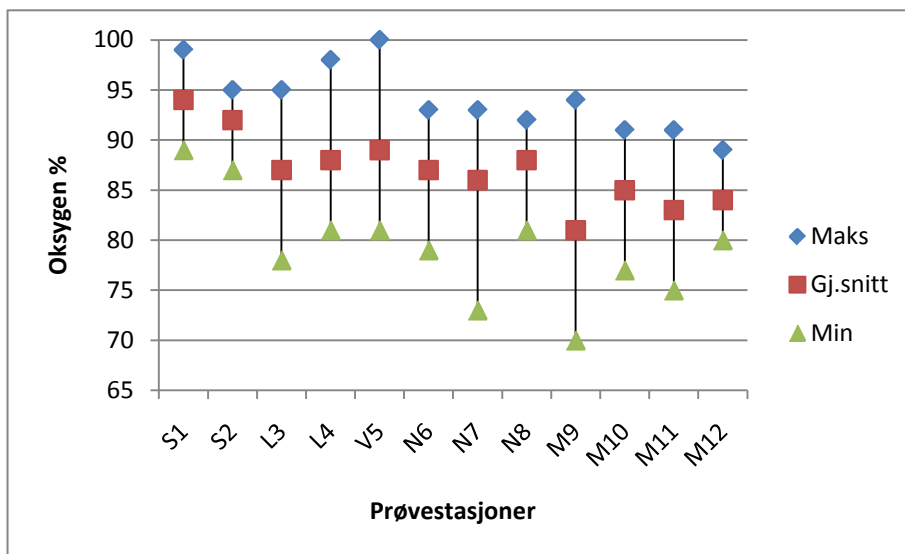
4.1.5 Oksygen

Innholdet av oksygen i vassdrag virker inn på de kjemiske og biologiske prosessene. Oksygen virker indirekte på løseligheten til plantenæringsstoffet fosfat (Økland og Økland 1997). Oksygenprosenten i sidevassdraga er god, da laveste gjennomsnittlige metningsgrad var 81 prosent ved prøvestasjon M9 (fig.7). Høyest gjennomsnittlige oksygenmetning var i Sørkjeåe, ved prøvestasjonene S1 (94 %) og S2 (92 %). At elver og bekker har høy oksygenprosent er naturlig. Oksygenmetningen i vassdrag avhenger mye av temperatur, strømhastighet og turbulens i vannmassene. I kaldt vann øker løseligheten av oksygen, mens i varmere vann minker løseligheten av oksygen (Wetzel 2001). Sommeren 2008 var prega av en del kraftig nedbør (Raunholm 2008²), som er med på å piske inn ekstra oksygen i vassdraga. De fleste sidevassdraga er prega av lange strykpartier med kulper og stilleflytende enkeltområder. I følge Wetzel (2001), kan kulper og lignende bidra til at en ikke får målt korrekt oksygenmengder i vannmassene. Kulper og stilleflytende områder dypere enn en til fire meter, kan ha oksygen i små lommer i sedimentet, som holdes tilbake pga. hydrostatisk trykk. Månedsvariasjon i oksygen ved blant annet prøvestasjon N6 kan vise akkurat denne tendensen, da oksygenmetningen varierer noe uavhengig av temperatur. Prøvestasjon N6

² Opplysningene om værforhold er henta fra Asbjørn Raunholms private logg over værforhold på Laugen i Veggli 2008.

ligger nedenfor en kulp, som antas og være minst to meter dyp. Variasjon i bakteriell nedbrytning av organisk materiale kan også være med på å skape de forskjellige målingene av oksygenmetning. Høyere temperatur i vannet skaper mer bakteriell aktivitet, og oksygenmengden øker på grunn av sirkulasjon. Strømhastighet og turbulens kan også være med på å påvirke prøvestasjoner som N6. Dette stemmer godt hvis en ser på de første månedene av prøvetakinga hvor vannføringa var stor, men mot slutten av sesongen øker oksygenmetningen igjen selv om vannmengden avtar. Det kan da tyde på at lavere temperatur er med på å øke løseligheten av oksygenet. Småfeil ved prøvetaking, transport, lagring og analyse kan også være med på å skape variasjonen i oksygenmetning ved N6. Laveste oksygenkonsentrasjon i sidevassdraga ble målt ved prøvestasjon M9 i juni (70 %) (vedlegg 1).

Sesongvariasjonen viser ingen klar tendens for hvilke måneder oksygen prosentene er høyest, selv med flom i mai er enkelt av observasjonene høyere i juni (vedlegg 1). Oksygen er med i nedbrytningsprosessen i vassdrag og opphoping av organisk materiale er vanligvis ikke noe problem i rennende vann. Mye oksygen øker nedbrytningen, mens lite oksygen bremser nedbrytningen. Ut fra oksygenmetningen til sidevassdraga i Rollag kommune, vil nedbrytningen av organisk materialet være høyt. Spesielt i månedene juni og august vil nedbrytningen være høy, pga høy temperatur og høy oksygenmetning. I tillegg er strømmingshastigheten mindre og humusmengden hoper seg opp slik at forholdene for økt nedbrytning blir gode (Økland & Økland 1997).

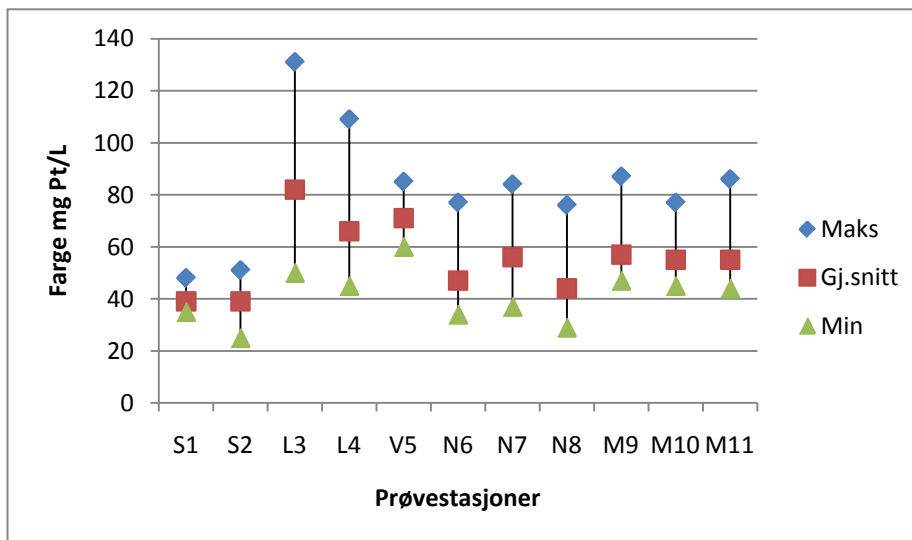


Figur 7 Metningen av oksygen (%) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.6 Farge

Fargetall er et mål på humusinnholdet og mengden løst jern i vannmassene (Økland og Økland 1997). Langvassåe og Vergja har en markert påvirkning av humus, med gjennomsnittsverdier på mellom 66 mg Pt/L til 81 mg Pt/L (fig.8). Grensen mellom klare og humøse bekker er satt til 30 mg Pt/L (Solheim og Schartau 2004). Gjennomsnittet for hvert av de undersøkte sidevassdrag til Numedalslågen er noe høyere (30-82 mg Pt/L) enn den overnevnte grenseverdien. Prøvestasjon M12 viser et fargetall på 30 mg Pt/L som er i nærheten av grensen mellom klare og humøse bekker. Det laveste fargetallet (21 mg Pt/L) ved samme prøvestasjon ligger under grenseverdien. De høye konsentrasjonene av humus kan komme av at vannets oppholdstid er kort, og prosesser som fjerner humus får ikke tid til og virke før nye mengder humus blir tilført. Nedbørsfeltet til sidevassdraga består av en del

myrområder, i følge Brettum og Løvik (2001) er myrområder med på å tilføre en god del humus til vassdrag. Humusmengden skal holde seg forholdsvis stabil ved pH-verdier mellom 5 og 7 (Økland og Økland 1997). pH målt i sidevassdraga til Numedalslågen ligger i dette intervallet, men fargetallet varierer en del gjennom vekstsesongen. Dette kan ses ut fra figur 8 der det er klar forskjell mellom minimums- og maksimumsverdiene i fargetall.

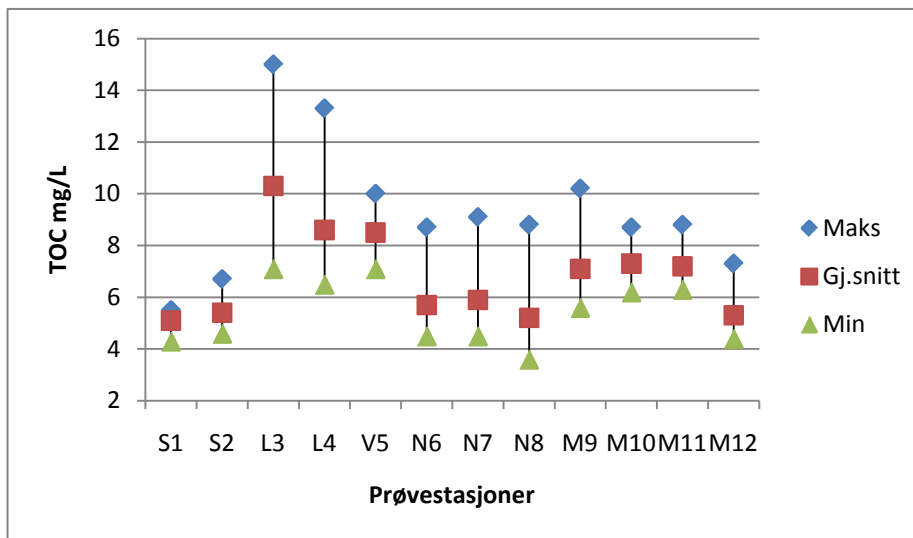


Figur 8 Fargetall (mg Pt/L) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.7 Totalt organisk karbon

Totalt organisk karbon beskrives som innholdet av organisk materiale i løste stoffer og partikler. Generelt er TOC nivået i Norge lavt, sammenlignet med våre to naboland. Gjennomsnittet i Norge er 1,9 mg TOC/L, spesifikt for Østlandet er gjennomsnittsverdien noe høyere på 4,2 mg TOC/L (Økland og Økland 1997). Gjennomsnittsverdien av TOC i sidevassdraga varierer mellom 5,1 mg TOC/L og 8,6 mg TOC/L (fig.9), noe som er relativt høye verdier sammenlignet med data fra Schartau m.fl. (2009). Dette bekreftes også av tabell 19.1 i Økland og Økland (1997). Årsaken til de høye TOC konsentrasjonene kan være at vannføringen i sidevassdraga var forholdsvis liten i sesongen. Sidevassdraga ligger i områder med mye barskog og myr som hoper opp TOC. Rapporten til Brettum og Løvik (2001) bekrefter at høye verdier av TOC kan skyldes myrområder. I Langvassåe prøvestasjon L3 er det målt høyere konsentrasjoner (10,3 mg TOC/L) enn ved de andre prøvestasjonene. Nedbørsfeltet til Langvassåe består av en del myrområder i forbindelse med Vardefjell (www.ngu.no/arealisdata). En skulle tro at Tundra skulle være like påvirket av disse

myrområdene, men siden Tundra stortsett renner i et juv, vil nok mesteparten av tilsiget fra Vardefjell gå til Langvassåe og prøvestasjon L3. Tabellen i vedlegg 1 viser at mengden av TOC øker fra mai og utover i vekstsesongen, noe som kan ha sammenheng med vårfloppen i mai. Flom og store vannmengder tynner ut konsentrasjonen av TOC (Schartau m.fl. 2009). TOC mengden i sidevassdraga er noe høyere enn prøvene tatt av Aurdøla i Hallingdal (3-4 mg/L) (Skjelkvåle & Skancke 2002). Sesongen 2008 viser en del variasjon i målingene av TOC for de ulike vassdraga, vedlegg 1. En overvåkning over flere sesonger vil bidra til et mer helhetlig bilde av TOC konsentrasjonen i vassdraga.

