

Vurdering av Nord-Mesna som aktuell råvannskilde for nordre Ringsaker. Oppsummering av undersøkelser i perioden 2009-2015



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Vurdering av Nord-Mesna som aktuell råvannskilde for nordre Ringsaker. Oppsummering av undersøkelser i perioden 2009-2015	Løpenr. (for bestilling) 6881-2015	Dato 24.8.2015
	Prosjektnr. Underr. O-14350	Sider Pris 36
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Ferskvannøkologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Ringsaker kommune	Oppdragsreferanse Asbjørn Tufto og Mari Østvold
---------------------------------------	---

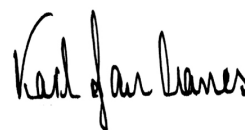
Sammendrag

Rapporten omhandler miljøtilstanden og vannkvaliteten i Nord-Mesna med tanke på å benytte innsjøen som råvannskilde til vannforsyning. Vurderingene er i hovedsak basert på data fra perioden 2009-2015. Nord-Mesna kan karakteriseres som en oligotrof (næringsfattig) innsjø, og tilstanden mht. overgjødning ser ikke ut til å ha endret seg vesentlig siden 1980-tallet. Den økologiske tilstanden vurderes som god, men algesammensetningen og konsentrasjonen av total-fosfor viser at innsjøen er påvirket av tilførsler fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Innsjøens vannkvalitet kan karakteriseres som svakt sur, kalkfattig og humøs med pH-verdier i området 6,3-6,9, en kalsium-konsentrasjon på ca. 3 mg Ca/l og farge-verdier på ca. 40 mg Pt/l. Partikkelinnholdet var generelt lavt, men ved enkelte tilfeller ble det målt turbiditet på over 1 FNU, som er grenseverdien i Drikkevannsforskriften. Dersom Nord-Mesna skal benyttes som råvannskilde, må vannbehandlingen omfatte alkalisering eller karbonatisering, humusfjerning og partikkelfjerning for å oppnå tilfredsstillende vannkvalitet. Til tider ble det registrert forholdsvis lave oksygen-konsentrasjoner (<70 % metning), noe som tyder på at det også kan være nødvendig med lufting av råvannet. Konsentrasjonen av mangan var ved enkelte tilfeller høyere enn grenseverdien, mens konsentrasjonen av jern var nær grenseverdien i Drikkevannsforskriften. Konsentrasjonene av natrium, klorid, sulfat, aluminium, fluorid, ammonium, nitrat og nitritt var betydelig lavere enn grenseverdiene. Det samme var tilfelle for tungmetaller og sporstoffer som arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, bly, antimon og selen. Fekale indikatorbakterier, dvs. koliforme bakterier, *E. coli*, intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens*, ble påvist i prøver fra både det øvre vannlaget, og fra dypere vannlag (20 m og 30 m dyp). Den hygienisk-bakteriologiske vannkvaliteten var bedre i dypvannet enn i det øvre vannlaget, men det vil være nødvendig med rensing/desinfisering av vannet for å sikre en trygg og god drikkevannskvalitet for abonnentene.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Nord-Mesna	1. Lake Nord-Mesna
2. Vannverk	2. Waterworks
3. Vannkvalitet	3. Water quality
4. Miljøtilstand	4. Environmental status



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder

Vurdering av Nord-Mesna som aktuell råvannskilde for nordre Ringsaker

Oppsummering av undersøkelser i perioden 2009-2015

Forord

Rapporten presenterer resultatene fra undersøkelser av vannkvaliteten i innsjøen Nord-Mesna i Ringsaker kommune i 2014-2015, og den gir i tillegg en samlet vurdering av vannkvaliteten i innsjøen basert på undersøkelser i perioden 2009-2015. Oppdragsgiver for prosjektet har vært Ringsaker kommune, og våre kontaktpersoner i kommunen har vært Asbjørn Tufto og Mari Østvold. Bakgrunnen for at disse undersøkelsene ble gjennomført, er kommunens planer om å ta i bruk Nord-Mesna som råvannskilde med tanke på vannforsyning for nordre deler av kommunen.

Jarl Eivind Løvik ved NIVA Region Innlandet har vært prosjektleder og har stått for gjennomføringen av feltarbeidet med assistanse fra Rune Tomter, Elin M. H. Sveinhaug og Mari Østvold i Ringsaker kommune.

De kjemiske og mikrobiologiske analysene er utført ved ALcontrol. Mette-Gun Nordheim (NIVA Region Innlandet) har bidratt med tilrettelegging av kart og av data for overføring til den nasjonale vanndatabasen Vannmiljø. Jens Vedal (NIVA Oslo) har hatt hovedansvaret for datalagring og overføring av data til Vannmiljø.

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 24. august 2015

Jarl Eivind Løvik

Innhold

	1
Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Målsetting	7
1.3 Kort beskrivelse av innsjøen og nedbørfeltet	7
2. Program og gjennomføring	8
3. Nord-Mesna	11
3.1 Miljøtilstand mht. overgjødning	11
3.2 Temperatursjiktning og oksygenforhold	12
3.3 Korrosivitet – pH, kalsium og alkalitet	14
3.4 Partikler – turbiditet	14
3.5 Organisk stoff	15
3.6 Løste nitrogenforbindelser	15
3.7 Jern, mangan og aluminium	16
3.8 Konduktivitet, hovedkomponenter og fluor	17
3.9 Tungmetaller og sporstoffer	17
3.10 Kimtall og fekale indikatorbakterier	17
4. Tilløpselver og tilløpsbekker	20
4.1 Større tilløpselver	21
4.2 Mindre tilløpsbekker	22
5. Litteratur	23
6. Vedlegg	24

Sammendrag

Målsettingen med prosjektet har vært å framskaffe et godt datagrunnlag samt å foreta en vurdering av innsjøen Nord-Mesnas miljøtilstand og vannkvalitet med tanke på råvann for drikkevannsforsyning. Bakgrunnen er at Ringsaker kommune planlegger å ta i bruk innsjøen som råvannskilde for vannforsyning til nordre deler av kommunen. Vurderingene er basert på data over fysisk-kjemiske, biologiske og hygienisk-bakteriologiske forhold i innsjøen og i de viktigste tilløpselvene, som er samlet inn i perioden 2009-2015.

Nord-Mesna er en 6,06 km² stor og ca. 35 m dyp innsjø som ligger 520 moh. Nedbørfeltet er dominert av skog, fjell og myrområder, og andelen dyrka mark er liten. I nærområdet finnes imidlertid flere gardsbruk og noe spredt bosetting, samt tettbebyggelsen i Mesnali og ca. 120 hytter. Videre er det lengre oppe i nedbørfeltet et stort antall hytter og flere turistbedrifter bl.a. i Sjusjøen-området. Innsjøen er regulert for kraftproduksjon med en regulerings høyde på 8,3 m.

Basert på middelverdiene for algemengder i de senere årene (2009-2010 og 2013) kan Nord-Mesna karakteriseres som en næringsfattig (oligotrof) innsjø. Konsentrasjonen av total-fosfor (tot-P) og sammensetningen innen planteplanktonet indikerte imidlertid at innsjøen var noe påvirket av tilførsler av næringsstoffer fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Samlet sett vurderes den økologiske tilstanden som god mht. eutrofiering (overgjødning), og tidsutviklingen for tot-P, total-nitrogen (tot-N), klorofyll-*a* og biomassen av planteplankton gir ingen klare indikasjoner på endringer i miljøtilstanden over tid i perioden fra slutten av 1980-tallet og fram til 2013.

Nord-Mesna har en svakt sur, kalkfattig og humøs vannkvalitet. pH varierte i området 6,3-6,9, og konsentrasjonen av kalsium varierte i området 2,5-3,4 mg Ca/l. Vannet kan betegnes som meget bløtt, og vannkvaliteten er surere og betydelig mer kalkfattig enn det som anbefales i Drikkevannsforskriften med tanke på å gi beskyttelse mot korrosjon (tæring) av rørmaterialer og installasjoner. Det betyr at vannbehandlingen bør omfatte en eller annen form for alkalisering eller karbonatisering for å gi en økning av hardheten og dermed sikre en god vannkvalitet med hensyn til korrosivitet.

Middelverdiene for farge og totalt organisk karbon (TOC) var på henholdsvis 41-44 mg Pt/l og 5,3-5,6 mg C/l for ulike dyp fra overflaten og ned til 30 m. Tilsvarende grenseverdier i Drikkevannsforskriften er satt til henholdsvis 20 mg Pt/l og 5,0 mg C/l. Dette tilsier at vannbehandlingen må omfatte humusfjerning for at vannet skal kunne tilfredsstille kravene til god drikkevannskvalitet.

Middelverdiene for turbiditet varierte i området 0,5-0,8 FNU på ulike dyp, og det var en tendens til lavere turbiditetsverdier i prøvene fra dypvannet (20 m og 30 m) enn i prøvene fra det øvre sjiktet (0-10 m). Resultatene viser at det var gjennomgående lite partikler i vannet, men også i prøver fra dypvannet ble det ved enkelte tilfeller målt turbiditet på over 1,0 FNU, som er lik grenseverdien i Drikkevannsforskriften for vann ut fra vannbehandlingsanlegget. For å sikre en god vannkvalitet mht. partikler over tid vil det være nødvendig med en eller annen form for partikkelfjerning.

Konsentrasjonene av mangan var høyere enn grenseverdien på 50 µg Mn/l ved enkelte anledninger, mens konsentrasjonen av jern var nær grenseverdien på 200 µg Fe/l ved enkelte anledninger. Jern og mangan kan bl.a. sette dårlig smak på vannet og/eller gi rustbrune eller brunsvarte utfellinger når metallene forekommer i høye konsentrasjoner. Undersøkelsen ga ingen klare indikasjoner på akkumulering (økning) av jern eller mangan mot dypvannet som følge av eventuell oksygenvinn og utlekking av disse metallene fra sedimentet. På vinteren, mens Nord-Mesna var islagt, ble det imidlertid ved flere tilfeller målt en oksygenmetning på mindre enn 70 % på 30 m dyp. Det vil si at råvannet trolig bør luftes for å gi en god drikkevannskvalitet.

Det ble registrert lave konsentrasjoner, dvs. betydelig lavere verdier enn grenseverdiene i Drikkevannsforskriften, for hovedkomponentene natrium, klorid og sulfat, for aluminium og fluorid samt for de løste nitrogen-forbindelsene nitrat, nitritt og ammonium. Konsentrasjonene av tungmetaller og sporstoffer som arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, bly, antimon og selen var også betydelig lavere enn grenseverdiene i Drikkevannsforskriften.

Det ble påvist koliforme bakterier, *E. coli*, intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens* i prøver fra både de øvre vannlag (1 m), fra 20 og 30 m dyp i Nord-Mesna. Konsentrasjonene av fekale indikatorbakterier var generelt lavere i prøvene fra dypvannet enn i prøvene fra 1 m dyp. *E. coli* ble påvist i 67, 33 og 17 % av prøvene henholdsvis fra 1, 20 og 30 m dyp, mens koliforme bakterier ble påvist i 90, 58 og 67 % av prøvene henholdsvis fra 1, 20 og 30 m dyp. Forekomsten av fekale indikatorbakterier viser at vannet må gjennomgå rensing/desinfeksjon for å oppfylle kravene til trygt drikkevann i henhold til Drikkevannsforskriften.

Undersøkelsene omfattet også prøver av vannkvaliteten i de viktigste tilløpselvene dvs. Tyria, Bustokkelva og Øyåa (med Nevla) samt stikkprøver av vannkvaliteten i mindre tilløpsbekker. Nivåene av tot-P og tot-N tilsa god miljøtilstand i Tyria og svært god tilstand i Bustokkelva og Nevla mht. eutrofiering. Alle de større elvene var påvirket av fersk og eldre fekal forurensning, og av disse så Bustokkelva ut til å være mest påvirket. Verdiene for *E. coli* tilsa en god vannkvalitet mht. tarmbakterier i Øyåa og en mindre god vannkvalitet i Bustokkelva, Nevla og Tyria. Bustokkelva mottok bl.a. renset utslipp fra Mesnali rensesanlegg, men anlegget er planlagt avviklet når overføringsledningen fra Sjusjøen til Moelv settes i drift, etter planen i juni 2015. Stikkprøvene fra de mindre bekkene indikerte varierende grad av fersk og eldre fekal forurensning.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Ringsaker kommune planlegger å bygge et nytt vannverk for nordre deler av kommunen med innsjøen Nord-Mesna som råvannskilde. Vannverket er ment å skulle forsyne hytteområdene i fjellet med bl.a. Sjusjøen-området samt grendene Mesnali, Lismarka og Åsmarka. På oppdrag fra kommunen gjennomførte NIVA i 2009-2010 undersøkelser av vannkvaliteten i Nord-Mesna og i de viktigste tilløpselvene. Hensikten var å dokumentere miljøtilstanden i forhold til overgjødning og fekal forurensning samt og å skaffe fram data mht. flere andre aktuelle drikkevannsparametere (Løvik 2010).

