



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

**VOL.: 2, NR.: 34, 2016**

# KILDESPORING AV FEKAL VANNFORURENSING I TILLØPSBEKKENE TIL JONSVANNET

Adam M. Paruch, Lisa Paruch, Trond Mæhlum  
Divisjon for miljø og naturressurser

## TITTEL/TITLE

KILDESPORING AV FEKAL VANNFORURENSING I TILLØPSBEKKENE TIL JONSVANNET  
SOURCE TRACKING OF FECAL WATER CONTAMINATION IN TRIBUTARIES OF  
JONSVANNET LAKE

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Adam M. Paruch, Lisa Paruch, Trond Mæhlum

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
19.02.2016	2/34/2016	Åpen	8843	2015/1681
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
	978-82-17- 01597-0	2464-1162	60	15

## OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER:

Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg,  
Trondheim kommune

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Erlend Nygård

## STIKKORD/KEYWORDS:

*Bacteroidales* 16S rRNA gener, DNA-tester,  
*E. coli*, fekal vannforurensing, genetiske  
markører

*Bacteroidales* 16S rRNA genes, DNA-tests,  
*E. coli*, faecal water contamination, genetic  
markers

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannkvalitet

Water quality

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

NIBIO ble engasjert av Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg til å utføre en undersøkelse gjennom et prosjekt på kildeopsporning av fekal vannforurensing i tilløpsbekker til Jonsvannet (dvs. Jervbekken, Valsetbekken, Lykkjebekken og Sagelva) og i tillegg i en kontrollprøve fra utløp i Jonsvannsveien. Formålet med prosjektet var primært å benytte molekylærbiologiske metoder for sporing av fekale forurensningskilder og å definere hvor i nedbørfeltet fekal forurensing fra mennesker, drøvtyggere og hester dominerer. Resultatene fra prosjektet viser at fekal forurensing med *E. coli* ble funnet i de fleste ferskvannsprøver tatt ut fra Valsetbekken, Jervbekken og Sagelva. Også, ble *E. coli* påvist i alle prøver fra Lykkjebekken og fra utløp i Jonsvannsveien. I tillegg viste resultatene en lik trend som ble observert gjennom tester av alle vannprøvene, dvs. et klart bidrag i fekal forurensingen fra mennesker i den kalde perioden



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

(generelt for sommeren og for vinteren) og høyest bidraget fra dyr (særlig drøvtyggere) i den varme perioden (generelt juni - september 2015).

NIBIO was engaged by Vikelvdalen Waterwork to conduct a survey throughout a project focusing on source tracking of faecal water contamination in tributaries of Jonsvannet Lake (i.e. Jervbekken, Valsetbekken, Lykkjebekken and Sagelva) and additionally in a control sample from an outlet at Jonsvannsveien street. The purpose of the project was primarily to employ molecular methods for detection of faecal contamination sources and to define where in the catchment the contamination from humans, ruminants and horses dominates. The project results show that faecal contamination with *E. coli* was found in most of the freshwater samples collected from Valsetbekken, Jervbekken and Sagelva. Also, *E. coli* was detected in all samples collected from Lykkjebekken and from the outlet at Jonsvannsveien street. In addition, the results showed that a similar trend was observed through tests of all water samples, i.e. a clear contribution to faecal contamination from humans in a cold season and the highest contribution of animals (in particular ruminants) in a warm season (generally, June – September 2015).

LAND/COUNTRY:	Norge / Norway
FYLKE/COUNTY:	Sør-Trøndelag
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Trondheim
STED/LOKALITET:	Trondheim

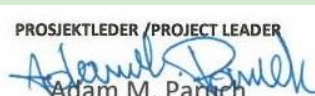
GODKJENT / APPROVED



Øistein Vethe

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER / PROJECT LEADER



Adam M. Parach

NAVN/NAME



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI


# FORORD

NIBIO ble engasjert av Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg (VIVA), Trondheim kommune til å utføre en undersøkelse på kildesporing av fekal vannforurensning i fire bekker innen Jonsvannet. Denne rapporten oppsummerer et prosjekt «*Kildesporing av fekal vannforurensning i tilløpsbekkene til Jonsvannet*» med oppstart i april 2015 og innhenting av data fram til desember 2015. Funn har også blitt fortløpende rapportert til oppdragsgiver i korte datarapporter (Vedlegg 1 – 15). Formålet med prosjektet var primært å benytte molekylærbiologiske metoder for sporing av fekale forurensningskilder i Jervbekken, Valsetbekken, Lykkjebekken og Sagelva, også i en kontrollprøve fra utløpet i Jonsvannsveien.

Selve prøvetakingen ble utført av personell ved avdeling for vann- og avløp/VIVA i Trondheim kommune. Mikrobiologiske analyser (koliforme bakterier og *Escherichia coli* - *E. coli*) og molekylærbiologiske DNA-tester er utført på NIBIO laboratorier i Ås av henholdsvis Adam M. Paruch (seniorforsker) og Lisa Paruch (forsker).

Undersøkelsen inngår også i en NIBIO ledet undersøkelse med støtte fra Norsk Vann hvor molekylærbiologiske metoder testes ut for kartlegging av fekal forurensning i nedbørsfelt til større drikkevannskilder i Norge.

Ås, 12.02.2016

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

  
Lisa Paruch  
Forsker

  
Trond Mæhlum  
Avdelingsleder

# INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	6
1.1	Fekal forurensning og kildesporing .....	6
1.2	Drikkevannskilden Jonsvannet .....	7
2	MATERIALE OG METODER.....	10
3	RESULTATER .....	14
3.1	Mikrobiologiske analyser .....	14
3.1.1	Valsetbekken.....	14
3.1.2	Jervbekken .....	14
3.1.3	Sagelva .....	14
3.1.4	Lykkjebekken.....	15
3.1.5	Jonsvannsveien .....	15
3.2	Molekylærbiologiske analyser.....	15
3.2.1	Valsetbekken.....	15
3.2.2	Jervbekken .....	16
3.2.3	Sagelva .....	16
3.2.4	Lykkjebekken.....	17
3.2.5	Jonsvannsveien .....	17
4	DISKUSJON.....	26
5	KONKLUSJONER.....	28



# 1 INNLEDNING

## 1.1 Fekal forurensning og kildesporing

En rekke sektorer kan bidra til vannforurensning, blant annet næringsliv, bebyggelse og landbruk, foruten naturlig avrenning. I forhold til bebyggelse og landbruk, er det spesielt fokus på fekale indikatorbakterier og næringsstoff som påvirker vannkvaliteten. En av de mest anvendte indikatorbakterier for fekal forurensning er *Escherichia coli* (*E. coli*) som vanligvis vokser i tykktarmen hos varmblodige dyr og mennesker, og har derfor en eksklusiv fekal opprinnelse (Paruch & Mæhlum 2011a, b, Paruch & Mæhlum 2012).

De fleste stammer av *E. coli* er ufarlige, men det er også mange typer som forårsaker sykdommer (også dødelige) hos mennesker og dyr, som f. eks. Verocytotoksisk *E. coli* (VTEC) også kjent som Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC). VTEC/STEC gruppen har over 200 ulike serotyper, inkludert den svært sykdomsfremkallende Enterohemorragisk *E. coli* (EHEC). I tillegg representerer STEC den eneste typen som overføres mellom dyr og mennesker (zoonotiske bakterier) gjennom mat- og vannbåren smitte (Bolton et al. 2009, WHO 2004).

Fekal forurensning betyr at forurensingen kommer fra avføring fra mennesker eller dyr (f. eks. husdyr, vilt eller fugler). Forurensingen skjer hovedsakelig via lekkasje fra avløpsledninger og mangelfulle renseanlegg for spredt bosetting. Også avløpsslam, husdyrgjødsel og annen avføring med animalsk fekal opprinnelse kan utgjøre en risiko for forurensning i nærliggende vann og vassdrag. Fra alle disse kildene kan et høyt antall av fekale bakterier forurense vannkilder direkte (drikkevann, vanning og bading) eller indirekte fra jord og vegetasjon via jordbruksavrenning, vanning og organisk gjødsling, særlig etter kraftig nedbør med påfølgende avrenning (Paruch et al. 2014). Det er derfor viktig å vurdere andre kilder til fekal forurensning enn kun avløpsvann.

For at de riktige tiltakene skal kunne settes inn, er det vesentlig å finne ut hva som er forurensningskilden. Ofte er det tatt for gitt at det som kommer fra kloakksystemet kun inneholder fekal forurensning fra mennesker. En kloakkledning er også et godt miljø for kloakkrotter som hele året trives og formerer seg veldig bra med matrester og fett-avleiring i avløpssystemet (Adressa 2015, Bergens Tidende 2015, Fettvett 2016, Moss Avis 2015, VAnytt 2013). Særlig i store byer er det et megaproblem med et utall (sannsynligvis titusenvis) rotter i avløpsnettet, f. eks. i København er det ca. 4 kloakkrotter pr. 100 m avløpsledninger (Fettvett 2016). Det er dokumentert at avføring fra kloakkrotter er en helsefare siden den har både zoonotiske- og multiresistente bakterier (Guenther et al. 2013). Patogenetiske bakterier havner i avløpssystemet hovedsakelig fra (i) husholdning- og industriavløpsvann, (ii) ekskrementer fra hunder og katter gjennom tilsig og infiltrasjon, og (iii) avføring fra rotter som lever i kloakksystemet (Gerardi 2006). Også, utbredelsen av matbårne menneskelige patogener er høy for dyr som spiser eller lever rundt mennesker og husdyravfall, f. eks. rotter eller måker (Scheffe 2007).

Informasjon om kildene i vannforurensningen er derfor avgjørende for å kunne iverksette effektive tiltak mot tilførsler av fekale bakterier til vannforekomster og dermed redusere eksponering og helserisiko. Hittil har det ikke vært vanlig å angi om det er dyr eller mennesker som er forurensningskilden. Det har gjort det vanskelig å iverksette effektive tiltak mot smitekilder, og dermed også vanskelig å redusere eksponering og helserisiko. Det er derfor av stor betydning å utvikle effektive metoder som raskt kan oppdage og spore kilden til en del bakteriesmitte for å

redusere eksponering og minimalisere helserisiko. Dette gjelder alle områder som ligger i risikozonen for fekal forurensning, særlig vannforekomster som benyttes til drikkevann og bading. Også innen matproduksjon (agroindustri og landbruk med vanning og organisk gjødsling), og i kartlegging av forureningskilder i forbindelse med tiltaksgjennomføring i regi av Vannforskriften, kan dette være viktig.

For å spore hva som er kilden, har NIBIO testet ut molekylærbiologiske metoder for sporing av fekale forureningskilder som kan avdekke om avføringen kommer fra mennesker eller dyr. De molekylærbiologiske metodene (DNA-tester baserte på real-time quantitative polymerase chain reaction – qPCR) anvender vertsspesifikke genetiske markører som stammer fra *Bacteroidales* 16S rRNA gener for fekalkildesporing. *Bacteroidales* er en bakteriegruppe som er svært vanlig i tarmsystemet hos mennesker og dyr. Metoden ble utviklet og validert i en evalueringsmodell for å profilere bidragssamspill fra hver forureningskilde (Paruch et al. 2014).

Molekylærbiologiske metoder for fekalkildesporing i vann har et stort anvendelsespotensiale i både FoU-prosjekter og overvåkningsprogrammer for forurensinger som truer helse og miljø. Vann til konsum, bading og vanning kan spores for fekalkilder. Vertsspesifikke genetiske markører (f.eks. drøvtyggere, hester, svin, fugler, osv.) kan bli implementert i standard tester. Slike analysemetoder kan benyttes som underlag for å iverksette tiltak som kan begrense utslipp av fekal forurensning. Dette kan beskytte mennesker og miljø fra potensielt sykdomsfremkallende organismegrupper som finnes i fekalier fra mennesker og dyr.

NIBIO har videreutviklet metoden som sammen med bioinformatikk kan estimere betydningen av ulike kilder til fekal forurensning i en vannprøve (Paruch et al. 2014). Dette bør derfor være av interesse for miljøinstanser og kommuner som sliter med fekalforurensede vannforekomster og for myndigheter som har ansvar for miljø, helse og trygg mat. Metoden er spesielt interessant i forhold til bruk av vann der hygienisk kvalitet er viktig, som drikkevannskilder, badevann og vanningsvann til jordbruket.

## 1.2 Drikkevannskilden Jonsvannet

Jonsvannet er hovedkilden for drikkevannet i Trondheim kommune. Vannet dekker 99% av Trondheims befolkning samt Malvik kommune, dvs. drikkevann til ca. 170 tusen innbyggere, næringsliv og industri (Trondheim kommune 2016). Jonsvannet har et areal på over 14 km<sup>2</sup> og ligger ca. 150 moh sørøst for Trondheim. Vannet er den største innsjøen i Trondheim kommune og har et nedbørsfelt på nesten 79 km<sup>2</sup> som berører tre kommuner (Malvik, Selbu og Klæbu) foruten Trondheim. Den største andelen av nedbørsfeltet tilhører Trondheim (over 64 km<sup>2</sup> – 81%), deretter Klæbu (over 11 km<sup>2</sup> – 15%), Malvik (over 2 km<sup>2</sup> – 3%) og Selbu (0,5 km<sup>2</sup> – 1%). Total vannmengde i Jonsvannet er ca. 519 mill m<sup>3</sup> (Trondheim kommune 2016).

Avdeling for vann- og avløp i Trondheim kommune har ansvar for å beskytte råvannskvaliteten. Avdelingen har laget flere restriksjoner for drikkevannskilden Jonsvannet, samt nedbørsfeltet (Trondheim kommune 2016):

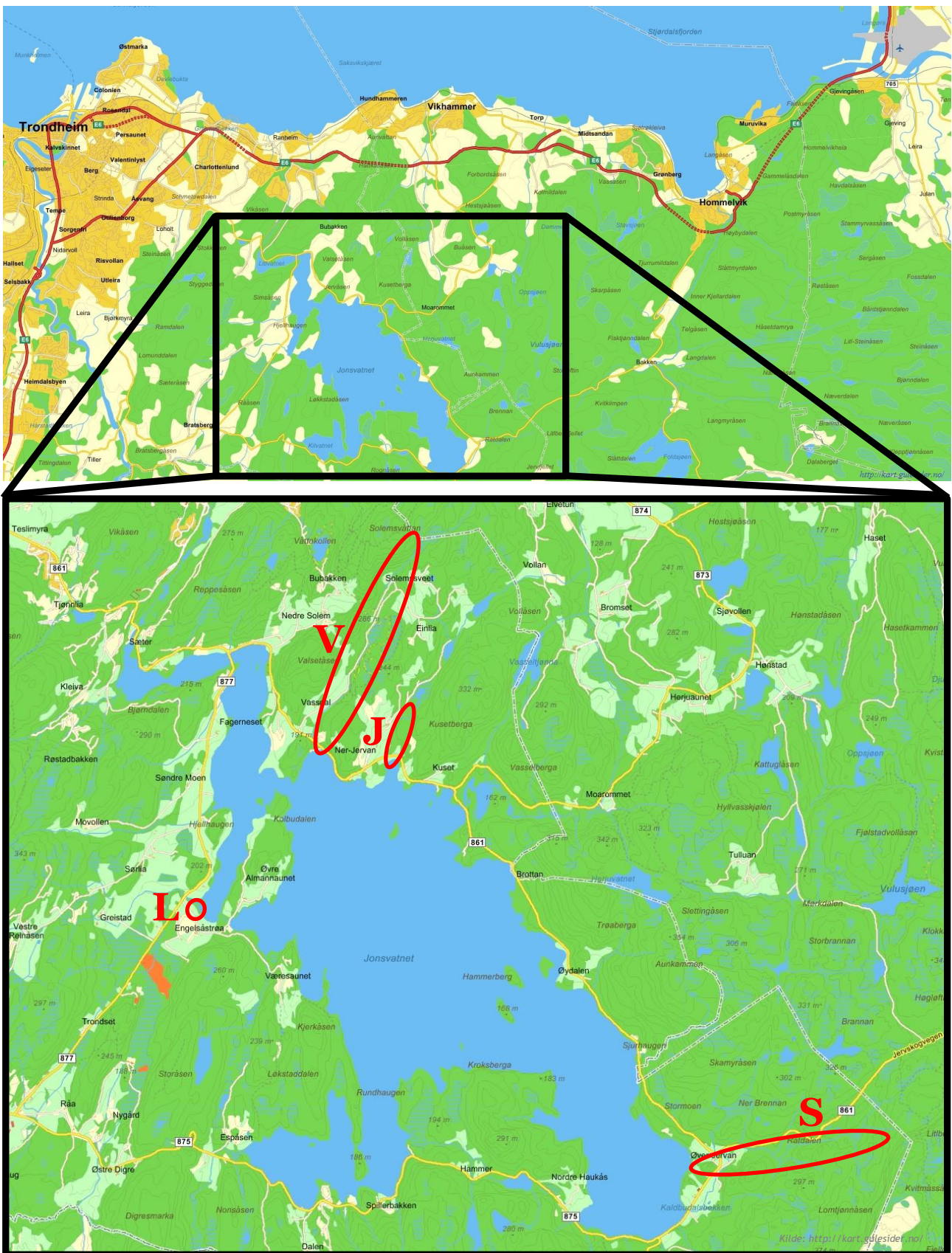
- "Bading (både for mennesker og dyr), brettseiling, dykking og lignende aktiviteter er forbudt".
- "Det er forbudt å sette opp telt, bobil eller på annen måte slå leir innenfor en sone på 100 meter fra Jonsvatnet. Forbudet mot telting og leirslagning gjelder også på øyene i Jonsvatnet".

- *"Det er forbudt å arrangere sportsstevner eller andre arrangementer ute på Jonsvatnet. I en sone på 100 m fra vannkanten er arrangementer forbudt uten tillatelse fra kommunen".*
- *"Hund skal holdes i bånd nærmere vannkanten enn 50 meter. Avføring fra hund skal innenfor sonen på 50 meter samles opp og bringes ut av virkeområdet. De samme regler gjelder også for ferdsel på Jonsvatnet når dette er islagt".*
- *"Riding er forbudt i en sone på 50 meter fra Jonsvatnet. Offentlig vei, adkomstveier samt godkjent/sikret beiteareal er unntatt fra forbudssonen. Når Jonsvatnet er islagt, er det forbudt å ta hest med ut på isen".*
- *"Transport og lagring av oljeprodukter og andre kjemikalier skal foregå på en slik måte at det ikke utgjør noen fare for forurensing av Jonsvatnet. Forbudet omfatter også håndtering av maskiner eller andre kjøretøy ved vask, reparasjoner, oljeskift og lignende aktiviteter som medfører fare for forurensing".*
- *"I nedbørsfeltet er det et forbud mot all installasjon og bruk av nedgravde oljetanker. Dette forbudet gjelder også for oljetanker som er mindre enn 3200 liter".*
- *"I nedbørsfeltet er det forbudt å ta med levende organismer som ved å etablere levedyktige bestander kan innvirke negativt på vannkvaliteten i Jonsvatnet".*
- *"Fritidsboliger skal ikke ha innlagt vann. Fritidsboliger skal ha godkjent biologisk toalett, forbrenningstoalett eller annen løsning godkjent av Trondheim kommune".*
- *"Uten særskilt tillatelse er det forbudt å bruke motorfartøy på Jonsvatnet. Forbudet gjelder alle typer motorer".*
- *"Det har vært gjennomført klausulering ovenfor aktive landbrukseiendommer. Disse tiltakene er rettet mot forurensing fra husdyrhold og innebærer forbud mot bruk av husdyrgjødsel og beiting på sensitive areal".*

Siden er det svært viktig at det ikke er virksomheten eller hendelser som kan påvirke vannkvaliteten i Jonsvannet negativt, har Trondheim kommune tatt initiativ til å se på nivået av fekal vannforurensing og kilder til denne forurensingen.

Trondheim er en av de norske kommunene som tatt ut initiativ til å se på nivået av- og kilder til fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Trondheims viktigste drikkevannskilde – Jonsvannet. For dette formålet, har VIVA Trondheim kommune engasjert NIBIO til å utføre en undersøkelse gjennom et prosjekt på kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekker (Jervbekken, Valssetbekken, Lykkjebekken og Sagelva) til Jonsvannet (figur 1) og i tillegg i en kontrollprøve fra utløp i Jonsvannsveien. Resultatene presentert i denne rapporten viser hvor i nedbørsfeltet og til hvilke årstider fekal forurensing fra mennesker, drøvtyggere og hester dominerer.





Figur 1. Jonsvatnet med Valsetbekken (V), Jervbekken (J), Sagelva (S) og Lykkjebekken (L). Kilde til kart: <http://kart.gulesider.no/>

## 2 MATERIALE OG METODER

Etter innspill fra VIVA Trondheim kommune ble det tatt ut flere ferskvannsprøver i to prøverunder, dvs. den første prøverunden f.o.m. april t.o.m. juni 2015 og den andre prøverunden f.o.m. september t.o.m. desember 2015. I tillegg var det prøvetaking ved 15 anledninger som dekker en 9-månedperiode, unntatt 2 sommer måneder (juli – august) 2015.

I den første prøverunden (april – juni 2015) ble det tatt ut tre ferskvannsprøver fra Valsetbekken (dvs. V1, V2 og V3), to ferskvannsprøver fra Jervbekken (dvs. J1 og J2) og to ferskvannsprøver fra Sagelva (dvs. S1 og S2) ved 11 anledninger som dekker en 3-måned periode (13 og 27 april; 4, 11, 18 og 26 mai; 1, 8, 15, 22 og 29 juni 2015). Samt det ble tatt ut 77 vannprøver.

