

Vurdering av vannkvalitet og forurensningskilder i to elver i Malvik kommune

*Valuation of the water quality in to rivers
in Malvik municipality*



Av:
Heidi Norun Nyland



BACHELOROPPGAVE

Naturforvaltning

Våren - 2006

Vurdering av vannkvalitet og forurensningskilder i to elver i Malvik kommune

*Valuation of the water quality in two rivers
in Malvik municipality*

Av:
Heidi Norun Nyland



Bacheloroppgave i naturforvaltning

Avdeling for samfunn, næring og natur
Høgskolen i Nord-Trøndelag.

Våren 2006

Forord

Jeg hadde lyst til å skrive bacheloroppgave om et tema innen forurensning. Det passet dermed bra at HiNT fikk en forespørsel fra Malvik kommune om å kartlegge vannkvaliteten i to elver, Sagelva og Storelva/Vikelva. Denne kartleggingen skulle foregå ved bruk av GPS. Rør som går ut i elven, avrenning etc. skulle markeres på GPS. I tillegg gikk oppgaven ut på å undersøke elveperlemuslingen i et begrenset område i Sagelva. På bakgrunn av markundersøkelsene skulle det foretas analyse og utarbeides oversikt over mulige tiltak. Prosjektet skulle gå under navnet "Rene elver i Malvik kommune" og det var satt av 50 000 kr til prosjektet. Beregnet feltarbeid var på 2 uker.

På bakgrunn av fredningsbestemmelsene til elveperlemuslingen ble det hentet inn tillatelse fra landbrukssjefen i Malvik kommune, Aage Storsve. Tillatelsen gjaldt opplukking av individer for måling, for så å sette dem tilbake på samme plass i elva igjen.

Veiledere ved Malvik kommune har vært landbrukssjef Aage Storsve og jordbrukssjef Johan Forbord. Veileder ved HINT har vært Jan Eivind Østnes. Jeg ønsker å takke disse, samt Tore Nøst i miljøenheten i Trondheim kommune og Rolf Terje Kroglund, Guri Markhus, Ivar Holand, Stig Tronstad og Jens Kveli ved HINT for all hjelp jeg har fått til oppgaven.

Steinkjer april 2006.

Heidi Norun Nyland

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag

Feil! Bokmerke er ikke definert.

1. 1 Summary	12
2. 1 Bakgrunn	13
2. 2 Formål	15
3. Teori	15
3. 1 Virkningstyper av forurensende stoffer	16
3. 2 Elveperlemusling	23
4. Metode	28
4. 1 Område beskrivelse	28
4. 2 Kartlegging	28
4. 3 Vannprøver	29
4. 4 Undersøkelse av elveperlemuslingen	32
4. 5 Klassifiseringssystem	33
5. Resultat	33
5. 1 Kjemiske og bakteriologiske vannprøver	33
5. 2 Elveperlemusling	39
6. Diskusjon	40
6. 1 Vannprøver i Storelva	40
6. 2 Vannprøver i Sagelva	43
6. 3 Elveperlemusling	45
6. 4 Tiltak	47
6. 4. 1 Vanntilstand	47
6. 4. 2 Elveperlemusling	47
7. Litteraturliste	50
7. 1 Personlige meddelelser	56
8. Vedlegg	57

1. Sammendrag

Vannkvaliteten i to elver, Sagelva og Storelva i Malvik kommune i Sør-Trøndelag ble kartlagt ved å markere mulige forurensningskilder langs elvene på GPS. Deretter ble det tatt kjemiske og bakteriologiske vannprøver på 11 utvalgte steder langs Storelva og på 8 utvalgte steder langs Sagelva. Vannprøvene ble analysert ved næringsmiddelkontrollen i Trondheim. Videre ble det utført en populasjonsundersøkelse av elveperlemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Sagelva. Populasjonsundersøkelsen ble utført på tre utvalgte områder.

Resultatet av de kjemiske vannprøvene viste en stabilt god pH og alkalitet på alle målepunktene for både Storelva og Sagelva. Når det gjelder de resterende kjemiske parametrene i Storelva viste de to første målepunktene gjennomgående gode verdier for de fleste parametrene, mens de resterende målepunktene viste generelt høye verdier for fargetallet, turbiditet, karbon, nitrogen, fosfor, og jern. I Sagelva skilte målepunkt 5 (sideelv fra bl.a. Malvik Container og Gjenvinning) seg ut fra de andre målepunktene med svært høye verdier av ammonium, nitrogen, fosfor, karbon, turbiditet, jern og sink. Disse parametrene var også høye på målepunktene etter målepunkt 5, og mot utløpet av elva. Generelt var fargetallet og konsentrasjonene av karbon høye på alle målepunktene i Sagelva. For de bakteriologiske vannprøvene ble det påvist TKB, *Clostridium perfringens* og intestinale enterokokker i Storelva. I Sagelva ble det påvist TKB, KB, *E. coli* og intestinale enterokokker. Målepunkt 5 i Sagelva skilte seg ut med høye verdier for parametrene KB, TKB og *E. coli*. Målepunkt 5 i Sagelva skilte seg ut med både høye kjemiske og bakteriologiske verdier. Dette tyder på utslipp av kloakk i dette området.

Resultatene fra undersøkelsen av elveperlemusling i Sagelva viste at populasjonen av gamle individer synes å være bra, men rekrutteringen ser ut til å være svært dårlig da det ikke ble påvist noen unge individer.

For å bedre vannkvaliteten i elvene bør det settes i gang et vannovervåkningsprogram for så å vurdere hvilke tiltak som bør iverksettes.

1. 1 Summary

In the two rivers, Sagelva and Storelva located in Malvik municipality in the County of Sør-Trøndelag, the water quality was examined by marking possible pollution sources on a GPS. Afterwards there were taken water samples in chosen locations. There were taken bacteriological and chemical water samples in 11 different places in Storelva, and in 8 different places in Sagelva. The water samples were analyzed by “article of food inspection” in Trondheim. In addition there were done a population study on the freshwater pearl mussel *Margaritifera Margaritifera* in Sagelva. The population study were done at three chosen places.

The results of the chemical water samples showed a good pH and alkalitet on all the sample points in both Storelva and Sagelva. When it comes to the rest of the chemical results in Storelva the values showed a good water quality on the two first sample points, while the remaining sample points showed high values of the colournumber, carbon, nitrogen, phosphor, turbidity and iron. In Sagelva sample point 5 (from the small river that runs past the company “Malvik Container og Gjenvinning”) differed from the others with very high values of ammonia, nitrogen, phosphor, carbon, turbidity, sink and iron. Those parameters also showed high values on the rest of the sample points towards the outlet of the river. Generally the carbonconcentration and the colournumber showed high values along the whole river. The bacteriological water samples showed existence of TKB, *clostridium perfringens* and intestinale enterokokker in Storelva. In Sagelva there were discovered TKB, KB, *E. coli* and intestinale enterokokker. Sample point 5 in Sagelva differed from the other sample points with very high values of KB, TKB and *E. coli*. Sample point 5 in Sagelva differed from other sample points with high chemical and bacteriological values. It seems like some kind of sewer is dumped in to the river in this area.

The results from the population study on the freshwater pearl mussel in Sagelva showed a good population of old individuals, but non young individuals were found.

To improve the water quality a water monitoring program should be started, then it can be decided which measures that should be introduced.

2. Innledning

2.1 Bakgrunn

Sagelva og Storelva er to av Malvik kommunes viktigste dreneringskanaler til Trondheimsfjorden (figur 1). De går delvis gjennom utmark og delvis gjennom innmark i et vakkert kulturlandskap. Store deler av elvene er imidlertid berørt av utbygging og forurensning av ulike slag. Det er tidligere foretatt noen spredte undersøkelser av elvene. Disse har stort sett gått ut på å kartlegge situasjonen for sjøørret i de to elvene (Direktoratet for naturforvaltning 2005) og situasjonen for elveperlemusling i Sagelva (Malvik Jeger og Fiskeriforening 2000). I tillegg har SINTEF foretatt vannanalyser av deler av Sagelva (Fløgstad 2005)



Figur 1. Dette bildet er tatt av Sagelva. Bildet viser en bredde på elva som er typisk både for Sagelva og Storelva.

Direktoratet for naturforvaltning undersøkte tilstanden for laks og sjøørret i disse to elvene i januar 2005. Kategoriseringen av vassdragene baserte seg på tilstanden til bestanden i forhold til negative menneskeskapt påvirkninger. Tilstanden til både sjøørret og laks kom i kategori 4a, som står for redusert bestand med ungfiskproduksjon (Direktoratet for naturforvaltning 2005).

Malvik Container & Gjenvinning As (figur 2) ligger ved Sagelva i et område som kalles Skjenstad (se figur 7). Her er det et nytt og et gammelt (nedlagte) deponi. Det har vært problemer med lukt fra sigevannet til disse deponiene. På bakgrunn av dette har SINTEF gjort analyser av sigevannet. I tillegg har SINTEF gjort analyser av sigevannet fra nedlagt deponi ved Engan gård, og andre avløp til Sagelva (Fløgstad 2005).



Figur 2. Dette bildet viser Malvik Container og Gjenvinning. Her finnes det et nytt og et gammelt deponi.

Det er påvist en sulfidkonsentrasjon på 5mg/l i sigevannet fra deponiet. Vannet har i tillegg en lav oksygenmetning (23%). Konsentrasjonen av organisk stoff må derimot karakteriseres som innenfor det normale for sigevann. Det organiske stoffet har imidlertid høy bionedbrytbarhet (Fløgstad 2005).

Det er påvist spor av hydrogen sulfid i sigevann fra det nedlagte deponiet på Skjenstad. Også her er oksygeninnholdet lavt. Konsentrasjonen og mengden av organisk stoff, ledningsevne og nitrogenkonsentrasjonen er vesentlig lavere enn fra det nåværende deponi på Skjenstad. I tillegg ble det observert noe begroing og soppvekst i bekken nedstrøms deponiet, dette er trolig forårsaket av tilførsel av lett biologisk nedbrytbart materiale og næringssalter. Dette kan tyde på forråtning. Oksygenmetningen lå her på 92 % (Fløgstad 2005).

Deponering av gips fra bygningsavfall er trolig sterkt medvirkende årsak til sulfiddannelse i deponiet siden gips inneholder kalsiumsulfat og stivelse og dette kan favorisere dannelse av sulfid. I tillegg holder sigevannet en høyere pH enn Sagelva generelt. Reduksjon i pH når sigevannet kommer ut i Sagelva bidrar til at hydrogensulfid lettere kan avgis til atmosfæren noe som fører til dårlig lukt (Fløgstad 2005).

Både i bekken fra Forbord (se figur 7) og drensvannet som ledes til bekken via rør, er det målt konsentrasjoner av nitrogen og organisk stoff som er høyere enn i Sagelva. Dette skyldes trolig avrenning fra landbruk eller annen avrenning. Videre resulterte tilførselen fra nåværende og tidligere deponi til en svak økning av nitrogenkonsentrasjonen i Sagelva. Oksygenmetningen var imidlertid nær 100 % i alle prøvene fra elva (Fløgstad 2005).

Malvik Jeger & Fiskeriforening har tidligere utført en populasjonsundersøkelse av elveperlemuslingen i Sagelva. Det ble ikke funnet noen unge individer i denne undersøkelsen (Malvik Jeger & Fiskeriforening 2000).

Malvik kommunen mottar stadig klager på elvene fra naboer om dårlig lukt og synlig forurensning. Til tider kan dårlig lukt være et stort problem i nærmiljøet til Sagelva (Malvik kommune 2005).

2. 2 Formål

Formålet med denne undersøkelsen var å kartlegge vannkvaliteten og forurensningskilder i to elver i Malvik kommune, Storelva og Sagelva. I tillegg skulle rekrutteringen av elveperlemusling undersøkes i Sagelva.

3. Teori

Overvåking av vannforekomster gjøres for å fastslå graden av forurensning, vannkvalitetstilstand og hvor egnet vannet er til ulike bruksformål. I tillegg benyttes overvåkning for å vurdere hvilke tiltak man skal sette inn for å bringe vannet så nær naturtilstanden som mulig (Nøst, T. Pers. medd.). Vannkvalitetstilstanden er et resultat av vannets naturtilstand og tilførsel fra menneskelige aktiviteter. Naturtilstanden bestemmes

blant annet av jordsmonnet og plantetyper i nedbørsfeltet, mens tilførsel fra menneskelig aktiviteter domineres av utslipp av avløpsvann og overflateavrenning. Avløpsvann og overflateavrenning inneholder de samme stoffene som i utgangspunktet finnes naturlig i vassdrag. I tillegg kan menneskelig aktivitet fører til utslipp av miljøgifter (Fylkesmannen i Oslo og Akershus 2004).

Det finnes mange typer vannforurensning. I denne oppgaven fokuseres det på eutrofiering, mikrobiell belastning, forsurening, opphopning av partikler, organiske stoffer og tungmetaller. For å undersøke om det er fare for eutrofiering kan konsentrasjonen av ammonium/nitrat, nitrogen og fosfat/total fosfor måles (Smeland 1990). For å undersøke den mikrobielle belastningen i et vassdrag kan konsentrasjonen av intenestinale entrokokker, termotolerante koliforme bakterier og *clostridium perfringens* måles (Folkehelseinstituttet 2003). Forsuring kan oppdages ved å måle pH og alkaliteten (Iversen 1986). Mengde av partikler i et vassdrag kan måles ved å undersøke turbiditeten. Fargetallet og organisk karbon (TOC) forteller om tilstedeværelsen av organiske stoffer. For å undersøke konsentrasjonen av tungmetaller kan konsentrasjonen av kobber (Cu), zink (Zn), cadmium (Cd), crom (Cr) og jern (Fe) måles (Iversen 1986).

