

Bunndyrundersøkelser i Simoa, Buskerud 2018

Arne Fjellheim, Åsmund Tysse, Morten Eken



NORCE

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

LFI RAPPORT 362 – 2019

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

I 2018 ble Uni Research en del av NORCE (Norwegian Research Center)

NORCE LFI, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen, Tel: 55 58 22 28

ISSN nr: ISSN 2535-6623

LFI-rapport nr 362

Tittel: Bunnndyrundersøkelser i Simoa, Buskerud 2018

Dato: 01.12.2019

Forfattere: Arne Fjellheim, Åsmund Tysse, Morten Eken

Geografisk område: Norge

Finansiering: Fylkesmannen i Buskerud (Nå: Fylkesmannen i Viken)

Antall sider: 35

Emneord: Numedalsvassdraget, Simoa, Forsuring, Kalking, Bunnndyr, Vassdragsovervåking.

Forsidefoto: Bunnndyrinnsamling på St. 19 nedstrøms Haugfossen. Foto: Morten Eken

Sammendrag:

Rapporten omhandler en oppfølgende studie av bunnndyrsmfunnene i Simoa, med spesiell vekt på forsuringssituasjonen. Sammen med to foregående undersøkelser, foretatt henholdsvis i 1996 og 2007, viser våre data at vassdraget har en artsrik fauna. Det er til sammen registrert 24 døgnfluearter, 18 steinfluearter og 35 arter av vårfluer. Undersøkelsene viser at situasjonen for bunnndyrsmfunnene i Simoa har bedret seg over tid. I 2018 var det færre lokaliteter som var forsuringsskadet. Dette viser seg både i et større biologisk mangfold i flere av de vassdragsavsnitt som var skadet i 1996 og som forbedret forsuringssindeks 2 i flere av de undersøkte stasjoner. I løpet av de årene vi har undersøkt vassdraget er det påvist en signifikant øking av antall forsuringssensitive bunnndyr. Forsuringssindeks 2 om våren i 1996 var 0,90. I 2007 var den 2,28, mens den i 2018 var 2,73. ASPT (Average Score Per Taxon), som gir et mål for økologisk tilstand, var også betydelig bedret fra de første målingene i 1996 (5,55) til 6,11 og 6,14 i henholdsvis 2007 og 2018. Den forbedrede situasjonen i vassdraget vises også ved en mer tilfredsstillende vannkjemi.

Fjellheim, A., Tysse, Å., Eken, M. Bunnndyrundersøkelser i Simoa, Buskerud 2018. LFI rapport 362. NORCE Research Bergen. ISSN 2535-6623

Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING	4
2 LOKALITETSBESKRIVELSE	7
3 METODIKK.....	11
3.1 Vannkjemi	11
3.2 Bunndyr	11
3.3 Bruk av bunndyr som verktøy i overvåkingssammenheng	12
3.4 Beregning av forsuringssindeks (Indeks 2).....	13
3.5 EPT	13
3.6 ASPT	13
4 RESULTATER OG DISKUSJON	13
4.1 Vannkjemi	13
4.2 Bunndyr	14
4.2.1 Døgnfluer (Ephemeroptera).....	19
4.2.1.1 Kommentarer til de enkelte døgnflueartene	19
4.2.2 Steinfluer (Plecoptera).....	22
4.2.3 Vårfluer (Trichoptera)	23
4.2.4 Andre grupper av forsuringfølsomme bunndyr	23
4.3 Samlet vurdering av forsuringssituasjonen i Simoa	23
4.4 Den økologiske tilstanden i Simoa	25
4.5 Klassifisering	26
4.6 Typifisering	26
4.6.1 pH og ANC.....	26
5 KONKLUSJON.....	27
6 TAKK	27
7 REFERANSER.....	28
8 VEDLEGG	31

1 INNLEDNING

Simoa er et sidevassdrag i Drammensvassdraget. I 1982 startet Fylkesmannen i Buskerud vannkjemisk overvåking i dette vassdraget. Målsettingen var å påvise forurensinger i form av forsuring og eutrofiering og å sette i gang tiltak for å redusere disse. Et annet hovedmål var å forbedre mulighetene for fisk og fiske. I tillegg ønskes vannkvaliteten bedret for å sikre levedyktige bestander av andre vannlevende organismer. Dette gjelder spesielt elvemuslingen (*Margaritifera margaritifera*), som er utbredt i vassdragets midtre deler (Mejdell Larsen m.fl. 1995, 2007 og 2019).

En oppsummering av overvåkingen av Simoa i tidsrommet 1982 - 1989 (Tysse 1990) gir følgende konklusjoner:

- Elvestrekningen mellom Soneren og Åmot (Figur 1) var betydelig belastet av nitrogen og fosfor. Konsentrasjonen av fosfor var så høy at ellevannet karakteriseres uegnet til råvannkilde, jordvanning og bading.
- Bakterielastningen var stor og økte nedover i vassdraget.
- Humusinnholdet i vassdraget er høyt. Mesteparten av dette er naturlig og lekker ut fra store myrområder i vassdragets øvre deler.
- De øvre deler av vassdraget var forsuret. Berggrunnen er her kalkfattig og surt vann hadde skadet mange fiskebestander. Av 57 undersøkte fiskevann i Sigdal i 1988 - 1989 var ca. halvparten av aurebestandene tapte/reduserte på grunn av forsuring.

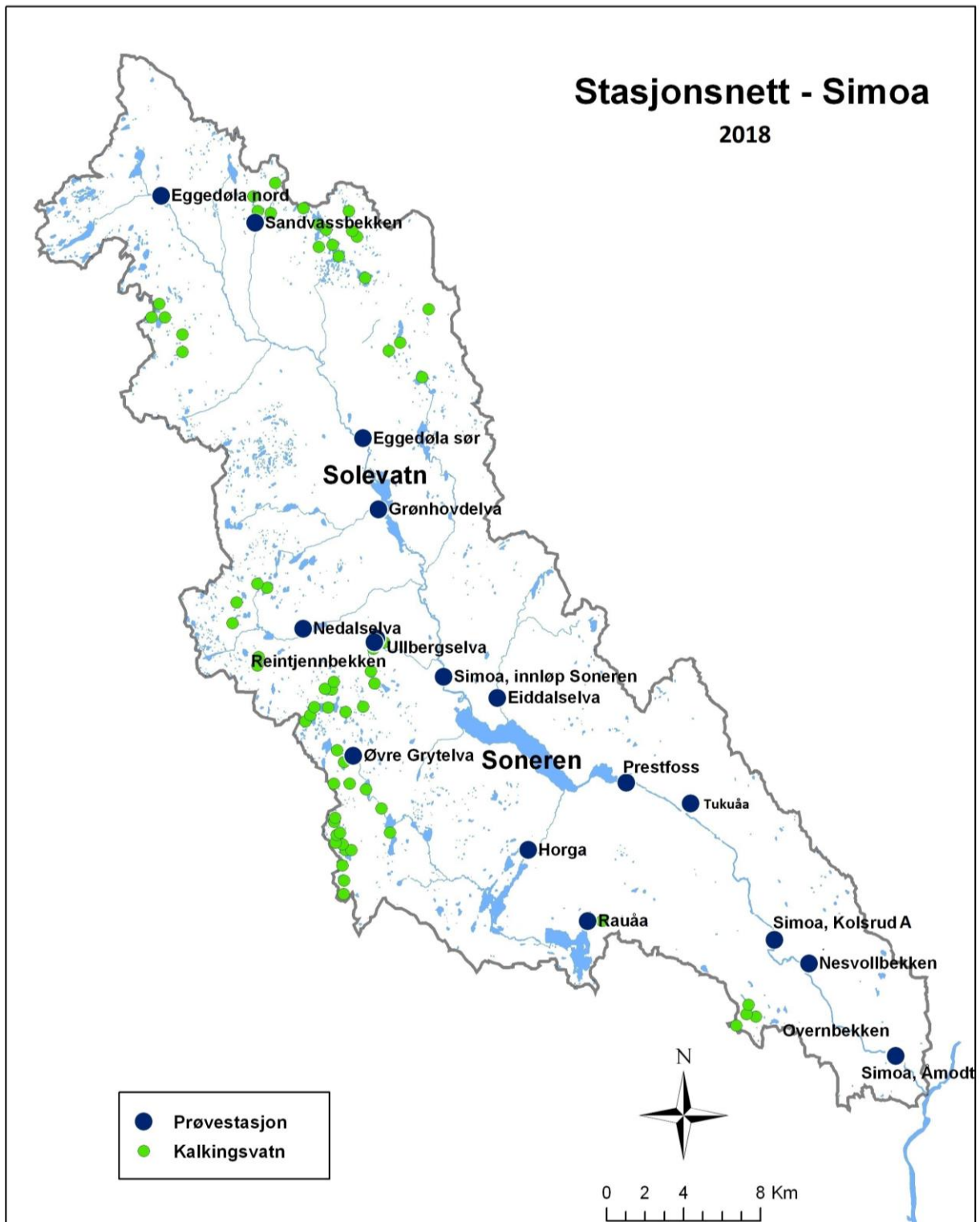
Som tiltak for å bedre vannkvaliteten ble det foreslått kalking og utslippsreduksjoner fra kloakk og landbruk. På kort sikt var kalking den eneste tiltak for å bøte på forsuringsskadene. Kalkingsarbeidet i Sigdal kom i gang på midten av 1980-tallet. I årene 1988-1993 ble det kalket med ca. 50 tonn kalksteinmel pr. år (4 – 6 vatn). Det var en viss økning i 1994 (17 vatn og 87 tonn). I 1995 fikk kalkingen i Simoas nedbørfelt en oppsving da 57 vatn ble kalket med 321 tonn kalksteinmel. Fem år senere, i 2000, ble det kalket i 71 vatn med 301 tonn og i 2006 ble det lagt ut 202 tonn kalk i 70 vatn (Tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over kalkingsinnsatsen i Simoa i årene 1995, 2000 og 2006 (etter Fjellheim & Tysse 2009).

År	Antall vatn	Tonn kalk	Areal felt (km ²)	Tonn / km ²
1995	57	321	84	3,8
2000	71	301	101	2,9
2006	70	202	105	1,9
2017	40	93	73	1,3

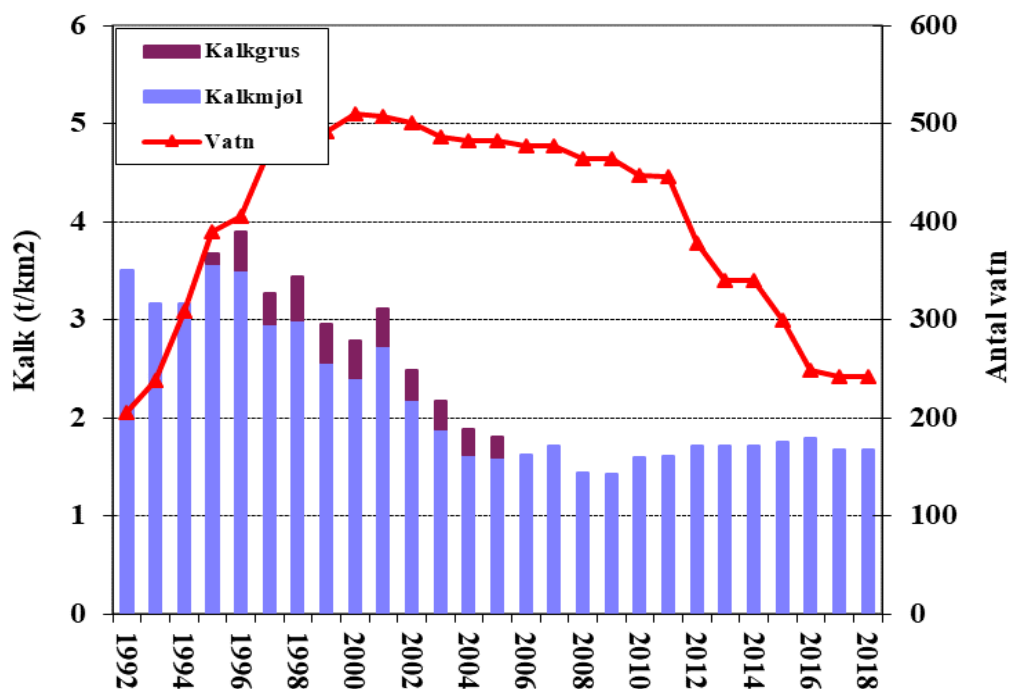
I 1995 ble det lagt ut 3,8 tonn kalk pr. km² nedbørfelt i Simoa (Tabell 1). I 2000 var kalkbehovet redusert til 2,9 tonn/km² og i 2006 til 1,9 tonn/km². Redusert kalking avspeiler mindre sur nedbør og at kalkingsvatna etter hvert får bedre vannkvalitet. Figur 2 viser utviklingen for hele Buskerud der kalkdosen også var på topp i 1995/96 for deretter å halveres fram til 2006/07. Det

er tydelig samsvar mellom forsurenings situasjonen i Simoa og resten av Buskerud der også kalkforbruk/areal nedbørfelt ble halvert fra 1996 til 2006 for så å reduseres ytterligere mot 2018.



Figur 1 Kart over Simoas nedslagsfelt med stasjonsnettet inntegnet. For øvrige opplysninger om lokalitetene henvises til Tabell 2. De grønne punktene viser både tidligere kalkede vatn og dagens kalkingsvatn.

Kalking i Buskerud 1992 - 2018



Figur 2. Kalking i Buskerud i perioden 1992 – 2018. Figuren viser mengde kalk og antall vatn som er kalka hvert år.

