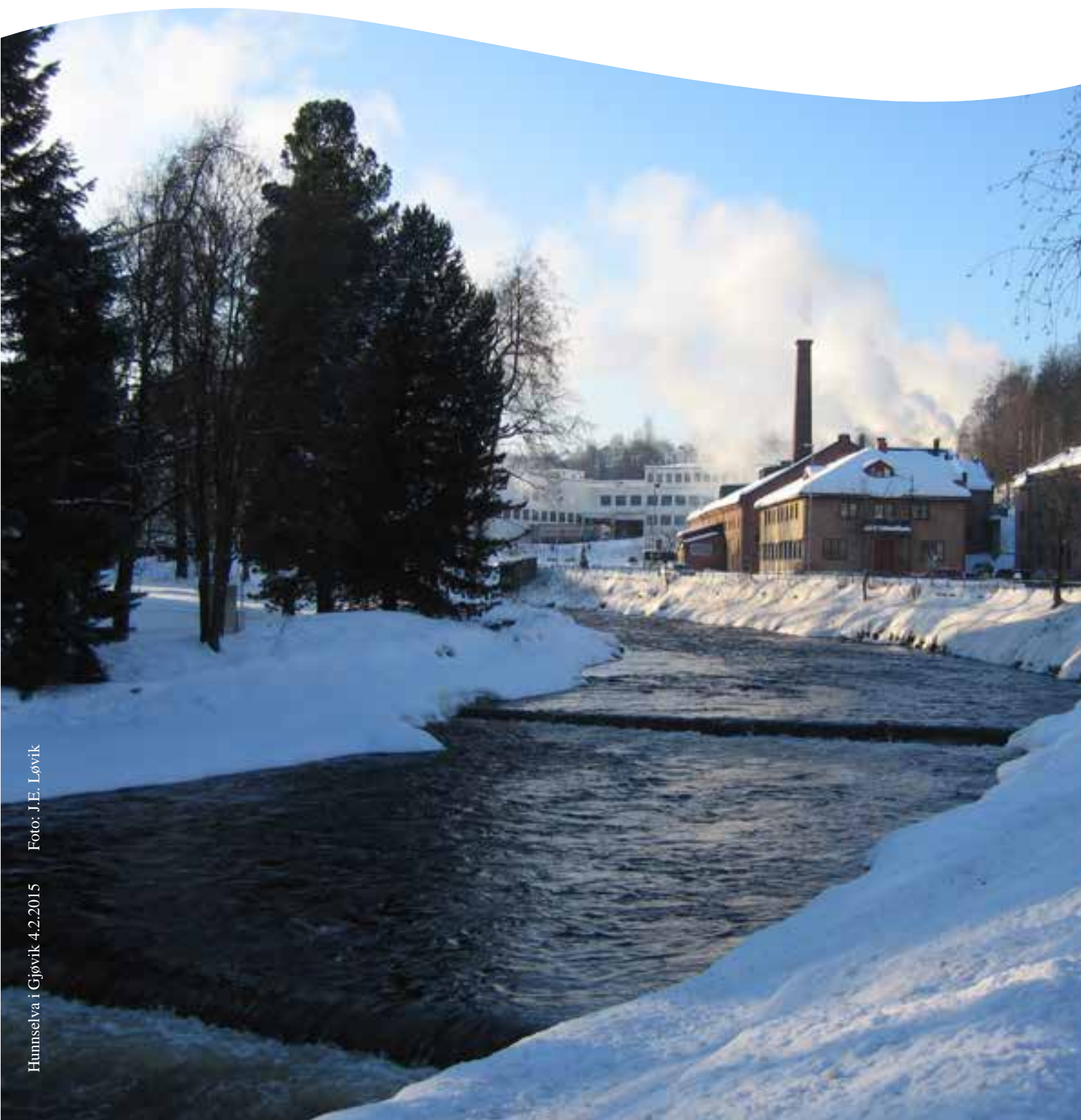


# Varmtvannsutslipp til Hunnselva – vurdering av miljøkonsekvenser



**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

Tittel Varmtvannsutslipp til Hunnselva – vurdering av miljøkonsekvenser	Løpenr. (for bestilling) 6800-2015	Dato 26.2.2015
	Prosjektnr. Undernr. O-15096	Sider Pris 19
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik og Karl Jan Aanes	Fagområde Ferskvannøkologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Eidsiva bioenergi	Oppdragsreferanse Johan M. Grinrød
---------------------------------------	---------------------------------------

**Sammendrag**

Rapporten omhandler en vurdering av mulige miljøkonsekvenser av et planlagt utslipp av vann fra Mjøsa med noe forhøyet temperatur til nedre del av Hunnselva i Gjøvik. Vannet planlegges brukt til kjøling av datahaller hos bedriften Evry. Hunnselva har en lang forhistorie med omfattende forurensningsproblematikk knyttet til utslipp fra industri, jordbruk og befolkning, og vassdraget er regulert for elektrisk kraftproduksjon. Miljøtilstanden har bedret seg markant siden 1970-tallet etter at omfattende rensetiltak har blitt etablert, men fortsatt karakteriseres den økologiske tilstanden som moderat. Planene går ut på å slippe ut en vannmengde på 50-100 m<sup>3</sup>/h (14 – 28 l/s) med en temperatur på 13-16 °C gjennom hele året. Dette vil først og fremst kunne påvirke temperaturen i elva ved lav vannføring i den kalde årstida. Våre beregninger tyder på at temperaturhevingen vil kunne bli på maksimalt 0,3 °C i perioder når vannføringen i elva er mindre enn ca. 1,5 m<sup>3</sup>/s, forutsatt full innblanding. Temperaturhevingen vil trolig ha små til ubetydelige konsekvenser for bunndyr og fisk i nedre del av Hunnselva. Vanntemperaturen i utslippet vil være betydelig lavere enn letaltemperaturen for vannlevende organismer, men på en kortere strekning like nedstrøms utslippet vil en kunne forvente endringer i utviklingstid hos f.eks. vannlevende insekter, noe som kan bety endringer i mengdeforholdet mellom arter på et begrenset område. Klekkesidspunktet for eventuell rogn av høstgytende fisk (ørret) i nærområdet til utslippet vil også forventes å inntrer noe tidligere hvis vanntemperaturen øker. Per i dag er det trolig lite eller ingen gyting av mjøsørret på den aktuelle strekningen. Eventuelle konsekvenser for annet dyreliv og for islegging antas å bli små eller ubetydelige. Effektene av et alternativt utslipp direkte til Mjøsa på 15 m dyp er vurdert til å bli små, men lokalt noe forsinket islegging og tynnere is kan ikke utelukkes ved dette alternativet.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Hunnselva	1. River Hunnselva
2. Varmtvannsutslipp	2. Warm water discharge
3. Miljøkonsekvenser	3. Environmental consequences
4. Ferskvannsbiota	4. Freshwater biota



Jarl Eivind Løvik  
Prosjektleder



Nikolai Friberg  
Forskningsleder

# **Varmtvannsutslipp til Hunnselva – vurdering av miljøkonsekvenser**

## Forord

Rapporten presenterer en vurdering av mulige miljøkonsekvenser av et planlagt utslipp av oppvarmet vann til Hunnselva i Gjøvik. Vurderingen er gjennomført på oppdrag fra Eidsiva bioenergi, og vår kontaktperson for selskapet har vært Johan M. Grinrød i Norsk energi (engasjert av Eidsiva bioenergi). Rapporten er ment å danne grunnlag for en utslippssøknad til Fylkesmannen i Oppland.