Undersøkelsene beskrevet ovenfor er mikrobiologiske og kjemiske. Det kan også gjøres undersøkelser av biologiske forhold i en vannforekomst. Karakterisering av bunndyr samfunnenes sammensetning gir nyttig informasjon om forurensning og om hvor raskt endringene skjer og i hvilken retning endringene går (Bremnes et al. 2001).

3. 1 Virkningstyper av forurensende stoffer

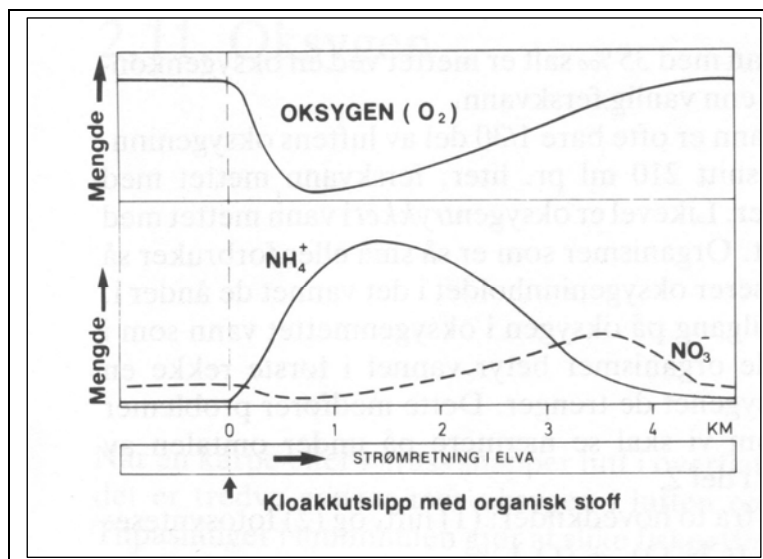
For en vurdering av vannkvaliteten i ferskvann er det utarbeidet et klassifiseringssystem som er delt inn i seks virkningstyper (Andersen et al. 1997):

1) Virkning av næringsalter

Disse stoffene gir grunnlag for økt vekst av planktoniske og fastsittende alger og dermed økt næringsgrunnlag for planteetende dyr. Den totale biologiske produksjonen i vannmassene øker, som igjen fører til økt nedbryting av biologisk produsert materiale eller organiske stoffer. Den sekundære effekten av næringsalter tilsvarer dermed virkningen av organiske stoffer. Den primære effekten av for mye næringsalter er eutrofiering (Smeland 1990).

Vannforekomster tilføres nitrogen via naturlig avrenningsvann og utslipp fra bebyggelse, landbruk og industri. Oppløste nitrogenforbindelser som tilføres vassdrag via avrenning og utslipp, er ofte til stede i spesielt store konsentrasjoner i jordbruksområder (Økland 1983a).

Ammonium (NH_4^+) er det primære sluttproduktet når heterotrofe bakterier bryter ned nitrogenholdige organisk stoff. Noe ammonium dannes også via ekskresjon fra dyr (urin). Via bakterier som *Nitrosomonas* vil ammonium oksyderes til nitritt (NO_2^-). Oksydasjonen kan fortsette til nitrat (NO_3^-) ved hjelp av andre bakterier (*Nitrobacter*). I naturlig ferskvann vil ofte forholdene mellom nitrat og ammonium være 25:1. Dette gjelder i områder med ”naturlig” tilgang på nitrater fra avrenningsvann i omgivelsene. Der naturlig nitrattilførselen proporsjonsmessig betyr mindre, kan forholdene endres til 1:1, og ved store tilførsler av kloakk eller avrenning fra dyrket mark kan nitrogen i form av ammonium dominere over nitrogen i form av nitrat. Generelt dominerer nitrat når vannmassene inneholder oksygen (figur 3) (Økland 1983a).



Figur 3: Figuren viser sammenhengen mellom oksygeninnholdet i vannet i elven og forholdet mellom nitrat (NO_3^-) og ammonium (NH_4^+) (Økland 1983a).

Fosfor tilføres vassdrag ved spredning av husdyrgjødsel på frossen mark og andre former for gjødsling som fører til avrenning uten at vannet i særlig grad kommer i kontakt med jordens dypere lag. Fosfortilførselen fra landbruksarealene er større ved husdyrproduksjon enn ved

kornproduksjon. Videre tilføres vassdrag fosfor ved avrenning fra skog og fjellområder. I tillegg utgjør kloakk fra boligområder en betydelig fosforkilde (Økland 1983a).

I vanlige innsjøer finnes oftest 5 % av den totale fosformengden som oppløst PO_4^{3-} (ortofosfat). Resten er oppløste organiske fosforforbindelser samt del partikler (levende og dødt plankton samt andre småpartikler av uorganisk og organisk natur). Den oppløste fosformengden (ortofosfat) omtales som reaktiv, resten omtales som ikke reaktiv. Følgelig finnes rundt 95 % av fosforinnholdet bundet som oppløste organiske forbindelser og i partikler (Økland 1983a).

Fosfat holdes dermed relativt lett tilbake i væskeform i jorden idet det dannes uoppløselige forbindelser med jern, aluminium eller kalsium. Likevel tilføres vassdragene noe fosfat via avrenning. Nitrogen er imidlertid langt mer mobilt. Vassdrag som er dominert av landbrukspåvirkning vil derfor nesten bestandig ha overskudd på nitrogenforbindelser, og fosfat vil være i minimum (Økland 1983b).

2) Virkning av organiske stoffer

Dette omfatter kun virkningen av oppløste eller lett nedbrytbare organiske stoffer.

Ved nedbryting av organiske stoffer forbrukes O_2 . Dette forgår i dypereliggende vannlag hvor oksygentilførselen periodevis kan være begrenset. Resultatet kan bli midlertidig eller permanent svekkelse av oksygeninnholdet, og kan dermed begrense livsmulighetene for en rekke vannlevende organismer. Overforbruk av oksygen fører også til luktproblemer (Aspmo et al. 1986).

karbon (TOC) er mål på innhold av organisk stoffer f. eks humusstoffer og organiske stoffer fra jordbruk og industri. Siden det er humusstoffene (myrvann) samt jern og mangan m. m som påvirker fargetallet, er det ofte en sammenheng mellom målte verdier TOC og fargetallet (ANØ Miljøkompetanse 2006).

3) Virkning av forsurende stoffer

Forsuring av vann skyldes tilførsel av forsurende stoffer som sulfater og nitrater via nedbør og avrenning, samt enkelte industriavløp. Endringer i ferskvannsbiologien etter forsurening knyttes gjerne til toksiske effekter, særlig gjelder dette aluminium, som anses å være hovedårsaken til skader på fiske og evertebrate i ferskvann (Hestehagen et al. 1994, Økland & Økland 1986).

For vannvegetasjonen (karplanter, moser og større alger) er det derimot ikke registrert toksiske effekter av aluminium. Imidlertid får man ofte en endring av vannvegetasjonen ved forsurening av vassdraget. Dette ser ut til å være relatert til endringen i næringstilgangen, og da spesielt til endringer i tilgjengelighet av nitrogen og uorganisk karbon i vannfase og sediment (Jonsson 2002).

Vannforsuring som miljøproblem involverer effekter på alle organisasjonsnivåer i naturen. Mest oppmerksomhet har nedgangen i og tapet av fiskepopulasjonen fått (Hesthagen et al. 1994). De viktigste kjemiske faktorene i forbindelse med forsurening og virkninger på fisk er pH, frie aluminiumsioner og kalsiumkonsentrasjonen (Wood & McDonald 1987).

Vannkvaliteten er også viktig siden giftigheten av en definert vannkvalitet øker ved økt temperatur. Det er den uorganiske monomere formen av aluminium som i utgangspunktet har vært vurdert som giftig. Giftigheten er ansett til å være størst ved pH 5,0. Organiske forbindelser som f. eks humussyre kan danne komplekser med aluminium og reduser toksisiteten. Dette gjør at tålegrensen til arter som er følsomme for forsurening i klart og humøst vann varierer. I humøst vann kan flere av de mest følsomme artene tåle lavere pH- nivåer enn i klart vann (Jonsson 2002).

Kalsium er generelt av fundamental betydning for gjelleåndende dyr fordi Ca^{2+} er nøkkelfaktoren i reguleringen av gjellemembranens permeabilitet. I mange forsureningsområder kan kalsiumkonsentrasjonen være så lav at den er nær grenseverdien for det f. eks laksefisk kan tolerere. De vannkjemiske forholdene fisken eksponeres for er imidlertid svært sammensatte med stadige variasjoner. Dette er f. eks tilfelle ved forsureningsepisoder og når vann med forskjellig kvalitet møtes og blandes, såkalte *blandsoner*, der kan det dannes en ustabil aluminiumskjemi som er spesielt giftig for fisken. Situasjonen blir enda mer kompleks ved at organismer selv influerer på sitt kjemiske mikromiljø nær kroppsoverflaten (Playle & Wood 1989).

Gjeller er viktig for respirasjonen, ioneregulering, pH regulering og nitrogen utskillelse, og hos fisk i surt vann blir gjellefunksjonen påvirket gjennom svikt i disse mekanismene. Svikt i respirasjonssystemet og/eller i ionereguleringen blir holdt for å være de viktigste grunnene til at fisk dør (Jonsson 2002).

Den viktigste effekten av H^+ på gjellene er at H^+ ionet løser ut kalsium i gjellepitelet. Det fører til økt permeabilitet og tap av Na^+ og Cl^- . Lav pH fører dermed til influks av H^+ og blodforsuring. Høye H^+ konsentrasjoner fører til slimutskillelse, kvelning og gjellelesjoner (Exley & Phillips 1988).

Også for en rekke bunndyr er pH- forholdene og innhold av kalsium i vassdragene kritisk for deres eksistens. For eksempel gjelder dette bløtdyr (Mollusca), som snegler og småmuslinger. Felles for disse gruppene i ferskvann er at de omgir seg med et skall hvor kalsium er det viktigste byggematerialet. Dermed må de ha en viss mengde kalsium i vannet for å kunne bygge opp skallet. Når vannet blir surt går imidlertid kalsium i oppløsning og synkende pH-verdi vil dermed skade og muligens ødelegge skallet. Dette og andre effekter knyttet til surt vann gjør at bløtdyrene blir veldig sårbare for forsuring (Jonsson 2002).

Det finnes totalt 27 sneglearter i Norge. Ved $pH > 7$ er det påvist 20 arter. Antallet arter minker ved synkende pH og det er ikke påvist noen sneglearter ved $pH < 5$, 2 (Økland 1980). Det ble påvist en tilsvarende reduksjon i artsantallet når kalsiuminnholdet sank fra 7 til 1 mg ca/l. Kreppedyret *marflo*, som er et ypperlig beitedyr for ørret, og en viktig årsak til ørretkjøttets rødfarge, forsvinner ved $pH < 6$ (Smeland 1990).

Alkaliteten er vannets evne til å motstå pH forandringer (Labnett AS 2006).

Konduktivitet (ledningsevne) er et mål for vannets evne til å lede elektrisk strøm.

Konduktiviteten bestemmes av vannets innhold av oppløste mineralsalter. En plutselig sterk økning av konduktiviteten kan indikere at vannet er forurenset (f.eks. gruveforurensing).

Vann med naturlig høyt kalkinnhold (hardt vann) kan også gi høy konduktivitet (Næringsmiddeltilsynet i Orkdalsregionen 2004)

4) Virkning av miljøgifter

Med miljøgifter menes stoffer med en eller flere av følgende egenskaper: Høy akutt giftighet, utpreget bestandighet mot nedbrytingsprosesser, markerte tendens til bioakkumulering (oppkonsentrering i en organisme) og biomagnifikasjon (oppkonsentrering gjennom næringskjeden). Miljøgifter omfatter både metaller og organiske stoffgrupper (Andersen et. al 1997).

Miljøgifter er stoffer som spres ukontrollert i miljøet og som virker skadelig eller ødeleggende på organismer selv i små mengder. Miljøgifter kan virke på organismer ved direkte å forstyrre eller hemme fysiologiske prosesser som f. eks immunforsvaret og hormonsystemet, de kan påvirke arveegenskapene og øke mutasjonsfrekvensen eller de kan være kreftfremkallende. En del miljøgifter kan også få forsterkende virkning om de opptrer sammen. Dette kalles *synergisme* (Iversen 1986).

5) Virkning av partikler

Med partikler menes suspenderte uorganiske partikler som i hovedsak skyldes tilførsel av erosjonsmateriale fra nedbørsfelt og elvebunnen eller forurensning fra anleggsvirksomhet i eller langs vassdraget. Høy tilførsel av partikler gir grumsete vann og vil redusere siktedybden. Dette vil innvirke på lysforholdene i vannmassene og forringe livsvilkårene for vannlevende organismer (Andersen et al. 1997). Større og mindre partikler i vannet reduserer vannkvaliteten. Drikkevannet blir ødelagt og fisk samt rekreasjon får redusert verdi.

Partiklene synker etter hvert til bunns når strømhastigheten avtar. Vi får avsetninger og det legges opp delta i elveutløpene. Dette fører til gjengroing i elveutløpene, noe som kan føre til redusert vanngjennomstrømming ved flomsituasjoner, og dermed større fare for oversvømmelse (Aspmo et al. 1986).