Midt på 1990-tallet ble det lagt ut grovkalk eller gytegrus i mange bekker (Figur 1, 2 og 3). Hensikten var å forbedre og stabilisere vannkvaliteten gjennom året, skape bedre gyteforhold og dermed redusere utsetningsbehovet.



Figur 3. Bekkekalk i Grytevassdraget i Sigdal. Foto: Erik Garnås

Bekkekalkingen fungerte godt. Mange av de sure innløpsbekkene er i dag gode gytebekker – forutsatt at de har de morfologiske kvaliteter et gyteområde skal ha. En del bekker ble også kalket for å avsyre tilrenningen, og dermed forbedre vannkvaliteten i innsjøen nedstrøms gjennom hele året. De to viktigste årsakene var bedre egenrekruttering (Johnsen m. fl. 2009) pga. mindre sur nedbør og langtidsvirkning av utlagt bekkekalk.

I 1996 ble det utført bunndyrundersøkelser i utvalgte lokaliteter i Simoas nedslagsfelt (Fjellheim 1996). Hensikten var å evaluere effekten av de første kalkingstiltakene i vassdraget. Denne kartleggingen viste at Simoa hadde en relativt artsrik fauna. Det ble registrert 14 døgnfluearter, 13 steinfluearter og 22 arter av vårfluer. Flere av de undersøkte lokalitetene i Simoa bar preg av forsuringsskader om våren. Dette gjelder spesielt i mange av sideelvene. Innsamlingene om høsten viste et mye bedre bilde, med funn av sterkt forsuringssensitive bunndyrarter i 15 av de 18 undersøkte lokalitetene. Tre sidebekker hadde en faunasammensetning som indikerte moderat forsuringsskade. Hovedårsaken til den store forskjellen i faunasammensetningen vår og høst er sannsynligvis sure episoder under snøsmeltingen, som ikke bufres i tilstrekkelig grad. Den forholdsvis gode situasjonen om høsten viste at lokalitetene ble rekolonisert raskt. Sannsynligvis var det også en reaksjon av kalkingen i juli/august.

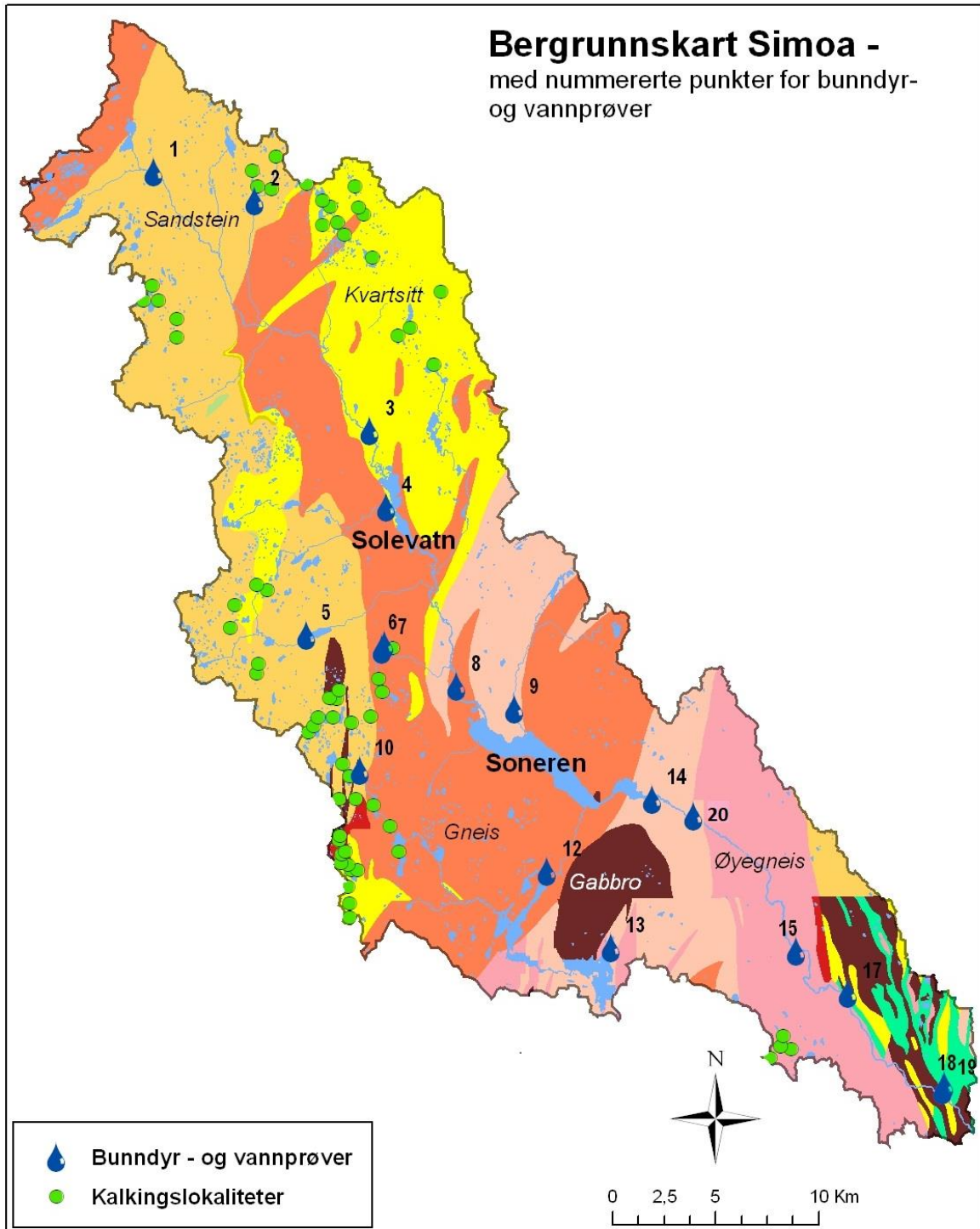
En ny undersøkelse i 2007, elleve år etter den første, viste en generell forbedring (Fjellheim & Tysse 2009). Færre lokaliteter var forsuringsskadet. I tillegg var det biologiske mangfoldet i flere av de vassdragsavsnitt som var skadet i 1996 blitt bedre. Det ble påvist en signifikant øking av antall forsuringssensitive bunndyr og arter i de undersøkte lokalitetene, med til sammen 14 døgnfluearter, 15 steinfluearter og 22 arter av vårfluer

Den foreliggende rapport presenterer resultatene fra en oppfølgende undersøkelse som ble utført våren 2018, 22 år etter den første undersøkelsen. Hensikten med denne undersøkelsen var å få et bilde av langtidseffekten av kalkingen, den generelle forbedringen av vannkvaliteten og å utvide kunnskapen om det biologiske mangfoldet i vassdraget.

2 LOKALITETSBEKRIVELSE

Simoa (vassdragsnummer 012 BC, Figur 1) er, med sine 888 km², et av de store sidevassdragene til Drammensvassdraget (17100 km²). Simoas høyeste punkt er Gråfjell (1466 m o.h.) som ligger på Norefjell. Herfra renner vassdraget gjennom Eggedal og Sigdal mot utløpet i Drammenselva (14 m o.h.). Nedslagsfeltet består hovedsakelig av produktiv skog (426 km²) og fjell/uproduktiv skog (374 km²). Rundt 33 km² er jordbruksareal (Tysse 1994). Soneren (28 km²) er den største innsjøen i Simoas nedslagsfelt.

Nedbørfeltet til Simoa domineres av kalkfattige og harde bergarter (Figur 4). Mot Norefjell er det store områder med kvartsitt og i vest/nordvest er det sandstein. På begge sider av Soneren og på vestsida av dalføret til Eggedal består berggrunnen av gneis. Sør for Soneren mot Lauvnesvatnet ligger et område med mer kalkholdig gabbro. Fra Prestfoss og nedover dalen er berggrunnen ulike gneiser. På østsida av Simoa ned mot samløpet med Drammenselva er



Figur 4. Bergrunnskart over Simoa med dominerende bergarter angitt. Innsamlingslokalitetene (Tabell 2) er inntegnet.

det mer sammensatt berggrunn med kalkholdig gabbro og grønnstein. Det er berggrunnen, jordsmonn/vegetasjon og aktivitet i nedbørfeltet som sammen med nedbør skaper vannkvaliteten i Simoa. Helt ned til utløpet av Soneren domineres nedbørfeltet av kalkfattige bergarter. Disse har satt sitt preg på vannkvaliteten og dannet grunnlaget for de relativt store forurensningsskadene i denne del av nedbørfeltet. De alle fleste kalkingslokalitetene er høyereliggende vatn i denne del

av vassdraget. Sør for Prestfoss og ned mot Simostranda påvirkes vannkvaliteten av mektige løsmasser under marin grense, som i Sigdal ligger på ca. 170 m o.h. De marine avsetningene påvirker både pH, kalsiuminnhold, fosfor-nivå, ledningsevne og turbiditet og skaper en helt annen vannkvalitet enn f. eks. nord for Solevatn. Her, i området nedstrøms Soneren, finnes de største jordbruksarealene.

Tabell 2. Undersøkte stasjoner i Simoa med angivelse av beliggenhet og kalkingsstatus.

Lok. nr.:	Navn:	Kart	UTM-referanse:	Hoh.	Kalkingsstatus:
1	Eggedøla nord	1615 I	32VNM 112 869	740	Ukalket
2	Sandvassbekken	1715 IV	32VNM 161 855	940	Kalket
3	Eggedøla sør	1715 III	32VNM 217 743	175	Påvirket av kalking
4	Grønhovdselva	1715 III	32VNM 225 706	170	Ukalket
5	Nedalselva	1715 III	32VNM 186 644	475	Delvis kalket
6	Ulbergselva	1715 III	32VNM 224 639	410	Delvis kalket
7	Reintjernbekken	1715 III	32VNM 223 637	410	Kalket
8	Simoa innløp Soneren	1715 III	32VNM 259 619	110	Påvirket av kalking
9	Eiddalselva	1715 III	32VNM 287 608	130	Ukalket
10	Øvre Grytelva	1715 III	32VNM 212 578	660	Kalket
12	Horga	1715 III	32VNM 303 529	290	Delvis kalket
13	Evjuå (Raudåa)	1714 I	32VNM 334 492	370	Kalket
14	Simoa ved Prestfoss	1715 II	32VNM 354 564	100	Påvirket av kalking
15	Simoa ved Kolsrud, St A	1714 I	32VNM 424 491	80	Påvirket av kalking
17	Nesvollbekken	1714 I	32VNM 449 470	70	Ukalket
18	Overnbekken	1714 I	32VNM 496 425	60	Ukalket
19	Simoa ved Åmot	1714 I	32VNM 495 423	60	Påvirket av kalking
20	Tukuåa	1715 II	32VNM 559 376	109	Ukalket

Selv om flere lokaliteter har avsluttet kalking, er de fremdeles påvirket av kalk.

Stasjon 1 Eggedøla Nord

Ligger i Eggedøla like nedstrøms Haglebu. Hyttefelt i nærområdet. Dominerende treslag: Gran og noe bjørk. Elvesubstratet bestod hovedsakelig av mosebegrødd stein og organisk materiale. Vatnet var kraftig humusfarget. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 2 Sandvassbekken

Ligger like nedstrøms Dammen, sydøst for Sandvassetra. Hyttefelt i nærområdet. Området er dominert av myrer og lavalpin hei, med bjørk som dominerende treslag. Elvesubstratet bestod hovedsakelig av mosebegrødd stein og organisk materiale. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 3 Eggedøla sør

Ligger like oppstrøms vegbroa til Sole, før innløpet i Solevatnet. Nærområdet består av noe dyrket mark og blandet skog. Stilleflytende elv med substrat dominert av stein, sand og grus. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 4 Grønhovdelva

Ligger like før innløpet i Solevatnet. Omgivelsene domineres av blandet skog: Furu, bjørk og gran. Hurtigrennende elv med grovt steinet substrat og noe organisk materiale. Elva er forbygd i nedre del. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 5 Nedalselva

Ligger like før innløpet til Nedalsvatnet. Omgivelsene består av gran- og bjørkeskog. Steinet substrat og noe organisk materiale. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 6 Ulbergselva

Ligger like oppstrøms samløpet med Reintjernbekken. Omgivelsene består av blandet furu, bjørk og granskog. Elvebunn dekket med småstein og grus. Synlig høyt fargetall indikerer mye humus. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 7 Reintjernbekken

Ligger like nedstrøms utløpet av Reintjern. Omgivelsene består av blandet furu, bjørk og granskog. Substratet er dominert av småstein og grus og sand. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

Stasjon 8 Simoa innløp Soneren

Ligger ved Svingom, nedstrøms Hole bru. Omgivelsene består av dyrket mark, gran og bjørkeskog. Elvesubstratet er dominert av stein og organisk materiale. Noe påvirket av menneskelig aktivitet i nærområdet.

Stasjon 9 Eiddalselva

Ligger ved Tangen, like nedstrøms innløpet fra Bråtatjern. Blandet furu, gran og bjørkeskog. Elvesubstratet består av grus, sand og større stein bevokst med elvemose. Lite påvirket av menneskelig aktivitet i nærområdet.

Stasjon 10 Øvre Grytelva

Stasjonen ligger ved «Helvete», nedstrøms Nedre Tråenvatn. Elvesubstratet bestod av stein med noe organisk materiale. Gran, furu og blandet løvskog. Lite påvirket av menneskelig aktivitet i nærområdet.