Jarl Eivind Løvik ved NIVA Innlandet har vært prosjektleder og har skrevet rapporten sammen med Karl Jan Aanes ved NIVAs hovedkontor i Oslo.

Kraftselskapet Vokks ved Helge Sandberg og Glommens og Laagens brukseierforening ved Hans Christian Udnæs har stilt vannføringsdata til vår disposisjon. Gaute Thomassen (Fylkesmannen i Oppland) og Atle Rustadbakken (NIVA) har bidratt med opplysninger om fisk, og Jon Brevik (Gjøvikregionen helse- og miljøtilsyn) har gitt opplysninger om isforhold i Hunnselva. Tom Wasenden ved Hunton har gitt opplysninger om drift ved fabrikkens samt om dyreliv i og langs Hunnselva. Odd Henning Stuen (Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver) har også bidratt med informasjon om Hunnselva, og Mette-Gun Nordheim (NIVA) har bistått med tilrettelegging av kart.

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 26. februar 2015

*Jarl Eivind Løvik*

---

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Prosjektbeskrivelse	7
<b>2. Hunnselva – vannbruk, forurensning og dyreliv</b>	<b>8</b>
2.1 Forurensninger og reguleringer	8
2.2 Fisk	9
2.3 Bunndyrsamfunnet	9
2.4 Annet dyreliv	10
<b>3. Temperaturens effekt på vannlevende dyr</b>	<b>10</b>
<b>4. Befaring langs Hunnselva</b>	<b>11</b>
<b>5. Resultater og vurderinger</b>	<b>12</b>
5.1 Alternativ 1 – utslipp i Hunnselva	12
5.2 Alternativ 2 – utslipp i Mjøsa	17
<b>6. Litteratur</b>	<b>18</b>
<b>7. Vedlegg</b>	<b>19</b>

---

## Sammendrag

Hensikten med dette prosjektet har vært å vurdere mulige miljøkonsekvenser av et planlagt utslipp av vann med noe forhøyet temperatur til Hunnselva i Gjøvik. Eidsiva bioenergi arbeider med planer om å pumpe opp kaldt vann fra 130 m dyp i Mjøsa og benytte dette til kjøling av datahaller hos bedriften Evry. En delstrøm av dette vannet planlegges levert til fabrikken Hunton (produsent av bl.a. trefiberplater), og resterende vann planlegges sluppet ut i Hunnselva ved Huntons fabrikkområde, dvs. ca. 1,3 km oppstrøms elvas utløp i Mjøsa. Vannet som slippes ut, er beregnet å holde en temperatur på 13-16 °C gjennom hele året, og det vil dreie seg om vannmengder på 50-100 m<sup>3</sup>/h, tilsvarende 14 – 28 liter pr. sekund.

Effektene på vanntemperaturen og eventuelt på dyrelivet i elva vil bli størst i den kalde årstida, anslagsvis fra oktober t.o.m. april når vanntemperaturen normalt er lav. Vi har derfor lagt hovedvekten på å vurdere mulige konsekvenser for denne perioden. Vurderingene er basert på allerede eksisterende data og kunnskap om Hunnselva, vannfaglig litteratur, erfaringer fra lignende problemstillinger samt observasjoner gjort i forbindelse med en befaring langs Hunnselva i februar 2015.

Hunnselva har en lang historie med omfattende forurensningsproblematikk. Det har imidlertid skjedd betydelige forbedringer i miljøtilstanden i den senere tid, særlig fra og med Mjøsaksjonene på 1970- og 1980-tallet da betydelige rensetiltak ble satt i verk. Økologisk tilstand er markert forbedret, men kan likevel fortsatt beskrives som moderat, og det biologiske mangfoldet innen bunndyrsamfunnet har vært forholdsvis lavt (sist undersøkt i 2012). Mjøsørret vandrer opp for å gyte i nedre del av elva, men tettheten av gytefisk og yngel ser ut til å være lav.

Ved befaringen den 4.2.2015 var det åpent vann og en vanntemperatur på 0-0,5 °C på den aktuelle strekningen. En mild vinter og reguleringene for elektrisk kraftproduksjon lengre oppe i elva kan antas å være hovedårsakene til at elva ikke var islagt, i motsetning til flere av de andre tilløpselvene til Mjøsa på denne tida. Våre beregninger tyder på at utslippet av oppvarmet vann maksimalt vil kunne resultere i en temperaturheving på ca. 0,3 °C vinterstid ved full innblanding. Dette vil kunne inntreffe i kortere perioder når vannføringen i elva er svært lav (<1,5 m<sup>3</sup>/s) i kombinasjon med maks utslipp, dvs. 16 °C og 100 m<sup>3</sup>/h. Ved mer vanlige vintersituasjoner (f.eks. median vintervannføring) vil temperaturhevingen trolig bli meget liten (ca. 0,03-0,1 °C). I praksis vil temperaturhevingen gjøre seg mest gjeldende like nedstrøms utslippet og så raskt avta suksessivt nedover elva.

Det er rimelig å anta at konsekvensene for bunndyrsamfunnet og fiskebestandene i nedre del av Hunnselva vil bli små ved det planlagte utslippet. Temperaturen i det planlagte utslippet vil være betydelig lavere enn letaltemperaturen (tålegrensen) for vannlevende organismer i denne vannforekomsten. På en kort strekning nærmest utslippet kan en likevel forvente endringer knyttet til utviklingstid f.eks. hos vannlevende insekter. Dette kan resultere i endringer i mengdeforholdet mellom arter i bunndyrsamfunnet. Klekkespunktet for eventuell rogn av høstgytende fisk (ørret) i nærområdet til utslippet vil også trolig inntre noe tidligere hvis vanntemperaturen øker. Etter det vi kjenner til, er det per i dag lite eller ingen gyting av mjøsørret på den strekningen som vil være mest utsatt for heving av vanntemperaturen vinterstid.

Vi anser ikke at det planlagte utslippet vil medføre vesentlige konsekvenser for andre dyr med tilknytning til vann slik som fossefall, mink eller bever. Utslipp av vann som hentes fra Mjøsa til Hunnselva vil bety en fortykning mht. konsentrasjonene av f.eks. fosfor, nitrogen og organisk stoff i elva. På grunn av at vannmengden som slippes ut vil være mye mindre enn vannmengden i elva, vil fortykningseffekten også være liten. Ved lav vannføring vil det likevel være et bidrag i positiv retning sett i forhold til miljømålene for vassdraget. I milde vintre vil utslippet trolig ha liten effekt med hensyn til islegging ettersom elva har en tendens til å gå åpen under slike forhold også per i dag. I vintre med lengre kuldeperioder vil utslippet muligens kunne medføre noe mer råkdannelse på strekningen like nedstrøms utslippet.

Et alternativt utslipp der vannet føres i rør direkte til Mjøsa på ca. 15 m dyp vil sannsynligvis ha svært små konsekvenser for vannmiljøet. Lokalt noe senere islegging og evt. tynnere is om vinteren kan imidlertid ikke utelukkes.