Turbiditeten for ei vannprøve er innholdet av *kolloidalt* materiale eller svevepartikler i prøven. Det *kollodiale* materiale kan være f. eks organisk materiale, leirepartikler, sand eller hydroksider av Al, Mn eller Fe. Turbiditeten angis i FTU- enheter og angir vannets klarhet (eller uklarhet) (Smeland 1990).

6) Virkning av tarmbakterier.

Avføring fra mennesker og varmblodige dyr kan inneholde alle typer av smittestoffer, fra parasittcyster til bakterier og virus, forutsatt at menneskene og dyrene er smittebærere. Smittede mennesker og dyr som ikke er blitt syke, kan også skille ut smittestoffer i sin avføring. Siden det er uoverkommelig å overvåke vann for innhold av alle de forskjellige smittestoffene som finnes, analyseres det heller for mikrober som er vanlig forekommende i avføring fra mennesket og de dyrene vi har flest smittestoffer til felles med (Folkehelseinstituttet 2003).

Til påvisning av fekal forurensning (forurensning med avføring) har man internasjonalt valgt å basere seg på de fire forskjellige bakterietypene *Escherichia coli* (*E. coli*), koliforme bakterier (KB), entrokokker og *Clostridium perfringens*. Disse bakteriene finnes i forskjellige mengdeforhold hos alle pattedyr. Bakteriene kalles indikatorbakterier, og de indikerer tilstedeværelse av avføring. Noen av disse bakteriene kan også finnes naturlig i jord, på råtnede planterester og i industriavløpsvann, men de fleste som gjenfinnes i vassdrag, kommer fra avføring (Folkehelseinstituttet 2003).

Alle koliforme bakterier vokser godt ved 37°C. I vann vil slike bakterier sakte dø ut, men de klarer å formere seg i analysemediet hvis de får rikelig med næring. Termotolerante koliforme bakterier (TKB) er en tarmbakterie som kan vokse raskt ved temperaturer helt opp til 45°C. TKB har derfor en dyrkningstemperatur på 44-44,5°C. Denne bakterien benyttes som indikator på vannets innhold av fersk avføring. Påvises TKB kan alle bakteriesmittestoffer være til stede. *E. coli* er en tarmbakterie som også kan vokse ved temperaturer helt opp mot 45°C (Folkehelseinstituttet 2003). *E. coli* benyttes som indikator på vannets innhold av fersk avføring. Indikatorbakterien har erstattet den tidligere brukte ”termotolerante koliforme bakterier (TKB)”, men den praktiske betydningen er den samme (Norvar 2005).

Koliforme bakterier (KB) er benevnelsen på bakterier som spalter laktose og produserer gass og syre noe som er typiske trekk for bakterier som lever i tarmen. Påvises koliforme bakterier, men ikke *E. coli* kan enkelte bakterier som f. eks. *campylobacter* allerede være inaktivert, mens enkelte salmonellabakterier fremdeles kan være tilstede og forårsake sykdom. Noen naturlige vannlevende bakterier kan også gi utslag på denne analysen (Folkehelseinstituttet 2003).

Entrokokker er en annen type tarmbakterier. Hos mennesker forekommer den i lavere antall enn koliforme bakterier, men hos husdyr kan de forekomme i høyere antall. De tåler imidlertid bedre opphold i vann enn de koliforme bakteriene. Etter utslipp av avføring vil de derfor kunne gjenfinnes lenge etter at de koliforme bakteriene er inaktivert. De vil av samme grunn også kunne gjenfinnes i lengre avstand fra utslippsstedet enn de koliforme bakteriene. Smitte ved tarmvirus via vann skjer stort sett bare fra menneskelig avføring. Virus som smitter via avføring, overlever vanligvis lengre i vann enn de koliforme bakteriene. Derfor er entrokokker en bedre indikator på at virus kan være tilstede, enn de koliforme bakteriene (Folkehelseinstituttet 2003).

Clostridium perfringens (*C. perfringens*) er en tarmbakterie som finnes i bare små mengder i menneskers tarmflora. Denne tarmbakterien dør når den kommer i kontakt med oksygen, men den danner overlevelsesstadium i form av sporer. Disse sporene kan overleve så lenge i miljøet at de kan sammenlignes med cyster til parasittene *Giardia* og *Cryptosporidium*. Påvises *C. perfringens*, men ikke koliforme bakterier eller entrokokker i en vannprøve, kan også slike cyster være tilstede. *C. perfringens* er ikke bare en indikatorbakterie for mulige smittestoffer, den må selv betraktes som et smittestoff. Den har nemlig evnen til å formere seg i mat. Bakteriene kan vokse helt opp til 50°C, og blir maten stående en stund danner de et giftstoff som er varmebestandig og dermed ikke ødelegges om maten varmes opp igjen. Spiser vi slik mat vil det føre til oppkast og diaré (Folkehelseinstituttet 2003). Bakterien kan imidlertid også forårsake meget farlige infeksjoner i det den er hovedårsaken til sykdommen koldbrann, som er karakterisert av en alvorlig ødeleggelse av muskelvevet (Thougaard et al. 1987).

3. 2 Elveperlemusling

Elveperlemusling, *Margaritifera margaritifera*, lever i strømmende, næringsfattig ferskvann og er en meget god vannkvalitetsindikator. Ferskvannsmuslinger og ikke minst elveperlemuslinger utgjør en viktig gruppe organismer i bruk innenfor overvåking og påvisning av forurensning og forsuring av vassdrag (Larsen 1995). Elveperlemuslingen kan bli over 15cm lange og 7cm høye. På utsiden er den blåsvart eller brunsvart, mens den på innsiden er perlemorglinsende. De kan bli opptil 150 år gammel og er da ca 15cm lange (Larsen 1997).



Figur 4: Elveperlemusling *Margaritifera margaritifera* halvveis nedgravd i substratet.

http://www.hlasek.com/foto/margaritifera_margaritifera_4253.jpg

Elveperlemuslingen er internasjonalt truet og i sterk tilbakegang eller utdødd over store deler av sitt tidligere utbredelsesområde på den nordlige halvkule (Direktoratet for naturforvaltning 1999). Med hjemmel i Lakse- og innlandsfiskeloven § 34 ble det innført lovforbud mot fangst av elvemusling i Norge fra 1. januar 1993. Dette innebærer at personer som deltar i undersøkelser av elveperlemusling som også omfatter veiing og måling må ha tillatelse av Fylkesmannen i vedkommende fylke før arbeidet settes i gang. Når en levende musling tas opp av substratet er det definert som fangst selv om muslingen settes tilbake (Larsen og Hartvigsen 1999).

Kartlegging av status for elveperlemuslingen har vist at arten har vært i kraftig tilbakegang i hele utbredelsesområdet fra begynnelsen av 1900-tallet (Baer 1969 i Larsen 1997).

Tilbakegangen skyldes faktorer som overbeskatning, vassdragsregulering, overgjødning, giftutslipp, nedslamming og forsuring. I tillegg påvirker tilbakegang og utryddelse av vertsfisk bestanden av elveperlemusling (Henriksson 1991). I Mellom-Europa antas det at dagens antall av elveperlemusling nå bare er 2-3 % av det opprinnelige (Bauer & Eicke 1986 i Larsen 1997). Restpopulasjonen viser en ugunstig alderssammensetning. Nesten uten unntak

mangler unge individer, og rekrutteringen (funn av muslinger <5cm) stanset i mange tilfeller opp for 50-60 år siden (Bauer 1980 i Larsen 1997).

I Norge finnes elveperlemuslingen langs kysten og i flere innlandsvassdrag på Østlandet. Det er 340-359 kjente lokaliteter, vassdrag, elver og bekker med elveperlemusling i Norge. Den største nedgangen av muslingen er i Agderfylkene og Rogaland, mens det er generelt liten kunnskap om resten av landet (Larsen 1997). Nedgangen av elveperlemusling i Rogaland skyldes sannsynligvis landbruksforurensning, mens sur nedbør sannsynligvis har skylden i Agderfylkene (Dolmen & Kleiven 1997).

I Sverige, som sannsynligvis direkte kan sammenlignes med Norge er arten forsvunnet fra 37 % av de 219 lokalitetene der den var kjent før 1950 (Eriksson et al. 1998). Rekrutteringen forekommer bare i om lag en tredel av de vassdragene der den fortsatt finnes (Larsen 1997). I tillegg er det antatt at bestanden er redusert med 95 % i Mellom-Europa siden begynnelsen av 1900-tallet (Bauer 1991).

Elveperlemuslingens viktigste fiende er mennesket, både direkte gjennom fangst og indirekte ved habitatødeleggelser og miljøforringelse. I eldre tid ble det lett etter perler i de fleste kjente muslinglokaliteter. Det ble ofte drevet rent rovfiske ved at alle større muslinger ble hentet opp, og drept ved at lukkemusklene ble skåret av (Lande et al. 1996). Elveperlemuslingen har ellers ingen naturlig fiende (Bauer 1988). Det finnes likevel flere beretninger i litteraturen om dyrearter som kan predatere på elveperlemuslingen (Brander 1955 i Larsen 1997).

Elveperlemuslingens miljøkrav kan variere i løpet av levetiden. Forandring i vannkvalitet og habitat kan medføre at de unge stadiene dør mens de voksne dyrene fortsatt er tilstede. Det er vanskelig å stille eksakte grenseverdier for de ulike miljøkravene. Dette skyldes at verdiene av vannkvaliteten som beskrives i litteraturen ofte er basert på et enkelt mål, eller et fåtall vannprøver som bare gir et øyeblikksbilde av situasjonen. Dessuten er det ofte et mål på forholdene der de voksne muslingene fortsatt er tilstede, og de sier ingenting om hva som er miljøkravet for å opprettholde bestanden og sikre rekruttering. Det er også vanskelig å stille eksakte grenseverdier for de ulike miljøfaktorene ettersom de hele tiden samvirker (Larsen 1997).

Elveperlemuslingen finnes normalt på 0,5-2m dyp, men kan også forekomme dypere. Den foretrekker vannhastighet på 0,3-2 m/s (Ziuganov et al. 1994), og tolererer temperaturer fra 0,4 til 25,6°C (Jungbluth & Lehmann 1976 i Larsen 1997).

Elveperlemuslingen finnes bare i vann med saltholdighet under 0,5 promille (Koli 1961 i Larsen 1997). Den unngår lokaliteter i vassdrag med høyt turbiditet (partikkelinnhold), og trives dårlig i områder med høyt innhold av humussyre (Södeberg 1995). Humussyre skyldes hovedsakelig naturlig avrenning fra myr og skogmark i nedslagsfeltet, men sur nedbør kan føre til større utklekking av humusstoffer, og grøfting/drenering av myrer og flatehogst fører også til økt avrenning og utvasking av humusstoffer fra jorda (Larsen 1997).

For voksne muslinger er det en klar sammenheng mellom overlevelse og pH. I en undersøkelse i Østerrike fant man elveperlemusling på lokaliteter med pH 6,7-8,6 (Moog et al. 1993 i Larsen 1997). Muslingen blir negativt påvirket ved pH lavere enn 5 (Henrikson 1996). Likevel kan ikke pH alene forklare forskjellen i overlevelse, siden muslingen er funnet i elver med pH lavere enn 5. Forsuring fører ikke bare til en senkning i pH, det vil også føre til en økning av aluminiumsinnholdet som er svært giftig i uorganisk form (Jonsson 2002).

Når muslingen utsettes for surt vann opprettholder dyrene en gradient mellom pH i kappehulens væske og pH i vannet omkring (Heming et al. 1988). Dette gjør at H⁺- ionene vil bli nøytralisert på bekostning av CaCO₃ reservene til muslingen. Forskjellen mellom opptak og tap av kalsium forskyves i negativ retning når pH i vannmassen avtar, og det skjer en gradvis utarming av dyrenes kalsiumreserver. På denne måten kan forsuring spille en negativ rolle i utbredelsen av elveperlemusling (Heming et al. 1988). Effekten av eventuell nedgang i kalsiumreservene vil være størst på unge individer når skalltilveksten er på sitt høyeste.

Det er sannsynlig at elveperlemuslingen er tilpasset et liv i kalkfattig vann. Hvorvidt kalkinnholdet i vannet er begrensende for oppbygging av skallet hos elveperlemusling er fortsatt et åpent spørsmål (Moog et al. 1993 i Larsen 1997). I spørsmålet om kalking av vassdrag er kalktoleranse viktig. Foreløpige resultater fra Sverige indikerer bare positive endringer, med observert rekruttering og økende tilvekst som synlig bevis for dette (Henrikson 1996).

Tilførsel av fosfor og fosfat gir økt sedimentering og dermed økt forbruk av oksygen. Dette fører til at muslingene ikke overlever de første årene da de lever nedgravd i substratet. I Mellom-Europa vurderer man at bestanden av elvemusling klarer seg langsiktig om konsentrasjonen av fosfat ikke overstiger 30 mg Tot-P/l (Bauer 1988). Grundelius (1987) fant muslinger på lokaliteter med total nitrogeninnhold varierende fra 50-280 mg Tot-N/l, med en svak tendens til noe lavere nitrogeninnhold på lokaliteter med reproduksjon. I Mellom-Europa vurderer man at bestanden av elveperlemusling klarer seg langsiktig om konsentrasjonen av nitrat ikke overstiger 500 mg/l (Bauer 1988). Elveperlemusling er funnet i vann med oksygeninnhold mellom 4,5 og 14 mg O₂/l (Ziuganov et al. 1994). Unge muslinger har høyere oksygenkrav enn de eldre (Buddensiek et al. 1993).

