

NIVA



RAPPORT LNR 4168-2000

Resipientundersøkelse i
Hattemakerbekken i
forbindelse med overløp
av sigevann og råkloakk
fra Heggvin avfallsplass,
Hedmark

Sluttrapport for undersøkelser i
1998 og 1999



Flyfoto av Heggvin avfallsplass

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Resipientundersøkelsen i Hattemakerbekken i forbindelse med overløp av sigevann og råkloakk fra Heggvin avfallsplass, Hedmark.	Løpenr. (for bestilling) 4168-2000	Dato februar 2000
	Prosjektnr. Undernr. 0-98182	Sider Pris 33
Forfatter(e) Gösta Kjellberg Odd Nymo	Fagområde Limnologi	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) HIAS - Hedemarken interkommunale VAR-selskap	Oppdragsreferanse Arvid Wahl
--	---------------------------------

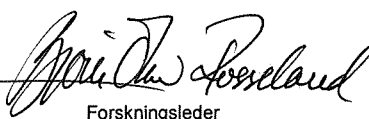
Sammendrag

Rapporten gir en beskrivelse av påvirkningen av et større utslipp av sigevann/avløpsvann fra Heggvin avfallsplass til en mindre bekk "Hattemakerbekken". Utslipet som varte i 68 døgn skjedde fra en pumpekum som ligger i Hattemakerbekkens øvre del. Øvre deler av Hattemakerbekken ble sterkt påvirket av fersk fekal forurensning. Videre medførte utslipp av næringssalter og lettredbrytbar organisk stoff til oksygensvikt, hydrogensulfidproduksjon og stor forekomst av heterotrofe begroingsorganismer. Mestparten av Hattemakerbekken ble biologisk sett totalskadet. Utslipet medførte også til at bekkene ble tilført potensielle miljøgifter. Utslipet av miljøgifter var likevel lite og vil høyest sannsynligvis ikke medføre fremtidige problem.

Hattemakerbekken ble berørt av utslippet f.o.m. den 26. juni i 1998 t.o.m. høsten 1999, dvs i litt over et år. F.o.m. november i 1999 kan ingen effekter fra utslippet spores bortsett fra at det fortsatt ligger igjen en del næringsrikt slam i bekkens kildeområde. Hattemakerbekken er likevel fortsatt klart forurenset fra lokale forurensningskilder som boligkloakk og/eller sigevann fra gjødselkjellere.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utslipp av sigevann og råkloakk 2. Kjemiske forhold 3. Hygieniske forhold 4. Biologiske forhold 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seepage and sewage discharge 2. Water chemistry 3. Sanitary conditions 4. Water biology
--	--


Prosjektleder


Forskningsleder


Forskningsjef

0 - 98182

**Resipientundersøkelse i Hattemakerbekken i
forbindelse med overløp av sigevann og råkloakk fra
Heggvin avfalls plass, Hedmark.**

Sluttrapport for undersøkelsene i 1998 og 1999.

Saksbehandler: Gösta Kjellberg

Medarbeidere: Mette -Gun Nordheim
Harry Efraimsen
Odd Nymo
Terje Skramstad

Forord

Resipientundersøkelsen i Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva i 1998 og 1999 er gjennomført på oppdrag av Hias - Hedmarken interkommunale VAR-selskap etter pålegg av den 4. september gitt av Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Thor Anders Nordhagen har vært kontaktperson for fylkesmannen og Arvid Wahl har vært kontaktperson for oppdragsgiver. Prosjektet er gjennomført i henhold til programforslag utarbeidet av NIVA av 8. September 1998. Denne rapporten er en sluttrapport som omhandler de undersøkelser som ble utført i Hattemakebekken og berørte del av Svartelva høsten 1998 og sommeren og høsten i 1999.

Arbeidet er utført av NIVA's Østlandsavdeling i samarbeid med Odd Nymo Teknisk Hygiene, Hamar, Løten og Stange kommuner. O.Nymo har hatt ansvar for de bakteriologiske undersøkelser og de hygieniske vurderinger. Gösta Kjellberg ved NIVA har vært prosjektleder og ansvarlig for gjennomføring av øvrige deler av prosjektet. Norconsult AS, Hamar har bidratt med beregning av utslippets varighet samt beregning av total utløpsmengde. De kjemiske analyser av sige- og kloakkvannet som kommer fra Heggvin avfallsplass er utført av LabNett, Hamar og Miljø-kjemi, Norsk Miljø Senter i Oslo. Analyse av organiske mikroforurensninger i sediment er utført på NIVA's laboratorium i Oslo. Analyse av halvmetallet arsen og tungmetaller i sediment er utført av Svensk Grundämnesanalys AB i Luleå i Sverige. Bearbeidelse og vurdering av foreliggende materiale samt rapportskrivning er utført av personalet (G.Kjellberg, Jarl Eivind Løvik, Mette-Gun Nordheim og Sigurd Rognerud) ved NIVA's Østlandsavdeling i samarbeid med O. Nymo og T.A.Nordhagen.

Prosjektleder vil takke alle for et godt samarbeid

Ottestad, februar 2000.

Gösta Kjellberg

Innhold

Sammendrag og konklusjon	5
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Formål	9
2. Materiale og metoder	10
2.1 Undersøkelser i 1998.	10
2.2 Undersøkelser i 1999.	10
3. RESULTATER OG DISKUSJON.	12
3.1 RESULTATER FRA UNDERSØKELSENE I 1998.	12
3.1.1 Avløpsvannets sammensetting.	12
3.1.2 Tidspunkt for start av utslippet og utslippsmengde.	12
3.1.3 Sedimentprøver fra området ved pumpekummen.	12
3.1.4 Beregnet utslippsmengde.	13
3.1.5 Hygieniske forhold i Hattemakerbekken og i berørte drikkevannsbrønner.	15
3.1.6 Biologisk tilstand i Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva.	15
3.1.7 Elfiskeundersøkelser.	18
3.2 RESULTATER FRA UNDERSØKELSENE I 1999.	18
3.2.1 Hygieniske forhold i Hattemakerbekken.	18
3.2.2 Biologisk tilstand i Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva.	18
3.2.3 Elfiskeundersøkelser.	19
3.3 Risikoanalyse/miljøkonsekvensanalyse.	19
4. Litteratur	20
5. Vedlegg 1.	21
6. Vedlegg 2.	27

Sammendrag og konklusjon

Denne undersøkelsen har hatt som formål å gi en beskrivelse av påvirkningen av et større utslipp av sigevann/avløpsvann fra Heggvin avfallsplass i Hamar kommune til Hattemakerbekken. Bekken som er ca. 8 km lang renner ned til Svartelva. Svartelva renner via Åkersvika Naturreservat ut i Mjøsa. Eventuelle forurensningseffekter i berørte del av Svartelva skulle også dokumenteres. Videre skulle det foretas en miljørisikoanalyse i forbindelse med eventuelle større utslipp av miljøgifter som arsen, tungmetaller, nonylfenoler og organiske mikroforurensninger i såvel Hattemakerbekken, Svartelva, Åkersvika Naturreservat som i Mjøsa.

Hovedkonklusjonene fra utførte undersøkelser i 1998 og 1999 er:

- Utslipet har skjedd fra en pumpekum i skogen ca 500 m vest for Heggvin avfallsplass like ved Østhagen/Grytting. Herifra har et blandet avløpsvann bestående av sigevann fra fyllplassen samt råkloakk og spill-/gråvann fra administrasjonsbygget gått ut i et mindre utgrøftet sumpkogsområde som utgjør øverste del av Hattemakerbekken.
- Utslipet har pågått fra 26. juni til 1. september. Dvs. i alt i 68 døgn.
- I alt har Hattemakerbekken i perioden 26. juni til 1. september blitt tilført en avløpsvannmengde på ca. 5000 m³. Dette tilsvarte ca 11% av årlig kloakk-/sigevannsmengde fra avfallsplassen i 1998.
- Avløpsvannet som ble ført bort fra avfallsplassen i den perioden det var utslipp var svakt surt (pH 6,6), ionerikt (ledningsevne på nær 600 mS/m) og inneholdt store mengder med organiske stoffer, nitrogenforbindelser (særlig amonium), jern og til dels fosfor. Forholdet BOF/KOF = ca. 0,5 viste at mye av det organiske stoffet var biologisk lett nedbrytbart. Råkloakken bidro til at overløpsvannet var rikt på tarmbakterier, dvs fersk fekal forurensning.
- Avløpsvannet inneholdt også oljerelaterte forbindelser (bl.a. BTEX), fenoler, østrogene stoffer (nonylfenoler), metaller og organiske mikroforurensninger. Særlig sink men også bor og aluminium forekom i relativt høye konsentrasjoner mens arsen og mer miljøfarlige tungmetaller som bly, kadmium og kvikksølv samt klorerte organiske stoffer (AOX) og hydrokarboner (bl.a. PAH'er) forekom i lave til moderat høye konsentrasjoner. Det ble ikke påvist polyklorerte bifenyler (PCB) eller transiner (plantevernmidler) i vannprøvene fra sigevannet men analyser av sediment tatt like ved pumpekummen indikerte noe utslipp av PCB.
- Utslipet førte til at enkelte trær i sumpskogområdet like ved pumpekummen døde. Sannsynlig årsak til dette var at trærne tok opp jernforbindelser og/eller fikk brist på oksygen.
- Da avløpsvannet fra Heggvin i perioden 26. juni til 1. september gikk ut i Hattemakerbekken var øvre del av bekken sterkt påvirket av fersk fekal forurensning, og det ble registrert høye konsentrasjoner av termotolerante koliforme tarmbakterier. Også øvrige deler av bekken var påvirket, men her tilkommer lokale kilder fra separatanlegg i spredt bebyggelse som gjør det vanskelig å bedømme effekten av selve utslippet. Den private drikkevannsbrønnen ved Jevnaker var markert påvirket av fersk fekal forurensning, men det er ikke mulig å si om denne forurensning kom fra Hattemakerbekken. Berørte drikkevannsbrønner ved Balke og Torp samt vanningsdammen ved Balke var ikke påvirket av fekal forurensning. Ved prøvetakingstidspunktet i november i 1998 var øvre delen av Hattemakerbekken lite påvirket av fekal forurensning mens det var betydelig tilførsel av fersk fekal forurensning i bekken ved Balke. I juli i 1999 var det fortsatt indikasjon på fersk fekal forurensning i bekkens øvre del og den var i betydelig grad påvirket av fersk fekal forurensning ved Balke og ned mot Hestvoll. Nedstrøms Hestvoll og videre ble

forholdene noe bedre, men bekken var fortsatt klart påvirket av fersk fekal forurensning helt ned til samløpet med Svartelva. I november i 1999 ble det registrert noe fersk fekal forurensning i Hattemakerbekken oppstrøms Jevnaker, men påvirkningsgraden kan betegnes som liten (<10 termotolerante koliforme bakterier/100 ml). F.o.m. høsten 1999 utgjør derfor ikke utslippet fra Heggvin lengre noen direkte hygienisk risiko for Hattemakerbekken. Ved Balke og videre nedstrøms var bekken likevel fortsatt markert påvirket av fersk fekal forurensning. De utførte undersøkelser i 1998 og 1999 viste at utslippet tilførte Hattemakerbekken fersk fekal forurensning men også at det er betydelig og permanent tilførsel av fersk fekal forurensning til bekken i området ved Balke og til dels også langs hele Hattemakerbekken nedstrøms Balke helt til samløpet med Svartelva.