Ut fra de opplysningene vi har om det planlagte utslippet, ser konsekvensene av alternativet med utslipp til Hunnselva ut til å bli små eller ubetydelige. På denne bakgrunn anser vi dette alternativet som miljømessig forsvarlig. Det samme kan i hovedsak sies om alternativet med utslipp direkte til Mjøsa. Her kan en imidlertid ikke utelukke lokalt noe svekket is i kalde vintre når Mjøsa ellers er islagt i dette området.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Eidsiva bioenergi arbeider med å realisere et prosjekt der de tar sikte på å pumpe kaldt vann fra 130 meters dyp i Mjøsa for å kunne benytte dette til kjøling av datahaller hos bedriften Evry på Gjøvik. En delstrøm av dette vannet planlegges levert til fabrikkområdet Hunton, og resterende planlegges sluppet ut i nedre del av Hunnselva ved Huntons fabrikkområde (Grinrød 2015). Vannet som slippes ut i Hunnselva vil i den kalde årstida være noe oppvarmet i forhold til naturlig temperatur i Hunnselva.

## 1.2 Prosjektbeskrivelse

Hensikten med denne undersøkelsen har vært å vurdere hvilke miljøkonsekvenser som kan forventes i nedre del av Hunnselva som følge av et planlagt utslipp av oppvarmet vann (alternativ 1). Hovedvekten er lagt på mulige effekter på bunndyrsamfunnet og fiskebestander. Videre skulle dette sammenlignes med et annet alternativ der vannet ble ført tilbake til Mjøsa i rør med et utslipp på f.eks. 15 m dyp (alternativ 2). Vurderingene våre er i hovedsak basert på allerede tilgjengelige data og rapporter om miljøforholdene i Hunnselva samt kunnskap og erfaringer på dette fagfeltet. I tillegg ble det gjennomført en befaringslang langs nedre del av Hunnselva den 4. februar 2015. Det ble da gjort observasjoner av bl.a. isforhold og målt vanntemperatur på 7 lokaliteter.

En skisse av hovedprinsippet for de tekniske løsningene ved alternativ 1 er vist i Figur 1.



**Figur 1.** Hovedprinsipp for teknisk løsning ved alternativ 1. Gjengitt fra Grinrød (2015).

Fra Norsk energi har vi fått tilsendt følgende prosjektbeskrivelse (Grinrød 2015):

«Evry vil ha et døgnkontinuerlig kjølebehov som er tilnærmet konstant. Dette dekkes gjennom å sirkulere 175 m<sup>3</sup>/h vann gjennom varmevekslere mot Evry. Vannet varmes da opp til ca. 14 °C. Denne situasjonen er tilnærmet lik på sommer og vinter.»



*Hunton vil ha behov for anslagsvis 100 m<sup>3</sup>/h til sin produksjonsprosess. Det betyr at om lag 75 m<sup>3</sup>/h vann planlegges sluppet ut i Hunnselva. For å ha kapasitet til å dekke en fremtidig økning i kjølebehov hos Evry er det ønskelig å regne med et utslipp på opptil 100 m<sup>3</sup>/h med en temperatur på opptil 16 °C.*

*Ved rimelig normale forhold kan man dermed se for seg følgende:*

*Utslipp: 50-100 m<sup>3</sup>/h. Utslipper er rimelig stabilt, og kan små variasjoner inntreffer.*

*Temperatur: Varierer fra 13 -16 °C.»*

Den strekningen av Hunnselva som potensielt kan bli påvirket, er fra Hunton-fabrikken (Hunton-dammen) og ned til elvas utløp i Mjøsa, dvs. en strekning på maksimalt 1,25 km (se Vedlegg, Figur 9).

Ved å bruke vann fra Mjøsa til å kjøle ned datahaller hos Evry vil man erstatte strømdrevet kjøleproduksjon. Prosjektet vil ved gjennomføring redusere Evrys årlige strømbehov med flere millioner kWh (J.M Grinrød, pers. oppl.). Det varme vannet som planlegges sluppet ut utgjør et betydelig oppvarmingspotensial dersom denne effekten kunne utnyttes ved hjelp av varmeveksler. Gitt en vannstrøm på 100 m<sup>3</sup>/h og en temperaturforskjell på 14 °C (varmeuttak fra 16 °C til 2 °C), så representerer dette en effekt tilsvarende ca. 1600 kW eller en energimengde på ca. 1600 kWh ved dette effektforbruket over en periode på én time. Per i dag ser imidlertid ikke Eidsiva bioenergi at det er muligheter for å få utnyttet dette energipotensialet lokalt (Johan M. Grinrød, pers. oppl.).

## 2. Hunnselva – vannbruk, forurensning og dyreliv

### 2.1 Forurensninger og reguleringer

Følgende beskrivelse bygger for en stor del på tidligere beskrivelser gitt av Hegge (1989), Kjellberg (1994 og 1998) og Stuen (2008) med referanser.

Hunnselva har et nedbørfelt på 376 km<sup>2</sup> og er dermed fjerde største tilløpselv til Mjøsa, nest etter Gudbrandsdalslågen, Gausa og Svartelva. Elvas lengde er 51 km, og gjennomsnittlig årlig vannføring er på 6 m<sup>3</sup>/s. Vassdraget har vært utnyttet til ulike bruksformål gjennom lang tid, og det har vært avgjørende for industrialiseringen i distriktet både som elektrisk kraftkilde, til prosessvann for industrien og som resipient for jordbruk, befolkning og industri. Nedre del av elva går gjennom Gjøvik by, og vegbygging og vannkraftutbygging har medført store inngrep. Utslipp av bl.a. tungmetaller og organisk stoff fra industri samt tilførsler av næringsstoffer, tarmbakterier og organisk stoff fra befolkning og jordbruk har særlig i tidligere tider ført til en sterk forringelse av vannkvaliteten og dårlige levevilkår for fisk og andre vannlevende organismer på lange strekninger. I sin tid ble elva betegnet som Nord-Europas mest forurensede elv.

Det er tre reguleringsmagasiner og fire kraftverk i vassdraget, med en samlet årlig produksjon på 27 GWh. Innsjøen Skjelbreia i øvre deler av vassdraget er drikkevannskilde for Vestre Toten kommune, og fortsatt benyttes vannet fra deler av vassdraget til jordbruksvanning.