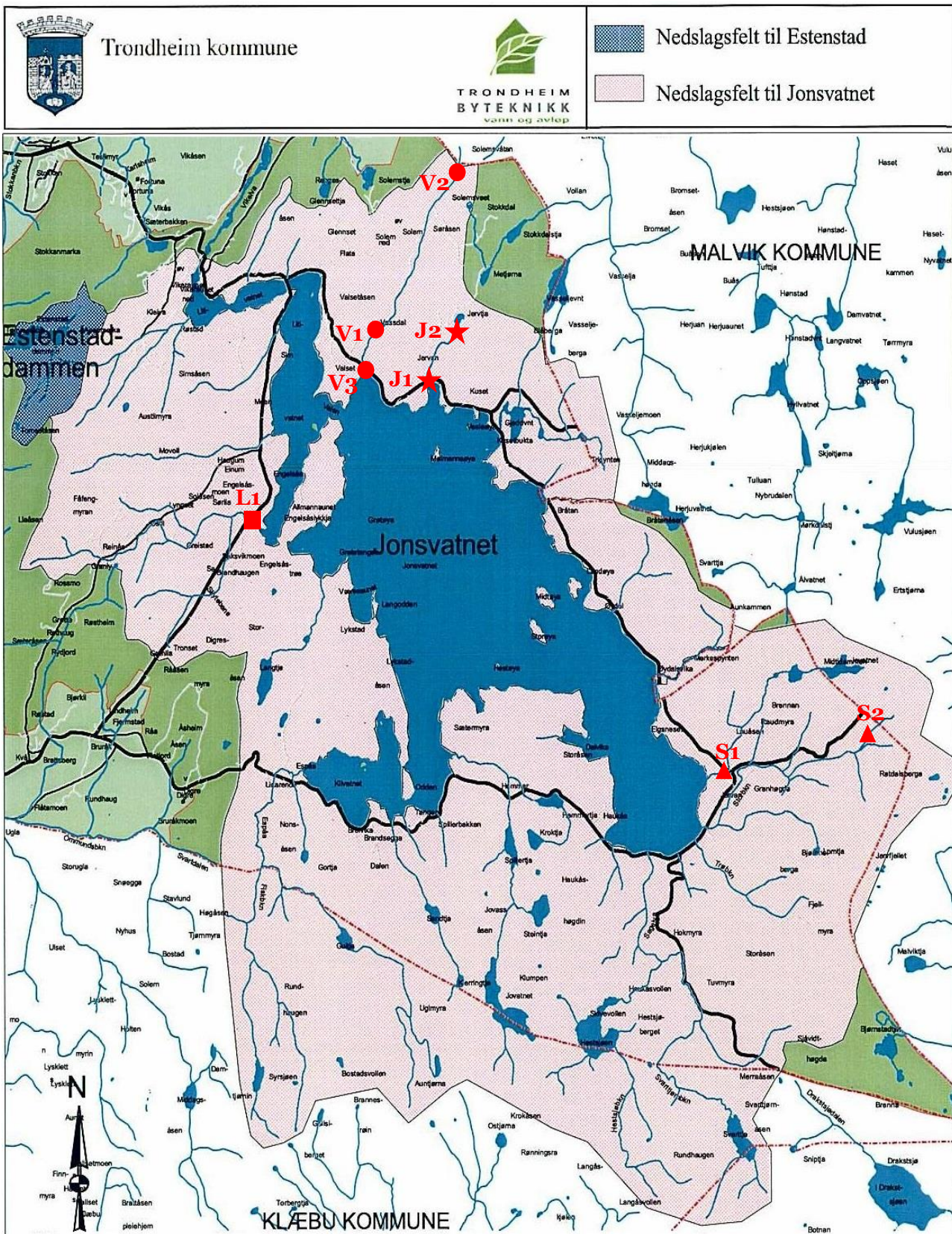
I den andre prøverunden (september – desember 2015) ble det tatt ut tre ferskvannsprøver fra Valsetbekken (dvs. V1, V2 og V3), to ferskvannsprøver fra Jervbekken (dvs. J1 og J2) og en ferskvannsprøve fra Lykkjebekken (dvs. L1) ved 4 anledninger i en 4-måned periode (7 september, 5 oktober, 16 november og 7 desember 2015). I tillegg, ble det også tatt ut en kontrollprøve fra utløp i Jonsvannsveien den 5 oktober 2015. Samt det ble tatt ut 25 vannprøver.

I hele prosjektperioden (to prøverunder) ble det tatt ut til sammen 102 vannprøver fra åtte prøvetakingssteder (V1, V2, V3, J1, J2, S1, S2 og L1) i Jonsvannets nedbørsfeltet (figur 2) og ett prøvetakingssted til kontrollprøven fra utløpet i Jonsvannsveien (ikke presentert på figuren).

Alle vannprøver ble tatt ut med hensyn til spesielle restriksjoner for godkjent emballasje, preservering (om det var nødvendig), riktig oppbevaring og sikkert transportering av vannprøver for mikrobiologiske analyser. Alt ble gjennomført etter følgende rutiner:

- Vannprøven (500 ml) tas direkte i en steril flaske.
- For vann som er klorbehandlet (desinfisering av vannet, vanligvis drikkevann/kranvann) må flasken inneholde thiosulfat til å nøytralisering rester av klor).
- Flasken fylles med vann nesten helt opp (ca. 4/5 full).
- Flasken merkes på vanlig måte (navn/prøvested og dato).
- Flasken merkes med prøvetype, f.eks. ferskvann, saltvann eller brakkvann.
- Prøven må ikke fryses, men opprettholdes nedkjølt ved 4-6 grader Celsius.
- Vannprøven skal normalt tas ut samme dag og leveres laboratoriet så snart som mulig, helst innen 24 timer.

Alle vannprøver ble sent som "ekspresspost" innen et par timer etter prøvetaking til NIBIO i Ås for analyse. Det ble testet ut om fekal vannforurensing kommer fra mennesker, drøvtyggere og hester.



Figur 2. Lokaliteten til prøvetaking fra Valsetbekken (V1 ●, V2 ● og V3 ●), Jervbekken (J1 ★ og J2 ★), Sagelva (S1 ▲ og S2 ▲) og Lykkjebekken (L1 ■). Kilde til kart: Trondheim kommune (2016).

Undersøkelsen ble gjennomført ved bruk av mikrobiell kildesporing (microbial source tracking - MST) metoden som NIBIO først testet ut og benyttet i Norge (Paruch et al. 2014, Paruch et al. 2015). MST metodikken er godt dokumentert og detaljert beskrevet i en rekke faglig internasjonale publikasjoner, bla. Foley et al. 2009, Hagedorn et al. 2011, Layton et al. 2006, Paruch et al. 2015, Reischer et al. 2006, Reischer et al. 2007, Shanks et al. 2008). Metoden, som NIBIO har etablert i Norge, består av to steg:

1. Mikrobiell påvisning av fekal forurensing gjennom analyser av *Escherichia coli* - *E. coli* (gjennomføres med hurtigmetoden Colilert®-18 Quanti-Tray® og Colilert®-18 Quanti-Tray®/2000 (IDEXX Laboratories Incorporated, Westbrook, Maine, USA) som i tillegg påviser koliforme bakterier).
2. Molekylærbiologiske DNA-tester baserte på kvantitativ real-time PCR analyser ved anvendelse av såkalte vertsspesifikke genetiske markører som stammer fra *Bacteroidales* 16S rRNA gener for sporing av fekale forurensningskilder.

Colilert®-18 Quanti-Tray® og Colilert®-18 Quanti-Tray®/2000 metoden ble brukt for screening av vannprøver for *E. coli*. Konsentrasjonene av bakterier vises som MPN verdier. MPN (Most Probable Number) angir mest sannsynlige antall bakterier per 100ml vannprøve. Colilert®-18 Quanti-Tray® har 200.5 MPN/100ml som målegrense for ufortynnet prøve, mens Colilert®-18 Quanti-Tray®/2000 har 2419.6 MPN/100ml som målegrense for ufortynnet prøve. Metoden ble benyttet for undersøkelsen av mikrobiologisk vannkvalitet i Norge tidligere og er beskrevet bla. i Paruch A.M. et al. (2015). Colilert®-18 Quanti-Tray® metoden er den International Organization for Standardization (ISO) standard 9308-2: 2012. Den er også US EPA-godkjent og inkludert i "Standardmetoder for Undersøkelse av Vann og Avløp" (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater).

Som en sikker fekal indikator, vil *E.coli* påvisning gi et positiv signal om hvilke vannprøvene som er fekal forurenset (Paruch & Mæhlum 2012) og hvilke prøver som skal tas videre til kildesporing av fekal forurensing (først steg). Altså, Colilert testen brukes kun for indikasjon av fekal forurensing og for å vurdere hvilke prøvene som skal tas til steg 2. Dette er også en standard protokoll for alle som benytter MST i fekal vannforurensing (Shahryari et al. 2014, Tambalo et al. 2012, Åström et al. 2015).

I steg 2 tar en bare hensyn til de prøvene som er positive for fekal forurensing. I dette steget brukes det andre fekale bakterier siden *E. coli* er ikke egnet for ytterligere identifikasjon av den bestemte forurensningskilden. *E. coli* kan ikke oppfylle kravene for en kildeidentifikator på tilfredsstillende måte pga. sin lave vertsspesifisitet, replikasjon i miljøet og geografisk og tidsmessig variasjon (Farnleitner et al. 2010, Field and Samadpour 2007, USEPA 2005). Derfor, brukes det bakterier fra *Bacteroidetes* rekken siden det er svært mange av disse bakteriene i tarmen av verter. I tillegg er disse bakteriene vertsspesifikke og benyttet som en indikator for fekal forurensing (Bernhard and Field 2000, Dick et al. 2005, Hold et al. 2002, Shanks et al. 2006).

*Bacteroidales* vertsspesifikke markører er utviklet og vellykket anvendt i qPCR studier over hele verden for å påvise avføringskilder, f.eks. mennesker, drøvtyggere, storfe, hester og andre dyrearter (Dick et al. 2005, Lamendella et al. 2009, Layton et al. 2006, Reischer et al. 2007, Shanks et al. 2008, Tambalo et al. 2012). DNA-markører har blitt testet og dokumentert med høye sensitivitet og spesifisitet i mange forskjellige forsøk, både på lab-skala og i feltstudier globalt. Den molekylærbaserte metoden kan også tilby kvantitative resultater av enhver markør i den aktuelle

prøven, og da kan det lages en bidragsprofil av analyserte data for en enkelt vannprøve (Paruch et al. 2015).

Det er ikke noen gode korrelasjoner mellom *E. coli* og de vertsspesifikke genetiske markører som stammer fra *Bacteroidales* 16S rRNA gener (Harwood et al. 2014). Derfor har ikke *E. coli* bidraget blitt benyttet til kildeopsporing av forurensninger i vann. Alle resultatene blir derfor presentert som bidragsprofil av markører (ikke *E. coli*) i fekale vannforurensninger.

I denne rapporten er det ikke av NIBIO foretatt noen direkte sammenlikning av funn fra kildeopsporingen og registrert aktivitet i nedbørsfeltet i forhold til antall og type husdyr som kan påvirke vannkvaliteten gjennom året og mulige kilder til fekalier fra hus og hytter. Slike registreringer har ikke vært mål for dette prosjektet. Der vi har funn har likevel kommunen bekreftet at mulige kilder (hest, drøvtyggere og mennesker) er sannsynlige ut fra aktiviteten i nedbørsfeltet.

## 3 RESULTATER

### 3.1 Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra den mikrobiologiske undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøver fra åtte prøvetakingssteder (V1, V2, V3, J1, J2, S1, S2 og L1) i Jonsvannet nedbørsfeltet er vist i figurene 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 og 17, og i en kontrollprøve fra utløp i Jonsvannsveien er vist i figur 19. Alle vannprøvene ble analysert uten fortykning.

#### 3.1.1 Valsetbekken

Resultatene presentert i figurer 3, 5 og 7 viser at koliforme bakterier ble påvist i alle prøvene tatt ut fra Valsetbekken med høyeste konsentrasjoner (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) i ni prøver ved prøvelokaliteten V1 og V2 (figur 3 og 5) og i syv prøver ved prøvelokaliteten V3 (figur 7). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (19.2 MPN/100ml, 30.6 MPN/100ml og 40.6 MPN/100ml) ble påvist i prøvene (V2, V1 og V3 henholdsvis) tatt ut på samme dag, dvs. 4 mai 2015 (figur 3, 5 og 7).

*E. coli* ble påvist i alle 15 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten V1, i 14 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten V2 og i 13 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten V3 (figur 3, 5 og 7). Høyeste konsentrasjoner av *E. coli* (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble påvist i prøvene (V1, V2 og V3) tatt ut på samme dag, dvs. 15. juni 2015 (figur 3, 5 og 7). I tillegg, ble også *E. coli* konsentrasjonen over målingsgrensen påvist i prøven V2 tatt ut 29. juni 2015 (figur 5). *E. coli* ble ikke påvist i vannprøven V3 tatt ut 11 mai 2015 og i to prøver V2 og V3 tatt ut 16. november 2015 siden undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder ikke ble undersøkt i disse vannprøvene.

#### 3.1.2 Jervbekken

Resultatene presentert i figurene 9 og 11 viser at koliforme bakterier ble påvist i alle prøvene tatt ut fra Jervbekken med høyeste konsentrasjoner (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) i 11 prøver ved prøvelokaliteten J1 (figur 9) og i fem prøver ved prøvelokaliteten J2 (figur 11). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (20.7 MPN/100ml) ble påvist ved først anledning (13. april 2015) i vannprøven J2 (figur 9), mens i vannprøven J1 ble lavest konsentrasjon (88.5 MPN/100ml) påvist 18. mai 2015 (figur 11).

*E. coli* ble påvist i alle 15 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten J1 og bare i ni prøver tatt ut ved prøvelokaliteten J2 (figur 9 og 11). Høyest konsentrasjon av *E. coli* (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble påvist i en prøve J1 tatt ut 7. september 2015. Nest høyest konsentrasjon (200.5 MPN/100ml) ble påvist i prøven J1 tatt ut 11. mai 2015 (figur 9). På samme dato ble høyest konsentrasjon av *E. coli* (165.2 MPN/100ml) påvist i vannprøven J2 (figur 11). *E. coli* ble ikke påvist i seks vannprøver ved prøvelokaliteten J2 (figur 11) siden undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder ikke ble undersøkt i disse vannprøvene.

#### 3.1.3 Sagelva

Resultatene presentert i figurer 13 og 15 viser at koliforme bakterier ble påvist i alle prøvene tatt ut fra Sagelva med høyeste konsentrasjoner (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5

MPN/100ml) i to prøver S1 og S2 tatt ut på samme dag, dvs. 29. juni 2015. Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (8.7 MPN/100ml og 12.4 MPN/100ml) ble påvist i vannprøver (S1 og S2 henholdsvis) tatt ut på samme dag, dvs. 4. mai 2015 (figur 13 og 15).

*E. coli* ble påvist i 10 prøver tatt ut ved hver prøvelokaliteten S1 og S2 (figur 13 og 15). Høyest konsentrasjon av *E. coli* (88.5 MPN/100ml) ble påvist i vannprøven S1 tatt ut 18. mai 2015 (figur 13) og nest høyest konsentrasjon (56 MPN/100ml) ble påvist i vannprøven S2 tatt ut 1. juni 2015 (figur 15). *E. coli* ble ikke påvist i vannprøven S1 tatt ut 4. mai 2015 (figur 13) og en uke senere (11. mai 2015) i vannprøven S2 (figur 15) siden undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder ikke ble undersøkt i disse vannprøvene.

### 3.1.4 Lykkjebekken

Resultatene presentert i figur 17 viser at koliforme bakterier og *E. coli* ble påvist i alle fire prøver tatt ut fra Lykkjebekken. Høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier og *E. coli* (over målingsgrensen for ufortynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet ved først anledning (7. september 2015). I tillegg ble det også funnet at konsentrasjoner av koliforme bakterier i alle de andre prøver var over målingsgrensen. Lavest *E. coli* konsentrasjon (12.4 MPN/100ml) ble påvist i prøven tatt ut 16. november 2015 (figur 17).

### 3.1.5 Jonsvannsveien

Resultatene presentert i figur 19 viser at koliforme bakterier og *E. coli* ble påvist i kontrollprøven fra utløp i Jonsvannsveien. Koliforme bakterier ble funnet med konsentrasjonen over målingsgrensen for ufortynnet prøve (>200.5 MPN/100ml), mens *E. coli* hadde konsentrasjon på 38.4 MPN/100ml.

## 3.2 Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av åtte ferskvannsprøver (V1, V2, V3, J1, J2, S1, S2 og L1) i Jonsvannet nedbørsfeltet er vist i figurene 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 og 18, og en kontrollprøve fra utløp i Jonsvannsveien er vist i figur 20.

### 3.2.1 Valsetbekken

Resultatene presentert i figurer 4 og 6 viser at i flest vannprøver fra Valsetbekken tatt ut ved prøvelokaliteter V1 og V2 dominerende kilde til fekal forurensing ikke stammer fra mennesker. Likevel, i to prøver V1 tatt ut ved to første anledninger (dvs. 13 og 27 april 2015) og i en prøve V2 tatt ut 11 mai 2015 ble det definert et dominert bidrag fra mennesker, dvs. 100%, 61% og 59%, henholdsvis (figurer 4 og 6). I seks vannprøver tatt ut fra hver prøvelokaliteten V1 og V2 ble det ikke definert noe bidrag fra mennesker. Ellers, ble det funnet at den dominerende bidrag i fekal vannforurensing i ferskvannet fra Valsetbekken ved prøvelokaliteter V1 og V2 er fra drøvtyggere og hester.

Ved prøvelokaliteten V1, ble det funnet at fekalforurensing fra drøvtyggere dominerer i ni prøver (med opp til 100% bidrag i prøver tatt ut 29. juni og 7. september 2015) og fra hester i fire prøver (med opp til 93% bidrag i prøven tatt ut i desember 2015, figur 4).

Ved prøvelokaliteten V2, ble det funnet at fekalforurensing fra drøvtyggere dominerer i 10 prøver (med opp til 100% bidrag i prøver tatt ut 15. og 29. juni og 7 september 2015) og fra hester i tre prøver (med opp til 87% bidrag i prøven tatt ut i desember 2015, figur 6).

Resultatene presentert i figur 8 viser at dominerende kilde til fekal forurensing i ferskvannet fra Valsetbekken ved prøvelokaliteten V3 ikke stammer fra mennesker. I syv vannprøver ble det ikke definert noe bidrag fra mennesker. I seks vannprøver ble bidrag i vannforurensing fra mennesker påvist med opp til 22% bidrag i prøven tatt ut 4. mai 2015. Ellers, ble det funnet at den dominerende bidrag i fekal vannforurensing er fra drøvtyggere (i åtte prøver med opp til 100% bidrag i prøven tatt ut 22. juni 2015) og fra hester (i fem prøver med opp til 95% bidrag i prøven tatt ut i desember 2015, figur 8).

### 3.2.2 Jervbekken

Resultatene presentert i figurer 10 og 12 viser at i de fleste vannprøvene fra Jervbekken var dominerende kilde til fekal forurensing ikke fra mennesker. Likevel ble det definert et viktig bidrag fra mennesker i tre prøver J1 (med opp til 96%, 63% og 50% bidrag i prøver fra 11. mai, 7. desember og 27. april 2015, henholdsvis) og i tre prøver J2 (med opp til 95% og to ganger 91% bidrag i prøver fra 4. mai og 11. mai og 7. desember 2015, henholdsvis). I seks vannprøver J1 og fire vannprøver J2 ble det ikke påvist noe bidrag fra mennesker. Ellers, ble det funnet at den dominerende kilden til fekal vannforurensing i Jervbekken er fra drøvtyggere og hester.

Ved prøvelokaliteten J1 dominerer fekalforurensing fra drøvtyggere i 10 prøver (med opp til 100% bidrag i prøver tatt ut 29. juni, 7. september og 16. november, 2015) og fra hester i to prøver (med opp til 65% bidrag i prøven tatt ut 26. mai 2015, figur 10).

Ved prøvelokaliteten J2 dominerer fekalforurensing fra drøvtyggere i fem prøver (med opp til 99% bidrag i prøver tatt ut 7. september, 2015) og fra hester i en prøve (med opp til 50% bidrag) tatt ut 18. mai 2015 (figur 12).

### 3.2.3 Sagelva

Resultatene presentert i figurer 14 og 16 viser at dominerende kilde til fekal forurensing ikke stammer fra mennesker i de fleste vannprøvene fra Sagelva. Likevel, det ble definert et viktig bidrag fra mennesker i to prøver ved S1 (med opp til 94% og 48% bidrag i prøver fra 11. mai og 27. april 2015, henholdsvis) og i to prøver S2 (med opp til 78% og 69% bidrag i prøver fra 4. mai og 27. april 2015, henholdsvis). I fire vannprøver S1 og tre vannprøver S2 ble det ikke definert noe bidrag fra mennesker. Dominerende kilde til fekal vannforurensing i Sagelva er drøvtyggere og hester.

Fekalforurensing fra drøvtyggere dominerer i seks prøver ved prøvelokaliteten S1 (med opp til 100% bidrag i prøven tatt ut 15. juni 2015) og fra hester i to prøver (med opp til 87% bidrag i prøven tatt ut 8. juni 2015, figur 14).

Fekalforurensing fra drøvtyggere dominerer i fire prøver ved prøvelokaliteten S2 (med opp til 100% bidrag i prøven tatt ut 29. juni 2015) og fra hester i fire prøver (med opp til 65% bidrag i prøven tatt ut 8. juni 2015, figur 16).