Videre ble det gjennomført nye undersøkelser av Nord-Mesna med tilløpselver i 2013, for å skaffe oppdaterte data om innsjøens vannkvalitet med tanke på mulig framtidig drikkevannsforsyning (Løvik og Skjelbred 2014).

1.2 Målsetting

Hensikten med undersøkelsene i 2014-2015 har primært vært å få dokumentert vannkvaliteten i Nord-Mesna og de viktigste tilløpselvene til tider av året da det fantes lite vannkvalitetsdata fra tidligere. Dette for å få en god og helhetlig beskrivelse av variasjonen i vannkvaliteten gjennom året. Et mål var også å få samlet inn prøver i perioder med mulighet for relativt stor forurensningsbelastning, dvs. i forbindelse med regnvær eller stor avrenning, i sirkulasjonsperioder og i etterkant av perioder med stort belegg på hytter og turistbedrifter i Sjusjøen-området (høst-, vinter- og påskeferie). Videre er det en målsetting at rapporten fra undersøkelsene i 2014-2015 også skal gi en oppsummerende, samlet vurdering av vannkvaliteten i Nord-Mesna og tilløpselvene med basis i undersøkelsene fra hele perioden 2009-2015. I Vedlegget til foreliggende rapport finnes derfor også alle relevante primærdata fra undersøkelsene i hele denne perioden. Et unntak er artslistene over sammensetningen av planteplankton og dyreplankton der vi henviser til NIVA-rapportene fra de tidligere undersøkelsene.

1.3 Kort beskrivelse av innsjøen og nedbørfeltet

Følgende beskrivelse er i det alt vesentlige hentet fra Løvik (2010) med noen oppdateringer.

Nord-Mesna (ca. 520 moh.) er en middels stor innsjø (overflateareal 6,06 km²) med et maksdyp på ca. 35 m ved «normal» sommervannstand. Mesteparten av innsjøen ligger i Ringsaker kommune, men nordre del ligger i Lillehammer kommune. Innsjøen er den nederste av i alt 6 mellomstore innsjøer i Mesna-vassdraget. Nord-Mesnas nedbørfelt er dominert av skog og myr opp til ca. 800 moh. Andelen dyrka mark er liten. Nedbørfeltet for øvrig består i stor grad av snaufjell og myrområder med de høyeste toppene opp mot ca. 1100 moh.

Nord-Mesna er regulert for kraftproduksjon gjennom Mesna kraftverk. Magasinet har en reguleringshøyde på 8,3 m. I følge undersøkelser av næringsstoffer og algemengder på 1980- og 1990- og 2000-tallet kan Nord-Mesna karakteriseres som en næringsfattig til middels næringsrik innsjø (Faafeng mfl. 1990, Rognerud mfl. 1995, Kjellberg 2006, Løvik 2010, Løvik og Skjelbred 2014). Vannmassene er svakt sure og markert humuspåvirkete. En del hydrologiske data er gitt i Tabell 1.

Aktuelle forurensningskilder er avløpsvann fra et stort antall hytter og flere turistbedrifter bl.a. i Sjusjøen-området og ved Nordseter, fra fast bosetting, bedrifter og institusjoner i Mesnali-området og fra spredt bosetting særlig langs nordøstsida av innsjøene Sør-Mesna og Nord-Mesna. I de sistnevnte områdene er det flere gardsbruk. Viktigste driftsform i jordbruket er grasproduksjon og husdyrhold (vesentlig storfe og sau). Skog- og fjellområdene brukes i vesentlig grad til utmarksbeite særlig for sau.

Alle turistbedriftene i Øyer, Lillehammer og Ringsaker som sokner til Mesna-vassdraget, er nå tilkoblet kommunale avløpsnett. I Mesnali finnes det et eget renselanlegg med restutslipp til Tyria/Bustokkelva (se Figur 1), men dette er planlagt avvirket i juni 2015 (Mari Østvold, Ringsaker kommune pers. oppl.). Innenfor en avstand av ca. 100-150 m langs strandlinjen av Nord-Mesna finnes det ca. 120 hytter. De fleste ligger ved de nordvestre og de sørøstre delene av innsjøen. I sørøst ligger også et nedlagt sagbruk, nå byggevarehandel.

Tabell 1. Hydrologiske data for Nord-Mesna. ¹ data fra NIVA, øvrige data fra NVE Atlas. NIVA registrerte den 26.5.2015 et maksdyb på 40,5 m med en enkel akustisk dybdemåler (Echotest II), men dette er ikke verifisert med flere målinger. Den 26.5.2015 (kl. 12.00) da denne målingen ble gjort, var vannstanden 515,77 moh. (opplyst fra Glommens og Laagens bruktseierforening, GLB).

		Nord-Mesna
Magasin nr.		63
Høyde over havet	m	520-511
Overflateareal ved HRV	km ²	6.06
Nedbørfelt-areal ¹	km ²	216.7
Største dyp ¹	m	35
Laveste regulerte vannstand, LRV	moh.	511.45
Høyeste regulerte vannstand, HRV	moh.	519.75
Reguleringshøyde	m	8.3
Magasinvolument	mill. m ³	41.4

De største tilløpselvene er Bustokkelva (med Tyria) og Nevla/Øyåa (Figur 1). Bustokkelva er den ca. 1 km lange elvestrekning som går fra Sør-Mesna til Nord-Mesna. Elva får tilløp fra hovedgreina Tyrias opprinnelige løp. Tyria (med Fjellelva) drenerer vide fjellområder med et stort antall hytter og diverse turistbedrifter bl.a. på Storåsen og ved Sjusjøen, samt bebyggelsen i Mesnali. Tyria er regulert, og en stor del av vannet tilføres direkte til Nord-Mesna via kraftverket Tyria I. Nevla kommer fra Nevelvatnet (904 moh.) i nord og passerer bl.a. hytte- og turistområdene ved Nordseter før den munner ut i innsjøen Avskåkån. Fra Avskåkån går den ca. 0,6 km lange elva Øyåa ned til Nord-Mesna. En av de mest trafikkerte vegene til Mesnali og fjellområdene omkring Sjusjøen krysser elva fra Sør-Mesna (Bustokkelva) ved dens utløp i Nord-Mesna.

2. Program og gjennomføring

I 2014-2015 ble det samlet inn prøver fra Nord-Mesna og tilløpselvene ved følgende fire tidspunkter: 13.10.2014 (like etter høstferien), 25.2.2015 (i vinterferien), 7.4.2015 (like etter påske) og 26.5.2015. Prøvestasjonenes plassering er vist i Figur 1, og koordinater er gitt i Tabell 2. Fra innsjøen ble det samlet inn prøver fra dypene 1 m, 20 m og ca. 30 m. Disse ble analysert mht. følgende fysisk-kjemiske og mikrobiologiske parametere:

pH, alkalitet, turbiditet, farge, konduktivitet, totalt organisk karbon (TOC), løst organisk karbon (LOC), kalsium, jern, mangan, nitrat, nitritt, ammonium, UV-transmisjon, oksygen, kimtall, koliforme bakterier, *Escherichia coli* (*E. coli*), intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens*.

En oversikt over analysemetoder/-betegnelser er gitt i Vedlegg Tabell 12. Samtidig med prøvetakingen ble vanntemperaturen målt.

Prøvene fra tilløpselvene/-bakkene ble analysert mht. de samme mikrobiologiske parameterne som innsjøprøvene, men ingen fysisk-kjemiske parametere ble benyttet her i 2014-2015. Det ble samlet inn prøver fra de større elvene Tyria (utløpet fra kraftstasjon Tyria 1), Bustokkelva, Nevla og Øyåa ved de

samme fire tidspunktene som for Nord-Mesna, mens det fra hver av de mindre bekkene kun ble samlet inn prøver den 10. oktober 2014.



Figur 1. Kart over Nord-Mesna med prøvestasjoner i innsjøen og i tilløpselvene. Nummer på prøvestasjonene i bekker/elver refererer til de samme nummere i Tabell 3. Kartkilde: <http://kart.statkart.no/>.

Tabell 2. Oversikt over prøvestasjoner i Nord-Mesna og i tilløpselver/tilløpsbekker som ble benyttet i perioden 2009-2015. UTM-koordinater (sone 33) og vannforekomstenes ID-nr er gitt.

Nr.	Navn	Vannforekomst-ID	UTM øst	UTM nord
	Nord-Mesna	002-37980	266668	6782119
1	Tyria 1 (utløp kraftstasjon)	002-51955	266771	6783164
2	Bekk ved kraftstasjon		266822	6783168
3	"Vasshjulbekken"		266844	6783114
4	Bekk ved Håkenstad		266917	6782958
5	Tyria 4	002-63448	267995	6781203
6	Bustokkelva	002-51908	267321	6781315
7	Bekk ved Gammelnaustroa		266009	6781285
8	Bekk fra Lomtjern		262341	6784472
9	Nevla	002-51935	263756	6785587
10	Øyåa		263174	6784374

Vær- og avrenningsforholdene på prøvetidspunktene i 2014-2015 kan kort beskrives som følger:

- 13.10.2014: Oppholdsvær, delvis sol/tåke, svak SV-vind. Det hadde vært kraftig regnvær den 10. oktober og relativt mye regn den 12. oktober. Vannføring i bekker/elver: høy – middels.
- 25.2.2015: Overskyet, oppholds, lufttemperatur ca. 0 °C, ca. 0,6 m is på N-Mesna, lav vannføring i bekker/elver.
- 7.4.2015: Lettskyet, sol, mildt, ca. 80 cm is på N-Mesna, lav til middels vannføring i elver/bekker.
- 26.5.2015: Overskyet, regn, lufttemperatur 6-7 °C. Det hadde vært relativt kjølig og noe regn de siste dagene, middels til høy vannføring i elver/bekker.

Data fra tidligere undersøkelser av Nord-Mesna med tilløpselver som er benyttet i denne rapporten, er hentet fra diverse NIVA-rapporter (Faafeng mfl. 1990, Rognerud mfl. 1995, Kjellberg 2006a, Løvik 2010 og Løvik og Skjelbred 2014).

I vurderingene av Nord-Mesnas og tilløpselvenes vannkvalitet i forhold til drikkevann har vi først og fremst støttet oss på Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften) (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-04-1372>) og Veiledning til Drikkevannsforskriften (http://www.mattilsynet.no/om_mattilsynet/gjeldende_regelverk/veiledere/veileder_til_drikkevannsforskriften.1334/binary/Veileder%20til%20drikkevannsforskriften). Klassifiseringen av økologisk tilstand mht. eutrofiering er gjort i henhold til gjeldende veileder for Vannforskriften (Veileder 02:2013) (<http://www.vannportalen.no/veiledere/>). Videre er bakgrunnsstoff fra Vannforsyningens ABC benyttet i vurderingene (Folkehelseinstituttet 2004/2006/2008) (<http://www.fhi.no/dokumenter/e279ad2538.pdf>).

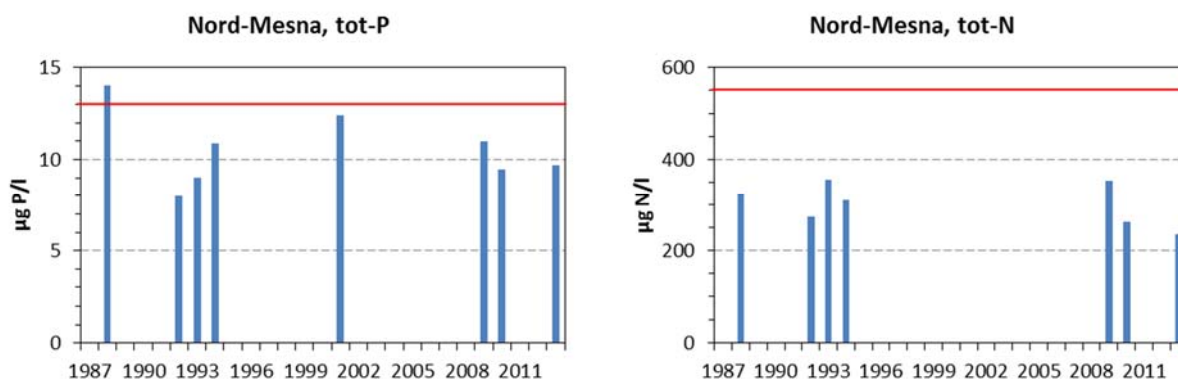
I tabeller i foreliggende rapport der analyseresultatene fra Nord-Mesna er oppsummert, er også grenseverdiene og tiltakstypene i Drikkevannsforskriften listet opp. Grenseverdiene gjelder imidlertid ikke for råvann, men for drikkevann når det sendes ut fra vannbehandlingsanlegg evt. hos abonnent. Eventuelle overskridelser av disse verdiene i vannprøver av råvannet gir likevel indikasjoner på hvilke typer vannbehandling som må etableres for å oppnå en tilfredsstillende vannkvalitet ut til abonnentene. I tabellene refereres det videre til ulike tiltak, som også gjelder for vannbehandlingen dersom grenseverdiene overskrides. Tiltakene er gradert fra A til C ut fra alvorlighetsgraden, der tiltakstype A er den strengeste. Ved denne kategorien skal det umiddelbart iverksettes tiltak for å bringe parameterverdien under grenseverdien, og det kan ikke gis dispensasjon fra grenseverdien mht. denne tiltakstypen. Forskjellene mellom tiltakstypene B og C er knyttet til bl.a. muligheten for dispensasjon fra grenseverdien og for hvor lang tid det kan innvilges dispensasjon. Tiltakstypene er nærmere beskrevet i nevnte Veiledning til Drikkevannsforskriften.