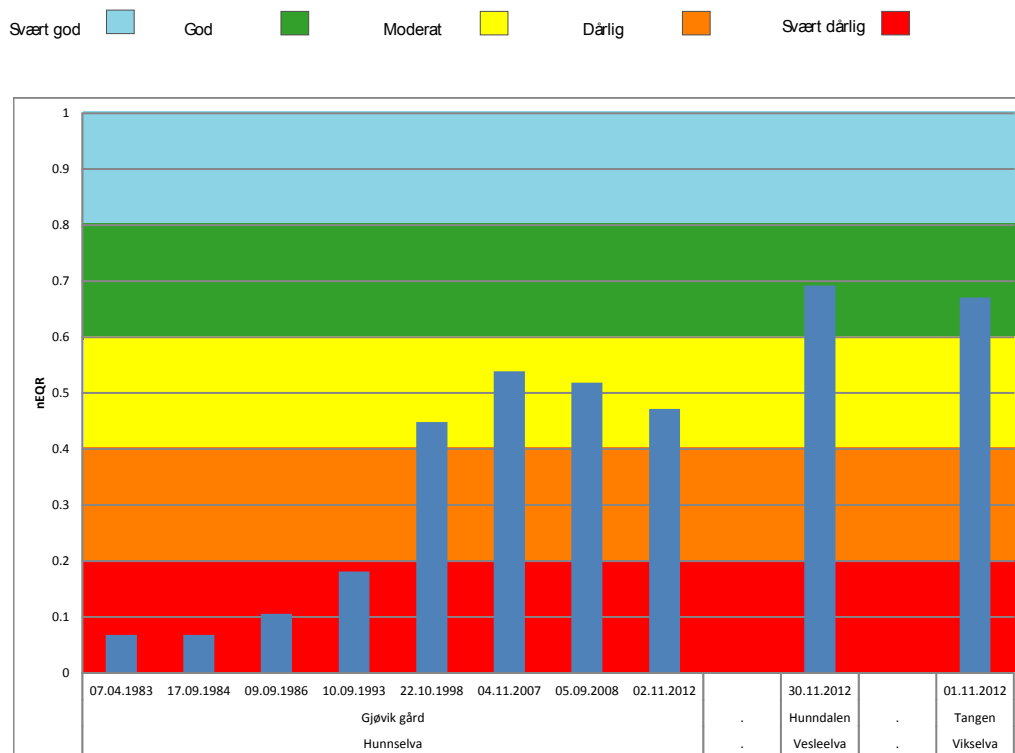
Over tid har det skjedd betydelige forbedringer i vannkvaliteten og miljøtilstanden i vassdraget. Forbedringene startet særlig i forbindelse med Mjøsaksjonene på 1970-tallet med bygging av flere renseanlegg både for industrien og for boligkloakk. Dette har gitt seg utslag i bl.a. lavere konsentrasjoner av næringsstoffer og en økning i det biologiske mangfoldet i vassdraget. Sammensetningen av begroingssamfunnet og bunndyrsamfunnet tilsa likevel bare moderat økologisk tilstand i nedre del så sent som i 2012 (Figur 2, Løvik mfl. 2013). Karakteristiske verdier for total-fosfor, total-nitrogen og tarmbakterier har i de senere årene indikert henholdsvis svært god, dårlig og svært dårlig økologisk tilstand i forhold til veileder for vannforskriften (Løvik mfl. 2015).

## 2.2 Fisk

Hegge (1989) oppgir at følgende fiskearter fins i Hunnselva: ørret, sik, abbor, ørekyt og mort. I innsjøer i vassdraget finnes i tillegg røye, gjedde og krøkle. Gjennom prosjektet «Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland» har det i den senere tid blitt foretatt jevnlig ungfiskregistreringer ved hjelp av el-fiske i nedre del av Hunnselva ved Gjøvik gård (Gaute Thomassen, Fylkesmannen i Oppland, pers. oppl.). Dette ble sist gjennomført i 2014. Videre ble det i 2009 utført registreringer av mulig ørretgyting på strekningen fra Hunton-dammen til utløpet i Mjøsa. Dette ble gjort ved hjelp av snorkling/dykking. De nevnte undersøkelsene har vist at det foregår noe oppgang og gyting av mjøsørret på strekningen; det har blitt observert årsyngel, men tettheten har vært lav. Kun 5-6 gytefisk av ørret ble registrert i forbindelse med snorklingen/dykkingen i 2009 (ved Gjøvik gård, ingen i Hunton-kulpen). Grunnet turbid vann var imidlertid observasjonsforholdene til dels dårlige da undersøkelsen ble gjennomført. Steinsmett synes å være vanlig på strekningen, og nederst mot utløpet i Mjøsa ble det observert mye karpfisk. Videre ble det registrert lake opp til Gjøvik gård.

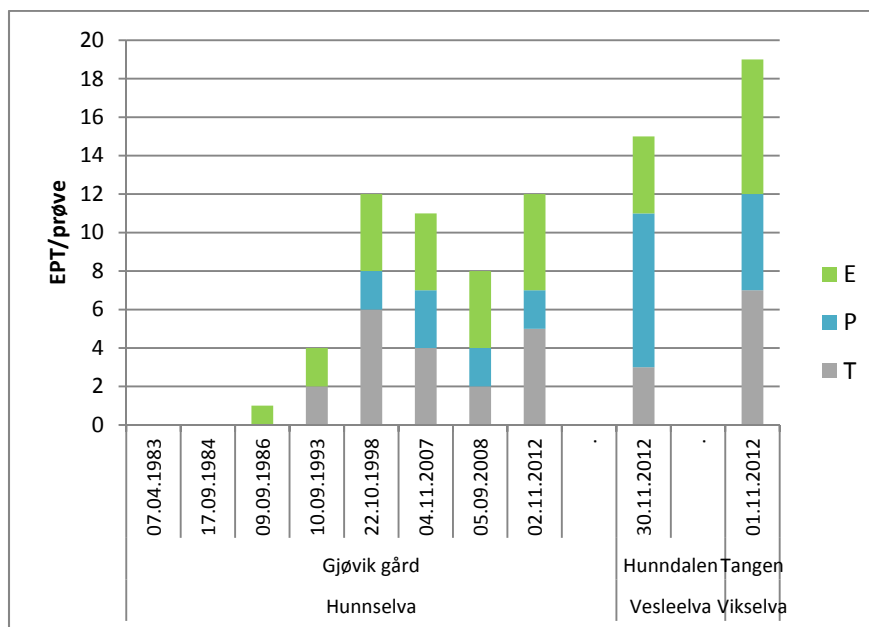
## 2.3 Bunndyrsamfunnet

Bunndyrsamfunnet i nedre del av Hunnselva ved Gjøvik gård ble undersøkt høsten 2012 (Løvik mfl. 2013). Antallsmessig var bunndyrsamfunnet dominert av fjærmygg, med et stort innslag av døgnfluer og et noe mindre innslag av fábørstemark. Grupper som vårfluer, steinfluer, snegl, igler, midd, knott, sviknott, biller og krepsdyret gråsugge (*Asellus aquaticus*) var også mer eller mindre vanlige. Antall såkalte EPT-arter brukes ofte som et mål på det biologiske mangfoldet på en lokalitet. EPT-verdien beregnes som summen av antallet arter av døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera). I 2012 var antallet EPT-arter i prøven 12. Dette er fortsatt et forholdsvis lavt antall, men EPT-verdien i Hunnselva har økt markant siden 1980-tallet (Figur 3), dvs. en klar indikasjon på at miljøforholdene har blitt betydelig bedre i løpet av denne perioden. Forbedringen synes å ha skjedd særlig fram mot slutten av 1990-tallet. Etter dette ser det ikke ut til å ha skjedd større endringer mht. det biologiske mangfoldet.



**Figur 2.** Økologisk tilstand mht. overgjødning/organisk belastning bl.a. i nedre del av Hunnselva i perioden 1983-2013 basert på bunndyrsamfunnets sammensetning. Gjengitt fra Løvik mfl. (2013).

Øvre og midtre deler av Hunnselva har en bestand av rødlistearten elvemusling (*Margaritifera margaritifera*) (Larsen og Berger 2009). Undersøkelser av bl.a. fisk og bunndyr på den aktuelle strekningen fra Hunton-dammen til utløpet i Mjøsa i den senere tid har ikke gitt indikasjoner på at elvemusling finnes på denne strekningen.



**Figur 3.** Biologisk mangfold innen bunndyrsamfunnet gitt ved antall EPT-taksa bl.a. i Hunnselvas nedre del i perioden 1983-2013. Gjengitt fra Løvik mfl. (2013).