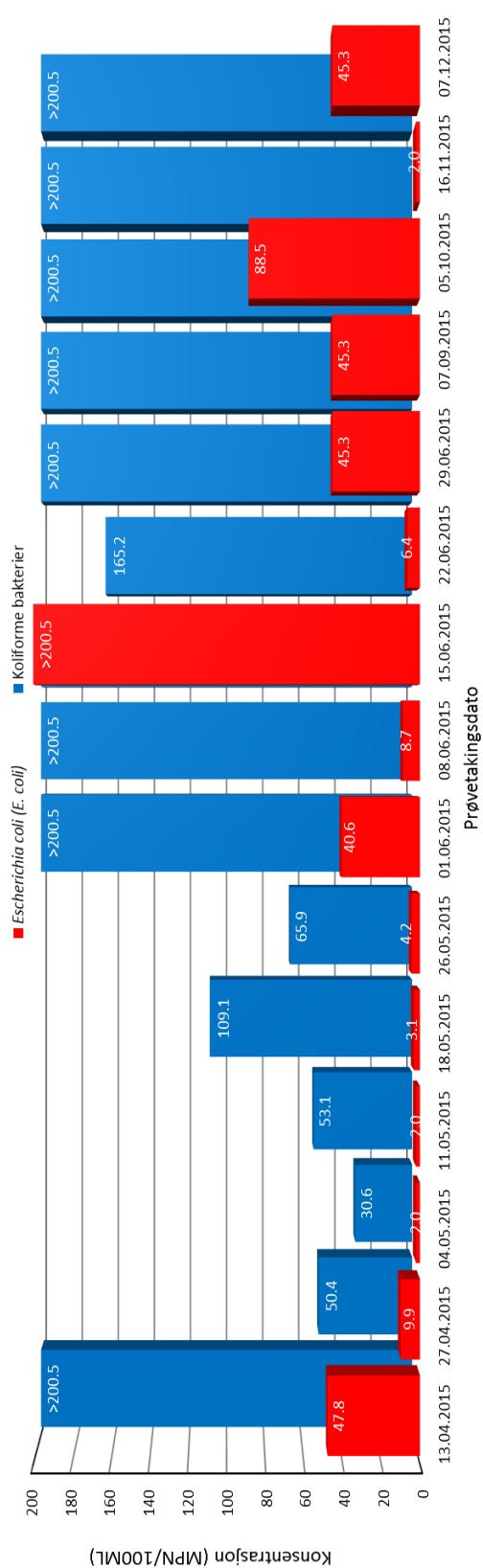


### 3.2.4 Lykkjebekken

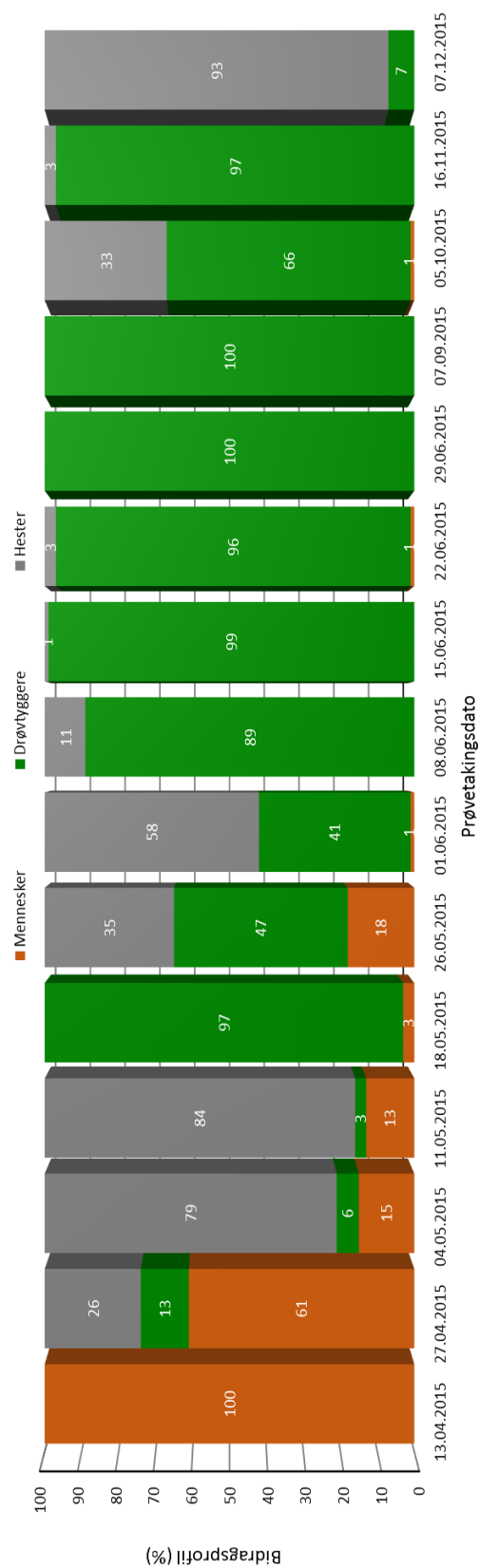
Resultatene presentert i figur 18 viser at dominerende kilde til fekal forurensing i ferskvannet fra Lykkjebekken ikke stammer fra mennesker. I to vannprøver (tatt ut i september og november 2015) ble det funnet et høyest bidrag fra drøvtyggere (med opp til 100% i november 2015) og i to andre prøver (tatt ut i oktober og desember 2015) ble det funnet et høyest bidrag fra hester (med opp til 80% i desember 2015). I tillegg ble også et lite fekalt bidrag fra mennesker (1%) definert i tre vannprøver tatt ut i september, oktober og desember 2015. Det ble ikke definert noe fekalt bidrag fra mennesker i vannprøven tatt ut i november 2015 hvor fekal vannforurensing stammer bare fra drøvtyggere (figur 18).

### 3.2.5 Jonsvannsveien

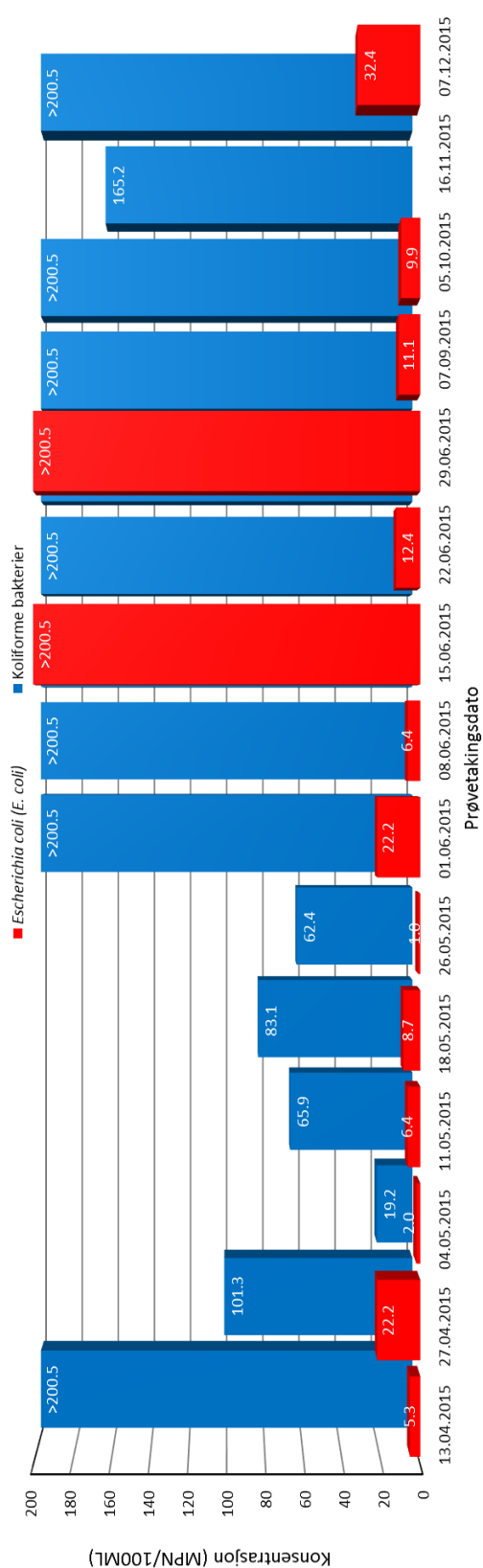
Resultatene presentert i figur 20 viser en lik trend som i de øverste ferskvannprøver fra tilløpsbekkene til Jonsvannet, dvs. at den mest dominerende kilde av fekal forurensing ikke er fra mennesker. I den kontrollprøven fra utløp i Jonsvannsveien ble det ikke definert noe bidrag fra mennesker. Dominerende kilde til fekal forurensing stammer fra drøvtyggere (89% bidrag). I tillegg ble også fekalt bidrag fra hester (11%) definert (figur 20).



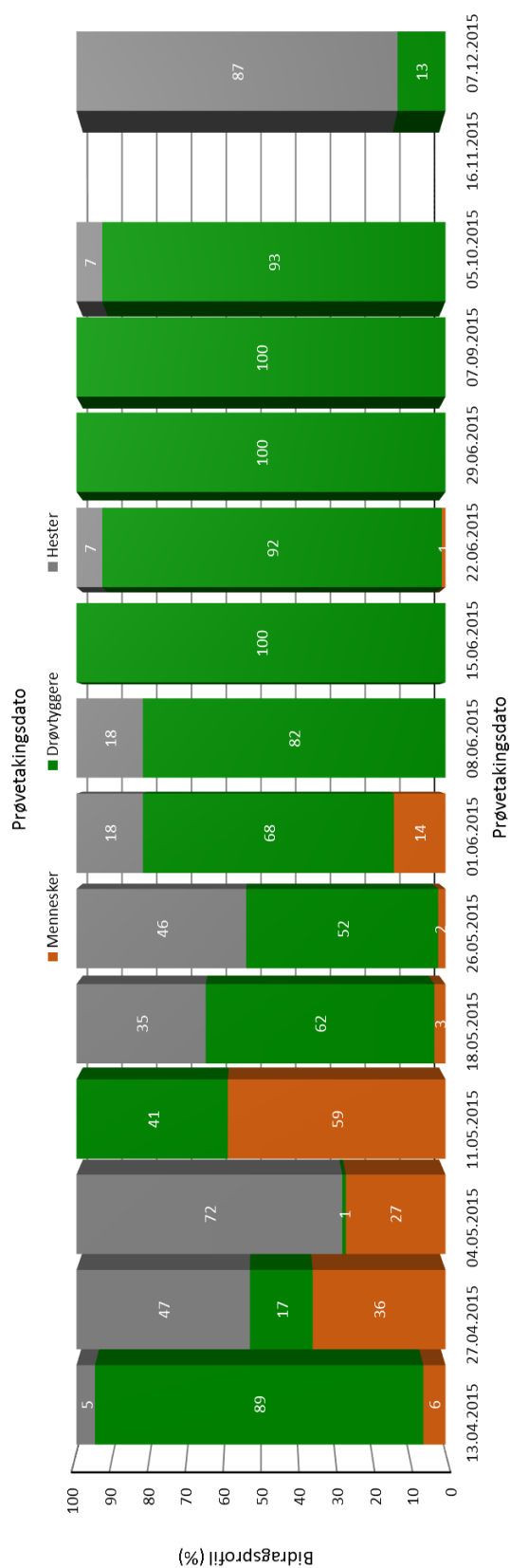
Figur 3. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Valsetbekken ved prøvelokaliteten V1.



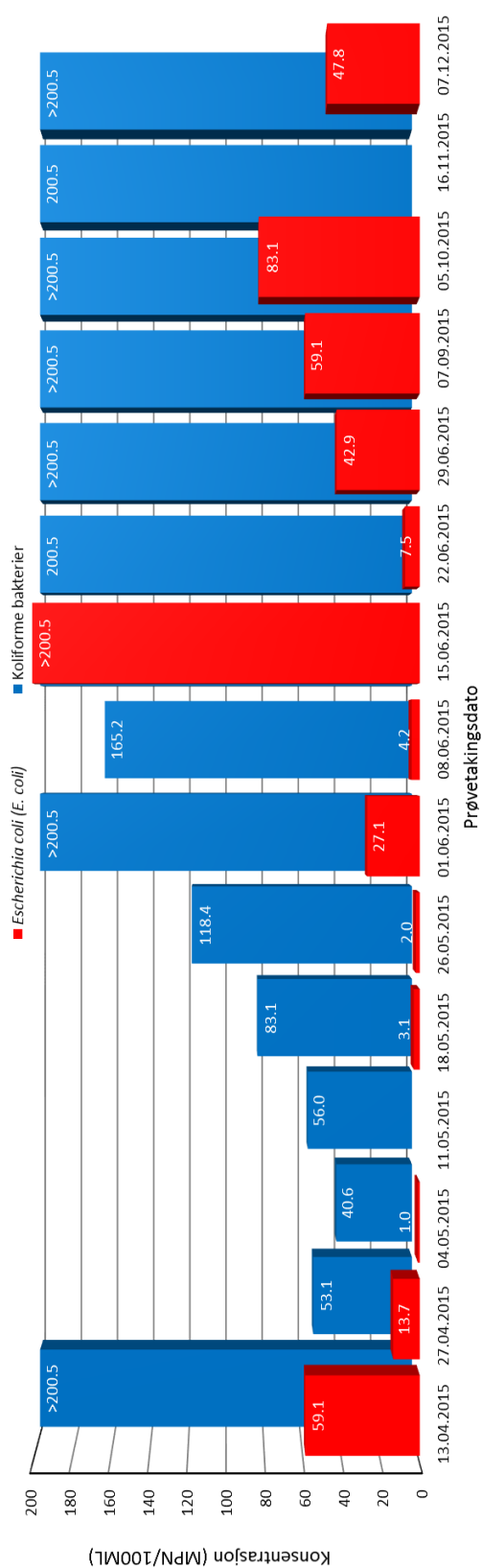
Figur 4. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Valsetbekken ved prøvelokaliteten V1.



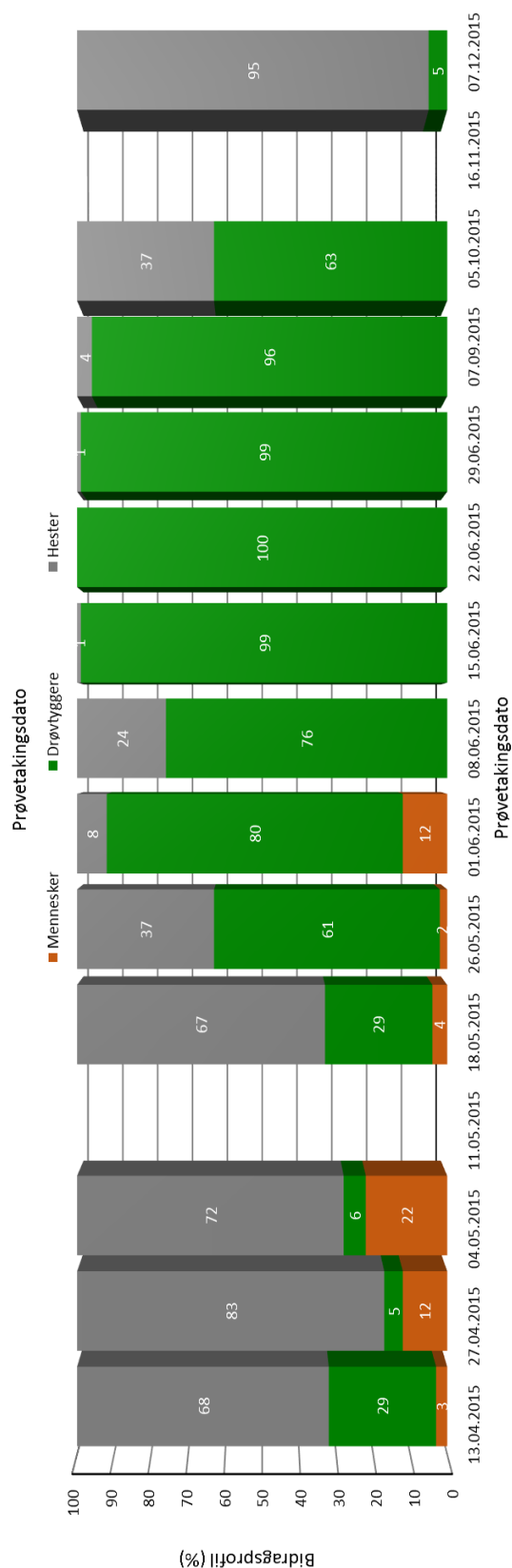
Figur 5. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Valsetbekken ved prøvelokaliteten V2.



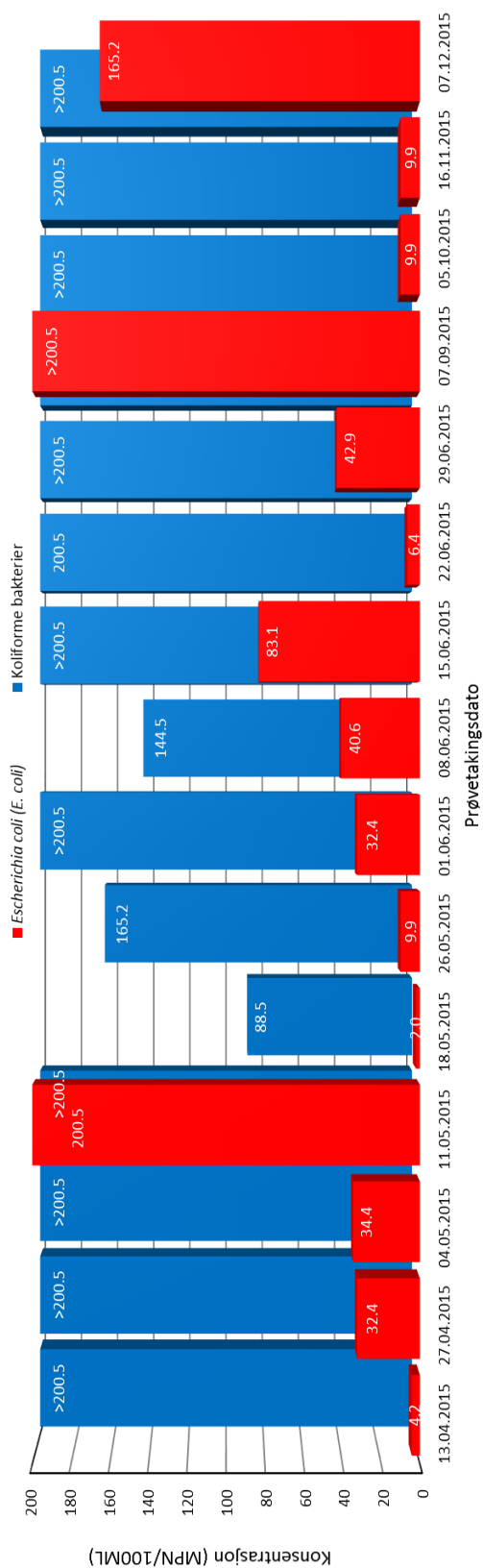
Figur 6. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Valsetbekken ved prøvelokaliteten V2.



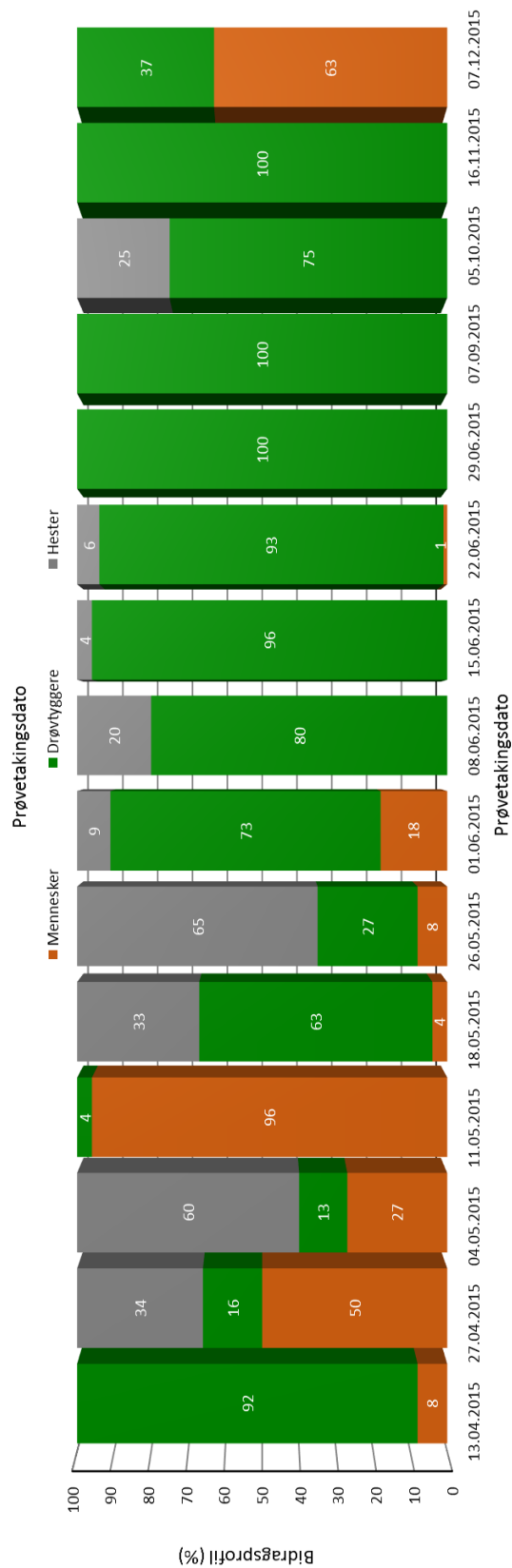
Figur 7. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Valsetbekken ved prøvelokaliteten V3.