- Hele Hattemakerbekken ble sterkt til markert forurenset av lettredbrytbart organisk stoff og næringsalter særlig i den tid utslippet pågikk. En del av disse stoffer ble liggende igjen i bekkens øvre del og påvirket vannkvaliteten i Hattemakerbekken helt ut på sensommeren i 1999. Stor organisk belastning i relasjon til foreliggende resipientkapasitet førte til total oksygensvikt og dannelse av oppløst hydrogensulfid (H_2S) og andre svovelforbindelser som bl.a. jernsulfider i de berørte skogsgrøftene like ved utslippspunktet. Selve Hattemakerbekken ned mot Jevnaker var også kraftig påvirket med jernsulfidutviklig langs bunn og også i vannmassen langs mer stilleflytende bekkepartier. Bekken ligger i rør mellom Jevnaker og Balke. Her ble det ikke tatt prøver. Fra Balke og ned til Grimset var bekkebunnen helt dekket med heterotrof begroing. Begroingen var dominert av jernoksiderende stavformete bakterier. Også her var det jernsulfidutvikling og O_2 -svikt i bunnmaterialet under begroingen (sort bunn). Hattemakerbekkens nedre løp fra Skøyen og ned til utløpet i Svartelva var også klart påvirket med synlig heterotrof begroing, men i betydelig mindre omfang sammenlignet med overforliggende bekkestrekning. Foruten jernoksiderende bakterier var det her også rik forekomst av andre bakterier og vannsopper i den heterotrofe begroingen. Langs enkelte bekkestrekninger i bekken ved og nedstrøms Grimset var det også jernsulfidutvikling i bunnssubstratet like under ”begrøingsmattene”. Ved befaringen i juli i 1999 hadde det meste av Hattemakerbekkens bunnområder fortsatt stor forekomst av jernoksiderende bakterier og ved Balke var det også betydelig forekomst av filamentøse bakterier (bl.a. *Sphaerotilus natans*) og *Actinomyces*-lignende soppvekst. I november i 1999 var hele Hattemakerbekken oppstrøms Jevnaker ren og uten bunnområder med visuelt fremtredende heterotrof begroing og/eller jernutfellinger, med unntak av området like nedstrøms transformatorstasjonen der det var stor forekomst av jernhydroksyder (oker) og stavformete jernbakterier. Sannsynlig årsak til dette er at dreneringen av transformatorstasjonen berører jernholdig alunskifer. Ved Balke var det likevel fortsatt visuelt fremtredende heterotrof begroing og rikelig med kiselalger langs bekkebunnen. Den heterotrofe begroingen bestod av filamentøse bakterievekst dominert av *Sphaerotilus natans*, men også *Leptothrix*-lignende arter ble funnet. *Actinomyces*-lignende soppvekst ble også registrert, men i meget beskjeden mengde. Dette indikerte at bekken her ble tilført lettredbrytbart organisk stoff sannsynligvis fra kloakkutslipp og/eller utsig fra gjødselkjellere. Nedstrøms Balke og videre ned til samløp med Svartelva var det også en hel del begroing og da hovedsakelig av kiselalger som gjorde at bekkebunnen i stryk- og fossepartier ble glatt og sleip.
- Det ble i 1998 og 1999 ikke registrert primære forurensningseffekter i Svartelva like ved og/eller langs strekningen nedstrøms samløpet med Hattemakerbekken som direkte kunne relateres til forurensningstransporten ut i Svartelva fra Hattemakerbekken. Vi kan derfor konkludere med at utslippet fra Heggvin ikke medført direkte og synbare skadeeffekter på de biologiske forholdene i Svartelva. Risikon for langtidseffekter p.g.a. tilførsel av organisk stoff og næringsalter bedømmes også som liten. Vi mener derfor at utslippet ved Heggvin avfallsplass i 1998 ikke har hatt eller vil føre til større skadeeffekter på de biologiske forhold i Svartelva, Åkersvika Naturresevat eller i Mjøsa.

- Begroingsorganismer, bunndyr og fisk (ørekyte og ørret), som var i Hattemakerbekken like før utslippet ble skadelidende av overløpsdriften og Hattemakerbekken var i september i 1998 biologisk sett totalskadd helt ned til Grimset. Nedstrøms Grimset var det fortsatt noe ”normalt” liv i bekken men også her var bekken tydelig påvirket av tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff som bidro til stor forekomst av heterotrof begroing og jernutfellinger. De biologiske forhold var klart bedre ved befaringen i oktober i samme år jevnført med forholdene i september. Dette som resultat av minket tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff og selvrensing. Enkelte bunndyr (fjærmygg, knott og døgnfluer) var nå reetablert i bekkens nedre del (fra Hestvoll og ned til Grimset). Hele Hattemakerbekken var likevel fortsatt klart forurensningspåvirket med ikke akseptable biologiske og estetiske forhold. Ved befaringen av Hattemakerbekken den 21. juli i 1999 var hele bekkestrekningen oppstrøms Jevnaker fortsatt biologisk sett totalskadd. Her var det relativt sett reint vann men det var stor jernutfelling langs bunnen og vi fant ingen normal algebegroing eller forekomst av bunndyr. Ved Balke var det fortsatt en del heterotrof begroing men her hadde bunndyr som fjærmugg og fåbørstemark reetablert. Ved befaringen i november i 1999 var det rentvannsforhold i Hattemakerbekken oppstrøms Jevnaker og her hadde enkelte bunndyr som Fjærmygg, knott og steinfluer reetablert. Unntak utgjør her bekkestrekningen like nedstrøms utslippet fra transformatorstasjonen der stor okerfelling langs bekkibunnen reduserte bunndyrforekomsten. Ved Balke var bekken fortsatt forurensningspåvirket av lett nedbrytbart organisk stoff og her ble det bare registrert enkelte fjærmygglarver. Nedstrøms Balke var forholdene bedre og her hadde et flertal bunndyr økt i forekomst eller reetablert. Som eksempel kan vi nevne fåbørstemark, døgnfluer, steinfluer, vårfluer, biller, knott, stankelbein, snegl og småmusslinger. Skadeeffektene i forbindelse med overløpsdriften var nå tilnærmet borte.
- Det synes ikke å foreligge større eller direkte fare forbundet med miljøfarlige forbindelser etter utslippet fra Heggvin. Dette vurdert mot brukerområder og miljømål som drikkevann for vilt og husdyr, vannuttak til jordvanning, bademuligheter i vanningsdammene og ønske om å bevare biologisk mangfold. Årsaken til dette er at aktuelle miljøgifter (oljeforbindelser, arsen, tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv, nonylfenoler, samt organiske mikroforurensninger som bl.a. kreftfremkallende PAH'er og PCB), dvs de stoffer som kan føre til mer langsiktige miljøeffekter selv i meget små mengder, foreligger i lave konsentrasjoner og at de totale utslippsmengder av disse også vurderes som små. Videre at utslippet skjedde i et skogsområde (skogsgrofter) der vi kan forvente at aktuelle stoffer har store muligheter for effektivt å bindes til humuspartikler og til dels bli tilbakeholdt i området over lengre tid. Adsorpsjon til humus vil også bidra til at flertallet av mulige miljøgifter blir mindre biotilgjengelige.

HOVEDKONKLUSJON:

Utslippet av sigevann fra fyllplassen samt råloakk og spill-/gråvann fra administrasjonsbygget ved Heggvin avfalls plass til Hattemakerbekken i perioden 26. juni til 1. september i 1998 førte til at Hattemakerbekken ble akutt forurenset av fekale bakterier, næringssalter og særlig av lettredbrytbart organisk stoff. Dette førte til oksygensvikt i vannmassene og i bunnsubstratet samt til stor og synlig forekomst av heterotrof begroing og jernutfelling langs bekkibunnen. Fisk, bunndyr, vannmoser og begroingsalger ble skadelidende og øvre del av Hattemakerbekken var totalskadd biologisk sett. Det var i en periode også sjenerende lukt fra bekken. Utslippet medførte også til at bekken ble belastet med miljøgifter. Utslippet av miljøgifter var imidlertid lite og vil sannsynligvis ikke medføre fremtidige problemer. Hattemakerbekken ble berørt av utslippet f.o.m. den 26. juni i 1998 t.o.m. høsten 1999, dvs i litt over et år. F.o.m. november i 1999 kan ingen effekter fra utslippet spores bortsett fra at det fortsatt ligger igjen en del næringsrikt slam i bekkens kildeområde. Svartelva ble lite berørt av utslippet og Åkersvika Naturreservat inklusive Mjøsa bedømmes som ikke påvirket. F.o.m. området ved og nedstrøms Balke er Hattemakerbekken fortsatt klart forurenset fra lokale forurensningskilder som boligloakk og/eller sigevann fra gjødselkjellere.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Sigevannet fra Heggvin avfalls plass blir sammen med spillvann og råkloakk fra administrasjonsbygget via pumpe overført til kommunalt ledningsnett i Hamar ved Hårstad. Overføringsledningen passerer øvre del av dreneringsområdet til Hattemakerbekken. Området utgjøres av et utgrøftet skogsområde like ved Østhagen/Grytting ca. 500 meter vest for avfalls plassen. Her er det en pumpekum der det kan skje utslipp dersom ledningen (selvfallsledning) mellom pumpekummen og Hårstad går tett. Dette skjedde f.eks. i 1994 og ledningen må derfor til tider rens pyles så den ikke går tett p.g.a. heterotrof vekst og/eller jern og mangan utfellinger.

Hattemakerbekken renner gjennom et skogsområde ned mot Jevnaker. Herfra renner den gjennom områder med dyrket mark og spredt bosetting ned til Svartelva. Øvre deler av bekken er til dels lagt i rør (se fig.1). Den går sammen med Svartelva like nedstrøms samløp Svartelva – Fura like øst for Ilseng minitettsted. I alt er Hattemakerbekken ca. 8 km lang. Forurensninger fra Hattemakerbekken vil potensielt kunne påvirke nedre del av Svartelva på en strekning av ca 8 km. Hattemakerbekken er fiskførende i sin nedre del og det er observert fisk opp til Balke. Det er småørret og ørekyte som til tider bruker bekken og vanningsdammene, men bekken er og har tidligere heller ikke vært noen viktig gytebekk for ørret. Ørekyten reproducerer seg likevel i bekken og til tider kan det være rikelig med 0+ ørekyt langs bekken i det nedre løp. Berørte grunneiere til bekken er gårdsbrukene Jevnaker, Balke, Høingstad, Hestvoll, Torp, Grimset, Tofsrud og Skøyen. Disse bruker bekken til jordvanning og det er etablert tre vanningsdammer langs bekken (Balke, Høingstad og Torp). Dammene brukes av og til til friluftsbad. Videre benyttes bekken til tider som drikkevannskilde for husdyr. Flere av gårdene har drikkevannsbrønner nær bekken. Bekken generelt godkjennes ikke som drikkevannskilde for mennesker.