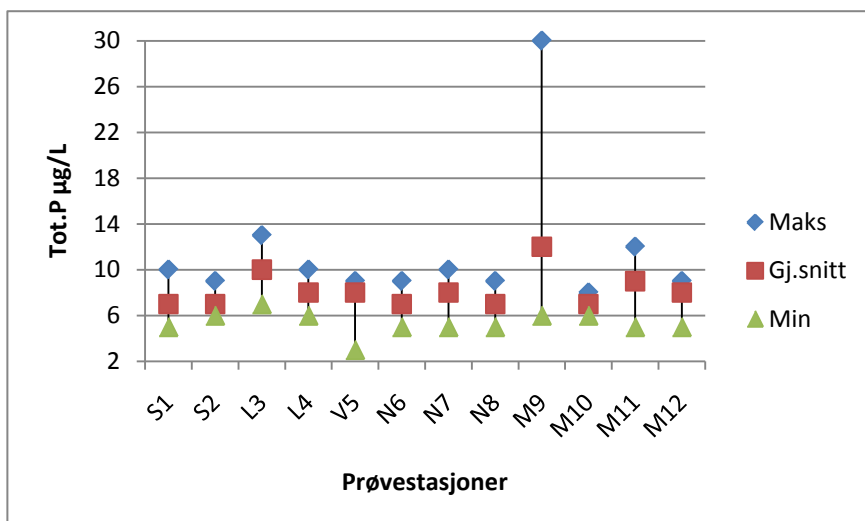


Figur 9 Konsentrasjonen av TOC (mg/L) (Maks, minimum gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

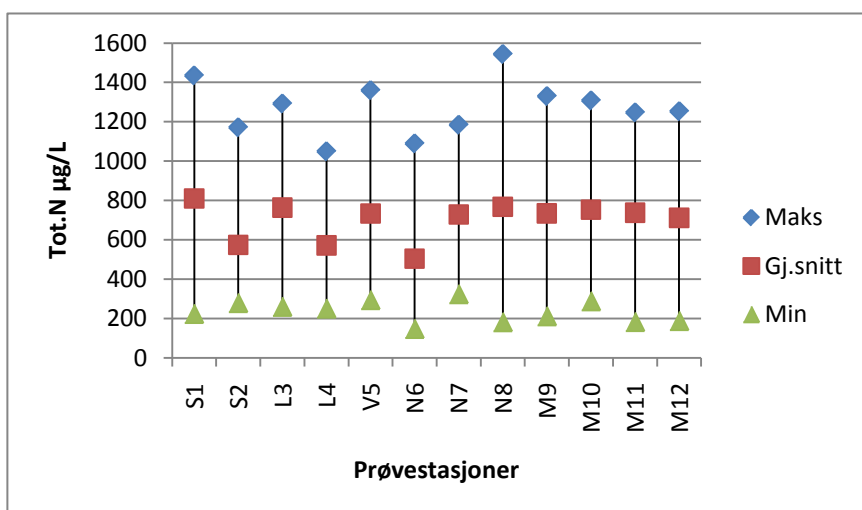
4.1.8 Totalt fosfor, fosfat og totalt nitrogen

Fosfor og nitrogen sier noe om hvor næringsrikt et vassdrag er. Spesielt gjelder dette fosfor, da næringsstoffet fosfor begrenser algeveksten også i elver og bekker (Løvik m.fl.2009). Gjennomsnittsverdiene av fosfor varierer hovedsakelig mellom 6 og 8 $\mu\text{g P/L}$ (fig.10), fosformengder typisk for oligotrofe miljø. Prøvestasjon L3 (10 $\mu\text{g P/L}$), M9 (12 $\mu\text{g P/L}$) og M11 (9 $\mu\text{g P/L}$) har noe høyere mengder. Disse prøvestasjonene har totalfosformengder som beskrives som lave i henhold til Løvik m.fl. (2009). Urovekkende er enkeltmålingen på prøvestasjon M9 i august (30 $\mu\text{g P/L}$) (vedlegg 1). Årsaken til den høye målingen i august 2008 kan skyldes at det drives ei seter med kuer på Myrefjell sommerstid. Det drives også jordbruk innen nedbørsfeltet til Medåe, som er mer aktivt sommerstid enn vinterstid. I 2007 ble det tatt en del vannprøver av Medåe, prøvene viste en totalfosformengde på ca 10 $\mu\text{g P/L}$. Rukke (2007) konkluderer i rapporten sin at målingen er noe høy, og anbefaler at Medåe ved

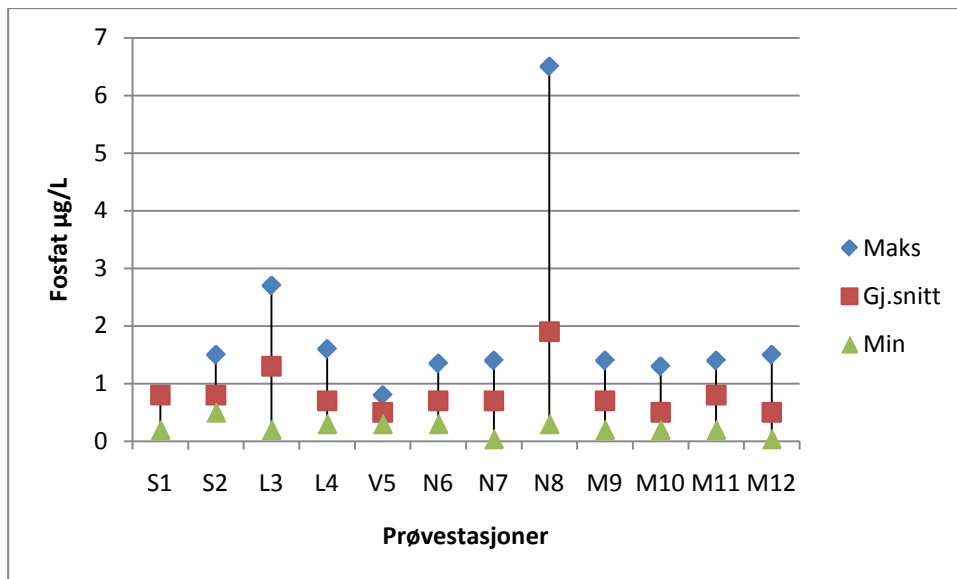
Myrefjell blir fulgt nøye opp med videre prøvetaking. Prøvestasjonene M9 og M11 i sidevassdraget Medåe får direkte vanntilførsel fra Myrefjell. Overvåkning av Numedalslågen i 2007 nedstrøms sidevassdraga viser et tidsveid fosforgjennomsnitt på rundt 5 µg P/L (Rukke 2007). En undersøkelse i 2004 av totalfosfor i hele nedbørsfeltet til Numedalslågen i Rollag kommune viser fosformengder over 30 µg P/L (Berge m.fl. 2004), noe som er høyt i forhold til gjennomsnittsmålingene i denne undersøkelsen av sidevassdraga. Fosformengdene i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune er generelt lavere enn målinger i Kampåa (12 og 24 µg P/L) i Nes kommune (Lindholm m.fl. 2009). Årsaken kan være at Kampåa regnes å være påvirket av leire. Fosfatmengdene er lave med gjennomsnitt som varierer fra 0,5 µg/L til 1,9 µg/L (fig.12). Nørdstæ har høyeste enkeltmåling på 6,5 µg/L i mai måned. Totalt nitrogen i sidevassdraga varierer fra 506 µg N/L som den laveste gjennomsnittsverdien til 810 µg N/L som den høyeste (fig.11). Nitrogenmengden er lavere i mai, for så å øke i juni og august. I september (<500 µg N/L) og oktober (<300 µg N/L) avtar nitrogenmengden, og blir lavere enn nitrogenmengde i mai (>500 µg N/L). Det ble analysert nitrogenmengder i Numedalslågen nedstrøms sidevassdraga i 2007. Tidsveid gjennomsnitt av nitrogenmengden for de to prøvestasjonene i Rollag kommune var på rundt 200 µg/L, og maksimumskonsentrasjonen for de to prøvepunktene var på 390 µg/L (Rukke 2007). Dette er en del lavere enn gjennomsnittsmengdene (500-800 µg/L) funnet i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune 2008. I følge rapport om karakterisering av Numedalslågen med utenforliggende fjordområder (Berge m.fl. 2004), er mengdene med næringsalter i ferd med å avta. Dette skyldes antagelig utflytting fra bygdene, og et døende landbruk.



Figur 10 Fosforkonsentrasjon ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.



Figur 11 Totalt nitrogeninnhold ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

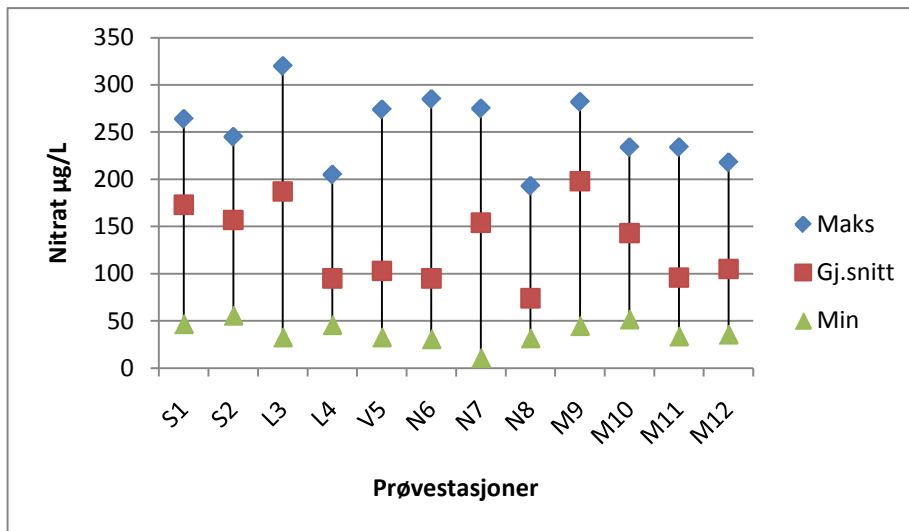


Figur 12 Fosfatmengden ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

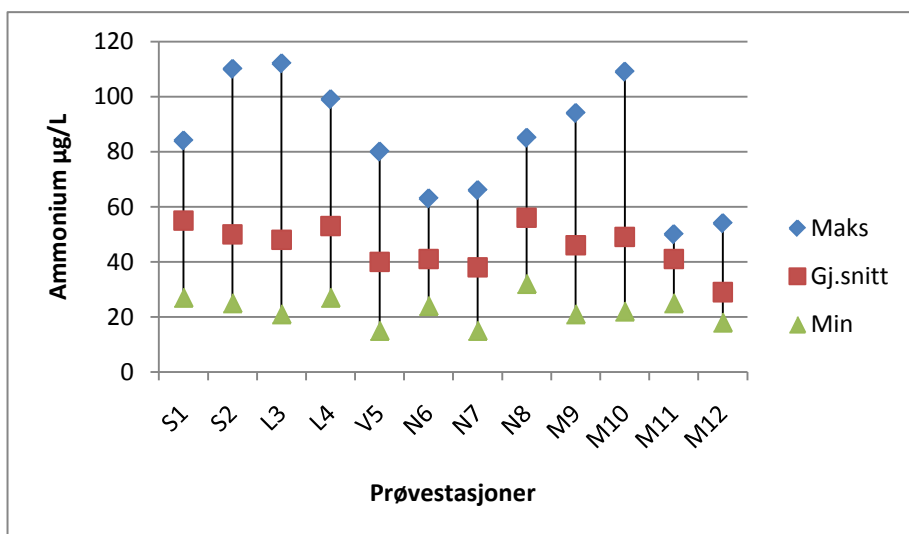
4.1.9 Nitrat og Ammonium

Ammonium er et sluttprodukt fra heterotrofe bakterier som har brutt ned nitrogenholdig stoff. Nitrat er en uorganisk nitrogenforbindelse som forekommer i høye konsentrasjoner i ferskvann. Nitrat tilføres vassdraga via avrenning fra omgivelsene og atmosfærisk nedfall. I tillegg dannes det nitrat når ammonium oksideres ved nitrifiserende bakterier i nærvær av oksygen. Ved naturlige forekomster av nitrogen vil nitrat dominere over ammonium. Ved store tilførsler av kloakk, og avrenning fra jordbruket dominerer ammonium (Økland og Økland 1997). Gjennomsnittet av ammonium i sidevassdraga varierer fra $29 \mu\text{g/L}$ til $56 \mu\text{g/L}$ (fig.14), noe som er relativt høyt. Konsentrasjoner av ammonium rundt $100 \mu\text{g/L}$ kan være skadelige og i oksygenrike vannforekomster bør konsentrasjonen av ammonium være lav, da ammonium raskt oksideres til nitrat i nærvær av oksygen (Kleiven pers.med. 2009). I august 2008 ble det målt ammoniummengder på rundt $100 \mu\text{g/L}$ ved flere av prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen. Dette kan indikere høyt innhold av organisk materiale eller bakterier, også lav pH da nitrifikasjonen hemmer. Ser en TOC i sammenheng med ammonium er det ikke noe tydelig sammenheng. Nitratmengden øker også ved de samme prøvestasjonene (vedlegg 1), men er ikke spesielt høyt i forhold til blant annet juni og september. I september faller konsentrasjonene av ammonium for prøvestasjonene S1-N6 og N8-M11, samtidig som oksygenmetningen øker. Ut fra nitratmengden kan en da anta at ammonium er blitt oksidert til nitrat. I følge rapporten til Schartau m.fl. (2009) skal nitratmengder på mellom 90 og $200 \mu\text{g/L}$ være relativt lave konsentrasjoner i elver og bekker. Høyeste gjennomsnittlige

nitratmengde var på prøvestasjon M9 i Medåe, på 198 $\mu\text{g/L}$. Nitratmengden varierer mellom prøvestasjonene i sidevassdraga, bortsett fra Sørkjeåe, hvor gjennomsnittsmengden er relativt lik på de to stasjonene(fig.13). Det er heller ingen klar forskjell mellom sidevassdrag i sterkt menneskeberørte områder, og vassdrag i tilnærmet uberørte områder.