3. Nord-Mesna

3.1 Miljøtilstand mht. overgjødning

Figur 2-3 viser tidsutviklingen for de viktigste vannkvalitetsvariablene mht. eutrofiering (overgjødning), dvs. konsentrasjoner av næringsstoffene fosfor og nitrogen samt algemengder målt som klorofyll-*a* og som totalvolum av planteplankton, basert på algetellinger. Figurene omfatter perioden fra 1988 til 2013.

Middelverdiene for konsentrasjonen av totalfosfor (tot-P) har i de senere årene (2009-2013) variert i intervallet 9-11 $\mu\text{g P/l}$. Referansetilstanden for kalkfattige, humøse innsjøer i skogområder er iht. vannforskriften antatt å ligge på ca. 5 $\mu\text{g P/l}$ (Veileder 02:2013). Det vil si at Nord-Mesna ser ut til å være noe påvirket av tilførsler fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet sammenlignet med en forventet naturtilstand. Graden av påvirkning er likevel ikke større enn at miljøtilstanden kan karakteriseres som god mht. konsentrasjonen av tot-P. Intervallene for svært god og god tilstand for denne innsjøtypen er fastsatt til henholdsvis 1-9 $\mu\text{g P/l}$ og 9-13 $\mu\text{g P/l}$ (Veileder 02:2013). I humuspåvirkede innsjøer som Nord-Mesna vil en betydelig del av fosforet vært bundet til humusforbindelser og dermed i liten grad tilgjengelig for algevekst.



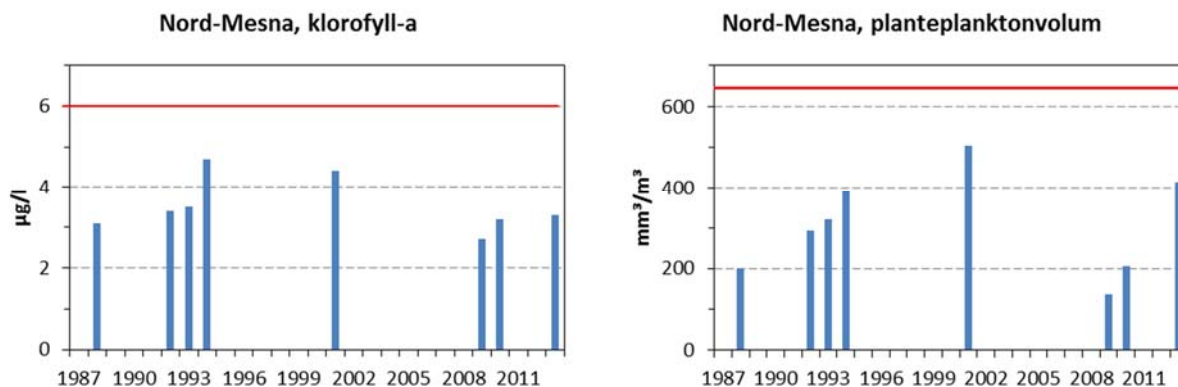
Figur 2. Tidsutviklingen i middelverdier for konsentrasjonene av total-fosfor (tot-P) og total-nitrogen i Nord-Mesna (sjiktet 0-10 m). Røde linjer viser grenseverdiene for overgangen mellom god og moderat økologisk tilstand for innsjøtype nr. 17 (L-N6a).

Middelverdiene for konsentrasjonen av total-nitrogen (tot-N) har i de senere årene variert i området 240-350 $\mu\text{g N/l}$. Dette tilsvarer svært god tilstand i forhold til eutrofiering.

Algemengden målt som klorofyll-*a* og som totalvolum av planteplankton har i de senere årene variert henholdsvis i intervallene 2,7-3,3 $\mu\text{g/l}$ og 140-410 mm^3/m^3 (= mg/m^3 våtvekt) (middelverdier). Dette tilsvarer svært god tilstand ut fra klorofyll-*a* og svært god til god tilstand ut fra planteplanktonvolum. Det var relativt store variasjoner i middelverdiene mellom ulike år, spesielt for planteplanktonvolum. Dette kan ha sammenheng med naturlige sesongvariasjoner og det faktum at middelverdiene er basert på bare et lite antall prøver i de enkelte årene (2-3 prøver i hvert av årene 2009, 2010 og 2013).

Planteplanktonet har i de senere årene vært dominert av gruppene kiselalger, gullalger og svelgflagellater. De dominerende kiselalgene i 2013 var *Asterionella formosa* og *Tabellaria flocculosa* (Løvik og Skjelbred 2014). I tillegg til ubestemte gullalger var de vanligste slektene *Chromulina*, *Chrysococcus*, *Dinobryon* og *Mallomonas*.

Cyanobakterier (blågrønnalger) har blitt påvist i Nord-Mesna med mengder på opp mot 15 % av totalt algevolum. De mest framtrepende innen gruppen cyanobakterier har vært arter innen slekten *Dolichospermum* (*Anabaena*) samt *Planktothrix agardhii* og *Woronichinia naegeliana* (Kjellberg 2006a, Løvik 2010 og Løvik og Skjelbred 2014).



Figur 3. Tidsutviklingen i middelverdier for algemengder gitt som klorofyll-a og som totalvolum av planteplankton (sjikket 0-10 m). Røde linjer viser grenseverdiene for overgangen mellom god og moderat økologisk tilstand for innsjøtype nr. 17 (L-N6a) iht. vannforskriften.

Middelverdiene for siktedyp varierte i området 4,1-4,4 m for årene 2009, 2010 og 2013. Dette ligger innenfor intervallet for svært god tilstand mht. eutrofiering.

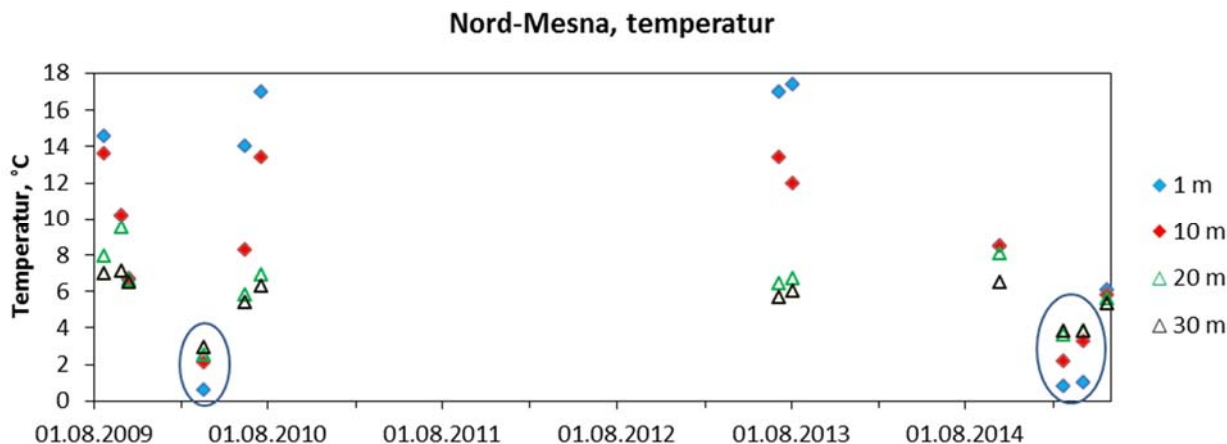
Dyreplanktonet var i 2009-2010 og 2013 dominert av arter som er karakteristiske for næringsfattige og/eller middels næringsrike innsjøer med et sterkt predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk (Løvik 2010, Løvik og Skjelbred 2014). Andelen effektive algebeitere var beskjeden, dvs. at innsjøens «selvrensingsevne» kan antas å være liten.

Algemengden ser ut til å ha økt i Nord-Mesna fra 1988 og fram til 2001, men var lavere igjen i de senere årene (Figur 3). Tidsutviklingen mht. middelverdiene for tot-P, tot-N og klorofyll-a gir ingen klare indikasjoner på endringer over tid i miljøtilstanden i forhold til eutrofiering fra slutten av 1980-tallet og fram til 2013. Basert på algemengden ved de siste årenes undersøkelser (2009-2010 og 2013) kan Nord-Mesna betegnes som en oligotrof (næringsfattig) innsjø (Brettum og Andersen 2005). Konsentrasjonen av total-fosfor og sammensetningen av planteplanktonet indikerer at innsjøen var noe påvirket av tilførsler fra menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Samlet sett kan den økologiske tilstanden mht. eutrofiering likevel klassifiseres som god basert på de siste årenes undersøkelser.

3.2 Temperatursjiktning og oksygenforhold

Vanntemperaturen og sjiktningforholdene i Nord-Mesna ser ut til å følge en sesongutvikling som er vanlig i de fleste innsjøer i Norge. Innsjøen er islagt om vinteren med temperaturer på ca. 0 °C like under isen og en økning til ca. 3-4 °C ned mot 30 m dyp (Figur 4). Når isen går om våren (vanligvis i mai?) stiger temperaturen litt, og vannmassene blandes trolig fra overflaten ned til maks dyp ved ca. 4 °C (vårsirkulasjonen). Videre utover sommeren utvikler det seg en termisk sjiktning med relativt varmt og lett vann over det kalde og tyngre dypvannet (sommerstagnasjonen). Temperatursprangsjiktet mellom disse to lagene lå i sommermånedene på fra 6-10 til ca. 20 m dyp. Utover høsten avkjøles de øvre vannlagene gradvis, samtidig som temperatursprangsjiktet forskyves ned mot større dyp. Etter hvert inntreer en situasjon med sirkulerende vannmasser (høstsirkulasjonen), og vannet avkjøles ytterligere inntil isen legger seg.

Den høyeste temperatur vi målte var 17,4 °C på 1 m dyp den 6.8.2013. På 20 og 30 m dyp varierte vanntemperaturen henholdsvis i intervallene 2,5-9,5 °C og 2,9-7,1 °C (Figur 4). De laveste temperaturene i dypvannet ble målt under is den 23.3.2010, mens de høyeste ble målt på høsten, den 30.9.2009.



Figur 4. Vanntemperaturer målt i Nord-Mesna på 1, 10, 20 og 30 m dyp i perioden 2009-2015. Verdier målt da innsjøen var islagt i 2010 og 2015 er markert med ellipser.

Nedbrytning av organisk materiale i innsjøer kan føre til at oksygen-konsentrasjonen reduseres betraktelig særlig mot slutten av stagnasjonsperiodene, dvs. på senvinteren før isen går og på sensommeren før vannmassene «luftes» i forbindelse med høstsirkulasjonen. Markert oksygenvinn eller anoksiske forhold gjør seg først og fremst gjeldende i de dypere vannlagene i eutrofe innsjøer eller sterkt humuspåvirkede innsjøer og skogstjern.

Oksygen-konsentrasjonen ble i Nord-Mesna målt på ulike dyp under isen den 23.3.2010, 25.2.2015 og 7.4.2015 samt nær sirkulasjonsperioden på høsten den 13.10.2014 og nær vårsirkulasjonen den 26.5.2015.

I prøver fra 20 m dyp ble det målt konsentrasjoner av oksygen på 9,0-10,7 mg O/l, som tilsvarer en oksygen-metning på 68-80 % (Tabell 3). I prøver fra 26-30 m dyp ble det målt en O₂-konsentrasjon på 8,0-10,0 mg O/l. Dette tilsvarer 61-79 % O₂-metning. Det ble ved tre av fem tilfeller målt oksygen-metning på mindre enn 70 % i prøvene fra 30 m dyp (26 m den 7.4.2015). Dette innebærer at vannbehandlingen også trolig bør omfatte en eller annen form for lufting for å oppnå god drikkevannskvalitet (jf. Drikkevannsforsyningens ABC, <http://www.fhi.no/tema/drikkevann/vannforsyningens-abc>).

Tabell 3. Oksygen-konsentrasjon og prosent oksygenmetning på ulike datoer og dyp i Nord-Mesna.