Elveperlemuslingen tar opp næring og oksygen ved å pumpe vann gjennom kroppen. Føden består av mikroskopiske rester av dyr og planter som filtreres ut av vannet. Dette har dermed en betydelig renseseffekt for vannet. Muslingen har en fot som den kan forflytte seg med om den f. eks vil til dypere vann ved tørke, men normalt sitter de på samme sted det meste av livet. Elveperlemuslingen blir kjønnsmodne ved 15-20 års alderen. Da er muslingen 6-8cm. Befruktningen skjer i juni/juli ved at hannen pumper ut spermier i vannet og hunnen suger disse i seg med innåndingsvannet. Elvemuslingen er særkjønnet, men i tynne bestander har hunndyrene stor evne til å bli hermafroditter, dvs. befrukte seg selv. Hermafrodisme kan være økologisk viktig ved at det sikrer reproduksjon selv i populasjoner med lav tetthet (Bauer 1987). Hunnen produserer 2-5 millioner egg som utvikler seg til glochidielarve. Disse larvene sitter festet til morens gjeller. I august pumper moren dem ut i vannet, muslingene er da 0,06-0,08mm store. Larven må da feste seg på en ørret eller laksegjelle innen et par dager for å overleve (Coker et al. 1921).

Muslinglarvene parasitterer på vertsfiskens gjeller og får næring fra fiskens blod. Etter ca. 8-10 måneder slipper de taket fra gjellene til fisken. De har da blitt ca 0,4mm lange. Dette skjer på forsommeren og ser ut til å falle sammen med ørretens vandring til nye stamplasser i vassdraget. Muslingene spres dermed både oppstrøms og nedstrøms. For å overleve må muslingene lande på en sand eller grusbunn hvor de kan grave seg ned. Det er viktig at det er rikelig gjennomstrømming av friskt vann for ånding og filtrering av partikler. Etter ca. 5-7 år graver de seg opp av bunns substratet (Sandaas og Enerud 1998).

4. Metode

4.1 Område beskrivelse

Sagelva og Storelva ligger i Malvik kommune i Sør-Trøndelag. Begge elvene renner ut i Trondheimsfjorden. Både Sagelva og Storelva renner delvis gjennom utmark og innmark. Sagelva starter fra Hønstadvatnet hvor det finnes noe bebyggelse bl.a. en bondegård (figur 5). Påvirkningen på elven starter altså ved ”innløpet” av elven. Elva har en sidebekk som renner forbi avfallsplassen Malvik Container og Gjenvinning AS. Her finnes det en gamle og en ny fylling. I tillegg grenser elva til Engan fyllplass som ligger under en kornåker. Storelva starter fra Herjuvatnet. Herjuvatnet og øvre deler av Storelva er uten påvirkning. Elven renner forbi en fyllplass og et bilopphuggeri. Elvene er <5m breie og har generelt en kantvegetasjon som er <10m brei.



Figur 5. Sagelva starter ved Hønstadvatnet som er påvirket av landbruksvirksomhet.

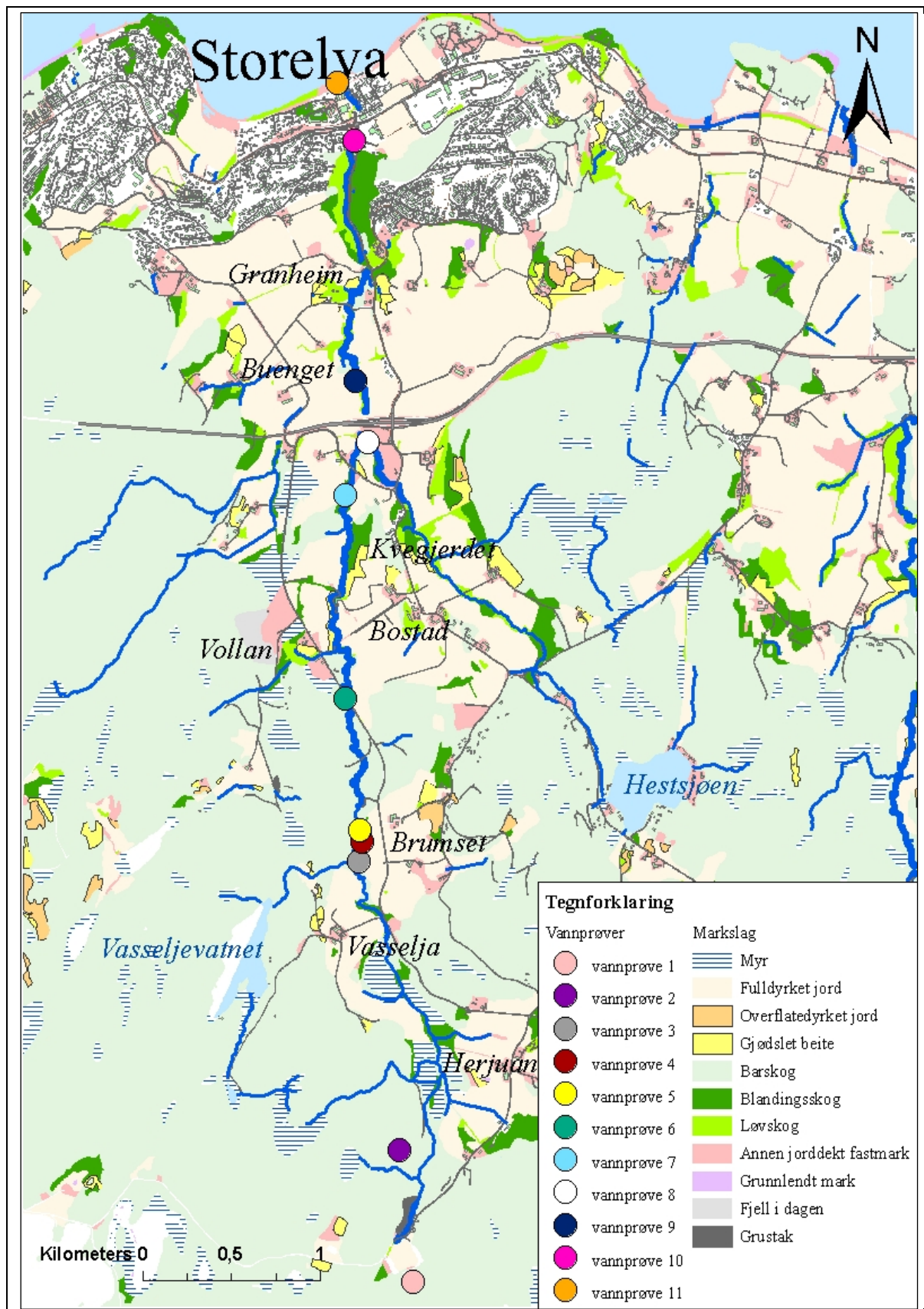
4.2 Kartlegging

Kartleggingen av elven ble utført ved å gå langs elvene og markere forurensningskilder vha. GPS (Garmin etrex Venture). Dette ble gjennomført ved å legge inn et nummer på GPSen for hver forurensningskilde. Samme nummer ble notert i en notisbok med kommentarer til hva

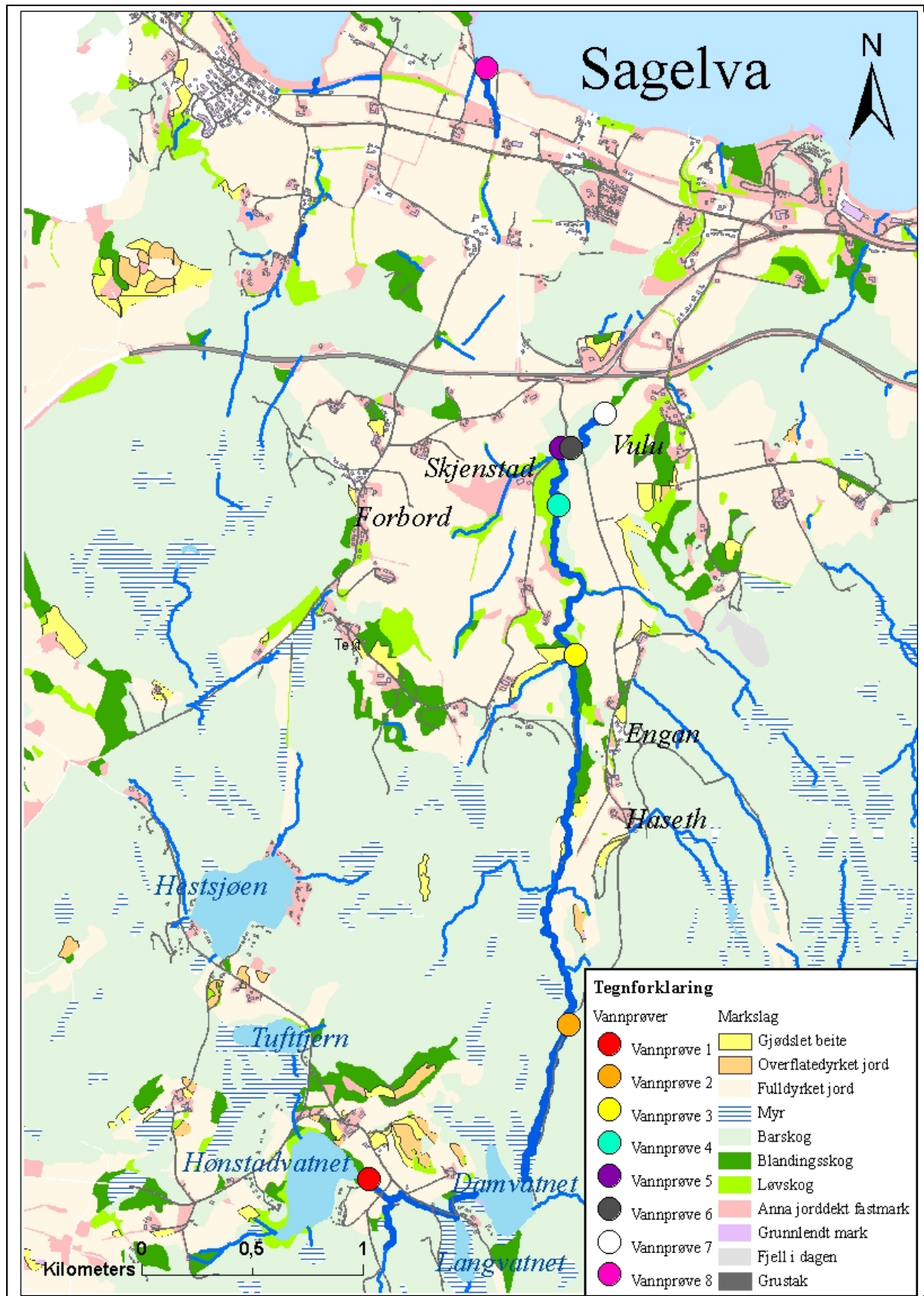
denne forurensningskilden var evt. lukt og hvordan det så ut rundt denne forurensningskilden (mye skum i elven o.l). Deretter ble GPS punktene overført til PC og lagt inn på digitalt kart.

4.3 Vannprøver

Det ble tatt 12 bakteriologiske og kjemiske vannprøver i Storelva (figur 6), og 8 kjemiske og bakteriologiske vannprøver i Sagelva (figur 7). Vannprøvene ble tatt med sterile vannflasker. Prøvepunktene ble fastsatt på bakgrunn av observasjoner som ble gjort på befaringen. Prøvene ble levert for analyse ved næringsmiddelkontrollen i Trondheim, senest 24 timer etter at prøvene var tatt.



Figur 6. Kart som viser lokaliteter for vannprøver i Storelva. Kartet viser også relevante navn.



Figur 7. Kart som viser lokaliteter for vannprøver i Sagelva. Kartet viser også relevante navn.

4. 4 Undersøkelse av elveperlemuslingen

Det ble først utført en grov kartlegging av forekomsten av elveperlemuslingene i Sagelva. Deretter ble det valgt ut tre områder hvor det ble foretatt en populasjonsundersøke. Kartlegging av elveperlemusling ble utført ved at et tau ble strekt tvers over elven (Larsen & Hartvigsen 1999). Ved hjelp av en vannkikkert og telleapparat ble det foretatt tellinger av muslingen i en bredde på tre meter langs tauets lengde (1 ½ meter fra hver side av tauet). På bakgrunn av dette ble arealet beregnet. Det ble også benyttet et digitalt skyvelær (type: Art 16-105, Biltema) for å måle størrelsen på individene. Spesielt var det interessant å måle størrelsen på de minste individene, siden dette kan benyttes til aldersbestemmelse og derved til å beregne tiden fra siste reproduksjon. Det ble benyttet spade for å grave etter unge individer innenfor områdene.

For å regne ut populasjonen av elveperlemusling ble følgende formel benyttet:

$$P_e = I/A$$

P_e = Populasjon elveperlemusling (I/m^2)

I = Levende individer

A = Arealet (m^2)

4. 5 Klassifiseringssystem

For å vurdere vannkvaliteten ble det benyttet en klassifiserinstabell utarbeidet av Statens forurensningstilsyn (tabell 1).

Tabell 1: Klassifiseringssystem for vannkvalitet (Andersen et al. 1997).