Figur 13 Mengden av nitrat ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

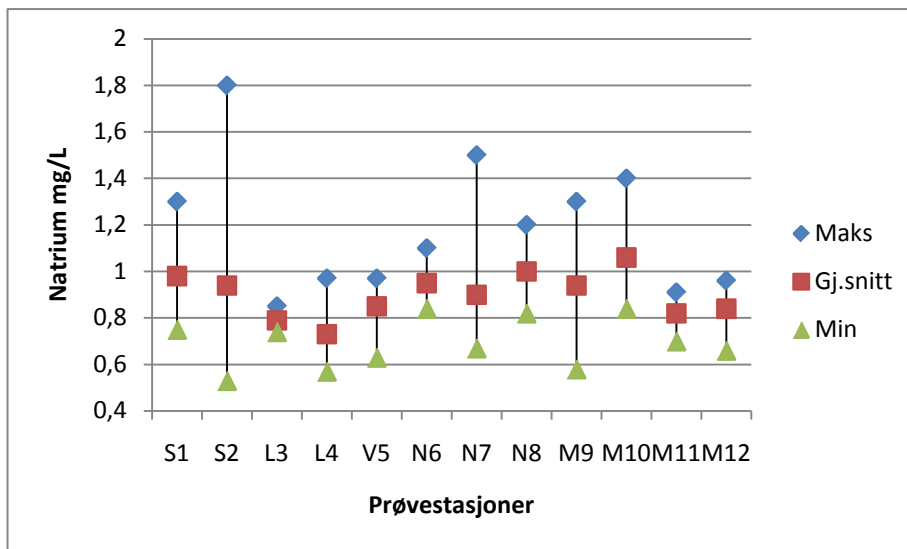


Figur 14 Ammoniummengden ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen.

4.1.10 Natrium

Natrium er et nødvendig plantenæringsstoff, og sammen med klorid og kalium inngår det i vevsvæskene til dyr. Gjennomsnittlig mengde natrium for prøvestasjonene varierer fra 0,7 mg/L til 1,1 mg/L. Høyest natriummengde (1,5 mg/L) er målt ved prøvestasjon N7 i

Nørdsteåe. Mengden natrium varierer noe gjennom vekstsesongen og en kan se en jevn økning gjennom sesongen for enkelte av prøvestasjonene blant annet S1 og S2 (vedlegg 1). Medianverdier av natrium i innsjøer på Østlandet er på omtrent 0,68 mg Na/L (Skjelkvåle m.fl. 2008). Selv om medianverdi er litt forskjellig fra aritmetisk middelværdi, er natriummengden i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune ganske like med medianen til Østlandsområde. Sammenlignet med kystnære strøk, som på Vestlandet (1,18 mg/L) er natriuminnholdet i sidevassdraga noe lavere (fig.15). Dette skyldes at vassdrag i kystnære strøk blir tilført en del salter gjennom sjøsprøyt (Skjelkvåle m.fl. 2008).



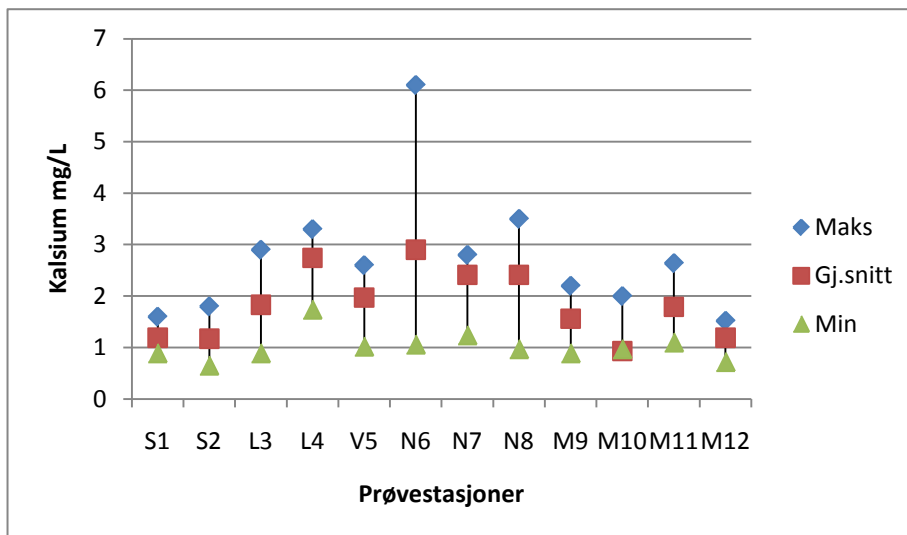
Figur 15 Mengden natrium (mg/L) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.11 Kalsium og kalium

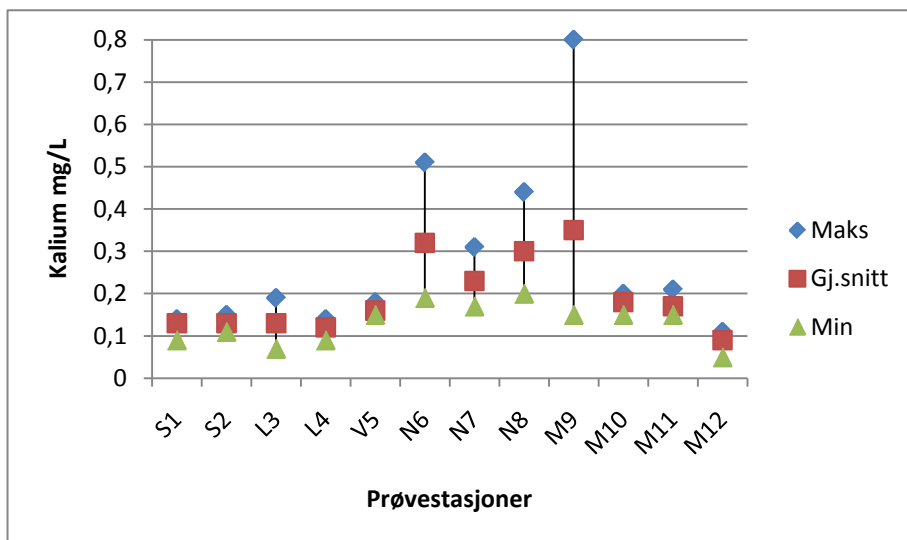
Konsentrasjonene av kalsium er på mindre enn 4 mg/L (fig.16), noe som gjør at vassdraga er kalkfattige (Løvik m.fl. 2009). Målinger fra prøvestasjon M10 i Medåe viser et svært kalkfattig vassdrag, da kalsiummengden er under 1 mg/L. Totalt sett viser vannprøvene tatt ved prøvestasjon M9 at Medåe er kalkfattig. Ved prøvestasjon N6 i Nørdsteåe er det målt en maksimumsmengde på 6,1 mg Ca/L i august 2008. Denne målingen ville indikert at vassdraget var kalkrikt, men resterende målinger fra prøvestasjonen er under 4 mg Ca/L, og tyder på at dette vassdraget også er kalkfattig (Løvik m.fl.2009). De lave kalsiumkonsentrasjonene i sidevassdraga kan skyldes sur berggrunn oppstrøms, samt lite løsmasser i nedbørsfeltet. Målinger gjort i Blefjellområdet viser at naturlig konsentrasjon av kalsium er på under 1 mg Ca/L, men at det etter kalking steg til over 1 mg/L (Berge m.fl. 2004). I følge skogbrukssjefen i Rollag kommune, Ellen Skarstein og Åsmund Tysse rådgiver

i miljøvernsektoren ved Fylkesmannen i Buskerud, ble det delt ut kalk til Sørkje fiskarlag. De skal ha søkt om å kalke tre små tjønn rundt Sørkjevavn, og Sørkjevavn. Hagatjonn ligger nedenfor Sørkjevavnnet, direkte tilknyttet Sørkjeåe. Dette tjønnet skal også ha blitt kalket i 2008. Kalsium mengden i Sørkjeåe er over 1mg/L, men skiller seg ikke spesielt ut fra de andre sidevassdraga. Det er mulig at kalkingen ikke har hatt noen særlig effekt på vassdraget, eller at prøvetakingen har funnet sted før eller etter at kalsiumtilsatsen har passert prøvelokalitetene. Feltobservasjonen av pH i 2008 gjort av Haugsjø fiskeforening er på 5,5 (Tysse 2010), verdien samsvarer med observasjonen av pH gjort i sidevassdraget Sørkjeåe i denne oppgaven.

Sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune viser et gjennomsnitt av kalium (K) fra 0,1 mg K/L til 0,4 mg K/L. I elver i Europa er gjennomsnittet på 2 mg K/L (Wetzi 2001), markant høyere enn hva kaliummengdene er ved prøvestasjonene i Sørkjeåe (0,13 mg K/L), Langvassåe (0,13 og 0,12 mg K/L), Vergja (0,16 mg K/L), Nørdsteåe (0,32 mg K/L, 0,23 mg K/L og 0,30 mg K/L) og Medåe (0,35 mg K/L, 0,18 mg K/L, 0,17 mg K/L, og 0,09 mg K/L). Prøvestasjon N6, N8 og M9 har kaliummengder høyere enn de andre prøvestasjonene (fig.17). Årsaken kan være naturlige variasjoner i jordsmonn og berggrunn.



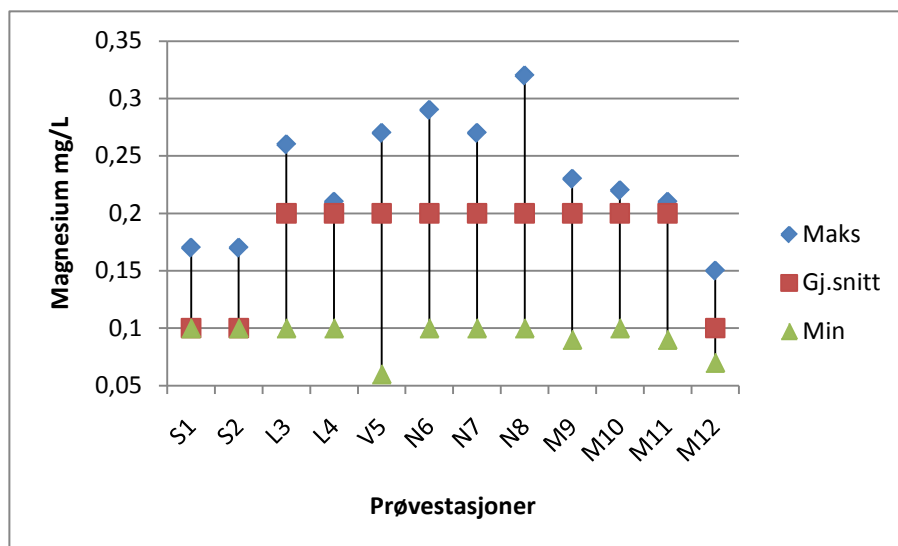
Figur 16 Konsentrasjonen av Kalsium (mg/L) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.



Figur 17 Konsentrasjonen av Kalium (mg/L) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.12 Magnesium

Sidevassdraga har gjennomsnittsverdier av magnesium fra 0,1 mg/L til 0,2 mg/L (fig.18). Variasjonen av magnesiummengdene gjennom sesongen er liten. Konsentrasjonene øker noe mot høstmånedene september og oktober, høyeste måling (0,32 mg/L) ble tatt ved prøvestasjon N8 i oktober (vedlegg 1). Medianverdier av magnesium i innsjøer på østlandet er på omtrent 0,3 mg Mg/L (Skjelkvåle m.fl. 2008), noe som er noe høyere enn gjennomsnittsmengden til sidevassdraga.