Dyp m	23.3.2010		13.10.2014		25.2.2015		7.4.2015		26.5.2015	
	mg O/l	%	mg O/l ¹	% ¹	mg O/l	%	mg O/l	%	mg O/l	%
1	12,9	89,6	7,2	61,6	10,7	74,8	11,3	79,4	9,9	79,7
10	11,9	86,2								
20	10,7	78,4	9,2	77,9	9,9	74,7	9,0	68,3	10,0	79,5
26							8,0	60,7		
30	8,4	62,2	9,6	78,1	8,7	66,0			10,0	78,9

¹Noe merkelig med høyere verdier i dypvannet enn mot overflaten, muligens byttet om prøvene?

3.3 Korrosivitet – pH, kalsium og alkalitet

pH varierte Nord-Mesna i området 6,3-6,9 (Tabell 4). Konsentrasjonen av kalsium varierte i området 2,5-3,4 mg Ca/l, og alkaliteten varierte i området 0,093-0,128 mmol/l. Ut fra dette kan vannkvaliteten karakteriseres som kalkfattig og svakt sur, men med en relativt god bufferevne mot endring av pH ved forsurening. En konsentrasjon av kalsium på ca. 3 mg Ca/l tilsier at vannet kan betegnes som meget bløtt (jf. Vannforsyningens ABC).

Tabell 4. Karakteristiske verdier for pH, alkalitet og konsentrasjonen av kalsium i Nord-Mesna (målinger i perioden 2009-2015). N = antall målinger. Grenseverdier eller anbefalt vannkvalitet og tiltakstype i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt (jf. Veiledning til Drikkevannsforskriften).

	Enhet	Dyp, m	Middel	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
pH		0-10	6,7	6,5	6,9	11	6,5-9,5 ¹	C
		20	6,6	6,4	6,8	12	"	"
		30	6,5	6,3	6,7	12	"	"
Alkalitet	mmol/l	0-10	0,106	0,093	0,128	7	0,6-1,0	
		20	0,099	0,094	0,111	6	"	
		30	0,104	0,094	0,112	6	"	
Kalsium	mg Ca/l	0-10	2,92	2,52	3,40	8	15-25	
		20	3,00	2,70	3,27	6	"	
		30	3,05	2,84	3,23	5	"	

¹ I Veiledning til Drikkevannsforskriften anbefales at vannet ut til abonnentene har en pH 8,0-9,0 ref. § 12 "Krav til kvalitet", mens under "Kvalitetskrav til drikkevann" er grenseverdiene satt ved pH 6,5-9,5 (Tabell 3.1)

Verken verdiene for pH, alkalitet eller kalsium lå innenfor anbefalte grenser med tanke på å gi tilfredsstillende beskyttelse av rørmaterialer og installasjoner mot korrosjon (tæring). Det betyr at vannbehandlingen også bør omfatte en eller annen form for alkalisering eller karbonatisering som gir en hardhetsøkning for å sikre en tilfredsstillende vannkvalitet med tanke på korrosivitet.

3.4 Partikler – turbiditet

Turbiditet er et mål på hvor klart vannet er. Høy turbiditet er et uttrykk for grumsete vann med høyt innhold av suspenderte partikler. Ulike typer partikler kan bidra til økt turbiditet, slik som planteplankton, leire og silt fra erosjon i nedbørfeltet eller i strandlinjen, dødt organisk materiale og resuspenderte bunn-sedimenter. Verdiene for turbiditet i Nord-Mesna varierte i all hovedsak i området 0,3-1,0 FNU med middelveier i området 0,5-0,8 FNU (se Tabell 5 og Vedlegg Tabell 13-15). Prøvene fra dypvannet (20 m og 30 m) hadde gjennomgående noe lavere turbiditets-verdier enn prøvene fra de øvre vannlagene.

Tabell 5. Middelveier og variasjonsbredder for turbiditet i Nord-Mesna (målinger i perioden 2009-2015). Grenseverdi og tiltakstype i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.

	Enhet	Dyp, m	Middel	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
Turbiditet	FNU	0-10	0,75	0,29	1,6	12	1 ¹	B
		20	0,57	0,28	1,4	12	"	"
		30	0,54	0,13	1,5	12	"	"

¹ Grenseverdien er 1 FNU ut fra behandlingsanlegg og 4 FNU hos abonnent (tiltakstype C).

Grenseverdien i Drikkevannsforskriften er satt ved 1 FNU ut fra vannbehandlingsanlegget og 4 FNU hos abonnent. Det var kun på én prøvedato det ble målt turbiditet på over 1 FNU. Dette var i forbindelse vårsirkulasjonen, regnvær og relativt høy vannføring i enkelte av tilløpselvene den 26.5.2015. Det er rimelig å anta at situasjoner med økt partikkelinnhold og turbiditet på over 1 FNU vil kunne inntreffe fra

tid til annen, spesielt i forbindelse med stor avrenning (flom) og sirkulerende vannmasser om våren og høsten. For å sikre en god vannkvalitet over tid med tanke på partikler vil det trolig være nødvendig at vannbehandlingen omfatter en eller annen form for filtrering (sand eller antrasitt) og/eller membranfiltrering.

3.5 Organisk stoff

Konsentrasjonen av organisk stoff i vannet er her målt som farge, totalt organisk karbon (TOC) og løst organisk karbon (LOC). I tillegg er UV-transmisjon målt på enkelte prøver med tanke på dimensjonering av eventuelt UV-anlegg. UV-transmisjonen reduseres med økende mengde partikler og oppløste organiske stoffer i vannet (økende farge).

Middelverdiene for farge i Nord-Mesna varierte fra 41 til 44 mg Pt/l, og middelverdiene for TOC varierte fra 5,3 til 5,6 mg C/l (Tabell 6). Det var en tendens til litt lavere middelverdier for både farge og TOC på 20 og 30 m dyp enn i sjiktet 0-10 m. LOC representerte 82-98 % av TOC, dvs. at det aller meste av det organiske stoffet var løste humusstoffer (humussyrer).

Nord-Mesna er en markert humøs innsjø, og samtlige farge-verdier oversteg grenseverdien på 20 mg Pt/l. Middelverdiene for TOC oversteg også grenseverdien på 5 mg Pt/l, mens enkelte av de målte verdiene var lavere enn grenseverdien. Resultatene tilsier at vannbehandlingen må omfatte humusfjerning for at vannet skal kunne tilfredsstille kravene til god drikkevannskvalitet.

Middelverdiene for UV-transmisjon varierte fra 6,5 til 7,5 %. Verdiene kan synes å være lave sett i forhold til verdiene for farge (jf. Drikkevannsforsyningens ABC) uten at vi har noen god forklaring på dette.

Tabell 6. Middelverdier og variasjonsbredder for farge, TOC og LOC i Nord-Mesna (målinger i perioden 2009-2015). Grenseverdier og tiltakstyper i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.

	Enhet	Dyp, m	Middel	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
Farge	mg Pt/l	0-10	44	33	62	12	20	B
		20	42	35	50	12	"	"
		30	41	30	48	12	"	"
TOC	mg C/l	0-10	5,6	4,4	6,3	10	5,0	C
		20	5,4	4,5	6,6	12	"	"
		30	5,3	4,5	6,2	12	"	"
LOC	mg C/l	0-10	5,0	4,1	6,2	4		
		20	4,9	4,4	5,4	4		
		30	4,9	4,4	5,3	4		
UV-trans.	% T/5 cm	0-10	6,5	4,8	8,0	3		
		20	7,5	6,9	8,0	3		
		30	7,5	6,9	7,9	3		

3.6 Løste nitrogenforbindelser

Karakteristiske verdier for nitrat (egentlig nitrat + nitritt), nitritt og ammonium er gitt i Tabell 7. Konsentrasjonene av de løste nitrogen-forbindelsene i prøvene fra Nord-Mesna var betydelig lavere enn grenseverdiene i Drikkevannsforskriften.

Tabell 7. *Middelverdier og variasjonsbredder for konsentrasjoner av nitrat, nitritt og ammonium i Nord-Mesna (målinger i perioden 2009-2015). Grenseverdier og tiltakstyper i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.*

	Enhet	Dyp, m	Middel	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
Nitrat	µg N/l	0-10	80	30	238	12	10000	B
		20	99	72	154	10	"	"
		30	116	93	148	10	"	"
Nitritt	µg N/l	0-10	1,4	1,2	1,5	3	50	B
		20	1,2	1,1	1,3	3	"	"
		30	1,0	<1,0	1,4	3	"	"
Ammonium	µg N/l	0-10	11,2	7,3	19,0	5	500	B
		20	7,0	4,6	10,0	5	"	"
		30	6,6	4,1	7,3	5	"	"

3.7 Jern, mangan og aluminium

Tabell 8 viser middelverdier og variasjonsbredder for konsentrasjoner av jern, mangan og aluminium i prøver fra Nord-Mesna.

Konsentrasjonene av jern var lavere enn grenseverdien på 200 µg Fe/l ved samtlige målinger, men maksverdiene på 191 µg Fe/l den 26.5.2015 var nær grenseverdien.

Middelverdiene for mangan varierte fra 26,8 til 45,4 µg Mn/l med de høyeste middelverdiene på 1 m og 30 m dyp (Tabell 8). Grenseverdien i Drikkevannsforskriften er satt ved 50 µg Mn/l, og på 20 m og 30 m dyp ble det ved henholdsvis 1 av 6 og 2 av 6 tilfeller målt konsentrasjoner som var høyere enn grenseverdien. De høyeste konsentrasjonene av mangan ble målt like i etterkant av vårsirkulasjonen, den 26.5.2015. Dersom Nord-Mesna skal tas i bruk som råvannskilde, ser ut til å være behov for en type vannbehandling som bidrar til å senke konsentrasjonen av mangan i vannet. De utførte analysene gir ikke noen sikker indikasjon på om mangan var på redusert, oksidert eller kompleksbundet form.

Undersøkelsene ga ingen klare indikasjoner på akkumulasjon av jern eller mangan mot dypvannet i stagnasjonsperiodene som følge av eventuell oksygenvinn og utlekking fra bunnsedimentet.

Konsentrasjonene av aluminium ble målt til 46,5-47,1 µg Al/l (Tabell 7), dvs. godt under grenseverdien på 200 µg Al/l.

Tabell 8. *Middelverdier og variasjonsbredder for konsentrasjoner av jern, mangan og aluminium i Nord-Mesna (målinger i perioden 2013-2015). Grenseverdier og tiltakstyper i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.*

	Enhet	Dyp, m	Middel	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
Jern	µg Fe/l	1	148	61	191	4	200	C
		20	115	86,1	191	6	"	"
		30	128	101	191	6	"	"
Mangan	µg Mn/l	1	45,4	10,9	86,9	4	50	C
		20	26,8	8,2	88,1	6	"	"
		30	42,0	10,6	90,2	6	"	"
Aluminium	µg Al/l	20	46,7	46,5	46,9	2	200	C
		30	46,8	46,4	47,1	2	"	"

3.8 Konduktivitet, hovedkomponenter og fluor

Middelverdiene for konduktivitet på 2,27-2,44 mS/m (Tabell 8) viser at Nord-Mesnas vannmasser er fattige på oppløste salter. Stikkprøver for analyser mht. konsentrasjonene av magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og fluor ble tatt fra tre ulike dyp i Nord-Mesna den 15.10.2009. Resultatene av analysene viser lave konsentrasjoner og at verdiene for alle de aktuelle komponentene var betydelig lavere enn grenseverdiene. Drikkevannsforskriften gir ingen grenseverdier mht. konsentrasjoner av magnesium og kalium. Kalsium er nærmere omtalt i kpt. 3.3.

Tabell 9. Middelverdier for konduktivitet og kalsium (2009-2015) samt konsentrasjoner av magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat og fluor i Nord-Mesna den 15.10.2009. Grenseverdier og tiltakstyper i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.

Dyp m	Konduktivitet mS/m	Kalsium mg Ca/l	Magnesium mg Mg/l	Natrium mg Na/l	Kalium mg K/l	Klorid mg Cl/l	Sulfat mg SO ₄ /l	Fluor mg F/l
0-10	2,27	2,92	0,41	0,68	0,23	0,74	2,31	<0,05
20	2,34	3,00	0,41	0,69	0,25	0,77	2,28	<0,05
30	2,44	3,05	0,41	0,69	0,23	0,76	2,29	<0,05
Grenseverdi	250	15-25	-	200	-	200	100	1,5
Tiltakstype	C	-	-	C	-	C	C	B

3.9 Tungmetaller og sporstoffer

Resultatene av analysene mht. konsentrasjoner av et utvalg aktuelle tungmetaller og sporstoffer viser at nivåene for disse var svært mye lavere enn grenseverdiene i Drikkevannsforskriften (Tabell 9). Det ble således ikke funnet indikasjoner på at vannbehandlingen må omfatte spesielle rensetrinn for reduksjon i konsentrasjonen av disse stoffene med tanke på å oppnå egnet drikkevannskvalitet.