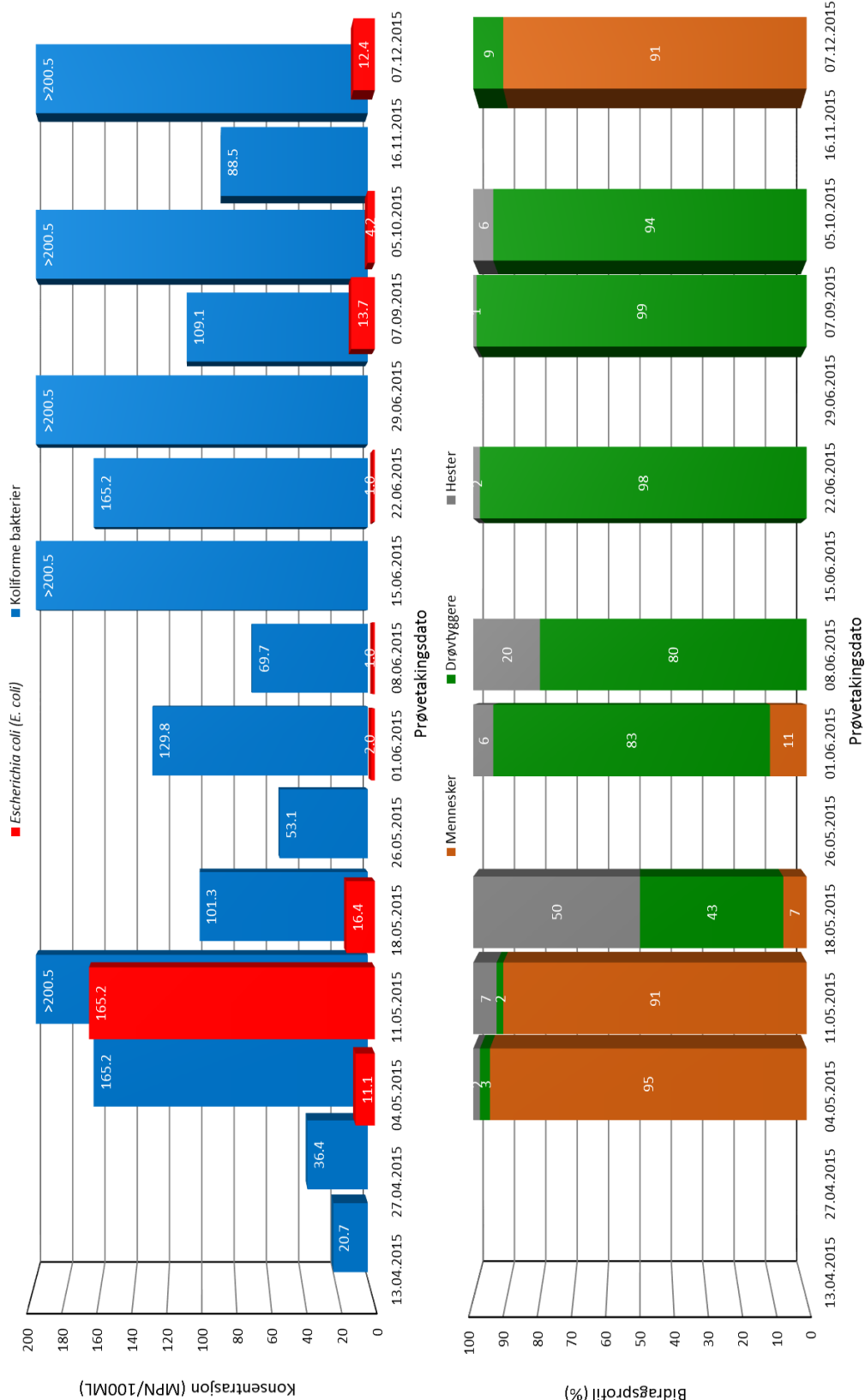
Figur 8. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Valsetbekken ved prøvelokaliteten V3.



Figur 9. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Jervbekken ved prøvelokaliteten J1.

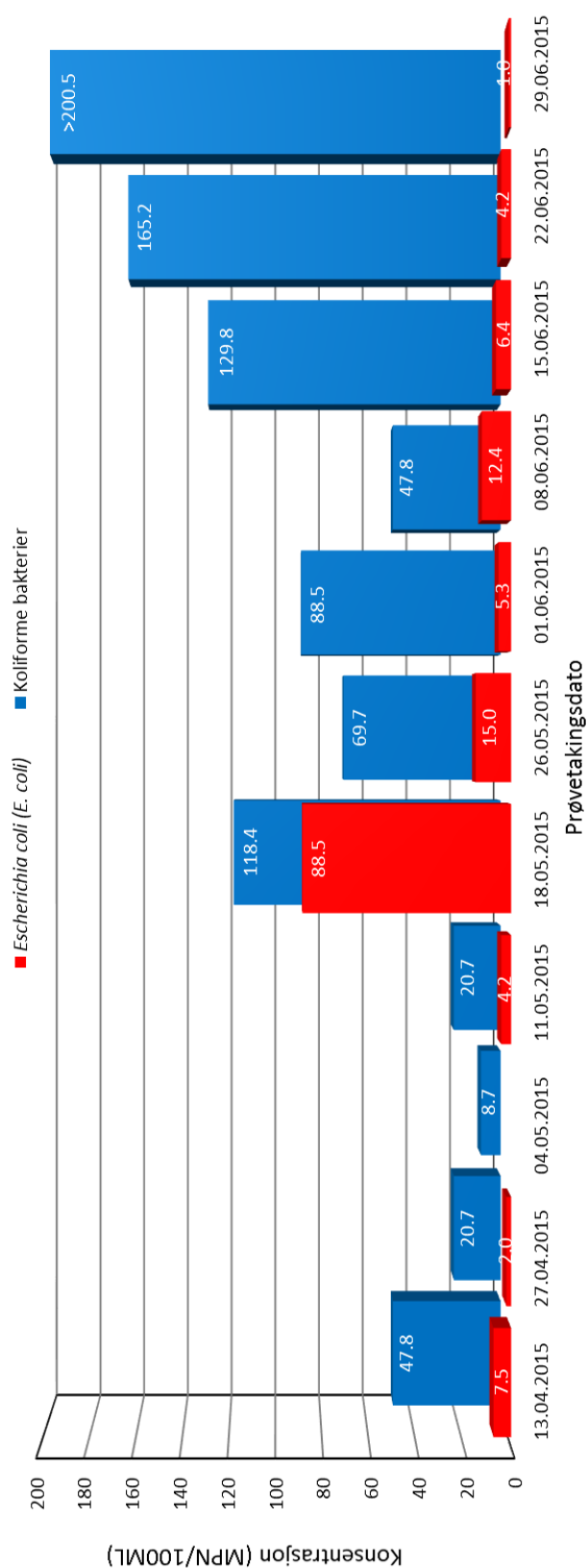


Figur 10. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Jervbekken ved prøvelokaliteten J1.

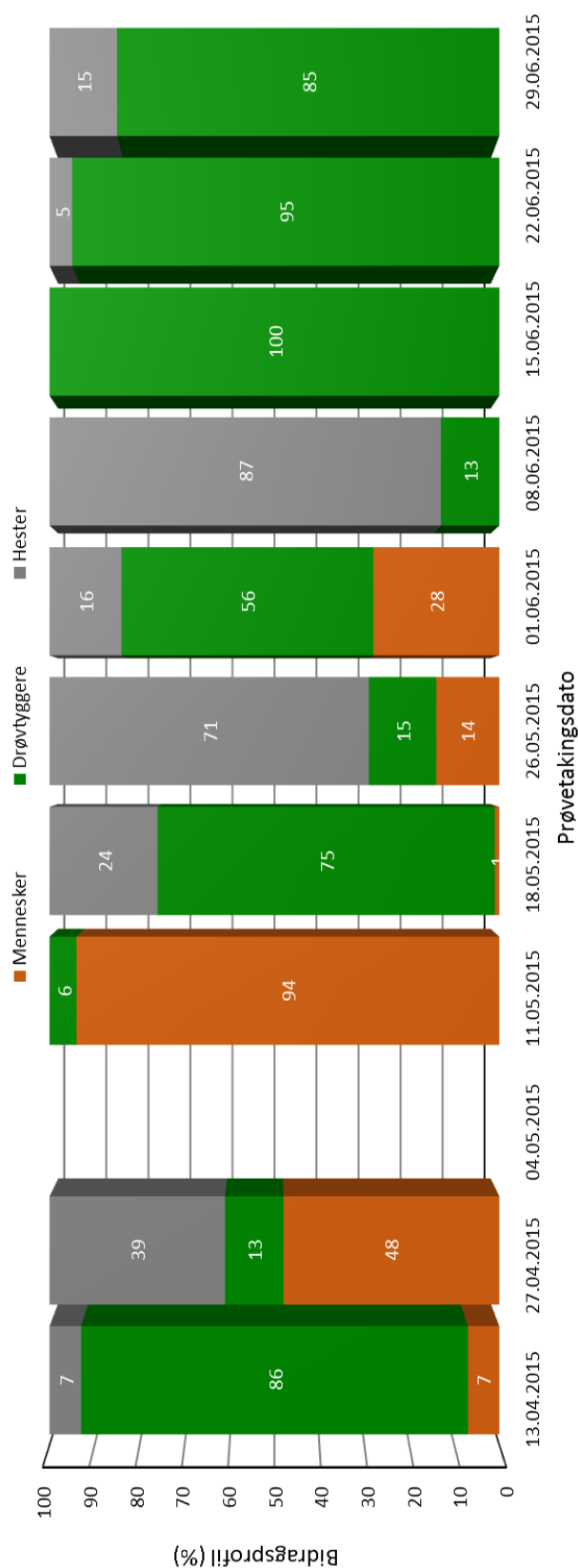


Figur 11. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (E. coli) i ferskvannsprøvene fra Jervbekken ved prøvelokaliteten J2.

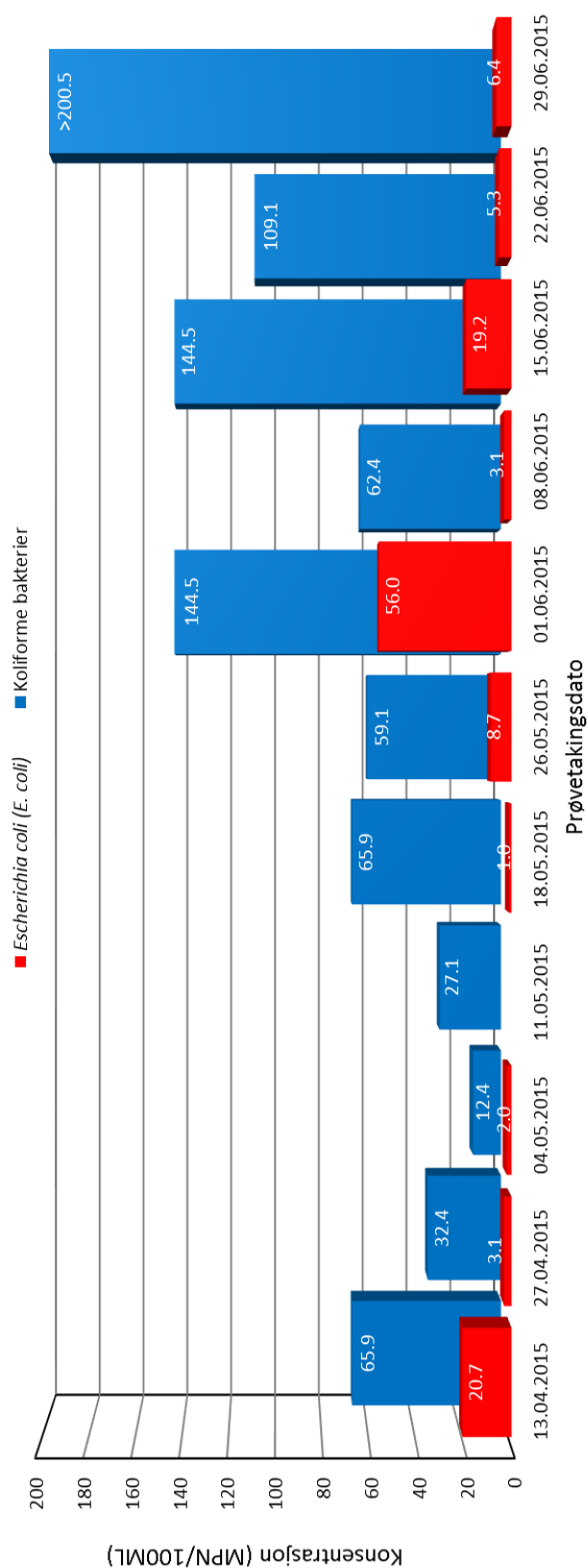
Figur 12. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Jervbekken ved prøvelokaliteten J2.



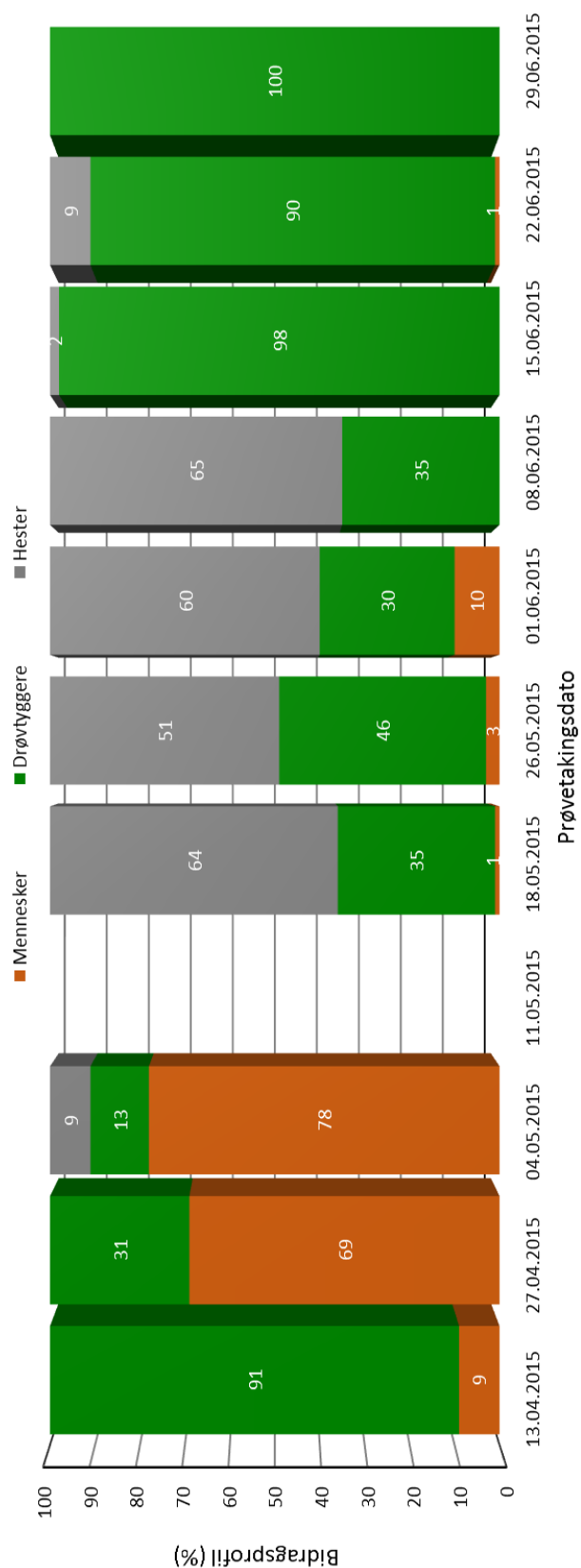
Figur 13. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Sagelva ved prøvelokaliteten S1.



Figur 14. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Sagelva ved prøvelokaliteten S1.

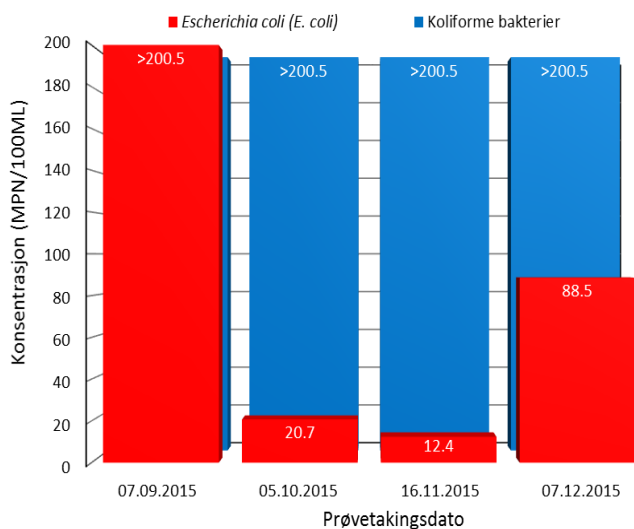


Figur 15. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Sagelva ved prøvelokaliteten S2.

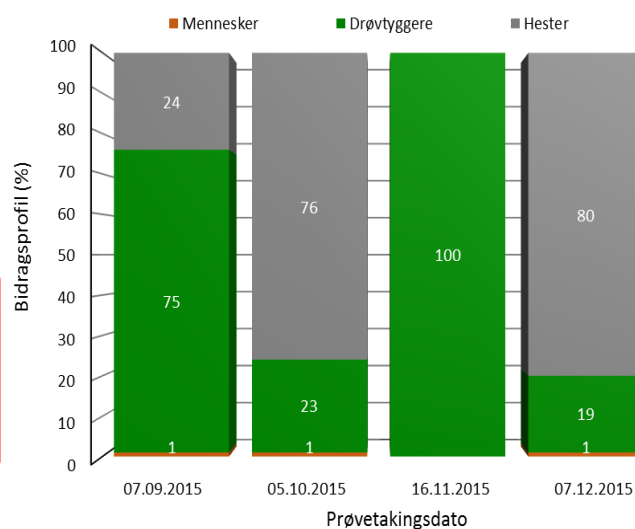


Figur 16. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Sagelva ved prøvelokaliteten S2.

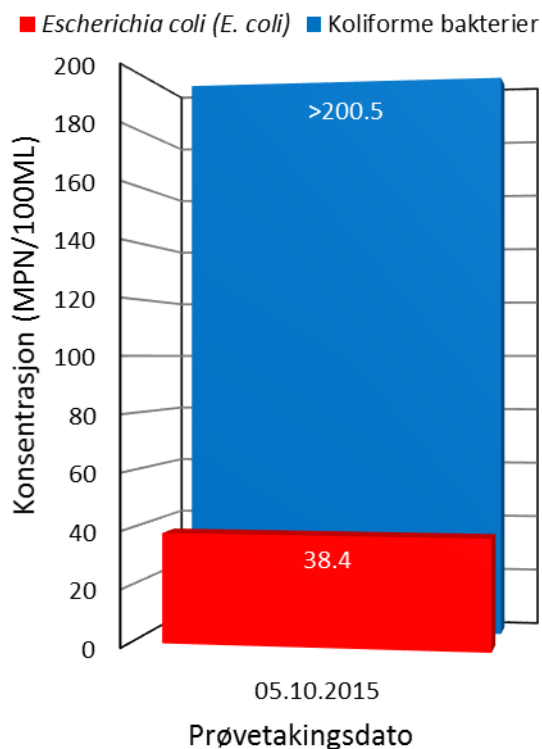




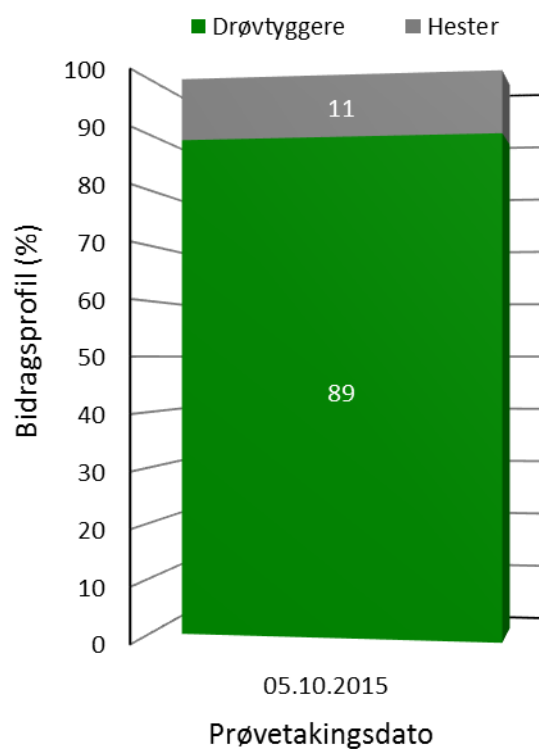
Figur 17. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i ferskvannsprøvene fra Lykkjebekken.



Figur 18. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i Lykkjebekken.



Figur 19. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i en kontrollprøven fra utløp i Jonsvannsveien.



Figur 20. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning i en kontrollprøven fra utløp i Jonsvannsveien.

## 4 DISKUSJON

*E. coli* har i mange år blitt benyttet som en indikator på fekal forurensning siden det er det eneste medlemmet av koliforme-gruppen som finnes utelukkende i fekalier og ikke formerer seg nevneverdig i miljøet (Paruch & Mæhlum 2011a, b, Paruch & Mæhlum 2012). *E. coli* er derfor nærmest en garanti for fekal forurensning. Spredning av fekal forurensning i miljøet skjer hovedsakelig via en rekke sektorer, bl.a. næringsliv, bebyggelse og landbruk. Fekal forurensning kommer fra mennesker (human fekal opprinnelse) og/eller ikke-mennesker (animalsk fekal opprinnelse, f.eks. fra husdyr vilt eller fugler). Fra disse kildene kan et høyt antall av *E. coli* forurense vannkilder (drikkevann, vanning og bading), jord (under jordbruksavrenning, vanning og organisk gjødsling) og vegetasjon (under vanning og organisk gjødsling). *E. coli* kan overleve lenge i ulike miljø og bli oppdaget flere måneder og kanskje år senere. De fleste *E. coli* stammer er ufarlige, men noen av stammene er knyttet til sykdommer hos mennesker og dyr.

Fekal forurensning med *E. coli* ble funnet i de fleste ferskvannsprøver tatt ut ved hvert prøvested i tre tilløpsbakkene til Jonsvannet (dvs. Valsetbekken, Jervbekken og Sagelva). I tillegg ble *E. coli* også påvist i alle prøver tatt ut fra Lykkjebekken (en annen tilløpsbekk til Jonsvannet) og fra utløpet i Jonsvannsveien. Dessuten, ble det funnet høyest *E. coli* konsentrasjon (over målingsgrensen for uførtynnet prøven, dvs. >200.5 MPN/100ml) minst en gang fra hver av de tre bakkene, dvs. Valsetbekken, Jervbekken og Lykkjebekken.