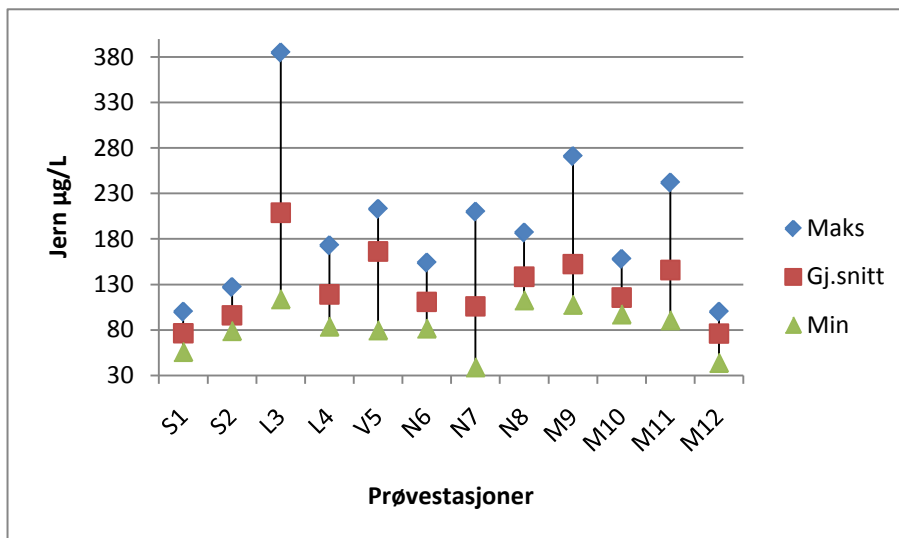


Figur 18 Konsentrasjonen av magnesium (mg/L) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

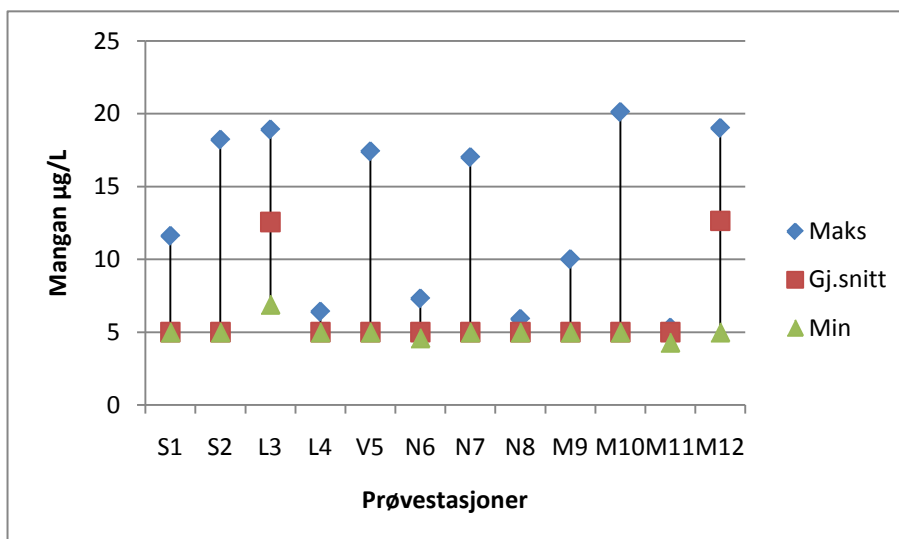
4.1.13 Jern og mangan

Jern og mangan finnes i store mengder i bergrunnen over hele Norge. Jern løses ofte ut fra jord og bergrunn, og renner ut i vassdraga. Ved lite humusinnhold og bra oksygenforhold vil konsentrasjonene av jern variere mellom 0-200 $\mu\text{g Fe/L}$ (Økland og Økland 1997). Gjennomsnittsverdiene for jern i sidevassdraga varierer mellom 76 $\mu\text{g Fe/L}$ og 152 $\mu\text{g Fe/L}$ (fig.19), som er innenfor normalområdet i henhold til Økland (1997). Nå er riktignok humusinnholdet i elvene noe høyt, men til gjengjeld er oksygen forholda svært gode. Langvassåe, prøvestasjon L3 og Vergja, prøvestasjon V5 har høyere gjennomsnitt enn de andre vassdraga. Sammenligner en jernmengden med TOC og farge ser en at disse parametrene også er forhøya ved prøvestasjonene L3 og V5. Jern, TOC og fargetall kan gi en indikasjon på at vassdragene Langvassåe og Vergja har et høyere innhold av organisk materiale. Hvis humusinnholdet er høyt kan dette transportere større mengder kvikksølv, som igjen kan være skadelig for fisk. I følge en grunneier er et av vannene i nedbørsfeltet til L3 fisketomt, etter fiskedød på 90-tallet. Jernmengden i Langvassåe L3 har en gjennomsnittsverdi på 209 $\mu\text{g Fe/L}$. Generelt er de fleste målingene til prøvestasjon L3 høyere enn de andre stasjonene (vedlegg 1). Resultatene for august peker seg spesielt ut med en jernkonsentrasjon på 385 $\mu\text{g Fe/L}$. Manganmengdene i sidevassdraga er langt lavere enn jern innholdet (fig.20), omtrent tjuendeparten. Analyser av 437 norske innsjøer i Norge i 1995 viser også at innholdet av jern var tjue ganger så høyt som manganmengdene (Økland og Økland 1997). Gjennomsnittet i sidevassdraga er på 5 $\mu\text{g Mn/L}$, bortsett fra Langvassåe, prøvestasjon L3 og Medåe, prøvestasjon M12. Ved disse

prøvepunktene er gjennomsnittsverdien av Mangan 13 $\mu\text{g Mn/L}$. Høyeste manganmengde ble funnet ved prøvestasjon M10 (20 $\mu\text{g/L}$) og M12 (19 $\mu\text{g/L}$) i Medåe. I figur 20 vises resultatet av mangananalysene. De laveste manganmengdene er under deteksjonsgrensen $<5 \mu\text{g/L}$, i figuren vil minimum manganmengde bli framstilt som 5, for å få et helhetlig diagram.



Figur 19 Mengden av jern ($\mu\text{g/L}$) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

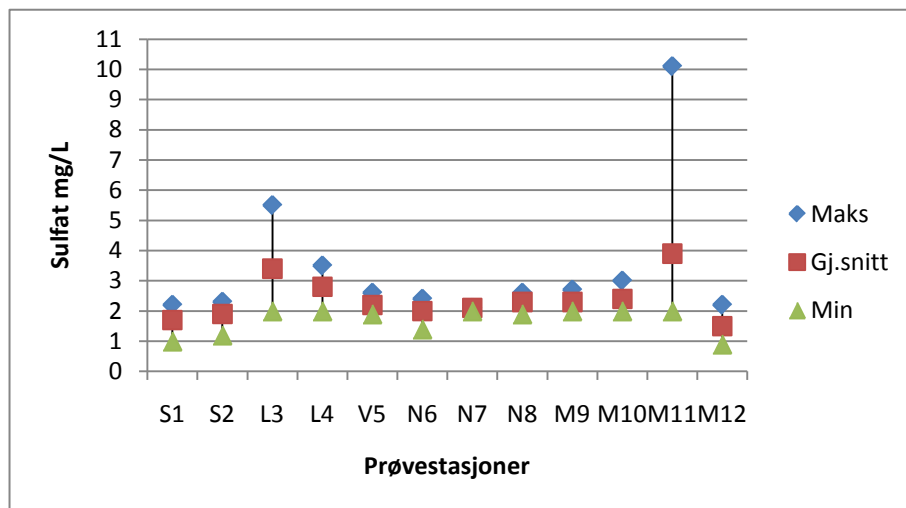


Figur 20 Manganmengden ($\mu\text{g/L}$) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.14 Sulfat

Mesteparten av svovelinnholdet i vassdrag forekommer som ulike sulfatforbindelser. I Norges innsjøer varierer konsentrasjonen av sulfat fra 1-10 mg/L. Gjennomsnittsverdiene ved

prøvestasjonene varierer mellom 1,5 mg/L til 3,8mg/L (fig.21), noe som er relativt lave verdier. Prøvestasjon L3 i Langvassåe og M11 i Medåe har et høyere gjennomsnitt på henholdsvis 3,4 mg/L og 3,8 mg/L. Nivåene kan fortsatt sees på som normale mengder av sulfat i henhold til Økland og Økland (1997). Sulfatmengdene ved prøvestasjon L3 er jevnt høyere enn på de andre prøvestasjonene. Augustmålingen peker seg ut med en sulfatmengde på 5,5 mg/L. Sulfatmengdene ved prøvestasjon M11 ligger jevnt på 2 mg/L, men en måling i juni på 10,1 mg/L drar gjennomsnittet av sulfat for prøvestasjonen opp.

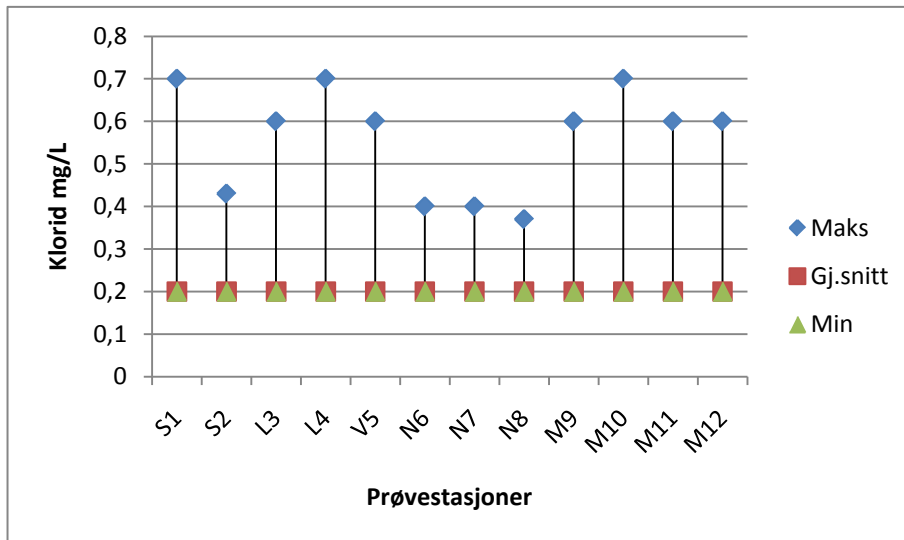


Figur 21 Mengden sulfat (mg/L) (Maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.1.15 Klorid

Nivåene av klorid kan variere noe pga sjøsaltinnholdet i nedbøren, men dette er mest utprega langs kysten (Skjelkvåle m.fl. 2008). Ingen av gjennomsnittsverdiene til sidevassdraga overskrider 0,2 mg/L. De siste åra er det vist en økning av klorid i norske vassdrag på grunn av vintersalting av veier (Økland og Økland 1997). Sammenlignet med gjennomsnittsverdier hos elver i Europa på 7 mg Cl/L (Wetzel 2001), er konsentrasjonene i sidevassdraga i Rollag kommune lave. I følge Økland og Økland (1997) er kloridmengden rundt om i Europa generelt høyere enn i Norge. Ser en på tabell 11.2 i Økland og Økland (1997), kan sidevassdraga i Rollag kommune sammenlignes med blant annet Langtjern i Flå i Hallingdal. Her er kloridmengden 0,7 mg/L. Høyeste kloridmengde i sidevassdraga var ved prøvestasjon S1, L4 og M10 på 0,7 mg/L i mai og juni (vedlegg 1). I september var kloridmengden under 0,2 mg/L ved alle prøvestasjonene. I 1986 ble det beregnet en middelvei av klorid i Låsåsetvatnet (Skjelkvåle pers.med. 2009), som var dobbelt så høy (0,4 mg/L) som gjennomsnittet var for Langvassåe i 2008. Låsåsetvatnet er en innsjø som ligger innen

nedbørsfeltet til Langvassåe. Figur 22 illustrerer resultatet av kloridmålingene, tegnet < i forkant av 0,2 er fjernet for å kunne lage et diagram.



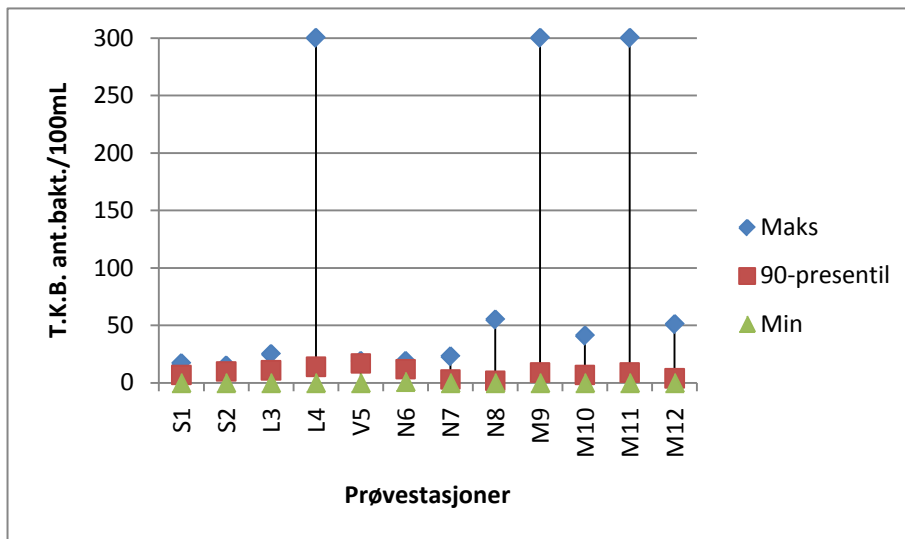
Figur 22 Mengden klorid (mg/L) (maks, minimum og gjennomsnitt) for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.2 Biologiske parametre

4.2.1 Termotolerante koliforme bakterier

Termotolerante koliforme bakterier er et mål på fersk fekal forurensning, det vil si tettheten av *E.coli*. Vassdraget får tilført fersk fekal forurensning fra mennesker og dyr (Løvik 2009). Det ble påvist fersk fekal forurensning ved alle lokalitetene. Ut fra 90-persentilen er konsentrasjonene forholdsvis lave, fra 2 til 17 kolonier per 100mL prøvevann (fig.23). Derimot er det noen urovekkende høye mengder i august (vedlegg 1). Tre av lokalitetene, prøvestasjon L4, M9 og M11 har bakteriemengder på over 300 bakterier per 100 mL prøvevann (fig. 23). I Medåe i april og november 2007 ble det funnet få tarmbakterier (Rukke 2007). Prøvetakingstidspunktene i 2007 kan være årsaken til de lave mengdene av fersk fekal forurensning. Som nevnt under avsnittet om fosfor drives det ei seter sommerstid på Myrefjell. Dette kan forklare de høye bakteriemengdene i august 2008 på prøvestasjon M9 og M11, da disse prøvepunktene får vann direkte fra Myrefjell. Minst påvirket er prøvestasjonene S1,S2,V 5 og N6. Dette er positivt for Nørdsteåe (prøvestasjon N6), da dette vassdraget er sterkest berørt av hytteutbygging. Bakteriemengdene i Nørdsteåe 2008