Helt siden begynnelsen av juli i 1998 har flere av de som bor og ferdes langs Hattemakerbekken lagt merke til at bekken blitt alt mer tilgriset og at det luktet vont. Den 31. august foretok derfor noen av de berørte grunneiere en befarings av bekken og oppdaget da at det var utslipp ved pumpekummen i skogområdet vest for avfalls plassen og at skogområdet inklusive skogsgrøfter like ved pumpekummen var fylt med avløpsvann og illeluktende sort slam. Enkelte av de nærmest voksende trærne var døde, noe som indikerte at utslippet pågått over noen tid.

Forurensningen av Hattemakerbekken sommeren 1998 menes av grunneierne som blitt berørt å ha skapt følgende problemer:

- Skogdød i et mindre skogsområde like ved pumpekummen.
- Estetiske problemer ved "tilgriset" bekkefar og luktproblemer p.g.a. masseutvikling av heterotrof begroing og frigjøring av oppløst hydrogensulfid (H_2S) og andre svovelforbindelser.
- Reduksjon og tap av flora og fauna i bekken dvs. tap av biologisk mangfold.
- Mistanke om at enkelte private drikkevannsbrønner var blitt påvirket av forurenset bekkevann.
- Fare for at vilt og husdyr som bruker bekken som drikkevann har blitt/kan bli påvirket.
- Mistanke om at overløpet har belastet bekken med **miljøgifter** som kan redusere muligheten for å benytte bekken og vanningsdammene til fremtida jordvanning og som drikkevannskilde for husdyr. Aktuelle miljøgifter er arsen, tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv, samt organiske mikroforurensninger som bl.a. kreftfremkallende PAH'er og PCB.
- Mistanke om at også Svartelva og Åkersvika Naturreservat blitt påvirket bl.a. av miljøgifter som potensielt kunne gi langvarige effekter.

Det er særlig problematikken omkring miljøgiftene og eventuelle mer langvarige skadeeffekter som skapte bekymring bland gårdeierne langs Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva.

1.2 Formål

For å kunne belyse og klarlegge overfor nevnte problemstillinger har HIAS, etter pålegg fra Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen, bedt NIVA's Østlandsavdeling i samarbeide med Odd Nymo Teknisk Hygiene Hamar, Løten og Stange kommuner om å foreta en resipientundersøkelse i Hattemakerbekken. Resipientundersøkelsen hadde følgende mål:

1. Ved en biologisk befaringsundersøkelse av Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva klarlegge skadeeffekt og skadeomfang av utslippet.
2. Vurdere de hygieniske forhold og da særlig i forbindelse med berørte private drikkevannsbrønner.
3. Klarlegge om utslippet har belastet bekken med miljøgifter (arsen, tungmetaller, nonyl fenoler, oljerelaterte stoffer (BTEX) og organiske mikroforurensninger (PAH'er og PCB)). Fann en ved stikkprøver høye konsentrasjoner eller mengder av en eller flere miljøgifter som potensielt kan gi langvarige miljøeffekter skulle en foreta en mer omfattende undersøkelse av hele bekken i 1999. Videre skulle en foreta en mer inngående risikoanalyse/miljøkonsekvensanalyse vurdert mot fremtidig brukerområder og miljømål som drikkevann for vilt og husdyr, vannuttak til jordvanning, bademuligheter i vanningsdammene og ønske om å bevare biologisk mangfold. Miljøkonsekvensanalysen skulle også omfatte berørte del av Svartelva, Åkersvika Naturreservat og Mjøsa.
4. Ved biologiske befaringsundersøkelser og uttak av vannprøver i Hattemakerbekken i oktober/november 1998 og etter våravsmeltingen (vår/forsommer) i 1999 klarlegge om forholdene i bekken blitt normalisert. Resultaten fra undersøkelsen i 1999 skulle vise om det var nødvendig med videre undersøkelser. Da også i forhold til lokale forurensningskilder.

2. Materiale og metoder

2.1 Undersøkelser i 1998.

Følgende beregninger, analyser og undersøkelser ble foretatt i 1998:

- Norconsult AS, Hamar har på oppdrag fra HIAS vurdert tidspunkt for når utslippet har startet, hvor lenge det har pågått og hvor stor avløpsvannmengde som har gått i overløp. Dette er gjort utfra foreliggende driftsjournaler og nedbørdata (Skramstad 1998).
- HIAS har foretatt målinger av avløpsvannmengden ut fra avfallsplassen og utført kjemiske analyser av avløpsvannet. Det foreligger data fra 1989, 1994, 1996, 1997 og 1998. Analyseresultatene fra august 1998 er her brukt for å beregne utslippsmengder.
- NIVA har på bakgrunn av total overløpsmengde og avløpsvannanalysene fra august i 1998 anslått total utslippsmengde av her aktuelle stoffer.
- De hygieniske vurderinger samt innsamling av bakteriologiske prøver er foretatt av Odd Nymo Teknisk Hygiene. Det er i 1998 tatt bakteriologiske prøver fra drikkevannsbrønner på Jevnaker, Balke og Torp. Videre ved 6 lokaliteter langs Hattemakerbekken. Prøvetakingsstasjonenes plassering er vist i figur 1. Prøver fra Hattemakerbekken er tatt ved følgende tidspunkter: 2. og 3. september og 19. november. Prøver fra berørte private drikkevannsbrønner ble tatt følgende dato: Jevnaker (24. september og 19. november), Torp (9. september) og Balke (3. og 16. september).
- NIVA har den 28. september i 1998 tatt en sedimentprøve inklusive referanseprøve (sediment fra en upåvirket skogsgrøft) fra det mest belastede området like ved pumpekummen der overløpet fant sted. Sedimentprøvene er analysert for innhold av klororganiske og polysykliske aromatiske forbindelser, arsen samt tungmetaller som bly, kadmium og kvikksølv.
- NIVA har i 1998 foretatt to biologiske befaringsundersøkelser langs Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva (2. september og 23. oktober). Metodikk og vurderingsgrunnlag som blitt brukt er gitt i appendiks i vedlegg.
- NIVA har den 22. oktober i 1998 foretatt elfiskeundersøkelse langs Hattemakerbekken på strekningen fra Balke til utløpet i Svartelva. Det er langs denne strekning det tidligere har vært observert fiskforekomst.

2.2 Undersøkelser i 1999.

Følgende analyser og undersøkelser ble foretatt i 1999:

- Odd Nymo Teknisk Hygiene har tatt vannprøver fra 6 lokaliteter langs Hattemakerbekken den 21. juli i 1999. Prøvetakingsstasjonenes plassering er vist i figur 1. Disse prøver ble analysert for termotolerante koliforme bakterier (TKB), totalfosfor, totalnitrogen, total organisk karbon og jern. Videre ble det tatt bakteriologiske prøver (TKB) ved stasjon 3 og 4 samt ved Grimset den 22. november i 1999.
- NIVA har i 1999 foretatt to biologiske befaringsundersøkelser langs Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva (12. juli og 21. november). Metodikk og vurderingsgrunnlag som blitt brukt er gitt i appendiks i vedlegg.
- NIVA har i 1999 ved to tidspunkter (12. juli og 21. oktober) foretatt elfiskeundersøkelser langs Hattemakerbekken på strekningen fra Balke til utløpet i Svartelva.

3. RESULTATER OG DISKUSJON.

3.1 RESULTATER FRA UNDERSØKELSENE I 1998.

3.1.1 Avløpsvannets sammensetting.

Analyseresultater fra avløpsvannet fra prøve uttatt i august 1998 er gitt i tabell 2 og 3 i vedlegg. Sige- og spille-/råkloakkvannet som i utslippsperioden skulle blitt ført fra Heggvin avfallsplass til HIAS renseanlegg var svakt surt (pH 6,6) og ionerikt samt inneholdt store mengder med til dels lett nedbrytbart organiske stoffer, nitrogenforbindelser, jern og til dels også fosfor. Sigevannet inneholdt lite suspendert stoff og både organiske og uorganiske stoffer forelå i hovedsak i oppløst form. Nitrogenet forelå i hovedsak som ammonium (NH_4). Forholdet BOF/KOF = 0,5 viste at mye av det organiske stoffet var biologisk lett nedbrytbar. Høye fosforkonsentrasjoner bidro også til dette. Ovenfor nevnte viser at avløpsvannet utgjør et godt vekstsubstrat for heterotrofe organismer som jernoksiderende bakterier (bl.a. *Leptothrix*), bevegelige stavbakterier, filamentøse bakterier (bl.a. *Sphaerotilus natans*) og vannsopper som *Tricoderma*, *Leptomit* og *Geotrichum*. Videre beiteorganismer som ciliater og flagellater.

Avløpsvannet inneholdt også halvmetallet arsen og tungmetaller som kvikksølv, bly, kadmium, sink, krom, kobber, nikkel, bor og aluminium. Størst konsentrasjon ble målt av sink men til dels også av bor og aluminium med konsentrasjoner som nådde opp i konsentrasjonsnivåer av mg/l-størrelse. Øvrige metaller inkl. arsen forekom i klart lavere konsentrasjoner (< 100 µg/l). Analysene av organiske stoffer som kan være potensielle miljøgifter og stoffer som betegnes som miljøgifter viste at det var relativt høye konsentrasjoner av fenol, toluen og oljerelaterte forbindelser, mens konsentrasjonene av andre stoffer som bl.a. nonylfenoler (østrogene stoffer), AOX 'er (klorert organisk stoff) og PAH'er (polisykliske hydrokarboner) var lave. Det ble ikke påvist PCB (polyklorerte bifenyl) og transiner (plantevernmidler) i vannprøvene.

3.1.2 Tidspunkt for start av utslippet og utslippsmengde.

Ut fra de vurderinger og beregninger som blitt utført av Norconsult AS, Hamar fremgår følgende:

- Utslippet startet den 26.juni. dvs. at vi har hatt kontinuerlig utslipp i perioden 26/6 – 1/9 i alt 68 døgn.
- Total mengde avløpsvann (sige- og spill/råkloakkvann) som har gått i overløp er beregnet til ca. 5000m³. Dette tilsvarte ca. 11% av total avløpsvannmengde fra Heggvin i 1998. Gjennomsnittlig årlig avløpsvannmengde er beregnet til ca. 1,7 l/sek. Det bør her påtales at det har vært vanskelig å beregne nøyaktig overløpsmengde siden det er usikkert hvilken kapasitet selvfallsledningen til ulike tider har hatt og om det har skjedd innlekking av fremmedvann i avløpsnett.