Stasjon 12 Horga

Stasjonen ligger nedstrøms Horgesætervatnet. Horgesætervatnet er regulert og Horga har sterkt regulert vannføring ved prøvetakingsstedet. Elvebunnen er dominert av stein, med sterk algevekst på begge prøvetakingstidspunkt. Omgivelsene består av furu og bjørkeskog. Reguleringen representerer den største kilden for menneskelig påvirkning i nærområdet.

Stasjon 13 Evjuå (Raudåa)

Stasjonen ligger like før Evjuåas innløp til Lauvnesvatnet. Lenger oppe kalles denne elva Raudåa. Gran og bjørkeskog dominerer. Elvesubstratet består av stein iblandet utlagt kalkstein. Lite påvirket av menneskelig aktivitet i nærområdet.

Stasjon 14 Simoa ved Prestfoss

Ligger ved bygdemuseet på Prestfoss. Omgivelsene består av dyrket mark, gran og bjørkeskog. Elvesubstratet er dominert av stein, grus og sand. Bosetning og dyrket mark i nedslagsfeltet.

Stasjon 15 Simoa ved Kolsrud, st. A

Denne stasjonen ligger like ovenfor fossen ved Kolsrud. Hurtig rennende elv over et substrat bestående av stein, grus og sand. Betydelige innslag av elvemose. Omgivelsene er preget av dyrket mark. Gran og blandet løvskog.

Stasjon 17 Nesvollbekken

Liten sidebekk ved Nes. Nesvollbekken drenerer store landbruksarealer på marine avsetninger, og har i tillegg påvirkninger i form av husdyrgjødsel og spredte avløp. Sakteflytende og relativt dyp ved prøvetakingspunktet. Substratet bestod av stein, sand og organisk materiale.

Stasjon 18 Overnbekken

Liten sidebekk som renner inn i Simoa fra nord nedstrøms Haugfoss. Denne bekken, som er grunnvannpåvirket, har den eldste selvreproduserende populasjonen av kanadisk bekkerøye som er kjent i Norge (Morten Eken pers. komm.). Substratet var dominert av sand, grus og leire. I nedslagsfeltet dominerte granskog og blandet lauvskog.

Stasjon 19 Simoa ved Åmot

Stasjonen ligger like nedenfor Haugfossen. Steinete elvesubstrat med noe mosevekst og en del algebegroing. Kraftig regulert. Tettbebyggelse, industri og dyrket mark i nedslagsfeltet. Gran og blandet løvskog.

Stasjon 20 Tukuåa.

Sidebekk fra Tukudalen som renner inn i Simos sørvest for Prestfoss. Grunnvannspåvirket. Finkornet substrat bestående av sand og organisk materiale i nedre deler. Dyrket mark i nedslagsfeltet. Tidligere anlagt forbygginger til fløtningsformål. Liten grad av forurensing fra nærområdet.

3 METODIKK

3.1 Vannkjemi

Det ble tatt samtidige vannprøver i alle undersøkte lokaliteter (figur 1). Alle prøver er analysert ved Vestfoldlab AS. Følgende parametre ble målt: pH, Konduktivitet v/25°C, Fargetall filtrert, Kalsium, Magnesium, Natrium, Kalium, Klorid, Sulfat, Nitrat+nitritt, Totalnitrogen. Totalfosfor, ANC, Alkalitet, total, Turbiditet, Totalt organisk karbon (TOC).

3.2 Bunndyr

Innsamling av bunndyrprøver fra de ulike lokalitetene ble utført 19. – 21. juni 2018, noe senere enn tidspunktene for prøvetaking i 1996 og 2007. Stasjonsnettet i Simoa (Figur 1, Tabell 2) var nær identisk med de lokalitetene som ble undersøkt i 1996 og 2007 (Fjellheim & Tysse 2009). To stasjoner ble utelatt (St. 11 Skjelåa og St. 16 Simoa ved Kolsrud B). Etter ønske fra Buskerud fylkeskommune ble det tatt prøver fra en ekstra stasjon, Tukuåa (St. 20).

I alle sammenligninger med tidligere år har vi tatt hensyn til endringene i stasjonsnettet. Vi har utelatt tidligere data fra stasjonene 11 og 16. Vi har i tillegg ikke inkludert data fra st. 20 i beregningene.

Det ble benyttet kvalitativ innsamlingsmetodikk (Frost m. fl. 1971). Prøvene ble tatt med en hov, maskevidde 0,25 mm, konservert på etanol og senere sortert under lupe. Deler av materialet er artsbestemt. Dette gjelder spesielt grupper der tålegrensene for forsurening er godt kjent, samt

grupper som utgjør sentrale elementer i vurderingen i henhold til vannforskriften (Fjellheim & Raddum, 1990, Lien m. fl. 1991, Direktoratgruppen vanndirektivet 2018a). De undersøkte stasjonene deles ifølge tabell 2 og 3 inn i fire kategorier: kalket, delvis kalket, påvirket av kalking og ukalket.

3.3 Bruk av bunndyr som verktøy i overvåkingsammenheng

Bunndyr i vann og elver viser store variasjoner i tålegrenser ovenfor ulike vannkvaliteter (Raddum & Fjellheim 1984, Lien m. fl. 1991, 1996, Larsen m. fl. 1996, Direktoratgruppen vanndirektivet 2018a). En overvåking av faunaen vil dermed kunne gi oss tidlige signaler om endringer i vannkvalitet. Kortvarige sure episoder kan eksempelvis slå ut mange av de følsomme artene. Bunndyrsamfunnet vil her med andre ord virke som et «pH-meter» som integrerer data over tid. Slike egenskaper er et nyttig hjelpemiddel i overvåking av forsuringstiltak, og i Norge er metoden benyttet systematisk siden 1981 (SFT 1982). Bunndyrsamfunnet reagerer reversibelt på endringer i pH og er derfor også et nyttig hjelpemiddel i overvåking av effekter av kalkingstiltak. I motsetning til den momentane responsen etter forsuring vil tilbakevandringen etter kalking skje langsommere. Tilbakevandringshastigheten er avhengig av flere faktorer, som artens tålegrense, mobilitet, avstand til nærmeste populasjon og lokalitetens beskaffenhet (Fjellheim & Raddum 1993a). Eksempler på bunndyr med ulik sensitivitet ovenfor surt vann er vist i figur 5.

I det siste tiår er bunndyrene trukket inn som sentral parameter i overvåkingsarbeidet i forbindelse med EUs Vanndirektiv (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018a, 2018b). I Klassifiseringsveilederen (2018a) gis det utførlige oversikter over bunndyrs sensitivitet ovenfor surt vann.



Figur. 5. Øverst fra venstre de tolerante vårfluene *Rhyacophila nubila* og *Potamophylax* sp. Nederst fra venstre den moderat sensitive steinfluen *Diura nanseni* og den sterkt forsuringssensitive døgnfluen *Baetis rhodani*. Foto Arne Fjellheim.

3.4 Beregning av forsuringssindeks (Indeks 2)

I de to tidligere rapportene omhandlende bunndyrfaunaen i Simoa benyttet vi to ulike indekser, Forsuringssindeks 1 og 2 etter Fjellheim & Raddum (1990) og Kroglund m. fl. (1994). Indeks 2 tok hensyn til mengden av sterkt sensitive døgnfluer i prøven: Indeks 2 = 0,5 + antall Baetis/antall ikke sensitive steinfluer (Kroglund m. fl. 1994). Denne indeksen ga et mer nyansert bilde av forsuringssindeksen i intervallet >0,5.

I den nye standarden i EUs vanndirektiv benyttes normalt to ulike indekser i forbindelse med overvåking av forsuringsskader i rennende vann: RAMI (River Acidification Macroinvertebrate Index) og en modifisert versjon av Indeks 2 (se over). Sistnevnte kan kun brukes dersom RAMI ikke kan beregnes og for sammenligning med eldre data (tidsserier) (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018a). Ettersom vi vil sammenligne med data fra 1996 og 2007, velger vi å benytte modifisert Indeks 2. Denne er noe forskjellig fra den opprinnelige indeksen ved at det tillates verdier større enn 1,0, men ikke høyere enn 4. For beregningsmåte henvises til Overvåkingsveileder: Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018a).

3.5 EPT

Det totale antall taksa (arter eller slekter der nærmere artsbestemming ikke er mulig) innen gruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) gir et mål for diversitet. Denne parameteren kalles EPT (Lenat & Penrose, 1996).

3.6 ASPT

ASPT indeks (Average Score per Taxon) anvendes til vurdering av den økologiske tilstanden i bunndyrsamfunnet. Av praktiske årsaker er det ikke forekomsten av arter som brukes, men forekomsten av et utvalg av høyere taxa, vesentlig familier, som kan påtreffes i bunndyrsamfunnet i elver. Indeksen baserer seg på en rangering av familiene etter deres toleranse ovenfor belastning med organiske stoffer og næringssalter. Toleranseverdiene varierer fra 1 til 10, der 1 angir høyest toleranse. ASPT indeksen gir en gjennomsnittlig toleranseverdi for bunndyrfamilier i prøven (etter Direktoratetsgruppen vanndirektivet 2018a).

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Vannkjemi

De vannkjemiske resultatene fra 2018 (Vedlegg 1) viser at de fleste stasjonene i vassdraget hadde en tilfredsstillende vannkvalitet på prøvetidspunktene. Unntaket var Reintjernbekken (St. 7) og Horga (St. 12). De andre lokalitetene hadde pH høyere enn 6,2. Vi må understreke at været rundt prøvetakingen var tørt og varmt, noe som påvirker vannkvaliteten i positiv retning.

De to nederste sidebekkene, Nesvollbekken og Overnbekken, viser verdier som avviker fra de øvrige lokalitetene. De er preget av høy pH (7,6 – 7,7), høy ledningsevne (15,4 – 13,9 mS/m), høye verdier av kalsium (5 – 12 mg/l), magnesium (3,4 – 4,5 mg/l), natrium (4,9 – 5,7 mg/l), kalium (2,5 – 1,9 mg/l), sulfat (5,1 mg/l, begge stasjoner), klorid (3,4 – 3,8 mg/l) og rik på nitrat (780 – 1500 µg/l). Alkaliteten var høy (630- 1500 µmol/l) og den syrenøytraliserende

kapasiteten, ANC, var følgelig svært god (544 - 941 $\mu\text{ekv/l}$). Årsaken til disse forhøyete verdiene er at det området disse bekkene drenerer ligger på marin leire, som er gammel havbunn som har fulgt med under landhevingen etter siste istid. De øvrige lokalitetene viser en vannkvalitet som ligger godt over tålegrensen for overflatevann (ANC = 20 $\mu\text{ekv/l}$, Lien m. fl. 1996). Dette betyr at vannkvaliteten er tilstrekkelig for de fiskearter som finnes i Simoa forutsatt at vannkjemien ikke avviker fra det som ble målt. St, 20, Tukuåa hadde også høye vannkemiske verdier sammenlignet med de fleste av de øvrige stasjonene, blant annet pH 7,12, kalsium 5,2, magnesium 1,1, natrium 1,7, nitrat 430 og ANC lik 313 $\mu\text{ekv/l}$.

4.2 Bunndyr

I det følgende er gitt et kortfattet sammendrag med kommentarer fra de enkelte stasjonene. Vedlegg 2 gir en oversikt over de registrerte grupper av bunndyr registrert i Simoa ved innsamlingen i juni 2018. Det ble totalt funnet 17 døgnfluearter, 11 steinfluearter og 21 arter av vårfluer. Til sammen ble det registrert i alt 78 taksa. Dette er litt lavere enn det antall som ble funnet i 2006. Faunalisten ville blitt større dersom både vår- og høstprøver var inkludert. I det følgende er det gitt en kortfattet omtale av bunndyrsammensetningen på hver stasjon med en kortfattet sammenligning med tidligere undersøkelser (Fjellheim, 1996, Fjellheim & Tysse 2009). Følgende parametre er brukt ved denne sammenligningen: ASPT, Indeks 2 og EPT.

I motsetning til vannkemiske parametre, som kan vise stor variasjon avhengig av prøvetidspunkt, vil bunndyr gi et mer eksakt bilde av den økologiske tilstanden ettersom de viser et integrert bilde av status over tid.

Ifølge karakteriseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018 a) deles den økologiske miljøtilstanden inn i fem tilstandsklasser:

Svært god	Tilstandsklassene defineres gjennom tilstanden for biologiske kvalitetselement, og fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteelement i tråd med definisjoner av disse i vannforskriften.
God	
Moderat	Dersom en lokalitet oppnår typen «Svært god» eller «God», regnes dette å være akseptabelt. Ligger verdien lavere enn grensen «Moderat/God» bør det settes inn tiltak for å forbedre vannkvaliteten.
Dårlig	
Svært dårlig	Det er spesielt parametrene pH og ANC som benyttes i vurdering av forsurening/kalking.

Fargekodene for de enkelte tilstandsklasser er brukt konsekvent i denne rapporten.