I Valsetbekken, ble det funnet *E. coli* i alle 15 vannprøver tatt ut ved prøvelokaliteten V1, i 14 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten V2 og i 13 prøver tatt ut ved prøvelokaliteten V3. Høyeste konsentrasjoner av *E. coli* (>200.5 MPN/100ml) ble påvist i prøvene tatt ut på samme dag (15. juni 2015) fra alle prøvesteder (V1, V2 og V3). I tillegg, ble også *E. coli* konsentrasjonen over målingsgrensen påvist i prøven V2 tatt ut 29. juni 2015.

Også i Jervbekken, ble det funnet *E. coli* i alle 15 vannprøver tatt ut ved først prøvelokaliteten J1. Ved den andre prøvelokaliteten J2 ble *E. coli* påvist i ni av 15 prøver. Høyest konsentrasjon av *E. coli* (>200.5 MPN/100ml) ble påvist i prøven J1 tatt ut 7. september 2015.

Alle ferskvannprøver tatt ut fra Lykkjebekken var forurenset med *E. coli* og høyest konsentrasjon (>200.5 MPN/100ml) ble påvist i prøven tatt ut i september 2015.

I Sagelva, ble det funnet *E. coli* i 10 av 11 vannprøver, men konsentrasjoner var lavere enn i de andre tilløpsbakkene til Jonsvannet. Høyeste konsentrasjoner (88.5 MPN/100ml og 56 MPN/100ml) ble påvist i vannprøvene S1 og S2 tatt ut 18. mai og 1. juni 2015.

Nesten alle de høyeste *E. coli* konsentrasjoner i ferskvannet ble påvist i den varme perioden, generelt juni - september 2015. Dominerende kilde til fekal forurensning kommer ikke fra mennesker i denne perioden. I alle vannprøver tatt ut i denne perioden var drøvtyggere den mest dominerende kilden til fekal vannforurensning. I tillegg ble bidraget fra hester påvist, høyest (87%, 65% og 60%) i vannprøver fra Sagelva tatt ut henholdsvis 8. og 1. juni 2015.

I den kalde perioden (generelt forsommeren og forvinteren) var *E. coli* konsentrasjoner lav i alle bekkeprøver unntatt Jervbekken hvor høye konsentrasjoner (200.5 MPN/100ml og 165.2 MPN/100ml) ble påvist i prøvene tatt ut 11. mai og 7. desember 2015. I denne perioden var det et klart bidrag i forurensingen fra mennesker, særlig når høye *E. coli* konsentrasjoner ble funnet, f.eks. i to vannprøver (J1 og J2 tatt ut 11. mai) med *E. coli* konsentrasjoner på 200.5 MPN/100ml

og 165.2 MPN/100ml ble i henholdsvis 96% og 91% bidraget av fekal vannforurensing fra mennesker definert. Også i desember 2015 ved høy *E. coli* konsentrasjon (165.2 MPN/100ml) var 63% bidraget av fekal vannforurensing fra mennesker.

En slik trend, dvs. et høyere bidraget i fekal vannforurensing fra dyr i den varme perioden og et høyre bidraget fra mennesker i den kalde perioden stemmer bra med tidligere rapportert/publisert data fra undersøkelser i andre deler av Norge (Blankenberg et al. 2014, Blankenberg et al. 2015, Paruch et al. 2014, Paruch et al. 2015, Paruch et al. 2016). Det ble også funnet en sammenheng med fekal forurensing og næringsstofftilførsler til vassdragene, særlig i jordbruksdominerte nedbørfelt hvor de to største tilførselskildene er jordbruk og avløp (Blankenberg et al. 2015). Det var en stor variasjon i næringsstofftap fra jordbruksområder i løpet av året, og i perioder med liten eller ingen avrenning fra jordbruksarealer kan bidraget fra spredte avløpsanlegg (altså fekal forurensing fra mennesker) utgjøre mye av næringstilførselen til vassdrag. Undersøkelsene viste at fosfortilførsler fra spredt avløp kan utgjøre så mye som nær 100 % om vinteren når det er frost, samt at bidraget fra spredt avløp også kan være betydelig i tørre perioder om våren og forsommeren (Blankenberg et al. 2015). Resultatene viste at bidrag fra spredt avløp (fekal forurensing fra mennesker) var størst om forsommeren, mens avrenning fra hester og drøvtyggere bidrar mest om sommeren (Blankenberg et al. 2015, Paruch et al. 2015).

## 5 KONKLUSJONER

Analysen av *E. coli* i fire tilførselsbekkene til Jonsvannet (Valsetbekken, Jervbekken, Sagelva og Lykkjebekken) viser at vannet er forurenset av tarmbakterier fra mennesker, drøvtyggere og hester. Dette er ingen direkte trussel mot drikkevannets kvalitet. Drikkevannet til Trondheims befolkning sikres ved hygieniske barrierer i Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg før det leveres til mottakeren. For å sikre at råvannets kvalitet har høy standard er det ønskelig at nivået av fekal smitte er lavest mulig.

Molekylærbiologiske tester viste at den fekale vannforurensingen i de fire tilløpsbekkene hovedsakelig kommer fra andre kilder enn mennesker. Med animalsk fekal opprinnelse kan en trussel om sykdomsframkallende artene av *E. coli*, særlig Shigatoksinproduserende *E. coli* (STEC), f.eks. *E. coli* O157:H7, være sannsynlig.

NIBIOs tidligere undersøkelse fra 2013 i et jordbrukslandskap med dyrket mark og utslipp fra avløpsanlegg og husdyr på beite, viste at STEC ble påvist i vannprøvene. Disse patogene bakteriene viste høy korrelasjon med genetisk markør for drøvtyggende husdyr. Det kan derfor være nyttig å bruke flere vertsspesifikke genetiske markører for utvalgte dyr som er på stedet i et nedbørsfelt i kildesporing. I tillegg, det kan også være nyttig å teste ut STEC serogrupper, dersom animalsk fekal opprinnelse ble funnet å dominere i fekal vannforurensing. Til tross for de sykdomsframkallende artene av *E. coli* er det svært viktig å være klar over at forekomsten av *E. coli* i miljøet ikke nødvendigvis medfører en trussel om sykdom.

De funn som er gjort i rapporten kan benyttes til å prioritere tiltak i nedbørsfeltene i forhold til å begrense fekal smitte til vassdragene i Trondheim kommune.

# LITTERATURREFERANSER

- Adressa. 2015. Ribbefett i vasken gir rottefest i rørene. Hentet 27. januar 2016 fra <http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2015/12/20/Ribbefett-i-vasken-gir-rottefest-i-r%C3%B8rene-11943062.ece>
- Bergens Tidende. 2015. Rottejegere i Bergen har tatt nesten 2000 flere dyr. Hentet 27. januar 2016 fra <http://www.bt.no/nyheter/lokalt/Rottejegere-i-Bergen-har-tatt-nesten-2000-flere-dyr-3464679.html>
- Bernhard A.E., Field K.G. 2000. Identification of nonpoint sources of fecal pollution in coastal waters by using host-specific 16S ribosomal DNA genetic markers from fecal anaerobes. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 1587-1594.
- Blankenberg A-G., Bechmann M., Paruch L., Paruch A. 2014. Spredt avløp i jordbrukslandskapet. *Bioforsk TEMA* 9(12). [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/109416/TEMA\\_vol9\\_nr12\\_2014\\_Spredt\\_avlop.pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/109416/TEMA_vol9_nr12_2014_Spredt_avlop.pdf)
- Blankenberg A-G., Paruch A.M., Bechmann M., Paruch L. 2015. Betydning av spredt avløp i jordbrukslandskapet (Rural decentralized wastewater treatment systems in agricultural catchments). *Vann* 50(1): 8-17.
- Bolton D.J., Duffy G., O'Neil C.J., Baylis C.L., Tozzoli R., Morabito S., Wasteson Y., Lofdahl S. 2009. Epidemiology and Transmission of Pathogenic *Escherichia coli*. Ashtown Food Research Centre, Teagasc, Dublin, Ireland.
- Dick L.K., Bernhard A.E., Brodeur T.J., Santo Domingo J.W., Simpson J.M., Walters S.P., Field K.G. 2005. Host distributions of uncultivated fecal *Bacteroidales* bacteria reveal genetic markers for fecal source identification. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 3184-3191.
- Farnleitner A.H., Ryzinska-Paier G., Reischer G.H., Burtscher M.M., Knetsch S., Kirschner A.K.T., Dirnböck T., Kuschnig G., Mach L.R., Sommer R. 2010. *Escherichia coli* and enterococci are sensitive and reliable indicators for human, livestock and wildlife faecal pollution in alpine mountainous water resources. *J. Appl. Microbiol.* 109: 1599-1608.
- Fettvett. 2016. Rotterace i avløpsnett. Hentet 27. januar 2016 fra <http://fettvett.no/rotterace.html>
- Field K.G., Samadpour M. 2007. Fecal source tracking, the indicator paradigm, and managing water quality. *Water Res.* 41: 3517-3538.
- Foley S.L., Lynne A.M., Nayak R. 2009. Molecular typing methodologies for microbial source tracking and epidemiological investigations of Gram-negative bacterial foodborne pathogens. *Infect. Genet. Evol.* 9: 430-440.
- Gerardi M.H. 2006. Wastewater bacteria. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA: 272pp.
- Guenther S., Wuttke J., Bethe A., Vojtěch J., Schaufler K., Semmler T., Ulrich R.G., Wieler L.H., Ewers C. 2013. Is fecal carriage of extended-spectrum- $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in urban rats a risk for public health? *Antimicrob. Agents Chemother.* 57(5), 2424-2425.
- Hagedorn C., Harwood V.J., Blanch A. 2011. *Microbial Source Tracking: Methods, Applications, and Case Studies*. Springer, New York.
- Harwood V.J., Staley C., Badgley B.D., Borges K., Korajkic A. 2014. Microbial source tracking markers for detection of fecal contamination in environmental waters: relationships between pathogens and human health outcomes. *FEMS Microbiol Rev* 38: 1-40.
- Hold G., Pryde S.E., Russell V.J., Furrie E., Flint H.J. 2002. Assessment of microbial diversity in human colonic samples by 16S rDNA sequence analysis. *FEMS Microbiol. Ecol.* 39: 33-39.
- Lamendella R., Santo Domingo J.W., Yannarell A.C., Ghosh S., Di Giovanni G., Mackie R.I., Oerther D.B. 2009. Evaluation of swine-specific PCR assays used for fecal source tracking and analysis of molecular diversity of swine-specific "*Bacteroidales*" populations. *Appl. Environ. Microbiol.* 75: 5787-5796.
- Layton A., McKay L., Williams D., Garrett V., Gentry R., Saylor G. 2006. Development of *Bacteroides* 16S rRNA gene TaqMan-based real-time PCR assays for estimation of total, human, and bovine fecal pollution in water. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 4214-4224.
- Moss Avis. 2015. Slik unngår du å få kloakkrotter i huset. Hentet 27. januar 2016 fra <http://www.moss-avis.no/dyr/nyheter/slik-unngar-du-a-fa-kloakkrotter-i-huset/s/5-67-89598>

- Paruch A.M., Mæhlum T. 2011a. Fekale indikatorbakterier. *Kommunalteknikk* (9): 44-47.
- Paruch A.M., Mæhlum T. 2011b. *E. coli* i avføring – er det farlig? *Nationen – Debatt* (135): p26.
- Paruch A.M., Mæhlum T. 2012. Specific features of *Escherichia coli* that distinguish it from coliform and thermotolerant coliform bacteria and define it as the most accurate indicator of faecal contamination in the environment. *Ecol. Indic.* 23: 140-142.
- Paruch A.M., Mæhlum T., Robertson L. 2015. Changes in microbial quality of irrigation water under different weather conditions in Southeast Norway. *Environ. Process.* 2: 115-124.
- Paruch A.M., Paruch L., Mæhlum T. 2014. Implementering av molekylærbiologiske metoder for kildesporing av fekal vannforurensing og vurdering av helsefare. *Bioforsk TEMA* 9(19).  
[http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/109843/Bioforsk%20TEMA%209%20\(19\).pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/109843/Bioforsk%20TEMA%209%20(19).pdf)
- Paruch A.M., Paruch L., Mæhlum T. 2016. Kildesporing av fekal vannforurensing i noen av tilløpsbekkene til Maridalsvannet og utløp Akerselva. *NIBIO Rapport* 2/27/2016.
- Paruch L., Paruch A.M., Blankenberg A-G.B., Bechmann M., Mæhlum T. 2015. Application of host-specific genetic markers for microbial source tracking of faecal water contamination in an agricultural catchment. *Acta Agric. Scand.* 65(S2): 164-172.
- Reischer G.H., Kasper D.C., Steinborn R., Farnleitner A.H., Mach R.L. 2007. A quantitative real-time PCR assay for the highly sensitive and specific detection of human faecal influence in spring water from a large alpine catchment area. *Let. Appl. Microbiol.* 44: 351-356.
- Reischer G.H., Kasper D.C., Steinborn R., Mach R.L., Farnleitner A.H. 2006. Quantitative PCR method for sensitive detection of ruminant fecal pollution in freshwater and evaluation of this method in alpine karstic regions. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 5610–5614.
- Scheffe L. 2007. Reducing risk of *E. coli* O157:H7 contamination. *Nutrient Management Technical Note No. 7*. USDA, NRCS, Washington, DC., USA: 11pp.
- Shahryari A., Nikaeen M., Khiadani (Hajian) M., Nabavi F., Hatamzadeh M., Hassanzadeh A. 2014. Applicability of universal *Bacteroidales* genetic marker for microbial monitoring of drinking water sources in comparison to conventional indicators. *Environ. Monit. Assess.* 186: 7055–7062.
- Shanks O.C., Atikovic E., Blackwood A.D., Lu J., Noble R.T., Domingo J.S., Seifring S., Sivaganesan M., Haugland R.A. 2008. Quantitative PCR for detection and enumeration of genetic markers of bovine fecal pollution. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 745-752.
- Shanks O.C., Santo Domingo J.W., Lamendella R., Kelty C.A., Graham J.E. 2006. Competitive metagenomic DNA hybridization identifies host-specific microbial genetic markers in cow fecal samples. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 4054-4060.
- Tambalo D.D., Fremaux B., Boa T., Yost C.K. 2012. Persistence of host-associated *Bacteroidales* gene markers and their quantitative detection in an urban and agricultural mixed prairie watershed. *Water Res.* 46: 2891-2904.
- Trondheim kommune. 2016. Jonsvatnet. Hentet 10. februar 2016 fra <https://www.trondheim.kommune.no/jonsvatnet>
- USEPA. 2005. Microbial Source Tracking Guide Document. Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency, EPA-600/R-05/064, Washington, DC.
- VAnytt. 2013. Tre av fire forer rottene med julefett. Hentet 27. januar 2016 fra <http://www.vanytt.no/artikkel/7439/tre-av-fire-forer-rottene-med-julefett-.html>
- WHO. 2004. Waterborne zoonoses. In: Cotruvo, J.A., Dufour, A., Rees, G., Bartram, J., Carr, R., Cliver, D.O., Craun, G.F., Fayer, R., Gannon, V.P.J. (Eds.), *Waterborne Zoonoses: Identification, Causes and Control*. IWA, Publishing, London, UK.
- Åström J., Pettersson T.J., Reischer G.H., Norberg T., Hermansson M. 2015. Incorporating expert judgments in utility evaluation of *Bacteroidales* qPCR assays for microbial source tracking in a drinking water source. *Environ. Sci. Technol.* 49(3): 1311-1318.

# VEDLEGG 1



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

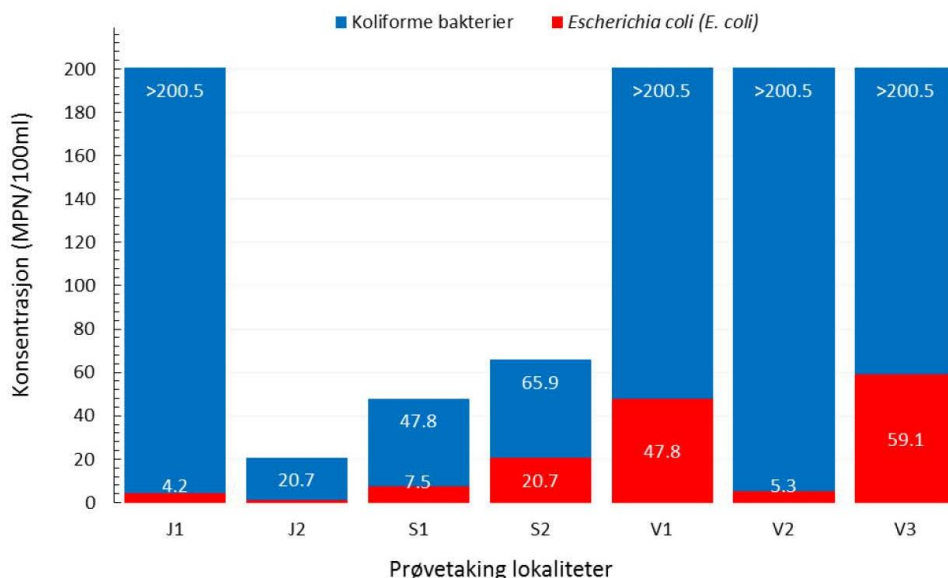
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

## Bioforsk analyserapport fekal kildeopsporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra april 2015, uke 16

Prosjekttittel	Kildeopsporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	13. 04. 2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	14. 04. 2015

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortytning.



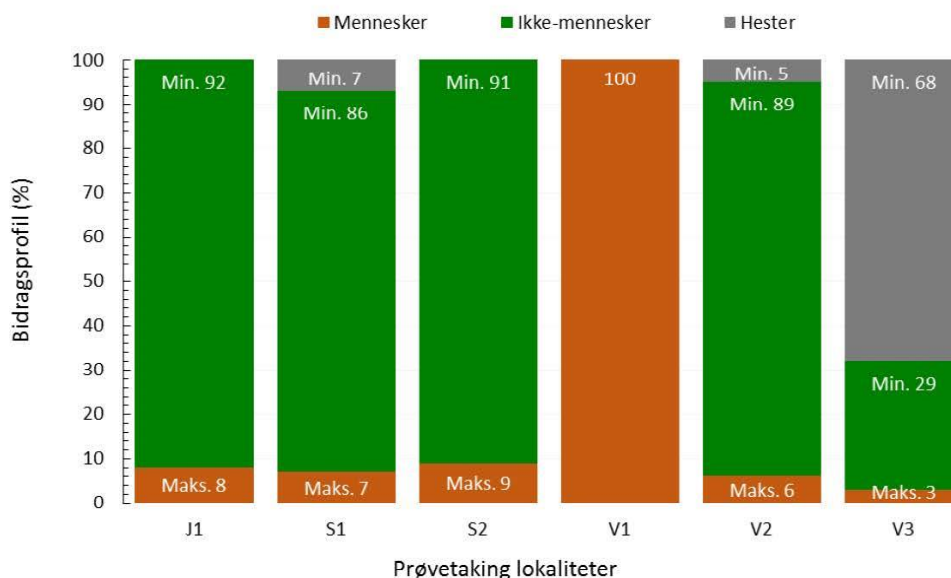
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøver

fra Jervbekken J1 og alle prøvene fra Valsetbekken V1, V2 og V3 (figur 1). Høyeste konsentrasjon av *E. coli* (59.1 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Valsetbekken V3 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (20.7 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 og *E. coli* ble ikke påvist i denne vannprøve (figur 1). Derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i vannprøve fra Jervbekken J2.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i seks vannprøver, dvs. Jervbekken J1, Sagelva S1 og S2, og Valsetbekken V2 og V3 ikke er fra mennesker. I tillegg ble bidrag i vannforurensning fra hester definert i tre vannprøver fra Sagelva S1 (min. 7%), Valsetbekken V2 (min. 5%) og V3 (min. 68%, figur 2). En vannprøve fra Valsetbekken V1 viser at maksimalt (100%) bidrag i vannforurensning er fra mennesker (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 20. april 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker



## VEDLEGG 2



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

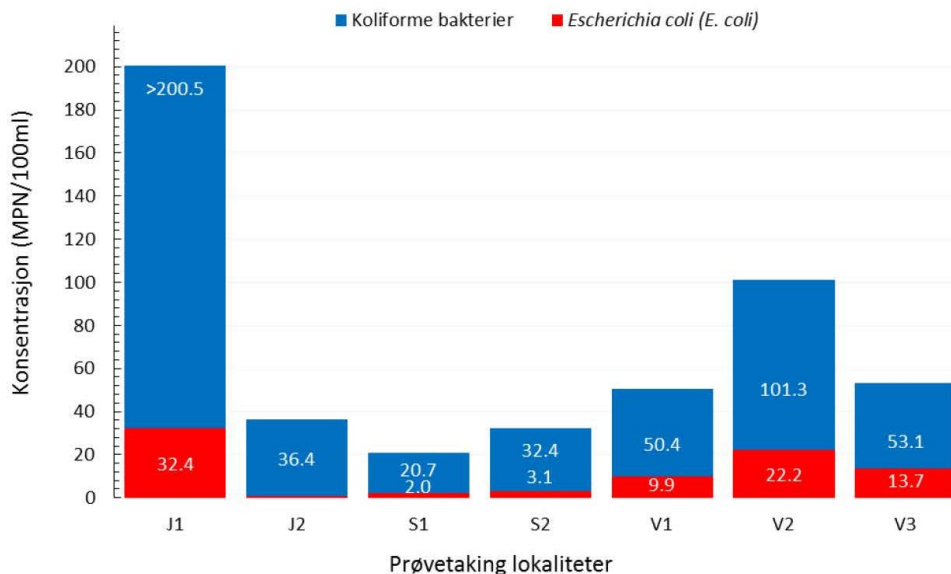
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra april 2015, uke 18

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	27. 04. 2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	29. 04. 2015