Tabell 10. Maksverdier for konsentrasjoner av tungmetaller og sporstoffer i vannprøver fra Nord-Mesna innsamlet i 2009-2010. Grenseverdier og tiltakstyper (ved overskridelser av grenseverdiene) i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.

Dyp m	Arsen µg As/l	Kadmium µg Cd/l	Krom µg Cr/l	Kobber µg Cu/l	Nikkel µg Ni/l	Bly µg Pb/l	Antimon µg Sb/l	Selen µg Se/l
1	0,2	0,03	0,2	1,54	0,83	0,43	<0,05	<1
20	0,2	0,01	0,1	0,68	0,42	0,19	<0,05	<1
30	0,2	0,01	0,2	0,61	0,38	0,33	<0,05	<1
Grenseverdi	10	5	50	100 ¹	20	10	5	10
Tiltakstype	B	B	B	B	B	B	B	B

¹ Ut fra behandlingsanlegg. Grenseverdien er på 1000 µg Cu/l hos abonnent.

3.10 Kimtall og fekale indikatorbakterier

Tabell 11 gir en oppsummering av resultatene fra undersøkelsene mht. mikrobiologiske parametere i prøver fra Nord-Mesna innsamlet i perioden 2009-2015. Primærdata er gitt i Vedlegg (Tabell 20-22).

Kimtall 22 °C

Totaltall bakterier eller kimtall gir et mål på den generelle bakteriologiske vannkvaliteten (ulike kilder). Verdiene varierte i intervallet 5-460 kde/ml (Tabell 11). Samlet sett tilsier resultatene at Nord-Mesnas vannmasser kan karakteriseres som lite til moderat påvirket av bakteriell forurensning av diverse opphav (jf. Kjellberg 2006). Kimtall på over 100 kde/ml ble registrert i 40, 17 og 8 % av prøvene fra henholdsvis 1, 20 og 30 m dyp.

Koliforme bakterier

Koliforme bakterier gir indikasjoner på fekal forurensning, dvs. både fersk og eldre forurensning fra dyr og mennesker, men parameteren kan også omfatte bakterier som finnes naturlig i jord og vann (Vannforsynings ABC). Konsentrasjonene av koliforme bakterier i Nord-Mesna varierte i området <1-48 kde/100 ml. Innsjøens vannmasser kan således karakteriseres som lite til moderat påvirket av fekal forurensning (jf. Kjellberg 2006). Det ble påvist koliforme bakterier, dvs. over grenseverdien i Drikkevannsforskriften, i 90 % av prøvene fra 1 m dyp, 58 % av prøvene fra 20 m dyp og i 67 % av prøvene fra 30 m dyp. Medianverdiene var lavere for prøvene fra 20 m og 30 m dyp enn for prøvene fra overflaten (1 m dyp), og lavest maksverdi ble registrert for prøvene fra 30 m dyp.

Tabell 11. Karakteristiske verdier for totalantall bakterier (kimtall), koliforme bakterier, *E. coli*, intestinale enterokokker og *Clostridium perfringens* i Nord-Mesna (prøver fra perioden 2009-2015). Kde = (antall) kolonidannende enheter. Grenseverdier og tiltakstyper i henhold til Drikkevannsforskriften er gitt.

	Enhet	Dyp, m	Median	Min	Maks	N	Grenseverdi	Tiltakstype
Kimtall 22 °C	kde/ml	1	81	36	185	10	-	C ¹
		20	45	5	460	12	-	"
		30	38	11	142	12	-	"
Koliforme bakterier	kde/100 ml	1	14	<1	48	10	0	B
		20	1	<1	30	12	"	"
		30	2	<1	5	12	"	"
<i>E. coli</i>	kde/100 ml	1	3	<1	12	12	0	A
		20	<1	<1	11	12	"	"
		30	<1	<1	2	12	"	"
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	1	<1	<1	2	4	0	A
		20	<1	<1	5	6	"	"
		30	<1	<1	1	6	"	"
<i>Clostridium perfringens</i>	kde/100 ml	1	<1	<1	3	4	0	C
		20	<1	<1	1	6	"	"
		30	<1	<1	1	6	"	"

¹ Ved verdier over 100 kde/100 ml må årsaken undersøkes.

E. coli

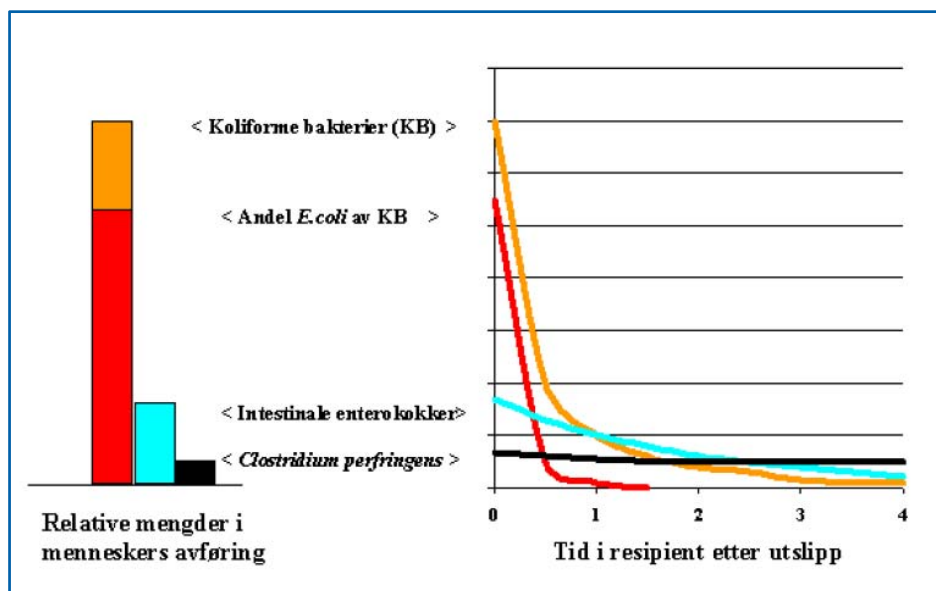
Escherichia coli (*E. coli*) er den parameteren som er mest brukt for påvisning av fersk fekal forurensning, dvs. ferske «tarmbakterier» fra mennesker og varmblodige dyr slik som husdyr, fugl og ville pattedyr. *E. coli* er den av de koliforme bakteriene som det er mest av i friske menneskers avføring (Vannforsynings ABC).

Konsentrasjonene av *E. coli* i Nord-Mesna varierte fra <1 (ikke påvist) til 12 kde/100 ml. Dette kan betegnes som lave verdier, og vannkvaliteten kan hygienisk sett karakteriseres som meget god på 20 m og 30 m samt god på 1 m dyp i henhold til SFT system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Anderssen mfl. 1997). Drikkevann skal imidlertid ikke inneholde *E. coli*, dvs. at grenseverdien er lik 0 kde/100 ml i henhold til Drikkevannsforskriften. Det ble påvist *E. coli* (i lave konsentrasjoner) i 80 % av prøvene fra 1 m, i 33 % av prøvene fra 20 m og i 17 % av prøvene fra 30 m dyp.

Intestinale enterokokker

Avføringen til mennesker og dyr inneholder også andre grupper bakterier, som er en naturlig del av tarmfloraen og som er nødvendige for fordøyelsen, bl.a. de såkalte enterokokker/streptokokker (Vannforsynings ABC). I menneskers avføring er det en mindre andel av disse bakteriene enn av *E. coli* og de andre koliforme bakteriene, mens det motsatte kan være tilfelle hos f.eks. husdyr. Gruppen intestinale enterokokker eller tarmenterokokker har lengre overlevelse i resipientvann enn de koliforme bakteriene (Figur 5). Tarmvirus «overlever» også betydelig lengre i resipientvann enn bakterier med samme overlevelsessevne som koliforme bakterier. Parameteren Intestinale enterokokker kan derfor benyttes som en indikator på eventuell forekomst av tarmvirus.

Det ble påvist intestinale enterokokker i til sammen 5 av 16 prøver fra Nord-Mesna. Konsentrasjonene var lave med maks forekomst på 5 kde/100 ml i en prøve fra 20 m dyp innsamlet den 13.10.2014 (Tabell 11, og Vedlegg Tabell 21). På 30 m dyp ble det påvist intestinale enterokokker i én av seks prøver (1 kde/100 ml) innsamlet den 26.5.2015. Kravet i Drikkevannsforskriften er at det ikke skal påvises intestinale enterokokker i drikkevannet.



Figur 5. Forholdet mellom de vanligste indikatorbakteriene i menneskers avføring, og deres relative overlevelsessevne etter utslipp til vann. *E. coli* er analysert som Termotolerante koliforme bakterier (TKB). Tidsaksen er ubenevnt, men for TKB i ferskvann som holder ca. 20 °C og er utsatt for dagslys, tilsvarer tallet 1 ca. 1 uke. Figuren og figurteksten er hentet fra Vannforsyningens ABC, kapittel B – Vannkvalitet (Folkehelseinstituttet 2004).

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens er en bakterie som finnes i menneskers og dyrs avføring, men i mye lavere konsentrasjoner enn koliforme bakterier og intestinale enterokokker (Figur 5). Bakterien deltar også i nedbrytningen av døde dyr i naturen (Vannforsyningens ABC). *Clostridium perfringens* har evnen til å danne sporer når vekstforholdene blir ugunstige. Disse sporene overlever svært lenge i resipientvann, og de er svært resistente mot ulike desinfeksjonsmidler (Vannforsyningens ABC). Parameteren kan benyttes som indikator på mulig forekomst av tarmvirus og tarmparasitter.

Det ble påvist *C. perfringens* i til sammen halvparten av prøvene fra dypene 1 m, 20 m og 30 m i Nord-Mesna. Konsentrasjonene var lave med maks 3 kde/100 ml i en prøve fra 1 m dyp den 7.4.2015 (Tabell 11 og Vedlegg Tabell 20). Kravet i henhold til Drikkevannsforskriften er 0 kde/100 ml.

Oppsummering vedrørende fekale indikatorbakterier

Undersøkelsene mht. mikrobiologiske parametere har vist at Nord-Mesnas vannmasser var lite til moderat påvirket av fersk og eldre fekal forurensning. Det ble imidlertid påvist koliforme bakterier, *E. coli*, intestinale enterokokker og *C. perfringens* i prøver fra både overflaten (1 m) og fra 20 m og 30 m dyp. Dette viser at vannet må gjennomgå rensing/desinfeksjon for å kunne tilfredsstille kravene til trykt og godt drikkevann i henhold til Drikkevannsforskriften. Tettheten av bakterier var generelt noe lavere i prøvene fra de dypere vannlagene enn i prøvene fra 1 m dyp, men det var ingen store forskjeller i vannkvaliteten mellom 20 m og 30 m dyp.

I 2014-2015 ble det primært tatt ut prøver på tidspunkter da det var forventet relativt stor sannsynlighet for fekal forurensning til de dypere vannlagene. Dette var i forbindelse med høstsirkulasjonen (like etter høstferien), i forbindelse med stort belegg på hytter og turistbedrifter i Sjusjøen-området (vinter- og påskeferie) samt under vårsirkulasjonen. Prøvene fra både den 13.10.2014 og den 26.5.2015 ble dessuten samlet inn like etter eller i forbindelse med regnvær. Vi har på denne måten forsøkt å fange opp situasjoner med stor belastning på resipienten. Datamaterialet ser imidlertid ikke ut til å indikere noen store forskjeller eller økninger i bakteriekonsentrasjonene (koliforme og *E. coli*) ved disse tilfellene sammenlignet med ved prøvetidspunktene i perioden 2009-2013.

4. Tilløpselver og tilløpsbekker

Primærdata med analyseresultater og samlestatistikk fra undersøkelsene av tilløpselver og -bekker i perioden 2009-2015 er gitt i Vedlegg, Tabeller 23-28. Figur 6 viser bilder fra de viktigste tilløpselvene til Nord-Mesna, tatt i forbindelse med prøvetaking den 26. mai 2015.