Stasjon 1 Eggedøla Nord	Ukalket												
<p>I denne stasjonen, som ligger litt nedenfor Haglebu er det registrert et bredt utvalg forsureningssensitive organismer. Det ble registrert 6 døgnfluearter, av hvilke <i>Baetis rhodani</i>, <i>Baetis fuscatus/scambus</i>, <i>Baetis subalpinus/vernus</i> og <i>Alainites muticus</i> karakteriseres å være svært sensitive. Det ble funnet en sensitiv steinflue, <i>Diura</i> sp. og tre sensitive vårfluer, <i>Hydroptila</i> sp., <i>Apatanis</i> sp. og <i>Lepidistoma hirtum</i>. ASPT og indeks 2 var henholdsvis god og svært god.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th style="background-color: #4a86e8; color: white;">ASPT</th> <th style="background-color: #4a86e8; color: white;">Indeks 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">1996</td> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">6,82</td> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">1,26</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">2007</td> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">6,83</td> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">1,23</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">2018</td> <td style="background-color: #70ad47; color: white;">6,47</td> <td style="background-color: #4a86e8; color: white;">4,00</td> </tr> </tbody> </table>		ASPT	Indeks 2	1996	6,82	1,26	2007	6,83	1,23	2018	6,47	4,00
	ASPT	Indeks 2											
1996	6,82	1,26											
2007	6,83	1,23											
2018	6,47	4,00											
	<p>EPT Mai 1996: 12 EPT Mai 2007: 17 EPT Mai 2018: 14</p>												

Stasjon 2 Sandvassbekken**Kalket**

Denne stasjonen ligger 940 m o.h. og er den lokaliteten i stasjonsnettet som har den høyeste beliggenheten. Biomangfoldet i lokaliteten var lavt og gjenspeiler beliggenheten. Det ble registrert en markant bedring i forsuringindeksene fra 1996 til 2018. Småmuslinger, *Pisidium*, var eneste sensitive taksa som ble funnet i 1996. Lokaliteten har hatt en markert positiv utvikling med hensyn til forsuringsskade. I 2018 registrerte vi blant annet døgnfluen *Baetis subalpinus* og steinfluen *Isoperla grammatica*. ASPT var moderat, mens Indeks 2 viser en markert positiv bedring fra 1996.

	ASPT	Indeks 2
1996	4,00	0,25
2007	6,08	0,61
2018	5,44	1,50

EPT Vår 1996: 2

EPT Vår 2007: 8

EPT Vår 2018: 6

Stasjon 3 Eggedøla sør**Påvirket av kalking**

Det biologiske mangfoldet på denne stasjonen må karakteriseres høyt. Vi registrerte fem arter døgnfluer, tre steinfluearter og åtte vårfluearter i prøven. Indeks 2 viser en stigende utvikling, mens ASPT var var lik 1,0 både i 1996 og i 2007, men den prosentvise andelen av forsuringssensitive dyr hadde økt.

	ASPT	Indeks 2
1996	6,50	0,73
2007	7,28	3,50
2018	6,94	4,00

EPT Vår 1996: 11

EPT Vår 2007: 19

EPT Vår 2018: 16

Stasjon 4 Grønhovdelva**Ukalket**

Forsuringindeksen i Grønhovdelva viser en stigning fra 1996 til 2018. Det ble registrert et økende antall døgnfluer og steinfluer, mens vårfluene hadde et lavt artsantall. Lokaliteten kan karakteriseres uforsuret og hadde en god ASPT-verdi

	ASPT	Indeks 2
1996	6,56	0,50
2007	6,80	4,00
2018	6,45	4,00

EPT Vår 1996: 4

EPT Vår 2007: 10

EPT Vår 2018: 11

Stasjon 5 Nedalselva**Delvis kalket**

I Nedalselva var det biologiske mangfoldet bedre enn tidligere år. Det ble registrert flere forsuringssensitive bunndyrarter i lokaliteten. Av disse var døgnfluer av slekten *Baetis* dominerende. I tillegg ble det funnet to moderat sensitive bunndyr, steinfluen *Diura* sp. og vårfluen *Hydropsyche siltalai*. Både ASPT og Indeks 2 viser en positiv forbedring sammenlignet med tidligere år.

	ASPT	Indeks 2
1996	5,80	0,83
2007	5,75	4,00
2018	7,00	4,00

EPT Vår 1996: 6

EPT Vår 2007: 7

EPT Vår 2018: 11

Stasjon 6 Ulbergselva**Delvis kalket**

Ulbergselva var en av de mest forsuringsskadede lokalitetene i 1996, med Indeks 1 lik 0 om våren. I 2007 ble det registrert en svak bedring. I 2018 ble det registrert en betydelig forbedring av forsuringstilstanden. Tilstedeværelse av døgnfluen *Baetis subalpinus* løftet indeks 2 til 1,32 i 2018. ASPT har holdt seg relativt konstant og viser verdier som karakteriseres gode

	ASPT	Indeks 2
1996	6,18	0,00
2007	6,79	0,50
2018	6,22	1,32

EPT Vår 1996: 6

EPT Vår 2007: 7

EPT Vår 2018: 9

Stasjon 7 Reintjernbekken**Kalket**

Reintjernbekken er den sureste lokaliteten av de vi har undersøkt i Simoa. Både biomangfold og andel av forsuringssensitive bunndyr var lavt. ASPT var moderat, men Indeks 2 karakteriseres å være dårlig

	ASPT	Indeks 2
1996	6,45	0,25
2007	5,69	0,50
2018	5,89	0,25

EPT Vår 1996: 6

EPT Vår 2007: 7

EPT Vår 2018: 5

**Stasjon 8 Simoa
innløp Soneren****Påvirket av kalking**

Denne lokaliteten viste ingen tegn til forsuringsskader i 2018. Det biologiske mangfoldet var relativt stort og det ble registrert flere sterkt sensitive bunndyrarter, spesielt innen slekten *Baetis* sp. ASPT karakteriseres svært god.

	ASPT	Indeks 2
1996	7,17	1,24
2007	6,50	1,57
2018	6,93	2,63

EPT Vår 1996: 22

EPT Vår 2007: 16

EPT Vår 2018: 17

Stasjon 9 Eiddalselva**Ukalket**

Denne lokaliteten bar også preg av forsuringsskade. Registrering av et fåtall sensitive arter løfter Indeks 2 noe. ASPT karakteriseres god.

	ASPT	Indeks 2
1996	4,60	0,00
2007	6,15	0,51
2018	6,36	0,51

EPT Vår 1996: 2

EPT Vår 2007: 10

EPT Vår 2018: 9

Stasjon 10 Øvre Grytelva**Kalket**

Denne lokaliteten er, med sine 660 m o.h. en av de mest høytliggende lokalitetene som ble undersøkt. Vi har observert en merkbar forbedring i Øvre Grytelva, spesielt ved at sterkt sensitive døgnfluer av slekten *Baetis* viser økende tendens. Biomangfoldet i lokaliteten var lavere enn det som ble registrert i 2007. ASPT var moderat.

	ASPT	Indeks 2
1996	5,00	0,00
2007	6,63	1,08
2018	5,50	4,00

EPT Vår 1996: 2

EPT Vår 2007: 10

EPT Vår 2018: 6

Stasjon 12 Horga**Delvis kalket**

Artsmangfold og andel av forsuringfølsomme bunndyr var lavt. Dette fører til at både ASPT og Indeks 2 var moderat. Vassdraget er påvirket av vannkraftregulering.

	ASPT	Indeks 2
1996	6,00	0,55
2007	5,54	0,56
2018	5,63	0,50

EPT Vår 1996: 7

EPT Vår 2007: 9

EPT Vår 2018: 5

Stasjon 13 Evjuå (Raudåa)**Kalket**

Sammensetningen av bunndyrsamfunnet i Evjuå tyder på at det har funnet sted en betydelig bedring siden første prøvetaking i 1996. Indeks 2 var moderat og biomangfoldet og den relative mengden av sensitive dyr i lokaliteten er økende. ASPT var god. Raudåa er den viktigste gyteplassen for den storvokste aurestammen i Lauvnesvatnet

	ASPT	Indeks 2
1996	5,33	0,00
2007	6,58	0,64
2018	6,00	0,50

EPT Vår 1996: 3

EPT Vår 2007: 10

EPT Vår 2018: 12

Stasjon 14 Simoa ved Prestfoss**Påvirket av kalking**

ASPT karakteriseres dårlig, mens innslaget av forsuringfølsomme dyr var rikt. Sistnevnte gir et bunndyrsamfunn som karakteriserer et svært godt forsurningsnivå.

	ASPT	Indeks 2
1996	6,94	3,50
2007	5,64	4,00
2018	5,10	4,00

EPT Vår 1996: 12

EPT Vår 2007: 7

EPT Vår 2018: 10

Stasjon 15 Simoa ved Kolsrud, st. A**Påvirket av kalking**

Dette er en relativ rik stasjon. Innslaget av sensitive arter var høyt. ASPT har bedret seg fra 1996, mens Indeks 2 karakteriseres svært god i alle de årene lokaliteten har vært undersøkt.

	ASPT	Indeks 2
1996	5,92	4,00
2007	5,83	4,00
2018	6,20	4,00

EPT Vår 1996: 9

EPT Vår 2007: 11

EPT Vår 2018: 12

Stasjon 17 Nesvollbekken**Ukalket**

I Nesvollbekken var det en markant bedring fra 1996 til de to påfølgende undersøkelsene. Biomangfoldet er økt markert og forekomsten av forsuringssensitive bunndyrarter mangedoblet. Årsaken til dette er at prøvene i 2007 og 2018 ble tatt på et gunstigere substrat. ASPT og Indeks 2 hadde i 2018 henholdsvis god og svært gode verdier. Nesvollbekken, var i ikke forsuret i 1996, men bunndyrsamfunnet var påvirket av tilsilting og hadde et substrat som var uegnet for mange bunndyrarter.

	ASPT	Indeks 2
1996	2,67	0,00
2007	5,24	4,00
2018	6,15	3,17

EPT Vår 1996: 0

EPT Vår 2007: 8

EPT Vår 2018: 11

Stasjon 18 Overnbekken**Ukalket**

Biomangfoldet viser en økende tendens, og det var en stor økning i det prosentvise antall forsuringssensitive bunndyr. Denne lokaliteten må karakteriseres uforsuret og årsakene til det store innslaget av sensitive bunndyr er i hovedsak store tettheter av døgnfluer av slekten *Baetis*. ASPT karakteriseres moderat.

	ASPT	Indeks 2
1996	5,40	1,32
2007	5,23	4,00
2018	5,78	4,00

EPT Vår 1996: 9
 EPT Vår 2007: 7
 EPT Vår 2018: 11

Stasjon 19 Simoa ved Åmot**Påvirket av kalking**

Andelen av forsuringssensitive bunndyr hadde økt sammenlignet med tidligere undersøkelser, spesielt døgnfluen *Baetis rhodani*. ASPT var lav, mens Indeks 2 karakteriseres svært god.

	ASPT	Indeks 2
1996	6,57	0,82
2007	5,17	4,00
2018	5,40	4,00

EPT Vår 1996: 8
 EPT Vår 2007: 7
 EPT Vår 2018: 8

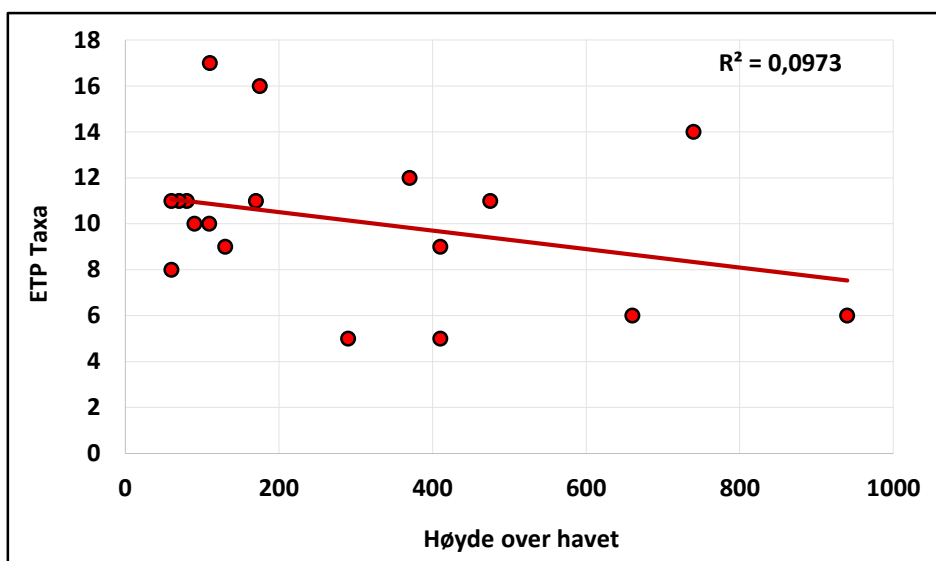
Stasjon 20 Tukuåa**Ukalket**

Det ble registrert flere forsuringssensitive bunndyrarter, blant annet *Baetis rhodani* og *Caenis luctuosa*. ASPT var lav, mens Indeks 2 karakteriseres svært god.

	ASPT	Indeks 2
2018	5,40	4,00

EPT Vår 2018: 10

Det var relativt dårlig korrelasjon mellom antall arter/grupper som ble funnet i hver lokalitet (taksa) og høyde over havet (Figur 6). Derimot hadde hovedelva signifikant flere arter/grupper av bunndyr enn sidebekkene ($p < 0.001$, t-test).



Figur 6. En sammenligning mellom antall taksa funnet i hver lokalitet i Simoa i 2018 og lokalitetens høyde over havet.

Det store biologiske mangfoldet i hovedelva skyldes større variabilitet av habitattyper og større næringstilgang enn i sidebekkene. Dette gjelder spesielt i de lavereliggende delene, som har tilrenning fra landbruksarealer og som har større diversitet av høyere planter (makrofytter). I tillegg rekrutteres dyr lett, spesielt ved driv fra ovenforliggende områder. Det er likevel noe overraskende at den øverste lokaliteten i hovedelva, ved Haglebu 740 m o.h., hadde såpass mange taksa. God vannkvalitet kan forklare noe av dette.