## 2.4 Annet dyreliv

Norges nasjonalfugl fossekall er en art som er vanlig å observere i nedre deler av Hunnselva (O.H. Stuen, Vassdragsforbundet, pers. oppl.). I forbindelse med befaringen den 4.2.2015 ble flere eksemplarer av arten registrert på strekningen fra Hunton-dammen og ned mot elvas utløp i Mjøsa. For øvrig er mink og bever også vanlig i og langs elva f.eks. på Hunton-området (T. Wasenden, Hunton, pers. oppl.).

## 3. Temperaturens effekt på vannlevende dyr

Temperatur, næringstilgang og fotoperiode er av de viktigste faktorene som innvirker på livssyklus hos dyrearter i akvatiske habitater (se f.eks. oppsummering av Sweeney, 1984). Andre viktige påvirkninger er abiotiske faktorer som løst oksygen, pH, kalsium, strømhastighet og substrat samt biotiske faktorer som predasjon, konkurranse og parasittisme. Sesongmessige fluktuasjoner i temperaturen skjer normalt etter et forutsigbart mønster fra år til år i både innsjøer og elver. Den hastigheten temperaturen forandrer seg med fra sesong til sesong, er ofte høyere i elver enn i innsjøer, men den årlige variasjonsbredden i temperaturen er gjerne mindre i elver enn i innsjøer (øvre vannlag). Døgnsvingningene i temperaturen kan derimot være større i elver enn i innsjøer, særlig hvis en sammenligner med innsjøenes dypere vannlag. De dyrene som lever på et bestemt vassdragsavsnitt er tilpasset slike variasjoner i temperaturen både gjennom døgnet og fra sesong til sesong.

De fleste livshistorie-parametere slik som eggklekking og utviklingstid, larvenes veksthastighet, størrelse på voksne og fekunditet (potensiell forplantningskapasitet) påvirkes av både av temperatur og næringstilgang. Aktivitetsnivået i f.eks. næringsøk påvirkes også av temperaturen i omgivelsene. Hos mange arter er det et

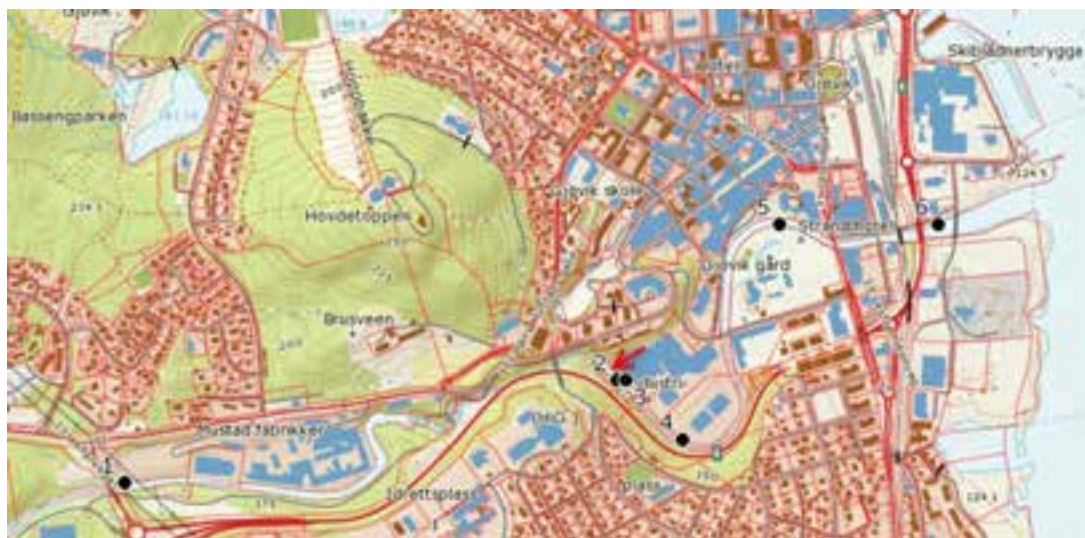
inverst forhold mellom temperatur og utviklingstida for eggene. Dette inverse forholdet kan beskrives ved hjelp av en power-funksjon for de fleste arter akvatiske insekter. Optimal konstant temperatur for eggutvikling er gjerne nær den øvre letalgrensen mht. temperatur (Sweeney 1984 m. ref.). For de fleste akvatiske insekter er det også et inverst forhold mellom temperatur og utviklingstida fra eggene er klekket til voksent individ er utviklet. Den raskere utviklingstida ved høge temperaturer henger sammen med kortere varighet av de enkelte larvestadiene, eller med en reduksjon i både antall stadier og i varigheten av hvert stadium. Videre innvirker temperaturen både på fødeinntak og assimilasjonen av næringen. Ulike arter kan respondere på økning i temperaturen enten ved redusert eller ved økt fødeopptak.

Vanntemperaturen i elva påvirker klekketidspunktet for f.eks. ørretegg nedgravd i grusen, og endringer av temperaturen vil kunne medføre fremskutt eller forsinket klekking. Tidspunkt for gyting og eggenes utviklingshastighet er tilpasset temperaturregimet (døgngrader = varmesum) i den spesifikke elva slik at klekketidspunktet klaffer med tilgang av næringsdyr når ørretlarvene har brukt opp plommesekken og kommer opp av grusen utpå våren (A. Rustadbakken, NIVA, pers. oppl.). Temperatureksperimenter på egg fra laksefisk har vist at en rekke fysiologiske prosesser under embryoutviklingen også påvirkes av temperaturregimet underveis (Jordan's rule) slik at f.eks. organstørrelser, skjelett, cellestruktur og genuttrykk påvirkes (studier oppsummert i Jonsson and Jonsson (2011), side 140-150).

Forskning på norske ørretstammer har vist at veksthastigheten etter yngelstadiet øker med stigende temperatur opp til et visst nivå, optimaltemperaturen, for deretter å avta markant (Borgstrøm mfl. 1995). For de undersøkte stammene i den siterte studien var dessuten temperaturen for maksimalt næringsopptak nær optimaltemperaturen for vekst. Videre så vekst i forhold til temperatur ut til å være forskjellig for ulike ørretpopulasjoner, dvs. at det er en evolusjonær tilpasning til et liv under ulike temperaturregimer.

## 4. Befaring langs Hunnselva

Figur 4 viser oversiktskart over nedre deler av Hunnselva og prøvestasjoner benyttet ved befaringen den 4. februar 2015. Under befaringen ble det gjort observasjoner over isforhold på strekningen fra oppstrøms Mustad fabrikk til utløpet i Mjøsa. Videre ble det målt vanntemperatur (med termometer) og tatt bilder på 6 stasjoner langs den samme strekningen.