Virkningstype:	Parametre	Tilstandsklasse				
		I ”Meget god”	II ”God”	III ”Mindre god”	IV ”Dårlig”	V ”Meget dårlig”
Næringssalter	Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<300	300-400	400-600	500-1200	>1200
Organiske stoffer	Fargetall (mg Pt/l)	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Karbon (TOC) (mg C/l)	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
Forsurende stoffer	Alkalitet (mmol/l)	>0,2	0,05-0,2	0,01- 0,05	<0,01	0,00
	PH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Miljøgifter (i vann)	Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$)	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink ($\mu\text{g Zn/l}$)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium ($\mu\text{g Cd/l}$)	<0,01	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly ($\mu\text{g Pb/l}$)	<0,5	0,5-1,2	1,2-2,5	2,2-5	>5
	Jern ($\mu\text{g Fe/l}$)	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Partikler	Turbiditet (FTU)	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
Tarmbakterier	Termostabile koli. bakt.(antall/100 ml) v/44°C	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000

5. Resultat

5. 1 Kjemiske og bakteriologiske vannprøver

Resultatene fra de kjemiske målingene i Storelva viser en stabilt bra PH og alkalitet på alle målepunktene. De to første målepunktene har gjennomgående gode verdier for de fleste parametrene, mens de resterende målepunktene viser dårlige verdier for de fleste parametrene,

med unntak av tungmetallene. Når det gjelder tungmetallene skiller kadmium, sink og jern seg ut med noe høyere verdier enn de andre tungmetallene (tabell 2).

Tabell 2: Resultat av kjemisk vannprøve i Storelva i august 2005.

Målepunkt: Parametere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	snitt
PH	7,9	7,6	7,8	6,7	7,4	7,9	7,8	7,6	7,5	8,1	8,1	7,7
Fargetall410nm	15	18	36	18	56	32	36	63	35	38	46	35,7
Konduktivitet	9,2	10,7	17,8	22,9	18,3	16,7	18,3	15,9	31,8	20,7	20,4	18,4
Turbiditet	0,52	0,75	1,9	21	2,7	2,5	4,7	9,4	11	9,2	7,0	6,4
Alkalitet	0,51	0,67	1,2	1,6	1,2	1,1	1,2	1,0	1,7	1,3	1,3	1,2
Karbon, tot.org	2,9	3,0	3,4	8,1	4,6	3,6	4,2	9,0	5,5	4,2	5,8	4,9
Nitrogen, tot.	130	320	900	1116	920	650	740	680	1140	740	890	747,8
Nitrat	17	190	690	590	650	460	510	260	700	510	580	468,8
Fosfor, tot.	3,4	4,5	10,5	33,0	12,3	11,0	17,0	35,6	41,2	23,2	24,9	19,7
Fosfat	<1,5	<1,5	4,9	4,8	4,8	4,8	8,5	10,5	27,1	9,7	11,8	8,2
Ammonium	<10	<10	37	430	53	<10	12	50	53	<10	13	62,5
Kobber	<1,0	1,1	1,2	1,3	<1,0	<1,0	1,0	1,4	1,9	1,5	1,5	1,3
Sink	40	40	50	50	60	40	50	40	50	50	50	47,3
Bly	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Kadmium	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Jern	46,6	49,3	0,29*	11,2*	1,37*	0,52*	0,60*	0,97*	1,05*	0,80*	0,71*	1,6*

Målepunkt: 1) Over påvirkning, 2) Under hyttefeltet og en "private søppelplass", 3) Før fyllplass ved Brumset, 4) Fra røret til fyllplass ved Brumset, 5) Etter fyllplass ved Brumset, 6) Etter påvirkning fra sidebekken ved bilopphuggeriet, 7) Før E6 og etter to rør, 8) Sideelv som kommer fra Hestsjøen, 9) Etter E6 og to rør, 10) Ved Rema 1000, 11) Ved utløpet av elva. Se vedlegg 1 for mer utfyllende informasjon om målepunktene.

Enhet: Nitrat og ammonium har benevnelsen $\mu\text{g N/l}$, fosfat har benevnelsen $\mu\text{g P/l}$, mens konduktivitet har benevnelsen mS/m . Det er brukt ulike benevnelser på jernanalysene grunnet ulike analyseteknikker på høg og lav konsentrasjon (* mg Fe/l). De resterende parametrene har samme benevnelse som i tabell 1.

Resultatene fra de bakteriologiske vannprøvene i Storelva viser en høg konsentrasjon av TKB på alle prøvepunktene, unntatt det første. *Clostridium perfringens* viser høyeste verdier på målepunkt 4 og 9, mens det er påvist en forholdsvis høy verdi av intestinale enterokokker på målepunkt 9 (tabell 3).

Tabell 3: Resultat av bakteriologiske vannprøver utført ved membranfiltermetoden i Storelva i august 2005.

Målepunkt:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Snitt
TKB*	< 10	780	170	320	290	100	190	40	650	300	570	310,9
Cl* *	< 10	<10	<10	70	<10	10	20	<10	40	10	10	19,09
IE * **	< 10	30	150	130	330	60	130	30	1300	150	110	220,9

Samme målepunkt som tabell 2

Enhet: TKB og IE måles i antall/100 ml, mens Cl måles i antall/g el ml

* Termotolerante koliforme bakterier

** *Clostridium perfringens*

*** Intestinal enterokokker

Resultatene av de kjemiske vannprøvene i Sagelva viser at PH og alkalitet gjennomgående indikerer en god vannkvalitet. Målepunkt 5 skiller seg ut fra de andre målepunktene med svært dårlige verdier av ammonium, nitrogen, fosfor, karbon, turbiditet, sink og jern. Disse parametrene er også høye på målepunktene etter målepunkt 5 og ut mot utløpet av elva. Generelt er fargetallet og konsentrasjonene av karbon høye på alle målepunktene. Når det gjelder tungmetallene er det også for Sagelva, kadmium, sink og jern som skiller seg ut med noe høyere verdier enn de andre tungmetallene (tabell 4).

Tabell 4: Resultat av kjemiske vannprøver i Sagelva september 2005.

Målepunkt: Parametere	1	2	3	4	5	6	7	8	snitt
PH	7,4	7,5	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,8	7,6
Fargetall410nm	29	57	56	55	33	57	57	56	50
Konduktivitet	12,5	7,1	7,8	7,9	77,9	77,9	12,0	13,0	27,0
Turbiditet	1,5	0,44	0,56	0,71	15	1,2	1,3	1,4	2,8
Alkalitet	0,76	0,39	0,42	0,44	5,8	0,71	0,72	0,76	1,25
Karbon, tot.org	7,6	7,4	7,3	7,5	37,3	6,9	7,2	7,2	11,1
Nitrogen, tot.	430	330	330	330	17400	1160	1150	1170	2787,5
Nitrat	81	91	95	100	540	200	210	410	215,9
Fosfor, tot.	30,9	5,0	5,8	5,3	407	13,9	13,7	14,2	62,0
Fosfat	6,9	<1,5	<1,5	<1,5	114	5,1	4,9	4,9	17,5
Ammonium	<10	<10	<10	<10	14800	600	600	460	2062,5
Kobber	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sink	40	40	20	30	110	40	40	40	45
Bly	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Kadmium	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
Jern	0,23	0,14	0,14	0,15	5,74	0,39	0,39	0,38	0,95

Målepunkt: 1) Elvas start fra Hønstadvatnet, 2) Ved den midterste elveperlemusling undersøkelsen

3) Før Engan fyllplass, 4) Etter Engan fyllplass, 5) Direkte fra røret som sidebekken som renner forbi Malvik Container og gjenvinnings søppelfyllinger, er lagt inn i, 6) Etter påvirkning fra punkt 5, 7) Rett før E6, 8) Elvas utløp i sjøen. Se vedlegg 1 for mer utfyllende informasjon om målepunktene.

Enhhet: Nitrat og ammonium har benevnelsen $\mu\text{g N/l}$, fosfat har benevnelsen $\mu\text{g P/l}$, konduktivitet har benevnelsen mS/m , mens jern har benevnelsen mg Fe/l . De resterende parametrene har samme benevnelse som i tabell 1.

Resultatene fra de bakteriologiske vannprøvene i Sagelva viser at målepunkt 5 skiller seg ut med ekstra høye verdier for parametrene KB, TKB, og *E. Coli* (tabell 5). Analysene er utført med en membranfiltrert metode.

Tabell 5: Resultat av bakteriologiske vannprøver utført ved membranfiltermetoden i Sagelva septembar 2005.

Målepunkt:	1	2	3	4	5	6	7	8	Snitt
KB*	51	11	31	190	>2400	770	770	870	636,6
TKB**	0	3	12	60	700	73	49	190	135,9
ECC***	0	3	10	60	690	73	49	120	125,6
IE * ***	0	4	3	3	12	6	8	28	8

Samme målepunkt som tabell 4

Enhet: KB, TKB, ECC og IE måles i antall/100 ml

* Koliforme bakterier, coliert

** Termotolerante koliforme bakterier

*** *E. Coli. coliert*

*****Intestinal enterokokker*

Resultatene ble vurdert i forhold til tilstandsklasser (figur 8). Figur 9 og 10 viser resultatene av de kjemiske og bakteriologiske vannprøvene som ble tatt i Storelva. Figur 11 og 12 viser resultatet av de kjemiske og bakteriologiske vannprøvene som ble tatt i Sagelva.

Tilstandsklasser				
Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig

Figur 8. Tilstandsklassifisering over resultatene av vannprøvene.

Parametre	Målepunkt											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
PH	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Fargetall410nm	Green	Green	Yellow	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Orange
Turbiditet	Green	Green	Yellow	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red
Alkalitet	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Karbon,tot.org	Green	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Nitrogen,tot.	Light Blue	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Fosfor,tot.	Light Blue	Light Blue	Green	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Kobber	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Sink	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange
Bly	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Kadmium	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Jern	Light Blue	Light Blue	Yellow	Red	Red	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Målepunkt: 1) Over påvirkning, 2) Under hyttefeltet og en "private søppelplass", 3) Før fyllplass ved Brumset, 4) Fra røret ved fyllplass ved Brumset, 5) Etter fyllplass ved Brumset, 6) Etter påvirkning fra sidebekken ved biloppuggeriet, 7) Før E6 og etter to rør, 8) Sideelv som kommer fra Hestsjøen, rett over E6, 9) Rett etter E6 og to rør, 10) Ved Rema 1000, 11) Ved utløpet av elva. Se vedlegg 1 for mer utfyllende informasjon om målepunktene.

Figur 9. Resultat av kjemiske vannprøver i Storelva.

Parameter	Målepunkt										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TKB	Green	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Green	Orange	Orange	Orange

Samme målepunkt som figur 9.

Figur 10. Resultat av bakteriologiske vannprøver i Storelva.

Parametre	Målepunkt							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PH								
Fargetall410nm								
Turbiditet								
Alkalitet								
Karbon,tot.org								
Nitrogen,tot								
Fosfor,tot								
Kobber								
Sink								
Bly								
Kadmium								
Jern								

Målepunkt: 1) Elvas start fra Hønstadvatnet, 2) Ved den midterste elveperlemusling undersøkelsen 3) Før Engan fyllplass, 4) Etter Engan fyllplass, 5) Direkte fra røret som sidebekken som renner forbi Malvik Container og gjenvinnings søppelfyllinger, er lagt inn i, 6) Etter påvirkning fra punkt 5, 7) Rett før E6, 8) Elvas utløp i sjøen. Se vedlegg 1 for mer utfyllende informasjon om målepunktene

Figur 11. Resultater av kjemiske vannprøver i Sagelva.

Parametre	Målepunkt							
	1	2	3	4	5	6	7	8
TKB								

Samme målepunkt som figur 11.

Figur 12. Resultater av bakteriologiske vannprøver i Sagelva.

5.2 Elveperlemusling

Resultatene fra undersøkelsen av elveperlemusling i Sagelva viser at populasjonen av gamle individer virker å være bra, men rekrutteringen synes å være svært dårlig, da det ikke ble påvist noen unge individer (tabell 6).

Tabell 6: Populasjon av elveperlemusling i et begrenset område i Sagelva september 2005.

Plass	Areal (m ²)	levende ind. (stk)	Døde ind. (stk)	Nye ind. (stk)	Minste ind. (cm)	Populasjon (Individ/ m ²)
1	7,5	85	0	0	5,6	11,3
2	6,3	20	0	0	8,4	3,2
3	6,9	89	5	0	8,2	12,9

Plass: 1) Like nedenfor Damvatnet, 2) ved målepunkt 2 i Sagelva, 3) Over Haseth gård. Se vedlegg 2 for kart over hvor undersøkelsene ble foretatt.

6. Diskusjon

Siden det bare er tatt en vannprøve på hvert målepunkt vil resultatene i denne undersøkelsen kun gi et øyeblikksbilde over situasjonen i Sagelva og Storelva. En mer nøyaktig kartlegging av vannkvaliteten i de to elvene vil derfor kreve gjentatte vannprøver over tid.

6.1 Vannprøver i Storelva

Når det gjelder næringssalter indikerer **nitrogen**verdiene en ”meget god” vannkvalitet på den første målestasjonen ved starten av elven. Deretter antyder nitrogenkonsentrasjonen en ”mindre god” vanntilstand på målpunkt 2, før tilstanden forverres til ”dårlig” på de resterende målepunktene. Det er gjennomgående påvist høyere verdier av **nitrat** enn **ammonium**. Dette indikerer at vannet inneholder en god del oksygen (Økland 1983a). I følge drikkevannsforskriftene er grenseverdien for nitrat <10 000 µg N/l og <500 µg N/l for **ammonium** (Mattilsynet 2005). Nitrat verdier ligger gjennomgående under 10 000 µg N/l, mens ammoniumverdien holder seg under 500 µg N/l. Dette indikerer en grei vanntilstand mhp. ammonium og nitrat. Verdiene til **fosfor** indikerer at vanntilstanden er ”meget god” og ”god” på de tre første målepunktene i elva. Fra målepunkt 4 (fra røret ved fyllplass ved Brumset) og mot utløpet av elva indikerer fosforverdien en ”mindre god” til ”dårlig” vanntilstand.