3.1.3 Sedimentprøver fra området ved pumpekummen.

Primærdata er gitt i tabell 4 og 5 i vedlegget.

Det ble tatt ut en sediment-/slamprøve (stikkprøve) like ved pumpekummen fra det område som har blitt mest påvirket av overløpsvannet. Videre fra en av de nærliggende skogsgrøfter som ikke var påvirket (her benyttet som referanseprøve). Analysene viste at sedimentprøven fra det belastede området hadde høye til meget høye konsentrasjoner av mangan og sink, middels høye konsentrasjoner av arsen, kadmium, kobolt, krom og nikkel, mens det ikke var noe direkte påslag av kobber og potensielt miljøfarlige tungmetaller som kvikksølv og bly.

Resultaten fra analyse av miljøgifter som enkelte polysykliske og klororganiske aromatiske forbindelser (PAH'er og PCB) viste at overløpsvannet var lite belastet av PCB. Sedimentet fra det belastede området hadde en total PCB-konsentrasjon på 1,3 µg/kg tørrvekt, mens det ikke ble påvist PCB i referanseprøven. Ett vist påslag av PCB foreligger således, men mengder og konsentrasjoner bedømmes som små. Analyse av disykliske hydrokarboner og ekte PAH'er viste klart påslag av flere disykliske hydrokarboner med konsentrasjoner opp til 500 ggr. referanseprøven. Størst påslag var det av forbindelser som naftalener, bifenyl, acenaftalen, acenaften og fluoren. Videre var det også noe påslag av ekte PAH'er med opp til 3-4 ggr. høyere konsentrasjoner enn referanseprøven. Størst var påslaget av fenantren, metylfenantren, fluoranten, pyren og chrysen/trifenylene. Det var lite påslag av potensielt kreftfremkallende PAH'er som f.eks. Benzo(a)pyren og de potensielt mutagene og kreftfremkallende PAH'er hadde konsentrasjoner i nært samsvar med referanseprøven.

Sedimentanalysene indikerte at Hattemakerbekken via utslippet har blitt tilført potensielt miljøfarlige stoffer som i første rekke arsen, kadmium og disykliske hydrokarboner. Miljøgifter som transiner, bly, kvikksølv og PCB forekom likevel i meget små konsentrasjoner, men hadde her liten betydning.

3.1.4 Beregnet utslippsmengde.

Ved beregning av total utslippsmengde av de stoffer som blitt tilført Hattemakerbekken i forbindelse med utslippet har vi tatt utgangspunkt i at det totalt har gått ut 5000 m³ avløpsvann. Videre at de stoffkonsentrasjoner som ble påvist i avløpsvannet ved prøvetakingen den 19. august ikke vesentlig avvok fra middelkonsentrasjonen i den tidsperiode overløpet fant sted. Beregnet totalutslipp av aktuelle stoffer er sammenstilt i tabell 1 i teksten.

Størst utslipp var det av organisk stoff og beregnet som total organisk karbon (TOC) gikk det ut ca. 7 – 8 tonn fra pumpekummen. Det har også gått ut store mengder klorid, sulfat, kalsium, kalium, natrium, nitrogen og jern. Sink, mangan og fosfor har også gått ut i relativt store mengder, mens utslippene av stoffer som fenoler, toluen og oljerelaterte hydrokarboner har vært mer moderate. Utslippsmengdene av potensielt miljøfarlige stoffer som arsen og tungmetallene bly, kadmium og kvikksølv samt organiske mikroforurensninger som nonylfenoler og PAH'er må betegnes som små. Det synes ikke å foreligge direkte utslipp av PCB og transiner til tross for at sedimentanalysene indikerte noe utslipp av PCB like ved pumpekummen.

Tabell 1. Beregnede utslippsmengder.

Parametre	Kjemisk tegn	
Total organisk karbon	TOC	7000 - 8000 kg
Total fosfor	Tot-P	19 kg
Total nitrogen	Tot-N	1345 kg
Ammonium	NH ₄	1200 kg
Klor	Cl	2687 kg
Sulfat	SO ₄	610 kg
Kalium	K	1555 kg
Natrium	Na	1450 kg
Jern	Fe	850 kg
Mangan	Mn	60 kg
Sink	Zn	33 kg
Bor	B	8,550 kg
Aluminium	Al	3,745 kg
Krom	Cr	0,476 kg
Nikkel	Ni	0,433 kg
Arsen	As	0,305 kg
Kobber	Cu	0,100 kg
Bly	Pb	0,090 kg
Kadmium	Cd	0,012 kg
Kvikksølv	Hg	0,004 kg
Klorert organisk substans	AOX	0,125 kg
BTEX og olje:		
Benzen		11 g
Toluen		1750 g
Etylbenzen		90 g
Xylener		135 g
Total hydrokarboner (olje)		3050 g
Nonyl fenoler (østrogene stoffer)		
Fenoler		6500 g
Disykliske hydrokarboner		
Naftalen		1,250 g
Asenaftylene		0,550 g
Asenaften		0,950 g
Ekte PAH (3-6ringer) + Fluoren		
Fluoren		0,700 g
Fenantren		0,165 g
Antrasen		0,600 g
Ideno (1,2,3-c,d) pyren *		0,125 g
Benzo (g,h,i) perylen		0,255 g
Dibenzo (a,h) antrasen *		0,120 g
Polyklorete bifenyler		
Transiner (plantevernmidler)	PCB	0
		0

* Markerer potensielt kreftfremkallende PAH'er

3.1.5 Hygieniske forhold i Hattemakerbekken og i berørte drikkevannsbrønner.

Primærdata er gitt i tabell 6 og 7 i vedlegget.

- Da avløpsvannet gikk i overløp var øvre del av Hattemakerbekken sterkt påvirket av fersk fekal forurensning dokumentert ved stor forekomst av termotolerante koliforme bakterier (TKB). Også øvrige deler av bekken var påvirket, men her tilkommer lokale kilder (kloakk og husdyrgjødsel) som gjør det vanskelig å bedømme effekten av utslippet. Den private drikkevannsbrønnen ved Jevnaker var markert påvirket av fersk fekal forurensning som muligens kan komme fra Hattemakerbekken. Sannsynligvis er det likevel andre kilder som også påvirker denne brønn, da den tidligere også har hatt dårlig vannkvalitet. Berørte drikkevannsbrønner ved Balke og Torp samt vanningsdammen ved Balke var ikke påvirket av fersk fekal forurensning. Ved prøvetakingen den 19. november i 1998 var Hattemakerbekken sterkt belastet med fersk fekal forurensning nedstrøms Jevnaker, mens den fekale forurensningen vesentlig minket i bekkens øvre del. Dette viser at vi har lokale kilder med til dels stort utslipp av fersk fekal forurensning langs bekken der den renner igjennom områdene med dyrket mark og spredt bosetning. Bekken er her resipient for dreneringsvann fra dyrket mark samt fra kloakk-/spillvannstilførsel fra separatanlegg i spredt bebyggelse så her vil en alltid kunne dokumentere noe fekal forurensning.

3.1.6 Biologisk tilstand i Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva.

Forurensningssituasjonen biologisk vurdert ved de ulike befaringsstidspunkter er vist i figur 2 i teksten og vurderingsgrunnlag er gitt i appendix.

I juli 1992 ble det foretatt en biologisk befaringsundersøkelse av hele Svartelva inkl. Hattemakerbekken. Resultatene fra denne undersøkelse er her benyttet som referanse, dvs at den beskriver de biologiske forhold som trolig forelå før bekken ble påvirket av utslippet fra Heggvin avfallsplass. Hattemakerbekkens øvre parti som i hovedsak renner gjennom skogområder var ved befaringsstidspunktet i 1992 lite forurensningspåvirket, mens øvrige deler av bekken fra Balke til samløpet med Svartelva var moderat påvirket av lettnedbrytbart organisk stoff og næringsalter. Stor tilførsel av næringsalter har stort sett årlig skapt problemer med stor algevekst i vanningsdammene som ligger ved bekken. Vi kan her nevne at tilstandsklasse II (grønn markering i fargefiguren) eller lavere bør være et miljømål for bekker tilsvarende Hattemakerbekken i områder der de renner gjennom dyrket mark med spredt bosetting.

Hele Hattemakerbekkens hovedløp (en bekkestrekning på ca. 8 km) ble sterkt til meget sterkt belastet med lettnedbrytbart organisk stoff og næringsalter i forbindelse med utslippet fra sommeren 1998. Dette førte til total O₂-brist og frigjøring av oppløst hydrogensulfid (H₂S) og andre svovelforbindelser som bl.a. jernsulfider i de berørte skogsgrøftene like ved utslippspunktet. Selve Hattemakerbekken ned mot Jevnaker ble også kraftig påvirket med jernsulfidutvikling langs bunnen men også i vannmassen langs mer stilleflytende bekkepartier. Bekken ligger i rør mellom Jevnaker og Balke og her har vi ikke foretatt registreringer. Fra Balke og ned til Grimset var bekkebunnen ved befaringen den 2. September i 1998 helt dekket med heterotrof begroing. Begroingen var dominert av filamentøse jernoksiderende bakterier. Her var det jernsulfidutvikling og O₂-brist i bunnmaterialet under begroingen (sort bunn) og vannet var gråfarget og luktet vondt. Alge- og bunndyrssamfunnene var her helt utslått.

Hattemakerbekkens nedre løp, strekningen fra Grimset og ned til utløpet i Svartelva, var også klart påvirket med klart synlig og fremtredende heterotrof begroing, men i mindre omfang jevnført med overforliggende strekning. Foruten jernoksiderende bakterier var det her også rik forekomst av andre bakterier (*Beggiotoa* og *Sphaerotilus*) samt vannsopper (*Leptomit* spp.) i den heterotrofe begroingen. Beiteorganismer som ciliater og flagellater var også vanlig forekommende. I enkelte områder var det også her jernsulfidutvikling i bunnsubstratet like under "begrøingsmattene". Enkelte alger og mer forurensningstolerante bunndyr (bl.a. fjærmygg, knott og døgnfluen *Baetis rhodani*) fantes fortsatt langs denne bekkestrekning og det ble her også observert en liten ørret (1+).

Det ble ikke registrert biologiske forandringer eller akutte skadeeffekter i Svartelva like ved og/eller langs strekningen nedstrøms samløpet med Hattemakerbekken som direkte kunne relateres til forurensningstransporten fra Hattemakerbekken. Svartelva bedømmes derfor som ikke eller lite påvirket av lettnedbrytbart organisk stoff og næringssalter fra utslippet fra Heggvin avfalls plass.