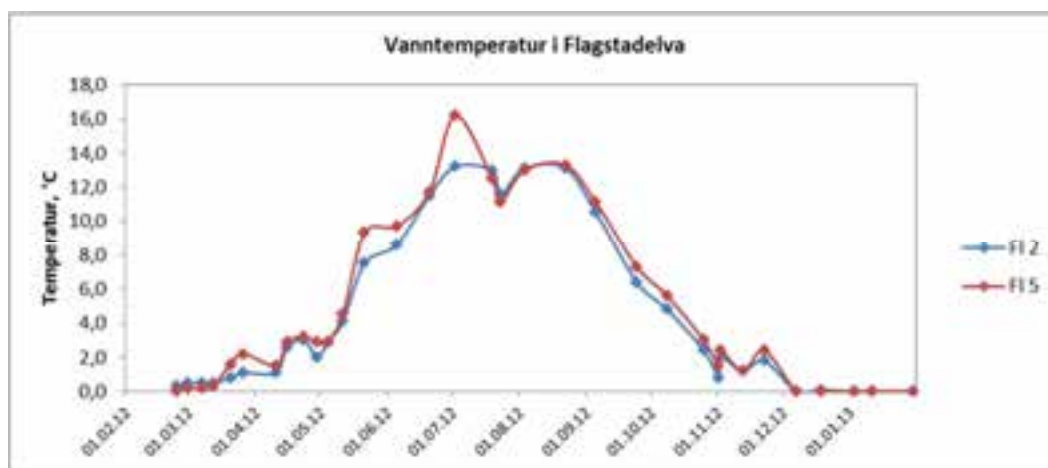
**Figur 4.** Oversiktskart over nedre deler av Hunnselva med prøvestasjoner. Kartkilde: <http://kart.statkart.no/>. Rød pil viser plasseringen av planlagt utslippspunkt. Se også kart i Figur 9 i Vedlegg.

## 5. Resultater og vurderinger

### 5.1 Alternativ 1 – utslipp i Hunnselva

Et utslipp av vann til Hunnselva med en temperatur på 13-16 °C gjennom hele året vil potensielt kunne påvirke temperaturforholdene i elva først og fremst ved lav vannføring i vinterhalvåret når vanntemperaturen i elva i utgangspunktet er lav. En vanntemperatur på 13-16 °C er langt lavere enn det som kan antas å være letaltemperaturen eller tålegrensen for de vannlevende organismene som vil være aktuelle i denne vannforekomsten. Spørsmålet blir mer hvordan organismene responderer på en slik temperatur i den kalde årstida, og hvor stor del av elva som berøres av temperaturøkningen. Utslippets effekt på temperaturen i elva vil være meget liten ved høyere vannføringer og i deler av året når vanntemperaturen i elva vanligvis er relativt høy. På denne bakgrunn er det i hovedsak påvirkninger i vinterhalvåret som vil bli diskutert i det følgende.

Figur 5 viser vanntemperaturen på to stasjoner i ei nærliggende elv, Flagstadelva på østsida av Mjøsa. Dette som en illustrasjon på temperaturforløpet gjennom året i ei sammenlignbar elv.



**Figur 5.** Sesongutvikling i vanntemperatur på to stasjoner i nedre del av Flagstadelva, Hamar kommune i 2012-2013. Kilde: Løvik (2013).

Da befaringen ble gjennomført langs Hunnselva var det vinterlige forhold, lettskyet, pent vær og -7 °C i luften, og det var anslagsvis 0,3-0,6 m snø i området. Elva hadde åpent vann på alle stasjoner som ble undersøkt på hele strekningen fra Mustad fabrikk til utløpet i Mjøsa (Tabell 1, Figur 6).

**Tabell 1.** Oversikt over prøvestasjoner, isforhold og vanntemperaturer ved befaring langs Hunnselva den 4.2.2015.

St. nr.	Lokalitet	UTM-sone 32		Isforhold	Temp., °C	Foto nr.
		Øst	Nord			
1	Oppstrøms Mustad	590765	6740404	Åpent	0,0	7614
2	Nedstrøms Hunton-kulpen, S-sida	591775	6740713	Åpent	0,0	7608-7611
3	Nedstrøms Hunton-kulpen, N-sida	591792	6740714	Åpent	0,5	7612
4	Hunton, v. utendørs lager, N-sida	591924	6740602	Åpent	0,1	7613
5	Gjøvik gård (gangbru), N-sida	592086	6741070	Åpent	0,0	7603-7605
6	Mc Donald's, N-sida	592416	6741100	Åpent	0,0	7602



**Figur 6.** Bilder tatt ved befarings langs nedre deler av Hunnselva 4.2.2015. Foto: J.E. Løvik.

Samme dato var det i hovedsak islagt med enkelte råker i nedre deler av nærliggende elver som Stokkelva, Brumunda og Flagstadelva. Årsaken til at det var åpent vann i Hunnselva var trolig at det så langt har vært en mild vinter, samt at elva er omfattet av betydelige reguleringer for kraftproduksjon, noe som innebærer relativt høy vannføring vinterstid.

Den 4.2.2015 var vanntemperaturen 0,0 °C på alle prøvestasjonene, unntatt på stasjon 3 og 4 langs nordsida av elva nedstrøms Hunton-kulpen der det ble målt henholdsvis 0,5 °C og 0,1 °C. I følge opplysninger fra Hunton har «bakvatnet» fra prosessene ved fabrikken trolig en temperatur på ca. 40 °C når det forlater fabrikken (vedlikeholdssjef Tom Wasenden, pers. oppl.). Mengden vann som slippes ut varierer uregelmessig, men det ble observert utslipp da befaringen ble gjennomført. Det er derfor rimelig å anta at temperaturøkningen vi registrerte på den nevnte strekningen, hadde sammenheng med utslipp av varmt vann fra fabrikken.

Kraftselskapet Vokks har siden 2012 gjennomført kontinuerlige vannføringsmålinger i Hunnselva ved Åmot kraftstasjon, og selskapet har velvilligst stilt vannføringsdata til vår disposisjon i denne vurderingen. Et stykke nedstrøms Åmot kraftstasjon kommer sidevassdraget Vesleelva inn. Vassdraget har et nedbørfelt som er på om lag 17 % av hele Hunnselvas nedbørfelt. For å få et grovt estimat på vannføringen i nedre deler av Hunnselva har vi her benyttet vannføringsdata fra Vismunda, en annen tilløpselv til Mjøsa litt nord for Hunnselva. Vannføringsdata for denne elva er stilt til vår disposisjon av Glommens og Laagens brukseierforening (GLB) i forbindelse med prosjektet «Overvåking i vannområde av Mjøsa» som organiseres og finansieres av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver.

Vannføringen i nedre del av Hunnselva er her beregnet som summen av målt vannføring ved Åmot kraftstasjon og vannføringen i Vesleelva (Figur 7). Videre er vannføringen i Vesleelva her beregnet som vannføringen i Vismunda skalert med en faktor lik forholdet mellom størrelsene på Vesleelvas nedbørfelt og Vismundas nedbørfelt (0,34).



**Figur 7.** Variasjon i midlere døgnvannføring i nedre del av Hunnselva for perioden 1.10.2012-1.2.2015. Datakilder: Vokks og GLB. Beregning av sum vannføring ved NIVA (se ovenfor).

Den tida av året da et varmtvannsutslipp kan ha størst effekt, defineres her som den perioden da vanntemperaturen kan antas å være ca. 3 °C og lavere, dvs. sannsynligvis i perioden fra ca. midten av oktober til ut april (jf. Figur 5). I Tabell 2 er karakteristiske verdier for vannføring i Hunnselva i den kalde årstida gitt for de årene vi har data fra.