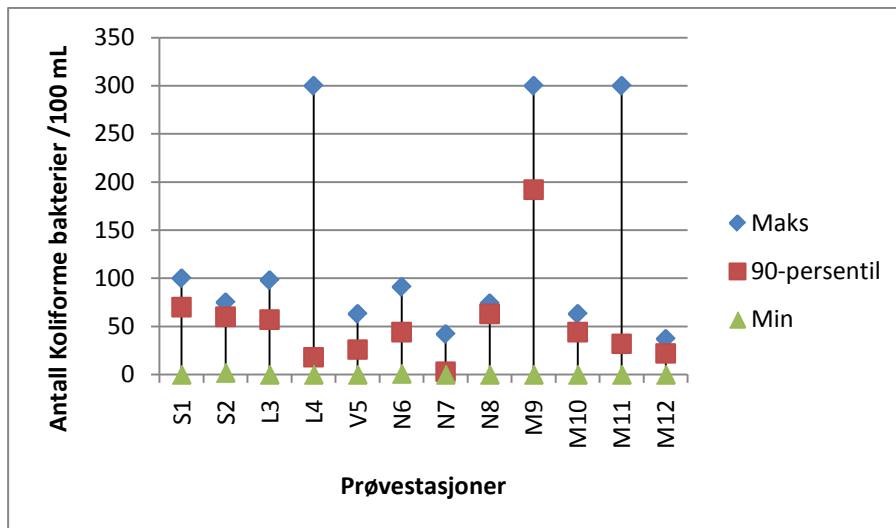
samsvarer med analyseresultatet fra ulike lokaliteter i Nørdesteåe 2007 (Rukke 2007). Tegnet > foran 300, er tatt bort ved konstruksjon av diagrammet i figur 23.



Figur 23 Antall termotolerante koliforme bakterier (T.B.K.) / 100ml (maks, minimum og 90-persentilen) i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.2.2 Koliforme bakterier

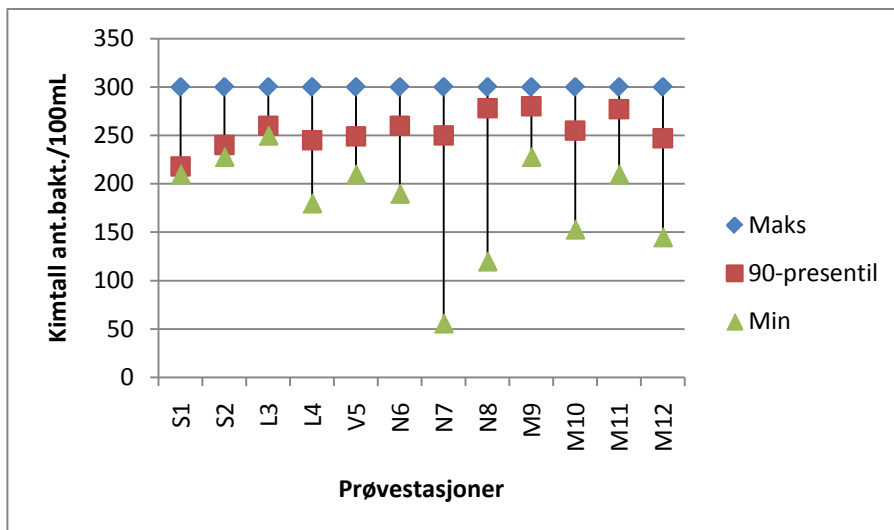
I ett gram avføring finnes det mellom 50-100 millioner koliforme bakterier. Koliforme bakterier er ofte et dårlig mål på fersk fekal forurensning, da andre bakterier foruten *E.coli* kan trives ved metoden som blir brukt ved dyrking. En kan derfor kun anta at bakteriene stammer fra avføring (Rosef 2005). 90-persentilen for sidevassdraga varierer mye, fra 3 til 192 bakterier/100mL vann (fig.24). Sørkjeåe har opp mot 70 bakterier/100mL prøvevann. Prøvestasjon M9 peker seg ut ved analysen av koliforme bakterier også, både maksimumsverdi og 90-persentil er relativt høyt i forhold til de andre målingene. Forskrift om vannforsyning og drikkevann tabell 2.2 (Helse og omsorgsdepartementet 2001), har nulltoleranse for koliforme bakterier i 250 mL prøvevann. Sidevassdraga er derfor ikke egna som drikkevann uten at tiltak blir gjennomført først. I figur 24 er tegnet >300 tatt bort ved konstruksjon av diagrammet.



Figur 24 Antall koliforme bakterier/ 100ml (maks, minimum og 90- persentilen) i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.2.3 Kimtall

I forskrift om vannforsyning og drikkevann er det laget tabeller med grenseverdier for hva som tolereres av bakteriemengde i drikkevann. I følge tabell 2.2 i forskrift om vannforsyning og drikkevann (Helse og omsorgsdepartementet 2001) er grenseverdien for kimtall på 100 bakteriekolonier per 100 mL prøvevann. Ser en ut fra bakterieantallet påvist i sidevassdraga er det ikke forskriftmessig og bruke drikkevann rett fra elva. 90-persentilen for de ulike prøvestasjonene er over 200 bakterier/ 100mL (fig.25). Det er kun prøvestasjon N7 som har et minimums bakterieantall på under 100 bakterier / 100mL. Kimtallanalysene er vanskelige å gjøre nøyaktig rede for, da agarskålene ble utellegelige når bakterieantallet passerte 300/ 100mL prøvevann. I diagrammet nedenfor (fig.25) er tegnet > foran 300 fjernet ved konstruksjon av diagrammet.



Figur 25 Kimtall, antall bakterier/ 100 ml (Maksimum-, minimumsmengde og 90- persentilen) i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

4.3 Klassifisering og vurdering av vannkvalitet

Prøvestasjonene er klassifisert etter SFT-veileder 97:04 (tab.6), pH og alkalinitet vurderes etter laveste verdi, for TOC, fargetall, tot. P og tot. N benyttes aritmetisk middelvei. Jern vurderes etter maksimumskonsentrasjon, og de termotolerante koliforme bakteriene klassifiseres ut fra 90-persentil. I vedlegg 2 vises en månedlig oversikt over prøvestasjonene klassifisert i forhold til tilstand. Tabellene i vedlegget viser maksimum, minimum og gjennomsnitt/ 90-persentil for de ulike prøvestasjonene. Nedenfor klassifiseres prøvestasjonene i henhold til virkningstype næringssalter, organiske stoffer, forsurende stoffer og tarmbakterier. De øvrige virkningstypene er ikke tatt med, da det ikke er tatt prøver av de ulike parametrene.

Tabell 6 Tilstandsklasser etter SFT-veileder 97:04 (Andersen m.fl.1997).

Meget God	God	Mindre God	Dårlig	Meget dårlig
1	2	3	4	5

I følge rapport om karakterisering av Numedalslågen med utenforliggende fjordområder (Berge m.fl. 2004) er det ingen risiko for at ikke Langvassåe, Vergja, Nørdsteåe og Medåe skal nå EUs miljømål innen 2015. Derimot er det en risiko for at Sørkjeåe ikke når EUs

miljømål innen 2015. Vurderingen er gjort ut fra en typifisering av vassdragsområde hvor høydekategori, størrelseskategori, kalsiumkategori, forsøringsproblematikk og humuskategori ble vektlagt. For at et vassdrag skal nå miljømålet til EUs rammedirektiv for vann, må tilstandsvurderingen av virkningstypen til vassdraget oppnå minst god status. For vassdrag som ikke oppfyller kravet, skal det så sant det er mulig settes i gang tiltak for å heve standarden. Miljømålet kan reduseres der hvor det åpenbart ikke er mulig og nå god status, for eksempel i vassdrag hvor naturlig grunnlag gjør det umulig og nå ønsket miljømål (Berge m.fl. 2004).

4.3.1 Næringssalter

Moderate mengder med næringssalter gir gunstige kår for planter og dyr i næringskjeden. I hovedsak blir næringssalter tilført via overgjødning, avrenning og avføring. Nitrogen finnes også i større mengder i luft og plantemateriale. Næringssalter gir et bilde på opphoping av plantemateriale, som vil gi økt begroing og algevekst. For Sørkjeåe og prøvestasjon L4 og N6 vurderes virkningstypen til klasse 2 god (tab 7). Prøvestasjon S1 skulle i prinsippet hatt tilstandsklasse mindre god, da støtteparameter tot. N drar klassetypen ned. Basert på skjønn blir tilstandsklassen god, da tot. P mengden ligger på 7 µg/L, som er på vippen opp mot tilstandsklasse meget god. For Medåe, Vergja og prøvestasjonene N7, N8 og L4 vurderes virkningstypen til tilstandsklasse 3, mindre god. Figur 11 viser svært høye mengder av totalt nitrogen for flere av prøvestasjonene.

Tabell 7 Tilstandsklassifisering i forhold til virkningstype næringsalter ved prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

	Næringsalter		
	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	Tilstandsvurdering
Prøvestasjon	µg P/L	µg N/L	
S1	7	810	2
S2	7	575	2
L3	10	764	3
L4	8	572	2
V5	8	734	3
N6	7	505	2
N7	8	729	3
N8	7	768	3
M9	12	735	3
M10	8	753	3
M11	9	738	3
M12	8	712	3

4.3.2 Organiske stoffer

Mengden organiske stoffer styres som regel av naturlige prosesser, eller eutrofiering. I sidevassdraga til Numedalslågen, antas det at mesteparten av mengden organisk materiale skyldes tilførsel fra skog og myrområdene vassdraga renner igjennom. Oksygenmengden er god i de fleste sidevassdraga, og bidrar til en rask nedbrytning. De oksygenfattige myrområdene i nedbørsfeltet bidrar med å løse ut jern til vassdraget, som er en av grunnene til en noe forhøyet jernmengde (tab.8). Det er TOC som er nøkkelparameter ved tilstandsvurdering i forhold til virkningstype organiske stoffer. Siden sidevassdraga har vært lite undersøkt tidligere, og siden det ikke er tatt KOF prøver av vassdraga, brukes farge og jern som støtteparametre. Dette er for å skape en mer sikker vurdering av vassdraga. Sørkjeåe, Nørdsteåe og prøvestasjon M12 har tilstandsklasse 3, mindre god med hensyn på organisk stoff (tab 8). For Langvassåe, Vergja og resten av prøvestasjonene i Medåe, klassifiseres virkningstypen til dårlig. Støtteparameter farge tipper over i tilstandsklasse meget dårlig, men

siden nøkkelparameter og støtteparameter jern har tilstandsklasse dårlig, blir dårlig endelig status for prøvestasjonen L3. Mye humus i vannet er med på å gjøre vannet noe missfarga, og jern er med på å sette smak på vannet. Disse faktorene er med på å få vassdraga til å virke uappetittlig som drikkevann.

Tabell 8 Tilstandsklassifisering i forhold til virkningstype organiske stoffer ved prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

	Organiske stoffer			
	TOC	Farge	Jern	Tilstandsvurdering
Prøvestasjon	mg C/L	mg Pt/L	µg Fe/L	
S1	5,1	38,6	100	3
S2	5,4	39,4	127,1	3
L3	10,3	81,5	385	4
L4	8,6	66,2	173	4
V5	8,5	71,4	213	4
N6	5,7	46,9	154	3
N7	5,9	55,9	210	3
N8	5,2	43,9	187	3
M9	7,1	56,5	271	4
M10	7,3	55,2	158	4
M11	7,2	54,9	242	4
M12	5,3	30,3	100	3

4.3.3 Forsurende stoffer

Forsuring av vassdrag er med på å skape store økologiske forstyrrelser i vassdraga. Spesielt gjelder dette for fisk, da forsuring av vassdraga er med på å redusere og utrydde en eventuell fiskebestand (Andersen m.fl. 1997). Ut fra tilstandsvurderingen av virkningstype forsurende stoffer, er ikke forholdene spesielt gode for enkelte av prøvestasjonene (tab.9). Sørkjeåe og Vergja har begge tilstandsklasse dårlig. Prøvestasjon L3 og M12 har samme tilstandsklasse som de foran fornevnte sidevassdraga. Nørdsteåe og tre av prøvestasjonene i Medåe viser til en mindre god tilstandsklasse. Forsuringssituasjonen i sidevassdraga kan være et direkte problem spesielt for fisk.