I følge drikkevannsforskriften er grenseverdien for **konduktiviteten** 250 mS/m ved 25°C (Mattilsynet 2005). Alle målepunktene i Storelva ligger godt under denne grensen.

Fargetallet og organisk karbon (TOC) forteller om tilstedeværelsen av organiske stoffer. **Karbon**verdiene indikerer en ”god” tilstand på de tre første målepunktene. På resten av målepunktene antyder verdiene en ”mindre god” til ”dårlig” vanntilstand. **Fargetallet** antyder en ”god” tilstand i Storelva langs de første to målepunktene, og på målepunktet som er tatt direkte fra røret ved fyllplassen (målepunkt 4). De resterende målepunktene faller inn under tilstandsklassen ”mindre god” til ”dårlig”.

Når det gjelder **pH** og **alkaliteten** er tilstanden stabilt ”meget god” langs hele elva, dette vil si at forsuring trolig ikke er noe problem for Storelva.

Bly faller generelt inn under tilstandsklassen ”god”. **Kadmium**verdiene antyder derimot en ”mindre god” vanntilstand, mens **sink**verdiene faller inn under en ”mindre god” til ”dårlig” vanntilstand. Det må gjøres oppmerksom på at resultatene viser en kadmiumverdi som er $<0,15$. D. v. s at verdiene kan være lavere, og de kan dermed falle inn under en bedre tilstandsklasse. **Kobber**verdiene indikerer en ”god” vanntilstand på de fleste målepunktene, med unntak av de tre siste, som antyder en ”mindre god” vanntilstand. Verdiene av **jern** indikerer en ”meget god” vanntilstand på de to første målepunktene, før den forverres til ”mindre god” på målepunkt 3. På de resterende målepunktene er tilstanden generelt ”meget dårlig”.

Tungmetallene sink, kadmium og jern gir generelt noe høye verdier. Dette kan skyldes naturlige kilder, siden det naturlige metallinnholdet i ferskvann varierer avhengig av metallinnholdet i jord og berggrunnen, vannets surhetsgrad, humusinnhold og innhold av partikler (Andersen et al. 1997). Verdien av jern er imidlertid meget høy ($11200\mu\text{g}$) på målepunkt 4 (fra røret ved fyllplass ved Brumset) det kan se ut som om dette kan være en forurensningskilde til jern. Jern kommer som regel fra berggrunnen, men kan også skyldes tæring på jernrør (Labnett AS 2006). Det må likevel gjøres oppmerksomt på at siden vannprøven på målepunkt 4 er tatt direkte fra et rør kan dette gi noe forhøyede verdier. Videre kan det nevnes at jern ikke er helseskadelig, men at høye jernkonsentrasjoner kan for eksempel redusere effekten av desinfeksjon (Labnett AS 2006).

Turbiditeten som er et mål på partikkelinnholdet i vannet indikerer en ”god” tilstand langs starten av elven ut fra de to første målepunktene. Vannprøven som er tatt før fyllplass viser forverrede forhold mhp. turbiditeten med tilstandsklassen ”mindre god”, mens vannprøven

som er tatt direkte ut fra rør ved fyllplass (målepunkt 4) har tilstandsklassen ”meget dårlig”. Langs resten av Storelva faller verdiene av turbiditeten under tilstandsklassene ”dårlig” til ”meget dårlig”.

Det ble påvist termotolerante bakterier (TKB), *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*) og intestinale enterokokker i Storelva. **TKB** verdien på det første målepunktet og målepunkt 8 tyder på en ”god” vanntilstand. De resterende målepunktene faller inn under tilstandsklassen ”mindre god” til ”dårlig”. I følge drikkevannsforskriftene er grenseverdiene 0/100 ml for *C. perfringens* og **intestinale enterokokker** (Mattilsynet 2005). Ingen av målepunktene oppfyller dette kravet. Det må likevel nevnes at på noen av målepunktene er det påvist <10/g el ml *C. perfringens* og <10/100 ml intestinale enterokokker.

Generelt skiller målepunkt 3 (før fyllplass) seg ut med en forholdsvis stor økning av fargetallet, nitrogen- og jernkonsentrasjonen. Målepunkt 4 (fra røret ved fyllplass ved Brumset) har en økning av turbiditeten, karbon-, fosfor- og jernkonsentrasjonen. Videre skiller målepunkt 8 (sideelven som kommer fra Hestsjøen) seg ut med en forholdsvis stor økning av fargetallet, jern-, karbon- og fosforkonsentrasjonene. Til slutt har målepunkt 9 (etter E6 og to rør) høy konsentrasjon av nitrogen. Nevnte målepunkt skiller seg ut med de mest stigende verdier i forhold til målepunktene før. Det er derfor trolig at disse målepunktene representerer potensielle forurensningskilder for de kjemiske parametrene i Storelva.

De resterende målepunktene har generelt synkende verdier eller svakt økende verdier i forhold til målepunktene før. Disse målepunktene bidrar dermed trolig i liten grad til den kjemiske forurensningen i Storelva.

Når det gjelder resultatene av de bakteriologiske vannprøvene kan målepunkt 2 trekkes fram med høy TKBverdi i forhold til målepunktet før. Målepunkt 4 har høg verdi av *C. perfringens*, her er det også en økning av TKBverdien. Videre har målepunkt 9 (etter E6 og to rør) en stor økning av spesielt intestinal enterokokker, men også TKB og *C. perfringens*. Det kan også se ut som om målepunkt 11 bidrar til TKB forurensningen. Videre er det påvist en generell økning av de bakteriologiske parametrene på målepunkt 7 (før E6 og etter to rør). De resterende målepunktene har enten synkende eller svakt økende verdier av parametrene og det ser dermed ut til at disse målepunktene ikke bidrar i noen stor grad til den bakteriologiske forurensningen i Storelva.

6. 2 Vannprøver i Sagelva

Når det gjelder næringssalter i Sagelva indikerer konsentrasjonen av **nitrogen** en ”mindre god” vanntilstand på det første målepunktet, mens prøvepunkt 2-4 antyder en ”god” tilstand. Tilstanden forverres til ”meget dårlig” på målepunkt 5, mens de resterende målepunktene (målepunkt 6-8) faller inn under tilstandsklassen ”dårlig”. Konsentrasjonen av **ammonium** er $<10 \mu\text{g N/l}$ på de fire første målepunktene, noe som er godt under grenseverdien på $500 \mu\text{g N/l}$ i drikkevannsforskriften (Mattilsynet 2005). Målepunkt 5 skiller seg derimot ut med en meget høy ammoniumkonsentrasjon på $14800 \mu\text{g N/l}$. Målepunkt 5 er tatt rett fra et rør som går ut i Sagelva. Ut fra dette røret kommer sideelva som bl.a. går forbi deponiene ved Malvik Container og Gjenvinning AS. De to neste målepunktene (målepunkt 6 og 7) viser også ammoniumkonsentrasjoner over $500 \mu\text{g N/l}$, mens målepunkt 8 ligger under grenseverdien. Det kan også nevnes at på målepunktene før målepunkt 5, er **nitrat** konsentrasjonen høyere enn ammoniumkonsentrasjonen, mens på de resterende målepunktene skifter dette forholdet til en høyere ammoniumkonsentrasjon. Dette indikerer lite oksygen i elva fra og med målepunkt 5 (Økland 1983a). Nitratkonsentrasjonene holder seg under drikkevannsforskriftens grenseverdi på $10\ 000 \mu\text{g N/l}$ (Mattilsynet 2005).

Når det gjelder **fosfor**, tyder fosforkonsentrasjonen til målepunktet i starten av elva på en ”dårlig” vanntilstand. Målepunkt 2-4 tyder derimot på en ”god” vanntilstand. Deretter skiller også målepunkt 5 seg ut her med en ”meget dårlig” tilstand mhp. fosfor. De resterende målepunktene mot utløpet av Sagelva faller inn under tilstandsklassen ”mindre god”. **Fosfat**konsentrasjonen ser også ut til å stige ved målepunkt 5.

Verdiene av **konduktiviteten** i Sagelva holder seg godt under drikkevannsforskriftens grenseverdi på 250 mS/m (Mattilsynet 2005).

Når det gjelder organiske stoffer indikerer verdiene for **fargetallet** en ”mindre god” til en ”dårlig” vanntilstand. Verdiene av **karbon** tyder på en ”dårlig” vannkvalitet på alle målepunktene med unntak av målepunkt 5, som skiller seg ut med en karbonkonsentrasjon som faller inn under tilstandsklassen ”meget dårlig”.

Alkaliteten og **pH** faller begge under tilstandsklassen ”meget god”, forsurening synes derfor ikke å være et problem for Sagelva.

Tungmetallene **kobber** og **bly** faller inn under tilstandsklassen ”god”. **Sink**verdiene antyder generelt en ”mindre god” vanntilstand, unntaket er målepunkt 5 som indikerer en ”meget dårlig” vanntilstand mhp. sink. Verdiene av **kadmium** indikerte gjennomgående en ”mindre god” vanntilstand. Det må også her gjøres oppmerksom på at resultatene viser en kadmiumverdi som er $<0,15$. D. v. s at verdiene kan være lavere, og de kan dermed falle inn under en bedre tilstandsklasse. **Jern**verdiene indikerer en ”mindre god” vanntilstand på de fire første målepunktene, før den forverres til ”meget dårlig” på målepunkt 5. De resterende målepunktene indikerer en ”dårlig” vanntilstand. Det er generelt påvist høye verdier for tungmetallene kadmium, sink og jern. Dette kan komme av naturlige kilder som bl.a. avrenning fra berggrunnen (Andersen et al. 1997). Verdien av jern er imidlertid meget høy på målepunkt 5 (57400 μg) det kan se ut som om dette kan være en potensiell forurensningskilde for jern. Det må likevel gjøres oppmerksomt på at siden vannprøven på målepunkt 5 er tatt direkte fra et rør kan dette gi noe forhøyede verdier

Resultatene mhp. partikkelinnhold (**turbiditeten**) indikerer en ”meget god” vannkvalitet på målepunkt 2, mens målepunkt 5 indikerer imidlertid en ”meget dårlig” vanntilstand i Sagelva. De resterende målepunktene faller inn under tilstandsklassene ”mindre god” til ”god”.

Når det gjelder de mikrobiologiske vannprøvene er det påvist termotolerante bakterier (**TKB**), **E. coli**, koliforme bakterier (**KB**) og **intestinale enterokokker** i Sagelva. Resultatene mhp. TKBverdiene i Sagelva antyder en ”meget god” vanntilstand på de to første målepunktene. Målepunkt 5 indikerer imidlertid en ”dårlig” vannkvalitet mhp. TKB. De resterende målepunktene faller inn under tilstandsklassene ”mindre god” til ”god”. Alle parametrene, med unntak av KB, holder seg under drikkevannsforskriftens grenseverdi på 0/100 ml (Mattilsynet 2005) på det første målepunktet. Resten av målepunktene oppfyller ikke dette kravet. Målepunkt 5 har en veldig høy KBverdi med $>2400/100$ ml.

Generelt skiller målepunkt 5 seg ut med høye konsentrasjoner av fosfor (407 $\mu\text{g P/l}$) og KB ($>2400/100$ ml). I tillegg er ammoniumkonsentrasjonen høy og forholdsvis høyere enn nitratkonsentrasjonen. Dette kan tyde på at det påvirkning fra kloakk i Sagelva (T. Nøst pers. medd.). Videre har målepunkt 5 høye verdier av bl.a. konduktivitet, turbiditet nitrogen, karbon, sink og jern. Det må bemerkes at vannprøven for målepunkt 5 ble tatt direkte av vannet som renner ut av et rør. Dette kan muligens gi noe forhøyede verdier. Likevel kan det virke som om målepunkt 5 er en potensiell forurensningskilde for Sagelva. Målepunktene

etter (målepunkt 6, 7 og 8) har også generelt høye konsentrasjoner av mange av parametrene, det kan virke som om det kommer av påvirkningen fra målepunkt 5. Det kan likevel ikke utelukkes at det også er andre kilder som gir høye verdier for en del av disse kjemiske parametrene.

Videre kan det nevnes at målepunkt 1 (ved starten av elven) har ganske høye verdier av bl.a. fosfor og karbon. Dette kan skyldes at det er bebygd rundt Hønstadvatnet.

Det ser ut til at målepunkt 3 (før Engan fyllplass) og 4 (etter Engan fyllplass) har ganske like verdier for de kjemiske parametrene. Det virker dermed som om Engan fyllplass ikke er noe potensiell forurensningskilde for de kjemiske parametrene i Sagelva. Det ser heller ikke ut til at målepunkt 2 bidrar til den kjemiske forurensningen i Sagelva.

Når det gjelder de bakteriologiske vannprøvene skiller målepunkt 5 seg ut med forhøyde verdier av spesielt KB, men også TKB og *E. coli* og en liten økning av intestinale entrokokker. Videre har også målepunkt 4 (etter Engan fyllplass) og 8 (elvas utløp i sjøen) generelt en økning av parametrene. Disse målepunktene kan dermed representere mulige kilder for bakteriellforurensning i Sagelva. De resterende målepunktene har en svak økning, eller en minkning av konsentrasjonen. Disse målepunktene representerer dermed trolig ikke en potensiell forurensningskilde for de biologiske parametrene i sagelva.