**Tabell 2.** Karakteristiske vannføringsverdier for nedre del av Hunnselva i den kalde årstida.

Periode	Min m <sup>3</sup> /s	Maks m <sup>3</sup> /s	Middel m <sup>3</sup> /s	Median m <sup>3</sup> /s
15.10.2012-30.4.2013	2,4	26,2	6,4	4,2
15.10.2013-30.4.2014	1,3	23,0	6,0	4,3
15.10.2014-1.2.2015	3,6	34,4	8,3	4,3

I Tabell 3 er beregnede temperaturer i Hunnselva med et utslipp av varmt vann i «den kalde årstida» vist. Disse verdiene må oppfattes som en illustrasjon på mulig temperaturøkning i et vannvolum der utslippet i en gitt tidsenhet (f.eks. én time) er blitt fullstendig innblandet i det vannvolumet som Hunnselva har transportert i løpet av den samme tidsenheten. Videre er det forutsatt at det ikke var ytre påvirkning på vanntemperaturen, f.eks. nedkjøling ved lave lufttemperaturer eller oppvarming ved solinnstråling og/eller høy lufttemperatur.

I Tabell 3 er vannføringer regnet om fra m<sup>3</sup>/s (jf. Tabell 2) til m<sup>3</sup>/h ved å multiplisere med 3600. Vi har gjort beregninger for 12 ulike scenarier, dvs. ved tre ulike vannføringer i Hunnselva (minimum, median og middel for «den kalde årstida»), ved 0 °C og 3 °C vanntemperatur i Hunnselva samt ved lavt utslipp (50 m<sup>3</sup>/h og 13 °C) og maks utslipp (100 m<sup>3</sup>/h og 16 °C). Som minimum, median og middel vannføring har vi benyttet de laveste årsverdiene gitt i Tabell 2. Minimum vannføring og maks utslipp vil angi «worst case».

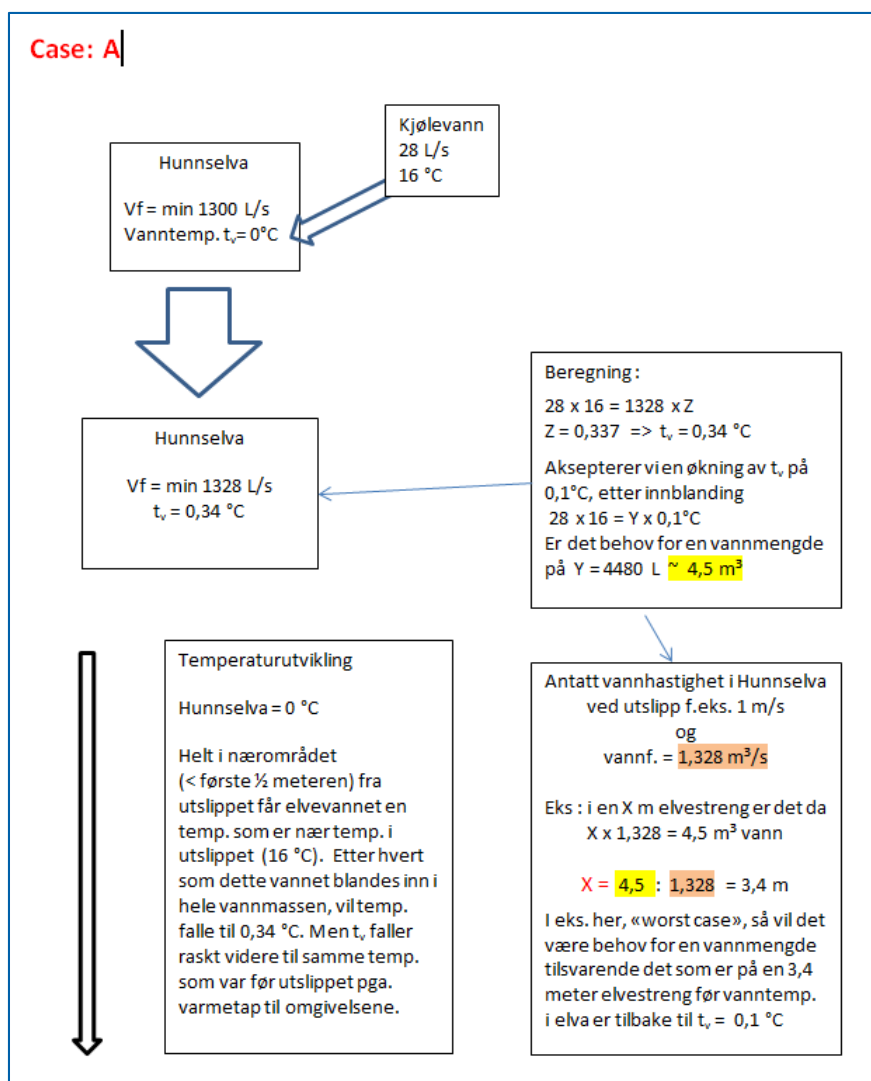
Resultatene av beregningene indikerer en temperaturøkning på fra 0,02 °C til 0,33 °C. Minst temperaturøkning blir det ved 3 °C i elva, midlere vannføring og lavt utslipp, dvs. 50 m<sup>3</sup>/h og 13 °C. Størst temperaturøkning blir det ved minimum vannføring og 0 °C i elva samt maks utslipp dvs. 100 m<sup>3</sup>/h og 16 °C. Vi har ikke gjort beregninger av temperaturendring ved høyere enn midlere vintervannføring ettersom et utslipp da ser ut til å ville få svært liten effekt (<0,1 °C økning). I praksis vil utslipp av varmt vann gjøre seg mest gjeldende nærmest utslippet, og effekten i form av økt vanntemperatur vil avta suksessivt nedover elva. Hvor langt nedover elva effekten vil gjøre seg gjeldende, avhenger særlig av vannføringen, men også av vanntemperaturen, turbulens i vannet og omgivelsenes temperatur. Slippes det varme vannet ut konsentrert ved den ene elvebredden, kan en forvente at oppvarmingseffekten vil være merkbart lengre nedover i elva enn om vannet ble sluppet ut sentralt i elva eller eventuelt fordelt på flere punkter i elvas tverrsnitt (diffusor). Et nedgravd utløpsrør med flere åpninger vil føre til rask innblanding av det oppvarmede vannet og til at temperaturen i elva «normaliseres» over en kort strekning.

**Tabell 3.** Beregnet temperaturøkning i Hunnselva ved ulike scenarier mht. utslippets størrelse og temperatur samt ved ulike vannføringer i elva.

	Lavt utslipp	Maks utslipp
Vannutslipp, m <sup>3</sup> /h	50	100
Temperatur på utslipp, °C	13	16
Vannføring Hunnselva, min., m <sup>3</sup> /h	4680	4680
Vannføring Hunnselva, median, m <sup>3</sup> /h	15120	15120
Vannføring Hunnselva, middel, m <sup>3</sup> /h	21600	21600
Sum vannføring, min., m <sup>3</sup> /h	4730	4780
Sum vannføring, median, m <sup>3</sup> /h	15170	15220
Sum vannføring, middel, m <sup>3</sup> /h	21650	21700
<b>Antatt lav temperatur i Hunnselva u/utslipp, °C</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, min. vf., °C	0,14	0,33
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, median vf., °C	0,04	0,11
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, middel vf., °C	0,03	0,07
<b>Antatt "høy" temperatur i Hunnselva u/utslipp, °C</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, min. vf., °C	3,11	3,27
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, median vf., °C	3,03	3,09
Beregnet temperatur i Hunnselva m/utslipp, middel vf., °C	3,02	3,06



Det er vanskelig å si sikkert hvor lang strekning som i praksis vil bli påvirket. Figur 8 viser et regneeksempel der vi har tatt utgangspunkt i maks utslipp og maks temperatur i utslippet samt lav vintervannføring i Hunnselva.