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



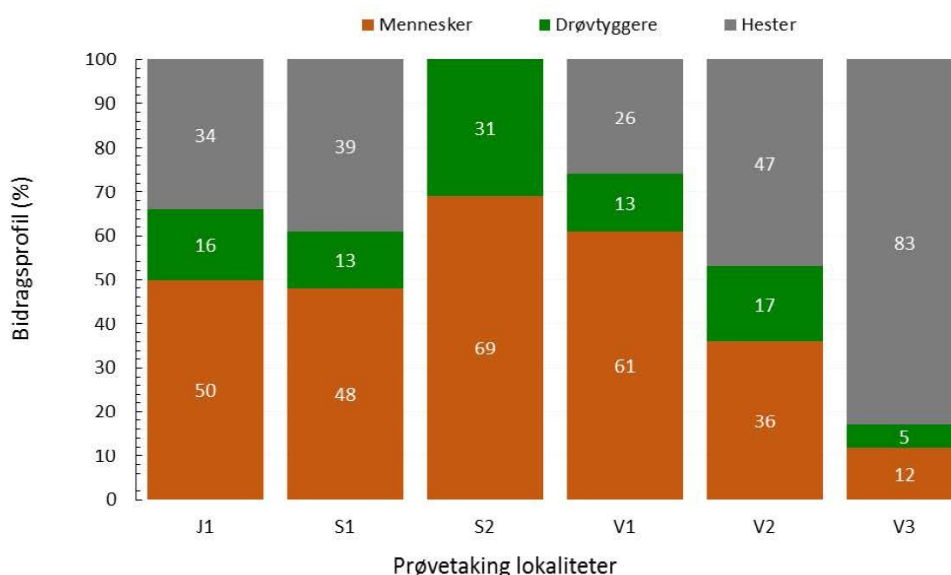
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) sammen med høyeste

konsentrasjon av *E. coli* (32.4 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J1 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (20.7 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1. *E. coli* ble ikke påvist i vannprøven fra Jervbekken J2 (figur 1) og derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i denne vannprøven.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 (J1); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i fire vannprøver, dvs. Jervbekken J1, Sagelva S1 og Valsetbekken V2 og V3 ikke er fra mennesker. I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere definert, høyest i prøve fra Jervbekken J1 opptil 31% (figur 2). I tillegg ble også bidrag fra hester definert i fem vannprøver, dvs. Jervbekken J1, Sagelva S1, Valsetbekken V1, V2 og V3 (høyest bidrag opptil 83%, figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 06. mai 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

## VEDLEGG 3



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

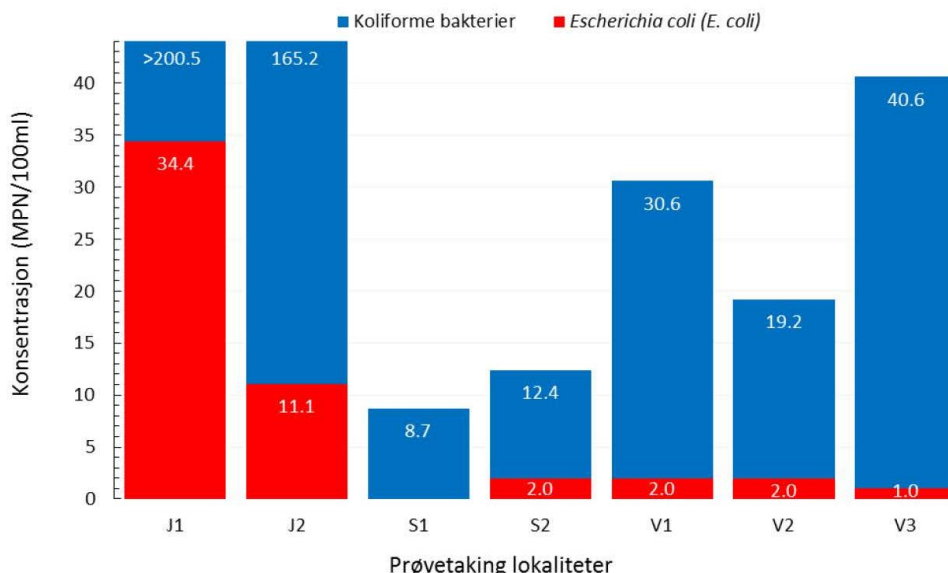
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra mai 2015, uke 19

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	04.05.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	05.05.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) sammen med høyeste

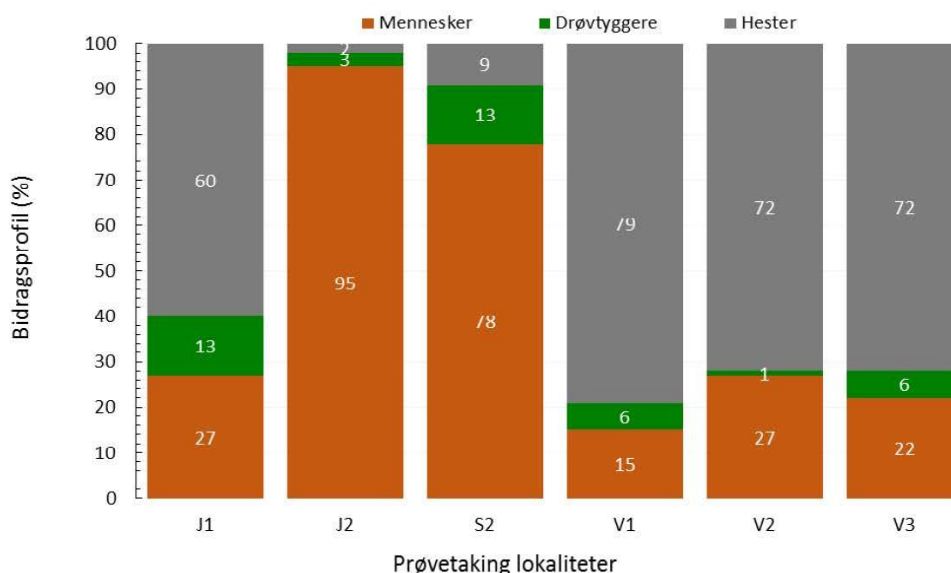
Kildesporing av fekal vannforurensing

Side 1 av 2

konsentrasjon av *E. coli* (34.4 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J1 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (8.7 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1 og *E. coli* ble ikke påvist i denne vannprøve (figur 1). Derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i vannprøve fra Sagelva S1.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 2 (S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i to vannprøver, dvs. Jervbekken J2 og Sagelva S2 er fra mennesker og i fire vannprøver, dvs. Jervbekken J1 og Valsetbekken V1, V2 og V3 ikke er fra mennesker. I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyest i prøve fra Jervbekken J1 og Sagelva S2, opptil 13%) og hester (høyest i prøve fra Valsetbekken V1, opptil 79%) definert (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 11. mai 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

## VEDLEGG 4



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

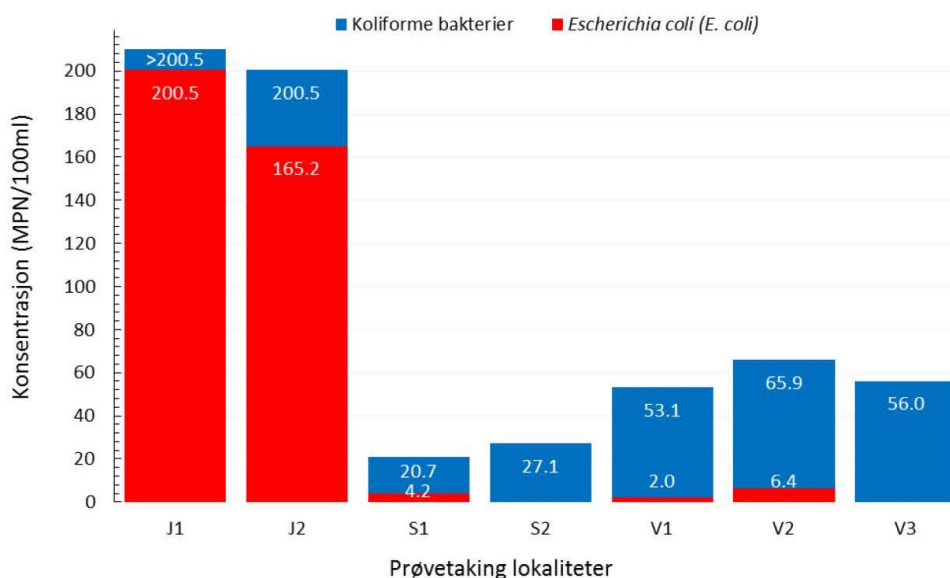
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: [jord@bioforsk.no](mailto:jord@bioforsk.no)  
Internett: [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra mai 2015, uke 20

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	11.05.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	13.05.2015*
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten *Obs. Prøvene ble mottatt ca. 48 timer etter prøvetaking

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



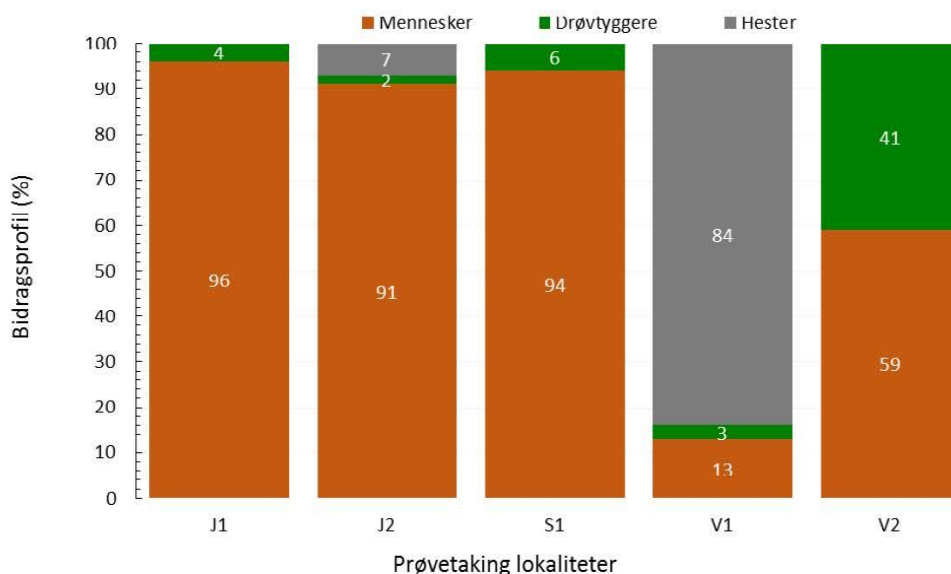
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) sammen med høyeste konsentrasjon av *E. coli* (200.5 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J1 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (20.7 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1. *E. coli* ble ikke påvist i to vannprøver, dvs. Sagelva S2 og Valsetbekken V3 (figur 1), og derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i disse vannprøvene.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av fem ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 (S1) og Valsetbekken 1 og 2 (V1 og V2) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i fire vannprøver, dvs. Jervbekken J1 og J2, Sagelva S1 og Valsetbekken V2 er fra mennesker og bare en vannprøve fra Valsetbekken V1 er ikke fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere definert, høyest i prøve fra Valsetbekken V2 opptil 41% (figur 2). I tillegg ble også fekal bidrag fra hester definert i to vannprøver, nærmest bestemt Jervbekken J2 og Valsetbekken V1 (høyest bidrag opptil 84%, figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 19. mai 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

## VEDLEGG 5



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

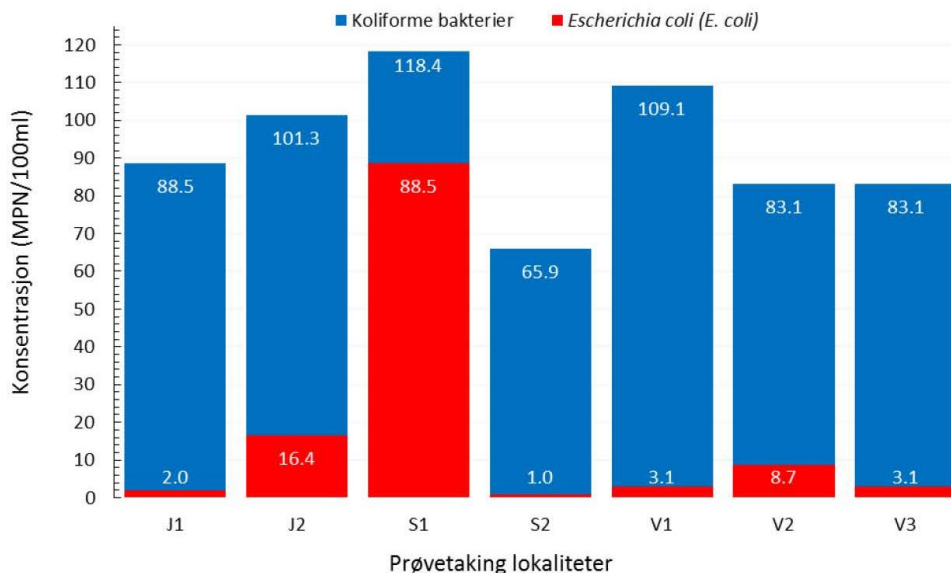
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra mai 2015, uke 21

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	18.05.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	19.05.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (118.4 MPN/100ml) sammen med høyeste konsentrasjon av *E. coli* (88.5 MPN/100 ml) ble

Kildesporing av fekal vannforurensing

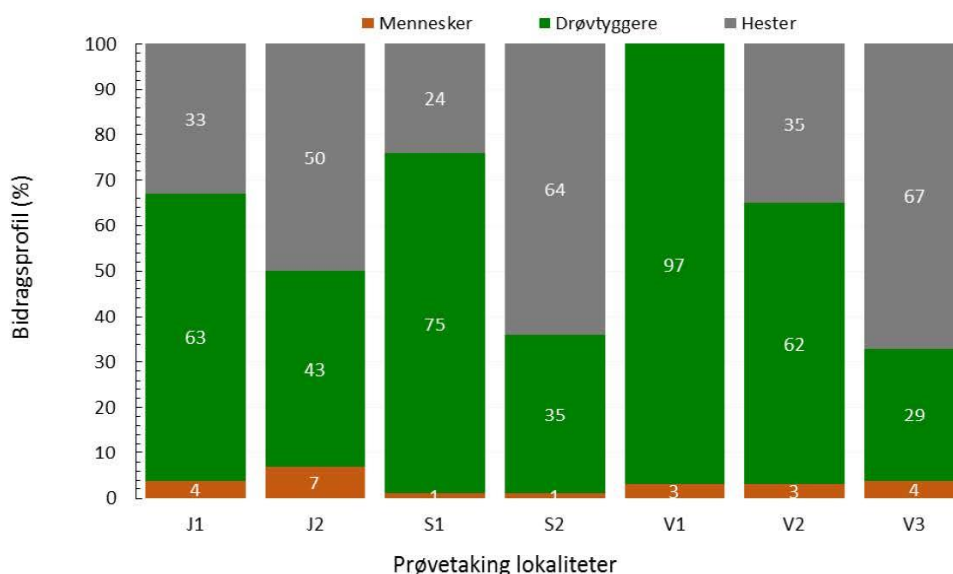
Side 1 av 2

funnet i vannprøve fra Sagelva S1 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (65.9 MPN/100ml) sammen med laveste konsentrasjon av *E. coli* (1 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere definert, høyest i prøve fra Valsetbekken V1 opptil 97% (figur 2). I tillegg ble også fekal bidrag fra hester definert i alle vannprøver, unntatt prøve fra Valsetbekken V1 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 26. mai 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker



## VEDLEGG 6



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

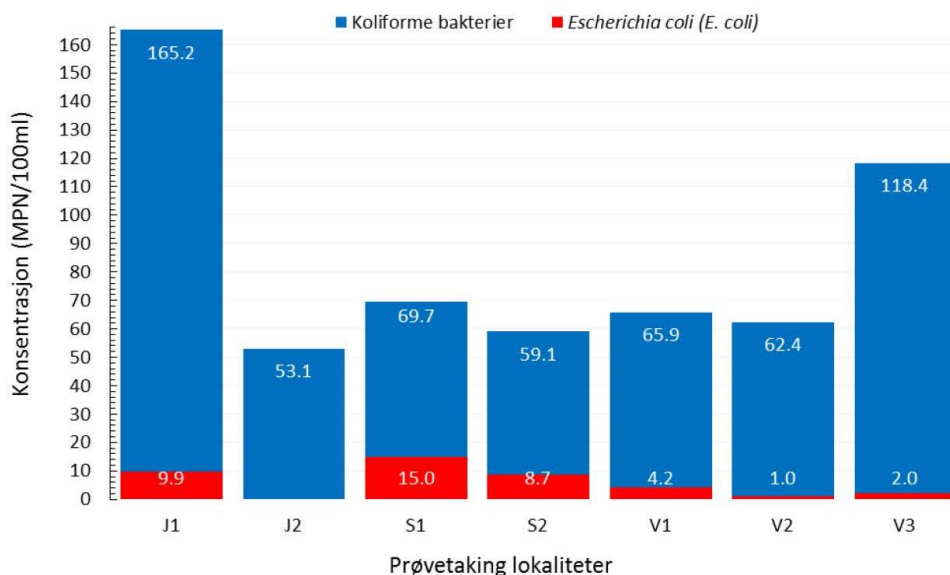
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra mai 2015, uke 22

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	26.05.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	28.05.2015*
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten *Obs. Prøvene ble mottatt ca. 48 timer etter prøvetaking

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



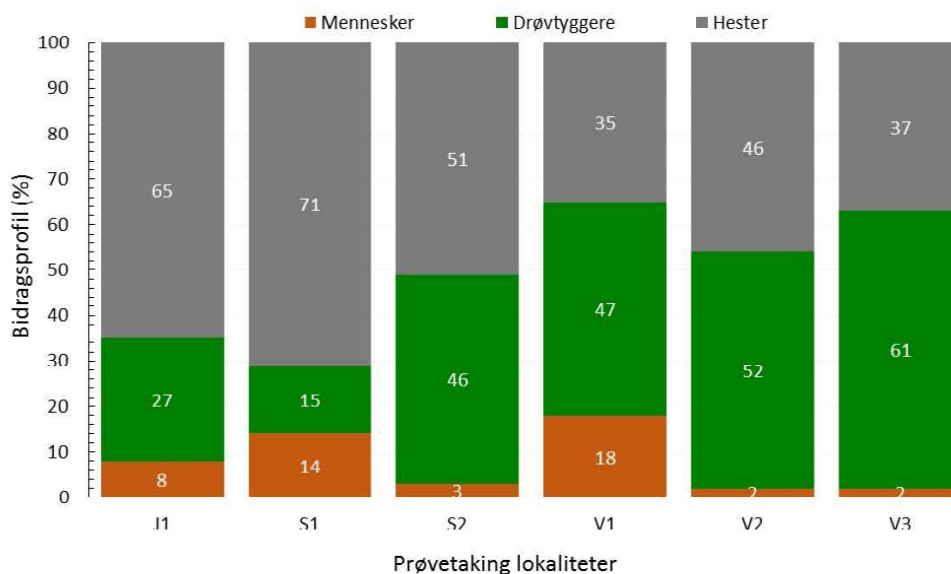
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjon av koliforme bakterier (165.2 MPN/100ml) ble funnet i prøve fra Jervbekken J1, mens høyeste konsentrasjon av *E. coli* (15 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1 (figur 1). Laveste konsentrasjoner av koliforme bakterier (53.1 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 og *E. coli* ble ikke påvist i denne vannprøven (figur 1). Derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i vannprøve fra Jervbekken J2.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 (J1); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyest i prøve fra Valsetbekken V3 opptil 61%) og hester (høyest i prøve fra Sagelva S1, opptil 71%) definert (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 01. juni 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

# VEDLEGG 7



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

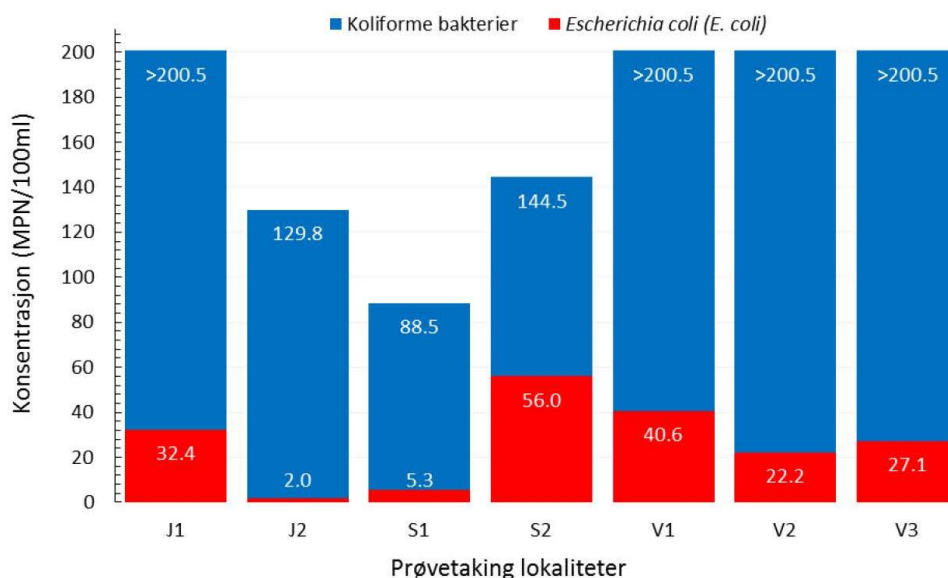
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

## Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra juni 2015, uke 23

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos oppdragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	01.06.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	02.06.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøver

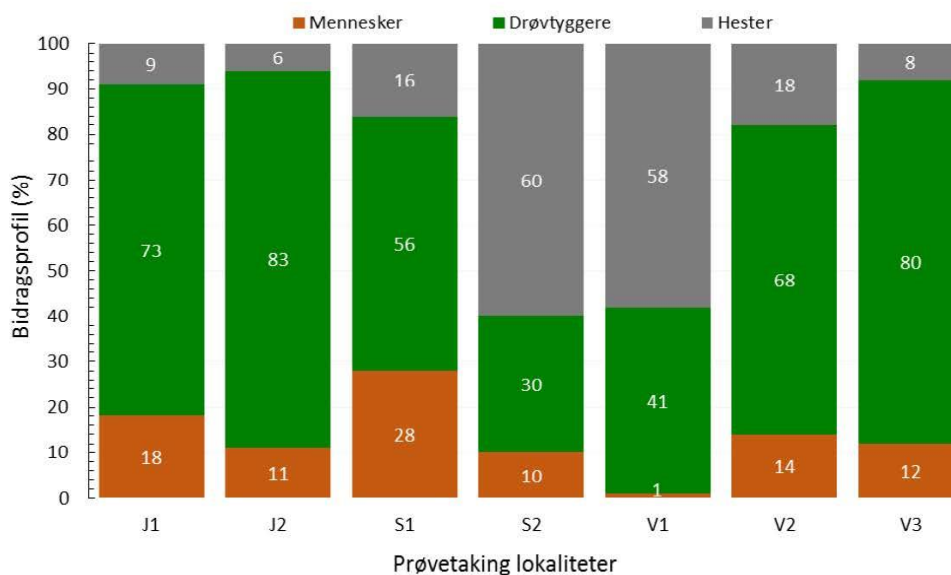
fra Jervbekken J1 og alle prøvene fra Valsetbekken, dvs. V1, V2 og V3 (figur 1). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (88.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1.