De gruppene som representerer de viktigste indikatorene ved forsuringsskader kommenteres separat.

4.2.1 Døgnfluer (Ephemeroptera)

Døgnfluene er viktige indikatorer for miljøpåvirkninger (Raddum og Fjellheim 1982, Aanes & Bækken 1989). Av den grunn er de spesielt omtalt i dette kapittel. Vi har, ifølge Kjærstad (2007) i alt 48 døgnfluearter i Norge. Samlet er det registrert 24 arter av døgnfluer ved de tre undersøkelsene i Simoa (Fjellheim, 1996, Fjellheim & Tysse 2009, denne undersøkelse). Dette betyr at Simoa har 50% av alle registrerte norske døgnfluearter.

Det store artsmangfoldet av døgnfluer i regionen er tidligere påpekt av Brittain m. fl. (1985). I en undersøkelse som også omfattet Drammenselva mellom Vikersund og Drammen registrerte de til sammen 19 arter døgnfluer. I de nedre deler av hovedløpet av Drammenselva registrerte de bl a. *Siphonurus alternatus*, *Caenis horaria* og *Proclleon bifidum*. I tillegg ble *Heptagenia joernensis* funnet i Bingselva. Ytterligere to arter, *Siphonurus lacustris* og *Caenis rivulorum* ble registrert i hovedvassdraget ved en undersøkelse i 1987 (Sæter m. fl. 1988). Totalt er det gjennom denne og de øvrige siterte rapporter registrert 26 døgnfluearter i Drammensvassdraget, over halvparten av alle kjente norske arter. Dette er i dyregeografisk sammenheng et svært høyt tall. Eksempelvis er det samlet bare registrert 17 arter i de tre fylkene Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (Aagaard & Dolmen 1996).

I følge Brittain m. fl. (1985) synes Drammensvassdraget å danne en vestlig grense for en del døgnfluearter som innvandret til Norge østfra. Selv om vi har fått ytterligere kunnskap om utbredelsen til norske døgnfluer senere år, ser dette ut til å være en holdbar teori for *Baetis digitatus* og *Heptagenia joernensis*. Andre arter, som *Caenis rivulorum* og *Arthroplea congener* er også registrert lenger vest.

4.2.1.1 Kommentarer til de enkelte døgnflueartene

Baetis rhodani

Denne arten, som kalles vanlig smådøgnflue, er vår vanligste døgnflue i rennende vann. I følge Limnofauna Norvegica (Aagaard & Dolmen, 1996) er den registrert over hele landet. Arten er normalt bivoltin (2 generasjoner i året), men avvik fra dette kan forekomme (Bengtsson 1973, Bækken 1981, Raddum & Fjellheim 1993). Livssyklus er komplisert og larver av de fleste størrelser kan påtreffes store deler av året (Raddum & Fjellheim 1993, Fjellheim & Raddum, 2008). I Numedalslågen er arten registrert 1420 m o.h. (Fjellheim m. fl. 2008). Artens tålegrense varierer. I klart, næringsfattig vann tåler den normalt ikke vann surere enn pH 5,5 (Fjellheim & Raddum 1990). Ettersom store deler av de arealer i Norge som er utsatt for sur nedbør har denne vannkvalitetstypen er *B. rhodani*, i kraft av sin store utbredelse, en svært viktig indikatorart ved overvåking av sur nedbør. Den maksimale utbredelse har arten i pH-intervallet 6,0-6,9 (Engblom & Lingdell 1983, Larsen m. fl. 1996). I humøse lokaliteter kan den finnes i surere vann. I Sverige er den registrert ved pH<5,0 (Engblom & Lingdell 1983), mens den i humusrike vann på

østlandsområdet har en tålegrense ned mot pH 5,0 (Bækken & Aanes 1990). I Simoa var *B. rhodani* den mest tallrike døgnfluen ved alle de tre undersøkelsene vi har foretatt.

Alainites muticus

Denne arten kalles for sandsmådøgnflue og er, som navnet tilsier, ofte nedgravd i substratet. Arten kan ha en generasjon i året (Engblom & Lingdell 1983) eller være bivoltin (Kowalik & Ormerod 2006). *A. muticus* er utbredt i hele landet, med unntak av de sørligste områdene (Aagard & Dolmen, 1996). Den ble først registrert i Buskerud ved undersøkelsen i Simoa i 1996. Arten er vanligst i hurtig rennende vann og regnes ifølge Engblom & Lingdell (1983) å være mer sensitiv for forsurening enn *B. rhodani*. *A. muticus* er hovedsakelig registrert i de nederste lokalitetene: Overnbekken, Nesvollbekken og i hovedelva ved Åmot, men det ble i 2018 også registrert et eksemplar på st. 1, øverst i vassdraget.

Baetis niger

Denne arten, som har det norske navnet sortvinget smådøgnflue, er vanlig i hele landet unntatt på Sørlandet. Arten har en generasjon i året i Sverige (Engblom & Lingdell 1983). Det foreligger ingen livssyklusstudier fra Norge. I Simoa er arten registrert sporadisk i hele vassdraget. De tetteste bestandene er registrert i Nesvollbekken.

Baetis digitatus

Baetis digitatus (seksgjellet smådøgnflue) ble rapportert som ny for Norge av Brittain (1985), på basis av funn i flere lokaliteter i Drammensvassdraget, blant annet i Snarumselva, Bingselva og i hovedvassdraget nedstrøms Vikersund. Senere er det rapportert funn av arten fra Hunnselva og Øystre Slidre, Oppland fylke (Brabrand m. fl. 1985, Aagard & Hågvar 1987). Arten var opprinnelig feilaktig oppført i Limnofauna Norvegica (Aagard & Dolmen 1996) med Nord-Trøndelag som eneste funnsted. Med basis i dette var arten oppført på rødlisten over truete arter i Norge (Kålås m. fl. 2006). Artens status er senere nedgradert og det er ingen sjeldenhetsanmerkninger i artsdatabanken. *B. digitatus* er ifølge Engblom & Lingdell (1983) ettårig og sensitiv for forsurening.

Centroptilum luteolum

Lansettvingedøgnfluen *C. luteolum* er utbredt i store deler av landet, men forekommer i flest lokaliteter i nord og øst. Den foretrekker rolige partier i elver og bekker. Arten er beskrevet som ettårig i Sverige (Engblom & Lingdell 1983) og som bivoltin eller multivoltin (mer enn to generasjoner i året) i Norge (Brittain 1974). Den kan trolig overvintre som egg. Arten er forsureningssensitiv. I Sverige er det gjort flest funn i lokaliteter ved pH 6,5 – 6,9. I Simoa er arten tidligere registrert i Skjelåa både vår og høst. I 2018 ble det registrert mange individer i Nesvollbekken.

Ameletus inopinatus

Elvefleksidedøgnfluen *A. inopinatus* er vanlig i store deler av landet, men er ifølge Aagard & Dolmen (1996) ikke vanlig i områdene rundt Oslofjorden. Denne døgnfluen er også utbredt i høyfjellet. Den er blant annet registrert over 1100 m i nedslagsfeltet til Øvre Heimdalsvann i Jotunheimen (Lillehammer & Brittain 1978) og 1420 m o.h. i Numedalslågen (Fjellheim m. fl. 2008). I lavlandet er arten ettårig med synkron vekst (Fjellheim & Raddum, 2008). *A. inopinatus* vokser relativt hurtig gjennom vinteren og har flyvetid om sommeren. Den er kjent å være moderat forsureningssensitiv (Engblom & Lingdell, 1983, Fjellheim & Raddum, 1990). I Simoa har arten en begrenset utbredelse. Den ble registrert i Eggedøla både i 1996 og 2007. I tillegg ble den funnet i Raudåa i 1996. Ingen funn av arten i 2018.

Heptagenia fuscogrisea

Døgnfluer av slekten *Heptagenia* er flattrykte, tilpasset til å leve i rennende vann. I Norge er det registrert fire arter, hvorav tre er funnet i Simoa. Brun flatdøgnflue (*H. fuscogrisea*) har en ettårig livssyklus med flyvetid om sommeren (Bengtsson, 1968, Brittain, 1974). Den er funnet i de fleste biotyper fra brakkvann til bekker i høyfjellet, men har sin optimale utbredelse i sakte strømmende vann med makrofyttvegetasjon (Engblom & Lingdell, 1983). Tålegrensen ovenfor surt vann er stor, og arten er kjent for å tåle pH-verdier under 4,5 (Engblom & Lingdell, 1983, Lien m. fl. 1996). Arten har begrenset utbredelse i Simoa. I 2007 ble den registrert i hovedelva ved Innløpet til Soneren og lengst nede, ved Åmot. Det var ingen registreringer av arten i 2018.

Heptagenia sulphurea

Gul flatdøgnflue finnes hovedsakelig i rennende vann, men kan også påtreffes i brenningssonen i sjøer. Arten er normalt ettårig, men livssyklus er asynkron og ulike larvestadier kan påtreffes samtidig. Arten flyr i sommerhalvåret. *H. sulphurea* er moderat sensitiv ovenfor surt vann (Fjellheim & Raddum, 1990, Lien m. fl. 1995). I Simoa er arten registrert sporadisk langs hele vassdraget.

Heptagenia dalecarlica

Nordlig flatdøgnflue er en karakterart for sterkt rennende vann. I Norge er arten utbredt i nord og i øst. *H. dalecarlica* er sannsynligvis sensitiv for surt vann, men grunnet få funnsteder har den ennå ikke vært testet. I Simoa er arten registrert i langt oppe i vassdraget.

Ephemerella aurivillii

Stor ryggjelledøgnflue har en ettårig livssyklus med voksne insekter til stede i sommerhalvåret (Raddum & Fjellheim 2008). Studier av arten i Aurlandsvassdraget viser at den trenger mer en 1600 døgngrader for å fullføre livssyklus. Av den grunn er den oftest lokalisert i de nedre og varmeste delene av vassdragene. Reguleringen av Aurlandsvassdraget forårsaket en temperaturheving av elveavsnittet mellom inntaksmagasin og kraftstasjon. Dette medførte økt utbredelse av arten (Raddum & Fjellheim 2008). Denne arten ble registrert i Simoa i 2007, men ikke i 2018.

Ephemera vulgata

Denne arten, som på norsk kalles innsjøduskgjelledøgnflue, kan bli opptil 30 mm lang, og er den største døgnfluen vi har i Norge. *E. vulgata* lever hovedsakelig nedgravd i substrat som er rikt på organisk materiale (Engblom & Lingdell, 1983). Arten har en begrenset utbredelse i Norge og finnes ikke på Sør- og Vestlandet samt i de aller nordligste områdene. Arten er svært forsurningsfølsom. I Simoa er den registrert langt nede i vassdraget, ved Kolsrud og i Nesvollbekken.

Ephemera danica

Denne arten, som heter elveduskgjelledøgnflue, lever i likhet med *E. vulgata*, nedgravd i substrat som er rikt på organisk materiale. Arten har en østlig utbredelse i Norge. I Simoa er den registrert i Nesvollbekken.

Leptophlebia vespertina

Liten spissgjelledøgnflue har normalt en ettårig livssyklus med flyvetid om våren (Brittain, 1974, Fontaine m. fl. 1990). Arten er vanlig i strandsonen i innsjøer og opptrer gjerne i store tettheter i sakteflytende elver. Den tåler ikke harde strømforhold. Tålegrensen ovenfor surt vann er stor (Fjellheim & Raddum, 1990), og arter innen slekten Leptophlebiidae er ofte de dominerende døgnfluene i forsurete områder. Sannsynligvis forsterkes dette ved at konkurransen fra andre bunndyr blir mindre.

Leptophlebia marginata

Som navnet stor spissgjelledøgnflue tilsier, er denne døgnfluen noe større enn *L. vespertina*. Den er også ettårig og klekker normalt noe senere enn *L. vespertina*. De to artene finnes over hele landet, ofte sammen. Selv om *L. marginata* synes å tåle surt vann noe dårligere enn *L. vespertina* (Engblom & Lingdell, 1983), har begge arter stor utbredelse i de mest forsurete områdene i Norge.

Arter i slekten *Leptophlebia* sp. var mer tallrik i 1996 sammenlignet med de to påfølgende undersøkelsene. Dette er sannsynligvis forårsaket av at kalkingen har skapt mer konkurranse fra andre arter.

Metretopus borealis

Grønnøyet klodøgnflue, er en art som hovedsakelig er registrert i de midtre og nordlige deler av landet. I Simoa representerer den den sørligste utbredelsen.

Ved en større undersøkelse av Drammensvassdraget fra Tyrifjorden til Drammensfjorden i årene 1982 - 1984 (Brittain m. fl. 1983, 1985) ble det registrert til sammen 19 arter. På bakgrunn av et noe mer begrenset undersøkelsesareal må den registrerte døgnfluefaunaen i Simoa karakteriseres svært god.

4.2.2 Steinfluer (Plecoptera)

Det er registrert totalt 17 arter av steinfluer i bunnprøvene fra Simoa. Ved to tidligere undersøkelser i Drammensvassdraget i 1982-1983 (Brittain m. fl. 1985) og 1987 (Sæter m. fl. 1988) ble det registrert henholdsvis 16 og 10 arter. Ingen av de steinfluene som er kjent fra området er rødlistearter. I Norge er det kjent til sammen 35 arter av steinfluer (Aagaard & Dolmen, 1996). En av disse, *Protonemura intricata*, har rødlistestatus.