**Figur 8.** Regneeksempel som illustrerer temperaturendring i Hunnselva som følge av et utslipp på 28 l/s med en temperatur på  $16^\circ\text{C}$  vinterstid ved lav vannføring («worst case»).

Med bakgrunn i betraktningene ovenfor er det rimelig å anta at effektene på bunndyrsamfunnet og fisk i Hunnselva vil være små og begrenset til den aller nærmeste strekningen nedstrøms utslippet. I området nærmest utslippet kan en ikke utelukke endringer i livssyklusforløpet av enkelte arter, noe som i neste omgang også kan tenkes å påvirke mengdeforholdet mellom arter innen bunndyrsamfunnet. Klekkespunkt for eventuell fiskerogn av høstgytende fisk (ørret) vil her kunne inntre tidligere, og næringstilbudet for nyklekt fiskeyngel vil kunne være endret sammenlignet med i ei elv uten varmtvannsutslipp. Dette vil gjelde et svært begrenset område.

Til sammenligning kan nevnes en vurdering av virkninger på bunndyr og fisk av et varmtvannsutslipp i Akerselva i Oslo (Brabrand og Saltveit 2013). Her var imidlertid problemstillingen at utslippet ville foregå i sommerhalvåret, ved behov for kjølevann i perioden mai-september. Beregninger indikerte der en maksimal temperaturheving på  $2^\circ\text{C}$  etter full innblanding fra varmesentralene. Dette ville inntreffe ved

maksimal kjøling, og når vannføringen i Akerselva var lik minstevannføringen på 1,5 m<sup>3</sup>/s. Forfatterne konkluderte bl.a. med at temperaturheving muligens kunne gi en liten, men positiv respons i form av økt vekst av laks og ørret på forsommeren fordi temperaturen i elva på den tida var lavere enn optimaltemperaturene på henholdsvis 13 °C for ørret og 16 °C for laks. Virkningen ville imidlertid bli negativ, og større, senere på sommeren når kjølebehovet var større og temperaturen på ellevannet passerte optimaltemperaturene. Videre konkluderte de med at det trolig ville bli endrete mengdeforhold mellom arter av bunndyr (ingen arter utryddes), uforandrete eller bedre forhold for kreps, bedre vekst og økte bestander av fiskearter som ørekyt, mort, abbor og gjedde samt redusert bestand av ørret og laks.

Det vil kunne bli noe mindre islagt areal av Hunnselva og mer åpent vann nedstrøms utslippet i kalde vintre. I mildere vintre (f.eks. slik som vinteren 2014/2015) vil det trolig ikke bli noen merkbar forskjell ettersom Hunnselva går åpen på den aktuelle strekningen. Vi kan ikke se at et eventuelt utslipp av varmt vann av denne størrelsesorden vil kunne ha noen negative konsekvenser for f.eks. fossefall eller annet dyreliv på den aktuelle strekningen.

Utslipp av vann fra Mjøsa til Hunnselva vil bety en fortykning med hensyn til konsentrasjonen av f.eks. næringsstoffer som fosfor og nitrogen i ellevannet, trolig også for organisk stoff. Middelerdiene for total-fosfor og total-nitrogen i 2014 var på henholdsvis 5 µg P/l og 385 µg N/l i Mjøsa ved stasjon Kise mot 20 µg P/l og 1364 µg N/l i nedre del av Hunnselva (Løvik mfl. 2015). Fortyningseffekten vil være liten på grunn av den store forskjellen i vannmengde mellom utslippet og elva, men den vil bety en påvirkning i positiv retning i forhold til miljømålene for Mjøsas tilløpselver mht. overgjødsling.

## **5.2 Alternativ 2 – utslipp i Mjøsa**

Det er skissert et alternativ 2 der overskuddsvannet ledes tilbake til Mjøsa og slippes ut på ca. 15 meters dyp. På dette dypet vil temperaturen i Mjøsa variere fra <2 °C på vinterstid hvis Mjøsa er islagt til ca. 15 °C i august-september (Løvik mfl. 2013 og 2015). Tatt i betraktning de store vannmengdene som utslippet vil blandes inn i, samt omfattende bevegelser og strømninger i Mjøsas vannmasser, vil vi anta at et slikt utslipp ikke vil ha noen effekt av betydning på de fysiske, kjemiske eller biologiske forholdene i Mjøsa i den isfrie perioden. Ettersom vann ved en temperatur på 13-16 °C er lettere enn vann ved 0-4 °C vil det oppvarmede vannet stige mot overflaten når Mjøsas vannmasser sirkulerer eller Mjøsa er islagt. Vi kan derfor ikke helt utelukke at dette i gitte situasjoner kan medvirke til lokalt litt senere islegging eller eventuelt noe svakere is på vinterstid.

## 6. Litteratur

- Borgstrøm, R., Johnsson, B. og L'Abée-Lund, J.H. (red.) 1995. Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet «Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag» (FFT). Norges forskningsråd. ISBN 82-12-00489-9. 268 s.
- Brabrand, Å. og Saltveit, S.J. 2013. Bruk av Akerselva for energitveksling med Avantors bygningsmasser i Nydalen. En vurdering av virkning på bunndyr og fisk. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Rapport nr. 23. 23 s.
- Grinrød, J.M. 2015. Forespørsel: miljøkonsekvens ved vannutslipp i Hunnselva. Notat til NIVA fra Norsk energi. Klient: Eidsiva bioenergi. Datert 23.01.2015. 2 s.
- Hegge, O. 1989. Vassdragsreguleringer og fisk i Oppland. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. 10/89. 136 s.
- Jonsson, B. og Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: Habitat as a Template for Life Histories. Springer.
- Kjellberg, G. 1994. Biologisk befaringsundersøkelse av Hunnselva i 1993. NIVA-rapport, l.nr. 3050. 30 s.
- Kjellberg, G. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1997. NIVA-rapport 3847-98. 97 s.
- Larsen, B.M. og Berger, H.M. 2009. Overvåking av elvemusling i Norge. Årsrapport for 2008: Hunnselva, Oppland. NINA Rapport 443. 29 s.
- Løvik, J.E. 2013. Påvirkning fra vegsalting langs E6 på Flagstadelva i Hamar. NIVA-rapport 6484-2013. 23 s.
- Løvik, J.E., Brettum, P., Bækken, T. og Kile, M.R. 2013. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Årsrapport/datarapport for 2012. NIVA-rapport 6519-2013. 85 s.
- Løvik, J.E., Bækken, T., Kile, M.R. og Skjelbred, B. 2015. Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Årsrapport/datarapport for 2014. NIVA-rapport, under utarbeidelse.
- Stuen, O. 2008. Tiltaksanalyse for Vannområde Hunnselva. Første planperiode. Arbeidsutvalget for Vannområde Hunnselva. 44 s. [www.vassdragsforbundet.no](http://www.vassdragsforbundet.no)
- Sweeney, B.W. 1984. Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. I: Resh, V.H. og Rosenberg, D.M. (red.). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers. ISBN 0-03-059684-X: 625 s.

## 7. Vedlegg



**Figur 9.** Kart som viser skissert trasé for den planlagte vannledningen fra Mjøsa, til Evry og til utslipp i Hunnselva ved Hunton. Gjengitt fra Eidsiva bioenergi.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)