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (56 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S2, mens lavest konsentrasjon (2 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyest i prøve fra Jervbekken J2 opptil 83%) og hester (høyest i prøve fra Sagelva S2, opptil 60%) definert (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 05. juni 2015.

Kvalitetsansvarlig

  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

Prosjektleder

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

## VEDLEGG 8



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

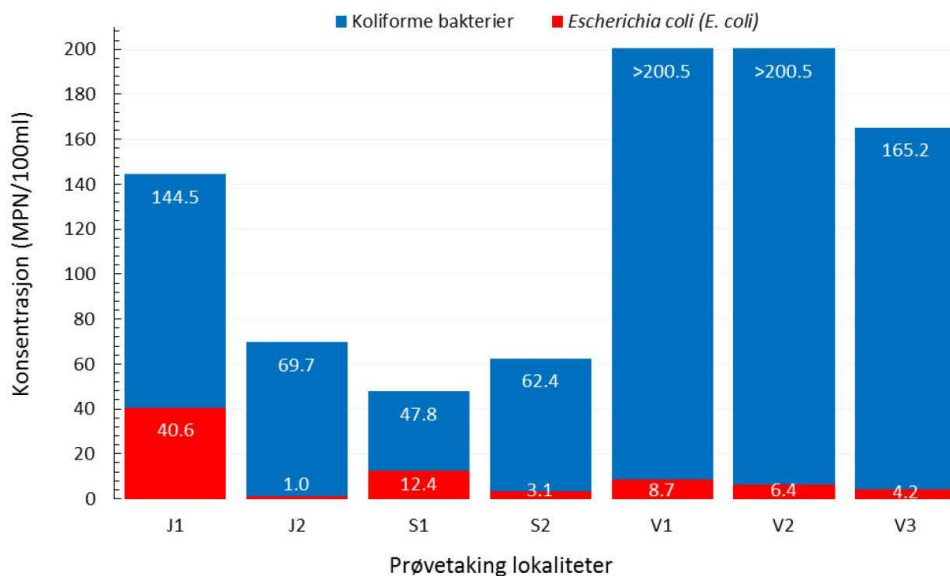
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: [jord@bioforsk.no](mailto:jord@bioforsk.no)  
Internett: [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra juni 2015, uke 24

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	08.06.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	09.06.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortyning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i to vannprø-

Kildesporing av fekal vannforurensing

Side 1 av 2

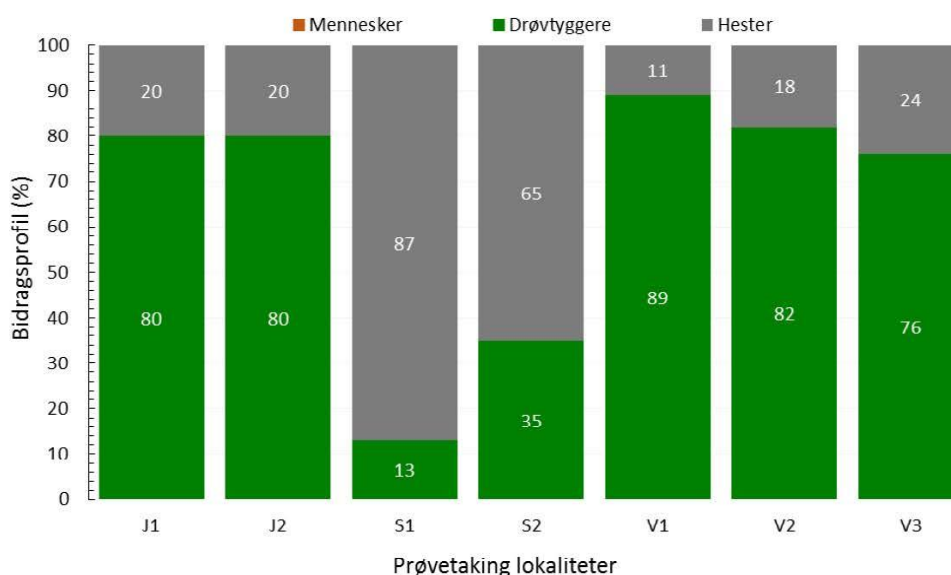
ver fra Valsetbekken V1 og V2 (figur 1). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (47.8 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1.

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (40.6 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J1, mens lavest konsentrasjon (1 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyest i prøve fra Valsetbekken V1 opptil 89%) og hester (høyest i prøve fra Sagelva S1, opptil 87%) definert (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 15. juni 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

## VEDLEGG 9



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

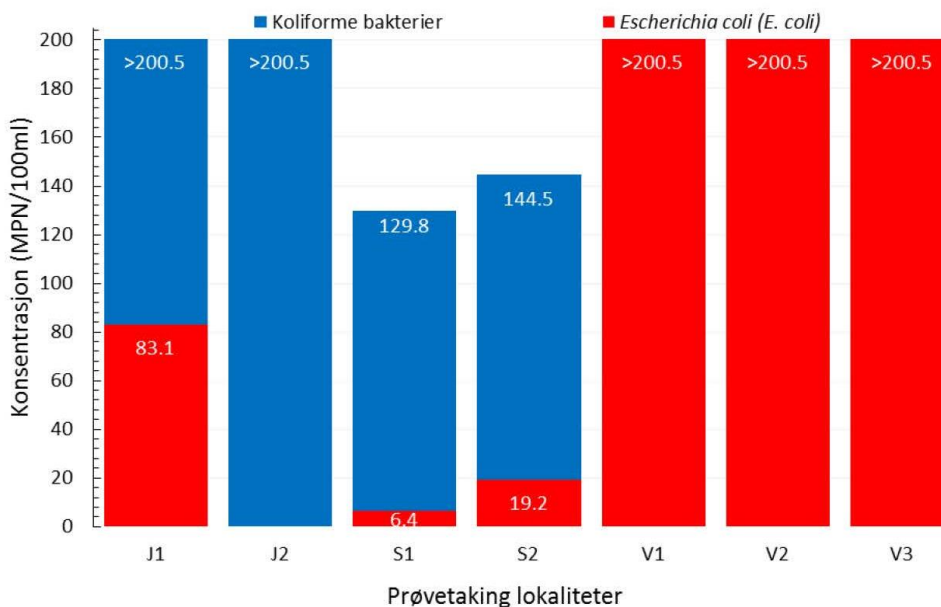
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: jord@bioforsk.no  
Internett: www.bioforsk.no

### Bioforsk analyserapport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra juni 2015, uke 25

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	15.06.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	16.06.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

#### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortyning.

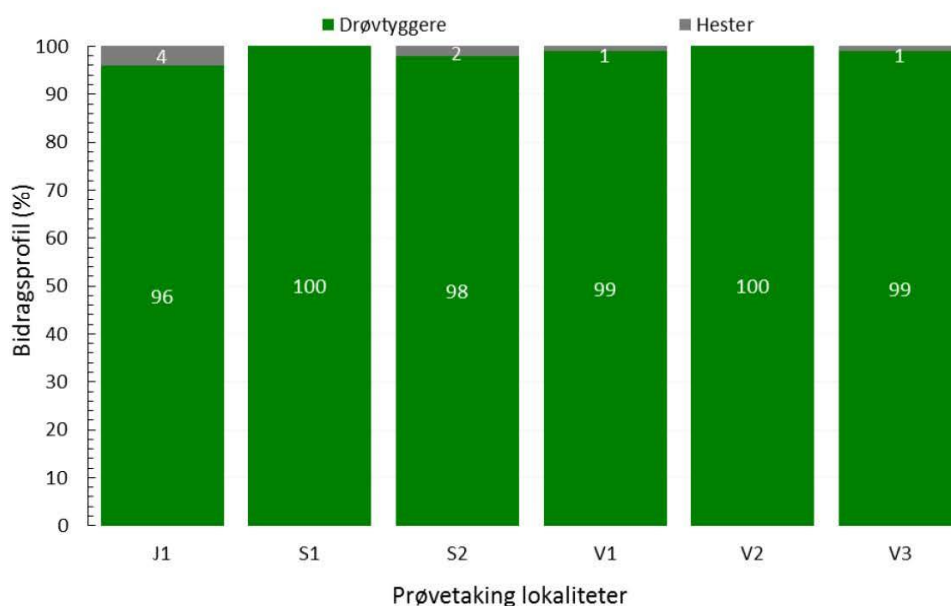


Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

Resultatene viser at høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i fem vannprøver (alle fra Jervbekken og Valsetbekken, figur 1). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (129.8 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S1. Høyeste konsentrasjoner av *E. coli* (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i alle vannprøver fra Valsetbekken (figur 1). *E. coli* ble ikke påvist i vannprøven fra Jervbekken J2 (figur 1) og derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i denne vannprøven.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 (J1); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver er fra drøvtyggere. Maksimalt bidrag (100%) i vannforurensning fra drøvtyggere ble definert i to prøver, dvs. Sagelva S1 og Valsetbekken V2 (figur 2). Et lite fekal bidrag fra hester ble definert i fire vannprøver, dvs. 4% i Jervbekken J1, 2% i Sagelva S2 og 1% i Valsetbekken V1 og V3 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 22. juni 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker



# VEDLEGG 10



Bioforsk Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20 1430 Ås

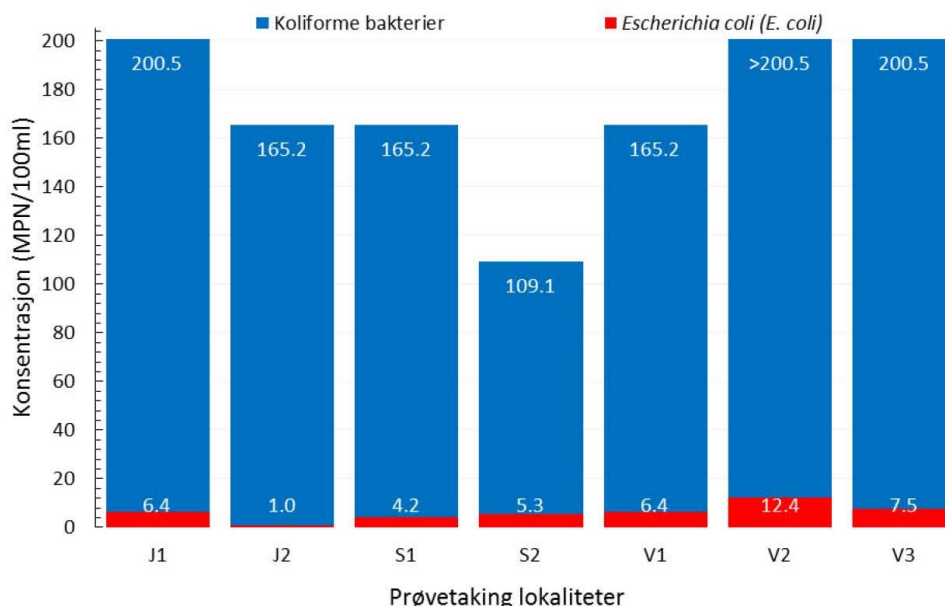
Tlf: 03 246 eller (+47)40 60 41  
E-post: [jord@bioforsk.no](mailto:jord@bioforsk.no)  
Internett: [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

## Bioforsk analyserapport fekal kildeopsporing i Jonsvannets nedbørfelt - Resultater fra juni 2015, uke 26

Prosjekttittel	Kildeopsporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i Bioforsk Kvalitetsansvarlig	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@bioforsk.no">adam.paruch@bioforsk.no</a> Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.mahlum@bioforsk.no">trond.mahlum@bioforsk.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos opp- dragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	22.06.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	23.06.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

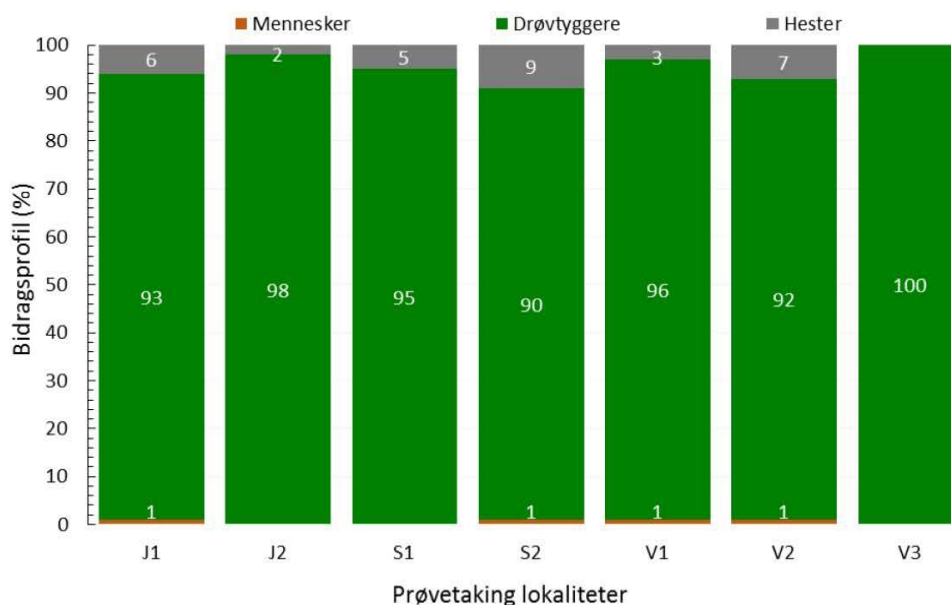
Resultatene viser at høyest konsentrasjon av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) sammen med høyest konsentrasjon av *E. coli* (12.4 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Valsetbekken V2 (figur 1).

Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (109.1 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Sagelva S2, mens lavest konsentrasjon av *E. coli* (1 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver er fra drøvtyggere. Maksimalt bidrag (100%) i vannforurensning fra drøvtyggere ble definert i prøve fra Valsetbekken V3 (figur 2).

Et lite fekalt bidrag fra mennesker (1%) ble definert i fire vannprøver, dvs. Jervbekken J1, Sagelva S2 og Valsetbekken V1 og V2 (figur 2). I tillegg ble også fekalt bidrag fra hester definert i alle vannprøver (høyest i prøve fra Sagelva S2, 9%), unntatt prøve fra Valsetbekken V3 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 29. juni 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

Kildesporing av fekal vannforurensning

Side 2 av 2

# VEDLEGG 11



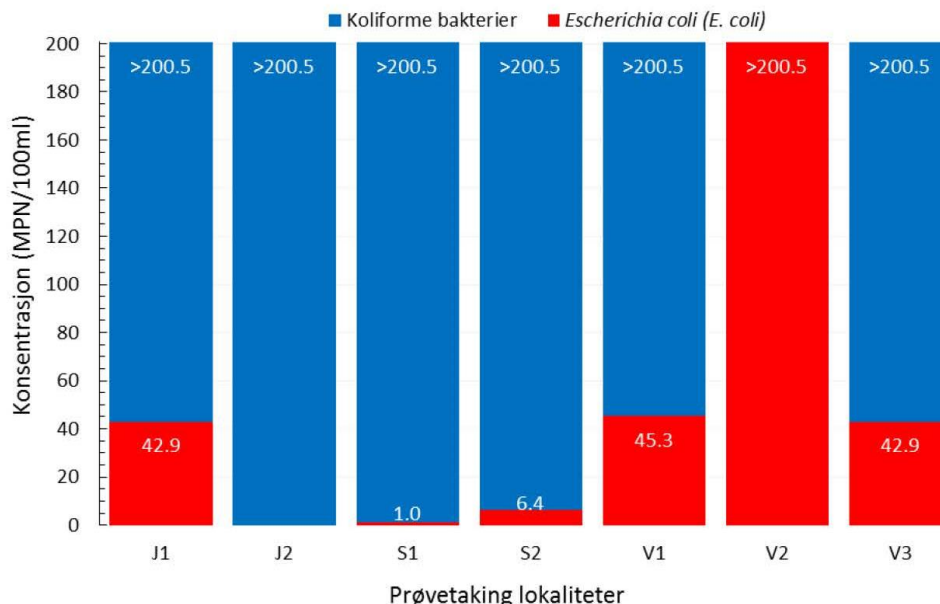
NIBIO Klima og Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
Pb 115, NO-1431 Ås  
Tlf: 03246 eller (+47)40604100  
E-post: [post@nibio.no](mailto:post@nibio.no)  
Internett: [www.nibio.no](http://www.nibio.no)

## Analysereport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt Resultater fra juni 2015, uke 27

<b>Prosjekttittel</b>	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
<b>Prosjektleder i NIBIO</b>	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@nibio.no">adam.paruch@nibio.no</a>
<b>Kvalitetsansvarlig</b>	Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.meahlum@nibio.no">trond.meahlum@nibio.no</a>
<b>Oppdragsgiver</b>	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
<b>Kontaktperson hos oppdragsgiver</b>	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
<b>Prøvetakingsdato</b>	29.06.2015
<b>Prøvesteder</b>	Jervbekken 1 og 2, Sagelva 1 og 2, og Valsetbekken 1, 2 og 3
<b>Analysedato</b>	30.06.2015
<b>Metoder</b>	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3).

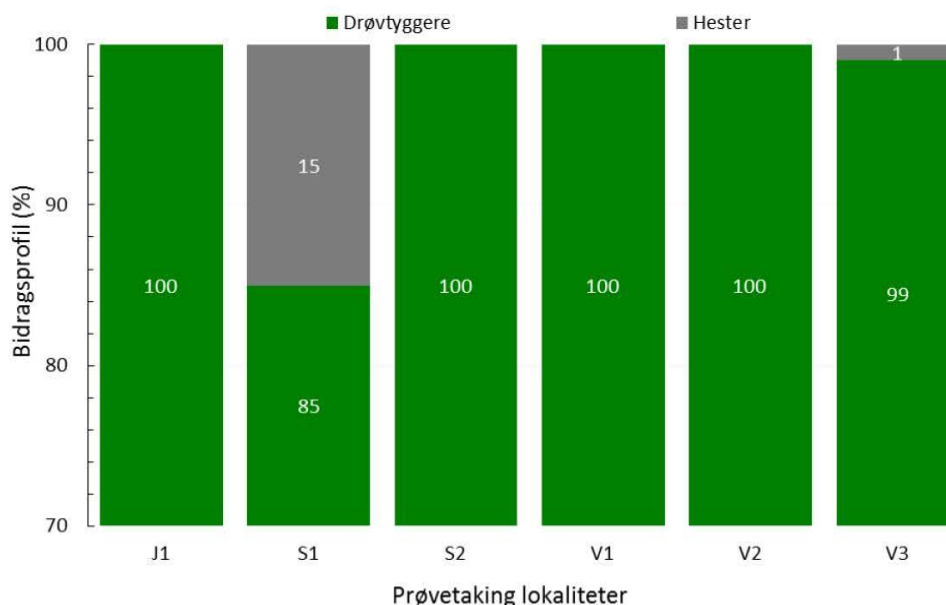
Resultatene viser at alle ferskvannsprøvene inneholder høye konsentrasjoner av koliforme bakterier, over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml (figur 1).

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (også over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Valsetbekken V2 (figur 1).