De registrerte steinflueartene er alle vanlig forekommende i Norge og tidligere registrert i Buskerud (Solem 1996, Sæter m. fl. 1988). Ved studiene i Drammensvassdraget 1982 - 1984 registrerte Brittain m. fl. (1985) til sammen 16 steinfluearter. Høyest artsantall hadde Bingselva, som er nabovassdrag til Simoa (14 arter). I tillegg til *I. difformis* ble ikke *Leuctra nigra* registrert i ovenfornevnte studie.

De fleste norske steinfluearter har en ettårig livssyklus (Lillehammer 1988). Av de artene som ble registrert i Simoa er det bare *Diura nanseni* som avviker fra dette mønsteret. Denne arten har en toårig livssyklus, der egget ligger i diapause (hvilestadium) fra sommer til neste sommer. Larvestadiene utvikles så mot voksent individ i løpet av ett år. Steinfluer er generelt surttolerante. Multivariate analyser på et materiale av bunndyr fra Vest- og Sørnorge viser at steinfluer av slektene *Capnia*, *Diura* og *Isoperla* er moderat forsuringsfølsomme (Larsen m. fl. 1996). Dette stemmer også godt overens med feltobservasjoner (Fjellheim & Raddum 1990). Data fra Larsen m. fl. (1996) antyder at også *Amphinemura borealis* kan være følsom for surt vann. Steinfluene er generelt indikatorer for overflatevann med lav organisk belastning. I så henseende skiller de nordiske landene seg ut sammenlignet med områder i lavlandet lenger sør i Europa. Blant annet av den grunn har flere av de indekser som er utviklet for organisk belastning en begrenset verdi i Norge (Aanes & Bækken, 1989).

4.2.3 Vårfluer (Trichoptera)

Det er registrert totalt 35 arter av vårfluer i bunnprøvene fra Simoa i de tre undersøkelsene vi har foretatt. De vanligste artene i Simoa var *Rhyacophila nubila*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Neureclipsis bimaculata* og nettspinnende arter av vårfluleslekten *Hydropsyche*. To av de registrerte artene, *Anabolia nervosa* og *Psychomyia pusilla* er typiske østlige arter (Artsdatabanken.no) *Agraylea* sp. var tidligere ikke kjent lenger vest, men er senere registrert i Ognå og Vikedalsvassdraget i Rogaland (Fjellheim & Raddum 1997a, 1997b). *Chimarra marginata* er en sør-østlig art, med senere funn i Rogaland. Den første registreringen i Buskerud ble gjort i Simoa i 1996. Nærmeste funnsted på østlandet er Lysakerelva, Akershus (Aagard & Hågvar 1987). Senere er denne arten registrert i Vegårvassdraget og i Østtagder (Fjellheim & Raddum 2000) og i Ognå i Rogaland (Fjellheim 2007). *Athripsodes commutatus* og *Rhyacophila fasciata* er i artskart angitt som østlige arter, men de er i senere år også registrert på sørlandet.

Lysfellefangst av flygende vårfluer gir vanligvis et høyere antall arter. Dels skyldes dette at lysfeller også fanger materiale fra andre lokaliteter. I tillegg er bestemmelsesnøkklene bedre utarbeidet for voksne individer. Mange larver lar seg bare bestemme til slekt. Flere vårfluearter har i tillegg svært spesielle krav til larvehabitat, og kan av den grunn bli oversett ved selv relativt grundige undersøkelser. Ved undersøkelsene av Drammensvassdraget i 1982 - 1984 ble det til sammen registrert 17 arter/grupper av vårfluer (Brittain m. fl. 1985).

4.2.4 Andre grupper av forsuringsfølsomme bunndyr

Det ble ikke registrert snegl i prøvene fra våren 2018. Vi registrerte tre arter av ferskvannssnegl i Simoa i 2007: *Lymnaea peregra* (vanlig damsnegl), *Gyraulus acronicus* (vanlig skivesnegl) og *Bathyomphalus contortus* (remsnegl). Samtlige er tidligere registrert i Buskerud (Økland 1990). Funnstedene var hovedsakelig i hovedstrengen av vassdraget, men *G. acronicus* ble funnet på st. 17, Nesvollbekken.

Av muslinger ble det bare registrert ertermuslinger (*Pisidium* spp.) i bunnprøvene. Ertermuslingene tåler forsurening ned mot pH 4,7. Det er også observert elvemusling (*Margaritana margaritifera*) i Simoa. Denne arten er karakterisert sårbar på landsbasis. Utbredelse og bestandsstatus av elvemusling i Simoa er gitt av Mejdell Larsen m. fl. (1995, 2007, 2019).

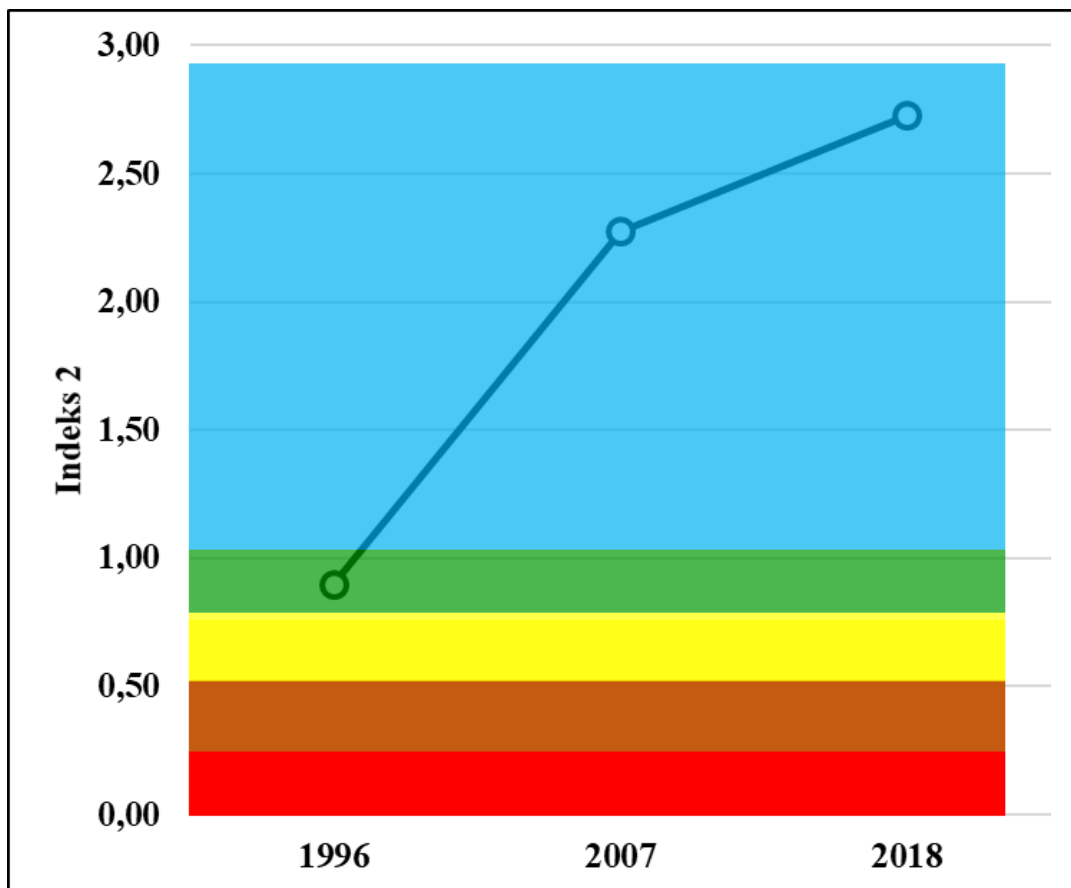
Til sammen tre iglearter er registrert i Simoa: Stor bruskgle (*Glossiphonia complanata*), tøyyet flatigle (*Helobdella stagnalis*) og hundegle (*Erpobdella octoculata*). Sistnevnte ble funnet i 2018. *Glossiphonia complanata* er sterkt forsureningssensitiv, de to andre er moderat sensitive. Samtlige registrerte iglearter er vanlige i Sør-Norge.

4.3 Samlet vurdering av forsureningssituasjonen i Simoa

Utviklingen av forsureningssituasjonen i Simoa kan illustreres ved å sammenligne forsureningsindeks 2 over tid (Figur 7). Våren 1996 bar situasjonen preg av moderat forsureningsskade, gjennomsnittlig Indeks 2 = 0,90. I 2007 var tilstanden om våren betydelig bedre, Indeks 2 - lik 2,28. Samme stasjonsnett ga våren 2018 Indeks 2 = 2,73.

Årsaken til denne forbedringen er at en rekke sidebekker har fått bedre vannkvalitet på grunn av kalking og den generelle forbedringen på grunn av mindre sur nedbør. Det er spesielt

Sandvassbekken, Grønhovdelva, Ulbergselva, Eiddalselva, Øvre Grytelva, Raudåa og Nesvollbekken som bidrar til dette.



Figur 7. Utviklingen av Forsuringsindeks 2 i Simoa i årene 1996 -2018. Figuren tar utgangspunkt vårdata fra de stasjoner som er prøvetatt hvert år.

På tross av at forsuringssituasjonen i Simoa våren 1996 kunne karakteriseres god basert på gjennomsnittsverdier, var det enkeltlokaliteter som bar preg av forsuringsskader. De to påfølgende undersøkelsene viste at skadene i vassdraget hadde avtatt. I 2018 viste Reintjennbekken (St. 7) de største forsuringsskadene. Dette kan være forårsaket av myrområder i nedslagsfeltet. Også lokaliteter som St. 12 Horga og St. 13 Raudåa bar preg av noe skade, men her ble det registrert moderat sensitive steinfluer.

Utbredelsen av bunndyr i ferskvann er blant annet regulert av de enkelte artenes tålegrenser ovenfor forsuringgrad, miljøgifter mm. Når en sur lokalitet kalkes vil arter, som tidligere ikke var i stand til å leve der, kunne etablere seg i lokaliteten. Innvandringshastigheten er regulert av avstand til nærmeste lokalitet der arten finnes (refuge), av dyrenes mobilitet, lokalitetstypen (for eksempel elv eller innsjø) og av hvor egnet den kalkete lokaliteten er som permanent habitat (Fjellheim & Raddum 1993a).

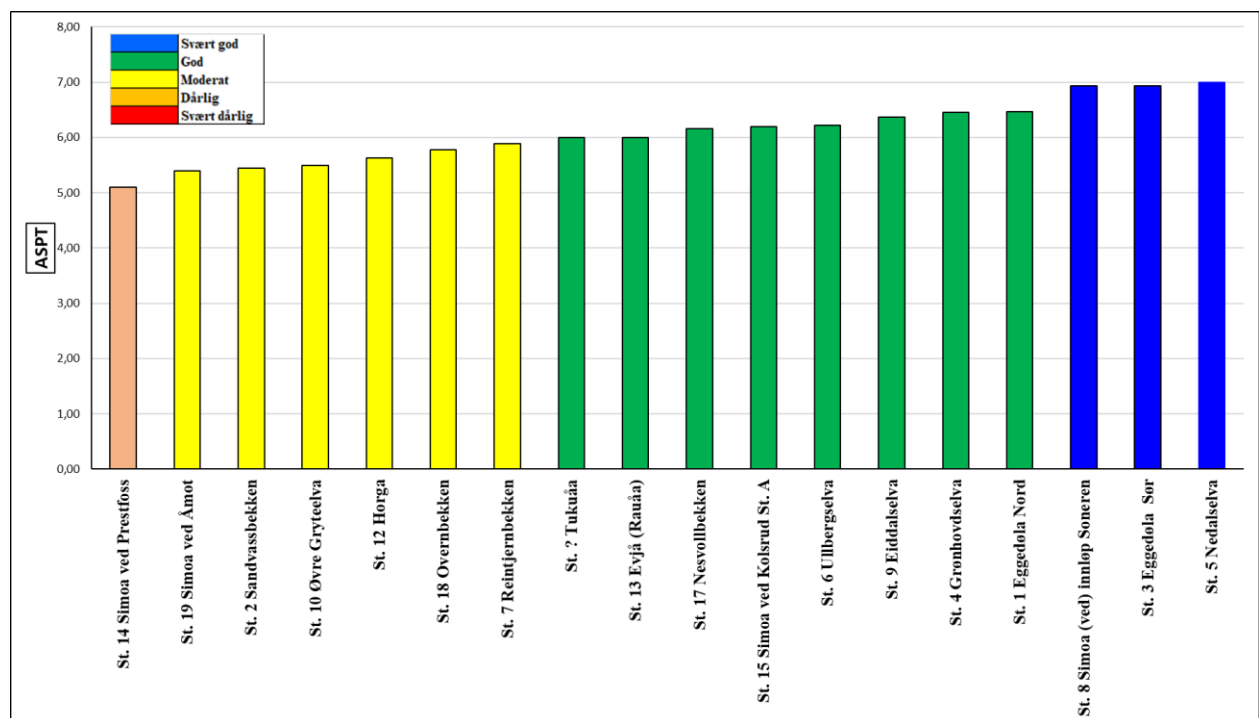
Sure episoder, spesielt i forbindelse med snøsmeltingen om våren, kan i enkelte tilfeller være så sterke at sensitive arter som har klart å etablere seg blir slått ut igjen. Et slikt mønster er funnet i Audna (Vest-Agder, Fjellheim & Raddum 2000) og i Vikedalselva (Rogaland, Fjellheim & Raddum 1993b). Ved å øke kalkdoseringsen i Vikedalselva ble det etablert permanente populasjoner av sterkt forsuringssensitive bunndyr; spesielt vanlig smådøgnflue *Baetis rhodani*

(Fjellheim & Raddum 1996). Studiene i Vikedalselva og i Audna har også vist at innvandringshastigheten er påvirket av nærmeste avstand til refuger med sensitive dyr. I Vikedal, hvor det er påvist en slike refuge ovenfor kalkingspunktet skjedde reetableringen av sterkt sensitive dyr samme år som kalkingen ble satt i verk. I Audna, hvor refuger ikke er påvist, tok det to år før slike dyr etablerte seg.