Tabell 9 Tilstandsklassifisering i forhold til virkningstype forsurende stoffer ved prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

Prøvestasjon	Forsurende stoffer		
	pH	Alkalinitet	Tilstandsvurdering
		mmol/L	
S1	5,3	0,01	4
S2	5,1	0,02	4
L3	5,2	0,02	4
L4	5,8	0,03	3
V5	5,3	0,02	4
N6	6,5	0,03	3
N7	6,4	0,04	3
N8	6,3	0,02	3
M9	5,8	0,02	3
M10	5,6	0,02	3
M11	6	0,02	3
M12	5,8	0,01	4

4.3.4 Tarmbakterier

Tarmbakterier er et mål på termotolerante koliforme bakterier, fersk fekal forurensning, hvor indikatorbakterien *E.coli* brukes. Tarmbakteriene sier noe om tilstedeværelsen av avføring fra dyr eller mennesker. Mengden tarmbakterier bør tas på alvor da de ofte inkluderer sykdomsfremkallende bakterier, virus og parasitter. Sørkjeåe, Langvassåe, Vergja og prøvestasjonene N6 og M9-11 har tilstandsklasse god for virkningstypen. Prøvestasjonene N7, N8 og M12 har tilstandsklasse meget god for virkningstypen (tab.10). Klassifiseringen av prøvestasjonene gir et godt bilde av sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune med et relativt lavt antall tarmbakterier (<15/ 100mL) for prøvestasjonene.

Tabell 10 Tilstandsklassifisering i forhold til virkningstypen tarmbakterier for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

	Tarmbakterier	
	T.K.B.	Tilstandsvurdering
Prøvestasjon	bakt.ant./100mL	
S1	7	2
S2	10	2
L3	11	2
L4	14	2
V5	17	2
N6	12	2
N7	3	1
N8	2	1
M9	9	2
M10	7	2
M11	9	2
M12	4	1

4.4 Sidevassdragas egnethet

Nedenfor sammenlignes sidevassdraga opp mot hverandre ut fra egnethet til drikkevann, fiske, bading og rekreasjon. Jordvanning tas ikke med i vurderingen da sidevassdraga brukes minimalt til vanning av menneskemat. Metode for klassifisering er nøye beskrevet i SFT-veileder 97:04 (1997). Vann som skal brukes til menneskelige formål bør først gå igjennom en klassifisering av egnethet. Tabell 11 viser en fargetabell for egnethetsklassene, som blir brukt i egnethetsvurderingene av sidevassdraga.

Tabell 11 Inndeling av egnethetsklasser ut fra SFT-veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997).

Godt egnet	Egnet	Mindre egnet	Ikke egnet
1	2	3	4

4.4.1 Klassifisering av egnethet for drikkevann

Egnethet for drikkevann baserer seg på klassifisering av råvann fra vannkilder. Klassifiseringen sier noe om hvor godt egnet vassdraget er som drikkevann. Egnethetsklassene mindre egnet og ikke egnet (tab.11) krever at råvannet gjennomgår mer enn enkel vannbehandling før bruk. Klorofyll a og turbiditet er ikke tatt med i egnethetsklassifiseringen, da det ikke har blitt tatt prøver av disse parameterne.

Sidevassdraga er ikke egnet som råvannskilde for drikkevann, uten omfattende vannbehandling (tab.12). Eksempler på omfattende vannbehandling er membranfiltrering eller kjemisk felling før desinfisering.

Tabell 12 Klassifisering av råvann, egnethet som drikkevann i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

Sidevassdrag	Tarmbakterier	Organiske stoffer				Fysisk-kjemiske parametre	Næringsalter	Tilstandsvurdering
	E.coli ant./100mL	Farge mg Pt/L	Fe µg/L	Mn µg/L	O ₂ %	pH	tot. P µg/L	
Sørkjeåe	10	39,4	127,1	18,2	86,7	5,1	7	4
Langvassåe	14	66,2	173	6,4	81,1	5,8	8	4
Vergja	17	71,4	213	17,4	80,8	5,3	8	4
Nørdsteåe	12	46,9	154	7,3	79,1	6,5	7	4
Medåe	9	56,5	271	10	69,7	5,8	12	4

4.4.2 Klassifisering av egnethet for bading og rekreasjon.

Ved bading og rekreasjon menes vannrelaterte aktiviteter hvor menneskekroppen kommer i direkte kontakt med vannet. Begrepet omfatter vannsport og lignende i vann (SFT-veileder 1997), men bør også omfatte barns lek og nærkontakt med vann (Rukke 2007). Tarmbakterier er viktige i denne sammenhengen da de kan gi helsemessige problemer. Farge og fosfor er tatt med som støtteparametre, da de sier noe om hvor tiltalende vannforekomsten er. Parametrene forteller også noe om faren for algeoppblomstring, som kan gi lukt, smak og giftproblemer i vassdraga. Klorofyll a, fekale streptokokker og turbiditet er ikke tatt med i vurderingen da disse parametrene ikke er analysert. Det er heller ikke tatt hensyn til andre anbefalte faktorer som søppel, vindforhold, strandsoner osv. I Numedalslågen er miljømål godt egnet oppnådd, oppstrøms Selikdalen i Kongsberg (Rukke 2007). Sidevassdragas egnethet i forhold til

rekreasjon og bading er egnet, bortsett fra Medåe som akkurat vipper ned på mindre egnet på grunn av støtteparameter totalt fosfor (tab.13). Totalt fosfor er tatt med i vurderingen pga fare for algeoppblomstring, og siden Medåe er en elv/bekk er sannsynligheten for algeproblem liten. Klassifiseringen mindre egnet for Medåe, bør derfor ikke veie så tungt, hvis vassdraget brukes til bading og rekreasjon. Derimot hvis det legges opp til en badedam i vassdraget bør det tas algeprøver og lignende, for å ha kontroll på eventuell oppblomstring av alger.

Tabell 13 Klassifisering av egnethet for bading og rekreasjon i sidevassdraga til Numedalslågen 2008.

	Tarmbakterier	Fysisk-kjemiske parametre	<i>Næringssalter</i>	<i>Organiske stoffer</i>	Tilstandsvurdering
Sidevassdrag	E.coli ant./100mL	pH	tot. P µg/L	Farge mg Pt/L	
Sørkjeåe	10	5,1	7	39,4	2
Langvassåe	14	5,8	8	66,2	2
Vergja	17	5,3	8	71,4	2
Nørdsteåe	12	6,5	7	46,9	2
Medåe	9	5,8	12	56,5	3

4.4.3 Klassifisering av egnethet for fritidsfiske.

For at fritidsfiske skal finne sted er det viktig at resursgrunnlaget for fisken er tilstede. Den kjemiske og biologiske vannkvaliteten må være god nok til reproduksjon og oppvekst. For klassifisering av egnethet for fritidsfiske er det lagt vekt på laksefisken og deres næringsdyrs miljøkrav. Grunnen til at laksefisken er i fokus er at de stiller strengest krav til miljø og er den mest populære ferskvannsfisken. Næringssaltet totalfosfor er tatt med i vurderingen med tanke på begroing og laksefiskens gytemuligheter. Miljøgifter og klorofyll a er ikke tatt med da disse parametrene ikke er analysert. Langvassåe, Nørdsteåe og Medåe er egnet til fritidsfiske (tab.14). Dette vil si at vannets kvalitet kan skape problemer for enkelte næringsorganismer, men selve fiskefaunaen blir lite berørt bortsett fra at kvaliteten er noe redusert. Nørdsteåe og Langvassåe har også meget egnete kjemiske forhold for gyting. Medåe er kun egnet i forhold til gyting. Sørkjeåe og Vergja viser litt lav pH i forhold til miljøkravene til laksefisk, og oppnår klassifiseringen mindre egnet.

Tabell 14 Sidevassdraga til Numedalslågen 2008 tilstandsklassifisert ut fra egnethet for fritidsfiske 2008.

	Organiske stoffer	Forsurende stoffer		<i>Næringssalter</i>	Tilstandsvurdering
Sidevassdrag	O2 %	pH	alk. mmol/L	tot. P µg/L	
Sørkjeåe	86,7	5,1	0,02	7	3
Langvassåe	81,1	5,8	0,03	8	2
Vergja	80,8	5,3	0,02	8	3
Nørdsteåe	79,1	6,5	0,03	7	2
Medåe	69,7	5,8	0,02	12	2

5 Konklusjon

Vannkvaliteten i sidevassdraga til Numedalslågen er relativt god på nåværende tidspunkt. Siden sidevassdraga ligger i skogsområder er pH verdien innenfor normalen. Konduktiviteten (8-18 $\mu\text{S}/\text{cm}$) viser til liten mengde oppløste salter og alkalinitetsverdien (0,1-0,4 mmol/L) gjenspeiler en noe dårlig bufferevne. Dårlig bufferevne viser at vassdraga kan få problemer med brå endringer av surhetsgrad, som utgjør en risiko spesielt for laksefisk. Surheten i vassdraga kan være problematisk å få gjort noe med da berggrunnen i nedbørsfeltene er næringsfattige med lavt karbonat innhold. Mengden løst organisk materiale er høyt i sidevassdraga, fordi vassdraga ligger i skogsområder. Konsentrasjonen av nærings saltene i sidevassdraga er lave, bortsett fra to enkeltmålinger av totalfosfor ved prøvestasjon M9 og M11. Årsaken antas å være landbruksaktivitet sommerstid innen nedbørsfeltet. Sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune er lite påvirket av tarmbakterier, men enkeltepisoder av forhøyet antall tarmbakterier forekommer. Det er ikke funnet noen markant forskjell mellom vassdrag fra naturområder og vassdrag fra hyttebelasta områder. Hyttebelasta vassdrag har en noe høyere jernmengde enn vassdrag fra naturområder, men dette kan skyldes beliggenhet. Derimot er det funnet høyere maksimumskonsentrasjon av tarmbakterier i hyttebelasta vassdrag (>50). Dette antallet ble oppdaget i august, like etter fellesferien og kan skyldes en økt belastning i hyttefeltene. Tilstandsklassifiseringen av sidevassdraga samsvarer ikke helt med vurderingen av vannkvaliteten ut fra forskjellige fysiske/ kjemiske parametre. For de fleste av prøvestasjonene er virkningstypene klassifisert til mindre god og dårlig tilstand. Virkningstype tarmbakterier drar opp klassifiseringen av prøvestasjonene til god og meget god. Tilstandsklassifiseringen gir et noe dystert bilde av sidevassdraga. Spørsmålet er om vassdraga vil nå miljømålet som antatt i rapport om karakterisering av Numedalslågen (Bjerke m.fl.2004). Tilstandsklassifiseringen av virkningstypene viser at de fleste sidevassdraga ligger under ønsket miljømål om god tilstand. Det varierer hvilke av vassdraga som ligger nærmest miljømålet ut fra hvilken virkningstype en ser på.

Referanser/litteraturliste

- Andersen, R.A. Bratli, J.L. Fjeld. E. Faafeng, B. Grande, M. Hem, L. Holtan, H. Krogh, T. Lund, V. Rosland, D. Rosseland, B.O. Aanes, K.J. (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder 97:04, SFT, Oslo, 31s.
- Berge, D. Berge, J.A. Barton, D. Gaut, A. Tjomsland, T. Rygg, B. Trutumøygaard, S. Øygarden, L. Kraft, P. Dahl, E. 2004. Karakterisering Numedalslågen med utenforliggende fjordområder. NIVA-rapport 4784-2004, NIVA, Oslo, 140s.
- Borgstrøm, R. og Hansen, P.H. 2000. Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo 376s
- Brettum, P. Løvik, J. 2001. Overvåking i 2000 av vannkvaliteten i Puttjernene, Puttjernsbekken og Lutvannsbekken i Østmarka. Sammenligning med resultatene fra undersøkelsene i 1998 og 1999. NIVA-rapport 4329-2001, NIVA, Oslo 77s.
- Direktoratsgruppa 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 01:2009, Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet, Trondheim 184s.
- Direktoratsgruppa 2011. Karakterisering og analyse; Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15. Veileder 01:2011a, Trondheim 88s.
- European Parliament and Council 2000. Establishing a framework of Community action in the field of water policy. Directive 200/60/EC, European Communities 72s
- Europa Parlamentet og Rådet 2008. Miljøkvalitetskrav innen vannpolitikken, om endring og senere opphevelse av Rådets direktiv 82/176/EØF, 83/513/EØF, 84/156/EØF, 84/491/EØF og 86/280/EØF og om endring av Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF. Direktiv 2008/105/EF, Europeiske Union, 14s.
- Helse og omsorgsdepartement 2001. Forskrift om vannforsyning og drikkevann, FOR-2001-12-04 nr 1372.
- Henriksens, A. 1982. Alkalinity and acid precipitation research. Vatten, volum 38, s 83-85.
- Johannesen, M. Skartveit, A. Wright, R.F. 1980. Streamwater chemistry before, during and after snowmelting. In: Ecological impact of acid precipitation. Eds: D. Drabløs og A. Tollan. SNFS Project, Oslo, Norway s 224-225.
- Lindholm, M. Lindstrøm, E. Bækken, T. 2009. Økologisk tilstand i Kampåa, Nes kommune. NIVA-rapport 5736-3009, NIVA, Oslo, 29s.

Løvik, J. Brettum, P. Romstad, R. 2009. Overvåkning av vannforekomster i Løten kommune i 2008. NIVA-rapport 5779-2009, NIVA, Oslo.