Hattemakerbekken var klart mindre forurensningspåvirket ved befaringen den 23. oktober og de biologiske forandringer mindre påtaklige jevnført med forholdene i september. Dette som resultat av minket tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff og pågående selvrensing. Enkelte bunndyr (fåbørstemark og små grønne fjærmygglarver) var nå reetablert i bekkens mellomste del (fra Hestvoll til Grimset). Hoveddelen av bekkens var likevel fortsatt klart forurensningspåvirket med ikke akseptable biologiske og estetiske forhold. Det var bl.a. synlig heterotrof begroing og vond lukt langs enkelte bekkestreknings og i skogsgrøftene i bekkens øvre del var det fortsatt oppløst hydrogensulfid og oksygenvikt. Videre må bekkens øvre del, dvs bekkestreknings oppstrøms Jevnaker, fortsatt betegnes som totalskadd biologisk sett. Svartelva var fortsatt ikke påvisbart berørt av forurensningen i Hattemakerbekken.

3.1.7 Elfiskeundersøkelser.

Ved elfisket den 22. oktober i 1998 ble det observert enkelte små-ørreter (1+,2+ og eldre) og ørekyte (0+ og eldre) i Hattemakerbekken ved og nedstrøms fylkesveg 116. Oppstrøms fylkesvegen ble det ikke registrert fisk. Tidligere har det vært både ørret og ørekyte helt opp til Balke og i vanningsdammen ved Balke har det vært Ørekyte.

3.2 RESULTATER FRA UNDERSØKELSENE I 1999.

3.2.1 Hygieniske forhold i Hattemakerbekken.

Primærdata er gitt i tabell 8 og 10 i vedlegget.

Ved prøvetakingstilfellet den 21. juli i 1999 var fortsatt hele Hattemakerbekken påvirket av fersk fekal forurensning og vannet hadde stor forekomst av termotabile koliforme bakterier. Mest påvirket var bekken ved Balke og minst påvirket oppstrøms Jevnaker. Resultatene indikerte at det tilføres betydelige mengder fersk fekal forurensning til Hattemakerbekken fra området ved Balke. Videre at det fortsatt også ble tilført fersk fekal forurensning til bekken oppstrøms Jevnaker.

Den 22. november i 1999 var Hattemakerbakkens øvre del fortsatt noe påvirket av ferske tarmbakterier, men påvirkningsgraden var nå moderat. Utslipp fra Heggvin avfallsplass var ikke lengre forurensningskilde i denne sammenheng, men den fekale forurensningen må komme fra en annen kilde som for eksempelvis dyr. Ved Balke ble Hattemakerbekken likevel fortsatt markert påvirket av fersk fekal forurensning og samtlige av de bakteriologiske prøver som er tatt i forbindelse med denne undersøkelse indikerte at vi i dette område har kontinuerlig tilførsel av kloakkvann og/eller utsig fra gjødselkjellere. Fra Balke og nedstrøms ble forholdene suksessivt bedre, men bekken var tydelig påvirket av termotolerante koliforme bakterier dvs. fersk fekal forurensning fra mennesker (boligkloakk) og/eller husdyr (utsig fra gjødselkjellere). Denne forurensning kunne dokumenteres helt ned til Grimset.

3.2.2 Biologisk tilstand i Hattemakerbekken og berørte del av Svartelva.

Primærdata fra kompletterende vannanalyser er gitt i tabell 9 og 11 i vedlegget.

Forurensningssituasjonen biologisk vurdert den 21. juli og den 12. november i 1999 er vist i figur 2 i teksten og vurderingsgrunnlag er gitt i appendix.

I slutten av juli i 1999 var Hattemakerbekken på strekningen fra pumpekommen ned til Jevnaker fortsatt sterkt preget av jernforbindelser. Selve vannet gav et rent inntrykk, men bekkebunnen var sterkt overgrodd av jernbakterier og det var på flere steder stor okerforekomst. Det var også høye konsentrasjoner av næringssalter og organisk stoff. Det ble ikke registrert påvekstalger eller bunndyr langs denne bekkestrekning og biologisk sett bedømmes bekken her fortsatt som totalskadd. Ved Balke og langs bekkestrekningen ned til Torp var forholdene noe bedre jevnført med de forhold som ble registrert i slutten av oktober i 1998. Dette gjaldt også for strekningen like nedstrøms Grimset. Nå var det ikke lengre noen større forekomst av visuelt fremtredende heterotrof begroing og flere bunndyr hadde økt forekomst eller hadde reetablert. Som eksempel kan nevnes fåbørstemark som *Esihiella tetraeda* og arter tilhørende slekten *Lumbriculus*, vårfluelarver tilhørende familien *Limnophilidae*, billelarver, knottlarver, fjærmygglarver, stankelbein-/klegglarver (*Tipula* og *Dicranota*), småmusslinger og snegl (*Lymnea peregra*). I bekkens nedre del hadde det ikke skjedd noen større forandringer biologisk sett jevnført med de forhold som ble registrert høsten 1998. Dvs at Hattemakerbekken her fortsatt var klart forurensningspåvirket med ikke akseptable biologiske og estetiske forhold. Mer forurensningsfølsomme begroingsorganismer og bunndyr savnes og

bekkebunnen var glatt og sleip p.g.a. stor forekomst av kiselalger samt noe sopp- og bakterievekst. Også i bekkens nedre del ble det registrert høye konsentrasjoner av næringssalter (fosfor og nitrogen), samt av organisk stoff. Svartelva var fortsatt ikke påvisbart berørt av forurensningen i Hattemakerbekken.

Ved befaringen den 12. november i 1999 var det tilnærmet rentvannsforhold i Hattemakerbekkens øvre del og enkelte bunndyr som fjærmygg, knott og steinfluer var nå i ferd med å reetablere i dette område. Dette indikerte at utslippet fra Heggvin nå i liten grad påvirket Hattemakerbekken og at selvrengsprosessen var kommet langt. På strekningen fra Balke og videre ned til utløpet i Svartelva var forholdene stort sett lik de forhold som ble registrert i juli. Dvs at vi her har lokale forurensningskilder som påvirker bekken i så stor grad at et ønsket miljømål ikke kan opprettholdes.

3.2.3 Elfiskeundersøkelser.

Ved elfisket den 12. juli i 1999 ble det observert enkelte små-ørreter (2+ og eldre) og ørekyte (0+ og eldre) i Hattemakerbekken ved og nedstrøms fylkesveg 116 (dvs nedstrøms Grimset). Oppstrøms fylkesvegen ble det i likhet med forholdene i 1998 ikke registrert fisk. Tidligere har det vært både ørret og ørekyte helt opp til Balke og i vanningsdammen ved Balke har det til tider vært rikelig med ørekyte. Ved elfisket, som ble utført den 21. november, ble det ikke observert fisk, men det var da vanskelig å foreta effektivt elfiske p.g.a. stor vannføring. Ved høy vannføring er det lett å overse enkelte fisk om bestanden er liten.

3.3 RISIKOANALYSE/MILJØKONSEKVENSANALYSE.

Det synes for Hattemakerbekkens vedkommende ikke å foreligge noen stor eller direkte fare forbundet med potensielle miljøgifter som arsen, miljøfarlige tungmetaller og organiske mikroforurensninger. Dette er vurdert mot brukerområder og miljømål som drikkevann for vilt og husdyr, vannuttak til jordvanning, bademuligheter i vanningsdammene og ønske om å bevare biologisk mangfold. Videre er det heller ikke sannsynlig at aktuelle miljøgifter skal få betydning i berørte del av Svartelva, Åkersvika Naturreservat og Mjøsa. Grunnlaget for denne vurdering og konklusjon er at arsen, bly, kadmium, kvikksølv, kreftframkallende PAH'er og PCB, dvs potensielle miljøgifter som kan føre til mer langsiktige miljøeffekter, foreligger i lave konsentrasjoner og at de totale utslippsmengder av disse var små. Videre at utslippet skjedde i et humusrikt skogsområde (skogsgrøfter) der en kan forvente at aktuelle stoffer har store muligheter til effektiv binding til humuspartikkler og til dels tilbakeholdes i området over lengre tid. Videre vil absorpsjon til humus bidra til at de fleste av de nevnte miljøgifter blir mindre biotilgjengelige. Det foreligger således for tiden ikke noen risiko forbundet med å bruke Hattemakerbekken til foreliggende brukerområder p.g.a. potensielle mikroforurensninger. Hattemakerbekkens mellomste og nedre del bør likevel avlastes fra tilførsel av tarmbakterier, lett nedbrytbart organisk stoff og næringssalter. En kan da i stor grad forbedre vannkvaliteten samt opprettholde nær naturgitt biomangfold og produksjonsevne.

4. Litteratur

Skramstad, T. 1998. Overføringsledning for sigevann fra Heggvin avfallsplass. Vurdering av avløpsmengder ved overløpsdrift. Norconcult A/S. Notat av den 22. september 1998.

5. Vedlegg 1.

Tabell 2 Kjemiske analyseresultater av kloakk-/sige vann fra Heggvin avfalls plass, 19.08.1998.

Parametre	Benevning	19.08.1998
pH		6,6
KOF	mg O ₂ /l	4600
Jern	mg Fe/l	170
Alkalitet	mmol/l	44,79
Ammonium	mg NH ₄ /l	240
Mangan	mg Mn/l	12
BOF	mg O ₂ /l	13000
Hardhet	mmol/l	14,72
Total-nitrogen	mg N/l	269
Ledningsevne	m S/m	570
Kvikksølv	µg Hg/l	0,08
Bly	mg Pb/l	0,0189
Kadmium	mg Cd/l	0,0023
Total fosfor	mg P/l	3,71
Kalium	mg K/l	311
Sulfat	mg SO ₄ /l	122
Aluminium	mg Al/l	0,747
PAH	Ng/l	
Klorid	mg Cl/l	537,4
Sink	mg Zn/l	6,57
Krom	mg Cr/l	0,0951
Kobber	mg Cu/l	<0,04
Natrium	mg Na/l	290
Bor	mg B/l	1,71
Nikkel	mg Ni/l	0,0865
Arsen	mg As/l	0,061
Fenoler	µg/l	1300
Aromater: (BTEX og olje)		
Nonylfenol (østrogene stoffer):		
Triasiner (plantevernmidler)	µg/l	
AOX	mg/l	0,025
Aromater:		
Benzen	µg/l	2,2
Toluen	µg/l	350
Etylbenzen	µg/l	18
Xylener	µg/l	27
Total hydrokarboner (olje)	µg/l	610
Nonylfenoler:		
Nonylfenol	µg/l	3,4
Nonylfenolmonoetoksylder	µg/l	1,6
Nonylfenoldietoksylder	µg/l	0,51

Di-cykliske hydrokarboner:		
Naftalen	µg/l	0,25
Asenaftylen	µg/l	0,11
Asenaften	µg/l	0,19
Ekte PAH + Fluoren:		
Fluoren	µg/l	0,14
Fenantren	µg/l	0,033
Antrasen	µg/l	0,12
Indeno (1,2,3-c,d) pyren *	µg/l	0,025
Benzo (g,h,i) perylen	µg/l	0,051
Dibenzo (a, h) antrasen *	µg/l	
PCB	µg/l	0

* markerer potensielt kreftfremkallende PAH'er

Tabell 3 Analyse av kjemisk og biologisk oksygenforbruk i kloakk-/sigevann fra Heggvin avfallsplass, 23.10.1998.