Spredningsmekanismene er også viktige. Generelt skjer spredningen lettest i rennende vann ved at dyr driver med strømmen. Dette drivet kan skje aktivt eller passivt, og det er store forskjeller i drivintensitet mellom arter (Elliott, 1967) og mellom forskjellige stadier hos en og samme art (Fjellheim, 1980). Insektenes voksne, ofte bevingete, stadium er også en viktig spredningsøkologisk faktor. De fleste insektlarver er av disse grunner mer mobile enn dyr som lever hele sin livssyklus i vann, og som er mindre mobile. Ferskvannssnegl er et eksempel på sistnevnte gruppe. I Vikedalselva gikk det seks år fra kalking til sneglen *Lymnaea peregra* ble påvist, mens tilsvarende periode var ni år i Audna.

4.4 Den økologiske tilstanden i Simoa

To stasjoner i hovedelva, Prestfoss st. 14 og Åmot st. 19 hadde lavest ASPT, henholdsvis 5,1 og 5,4 (Figur 8). En årsak til dette kan være at menneskelig påvirkning har skapt et bunnsubstrat som gir en mindre divers fauna og et forhøyet innhold av næringssalter og organisk stoff. Dette gjelder spesielt gruppen steinfluer. Fem av sidetilløpene, Sandvassbekken, Øvre Grytelva, Horga, Overnbekken og Reintjernbekken hadde også verdier som lå lavere enn miljømålet. De øvrige lokalitetene hadde alle gode – svært gode verdier. Vi vil understreke at disse tallene er noe usikre, da vi bare har data fra ett tidspunkt.



Figur 8 ASPT-verdier for de enkelte prøvetatte stasjoner i 2018 rangert fra laveste til høyeste verdi.

4.5 Klassifisering

I henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018b.) vil vanntypen i elver karakteriseres med syv bokstaver/siffer: For lokalitetene i Simoa er disse vist i Tabell 3.

Et eksempel: St.1 Eggedøla nord vil få koden REM2211 der symbolene betyr:

1	Vannkategori	R	Elv
2	Økoregion	E	Østlandet
3	Klimaregion	M	Mellom 800 og 200 m.o.h.
4	Størrelse nedbørsfelt	2	Middels 10 – 100 km ²
5	Kalkinnhold	2	Kalkfattig Ca 1-4 mg/l
6	Humusinnhold	1	Humusinnhold svært klar < 10 mg Pt/L
7	Turbiditet	1	Turbiditet klar < 5 FNU

Tabell 3 Karakterisering av de prøvetatte lokaliteter i Simoa 2018

St.nr.	Lokalitet	Karakterisering	St.nr.	Lokalitet	Karakterisering
1	Eggedøla nord	REM2211	10	Øv. Grytelva	REM1221
2	Sandvassbekken	REH1121	12	Horga	REM2121
3	Eggedøla sør	REL3211	13	Evjå (Rauåa)	REM1321
4	Grønhovdselva	REL2221	14	Simoa ved Prestfoss	REL3221
5	Neddalselva	REM2221	15	Simoa Kolsrud A	REL3221
6	Ullbergselva	REM2221	17	Nesvollbekken	REL1321
7	Reintjernbekken	REM1221	18	Overnbekken	REL1311
8	Simoa innl. Soneren	REL3211	19	Simoa ved Åmot	REL3221
9	Eiddalselva	REL2221	20	Tukuåa	REL1321

4.6 Typifisering

4.6.1 pH og ANC

Typifisering av lokalitetene i Simoa, basert på de to sentrale parametrene ANC og pH, er vist i Tabell 4. Det framgår at lokalitetene alle oppnår betegnelsen «Svært god» med hensyn til ANC. Til sammen 17 av 19 lokaliteter karakteriseres enten «Svært god» eller «God» med hensyn på pH. To lokaliteter, Reintjernbekken og Horga oppnår betegnelsen «Moderat» med hensyn på pH.

Det var relativt lav vannføring og høy temperatur da vannprøvene ble tatt. Dette resulterer ofte i litt forhøyede pH og ANC-verdier.

Tabell 4. Verdier av sentrale vannkjemiske parametre fra den vannkjemiske overvåkingen i Simoa i 2018. Status: K: Kalket, U: Ukalket, D: Delvis kalket.

St.nr	Navn	Kalsium mg Ca/l	pH	ANC µekv/l
1	Eggedøla nord	1,33	6,78	87,8
2	Sandvassbekken	0,97	6,64	69,4
3	Eggedøla sør	1,49	6,67	100,8
4	Grønhovdselva	1,19	6,56	80,4
5	Neddalselva	1,2	6,49	80,7
6	Ullbergselva	1,22	6,65	87,2
7	Reintjernbekken	1,43	5,96	85,5
8	Simoa innløp Soneren	1,5	6,71	104,2
9	Eiddalselva	1,61	6,19	116,7
10	Øv. Grytelva	1,09	6,28	69,2
12	Horga	0,98	5,99	66,4
13	Evjå (Rauåa)	4,7	7,19	284,5
14	Simoa ved Prestfoss	1,1	6,4	74,8
15	Simoa Kolsrud A	1,47	6,57	93,7
17	Nesvollbekken	4,82	7,62	543,5
18	Overnbekken	11,7	7,74	941,4
19	Simoa ved Åmot	1,6	6,68	107,1
20	Tukuåa	5,21	7,12	312,8

5 KONKLUSJON

Bunndyrundersøkelsene i Simoa 1996 - 2018 viser at vassdraget har en relativt artsrik fauna. Det er til sammen registrert 24 døgnfluearter, 18 steinfluearter og 35 arter av vårfluer. Undersøkelsene viser at situasjonen for bunndyrsamfunnene i Simoa har bedret seg over tid. I 2018 var det færre lokaliteter som var forsuret. Dette viser seg både i et større biologisk mangfold i flere av de vassdragsavsnitt som var skadet i 1996 og som forbedret forsuringssensitivitet i flere av de undersøkte stasjoner. I løpet av de årene vi har undersøkt vassdraget er det påvist en signifikant øking av antall forsuringssensitive bunndyr. Forsuringssensitivitet 2 om våren i 1996 var 0,90. I 2007 var den 2,28, mens den i 2018 var 2,73. ASPT var også betydelig bedret fra de første målingene i 1996 (5,55) til 6,11 og 6,14 i henholdsvis 2007 og 2018. Den forbedrede situasjonen i vassdraget vises også ved en mer tilfredsstillende vannkjemisk kvalitet.

6 TAKK

Vi retter en stor takk til Morten Eken, Buskerud Fylkeskommune, for deltakelse i feltarbeidet, for lån av hytte og for fotos til rapporten. Videre takker vi staben ved NORCE, LFI for godt arbeid ved sortering og artsbestemmelser av materialet.

7 REFERANSER

- Bengtsson, B. E. 1968. Tillvæksten hos några ephemerider i Rickleån. Rapport. Rickleån fältstation 15: 1-22.
- Bengtsson, J. 1973. Vekst og livssyklus hos *Baëtis rhodani* (Pict.) (Ephemeroptera). Flora og Fauna 79: 32-34.
- Brabrand, Å., Heggenes, J & Saltveit, S. J. 1985. Minstevannføringer i Øystre Slidre-vassdraget: Virkninger på bunndyr, driv og fisk i forbindelse med overføring av vann fra Øyangen til Lomen Kraftverk. LFI, Oslo. Rapport nr. 78.
- Brittain, J. E. 1974. Studies on the lentic Ephemeroptera and Plecoptera of Southern Norway. Norw. J. Ent. 21: 135-154.
- Brittain, J. E., Brabrand, Å. & Saltveit, S. J. 1983. Bruk av bunndyr og fisk for vurdering av vannkvaliteten i Drammenselva. Vann, 3: 210 - 219.
- Brittain, J. E., Brabrand, Å. & Saltveit, S. J. 1985. Undersøkelser i Drammenselva 1982 - 1984. Fagrapport om bunndyr og fisk. Statlig program for forurensingsovervåking. SFT. Rapport 175/85.
- Bækken, T. 1981. Growth patterns and food habits of *Baëtis rhodani*, *Capnia pygmaea* and *Diura nanseni* in a West Norwegian river. Holarctic ecology 4: 139-144.
- Bækken, T. & Aanes K. J. 1990. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. 2A Forsuring. NIVA rapport 2491, 46 s.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018a. Veileder 2:2018 Klassifisering
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018 b. Veileder 1:2018 Karakterisering
- Elliott, J. M. 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream. Arch. Hydrobiol. 63: 202 – 237.
- Engblom, E. & Lingdell P-E. 1983. Bottenfaunans användbarhet som pH-indikator. Statens naturvårdsverk, Rapport snv pm 1741, 181 s.
- Fjellheim, A. 1980. Differences in drifting of larval stages of *Rhyacophila nubila* (Trichoptera). - Holarctic Ecology 3: 99-103.
- Fjellheim, A. 1996. Bunndyrstudier i Simoa 1996. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 94.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. The Science of the Total Environment, 96, 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum G. G. 1993a. Changes in the mayfly community of Lake Hovvatn During the first 12 years of liming. - In: G.Giussani and C. Callieri (eds), Strategies for Lake Ecosystems Beyond 2000, Proceedings, Stresa, pp. 407-410.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1993b. Overvåking av invertebrater i Vikedal. I: Romundstad, A. J (red.) Kalking i vann og vassdrag 1991. DN-Notat nr. 1993 - 1. s. 56-64.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1996. Overvåking av bunndyr i Vikedal. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1994. DN-Notat 1996.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1997a. Overvåking av bunndyr i Ognå. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997 - 1, s 155. s 155-162.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1997b. Overvåking av bunndyr i Vikedal. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997 - 1, s 205 - 208.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2000. Overvåking av bunndyr i Audna. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 158- 166.
- Fjellheim, A. & Tysse, Å. 2009. Bunndyrundersøkelser i Simoa og Buvasselva i Buskerud 2007. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Uni Miljø, Rapport nr. 155, 57 s
- Fjellheim, A. and Raddum, G. G. 2008. Growth and voltinism in the aquatic insects of a regulated river subject to groundwater inflows. River research and applications 24: 710 – 719.

- Fjellheim, A., Tysse, Å., Bjerknes V., Elnan, G., Gåsdaal, O. & Stakseng, H. 2008. Finprikkauren på Hardangervidda. Statusrapport 2007– Lab. For ferskvannøkologi og innlandsfiske, Bergen. Notat, 17s.
- Fontaine, J., Castella, E. & Nelva, A. 1990. Some aspects of the ecology of *Leptophlebia vespertina* (L.) (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). I Campbell I.C. (Red.) Mayflies and stoneflies. p. 275 – 280, Kluwer publ.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. (1971). Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Can. J. Zool., 49, 167-173.
- Johnsen, S. I., Dervo, B. K., Garnås, E., Nilssen, J. P., Tysse, Å. & Wærvågen, S. B. 2009. Effekter av kalking på vannkvalitet, dyreplankton, bunndyr, fisk og fritidsfiske i Buskerud 1997-2007. NINA Rapport 420, 43 s.
- Kjærstad, G. 2007. Med fokus på Rødlista: Døgnfluer, øyestikkere, steinfluer og vårfluer. Insekt-Nytt 32: 16-21.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G. G., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. DN Rapport nr 1994 – 10.
- Kowalik, R. A. & Ormerod, S. J. 2006. Intensive sampling and transplantation experiments reveal continued effects of episodic acidification on sensitive stream invertebrates. Freshwater Biology 51: 180–191.
- Kålås, J.A., Viken, Å. og Bakken, T. (red.) 2006. Norsk Rødliste 2006 – Recommended citation 2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norway
- Larsen, B.M., Eken, M. & Tysse, Å. 1995. Elvemusling, Margaritifera margaritifera, i Simoa, Buskerud. Utbredelse og bestandsstatus. - NINA Oppdragsmelding 380: 1-17.
- Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å & Engen, Ø. 1995. Overvåking av elvemusling i Simoa, Buskerud. Statusrapport 2006. NINA Rapport 314: 1-45
- Larsen, B.M., Eken, M., Tysse, Å. 2007. Elvemusling, *Margaritana margaritifera*, i Simoa, Buskerud - Utbredelse og bestandsstatus. NINA Oppdragsmelding 380: 1-17
- Larsen, B.M. 2019. Elvemusling i Simoa, Buskerud. Årsrapport for 2017 og en oppsummering fra tidligere undersøkelser i vassdraget. - NINA Rapport 1645. Norsk institutt for naturforskning.
- Larsen, J., Birks, H. J. B., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1996. Quantitative relationships of invertebrates to pH in Norwegian river systems. - Hydrobiologia 328: 57-74.
- Lenat, D. R. & Penrose, D. L. 1996. History of the EPT taxa richness metric. Bulletin of the North American Benthological Society 13: 305-307
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- Lien, L., Raddum, G. G. Fjellheim, A. and Henriksen, A. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analysis of fish and invertebrate responses. The science of the total environment 177: 173 - 193.
- Lillehammer, A. 1988. Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, 21: 1-165.
- Lillehammer, A. & Brittain, J. E. 1978. The invertebrate fauna of the streams in Øvre Heimdalen. Holarctic Ecology !: 271 – 276.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1982. Dyr som lager for miljøinformasjon. - I: Nicholls, M. (Red.) Vassdragsovervåking og miljøforskning. 92 - 101. Norsk Limnologforening, Oslo.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 1973-1980.
- Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1993. Life cycle and production of *Baetis rhodani* in a regulated river in western Norway: comparison of pre- and post-regulation conditions. - Regulated Rivers: Research and management 8: 49-61.
- Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 2008. Increased growth and distribution of *Ephemerella aurivillii* (Ephemeroptera) after hydropower regulation of the Aurland catchment in Western Norway. River research and applications 24: 688 – 697.