6.3 Elveperlemusling

Tettheten av elvemusling varierer betydelig mellom tilsynelatende like områder innen et vassdrag (Young & Williams 1984). For å sammenligne tettheter er det vanligste å finne gjennomsnittlig tetthet <10 individer pr m^2 (Larsen 1997). Oppgitte tettheter er imidlertid sjelden sammenlignbare fordi metoden som ligger til grunn for estimatene er vidt forskjellige. Noen beregninger er basert på enkeltruter i områder med tette bestander, andre er gjennomsnitt av et mindre antall prøveruter, mens de mest nøyaktige beregningene tar gjennomsnittet av et større antall arealer som dekker en større variasjon i substratet (Larsen 1997). Populasjonsstørrelsen kan variere fra noen få individer til bestander på flere hundre tusen individer og opptil 1-2 millioner individer (Henrikson et al. 1997).

På plass 1 (like nedenfor Damvatnet) ble det funnet en gjennomsnittlig populasjon på 11,3 individer/m². På plass 2 ble det påvist en gjennomsnittlig populasjon på 3,2 muslinger per m², mens på det siste stedet (nr 3) ble det påvist en gjennomsnittlig populasjon på 12,9 individer/m². Plass 3 ligger rett ovenfor Haseth gård. Det ble også foretatt en undersøkelse av elveperlemuslingen nedenfor denne gården. Der ble det ikke funnet noe elveperlemusling.

Det ble ikke påvist unge individer av elveperlemuslingen på de tre områdene som ble undersøkt. Dette er det samme resultat som Malvik Jeger & Fiskeriforening kom fram til i sin populasjonsundersøkelse av elveperlemuslingen i Sagelva (Malvik Jeger & Fiskeriforening 2000). Dette indikerer at det ikke er rekruttering av elveperlemusling i elva.

Ut fra de kjemiske vannprøvene som ble foretatt i det midterste området med elveperlemusling (målepunkt 2 i Sagelva) faller fargetallet og karbonkonsentrasjonen inn under tilstandsklassen ”dårlig”, noe som indikerer et høyt innhold av organiske stoffer. Dette kan bety at det er et høyt forbruk av O₂ for nedbryting av organiske stoff, noe som kan ha negativ påvirkning på elveperlemuslingen.

Fargetallet er målt til 57 mg Pt/l. I Västernorrlands og Norrbottens län i Sverige hadde muslingførende vassdrag med observasjoner av unge individer <5 cm fargetall 10-100 mg pt/l. Bare et vassdrag hadde vannfarge >100 mg pt/l (Södeberg 1995). Det kan dermed se ut som at fargetallet i Sagelva ikke er for høyt for rekruttering av musling.

Det ser heller ikke ut til at konsentrasjonene av næringssaltene er for høye til at elveperlemuslingen skal greie seg langsiktig. Fosfatkonsentrasjonen er målt til <1,5 µg P/l, mens nitratkonsentrasjonen er målt til 91 µg N/l. I Mellom-Europa vurderer man at elveperlemuslingen klarer seg langsiktig om konsentrasjonen av nitrat ikke overstiger 500 mg/l og fosfatkonsentrasjonen ikke overstiger 30 mg Tot-P/l 30 (Bauer 1988). Imidlertid er mekanismene for hvordan de unge muslingene blir påvirket lite kjent i detalj, men det kan likevel fastslås at enhver tilførsel av organisk materiale, så vel som tilførsel av næringsstoffene nitrogen (ammonium) og fosfor, er skadelig og bør derfor i størst mulig grad unngås (Buddensiek et al. 1993).

Konduktiviteten på målepunkt 2 i Sagelva er målt til 71 mS/cm. Buddensiek (1995) fant at overlevelsen til unge muslinger ble negativt korrelert med ledningsevnen på lokaliteter der gjennomsnittsverdien var 175-283 mS/cm. I Sverige var konduktiviteten på lokaliteter med

muslinger i Halland län 100-110 mS/cm (Eriksson et al. 1985), mens i Dalarna var konduktiviteten på 20-60 mS/cm (Grundelius 1987). I Tyskland vurderer man imidlertid at bestander med elveperlemusling ikke klarer seg langsiktig om ledningsevnen overstiger 70 mS/cm (Bauer 1988). Det er dermed mulig at ledningsevnen kan være litt høy for at muslingen i Sagelva skal klare seg langsiktig.

6. 4 Tiltak

6. 4. 1 Vanntilstand

For en nærmere kartlegging av de to elvene bør det etableres en overvåkning (T. Nøst. pers. medd.). Etter valg av prøveplasser bør det tas vannprøver ca en gang i måneden. I kritiske perioder kan det tas oftere, mens i andre perioder kan det tas færre prøver. Totalt antall vannprøver per år bør være minimum 12. Dette bør foregå i flere år før tiltaket evalueres. Det er foreslått å fokusere på parametrene tot. fosfor, turbiditet, pH og TKB. Det bør tilstrebes å opprettholde pH på dagens nivå og holde TKB >1000/100 ml (T. Nøst. pers. medd.).

Det bør også gjennomføres undersøkelser av sjøørreten siden populasjonen av denne er en bra indikator på vannkvaliteten (Direktoratet for naturforvaltning 2005).

Et mulig tiltak for å begrense forurensning kan være å øke kantvegetasjonen til mer enn 10m (T. Nøst. Pers. medd) for å begrense avrenningen. Det bør også kartlegges hvor evt. kloakken på målepunkt 5 i Sagelva kommer fra, slik at disse utslippene kan begrenses.

6. 4. 2 Elveperlemusling

Når det gjelder elveperlemuslingen er det et gjennomgående problem at rekrutteringen svikter. For å sikre overlevelse av elveperlemuslingen kreves det derfor ikke bare forbud mot fangst, men også at leveområdene blir tatt vare på og at årsaken til bestandsnedgangen identifiseres. Ved å sikre overlevelse av de gjenværende voksne individene, vil bestanden kunne bygge seg opp igjen om belastningene minker, og de unge muslingene får mulighet til å overleve de første kritiske årene (Larsen 1997).

Siden det kan fastslås at enhver tilførsel av organisk materiale og næringsstoffene nitrogen (ammonium) og fosfor er skadelig, bør denne tilførselen i størst mulig grad unngås (Buddensiek et al. 1993). Det er derfor mulig at det bør settes i gang tiltak for å begrense tilførselen av organisk materiale og næringsalter i området hvor det finnes elveperlemusling, og i nærliggende områder som kan påvirke vanntilstanden.

I tillegg er det viktig å sikre erosjonsutsatte steder da det ser ut til at sand og finpartikulært materiale reduserer levetidene til elveperlemuslingen (Buddensiek et al. 1993).

Videre kan det nevnes at fjerning av kantvegetasjon ikke bare fører til økt erosjon langs elva, men også påvirker elveperlemuslingen negativt ved endrede temperatur- og lysforhold (Larsen 1997).

I Norge har Direktoratet for Naturforvaltning tatt initiativ til å få laget en forvaltningsplan for elvemuslingen. Ledje (1996) har kartlagt utbredelsen av elvemusling i Rogaland, og gitt forslag til forvaltningsplan for fylket. Denne forvaltningsplanen inneholder generelle tiltak som bedring av informasjonen om fangsforbud, ikke gi dispensasjon fra fredningen, samt å informere grunneier langs vassdrag med elvemusling slik at ødeleggende virksomhet kan begrenses. I tillegg er det foreslått å intensivere kontrollen med siloutslipp. Videre må årsaken til nedslamming finnes, og det må gjennomføres tiltak for å bedre reproduksjon av vertsfiskene ørret og laks (Larsen 1997). Populasjonen av ørret og laks bør derfor undersøkes i Sagelva, siden manglende vertsfisk for muslinglarvene kan være en av årsak til manglende rekruttering av elveperlemusling. I tillegg vil en undersøkelse av muslinglarvene på gjellene hos ungfisk kunne gi en pekepinne for hvorvidt muslingen fortsatt formerer seg i elva (Malvik Jeger & Fiskerforening 2000).

En metode som kan brukes for å øke muslingbestanden er å sette ut fisk infisert med glochidielarver. Det ble gjort forsøk med kunstig infisering av vertsfisk allerede på begynnelsen av 1900-tallet (Coker et al. 1921). I Tyskland har det blitt gjort utallige forsøk med utsetting av infisert fisk for å styrke svake muslingbestander. Dette har ifølge Bauer (1988) virket bra, og metoden har blitt allment akseptert (Bauer 1991). Ved utsetting av infisert fisk kan antall muslinger som etablerer seg mangedobles, såfremt ikke dødeligheten er fullstendig i de første kritiske årene. Siden det ikke ble påvist noen unge individer i Sagelva, kan dette tyde på at dødeligheten er fullstendig i de første kritiske årene. Dette er dermed

muligens ikke et egnet tiltak for Sagelva, siden utsetting av infisert fisk i løpet av de siste 20 årene aldri har økt antall unge individer (Buddensiek 1995). Imidlertid er metoden enkel og lite ressurskrevende noe som har gjort at dette er et tiltak som mange har kunnet sette i gang. Det er også mulig å stenge fisk inne i de områdene av elva som elveperlemuslingen finnes i den perioden som larvene slippes ut i vannmassene (Ziuganov et al. 1994).

En metode som kanskje kan være mer aktuell for Sagelva er oppdrett av unge individer i de første kritiske årene. I Tyskland og Russland har man testet en metode der man holder ørret infisert med glochidielarve i akvarier (Ziuganov et al. 1994 og Buddensiek 1995). Når de unge muslingene slipper seg løs fra fisken blir de samlet opp og satt ut i oppvekstbur på gunstige områder i vassdraget. Se Buddensiek (1995) for nærmere informasjon om metoden. Unge muslinger har overlevd mer enn 4 år i slike bur. Metoden har primært vært brukt til å undersøke muslingens tilvekst og overlevelse i vassdrag med ulik vannkjemi og temperaturforhold, men kan like gjerne brukes til kontrollert oppdrett av unge muslinger. De unge muslingene kan dessuten settes ut på egnede lokaliteter der mulighetene for overlevelse er størst (Larsen 1997).

Siden kontrollert oppdrett av unge muslinger kan føre til en større overlevelse i de første kritiske årene, kan dette være et aktuelt tiltak for å beholde elveperlemuslingen i Sagelva.

Et annet tiltak kan være å verne områdene med elvepermemusling. Vern av naturområder i Norge skjer i første rekke vha. "Lov om Naturvern". Ved siden av denne er "Lov om Laksefiske og Innlandsfiske m. v." I tillegg står "Plan og Bygningsloven" sentralt når det gjelder områdevern (Larsen 1997). §7 i "Lov om Laksefiske og Innlandsfisk m. v" gir adgang til biotopvern av områder med særlig verdi for fisk (Lovdata 2006). Denne paragrafen gjelder også for elvemusling. Ved bruk av "Plan og Bygningsloven" kan kommunen regulere område til spesialområde og kan i kommuneplanens arealdel båndlegge områder som reguleres til naturvernformål eller vernes med hjemmel i annet lovverk (Larsen 1997).

7. Litteraturliste

Andersen, J. R., Bratli, J. L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, O. & Aanes, K.J. (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn veiledning 97:04.

ANØ Miljøkompetanse (2006). Drikkevann. Målinger. <http://www.miljoguide.no/index.htm> [Oppdatert 30/03-2006]. Nedlastet april 2006.

Aspmo, R., Grav, A., Johnsen, F., Kolltveit, J., Prestvik, O., Rognerud, B., Undheim, G. & Øygarden, L. (1986). Forurensning fra landbruket- ressurser på avveie. Hvordan kan jeg som bonde redusere vannforurensningen? Landbruksforlaget.

Baer, O. (1969). Beiträge zur ökologie der flussperlemuschel *Margaritifera margaritifera* (L.) unter besonderer berücksichtigung der sächsischen Mittelgeirgsbiotope. Int. revue Ges. Hyrobiol. 54: 593-607.

Bauer, G. (1980). Die situation der flussperlemuschel (*Margaritifera margaritifera*) in der Oberpfalz und in Niederbayern. Ber ANL 4: 101-103.

Bauer, G. (1987). Reproductive strategy of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*. J. Anim. Ecol. 56: 691-704.

Bauer, G. (1988). Threats of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europa. Biol. Conserv. 45: 239-253.

Bauer, G. (1991). Platicity in life history traits of the freshwater pearl mussel. Consequences for the danger of extinction and for consevation measures. S. 103- 120 i Seitz, A. & Loeschcke, V, red. Species conservation: A population- biological approach. Birkhäuser Verlag, basel.

Bauer, G. & Eicke, L. (1986). Pilptprojekt zur rettung der flussperlmsuschel (*Margaritifera margaritifera* L.). Natur und landschaft 61: 140-143.