Miljøverndepartementet 2009. Fylkeskommunen blir ny vannregionmyndighet, Pressemelding 28.12.2009

Miljøverndepartementet 2010. Forskrift om endring i forskrift om rammer for vannforvaltningen, FOR-2010-08-31-1220

Miljøverndepartementet 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltning av 15. desember 2006. Hentet fra http://lovdata.no/cgi-ift/wiftdles?doc=/app/gratis/www/docroot/for/sf/md/md-20061215-1446.html&emne=vannforskrift*&&

Moen, A. Lillethun, A. Odland, A. 1983. Nasjonalatlas for Norge. Norges geografiske oppmåling, Hønefoss.

Rosef, O. Rosef, L. 2005. Helse- og miljømikrobiologi. Fenris forlag, Rådal, 303s.

Rukke, N.A. 2007. Overvåkning av Numedalslågen i 2007. Eurofins-rapport 08/01, Eurofins Norge, Drammen, 73s.

Schartau, A.K. Sjøeng, A.M.S. Fjellheim, A. Walseng, B. Skjelkvåle, B.L. Halvorsen, G.A. Halvorsen, G. Skancke, L. Saksgård, R. Høgåsen, T. Hesthagen, T. Aas, W. 2009. Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 5846-2009, NIVA, Oslo, 163s.

Simonsen, L. & Jaren, H. 2008. Tiltaksanalyse for Numedalslågens nedslagsfelt. Den Grønne dalen, Rollag, 113s.

Skarbøvik, E. Simonsen, L. Glover, B. 2006. Forenklet tiltaksanalyse for Numedalslågen. Underlag for veileder til implementering av EUs vannrammedirektiv. NIVA-rapport 5267-2006, NIVA, Oslo, 101s .

Skaugrud, Ø. Berge, D. 1981. Rutineundersøkelse i Numedalslågen. Årsrapport for 1980. Årsrapport 1309-1981 NIVA, Oslo, 44s.

Skjelkvåle, B.L. Rognerud, S. Fjeld, E. Christensen, G. (Akvaplan-NIVA), Røyset, O. 2008. Nasjonale innsjøundersøkelse 2004-2006, Del I: Vannkjemi. Status for forsurening, næringssalter og metaller. NIVA-rapport 5548-2009, NIVA, Oslo, 121s.

Skjelkvåle, B.L. & Skancke, L.B. 2002. Overvåking av langtransporterte forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 2001. Årsrapport 4578-2002, NIVA, Oslo, 194s.

Solheim, A.L. Schartau, A.K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport LNR 4888-2004 NIVA, Oslo, 17s.

Steen, B. 2005. Himmelsk kjemi. Høgskolen i Telemark, Bø, 700s.

Syvvertsen, T. 2007. Metodikk for karakterisering av vannforekomster i Norge. Direktoratgruppen, Oslo, 83s.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology, Lakes and River Ecosystems, third edition. Elsevier academic press. California, USA, 1006s.

Økland. J. Økland. K.A. 1997. Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. Vett og Viten as, Nesbru, 206s.

Økland. J. Økland. K.A. 1995. Vann og vassdrag 1. Ressurser og problemer. Vett og Viten as, Stabekk, 358s

Norges standardiseringsforbund (NSF), Norsk standard (NS):

NS 4720 1973, Måling av pH. NSF.

NS – ISO 7888 1993, Måling av konduktivitet. NSF.

NS 4754 1981, Måling av alkalinitet. Potensiometrisk titrering. NSF.

NS 4734 1988, Bestemmelse av oksygen. NSF.

NS 4787 1988, Bestemmelse av fargetall. NSF.

NS 4725 1984, Bestemmelse av totalt fosfor. NSF.

NS 4724 1984, Bestemmelse av fosfat. NSF.

NS 4746 1975, Bestemmelse av ammonium. NSF

NS 4756 1982, Bestemmelse av klorid. NSF.

NS 4770 1994, Bestemmelse av metaller. NSF.

NS 4792, Bestemmelse av Termotolerante koliforme bakterier. NSF.

NS 4788, Bestemmelse av koliforme bakterier. NSF.

NS-EN ISO 6222, Bestemmelse av hetrotrofe kintall. NSF.

Personlig meddelelse

Avdelingsingeniør ved HiT, Li, K. 2009

Forskningsdirektør ved NIVA, Skjelkvåle, B.L. 2009

Førsteamanuensis i Limnologi ved HiT, Kleiven, S. 2009

Grunneier Raunholm, A. 2008

Overingenør ved HiT, Steen, B. 2009

Rådgiver i miljøvern, Buskerud fylke. Tysse, Å. 2010

Tidl. Leder Grønn Dal, Korvoll, E. & Ask Rådgivning ved Simonsen, L. 2007.

Temaside

Arealisdata på nett 2009. www.ngu.no/kart/arealisNGU

Den Grønnedalen 2002. Samarbeidsprosessen i Den Grønne Dalen. www.gronndal.no

Norges geologiske undersøkelse 2009. www.ngu.no

Norges Vassdrag og Energidirektorat 2008. www.nve.no

Rollag kommune 2008. www.rollag.kommune.no

Vann-nett 2011. www.vann-nett.no

Vannportalen 2008. www.vannportalen.no

Vedlegg

Vedlegg 1: Primærdata for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune.

Vedlegg 2: Tilstandsklassifisering av nøkkel og støtteparametre gjennom vekstsesongen, i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune. Etter veileder 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Vannkvaliteten i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune, i lys av EUs vannrammedirektiv.

Vedlegg 1: Primærdata for prøvestasjonene i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune.

Parameter	Enhet	Dato	S1	S2	L3	L4	V5	Dato	N6	N7	N8	M9	M10	M11	M12
Temp.	°C	10.05.08	3,6	3,9	4,4	3,6	5,1	18.05.08	3,7	2,9	2,5	2,8	3	3	2,8
pH		10.05.08	5,3	5,1	5,2	5,8	5,3	18.05.08	6,5	6,4	6,3	5,8	5,6	6	5,8
Kond.	µS/cm	10.05.08	9	9	8	10	10	18.05.08	9	9	10	7	9	8	7
Alk.	mmol/L	10.05.08	0,03	0,02	0,02	0,06	0,1	18.05.08	0,07	0,2	0,1	0,09	0,07	0,09	0,07
O ₂	%	10.05.08	99	95	95	98	100	18.05.08	90	92	91	84	86	83	79
Farge	mg Pt/L	10.05.08	40	43	68	67	60	18.05.08	44	37	47	48	45	48	39
TOC	mg/L	10.05.08	5,3	5,5	7,8	8,1	8,2	18.05.08	5,1	4,5	5,2	5,6	7,6	6,7	5,5
Tot.P	µg P/L	10.05.08	10	7	11	8	7	18.05.08	7	7	8	6	8	11	9
Tot.N	µg N/L	10.05.08	615	609	616	665	1115	18.05.08	595	620	561	501	518	615	556
PO ₄ ³⁻	µg/L	10.05.08	0,2	0,5	0,2	0,4	0,1	18.05.08	20,4	0,8	6,5	0,6	0,6	0,8	0,4
NO ₃ ⁻	µg/L	10.05.08	235	137	289	94	114	18.05.08	69	275	49	282	52	151	177
NH ₄ ⁺	µg/L	10.05.08	27	26	21	38	15	18.05.08	38	15	69	26	22	43	22
Na ⁺	mg/L	10.05.08	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	18.05.08	0,8	0,7	0,8	0,6	1,2	0,9	0,7
Ca ²⁺	mg/L	10.05.08	0,9	0,7	0,9	1,7	1,0	18.05.08	1,1	1,2	1,0	0,9	1,0	1,1	0,7
K ⁺	mg/L	10.05.08	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	18.05.08	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Mg ²⁺	mg/L	10.05.08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	18.05.08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mn ²⁺	µg/L	10.05.08	12	18	19	6	9	18.05.08	7	7	5	10	20	4	15
Fe ²⁺	µg/L	10.05.08	78	107	160	131	80	18.05.08	82	75	113	108	99	91	94
SO ₄ ²⁻	mg/L	10.05.08	2,2	2,3	2,8	3,3	2,5	18.05.08	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2	2,2
Cl ⁻	mg/L	10.05.08	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	18.05.08	0,3	0,4	0,3	0,6	0,7	0,6	0,4
T.K.B.	/100mL	10.05.08	0	0	0	0	0	18.05.08	1	0	0	0	1	0	0
Koli.bakt.	/100mL	10.05.08	100	75	0	0	0	18.05.08	1	0	0		0		0
kimtall	/100mL	10.05.08	>300	>300	>300	>300	>300	18.05.08	219	250	150	235	230	210	200

Parameter	Enhet	Dato	S1	S2	L3	L4	V5	N6	N7	N8	M9	M10	M11	M12
Temp.	°C	21.06.08	11,1	10,9	11	10,6	14	8,4	8,5	7,1	10,7	11,9	11	9,5
pH		21.06.08	6,2	5,7	6,4	6,6	6,5	6,8	6,7	6,7	6,3	6,3	6,5	6,3
Kond.	µS/cm	21.06.08	10	9	11	18	14	16	17	16	11	10	11	10
Alk.	mmol/L	21.06.08	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
O ₂	%	21.06.08	96	91	91	94	93	93	93	92	70	91	91	89
Farge	mg Pt/L	21.06.08	48	51	50	45	85	38	78	32	47	50	44	25
TOC	mg/L	21.06.08	5,5	6,7	7,1	6,5	7,1	5,1	5,4	4,2	6,5	7	6,3	4,8
Tot.P	µg P/L	21.06.08	7	9	8	7	9	9	9	6	9	9	9	8
Tot.N	µg N/L	21.06.08	1240	1171	1231	1049	523	1089	1184	1117	1282	1244	1247	1174
PO ₄ ³⁻	µg/L	21.06.08	0,6	0,7	0,2	0,4	0,2	0,4	0,04	0,3	0,2	0,2	0,2	0,04
NO ₃ ⁻	µg/L	21.06.08	264	245	235	64	274	51	220	32	252	140	35	46
NH ₄ ⁺	µg/L	21.06.08	41	47	36	34	45	30	34	39	38	36	37	26
Na ⁺	mg/L	21.06.08	0,9	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	0,8	1,2	0,9	1,0	0,9	0,8
Ca ²⁺	mg/L	21.06.08	1,2	1,0	1,8	2,8	1,9	2,1	2,5	2,1	1,3	1,4	2,6	1,5
K ⁺	mg/L	21.06.08	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Mg ²⁺	mg/L	21.06.08	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Mn ²⁺	µg/L	21.06.08	7	6	7	6	17	5	6	6	6	7	5	9
Fe ²⁺	µg/L	21.06.08	83	127	114	84	159	86	39	115	111	97	126	71
SO ₄ ²⁻	mg/L	21.06.08	2,2	2,1	2	2,5	2	2,1	2	2,3	2	2,1	10,1	1,5
Cl ⁻	mg/L	21.06.08	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6
T.K.B.	/100mL	21.06.08	7	10	11	18	19	12	3	2	9	7	9	4
Koli.bakt.	/100mL	21.06.08	1	2	6	1	4	1	3	1	5	4	3	2
kimtall	/100mL	21.06.08	210	240	250	180	210	190	205	120	280	190	120	145

Parameter	Enhet	Dato	S1	S2	L3	L4	V5	N6	N7	N8	M9	M10	M11	M12
Temp.	°C	03.08.08	16,6	16,6	16,1	15,6	18	13,9	14,8	13,2	13,6	13,2	13	12,1
pH		03.08.08	6,1	6,2	5,6	6,3	6,5	6,7	7	6,7	6,6	6,5	6,2	6,2
Kond.	µS/cm	03.08.08	10	11	13	15	15	18	18	16	14	14	13	11
Alk.	mmol/L	03.08.08	0,04	0,04	0,03	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,04	0,06	0,04	0,03
O2	%	03.08.08	89	87	81	81	82	79	88	81	80	77	75	86
Farge	mg Pt/L	03.08.08	29	25	131	109	78	77	84	76	87	77	86	44
TOC	mg/L	03.08.08	4,3	4,6	15	13,3	10	8,7	9,1	8,8	10,2	8,7	8,8	7,3
Tot.P	µg P/L	03.08.08	7	7	11	10	8	8	10	9	30	8	12	9
Tot.N	µg N/L	03.08.08	1435	355	1292	414	1360	328	1090	1544	1330	1308	1247	1253
PO4 3-	µg/L	03.08.08	0,6	0,4	1,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,4	0,9	0,3	1,1	0,7
NO3-	µg/L	03.08.08	88	82	55	63	33	31	75	43	166	80	27	36
NH4+	µg/L	03.08.08	70	110	112	99	80	63	51	85	94	109	50	26
Na ⁺	mg/L	03.08.08	0,8	0,5	0,8	0,7	0,6	1,0	1,5	0,8	1,0	1,4	0,9	0,9
Ca ²⁺	mg/L	03.08.08	1,6	1,4	2,9	2,9	2,1	6,1	2,8	3,5	2,2	1,9	1,9	1,5
K ⁺	mg/L	03.08.08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1
Mg ²⁺	mg/L	03.08.08	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mn ²⁺	µg/L	03.08.08	<5	5	14	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	5
Fe ²⁺	µg/L	03.08.08	65	79	385	173	213	154	210	187	271	158	242	100
SO ₄ ²⁻	mg/L	03.08.08	1	1,2	5,5	3,5	2	2,4	2,2	2,3	2,7	2	2,6	1,7
Cl ⁻	mg/L	03.08.08	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
T.K.B.	/100mL	03.08.08	17	15	25	>300	17	19	23	55	>300	41	>300	51
Koli.bakt.	/100mL	03.08.08	70	60	57	>300	26	44	42	74	>300	63	>300	37
kimtall	/100mL	03.08.08	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300