*E. coli* ble ikke påvist i vannprøven fra Jervbekken J2 (figur 1) og derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekale forurensningskilder gjort i denne vannprøven.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 (J1); Sagelva 1 og 2 (S1 og S2); og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver er fra drøvtyggere. Maksimalt bidrag (100%) i vannforurensning fra drøvtyggere ble definert i fire prøver, dvs. Jervbekken J1, Sagelva S2 og Valsetbekken V1 og V2 (figur 2). I tillegg ble også fekal bidrag fra hester definert i to vannprøver, dvs. 15% i Sagelva S1 og 1% i Valsetbekken V3 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 03. juli 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

# VEDLEGG 12



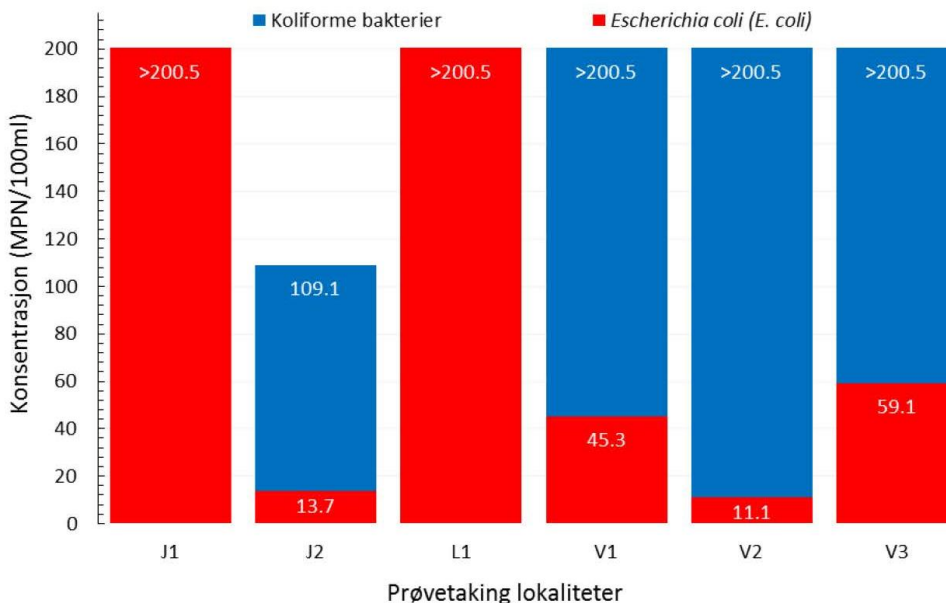
NIBIO Klima og Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
Pb 115, NO-1431 Ås  
Tlf: 03246 eller (+47)40604100  
E-post: [post@nibio.no](mailto:post@nibio.no)  
Internett: [www.nibio.no](http://www.nibio.no)

## Analysereport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt Resultater fra september 2015

<b>Prosjekttittel</b>	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
<b>Prosjektleder i NIBIO</b>	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@nibio.no">adam.paruch@nibio.no</a>
<b>Kvalitetsansvarlig</b>	Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.maehlum@nibio.no">trond.maehlum@nibio.no</a>
<b>Oppdragsgiver</b>	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
<b>Kontaktperson hos oppdragsgiver</b>	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
<b>Prøvetakingsdato</b>	07.09.2015
<b>Prøvesteder</b>	Jervbekken 1 og 2, Lykkjbekken 1 og Valsetbekken 1, 2 og 3
<b>Analysedato</b>	08.09.2015
<b>Metoder</b>	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1), og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



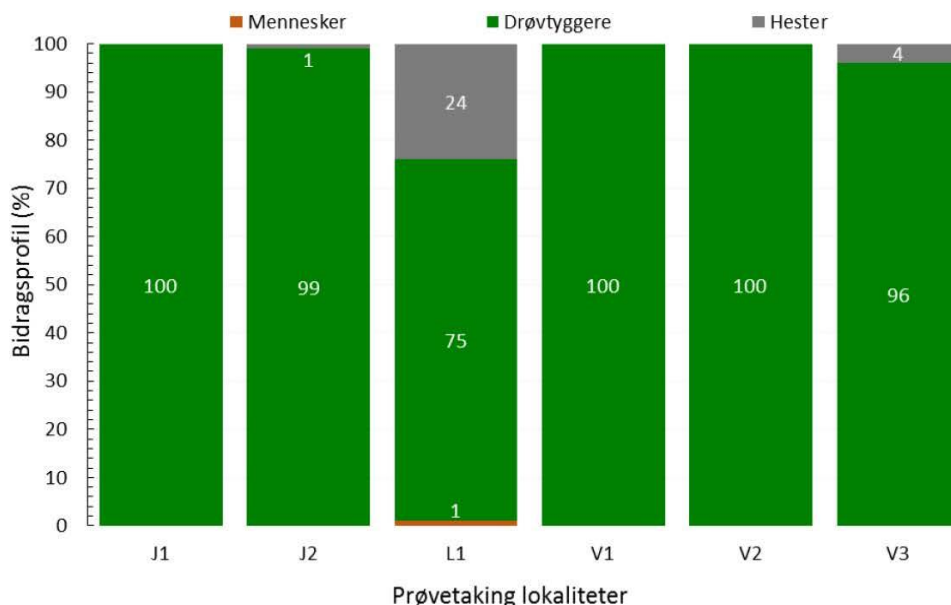
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1) og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3)

Resultatene viser at høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for uforynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i fem vannprøver (Jervbekken J1, Lykkjebekken L1 og alle fra Valsetbekken, figur 1). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (109.1 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2.

Høyeste konsentrasjoner av *E. coli* (over analysegrenseverdi for uforynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøver fra Jervbekken J1 og Lykkjebekken L1, mens lavest konsentrasjon av *E. coli* (13.7 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjebekken 1 (L1), og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver er fra drøvtyggere. Maksimalt bidrag (100%) i vannforurensning fra drøvtyggere ble definert i tre prøver, dvs. Jervbekken J1 og Valsetbekken V1 og V2 (figur 2). Et lite fekal bidrag fra mennesker (1%) ble definert i vannprøve fra Lykkjebekken L1. I tillegg ble også fekal bidrag fra hester definert i tre vannprøver, dvs. 1% i Jervbekken J2, 24% i Lykkjebekken L1 og 4% i Valsetbekken V3 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 15. september 2015.

Kvalitetsansvarlig

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

Prosjektleder

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker

Kildesporing av fekal vannforurensning

Side 2 av 2

# VEDLEGG 13



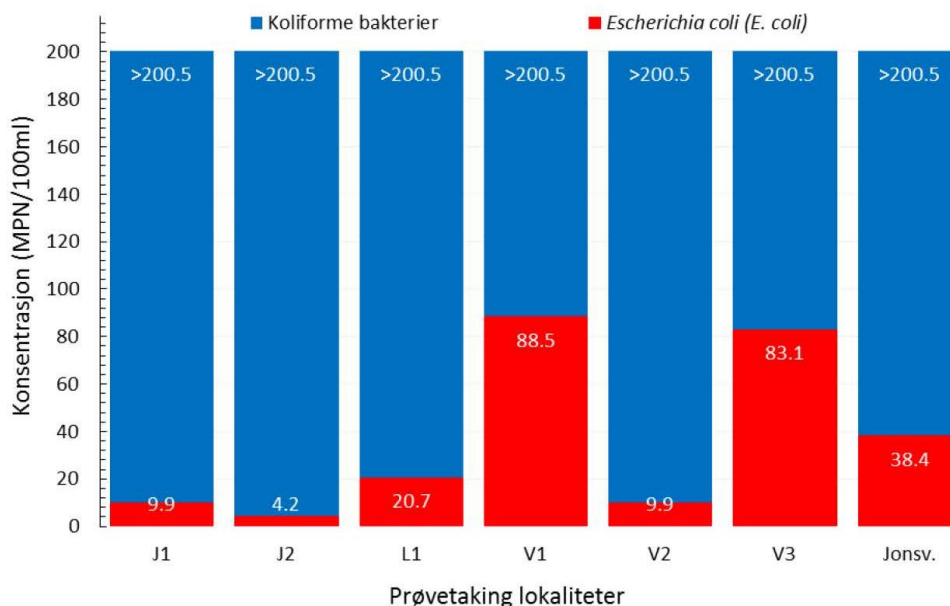
NIBIO Klima og Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
Pb 115, NO-1431 Ås  
Tlf: 03246 eller (+47)40604100  
E-post: [post@nibio.no](mailto:post@nibio.no)  
Internett: [www.nibio.no](http://www.nibio.no)

## Analysereport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt Resultater fra oktober 2015

<b>Prosjekttittel</b>	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
<b>Prosjektleder i NIBIO</b>	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@nibio.no">adam.paruch@nibio.no</a>
<b>Kvalitetsansvarlig</b>	Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.maehlum@nibio.no">trond.maehlum@nibio.no</a>
<b>Oppdragsgiver</b>	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
<b>Kontaktperson hos oppdragsgiver</b>	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
<b>Prøvetakingsdato</b>	05.10.2015
<b>Prøvesteder</b>	Jervbekken 1 og 2, Lykkjbekken 1, Valsetbekken 1, 2 og 3, og Jonsvannsveien
<b>Analysedato</b>	06.10.2015
<b>Metoder</b>	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1), Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) og Jonsvannsveien (Jonsv.) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortynning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1), Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) og Jonsvannsveien (Jonsv.).

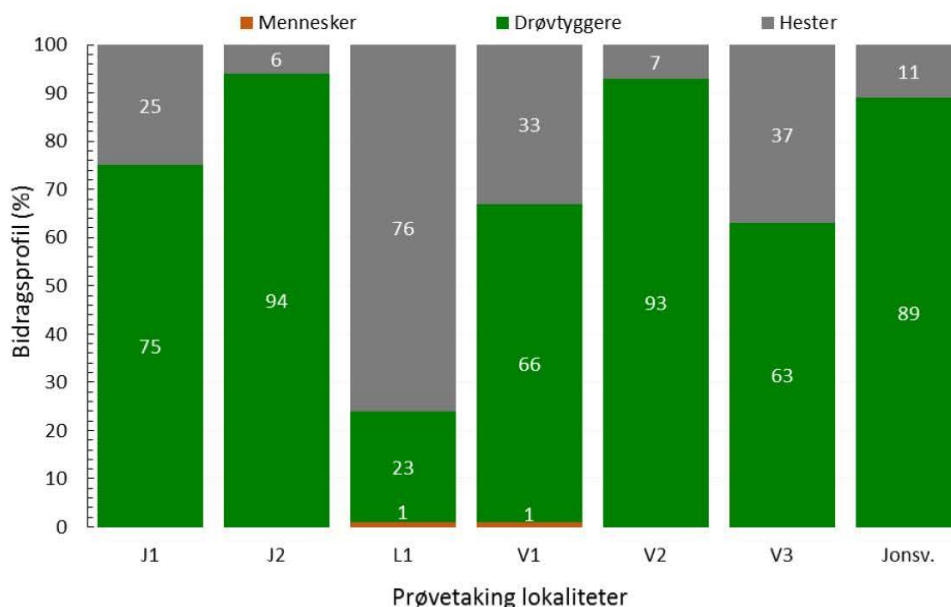
Resultatene viser at alle ferskvannsprøvene inneholder høye konsentrasjoner av koliforme bakterier, over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml (figur 1).

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (88.5 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Valsetbekken V1, mens lavest konsentrasjon av *E. coli* (4.2 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av syv ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjebekken 1 (L1), Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) og Jonsvannsveien (Jonsv.) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyest i prøve fra Jervbekken J2, opptil 94%) og hester (høyest i prøve fra Lykkjebekken L1, opptil 76%) definert (figur 2). I tillegg ble også et lite fekalt bidrag fra mennesker (1%) definert i to vannprøver fra Lykkjebekken L1 og Valsetbekken V1 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 09. oktober 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

*Trond Mæhlum*  
Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

*Adam M. Paruch*  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker



# VEDLEGG 14



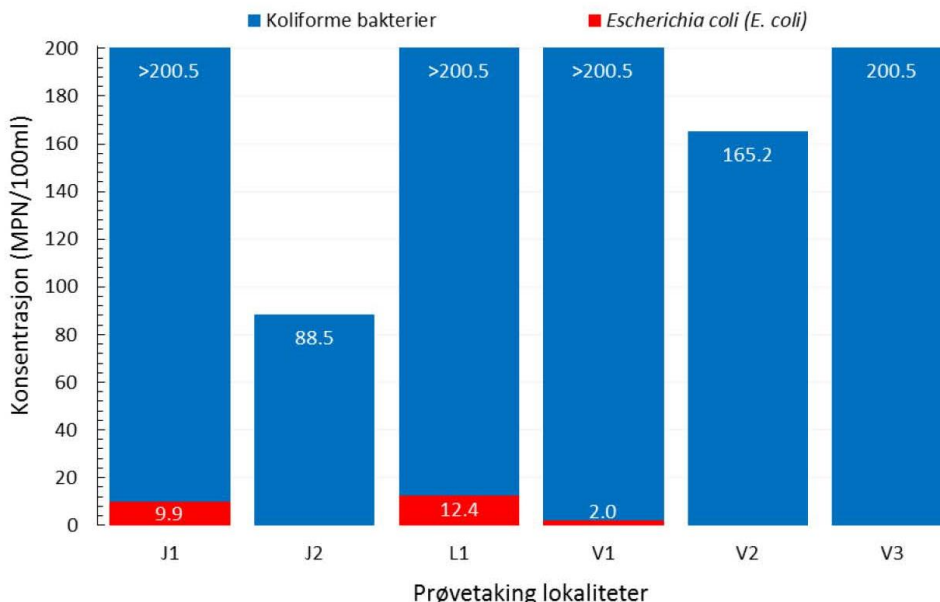
NIBIO Klima og Miljø  
Frederik A. Dahls vei 20  
Pb 115, NO-1431 Ås  
Tlf: 03246 eller (+47)40604100  
E-post: [post@nibio.no](mailto:post@nibio.no)  
Internett: [www.nibio.no](http://www.nibio.no)

## Analysereport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt Resultater fra november 2015

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i NIBIO	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@nibio.no">adam.paruch@nibio.no</a>
Kvalitetsansvarlig	Trond Mæhlum, tlf: 41238270, <a href="mailto:trond.maehlum@nibio.no">trond.maehlum@nibio.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos oppdragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	16.11.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Lykkjbekken 1 og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	17.11.2015
Metoder	Metoder for prøveuttak og analyser vil bli beskrevet i sluttrapporten

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1), og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1) og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3)

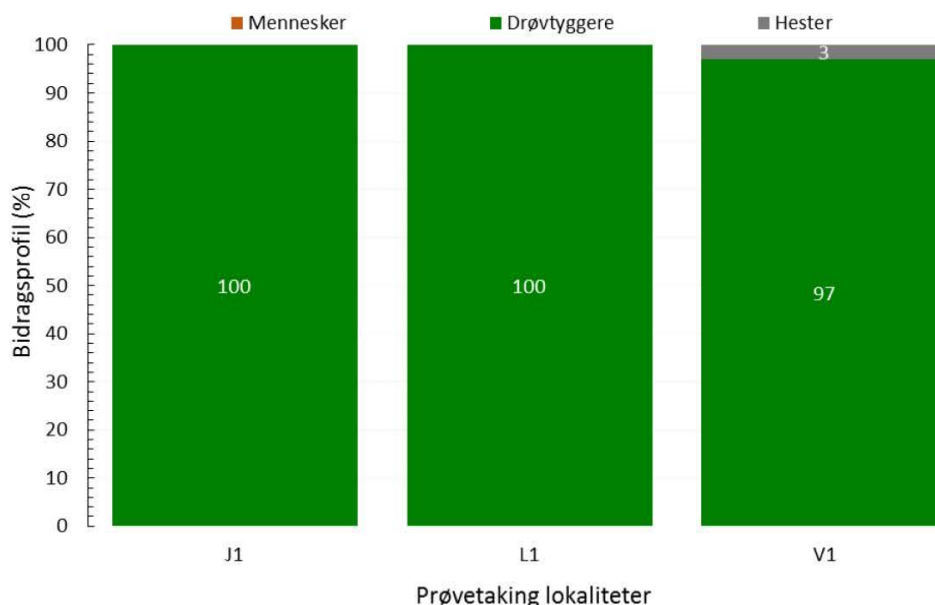
Resultatene viser at høyeste konsentrasjoner av koliforme bakterier (over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml) ble funnet i tre vannprøver (Jervbekken J1, Lykkjebekken L1 og Valsetbekken V1, figur 1). Lavest konsentrasjon av koliforme bakterier (88.5 MPN/100ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2.

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (12.4 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Lykkjebekken L1 (figur 1). *E. coli* ble ikke påvist i tre vannprøver (Jervbekken J2 og Valsetbekken V2 og V3, figur 1) og derfor ble ikke undersøkelsen på sporing av fekal forurensningskilder gjort i disse vannprøvene.

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av tre ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 (J1), Lykkjebekken 1 (L1) og Valsetbekken 1 (V1) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i alle vannprøver ikke er fra mennesker.

I alle prøver ble dominerende bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere (høyst i prøve fra Jervbekken J1 og Lykkjebekken L1, opptil 100%) definert (figur 2). I tillegg ble også et lite fekalt bidrag fra hester (3%) definert i vannprøve fra Valsetbekken V1 (figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 23. november 2015.

**Kvalitetsansvarlig**

Trond Mæhlum  
Seksjonssjef

**Prosjektleder**

Adam M. Paruch  
Seniorforsker

Kildesporing av fekal vannforurensning

Side 2 av 2

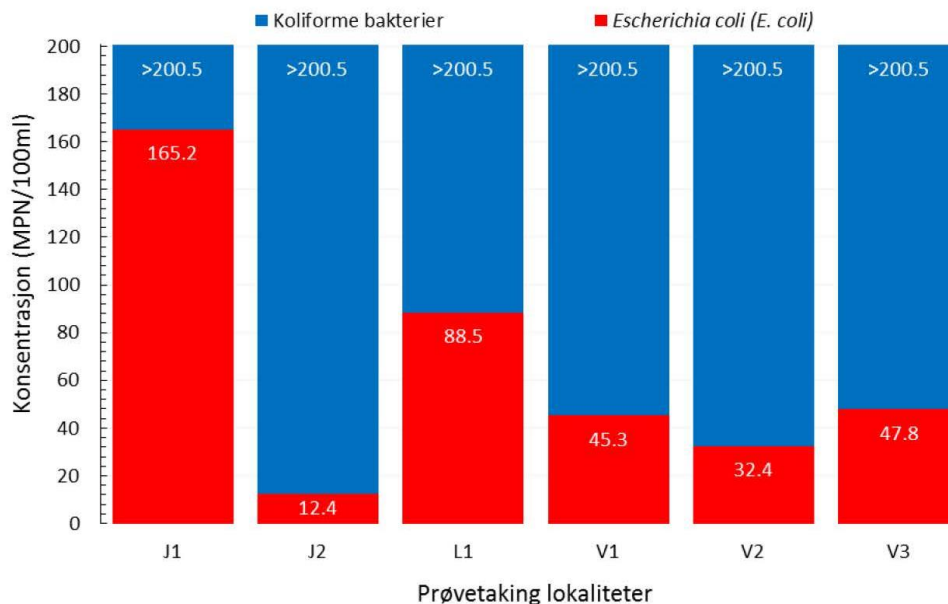
# VEDLEGG 15

## Analysereport fekal kildesporing i Jonsvannets nedbørfelt Resultater fra desember 2015

Prosjekttittel	Kildesporing av fekal vannforurensing i tilløpsbekkene til Jonsvannet
Prosjektleder i NIBIO	Adam M. Paruch, tlf: 92458374, <a href="mailto:adam.paruch@nibio.no">adam.paruch@nibio.no</a>
Oppdragsgiver	Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg, Trondheim
Kontaktperson hos oppdragsgiver	Erlend Nygård, tlf: 91 11 23 07, <a href="mailto:erlend.nygard@trondheim.kommune.no">erlend.nygard@trondheim.kommune.no</a>
Prøvetakingsdato	07.12.2015
Prøvesteder	Jervbekken 1 og 2, Lykkjbekken 1 og Valsetbekken 1, 2 og 3
Analysedato	08.12.2015

### Mikrobiologiske analyser

Resultatene fra mikrobiologisk undersøkelsen av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1), og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 1. Alle prøvene ble analysert uten fortykning.



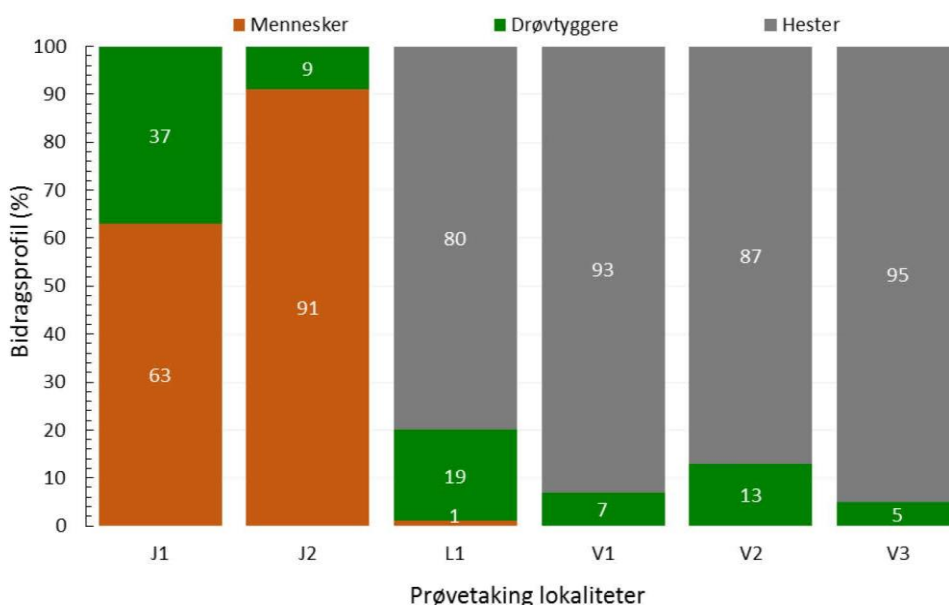
Figur 1. Konsentrasjoner av koliforme bakterier og *Escherichia coli* (*E. coli*) i seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjbekken 1 (L1) og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3). MPN (Most Probable Number) angir den mest sannsynlige antall av bakterier i 100ml vannprøve.

Resultatene viser at alle ferskvannsprøvene inneholder høye konsentrasjoner av koliforme bakterier, over analysegrenseverdi for ufortynnet prøve, dvs. >200.5 MPN/100ml (figur 1).

Høyest konsentrasjon av *E. coli* (165.2 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J1, mens lavest konsentrasjon av *E. coli* (12.4 MPN/100 ml) ble funnet i vannprøve fra Jervbekken J2 (figur 1).

### Molekylærbiologiske analyser

Resultatene fra molekylærbiologiske tester av seks ferskvannsprøver, dvs. Jervbekken 1 og 2 (J1 og J2), Lykkjebekken 1 (L1), og Valsetbekken 1, 2 og 3 (V1, V2 og V3) er vist i figur 2. Resultatene viser at dominerende kilde av fekalforurensning i to vannprøver, dvs. J1 og J2 er fra mennesker og i fire vannprøver, dvs. L1, V1, V2 og V3 ikke er fra mennesker. I alle prøver ble bidrag i vannforurensning fra drøvtyggere definert (høyest i prøve J1, opptil 37%). I tillegg ble også fekal bidrag fra hester definert i fire vannprøver, dvs. L1, V1, V2 og V3 (høyest bidrag opptil 95%, figur 2).



Figur 2. Bidragsprofil av markører i fekal vannforurensning.

Ås, 18. desember 2015.

  
Adam M. Paruch  
Seniorforsker  
NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi  
Pb 115, NO-1431 Ås  
M(+47) 924 58 374  
[www.nibio.no](http://www.nibio.no)



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