- Brander, T. (1955). Weitere beobachtung zur muscheldiät der bisamratte. Arch. Hydrobiol. 51: 261- 266.
- Bremnes, T., Brabrand, Å. & Saltveit, S. J. (2001). Bunndyr og fisk i Alna. Forurensning og vurdering av kritiske strekninger. LFI- rapport nr. 201. http://www.vann-og-avlopsetaten.oslo.kommune.no/vassdrag_og_fjord/vassdragene_i_oslo/alna/ [Oppdatert 21/11-2005]. Nedlastet mars 2006.
- Buddesiek, V. (1995). The culture of juvenile freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. Biol. Conserv. 74: 33-40.
- Buddesiek, V., Engel, H., Fleischauer-Rössing, S. & Wächtler, K. (1993). Studies of the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the sediments of bivalve habitats in several northern German lowlands water. II. Microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L, *unio crassus* (Philipsson) and *unio tumidus* Philipsson. Arch. Hydrobiol. 127: 151-166.
- Coker, R. E., Shira, A. F., Clark, H. W., & Howard, A. D. (1921). Natural history and propagation of freshwater mussels. Bull. U. S Bur. Fish. 37: 75-181.
- Direktoratet for naturforvaltning (1999). Nasjonale rødlista for truede arter i Norge 1998. DN rapport 1999.3: 1- 162.
- Direktoratet for naturforvaltning (2005). Bestandstilstand for laks, sjøaure og sjørøye. <http://www.dirnat.no/archive/attachments/02/90/Dyrog017.pdf> [Oppdatert januar 2005]. Nedlastet mars 2006.
- Dolmen, D. & Kleiven, E. (1997). Elvemuslingen *Margaritifera margaritifera* i Norge. Rapport zoologisk serie, vitenskapsmuseet. Univeristetet i trondheim. 1997-6nr 106. 27 s.
- Eriksson, M. O. G, Henrikson, L. & Oscarson, H.G. (1985). Flodpärlmusslan i Hallands 1984. Länsstyrelsen i Hallands län, Naturvårdsenheten. Meddelende 13-1985. 12 s.

Eriksson, M. O. G., Henrikson, L. & Söderberg, H. (1998). Flodpärlmusslan i Sverige: Status, trender och hotbild. Del 1 i : Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. red. Flodpärlmusslan i Sverige / Mats O.G. Eriksson, Lennart Henrikson och Håkan Söderberg (red.). Naturvårdverket Rapport 4887. 121 s.

Exley, C. & M. J. Phillips. (1988). Acid rain: implications for the farming of salmonids. I Muir, J. F. & Robert, R. J. (eds.). *Recent Advances in Aquaculture*, vol 3, p. 225- 341. London. Croom Helm.

Fløgstad, H. (2005). Karakterisering av sigevann. SINTEF rapport. STF50 F05094. 26 s.

Folkehelseinstituttet (2003) Bakteriologiske drikkevannsanalyse- hva forteller de? <http://www.fhi.no> [Oppdatert 23/12-2003]. Nedlastet mars 2006.

Fylkesmannen i Oslo og Akershus (2004). Vannforurensning. Klassifisering av vannkvaliteten. http://www.miljostatus.no/osloogakershus/tema/vann/overvaking_av_vannkvaliteten/klassifisering_av_vannkvalitet.htm [Oppdatert 12/11-2004]. Nedlastet mars 2006.

Grundelius, E. (1987). Flodpärlmusslans tilbakegang i Dalarna,- Fiskeristyrelsens Sötvattenslaboratorium. Information från Sötvattenslaboratorium, Drottningholm. Rapport 1987- 4. 72 s.

Heming, T. A., Vinogradov, G. A., Klerman, A. K. & Komov, V. T. (1988). Acid- base regulation in freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera*: Effects of emersion and low water pH. *J. Exp. Biol.* 137: 501-511.

Henriksson, L. (1991). Flodperlmusslan i Alvsborgs lan 1990 - status och åtgardsförslag. Lansstyrelsen Alvsborgs lan, Miljøvårdsenheten. Rapport 1991-6.

Henrikson, L. (1996). The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (L.) (Bivalvia) in southern Sweden- effects of acidification and liming. I Henrikson, L. Acidification and liming of freshwater ecosystems- examples of biotic responses and mechanisms. Zoologisk institutt, Universitetet i Gøteborg, Doktoravhandling.

Henrikson, L. Bergström, S-E. Norrgrann, O. & Söderberg, H. (1997). Flopärlemusslan i Sverige: Dokumentation, skyddsvärde och åtgärdsförslag för 53 flodpärlmusslepopulationer i Sverige. Del II i: Eriksson, M. O. G, Henrikson, L. & Söderberg, H., red. Flodpärlmusslan i Sverige. Naturvårdverket Rapport 4887. 121 s.

Hesthagen, T., Sevaldrud, I. H & Berger, H. M. (1994). Utvikling i forsureningsskader på fiskebestanden i Sør-Norge etter 1950. NINA Forskningsrapport 50: 1-16.

Iversen, T. H. (1986). Kjemiske miljøgifter 1. Effekter på biologiske systemer. Universitetsforlaget as.

Jonsson, B. (2002). Vannbiologi. I: Eliassen, A. (red.). Sur nedbør- tilførsel og virkninger. Landbruksforlaget. S. 211- 247.

Jungbluth, J. H. & Lehmann, G. (1976). Untersuchungen zur verbreitung, morphologie und ökologie der Margaritifera-populationen an den atypischen standorten des jungtertiären basaltens im Vogelsberg/ oberhessen (Mollusca: Bivalvia). Aech. Hydrobiol. 78: 165- 212

Koli, L. (1961). Die molluskenfauna des brackwassergebietes bei tvärminne, Südwestfinnland. Ann. Zool. Soc. Vanamo 22(5): 1- 22.

Labnett AS- Analyser og rådgivning(2006) <http://www.labnett.no/> [Oppdatert 19/04-06]. Nedlastet april 2006.

Lande, A. Lande, E. & Lande, S. (1996). Bestandsstatus for elvemusling, *Margaritifera margaritifera* , i Bøelva, Telemark 1995. Høgskolen i Telemark, Bø. Rapport. 23 s.

Larsen, B. M. (1997). Elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.). Litteraturstudie med oppsummering av nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. NINA. Fagrapport 28: 1-51.

Larsen, B. M. (1995). Elveperlemusling, *Margaritifera margaritifera*, Tilleggsutredning Rv.7 Sokna-Ørgenvika. NINA Oppdragsmelding 358: 1-10.

Larsen, B. M og Hartvigsen, R. (1999) Metodikk for feltundersøkelse og kategorisering av elveperlemuslingen *Margaritifera margaritifera*. NINA Fagrapport 037: 1-41.

Ledje, U. P. (1996). Kartlegging av utbredelse av elvemusling (*M. margaritifera*) i Rogaland, 1995. Del 1. Rogaland Consultants a. s., Miljøseksjonen. Rapport 24502-1. 30 s.

Lovdata. Norges lover (2006). <http://www.lovdata.no/all/index.html> [Oppdatert 07/04-2006]. Nedlastet april 2006.

Malvik Jeger & Fiskerforening (2000). Rapport om elveperlemusling i Sagelva.

Malvik kommune (2005). Skisse til prosjektet "Rene elver i Malvik kommune".

Mattilsynet (2005). Veileder til drikkevannsforskriften.

http://www.mattilsynet.no/regelverk/veiledere/vann/veileder_til_drikkevannsforskriften_9107 [Oppdatert 07/02-2005]. Nedlastet april 2006.

Moog, O. Neseemann, H., Ofenböck, T. & Stundner, C. (1993). Grundlagen zum schutz der flussperlemuschel in Österreich.- Bristol- Stiftung (Ruth und Herbert Uhl); Forschungsstelle für Natur- und Umweltschutz 3: 1-233.

Norvar (2005). Indikatorbakterier i drikkevann.

www.norvar.no/content/download/12750/139985/file/V8%20Indikatorbakterier%20i%20drikkevann.doc [Revidert mars 2005]. Nedlastet mars 2006.

Næringsmiddeltilsynet i Orkdalsregionen (2004).

<http://www.knt.no/orkdal/Forklaring%20vannpr%c3%b8ve.htm> [Oppdatert 03/06-2004]. Nedlastet april 2006.

Playle, R. C. & Wood, C.M. (1989). Water pH and aluminium chemistry in the gill micro environment of rainbow trout during acid and aluminium exposures. *J. Comp. Physiol. B* 159, 539- 550.

Sandaas, K. og Enerud, J. (1998). Elvemusling, *Margaritifera margaritifera*, i Sørkedalselva- Oslo kommune 1995-1998. Utbredelse og bestandsstatus. Rapport 12\98.

Smeland, H. (1990). Forurensninger. Miljøvern. Universitetsforlaget as.

Södeberg, H. (1995). Europas flodpärlmusseleldorado?- Utblick från en pågående flodpärlmusseleinventering i Västernorrlands län. S. 37- 52 I: Flodpärlmusslan i tvärvetenskaplig belysning. Rapport fra seminar om elvemusling i Jokkmokk august 1992. Ajtte, svensk fjäll- och samemuseum, Duoddaris 7.

Thougaard, H., Bergmann, A. & Varlund, V. (1987). Elementær mikrobiologi med levbedmiddelmikrobiologi. 2. utg. Teknisk forlag as.

Young, M. & Williams, J. (1984). The reproductive biology of the freshwater mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. Arch. Hydrobiol.99: 405-422.

Ziuganov, V. Zotin, A., Nezhlinm L & Treiakov, V. (1994). The freshwater pearl mussels and their relationship with salmonid fish. VNIRO Publishing House, Moscow. 104s.

Wood, C. M & McDonald, D. G. (1987). The physiology of acid/ aluminium stress in trout. *Annls. Soc. R. zool. Belg. Vol. 117- supplement 1, 399-410.*

Økland, J. (1983a). Ferskvannets verden 1. Regional økologi og miljøproblemer. Universitetsforlaget.

Økland, J. (1983b). Ferskvannets verden 3. Regional økologi og miljøproblemer. Universitetsforlaget.

Økland, J. & Økland, K. A. (1986). The effects of acid deposition on benethic animals in lakes and streams. *Experientia* 42: 471-486.

Økland, K. A. (1980). Mussels and crustaceans: Studies of 1000 lakes i Norway. Proc. Int. conf. Ecol. Impact acid precip., Norway, 1980, SNSF- project, Ås- NLH.

7. 1 Personlige meddelelser

Nøst, T. (2006). Miljøenheten i Trondheim kommune.

8. Vedlegg

Vedlegg 1. Begrunnelse for vannprøvesteder i Storelva og Sagelva i 2005.

Målepunkter i Storelva.

1) *Over all påvirkning.*

Her er det bare naturlige kilder til forurensning.

2) *Etter hyttefelt og en "private søppel plass".*

Det ble funnet en privat søppel plass hvor det var dumpet diverse forurensende avfall.

Noe var dumpet rett i elven.

3) *Før fyllplass ved Brumset.*

Blankt vann i elven. Påvirkning fra landbruk. Det ble valgt å ta en vannprøve her for å sammenligne med vannprøvene på fyllplassen og etter fyllplassen.

4) *Fra røret ved fyllplass ved Brumset.*

(Mulig dreneringsrør fra kornåker?) Det var en rød farge på vannet som kom ut av røret. Det var også en tydelig rød farge på vannet i elven. Det var en generelt dårlig lukt fra fyllplassen og mye skum i elven.

5) *Etter fyllplass ved Brumset.*

Også her var det en tydelig rød farge på vannet i elven. Påvirkning fra landbruket.

6) *Etter påvirkning fra sidebekken ved biloppbuggeriet.*

Vannet i sidebekken til biloppbuggeriet så blankt og fint ut og det var lite skum. Det var heller ikke dårlig lukt. Det ble likevel valgt å ta en vannprøve her for å være sikker på at dette ikke er en forurensningskilde.

7) *Før E6 og etter to rør.*

Det ble funnet to rør som lå i et "innsnitt" i elven. Det ble funnet mye skum rundt disse og det var en dårlig lukt.

8) *Sideelven som kommer fra Hestsjøen, rett over E6.*

Det var mye alger, skum, rød avrenning og dårlig lukt her. Det ble derfor valgt å ta en vannprøve.

9) *Etter E6 og to rør.*

Det ble funnet to rør som var omkranset av skum og dårlig lukt. Det var bratt ned til elven og det var lite kantvegetasjon (<10m).

10) *Ved Rema 1000.*

Det ble valgt å ta en vannprøve her for å undersøke om rør fra Rema 1000 kunne være en forurensningskilde.

11) Elvas utløp i sjøen.

Målepunkter i Sagelva.

1) *Elvas start fra Hønstadvatnet.*

Her vare det mange hus rundt innsjøen og en kornåker langs starten av elven.

2) *Ved den midterste elveperlemusling undersøkelsen.* Veldig fint vann og et stykke siden påvirkning fra landbruk og eiendommer generelt.

3) *Før Engan fyllplass.*

Det ble valgt å ta en prøve her for å sammenligne den med prøven etter Engan fyllplass.

4) *Etter Engan fyllplass.*

Det ble valgt å ta vannprøven et stykke nedenfor fyllplassen.

5) *Direkte fra røret som sidebekken som renner forbi Malvik container og Gjenvinnings søppelfyllinger, er lagt inn i.*

Sidebekken går forbi to fyllplasser. Sidebekken er også påvirket av jordbruk før den kommer til Malvik Container og Gjenvinning As.

6) *Etter påvirkning fra punkt 5.*

7) *Rett før E6.*

Her er det påvirkning fra kornåker. Det er bratt ned fra kornåkeren og ned til elven.

Kantvegetasjonen var <10m. Det ble også funnet en del rør i dette området som førte mot elven.

8) *Elvas utløp i sjøen*

Vedlegg 2. Kart som viser hvor populasjonsundersøkelsene av elveperlemusling i Sagelva 2005 ble utført.