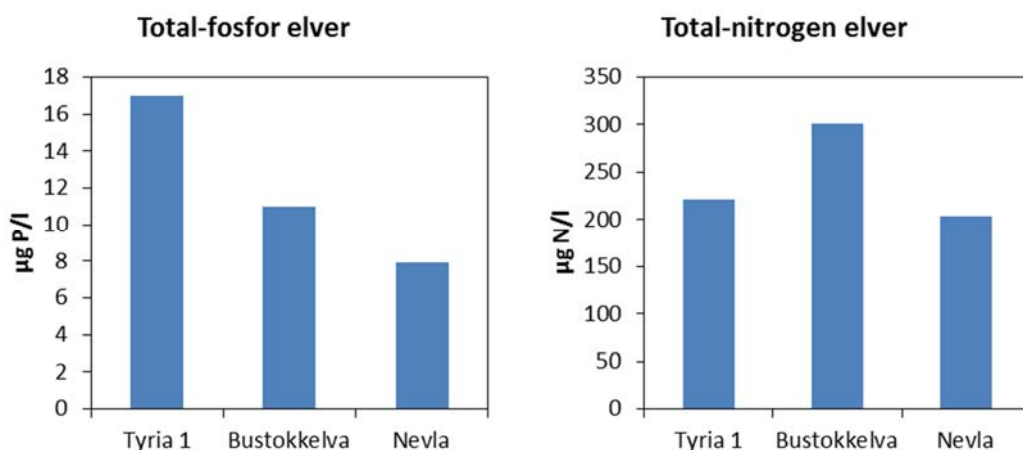


Figur 6. Bilder fra de større tilløpselvene til Nord-Mesna. Foto: J.E. Løvik/NIVA

4.1 Større tilløpselver

De tre større tilløpselvene Tyria (utløp fra kraftverket Tyria I), Bustokkelva og Nevla hadde konsentrasjoner av kalsium på 2,2-3,9 mg Ca/l og fargetall på 39-65 mg Pt/l (medianverdier). Ved vurderingene av miljøtilstand mht. eutrofiering har vi derfor brukt grenseverdier for kalkfattige og humøse elver i skogområder (jf. Vannforskriftens veileder 02:2013).

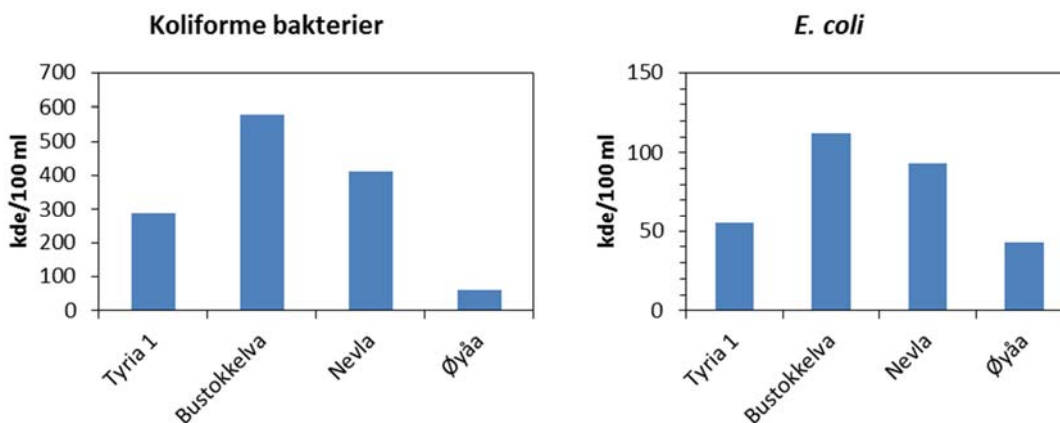
Medianverdien for tot-P var på 17 $\mu\text{g P/l}$ i Tyria, 11 $\mu\text{g P/l}$ i Bustokkelva og 7,9 $\mu\text{g P/l}$ i Nevla (Figur 7). Verdiene tilsvarer god tilstand i Tyria og svært god tilstand i Bustokkelva og Nevla med hensyn til eutrofiering. Medianverdiene for total-nitrogen i de tre samme tilløpselvene varierte innen området 204-301 $\mu\text{g N/l}$ (Figur 7). Dette ligger innenfor intervallet for svært god miljøtilstand (<400 $\mu\text{g N/l}$).



Figur 7. Medianverdier for tot-P og tot-N i Tyria, Bustokkelva og Nevla i perioden 2009-2013.

Ved vurderingen av graden av fekal forurensning har vi benyttet 90-persentiler av dataseriene. Dette for å vektlegge de høyere analyseverdiene (Figur 8). 90-persentilen er den analyseverdien der 90 prosent av alle analyseverdiene er lavere, mens 10 prosent er høyere. Ved f.eks. totalt 10 analyseverdier blir 90-persentilen derfor lik den nest høyeste verdien.

90-persentilene for koliforme bakterier varierte fra 62 kde/100 ml i Øyåa til 579 kde/100 ml i Bustokkelva (Figur 8). For *E. coli* varierte 90-persentilene fra 43 kde/100 ml i Øyåa til 117 kde/100 ml i Bustokkelva. Dataene viser at alle de fire større elvene var noe påvirket av fersk og eldre fekal forurensning, og at Bustokkelva så ut til å være mest påvirket.



Figur 8. 90-persentiler for koliforme bakterier og *E. coli* i de viktigste tilløpselvene for perioden 2009-2015.

Ut fra nivåene av *E. coli* kan vannkvaliteten i disse elvene karakteriseres som god mht. «tarmbakterier» i Øyåa og som mindre god i Tyria, Bustokkelva og Nevla (jf. Andersen mfl. 1997).

Intestinale enterokokker ble påvist i fra én til fire av fire prøver fra de samme elvene, i konsentrasjoner fra 1 til 32 kde/100 ml (se Tabell 23-26 i Vedlegg). Høyest konsentrasjon av intestinale enterokokker ble registrert i en prøve fra Nevla innsamlet den 13. oktober 2014.

Clostridium perfringens ble påvist i fra én til tre av fire prøver fra hver av elvene, i konsentrasjoner fra 1 til 8 kde/100 ml (se Tabell 23-26 i Vedlegg). Den høyeste konsentrasjonen ble målt i en prøve fra Bustokkelva innsamlet den 26. mai 2015.

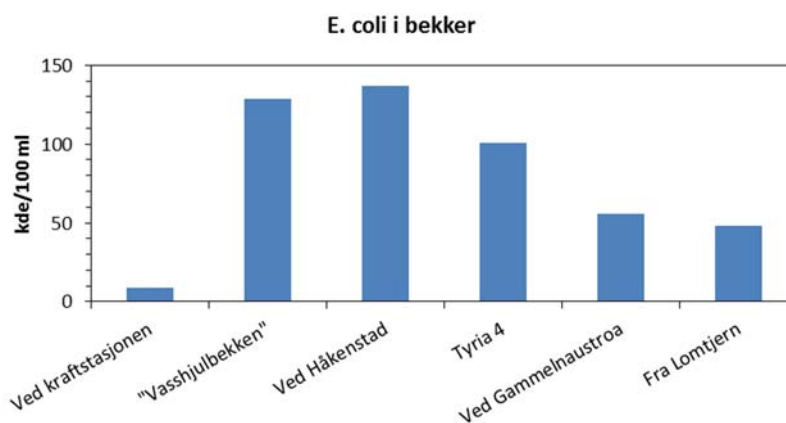
4.2 Mindre tilløpsbekker

Det ble samlet inn stikkprøver fra seks mindre tilløpsbekker til Nord-Mesna den 13. oktober 2014, for analyser mht. fekale indikatorbakterier (se Tabell 27 i Vedlegg). Resultatene for *E. coli* indikerte god vannkvalitet mht. fersk fekal forurensning i en liten bekk like sør for kraftstasjonen Tyria 1 og i en bekk fra Lomtjern som munner ut i Nord-Mesna i nordvestre delen av innsjøen (Figur 9). For de andre bekkene tilsvarer analyseresultatene mindre god vannkvalitet (jf. Andersen mfl. 1997).

Verdiene for koliforme bakterier varierte fra 22 kde/100 ml i bekken ved kraftstasjonen til 1203 kde/100 ml på lokaliteten Tyria 4 i elva Tyrias opprinnelige elveleie.

Intestinale enterokokker ble påvist i samtlige av de undersøkte bekkene den 13. oktober 2014, i konsentrasjoner på 6-48 kde/100 ml. *Clostridium perfringens* ble påvist i prøvene fra bekken ved kraftstasjonen og på lokaliteten Tyria 4, men ikke i prøvene fra de andre bekkene. Konsentrasjonen i bekken ved kraftstasjonen kan imidlertid karakteriseres som relativt høy, dvs. >100 kde/100 ml.

I prøver fra lokaliteten Tyria 4 innsamlet den 9. september 2013 (ved lav vannføring) ble det målt høye konsentrasjoner spesielt av tot-P (130 µg P/l) og *E. coli* (>2400 kde/100 ml). Det er rimelig å anta at denne forurensningen hadde sammenheng med utslippet fra Mesnali renseanlegg ca. 600 m oppstrøms prøvepunktet. Dette renseanlegget er planlagt avviklet i løpet av juni 2015 (Mari Østvold, Ringsaker kommune, pers. oppl.).



Figur 9. Konsentrasjoner av *E. coli* i vannprøver fra tilløpsbekker til Nord-Mesna innsamlet den 13. oktober 2014.

5. Litteratur

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, SFT. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanddirektivet 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. <http://www.vannportalen.no/>. 263 s.

Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitylstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport 2355. 57 s.

Folkehelseinstituttet 2004/2006/2008. Vannforsyningens ABC. Publisert 2004, oppdatert i 2006 og 2008. <http://www.fhi.no/tema/drikkevann/vannforsyningens-abc>.

Kjellberg, G. 2006. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2001. NIVA-rapport 5184-2006. 65 s.

Kjellberg, G. 2006. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport/datarapport for 2005. NIVA-rapport 5195-2006. 98 s.

Lovdata 2001/2012. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). Helse- og omsorgsdepartementet. Publisert i 2001, sist endret i 2012. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2001-12-04-1372>

Løvik, J.E. 2010. Vurdering av Nord-Mesna som aktuell råvannskilde for nordre Ringsaker. NIVA-rapport 6050-2010. 33 s.

Løvik, J.E. og Skjelbred, B. 2014. Overvåking av vassdrag i Ringsaker kommune i 2013. NIVA-rapport 6670-2014. 38 s.

Mattilsynet, 2011. Veileder til Drikkevannsforskriften av 4. desember 2001. Versjon 3. Mars 2011. <http://www.mattilsynet.no/>

Rognerud, S., Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 1995. Overvåking av vannkvaliteten i Mesna-vassdraget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 1992-1994. NIVA-rapport 3240. 47 s.

6. Vedlegg

Tabell 12. Oversikt over analysemetoder/analysebetegnelser.

Analyse	Benevning	Metode
<u>Alcontrol (tidligere LabNett):</u>		
pH		NS-EN ISO 10523
Turbiditet	FNU	NS-EN ISO 7027
Konduktivitet	mS/m	NS-ISO 7888
Alkalitet	mmol/l	ISO 9963-1
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C
Total organisk karbon (TOC)	mg C/l	NS-EN 1484
Løst organisk karbon (LOC)	mg C/l	NS-EN 1484
Kalsium	mg Ca/l	ICP-AES
Magnesium	mg Mg/l	ICP-AES
Natrium	mg Na/l	ICP-AES
Kalium	mg K/l	ICP-AES
Sulfat	mg SO ₄ /l	Ionekromatografi
Klorid	mg Cl/l	Ionekromatografi
Fluorid	Mg F/l	Ionekromatografi
Total-fosfor	µg P/l	NS-EN ISO 6878, AA
Total-nitrogen	µg N/l	NS 4743, Autoanalyser
Nitrat + nitritt	µg N/l	NS 4745, Autoanalyser
Nitritt	µg N/l	NS 4745, Autoanalyser
Ammonium	µg N/l	Basert på NS 4746, AA
Jern	µg Fe/l	ICP-AES
Mangan	µg Mn/l	ICP-AES
UV-transmisjon	% T/5 cm	Intern
Oksygen	mg O/l	NS 5814
Aluminium	µg Al/l	ICP-AES
Kimtall 22 °C	kde/ml	NS-EN ISO 6222
E. coli	kde/100 ml	Colilert
Koliforme bakterier	kde/100 ml	Colilert
Closterium perfringens	kde/100 ml	mCP agar
Intestinale enterokokker	kde/100 ml	NS-EN ISO 7899-2
<u>NIVA:</u>		
Arsen	µg As/l	E 8-3: ICP-MS
Kadmium	µg Cd/l	E 8-3: ICP-MS
Krom	µg Cr/l	E 8-3: ICP-MS
Kobber	µg Cu/l	E 8-3: ICP-MS
Jern	µg Fe/l	E 8-3: ICP-MS
Mangan	µg Mn/l	E 8-3: ICP-MS
Nikkel	µg Ni/l	E 8-3: ICP-MS
Bly	µg Pb/l	E 8-3: ICP-MS
Antimon	µg Sb/l	E 8-3: ICP-MS
Selen	µg Se/l	E 8-3: ICP-MS
Klorofyll-a	µg/l	H 1-1, spektrofotometrisk bestemmelse i metanolekstrakt

Tabell 13. Primærdata for Nord-Mesna mht. siktedyp, næringsstoffer, organisk stoff, generelle vannkvalitetsvariabler, klorofyll-a og planteplankton-mengde fra de øvre vannlagene.