Parametre	Benevning	20.10.1998
KOF	mg O ₂ /l	2100
BOF	mg O ₂ /l	1220

Tabell 4. Innhold av klororganiske og polycykliske aromatiske forbindelser i sedimentprøver tatt like ved pumpekummen den 28.september 1998.
Konsentrasjonene er gitt som µg stoff/kg tørrvekt sediment.

Parametre	Belastet område	Referanse
Tørrstoff %	25,5	40,6
Klororganiske forbindelser:		
Pentaklorbensen	0,6	<0,5
Heksaklorbensen	<0,5	0,6
Heksaklorsykloheksan	<0,5	<0,5
Oktaklorstyren	0,6	<0,5
DDE	<0,5	0,6
DDD	<0,5	<0,5
PCB 28	0,7	<0,5
PCB 52	<0,5	<0,5
PCB 101	<0,5	<0,5
PCB 118	<0,5	<0,5
PCB 153	<0,5	<0,5
PCB 105	<0,5	<0,5
PCB 138	0,6	<0,5
PCB 156	<0,5	<0,5
PCB 180	<0,5	<0,5
PCB 209	<0,5	<0,5
Σ PCB	1,3	0
Seven Dutch PCB'er	1,3	0
Dicykliske hydrocarboner:		
Naftalen	2950	<5
2-M-Naf.	1250	<5
1-M-Naf.	595	<5
Bifenyl	1990	<5
2,6-Dimetylnaftalen	6100	<5
Acenaftylen	2480	8,4
Acenaften	107	8,4
2,3,5-Trimetylnaftalen	20	6,1
Σ Di-cykliske	11292	22,9
Ekte PAH + Fluoren		
Fluoren	195	11
Fenantren	343	27
Antracen	38	20
1-Metylfenantren	73	23
Fluoranten	312	40
Pyren	200	32
Benz(a)antracen*	17	<5
Chrysen/trifenylen	62	28
Benzo(b,j,k)fluoranten*	62	56
Benzo(e)pyren	35	32
Benzo(a)pyren*	50	32

Perylen	38	<5
Ind.(1,2,3cd)pyren*	43	42
Dibenz.(a,c/a)ant.*	<5	<5
Benzo(ghi)perylene	42	40
Σ Ekte PAH + Fluoren	1510	383
Derav KPAH(*)	172	130
% KPAH	11	34

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper

Tabell 5. Innhold av mangan, arsen og tungmetaller i sedimentprøver tatt like ved pumpekummen den 28. september 1998. Konsentrasjonene er gitt som mg/kg tørrstoff (TS).

Parameter		Belastet område	Referanse
Arsen	As	33,3	2,32
Kadmium	Cd	2,38	1,01
Kobolt	Co	31,4	3,73
Krom	Cr	48	13,1
Kobber	Cu	16,1	16,1
Kvikksølv	Hg	0,268	0,225
Nikkel	Ni	34,4	28,0
Bly	Pb	13,8	22,1
Sink	Zn	16100	83,6
Mangan	Mn	2160	159

Tabell 6. Hygiensik bakteriologiske forhold ved seks lokaliteter i Hattemakerbekken i 1998

Stasjon	1		2		3		4		5	6
	9/9	2/9	9/9	3/9	19/11	3/9	19/11	3/9	9/9	
Parameter										
Termotol.kolif.bakt/100ml	<1	88000	93	300	<1	550	7900	<1	93	
Fekale streptokokker/100ml	12	5000	600	36	<1	20	2600	<10	600	

Tabell 7. Hygienisk bakteriologiske forhold i tre private drikkevannsbrønner i 1998.

Brønn ved	Jevnaker		Balke	Torp
	24/9	19/11	3/9	9/9
Parameter				
Totalt ant.bakt/ml	>3000	>3000	104	-
Koliforme bakt/100ml	>10000	>1	3	-
Termotol. Kolif.bakt/100ml	4000	>1	1	>1
Fekale streptokokker/100ml	-	-	-	12

Tabell 8 Termotolerate koliforme bakterier ved 6 lokaliteter i Hattemakerbekken den 21.juli 1999.

Lokalitet	Ved kummen utslipps- plassen	Jevnaker ved veien til Heggvin	Balke v/veipassering	Hestvoll	Grimset ved Fylkesvei	Skøgen ved veibrua
Antall TKB/100ml	560	570	7800	2900	1000	700

Tabell 9. Konsentrasjonen av næringssalter (fosfor og nitrogen), organiske stoff og jern ved 6 lokaliteter i Hattemakerbekken den 21.juli 1999.

Lokalitet	Ved kummen utslipps- plassen	Jevnaker ved veien til Heggvin	Balke v/veipassering	Hestvoll	Grimset ved Fylkesvei	Skøgen ved veibrua
Tot.fosfor µgP/l	185	40,2	62,9	67,4	57,6	59,4
Tot.nitrogen µgN/l	5692	1808	2528	2896	2815	2618
Tot.org. karbon mgC/l	59,6	30,6	21,6	19,1	17,1	15,7
Jern mg Fe/l	3,05	1,24	1,22	1,74	1,23	1,45

Tabell 10. Forekomst av termotolerante koliforme bakterier og fekale streptokokker ved 4 lokaliteter i Hattemakerbekken den 22.november 1999.

Lokalitet	Utløp fra forstasjon	Jevnaker ved veien til Heggvin	Balke v/veipassering	Grimset ved Fylkesvei
Antall TBK/100ml	<1	7	170	110
Streptokokker ant/100ml	-	7	16	14

Tabell 11. pH og jernkonsentrasjon ved 4 lokaliteter i Hattemakerbekken den 22.november 1999.

Lokalitet	Utløp fra forstasjon	Jevnaker ved veien til Heggvin	Balke v/veipassering	Grimset ved Fylkesvei
Surhetsgrad (pH)	6,93	7,2	7,71	7,91
Jern mg Fe/l	66,3	-	-	-

6. Vedlegg 2.

VURDERING AV FORURENSNINGSGRAD OG KLASSEINDELING FOR BEKKER, ELVER OG INNSJØER BASERT PÅ DE BIOLOGISKE FORHOLD.

Bekker og Elver.

Generelt.

Inndelingen er fremkommet ved en strengere vurdering og forenkling av saprobiesystemet som er oppstilt av dansken Fjerdingstad (1960). Fargebetegnelser og vurderingsnormer er også til del hentet fra Stjerne-Pooth (1978). For mer inngående informasjon vises til Kjellberg og medarbeidere (1985). Klasseinndelingen er stort sett i direkte samsvar med SFT,s klassifisering av miljø i ferskvann (Andersen et al 1997 og Holtan og Rosland 1992) som beskriver forurensningsgrad dvs. avvik fra forventet naturtilstand.

Forurensningsgrad og klasseinndeling.

Klasse I (blå farge): Elve- eller bekkestrekninger som ikke eller i liten grad er påvirket av forurensningstilførsel. Naturlige eller tilnærmet naturlige forhold, dvs. rentvannsforhold. Flora og fauna er sammensatt av arter som normalt burde foreligge for en slik elvestrekning. Som regel er det stabile biologiske forhold uten større svingninger fra år til år. Høy mineraliseringsgrad av organisk stoff, høyt oksygeninnhold i såvel vannmassene som i bunnsubstratet. Hygienisk sett som regel god vannkvalitet. Benyttes nedbørsfeltet av beitedyr, eller det finnes bever, tilføres vassdraget som regel tarmbakterier som kan påvirke vannkvaliteten, særlig i mindre vassdrag. Det er som regel gode livsvilkår for laksefisker. (Klasse I er nærmest å jevnføre med den katharobe sonen i Fjerdingstads system).

Områder innenfor denne klasse, med høy humuspåvirkning eller markert forsurening, er angitt med brune tverrstreker. Disse områdene karakteriseres av lav bufferkapasitet (alkalitet < 0,05 mekv/l), til tider lav pH (< 5,5), ikke forekomst av forsuringfølsomme organismer, lav produksjon, og ved at fiskens reproduksjonsmuligheter er blitt dårligere eller helt umuliggjort (pH < 4,8). I enkelte tilfeller er fisken helt slått ut. I mange tilfeller er det betydelig forekomst av trådformete grønnalger, særlig *Mougeotia spp.* og enkelte arter i slektene *Microspora* og *Binuclearia* langs disse strekninger. Kalkede bekke- og elvestrekninger er markert med brun-blå tverrstreker.

Klasse I-II (overgangssone): Forholdene er stort sett som for klasse I, men både flora og fauna er noe rikere (bl.a. økt fiskeproduksjon) på grunn av en viss tilførsel av organisk stoff og næringssalter. Denne tilførsel kan være forårsaket enten av reguleringsinngrepp (utvaskings effekter s.k. demningseffekter i ovenforliggende magasin og/eller endret vannregime), begrenset jordbruksaktivitet og/eller kloakkutslipp fra spredt bebyggelse og/eller renseanlegg. I direkte tilknytning til utslipp av fekal natur (boligkloakk, husdyrgjødsel) er vannet rent lokalt hygienisk sett som regel utilfredsstillende (> 100 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml), og da spesielt ved lavvannføring. (Denne klasse kan nærmest regnes til den oligosaprobe sone i Fjerdingstads system).

Klasse II (grønn farge): Elve- og bekkestrekninger der en moderat og biologisk påvisbar påvirkning foreligger. Påvirkningen har for det første ført til økt næringsgrunnlag (tilførsel av organisk materiale og næringsalter) og dermed økt plante- og dyreproduksjon (eutrofiering). Som regel har vi økt algevekst og/eller økt forekomst av moser og høyere vegetasjon langs disse elvestrekninger. Rent lokalt i direkte tilknytning til utslippssteder med lett nedbrytbart organisk stoff (kloakk, næringsmiddelindustri, silo og husdyrgjødsel), kan det være noe synlig fremtredende heterotrof begroing (sopp, bakterier og ciliater). Oksydasjon og mineralisering av organisk stoff er allikevel relativt fullstendig. Som regel er det gode oksygenforhold i såvel bunnsubstratet som i vannmassene. Livsvilkårene for laksefisk (bl.a. økt næringsgrunnlag) er gode og gir økt fiskeavkastning. Dersom det

foreligger utslipp av tarmbakterier (fekale utslipp), er vannet hygienisk sett ikke egnet som drikkevann uten omfattende rensing.