Parameter	Enhet	Dato	S1	S2	L3	L4	V5	N6	N7	N8	M9	M10	M11	M12
Temp.	°C	20.09.08	9,2	9,1	6,2	7,7	8,2	6,8	6,2	7,2	7	5,4	5,1	5,2
pH		20.09.08	5,8	6	6,2	6,5	6,4	7,1	6,7	6,7	6,2	6,5	6,3	6,2
Kond.	µS/cm	20.09.08	9	9	14	16	15	20	19	23	14	13	13	11
Alk.	mmol/L	20.09.08	0,06	0,04	0,06	0,08	0,08	0,14	0,1	0,14	0,06	0,07	0,05	0,04
O ₂	%	20.09.08	95	94	88	88	88	91	73	90	94	84	85	83
Farge	mg Pt/L	20.09.08	41	42	82	55	70	41	42	36	53	54	52	22
TOC	mg/L	20.09.08	5,5	5,4	11,3	7,7	8,8	5,1	5,3	4	6,8	6,9	7	4,7
Tot.P	µg P/L	20.09.08	8	6	13	9	7	6	7	7	7	7	8	8
Tot.N	µg N/L	20.09.08	535	459	421	481	427	368	428	435	352	408	399	388
PO ₄ ³⁻	µg/L	20.09.08	0,8	1,5	1,5	1,6	0,4	1,4	1,4	1,7	1,4	1,3	1,4	1,5
NO ₃ ⁻	µg/L	20.09.08	229	218	320	205	52	285	188	193	243	210	234	218
NH ₄ ⁺	µg/L	20.09.08	55	42	46	65	32	53	66	56	53	46	49	54
Na ⁺	mg/L	20.09.08	1,3	1,8	0,7	0,8	1,0	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	0,7	0,8
Ca ²⁺	mg/L	20.09.08	1,3	1,8	1,9	3,3	2,2	2,7	2,7	2,8	1,5	2,0	2,3	1,1
K ⁺	mg/L	20.09.08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Mg ²⁺	mg/L	20.09.08	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Mn ²⁺	µg/L	20.09.08	<5	<5	11	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	16
Fe ²⁺	µg/L	20.09.08	100	85	175	97	198	130	108	129	142	102	145	46
SO ₄ ²⁻	mg/L	20.09.08	1,3	1,7	3	2	1,9	1,4	2,1	1,9	2,2	2,6	2,1	1,3
Cl ⁻	mg/L	20.09.08	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
T.K.B.	/100mL	20.09.08	1	0	2	0	3	1	1	2	2	1	0	1
Koli.bakt.	/100mL	20.09.08	50	51	98	14	63	91	3	63	192	44	32	22
kimtall	/100mL	20.09.08	>300	>300	>300	240	249	300	56	278	228	153	277	>300

Parameter	Enhet	Dato	S1	S2	L3	L4	V5	N6	N7	N8	M9	M10	M11	M12
Temp.	°C	18.10.08	3,6	3,1	3	3,5	2,7	1,4	2,6	2,2	1,6	1,6	1,7	2,5
pH		18.10.08	5,9	6	6,2	6,7	6,5	6,8	6,7	6,8	6,4	6,5	6,4	6,3
Kond.	µS/cm	18.10.08	11	10	15	16	16	20	19	23	14	14	13	11
Alk.	mmol/L	18.10.08	0,01	0,03	0,06	0,09	0,08	0,13	0,13	0,14	0,03	0,07	0,05	0,03
O ₂	%	18.10.08	90	94	78	81	81	82	85	83	77	83	81	83
Farge	mg Pt/L	18.10.08	35	36	76	56	65	34	39	29	48	51	46	21
TOC	mg/L	18.10.08	4,9	4,9	10,5	7,4	8,5	4,5	5	3,6	6,2	6,2	6,3	4,4
Tot.P	µg P/L	18.10.08	5	6	7	6	6	5	5	5	6	6	6	5
Tot.N	µg N/L	18.10.08	225	280	262	252	245	149	325	183	213	289	184	189
PO ₄ ³⁻	µg/L	18.10.08	0,2	0,9	2,7	0,3	0,8	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,1
NO ₃ ⁻	µg/L	18.10.08	47	56	33	46	33	38	11	51	45	234	34	50
NH ₄ ⁺	µg/L	18.10.08	84	25	24	27	30	24	22	32	21	31	25	18
Na ⁺	mg/L	18.10.08	1,1	0,6	0,9	0,6	0,8	1,1	0,8	1,2	1,3	0,9	0,7	1,0
Ca ²⁺	mg/L	18.10.08	1,0	1,0	1,7	2,9	2,6	2,7	2,8	2,7	1,9	1,7	1,2	1,1
K ⁺	mg/L	18.10.08	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,4	0,8	0,2	0,2	0,1
Mg ²⁺	mg/L	18.10.08	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Mn ²⁺	µg/L	18.10.08	<5	<5	12	<5	<5	<5	17	<5	<5	<5	<5	19
Fe ²⁺	µg/L	18.10.08	56	83	210	110	182	103	97	148	130	122	125	44
SO ₄ ²⁻	mg/L	18.10.08	1,6	2,2	3,5	2,9	2,6	2	2	2,6	2,1	3	2,6	0,94
Cl ⁻	mg/L	18.10.08	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
T.K.B.	/100mL	18.10.08	0	0	5	0	2	5	1	2	0	0	1	0
Koli.bakt.	/100mL	18.10.08	0	3	4	1	5	6	1	2	2	1	2	2
Kimtall	/100mL	18.10.08	218	228	260	245	>300	260	214	>300	250	255	204	247

Vedlegg 2: Tilstandsklassifisering av nøkkel og støtteparametre gjennom vekstsesongen, i sidevassdraga til Numedalslågen i Rollag kommune.

Etter veileder 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Pr.st.S1	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,3	0,03	5,3	40	78	10	615	0
21.jun	6,2	0,02	6,3	48	83	7	1240	7
03.aug	6,1	0,04	4,3	29	65	7	1435	17
20.sep	5,8	0,06	5,5	41	100	8	535	1
18.okt	5,9	0,01	4,9	35	56	5	225	0
Maks	6,2	0,06	5,5	48	100	10	1435	17
Min	5,3	0,01	4,3	35	56	5	225	0
Gj.snitt	5,7	0,03	5,1	39	76	7	810	
90-presentil								7

Pr.st.S2	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,1	0,02	5,5	43	107	7	609	0
21.jun	5,7	0,05	6,7	51	127	9	1171	10
03.aug	6,2	0,04	4,6	25	79	7	355	15
20.sep	6	0,04	5,4	42	85	6	459	0
18.okt	6	0,03	4,9	36	83	6	280	0
Maks	6,2	0,05	6,7	51	127	9	1171	15
Min	5,1	0,02	4,6	25	79	6	280	0
Gj.snitt	5,6	0,04	5,42	39	96	7	575	
90-presentil								10

Pr.st.L3	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,2	0,02	7,8	68	160	11	616	0
21.jun	6,4	0,02	7,1	50	114	8	1230	11
03.aug	5,6	0,03	15	131	385	10	1292	25
20.sep	6,2	0,06	11,3	82	175	13	421	2
18.okt	6,2	0,06	10,5	76	210	7	261	5
Maks	6,4	0,06	15	131	385	13	1292	25
Min	5,2	0,02	7,1	50	114	7	261	0
Gj.snitt	5,7	0,04	10,3	82	209	10	764	
90-presentil								11

Pr.st.L4	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,8	0,06	8,1	67	131	8	665	0
21.jun	6,6	0,03	6,5	45	84	7	1049	18
03.aug	6,3	0,06	13,3	109	173	9	414	>300
20.sep	6,5	0,08	7,7	55	97	8	481	0
18.okt	6,7	0,09	7,4	56	110	5	252	0
Maks	6,7	0,09	13,3	109	173	9	1049	>300
Min	5,8	0,03	6,5	45	84	5	252	0
Gj.snitt	6,2	0,06	8,6	66	119	7	572	
90-presentil								18

Pr.st.V5	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,3	0,1	8,2	60	80	7	1115	0
21.jun	6,5	0,02	7,1	85	159	9	523	19
03.aug	6,5	0,07	10	78	213	8	1360	17
20.sep	6,4	0,08	8,8	69	198	7	427	3
18.okt	6,5	0,08	8,5	65	182	6	245	2
Maks	6,5	0,1	10	85	213	9	1360	19
Min	5,3	0,02	7,1	60	80	6	245	0
Gj.snitt	5,9	0,07	8,5	71	166	8	734	
90-presentil								17

Pr.st.N6	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	6,5	0,07	5,1	44	82	7	595	1
21.jun	6,8	0,03	5,1	38	86	9	1089	12
03.aug	6,7	0,08	8,7	77	154	8	328	19
20.sep	7,1	0,14	5,1	41	130	6	368	1
18.okt	6,8	0,13	4,5	34	103	5	149	5
Maks	7,1	0,14	8,7	77	154	9	1089	19
Min	6,5	0,03	4,5	34	82	5	149	1
Gj.snitt	6,7	0,09	5,7	47	111	7	505	
90-presentil								12

Pr.st.N7	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	6,4	0,2	4,5	37	75	7	620	0
21.jun	6,7	0,04	5,4	78	39	9	1184	3
03.aug	6,9	0,08	9,1	84	210	10	1090	23
20.sep	6,7	0,1	5,3	42	108	7	428	1
18.okt	6,5	0,13	5	38,6	97	5	325	1
Maks	6,9	0,2	9,1	37	210	10	1184	23
Min	6,4	0,04	4,5	84	39	5	325	0
Gj.snitt	6,7	0,11	5,9	56	106	8	729	
90-presentil								3

Pr.st.N8	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	6,3	0,1	5,2	47	113	8	561	0
21.jun	6,7	0,02	4,2	32	115	6	1117	2
03.aug	6,7	0,08	8,8	76	187	9	1544	55
20.sep	6,7	0,14	4	36	129	7	435	2
18.okt	6,8	0,14	3,6	29	148	5	183	2
Maks	6,8	0,14	8,8	76	187	9	1544	55
Min	6,3	0,02	3,6	29	113	5	183	0
Gj.snitt	6,6	0,1	5,2	44	138	7	768	
90-presentil								2

Pr.st.M9	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	5,8	0,09	5,6	48	108	6	501	0
21.jun	6,3	0,02	6,5	47	111	9	1282	9
03.aug	6,6	0,04	10,2	87	271	30	1330	>300
20.sep	6,2	0,06	6,8	53	142	7	352	2
18.okt	6,4	0,03	6,2	48	130	6	213	0
Maks	6,6	0,09	10,2	87	271	30	1330	>300
Min	5,8	0,02	5,6	47	108	6	213	0
Gj.snitt	6,2	0,05	7,1	57	152	12	735	
90-presentil								9

Pr.st.M10	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
10.mai	5,6	0,07	7,6	45	99	8	518	1
21.jun	6,3	0,02	7	50	97	9	1244	7
03.aug	6,5	0,06	8,7	77	158	8	1308	41
20.sep	6,5	0,07	6,9	54	102	8	408	1
18.okt	6,5	0,07	6,2	51	122	6	289	0
Maks	6,5	0,07	8,7	77	158	9	1308	41
Min	5,9	0,02	6,2	45	97	6	289	0
Gj.snitt	6,1	0,07	7,3	55	116	8	753	
90-presentil								7

Pr.st.M11	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	6	0,09	6,7	48	91	11	615	0
21.jun	6,5	0,02	6,3	44	126	9	1247	9
03.aug	6,2	0,04	8,8	86	242	12	1247	>300
20.sep	6,3	0,05	7	52	145	8	399	0
18.okt	6,4	0,05	6,3	46	125	6	184	1
Maks	6,5	0,09	8,8	86	242	12	1247	>300
Min	6	0,02	6,3	44	91	6	184	0
Gj.snitt	6,2	0,05	7	55	146	9	738	
90-presentil								9

Pr.st.M12	pH	Alk.	TOC	Farge	Jern	Tot. Fosfor	Tot. Nitrogen	T.K.B.
Prøvedato		mmol/L	mg/L	mg Pt/L	µg/L	µg/L	µg/L	ant./100 ml
18.mai	5,79	0,07	5,5	39	94	9	556	0
21.jun	6,3	0,01	4,8	25	71	8	1174	4
03.aug	6,15	0,03	7,3	44	100	9	1253	51
20.sep	6,16	0,04	4,7	22	46	8	388	1
18.okt	6,3	0,03	4,4	21	44	5	189	0
Maks	6,3	0,07	7,3	44	100	9	1253	51
Min	5,8	0,01	4,4	21	44	5	189	0
Gj.snitt	6,1	0,04	5,3	30	71	8	712	
90-presentil								4