Dato	Siktedyp m	Prøvedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	Nitritt µg N/l	NH4-N µg N/l	TOC mg C/l	LOC mg C/l	UV-trans. % T/5 cm	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Kond. m S/m	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Kl-a µg/l	Plantepl.volum mm ³ /m ³
26.08.2009	4,0	0-10	11	478	238			5,6			6,6	0,98	45				2,7	190
30.09.2009	3,9	0-10	11	269	59			5,6			6,7	0,82	49				3,1	131
15.10.2009	4,5	0-10	11	311	77			6,0			6,5	0,95	44	2,15	0,093	3,17	2,2	85,5
23.03.2010		0-10	9,3	263	88		12	6,1			6,6	0,36	53	2,47	0,106	3,40		
17.06.2010	4,7	0-10	9,6	273	56			5,6			6,8	0,78	41				1,7	88,7
20.07.2010	4,1	0-10	9,3	252	39			5,7			6,7	0,76	43				4,7	321,8
08.07.2013	4,3	0-10	11	228	30						6,9	0,57	44	2,07	0,093	2,61	3,3	484,7
06.08.2013	4,5	0-10	8,3	243	40						6,6	0,96	37	2,03	0,095	2,52	3,2	340,2
13.10.2014	4,2	1		43	43		7,5	4,4	4,1		6,9	0,29	33	2,35	0,128	2,80		
25.02.2015		1		89	89	1,5	10	6,3	6,2	4,8		0,42	62	2,22		2,97		
07.04.2015		1		90	90	1,5	19	5,1	5,0	8,0	6,6	0,48	43	2,31	0,116	2,77		
26.05.2015		1		116	116	1,2	7,3	5,1	4,7	6,8	6,8	1,60	39	2,57	0,114	3,11		
Min	3,9		8,3	228	30	1,2	7,3	4,4	4,1	4,8	6,5	0,29	33	2,03	0,093	2,52	1,7	85,5
Maks	4,7		11,0	478	238	1,5	19,0	6,3	6,2	8,0	6,9	1,60	62	2,57	0,128	3,40	4,7	484,7
Middel	4,3		10,1	290	80	1,4	11,2	5,6	5,0	6,5	6,7	0,75	44	2,27	0,106	2,92	3,0	234,6
Median	4,3		10,3	266	68	1,5	10,0	5,6	4,9	6,8	6,7	0,77	44	2,27	0,106	2,89	3,1	190,0
St.avvik	0,3		1,1	80	56	0,2	4,8	0,6	0,9	1,6	0,1	0,36	8	0,19	0,014	0,30	1,0	151,4
N	8	4	8	8	12	3	5	10	4	3	11	12	12	8	7	8	7	7

Tabell 14. Primærdata for Nord-Mesna mht. næringsstoffer, organisk stoff og generelle vannkvalitetsvariabler for 20 m dyp.

Dato	Prøvedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	Nitritt µg N/l	NH4-N µg N/l	TOC mg C/l	LOC mg C/l	UV-trans. % T/5 cm	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Kond. m S/m	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l
26.08.2009	20	9,1	319	154			4,9			6,4	0,47	40			
30.09.2009	20	11	262	79			5,8			6,5	0,70	46			
15.10.2009	20	10	283	90			6,0			6,5	0,70	47	2,2	0,094	3,17
23.03.2010	20	9,4	253	104		7,1	5,7			6,5	0,46	50	2,4	0,095	3,27
17.06.2010	20	8,5	283	99			6,0			6,6	0,51	47			
20.07.2010	20	8	287	94			6,6			6,4	0,57	45			
08.07.2013	20						4,9			6,7	0,29	37			
06.08.2013	20						4,7			6,4	0,30	40			
13.10.2014	20			72		10	4,5	4,4		6,8	0,70	35	2,47	0,100	2,93
25.02.2015	20			87	1,1	4,6	5,6	5,0	8,0	6,7	0,43	42	2,25	0,098	2,87
07.04.2015	20			97	1,2	6,4	5,4	5,4	7,7	6,5	0,28	40	2,24	0,098	2,70
26.05.2015	20			117	1,3	6,8	5,2	4,9	6,9	6,7	1,40	38	2,47	0,111	3,05
Min		8,0	253	72	1,1	4,6	4,5	4,4	6,9	6,4	0,28	35	2,20	0,094	2,70
Maks		11,0	319	154	1,3	10,0	6,6	5,4	8,0	6,8	1,40	50	2,47	0,111	3,27
Middel		9,3	281	99	1,2	7,0	5,4	4,9	7,5	6,6	0,57	42	2,34	0,099	3,00
Median		9,3	283	96	1,2	6,8	5,5	5,0	7,7	6,5	0,49	41	2,33	0,098	2,99
St.avvik		1,1	23	23	0,1	1,9	0,6	0,4	0,6	0,1	0,30	5	0,12	0,006	0,21
N		6	6	10	3	5	12	4	3	12	12	12	6	6	6

Tabell 15. Primærdata for Nord-Mesna mht. næringsstoffer, organisk stoff og generelle vannkvalitetsvariabler for 30 m dyp (28 m den 25.2.2015).

Dato	Prøvedyp m	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	Nitritt µg N/l	NH4-N µg N/l	TOC mg C/l	LOC mg C/l	UV-trans. % T/5 cm	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Kond. m S/m	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l
26.08.2009	30	10	308	141			5,1			6,3	0,45	40			
30.09.2009	30	10	293	148			4,9			6,3	0,42	39			
15.10.2009	30	11	266	93			6,0			6,5	0,73	47	2,24	0,094	3,23
23.03.2010	30	15	273	115		7,3	5,8			6,4	0,47	48	2,53	0,103	
17.06.2010	30	9,3	291	100			6,0			6,5	0,50	48			
20.07.2010	30	8,7	271	100			6,2			6,4	0,56	46			
08.07.2013	30						5,0			6,7	0,25	30			
06.08.2013	30						4,5			6,4	0,27	40			
13.10.2014	30			143		4,1	4,6	4,4		6,6	0,13	36	2,64	0,101	3,11
25.02.2015	28			95	1,4	7,2	5,5	5,1	7,9	6,7	0,61	43	2,32	0,104	3,03
07.04.2015	30			109	<1,0	7,3	5,4	5,3	7,8	6,5	0,56	38	2,37	0,107	2,84
26.05.2015	30			116	1,2	7,3	5,1	4,9	6,9	6,7	1,50	38	2,51	0,112	3,06
Min		8,7	266	93	<1,0	4,1	4,5	4,4	6,9	6,3	0,13	30	2,24	0,094	2,84
Maks		15,0	308	148	1,4	7,3	6,2	5,3	7,9	6,7	1,50	48	2,64	0,112	3,23
Middel		10,7	284	116	1,0	6,6	5,3	4,9	7,5	6,5	0,54	41	2,44	0,104	3,05
Median		10,0	282	112	1,2	7,3	5,3	5,0	7,8	6,5	0,49	40	2,44	0,104	3,06
St.avvik		2,3	16	21	0,5	1,4	0,6	0,4	0,6	0,1	0,35	6	0,15	0,006	0,14
N		6	6	10	3	5	12	4	3	12	12	12	6	6	5

Tabell 16. Analyseresultater for Nord-Mesna mht. hovedkomponenter, tungmetaller og sporstoffer i prøver fra de øvre vannlag.

Dato	Prøvedyp	Mg	Na	K	Cl	SO4	F	Fe	Mn	Al	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	Se	
	m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgSO4/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
15.10.2009	0-10	0,41	0,68	0,23	0,744	2,31	<0,05				0,2	<0,005	<0,1	0,30	0,33	0,02	<0,05	<1	
15.10.2009	1																		
23.03.2010	1										0,2	0,025	0,2	1,54	0,83	0,43	<0,05	<1	
13.10.2014	1							61	10,9										
25.02.2015	1							163	38,2										
07.04.2015	1							177	45,7										
26.05.2015	1							191	86,9										
Min		0,41	0,68	0,23	0,744	2,31	<0,05	61	10,9		0,2	<0,025	<0,1	0,30	0,33	0,02	<0,05	<1	
Maks		0,41	0,68	0,23	0,744	2,31	<0,05	191	86,9		0,2	0,025	0,2	1,54	0,83	0,43	<0,05	<1	
Middel		0,41	0,68	0,23	0,744	2,31	<0,05	148	45,4		0,2	0,014	0,13	0,92	0,58	0,23	<0,05	<1	
Median								170	42,0										
St.avvik								59,1	31,4										
N		1	1	1	1	1	1	4	4	0	2	2	2	2	2	2	2	2	

Tabell 17. Analyseresultater for Nord-Mesna mht. hovedkomponenter, tungmetaller og sporstoffer i prøver fra 20 m dyp.

Dato	Prøvedyp	Mg	Na	K	Cl	SO4	F	Fe	Mn	Al	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	Se
	m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgSO4/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
15.10.2009	20	0,41	0,69	0,25	0,77	2,28	<0,05				0,2	0,010	<0,1	0,68	0,42	0,19	<0,05	<1
23.03.2010	20										0,1	0,006	0,1	0,51	0,39	0,17	<0,05	<1
08.07.2013	20							131	21,6	46,9								
06.08.2013	20							97,5	8,2	46,5								
13.10.2014	20							86,1	16,3									
25.02.2015	20							97,2	15,4									
07.04.2015	20							88,4	11,4									
26.05.2015	20							191	88,1									
Min		0,41	0,69	0,25	0,77	2,28	<0,05	86,1	8,2	46,5	0,1	0,006	<0,1	0,51	0,39	0,17	<0,05	<1
Maks		0,41	0,69	0,25	0,77	2,28	<0,05	191	88,1	46,9	0,2	0,010	0,1	0,68	0,42	0,19	<0,05	<1
Middel		0,41	0,69	0,25	0,77	2,28	<0,05	115	26,8	46,7	0,15	0,008	0,08	0,595	0,41	0,18	<0,05	<1
Median								97,4	15,9									
St.avvik								40,5	30,4									
N		1	1	1	1	1	1	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabell 18. Analyseresultater for Nord-Mesna mht. hovedkomponenter, tungmetaller og sporstoffer i prøver fra 30 m dyp (28 m den 25.2.2015).

Dato	Prøvedyp m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mgSO4/l	F mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Al µg/l	As µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Sb µg/l	Se µg/l
15.10.2009	30	0,41	0,69	0,23	0,757	2,29	<0,05				0,1	0,008	<0,1	0,61	0,38	0,33	<0,05	<1
23.03.2010	30									46,4	0,2	0,006	0,2	0,49	0,38	0,11	<0,05	<1
08.07.2013	30							135	22									
06.08.2013	30							108	10,6	47,1								
13.10.2014	30							109	38,2									
25.02.2015	28							121	54,5									
07.04.2015	30							101	36,5									
26.05.2015	30							191	90,2									
Min		0,41	0,69	0,23	0,757	2,29	<0,05	101	10,6	46,4	0,1	0,006	0,2	0,49	0,38	0,11	<0,05	<1
Maks		0,41	0,69	0,23	0,757	2,29	<0,05	191	90,2	47,1	0,2	0,008	0,2	0,61	0,38	0,33	<0,05	<1
Middel		0,41	0,69	0,23	0,757	2,29	<0,05	128	42,0	46,75	0,15	0,007	0,13	0,55	0,38	0,22	<0,05	<1
Median								115	37,4									
St.avvik								33,3	28,0									
N		1	1	1	1	1	1	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabell 19. Vanntemperatur og analyseresultater mht. konsentrasjonen av oksygen i Nord-Mesna.