Strekninger med markert eller sterk overgjødslingspåvirkning (eutrofiering), er markert med røde tverrstreker. Disse områder kjennetegnes ved at det:

- i strømvassnitt periodevis er masseutvikling av en eller flere algearter og/eller langskuddsplanter (eloider) som danner tette "vegetasjonstepper" over store bunnarealer. Dette gjelder særlig elve- og bekkestrekninger med stor lystilgang.
- i mer stilleflytende partier er markert vekst av høyere vegetasjon (makrofytter), som i visse fall helt dekker elveleiet.

Disse forhold medfører forandringer i de øvrige organismsamfunn, påvirker fiskens gytemuligheter samt medfører vanskeligheter ved utøvelse av fiske og annen bruk av vannforekomsten (bl.a. risiko for oversvømmelse ved at elve-/bekkeløpet vokser igjen av høyere vegetasjon, luktulempen når liten vannføring medfører tørrleggelse og forråtnelse samt at løsrevet algebegroing fester seg på garn og andre fiskeredskaper). I visse tilfeller kan også algeveksten bidra til vond smak på fiskekjøttet. (Klasse II er nærmest å regne til den oligosapsone sonen i Fjerdingstads system, men med en mer markert betoning av overgjødslingseffekten).

Klasse II-III (overgangssone): Forholdene er som for klasse II, men innslaget av synlig fremtredende heterotrof begroing (s.k. lammehaler og lignende) er mer markert, dvs. økt organisk belastning (saprobiering). Bl.a. kan nedsatt oksygentilgang i bunnsstratet bidra til noe dårligere reproduksjonsforhold spesielt for laksefisker. (Denne klasse kan nærmest henføres til Fjerdingstads Y-mesosaprobe sone).

Klasse III (gul farge): Elve- og bekkestrekninger der en markert forurensningspåvirkning (overgjødsling og forråtnelse/saprobiering) foreligger. Her er det blant algebegroing og høyere vegetasjon et rikt innslag av heterotrof begroing (sopp, bakterier og ciliater) som er synlig fremherskende (s.k. "lammehaler") og da spesielt i tilknytning til utslippsstedene. Oksygeninnholdet i bunnlagen kan ved lav vannføring i kombinasjon med høy vanntemperatur være sterkt redusert. Oksygeninnholdet i vannmassene er da vanligvis > 5 mg/l. Flora- og faunasammensetningen er forskjøvet mot mer motstandsdyktige arter (saprophiler og saproxener) og individantallet av enkelte av disse arter er som oftest stort. Ustabile biologiske forhold med store og raske svingninger bl.a. kan sopp- og bakterieveksten bli mer markert om vinteren og i perioder med lav vannføring.

Oksydasjonen og mineraliseringen av nedbrytbart organisk materiale er ikke fullstendig, og det er rikelig med aminosyrer. Vond lukt foreligger av og til. Laksefisk kan oppholde seg innenfor området, men reproduksjonsmulighetene er begrenset. I enkelte tilfeller kan det være meget stor fiskeproduksjon på disse stedene. Av og til kan det være lukt- og smaksforringelser på fiskekjøttet. Da forurensningskilden eller kildene er av fekal art, er det rikelig med tarmbakterier (> 500 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml), og vannet er fra hygienisk synspunkt utilfredsstillende og ikke brukbart til drikkevann eller vaskevann uten omfattende rensing, og det er heller ikke egnet til badevann eller til vanning av grønnsaker og frukt. (Klassen er nærmest å henføre til den a- og b-mesosaprobe sonen i Fjerdingstads system).

Klasse III-IV (overgangssone): Forholdene er som nevnt ovenfor, men den organiske belastningen medfører tidvis til oksygenbrist og hydrogensulfidutvikling i bunnlagen (sort belegget under steiner). En meget markert oksygenreduksjon kan også oppstå i vannmassene (3 - 5 mg O₂/l). Som regel foreligger direkte luktulempen bl.a. som resultat av frigjøring av oppløst hydrogensulfid (H₂S) og andre svovelforbindelser. Det er ikke reproduksjonsmuligheter for laksefisk. Der forurensnings-

kildene er av fekal art, er vannet hygienisk sett utilfredsstillende som for klasse III. (Den Y-polysaprobe sonen i Fjerdingstads system er den som nærmest stemmer overens med denne klasse).

Klasse IV (rød farge): Sterkt forurenset (saprobiert) elve- eller bekkestrekning med masseutvikling av synlig fremtredende heterotrofe organismer som bakterier, sopp og/eller ciliater. Forråtnelsesprosesser dominerer og gir opphav til påtagelige luktulempen ved frigjørelse av oppløst hydrogensulfid (H₂S) og andre svovelforbindelser. Som regel er det oksygenfrie tilstander i bunnssubstratet hvor hydrogensulfid og jernsulfid er fremherskende (sort belegget på bunnen). Også oksygeninnholdet i de frie vannmasser er som oftest sterkt redusert, ofte < 3 mg O₂/l, og i visse perioder, spesielt i mer stilleflytende partier, kan det være anarobe forhold, dvs. total oksygenbrist, sort vann og betydelige luktproblemer. Floraen og faunaen består av et fåtall spesifikke arter (saprobionter) som oftest opptrer i meget stort individantall. Langskuddsplanter (elodeider) og kortskuddsplanter (isoetider) savnes som regel helt. Ustabile biologiske forhold med store svingninger. En visuelt markert begroing av bakterien *Sphaerotilus natans* (kloakk, gjødselig) og/eller soppene *Leptomitium lacteus* (silopressaft, næringsmiddelindustri), samt i visse tilfeller den rødfargede sopp *Fusarium aquaeductum* (surt miljø som f.eks. ved utslipp fra sulfitfabrikker) er som regel vanlig og setter sitt preg på elve/bekkestrekningen. Laksefisk kan det bare være i disse områder når vannføringen er høy eller når påvirkningen av en eller annen grunn er mindre (lav temperatur, sesongbetont utslipp, osv.). Fiskedød forekommer som regel fra tid til annen. Hygienisk sett er vannkvaliteten høyst utilfredsstillende og dette gjelder også for de fleste andre bruksformål. (Klasse IV tilsvarer nærmest den a- og b-polysaprobe sonen i Fjerdingstads saprobiesystem).

Områder innenfor klasse IV, der høyere organismeliv er helt utslått, samt der fisk ikke kan overleve, er markert med sorte tverrstreker i det røde feltet. Det kan her dreie seg om kraftig organisk belastning med total oksygenmangel eller utslipp/produksjon av organiske stoffer med direkte giftvirkning (H₂S, NH₃, fenol osv.)

Da det gjelder utslipp (først og fremst fra industri) av uorganisk art, som regel i form av salter, er det betydelig vanskeligere å stille opp noe system, idet utslippets kvalitet i høy grad varierer fra industriaktivitet til industriaktivitet. Det er derfor ikke gjort noe forsøk på mer inngående inndeling i denne sammenheng, men to typer påvirkning kan henføres til følgende hovedkategorier:

Kategori I: Område der det høyere organismelivet er helt eller delvis utslått på grunn av utslipp av mer akutt toksisk art (lav pH, cyanid, fenol, visse metallsalter osv.). Områder med direkte toksisk påvirkning er markert med sorte tverrstreker (jevnt før klasse IV ovenfor).

Kategori II: Område hvor utslipp ikke medfører til noen større forandring av de herskende tilstander, men der en markert biokonsentrasjon, bioakkumulasjon og eventuelt også biomagnifikasjon av f.eks. visse tungmetaller eller organiske miljøgifter som f.eks. klororganiske mikroforurensninger kan ventes å skje i organismene og som på lengre sikt kan medføre til alvorlige konsekvenser (genetiske skader, konsumrestriksjoner osv.). Disse områder er markert med sorte prikker i fargefeltet.

Endelig er det viktig å understreke at forurensningssituasjonen i et vassdrag ved siden av variasjoner i utslippsmengde, også varierer med både vannføring og årstid (temperatur). Ved høy vannføring blir påvirkningen oftest mindre merkbar, mens selv meget små forurensningsmengder ved ekstremt lavvann kan få betydelige skadevirkninger. Forurensningssituasjonen et år med rikelig nedbør kan derfor være en annen enn et år med sparsom nedbør. En mild vinter eller spesielt varm sommer gir en annen påvirkning enn en kald osv. Videre er flere typer av påvirkning sesongbetont, og her kan vi bl.a. nevne silopressaftutslippene. Mindre vassdrag kan f.eks. under silosesongen og umiddelbart etter betegnes som sterkt forurenset (klasse IV), mens de under resten av året kan ha nesten helt upåvirkede tilstander (klasse II). Som eksempel kan vi her nevne tidligere forhold i Steinsengbekken på Nes. (Mjærum 1974).

Innsjøer.

Generelt.

Den klassiske inndelingen for innsjøer har lenge basert seg på innsjøens produksjonsforhold, dvs. biologisk respons på næringstilførselen i forhold til innsjøens morfometri og hydrologi (Naumann 1919, Thienemann 1921, Rodhe 1969 og Brettum 1989).

Produksjonsforandringer, i første rekke masseutvikling av primærprodusenter som planktonalger og høyere vegetasjon forårsaket av økende tilførsel av næringssalter (eutrofi-/øvergjødslingsutvikling) er ved siden av forureningen et av de alvorligste problem for mange av våre innsjøforekomster. Av denne grunn er overgjødslings- og forureningssituasjonen valgt som hovedgrunnlag for her benyttet klasseinndeling for innsjøer.

Forurensningsgrad og klasseinndeling.

Klasse I (blå farge): Innsjøer og tjern med biologisk status og produksjonsnivå i samsvar med de naturgitte forhold tilhører denne kategori. Klassens innsjøer kan karakteriseres som upåvirket eller lite påvirket av næringsaltforurensning og her finner vi oligotrofe, dystrofe såvel som naturlige mesotrofe innsjøer.

Forsurede innsjøer og tjern er markert med brune tverrstreker. Kalkede lokaliteter er markert med brun-blå tverrstreker.

Klasse I-II (overgangssone): Innsjøer og tjern, som på grunn av økt næringstilførsel har fått en viss økning av algeproduksjonen og/eller høyere vegetasjon hører til denne klasse. I direkte tilknytning til utslippssteder av fekal natur er vannet i hygienisk sammenheng som regel utilfredsstillende. Fra fiskerisyndspunkt er som oftest påvirkningen positiv ved at fiskproduksjonen øker. Innsjøen kan karakteriseres som lite til moderat påvirket.