- SFT 1982. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1981. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport 64/82.
- Solem, J. O. 1996. Plecoptera Steinfluer. I: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.) Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfauna. Tapir forlag, Trondheim, s. 136 – 138.
- Sæter, L., Brabrand, Å. & Dzikowska, Z. 1988. Modum-prosjektet : undersøkelse av fisk, bunndyr og driv i Snarumselva og Drammenselva, Buskerud fylke, i forbindelse med endret regulering. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (Universitetet i Oslo.) Rapport 103, 67 s.
- Tysse, Å. 1990. Vassdragsovervåking i Simoa 1982 - 1989. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 5 - 1990.
- Tysse, Å. 1994. Overvåking av vannkvaliteten i Simoa i 1990 - 1992. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 5 - 1994.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.
- Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.) 1996. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfauna. Tapir forlag, Trondheim, 310 s.
- Aagaard, K. & Hågvar, S. 1987. Sjeldne insektarter i Norge. 1. - Økoforsk utredning 1987:6.
- Aanes, K. J. & Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifiseringen. 1 Generell del. NIVA rapport 2278, 60 s.

8 VEDLEGG

Vedlegg 1. Vannkjemiske data fra Simoa, Juni 2018.

St.nr	Navn	Dato	pH	Kond 25°C mS/m	Farge	Ca mg Ca/l	Mg mg Mg/l	Na mg Na/l	K mg K/l	Cl mg Cl/l	SO4 mg SO4/l	Nitrat + nitritt mg N/l	Tot. N mg N/l	Total fosfor mg P/l	ANC µekv/ l	Alk. mmol /l	Turb. FNU	TOC mg C/l
1	Eggedøla nord	21.06.2018	6,78	1,47	19	1,33	0,19	0,66	0,26	0,50	0,50	0,081	0,17	<0.002	88	0,10	0,18	5,3
2	Sandvassbekken	20.06.2018	6,64	1,20	35	0,97	0,13	0,34	0,10	0,13	0,16	<0.002	0,17	0,003	69	0,11	0,58	7,1
3	Eggedøla sør	20.06.2018	6,67	1,87	20	1,49	0,25	0,92	0,32	0,93	0,59	0,061	0,15	<0.002	101	0,12	0,14	5,4
4	Grønhovdselva	20.06.2018	6,56	1,12	41	1,19	0,16	0,39	0,12	0,18	0,33	0,004	0,13	<0.002	80	0,09	0,24	7,4
5	Neddalselva	20.06.2018	6,49	1,12	46	1,20	0,15	0,37	0,10	0,15	0,27	0,005	0,14	<0.002	81	0,09	0,28	7,8
6	Ullbergselva	20.06.2018	6,65	2,40	86	1,22	0,21	0,51	0,12	0,28	0,39	0,003	0,17	0,002	87	0,13	0,23	10,7
7	Reintjernbekken	20.06.2018	5,96	1,36	74	1,43	0,16	0,34	0,06	0,31	0,31	0,003	0,23	0,003	86	0,08	0,48	10,5
8	Simoa innl. Soneren	20.06.2018	6,71	2,15	28	1,50	0,29	1,23	0,38	1,4	0,65	0,075	0,24	0,003	104	0,11	0,38	6,4
9	Eiddalselva	19.06.2018	6,19	2,05	84	1,61	0,35	0,83	0,36	0,61	0,94	0,015	0,24	0,008	117	0,10	0,47	10,9
10	Øv. Grytelva	20.06.2018	6,28	1,00	60	1,09	0,12	0,27	0,08	0,15	0,22	<0.002	0,14	<0.002	69	0,08	0,27	8,8
12	Horga	20.06.2018	5,99	1,16	69	0,98	0,14	0,47	0,17	0,19	0,49	0,052	0,19	0,003	66	0,07	0,49	9,6
13	Evjá (Rauåa)	20.06.2018	7,19	3,53	72	4,70	0,53	0,83	0,26	0,54	1,0	0,005	0,20	0,003	285	0,28	0,29	9,9
14	Simoa ved Prestfoss	19.06.2018	6,40	1,61	43	1,10	0,21	0,74	0,26	0,80	0,51	0,048	0,18	0,003	75	0,09	0,70	7,5
15	Simoa Kolsrud A	19.06.2018	6,57	2,34	42	1,47	0,30	1,06	0,36	1,4	0,64	0,11	0,25	0,004	94	0,10	0,74	7,3
17	Nesvollbekken	19.06.2018	7,62	15,4	45	4,82	3,40	4,86	2,45	3,4	5,1	0,78	1,1	0,025	544	1,18	4,76	8,2
18	Overnbekken	20.06.2018	7,74	13,9	14	11,7	4,49	5,70	1,85	3,8	5,1	1,5	1,9	0,004	941	0,90	1,13	4,7
19	Simoa ved Åmot	19.06.2018	6,68	2,32	40	1,60	0,35	1,15	0,38	1,5	0,65	0,087	0,25	0,003	107	0,11	0,48	7,3
20	Tukuåa	20.06.2018	7,12	5,49	51	5,21	1,12	1,66	0,95	1,5	3,2	0,43	0,69	0,005	313	0,30	0,61	9,4

Vedlegg 2. Oversikt over registrerte invertebrater i Simoa, stasjon 1- 19, mai 2007. For nærmere informasjon om lokalitetene henvises til Figur 1 og tekst.
 Forsuringstoleranse: *** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Litt følsom

Stasjon	St. 1 Eggedøla Nord	St. 2 Sandvassbekken	St. 3 Eggedøla Sør	St. 4 Grønhovdselva	St. 5 Nedalselva	St. 6 Ullbergselva	St. 7 Reintjernbekken	St. 8 Simoa (ved innløp Soneren)	St. 9 Eiddalselva	St. 10 Øvre Gryteelva	St. 12 Horga	St. 13 Evjá (Rauåa)	St. 14 Simoa ved Prestfoss	St. 15 Simoa ved Kolsrud St. A	St. 17 Nesvollbekken	St. 18 Overnbekken	St. 19 Simoa ved Åmot	St. 20 Tukuåa
Nematoda			1			1	1					1			1			
Oligochaeta	10	10	12	3		7		8			1	5	4	7	5	3		3
Acari	5	4	12	5	5	26	21	4	26	3	2	15	3	4	8	1	5	9
Bivalvia																		
<i>Pisidium</i> sp.	1	107					1			1	1		3	1	1		1	
Anisoptera																		
Cordulidae indet.							2											
Hirudinea																		
<i>Erpobdella octoculata</i>																	1	
Gastropoda																		
<i>Gyraulus acronicus</i>										1								
Ephemeroptera																		
<i>Baetis rhodani</i>	49		7	24	46			8					1		8	92	43	
<i>Baetis fuscatus/scambus</i>	95		99	7	46			12								30	2	2
<i>Baetis subalpinus/vernus</i>	17			49	39			25	1							13		
<i>Baetis subalpinus</i> (hunn)		1		1	98	14		6		13			5			21		
<i>Nigrobaetis digitatus</i>														1				
<i>Nigrobaetis digitatus/niger</i>														2		4		
<i>Baetis</i> sp.	5			14											2			
<i>Cloeon simile</i>			2															
<i>Centroptilum luteolum</i>															13			

<i>Ephemera danica</i>													2				
<i>Caenis luctuosa</i>																	1
<i>Alainites muticus</i>	1												1	4			
<i>Heptagenia sulphurea</i>							6			2	1					4	
<i>Heptagenia dalearlica</i>	1				2		1										
<i>Ecdyonurus joernensis</i>	1	5	6	6			3										2
<i>Ephemerella ignita</i>		1					14			8	27					28	
<i>Ephemerella</i> sp.		2															
<i>Paraleptophlebia</i> sp.														11			
<i>Leptophlebia marginata</i>														1			
<i>Leptophlebia</i> sp.						2											
<i>Metretopus borealis</i>								9									
Plecoptera																	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>														2			
<i>Amphinemura standfussi</i>														5			1
<i>Amphinemura borealis</i>	1			4	2												
<i>Leuctra digitata</i>						3											
<i>Leuctra fusca</i>			18				2	5						10			1
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	6					12	2	29	65	1	2			50	6	4	3
<i>Leuctra</i> sp.														1			
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1	1												
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1	1	2	6		2			6					4			
<i>Nemurella pictetii</i>																	1
Nemouridae indet.														2			
<i>Diura</i> sp.	5		3	3	2	2		1	2					7			
<i>Isoperla grammatica</i>		1		2		2				1	5			5	1		
Perlodidae indet.																	1
Trichoptera																	
<i>Rhyacophila nubila</i>	8	4	2	17	5	1		9	2		1	12	3		7	7	2
<i>Rhyacophila fasciata</i>																3	
<i>Potamophylax cingulatus</i>															1		
<i>Halesus radiatus</i>			2													2	
<i>Chaetopteryx villosa</i>															4	2	1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		22		4	1	8	1	3	3	13	66	4	2				
<i>Polycentropus irroratus</i>							1									6	

<i>Neureclipsis bimaculata</i>		7								3								
<i>Plectrocnemia conspersa</i>						3		1	1	2	1	1						
Polycentropodidae indet.								1										
<i>Oxyethira</i> sp.							1		1								1	
<i>Hydroptila</i> sp.	4		1										3				2	
<i>Athripsodes cinereus</i>			1						2								1	
<i>Athripsodes commutatus</i>			1														1	
<i>Athripsodes</i> sp.									3									
<i>Ceraclea dissimilis</i>													1					
<i>Mystacides azurea</i>																1		
<i>Silo pallipes</i>						2												1
<i>Sericostoma personatum</i>			1															1
<i>Wormaldia subnigra</i>									2								2	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	1								1					1				
<i>Hydropsyche siltalai</i>						1						1	22			1		
<i>Hydropsyche</i> sp.									5									
Hydropsychidae indet.																	1	
<i>Apatania</i> sp.	1		1															
Chironomidae	124	344	123	85	60	156	84	240	91	381	124	142	173	46	274	98	155	255
Ceratopogonidae						8		1	1				1		1	5		2
Simuliidae	45	23	11	52	11	77		31	19	9	41	1	69		5	247	150	10
Tipuloidea																		
<i>Antocha vitripennis</i>	5		3															
<i>Dicranota</i> sp.			8						2			2			1	10		15
Limonidae indet.							1	1	1		2							
<i>Eloeophila trimaculata</i>															2			6
<i>Tipula</i> sp.															1	2		
Tipulidae indet.														2				1
Diptera																		
Empididae indet.	9	8			1		4	4	5		2	1	3	1				8
Psychodidae indet.																		1
Muscidae indet.		2											1					
<i>Pericoma</i> sp.																		1
Dixidae indet.															1			
Tabanidae indet.																		3

Coleoptera																			
<i>Limnius volckmari</i>			9					11						2	3				9
<i>Olimnius tuberculatus</i>							1					3		1					6
<i>Elmis aenea</i>	21		11	7									5	10	18				7
Dytiscidae indet.									1						1	1			
<i>Hydraena gracilis</i>												2			2				
Hydrophilidae indet.																			1
Corixidae																			
Velidae indet.																			1
Megaloptera																			
<i>Sialis fuliginosa</i>							1		3										2
<i>Sialis lutaria</i>													2						
<i>Sialis</i> sp.			2																
Crustacea																			
Ostracoda													1					1	
<i>Daphnia</i> sp.												1		1					
<i>Bosmina</i> sp.												1							
Cyclopoida							8		1		3								2
<i>Asellus aquaticus</i>																			6
<i>Polyphemus pediculus</i>											1								
Chydoridae			1				7												
Macrotrichidae							5												
<i>Eurycercus lamellatus</i>							4		2										
Diverse																			
Diptera	1																		
Sikade							1							1					
Niøye (Petromyzonitidae)									2								1		
Ørekyte (Phoxinus phoxinus)									2										15
Antall invertebrater i prøve	417	535	342	290	326	323	147	434	248	429	353	279	316	115	384	548	406	358	
	417	535	342	290	326	323	147	434	248	429	358	353	279	316	115	384	548	406	

LFI ble opprettet ved Universitet i Bergen i 1969, og er nå en seksjon ved Norwegian Research

Centre (NORCE). LFI gjennomfører forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr,

og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige

bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Effekter av fiskeoppdrett, lakselus og rømming
- Forsuring og kalking
- Habitattanalyser
- Vassdragsrestaurering
- Miljødesign og habitattiltak
- Effekter av klimaendringer
- Fiskepassasjer
- Gassovermetning

Våre internettsider finnes på uni.no/nb/uni-miljo/lfi/ eller www.norceresearch.no