Dato	Dyp m	Temp. °C	O2 mg O/l	O2-metn. %	Dato	Dyp m	Temp. °C	O2 mg O/l	O2-metn. %
26.08.2009	0,5	14,6			08.07.2013	0,5	17,0		
26.08.2009	2	14,6			08.07.2013	2	15,2		
26.08.2009	5	14,5			08.07.2013	5	14,8		
26.08.2009	8	14,1			08.07.2013	8	14,6		
26.08.2009	10	13,6			08.07.2013	10	13,4		
26.08.2009	15	10,0			08.07.2013	12	11,1		
26.08.2009	20	7,9			08.07.2013	15	8,2		
26.08.2009	30	7,0			08.07.2013	20	6,4		
30.09.2009	0,5	10,2			08.07.2013	30	5,7		
30.09.2009	2	10,2			06.08.2013	0,5	17,4		
30.09.2009	5	10,2			06.08.2013	2	17,4		
30.09.2009	8	10,2			06.08.2013	5	17,0		
30.09.2009	10	10,2			06.08.2013	8	14,7		
30.09.2009	15	10,2			06.08.2013	10	12,0		
30.09.2009	20	9,5			06.08.2013	12	10,4		
30.09.2009	30	7,1			06.08.2013	15	8,5		
15.10.2009	0,5	6,6			06.08.2013	20	6,7		
15.10.2009	2	6,7			06.08.2013	30	6,0		
15.10.2009	5	6,8			13.10.2014	1	8,5	7,2	61,6
15.10.2009	8	6,7			13.10.2014	10	8,5		
15.10.2009	10	6,7			13.10.2014	20	8,1	9,2	77,9
15.10.2009	15	6,6			13.10.2014	30	6,5	9,6	78,1
15.10.2009	20	6,6			25.02.2015	1	0,8	10,7	74,8
15.10.2009	30	6,5			25.02.2015	10	2,2		
23.03.2010	0,5	0,6	12,9	89,6	25.02.2015	20	3,6	9,9	74,7
23.03.2010	2	1,2			25.02.2015	28	3,8	8,7	66,0
23.03.2010	5	1,5			07.04.2015	1	1,0	11,3	79,4
23.03.2010	8	1,7			07.04.2015	20	3,8	9,0	68,3
23.03.2010	10	2,1	11,9	86,2	07.04.2015	26	3,8	8,0	60,7
23.03.2010	15	2,3			26.05.2015	1	6,1	9,9	79,7
23.03.2010	20	2,5	10,7	78,4	26.05.2015	10	5,8		
23.03.2010	25	2,7			26.05.2015	20	5,6	10,0	79,5
23.03.2010	30	2,9	8,4	62,2	26.05.2015	30	5,3	10,0	78,9
23.03.2010	33	3,0							
17.06.2010	0,5	14,0							
17.06.2010	2	13,3							
17.06.2010	5	11,0							
17.06.2010	8	9,5							
17.06.2010	10	8,3							
17.06.2010	15	6,4							
17.06.2010	20	5,8							
17.06.2010	30	5,4							
20.07.2010	0,5	17,0							
20.07.2010	2	16,9							
20.07.2010	5	16,8							
20.07.2010	8	15,9							
20.07.2010	10	13,4							
20.07.2010	15	8,8							
20.07.2010	20	6,9							
20.07.2010	30	6,3							

Tabell 20. Kimtall og konsentrasjoner av fekale indikatorbakterier fra 1 m dyp i Nord-Mesna. E. coli = Escherichia coli, Int. enterok. = Intestinale enterokokker, C. perfringens = Clostridium perfringens

Dato	Prøvedyp m	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	1	123	9	<1		
30.09.2009	1	41	18	<1		
15.10.2009	1	36	<1	<1		
23.03.2010	1	185	2	1		
17.06.2010	1	68	48	10		
20.07.2010	1	50	41	9		
08.07.2013	1			<1		
06.08.2013	1			2		
13.10.2014	1	101	10	3	<1	<1
25.02.2015	1	46	19	12	<1	<1
07.04.2015	1	93	23	4	<1	3
26.05.2015	1	135	9	4	2	1
Min		36	<1	<1	<1	<1
Maks		185	48	12	2	3
Middel		88	18	4	<1	1
Median		81	14	3	<1	<1
90-persentil		135	41	10	2	3
N		10	10	12	4	4

Tabell 21. Kimtall og konsentrasjoner av fekale indikatorbakterier fra 20 m dyp i Nord-Mesna.

Dato	Prøvedyp m	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	20	55	1	1		
30.09.2009	20	75	30	<1		
15.10.2009	20	43	1	<1		
23.03.2010	20	94	<1	<1		
17.06.2010	20	5	5	<1		
20.07.2010	20	31	3	3		
08.07.2013	20	45	<1	<1	<1	1
06.08.2013	20	44	<1	<1	1	<1
13.10.2014	20	460	26	11	5	1
25.02.2015	20	22	<1	<1	<1	<1
07.04.2015	20	26	<1	<1	<1	<1
26.05.2015	20	112	7	3	1	1
Min		5	<1	<1	<1	<1
Maks		460	30	11	5	1
Middel		84	6	2	1	<1
Median		45	1	<1	<1	<1
90-persentil		112	26	3	1	1
N		12	12	12	6	6

Tabell 22. Kimtall og konsentrasjoner av fekale indikatorbakterier fra 30 m dyp i Nord-Mesna.

Dato	Prøvedyp m	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	30	49	1	<1		
30.09.2009	30	32	4	<1		
15.10.2009	30	29	2	<1		
23.03.2010	30	97	<1	<1		
17.06.2010	30	32	2	<1		
20.07.2010	30	36	5	2		
08.07.2013	30	34	<1	<1	<1	1
06.08.2013	30	40	<1	<1	<1	1
13.10.2014	30	64	<1	<1	<1	1
25.02.2015	28	11	1	<1	<1	<1
07.04.2015	30	142	2	<1	<1	<1
26.05.2015	30	69	4	2	1	<1
Min		11	<1	<1	<1	<1
Maks		142	5	2	1	1
Middel		53	2	<1	<1	<1
Median		38	2	<1	<1	<1
90-persentil		97	4	2	<1	1
N		12	12	12	6	6

Tabell 23. Resultater av fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyser av prøver fra Tyria (utløp fra kraftstasjonen Tyria 1) innsamlet i perioden 2009-2015.

Dato	Vannføring	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3 µg N/l	TOC mg C/l	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Ca mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	Høy	19	241	<10	6,2	6,4	1,5	55				241	61	17		
30.09.2009	Middels	19	212				1,5	54				135	290	0		
15.10.2009	Høy	17	245				1,6	52				110	4	1		
07.12.2009	Høy	10	211				0,58	54	2,19			610	16	1		
23.03.2010	Middels-lav	12	194				0,68	32				34	3	0		
26.04.2010	Middels	19	311				0,82	43				90	0	0		
18.05.2010	Høy	21	336				2,5	71				1140	71	5		
17.06.2010	Middels	18	217				1,2	49				87	43	2		
20.07.2010	Middels	10	246				1,5	49				210	816	166		
08.07.2013	Middels	13	198		4,4	6,7	0,69	33		204	19,3	260	36	1		
06.08.2013	Middels-lav	13	221		4,1	6,7	1,1	44		192	38,6	930	236	55		
13.10.2014	Høy-midd.											2480	25	20	8	<1
25.02.2015	Lav											228	3	1	<1	<1
07.04.2015	Lav-midd.											66	10	3	<1	2
26.05.2015	Middels											350	7	6	<1	7
Min		10	194	<10	4,1	6,4	0,58	32	2,19	192	19,3	34	0	0	<1	<1
Maks		21	336	<10	6,2	6,7	2,5	71	2,19	204	38,6	2480	816	166	8	7
Middel		15,5	239	<10	4,9	6,6	1,2	49	2,19	198	29,0	465	108	19	2	3
Median		17	221	<10	4,4	6,7	1,2	49	2,19	198	29,0	228	25	2	<1	1
90-persentil		4,0	46		1,1	0,2	0,56	11		8,5	13,6	646	214	43	8	7
St.avvik		11	11	1	3	3	11	11	1	2	2	15	15	15	4	4
N																

Tabell 24. Resultater av fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyser av prøver fra Bustokkelva innsamlet i perioden 2009-2015.

Dato	Vannføring	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3 µg N/l	TOC mg C/l	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Ca mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	Høy	13	295	17	7,9	6,5	0,93	66				1850	388	13		
30.09.2009	Lav	13	301				0,82	72				260	225	109		
15.10.2009	Lav	16	337				1,2	72				245	32	7		
07.12.2009	Middels	11	278				0,77	75	3,25			1250	36	14		
23.03.2010	Lav	10	269				0,79	65				120	26	8		
26.04.2010	Lav	10	908				0,73	24				830	579	276		
18.05.2010	Høy	16	394				2,0	67				1060	119	41		
17.06.2010	Lav	11	457				1,0	42				1180	437	112		
20.07.2010	Middels	11	267				1,2	52				310	326	21		
08.07.2013	Middels	11	240		6,9	6,8	0,75	31		182	46,2	280	144	11		
06.08.2013	Middels-lav	10	325		5,3	6,8	0,55	48		129	32,8	950	1733	48		
13.10.2014	Høy-midd.											1380	71	12	7	3
25.02.2015	Lav											120	57	35	2	<1
07.04.2015	Lav-midd.											186	7	2	2	1
26.05.2015	Middels											850	64	35	11	8
Min		10	240	17	5,3	6,5	0,55	24	3,25	129	32,8	120	7	2	2	1
Maks		16	908	17	7,9	6,8	2,0	75	3,25	182	46,2	1850	1733	276	11	8
Middel		12,0	370	17	6,7	6,7	0,98	56	3,25	156	39,5	725	283	50	6	3
Median		11	301	17	6,9	6,8	0,82	65	3,25	156	39,5	830	119	21	5	2
90-persentil												1380	579	112	11	8
St.avvik		2,2	189		1,3	0,2	0,39	18		37,5	9,48	548	438	71	4	4
N		11	11	1	3	3	11	11	1	2	2	15	15	15	4	4

Tabell 25. Resultater av fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyser av prøver fra Nevla innsamlet i perioden 2009-2015.

Dato	Vannføring	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3 µg N/l	TOC mg C/l	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/l	Ca mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
26.08.2009	Høy	11	204	12	6,3	7,0	1,1	45				1820	173	15		
30.09.2009	Lav	8	140				1,2	28				>300	38	3		
15.10.2009	Lav	7,7	207				0,89	27				>300	3	3		
07.12.2009	Middels	4,6	177				0,65	34	3,88			640	5	2		
23.03.2010	Lav	5,7	227				1,1	19				114	0	0		
26.04.2010	Middels	7,4	320				0,95	39				225	0	0		
18.05.2010	Meget høy	16	293				3,2	56				1540	326	93		
17.06.2010	Lav	7,9	183				0,63	40				100	138	2		
20.07.2010	Middels	10	202				1,1	47				293	411	15		
08.07.2013	Middels	7,2	164		4,3	7,2	0,3	30		240	14,7	600	150	8		
06.08.2013	Middels-lav	9,2	247		4,9	7,2	0,68	41		323	19,3	880	1203	56		
13.10.2014	Høy-midd.											>3000	272	238	32	2
25.02.2015	Lav											144	9	1	<1	<1
07.04.2015	Lav-midd.											125	4	1	1	<1
26.05.2015	Høy											500	4	4	<1	3
Min		4,6	140	12	4,3	7	0,3	19	3,88	240	14,7	100	0	0	<1	<1
Maks		16	320	12	6,3	7,2	3,2	56	3,88	323	19,3	>3000	1203	238	32	3
Middel		8,6	215	12	5,2	7,1	1,1	37	3,88	282	17,0	730	182	29	9	2
Median		7,9	204	12	4,9	7,2	0,95	39	3,88	282	17,0	330	38	3	<1	1
90-persentil												1820	411	93	32	3
St.avvik		3,0	54		1,0	0,1	0,76	11		59	3,3		313	63		
N		11	11	1	3	3	11	11	1	2	2	15	15	15	4	4

Tabell 26. Resultater av mikrobiologiske analyser av prøver fra Øyåa innsamlet i perioden 2014-2015.

Dato	Vannføring	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterok. kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
13.10.2014	Høy-midd.	1040	62	43	11	1
25.02.2015	Lav	240	9	1	<1	<1
07.04.2015	Lav-midd.	140	2	<1	<1	<1
26.05.2015	Middels-høy	210	7	6	2	<1
Min		140	2	<1	<1	<1
Maks		1040	62	43	11	1
Middel		408	20	13	4	<1
Median		225	8	4	1	<1
90-persentil		1040	62	43	11	1
St.avvik		424	28	23	6	<1
N		4	4	4	4	4

Tabell 27. Resultater av mikrobiologiske analyser av prøver fra mindre tilløpsbøkker til Nord-Mesna innsamlet i 2013-2014.

Stasjon	Navn	Dato	Vannføring	Kimtall kde/ml	Koliforme kde/100 ml	E. coli kde/100 ml	Int. enterokker kde/100 ml	C. perfringens kde/100 ml
2	Ved kraftst.	13.10.2014	Høy-midd.	2360	22	9	10	>100
3	Vasshjulbekken	13.10.2014	Høy-midd.	1600	166	129	20	<1
4	Ved Håkenstad	13.10.2014	Høy-midd.	>3000	192	137	48	<1
5	Tyria 4	09.09.2013	Lav			>2400		
5	Tyria 4	13.10.2014	Høy-midd.	2910	1203	101	18	10
7	Ved Gammelnaustroa	13.10.2014	Høy-midd.	2500	365	56	6	<1
8	Fra Lomtjern	13.10.2014	Høy-midd.	2800	93	48	7	<1

Tabell 28. Resultater av fysisk-kjemiske analyser av prøver fra stasjon Tyria 4, innsamlet den 9.9.2013.

Stasjon	Navn	Dato	Vannføring	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3 µg N/l	pH	Turb. FNU	Farge Pt/l	Kond. m S/m	Ca mg/l	KOF-Mn mg O/l
5	Tyria 4	09.09.2013	Lav	130	1930	419	7,2	1,0	19	6,82	6,47	4,3

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no