Klasse II (grønn farge): Denne klasse omfatter innsjøer med markert og målbar økning av algemengden, algeproduksjonen og/eller høyere vegetasjon som resultat av økt antropogen næringsaltbelastning (begynnende overgjødsling). Algefloraen (planteplankton) er forskjøvet fra naturtilstanden mot økt forekomst av kiselalger (større innsjøer) eller grønnalger (mindre innsjøer/tjern) med innslag av mer næringskrevende blågrønnalger. Det er videre særlig i vegetasjonsperioden nedsatt siktedyp, markert begroing "s.k. grønske" langs strendene. Masseoppblomstring av alger som gir lukt og smaksproblemer kan forekomme. Enkelte av disse kan også danne toksiner. I områder som er berørt av større utslipp av fekal natur (først og fremst regulert boligkloakk) er vannet hygienisk sett utilfredsstillende. På grunn av høyt bakterieinnhold egner vannet seg ikke til bading. Enkelte områder kan være betydelig belastet med organisk materiale. Tilstanden medfører som regel til en betydelig økt fiskeproduksjon. Innsjøen kan karakteriseres som moderat forurensningspåvirket.

Klasse II-III (overgangssone): Innsjøer og tjern i denne klasse har en mer markert artsforskyvning mot mer eutrofiindikerende planteplanktonarter og/eller høyere vegetasjon, samt økt forekomst og dominanse av karpefisk særlig mort og brasme hvis slike forekommer. Det er også vanlig at det skjer mindre algeoppblomstringer.

Klasse III (gul farge): Innsjøer og tjern med betydelig næringsaltbelastning og dermed stor algeproduksjon og algeoppblomstringer som i større innsjøer domineres av kiselalger og blågrønnalger, og i mindre innsjøer som oftest av grønnalger (i grunne innsjøer markert utvikling av

høyere vegetasjon) hører til denne klassen. Av og til er det algeblomst og betydelig begroing langs strendene i vegetasjonsperioden. Dette fører til perioder med sterkt redusert siktedyp, markerte pH-svingninger i overflatelagene og økt belastning av organisk stoff i bunnlagene. I grunnere innsjøer med liten gjennomstrømning er oksygeninnholdet som regel betydelig redusert i de dypere områdene og i visse tilfeller er det fullstendig oksygenmangel. Fiskeproduksjonen er stor og det er markert artsforskyvning mot større forekomst av karpfisk der slike forekommer. Utøvelse av fiske er vanskelig gjort bl.a. på grunn av begroinger på fiskeredskaper, tidvis lukt- og smaksforringelser av fiskekjøttet m.m.

Hgienisk vurdert er forholdene tilnærmet de samme som for klasse II. De øverste vannmassene (i grunne innsjøer hele vannmassen) er som regel i perioder lite egnet som drikkevann på grunn av algesmak, igjentetting av filter o.l. Innsjøen kan karakteriseres som markert overgjødslet, dvs. markert forurensningspåvirket.

Klasse III-IV (overgangssone): Forholdene er som overfor, men med et mer markert innslag av blågrønnalger og algeblomst, spesielt på sensommeren.

Klasse IV (rød farge): Omfatter innsjøer og tjern med betydelig næringssalttilførsel og dermed betydelig algeproduksjon (i grunne innsjøer markert utviklet høyere vegetasjon). Algefloraen domineres av blågrønnalger og/eller når det gjelder små innsjøer grønnalger. Ustabile biologiske forhold med store svingninger. Betydelig algeblomst er vanlig i sommerhalvåret, herved reduseres siktedypet kraftig og vannet blir vegetasjonsfarget, lukt og smaksproblemer på såvel vann som fiskekjøtt kan oppstå. Det er store pH-variasjoner i overflatelagene. Enkelte blågrønnalger kan være giftproduserende samt forårsake hudirritasjon og allergier.

Den organiske belastning i bunnområdene medfører sterk oksygenforbruk, og ofte (sensommer og vinter) er det anaerobe (oksygenfrie) forhold i de dypere vannmasser. Det siste gjelder spesielt i innsjøer med liten gjennomstrømning. Det er som oftest kraftig artsforskyvning mot mindre verdifulle fiskearter (mortfisker) hvis slike forekommer. I alle fall er fiskeproduksjonen og fangstutbyttet av mer verdifulle arter sterkt redusert. Til tider vond lukt og smak på fiskekjøttet. I grunnere innsjøer med lite tilsig er det ofte fiskedød i vinterhalvåret. I drikkevannssammenheng og hygienisk sett er forholdene tilsvarende som for klasse III, men sterkere markert. Forholdene for bading og rekreasjon er høyst utilfredsstillende. Innsjøen kan karakteriseres som sterkt overgjødslet, dvs. sterkt forurensningspåvirket.

PLANTEPLANKTON SOM INDIKATOR PÅ TROFINIVÅ I INNSJØER.

Generelt.

Planteplankton i innsjøer består av små, frittlevende alger (primærprodusenter) som vanligvis reagerer raskt på miljøendringer i vannmassene. Små forandringer i tilført mengde næringsstoffer vil derfor om næringsstoffene foreligger i en for algene tilgjengelig form, gi signifikante endringer i planktonsamfunnet lenge for forskjellen kan registreres med dagens kjemiske analysemetodikk. Planktonalgens artssammensetning, biomasse og årssuksesjon gir derfor en god informasjon om innsjøens næringsstatus og eventuelle utvikling over tid. Utpreget eutrofi resp. oligotrofi kan derfor enkelt utifra indikatorarter registreres med hjelp av bare en planktonplanteprobe tatt midt i vekstsesongen. Brettum (1989) og Tikkanen og Willen (1992) har utarbeidet fortekninger over indikatorarter. Videre presenterer Brettum (1989) og Heinonen (1980) følgende biomassetall (algeomengder) gitt som våtvekt/ferskvekt:

	Brettum (1989).	Heinonen (1980).
Ultraoligotrofe innsjøer	< 0,2 gram/m ³	< 0,2 gram/m ³
Oligotrofe innsjøer	0,2 - 0,7 gram/m ³	0,21 - 0,50 gram/m ³
Begynnende eutrofe *	0,7 - 1,2 gram/m ³	0,51 - 1,00 gram/m ³
Mesotrofe innsjøer	1,2- 3,0 gram/m ³	1,01 - 2,50 gram/m ³
Eutrofe innsjøer	3,0 - 5,0 gram/m ³	2,51 - 10,00 gram/m ³
Polyeutrofe innsjøer	5,0 - 10,0 gram/m ³	-----
Hypereutrofe innsjøer	> 10 gram/m ³	> 10 gram/m ³

* Svakt mesotrof er benyttet som benevning i rapporten.

FORSURING.

Forsuringssituasjonen i elver og bekker er vurdert ved bruk av fastsittende alger og bunndyr som indikator etter metode gitt av Lindstrøm (1992) og Bækken og Kjellberg 1998. Forsuringssituasjonen i innsjøer og tjern er vurdert ved bruk av vannkjemi og forekomst av planktonalger etter metode gitt av Brettum (1989).

VURDERINGSGRUNNLAG FOR KREPSDYRPLANKTONBIOMASSE.

Vurderingen er basert på beregnet middelbiomasse (gram tørrvekt/m²) i vegetasjonsperioden (mai/juni-oktober) og bygger på foreliggende resultater fra innsjøer i østlandsområdet. Videre at tørrvekten utgjør 10 % av våt-/ferskvekten.

Svært høy	> 2,00	gram tørrvekt/m ²	> 20	gram våtvekt/m ²
Høy	1,01 – 2,00	gram tørrvekt/m ²	10 - 20	gram våtvekt/m ²
Middels	0,51 – 1,00	gram tørrvekt/m ²	5 -10	gram våtvekt/m ²
Lav	0,25 – 1,00	gram tørrvekt/m ²	2,5 - 5	gram våtvekt/m ²
Svært lav	< 0,25	gram tørrvekt/m ²	< 2,5	gram våtvekt/m ²

VURDERING AV PREDASJONSPÅVIRKNING PÅ KREPSDYRPLANKTON FRA FISK.

Planktonspisende fisk kan ha en klart strukturerende påvirkning på en innsjøes krepsdyrplankton. Økt predasjonspress gir økt påvirkning. Predasjonspresset fra fisk er her vurdert etter klassifiseringssystem utarbeidet av Løvik (in prep.). Dette systemet tar utgangspunkt i relasjonen mellom middellengden av voksne (eggberende) hunner av dominerende art av *Daphnia spp.* og *Bosmina spp.* Økt predasjonspress gir minket middellengde og overgang mot dominanse av mer småvokste arter.

Fiskepredasjonsklasse	<i>Daphnia spp.</i>	<i>Bosmina spp.</i>
I Liten	> 1,7 m.m.	> 0,84 m.m.
II Moderat	1,5 – 1,7 m.m.	0,74 – 0,84 m.m.
III Markert	1,2 – 1,5 m.m.	0,58 – 0,74 m.m.
IV Sterk	1,0 – 1,2 m.m.	0,48 – 0,58 m.m.
V Meget sterk	< 1,0 m.m.	< 0,48 m.m.

LITTERATUR.

- Andersen, J.R. et al. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT- veiledning. Nr.97:04. TA-1468/1997. 31 s.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapp., løpenr. 2344. 111 s.
- Bækken, T. og G. Kjellberg. 1998. Klassifisering av surhetsgrad og vurdering av forsurening i rennende vann basert på forekomst av bunndyr. In prep.
- Fjerdingstad, E. 1960. Forurensning af vandløp biologisk bedømt. Nordisk Hygienisk Tidsskrift. Vol. XLI, s. 149-196.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 37, 1-91.
- Holtan, H. og D.S. Rosland. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr. 92:06. TA-905/1992.
- Kjellberg, G., S. Rognerud og O. Gillund. 1985. Basisundersøkelse i Trysilelva 1981-1984. NIVA-rapp., løpenr. 1816. 103 s.
- Lindstrøm, E-A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. NIVA-rapp., løpenr. 2805. 49 s.
- Mjærum, E. 1974. Forurensninger i et landbruksområde, Ringsaker kommune, Hedmark. Årsrapport 1974. Fremdriftsrapport nr. 6. Rapport fra Norges Landbrukshøgskole. 80 s.
- Nauman, E. 1919. Några synpunkter ang. Limnoplanktons ökologi. Svensk Botanisk Tidsskrift. 13: 129-163.
- Stjerna-Pooth, I. 1978. Undersökning av benthos och vattnets kvalitet i sjöar och rinnande vatten. Statens Naturvårdsverk. Lund 1978. 78 s.
- Tikkanen, T. og T. Willen. 1992. Växtplanktonflora. Naturvårdsverket Förlag. ISBN 91-620-1115-4. 280 s.
- Thienemann, A. 1921. Seentypen. Sonderabdruck aus die Naturwissenschaften 9. Rodhe, W. 1969. Crystallization of Eutrophication Concepts in Northern Europe. S 50-64 i: Eutrofication: Causes, Consequences, Correctives. Proceedings of a Symposium. Washington (National Academy of Sciences). 661 s.