

Miljøkvalitet
i innsjøer og bekker ved
Bergen Lufthavn Flesland
høsten 2009



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

1404



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Miljøkvalitet i innsjøer og bekker ved Bergen Lufthavn Flesland høsten 2009

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen & Kurt Urdal

OPPDRAKSGIVER:

Avinor - Bergen Lufthavn, Flesland, Postboks 34, Flesland, 5869 Bergen

OPPDRAGET GITT:

1. oktober 2009

ARBEIDET UTFØRT:

2009 – 2010

RAPPORT DATO:

4. januar 2011

RAPPORT NR:

1404

ANTALL SIDER:

21

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-828-6

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA
Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Morgestemming ved prøvefisket i Langavatnet 9. oktober 2009.

FORORD

Rådgivende Biologer AS gjennomførte på oppdrag fra Avinor, en punktundersøkelse i vassdragene rundt Bergen Lufthavn Flesland høsten 2009. Undersøkelsen omfatter vannkvalitet, begroing, bunndyr og fisk. De undersøkte vassdragene er Fleslandsvassdraget, Lønningenvassdraget og Gåstjørnsbekken, som også ble undersøkt på tilsvarende måte i 2006 (Bjørklund mfl. 2007). Bergen lufthavn er i ferd med å gjennomføre store utbygginger, der Skjenavatnet allerede delvis er fylt ut og i forbindelse med utvidelser av rullebanen blir nedbørfeltet til Lønningenvassdraget og Gåstjørnsbekken berørt.

De vannkjemiske prøvene er analysert av Eurofins AS, bunndyrprøvene er bearbeidet av LFI Oslo, og begroingsprøvene av dr.philos Øivind Løvstad ved LimnoConsult. Trond Magne Målsnes, Avinor, var oppdragsgivers kontaktperson ved gjennomføring av feltarbeidet, mens Peter Holmkvist har overtatt ved rapporteringen.

Rådgivende Biologer AS takker Avinor for oppdraget.

Bergen, 4. januar 2011

INNHOOLD

Forord	4
Innhold	4
Sammendrag.....	5
Innledning.....	6
Vassdragene rundt Flesland	8
Fleslandsvassdraget	8
Lønningenvassdraget.....	8
Gåstjørnsbekken	10
Prøvetaking 2009.....	11
Vannprøvetaking	11
Bunndyrprøver	11
Begroingsprøver	12
Prøvefiske.....	12
EUs vannrammedirektiv.....	12
Resultater.....	13
Sjiktning i innsjøene.....	13
Vannkvalitet	13
Begroing i elvene	14
Bunndyr i elvene	15
Fisk	16
Garnfiske i Langavatnet	16
Garnfiske i Lønnestjørna	17
elektrofiske i bekker	18
Diskusjon.....	19
Vannkvalitet	19
Begroing	19
Bunndyr	19
Fisk	20
Konklusjon	20
Referanser.....	21

SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. og K. Urdal 2011.

Miljøkvalitet i innsjøer og bekker ved Bergen Lufthavn Flesland høsten 2009
Rådgivende Biologer AS, rapport 1404, 21 sider, ISBN 978-82-7658-828-6.

Rådgivende Biologer AS gjennomførte på oppdrag fra Avinor, en punktundersøkelse av miljøtilstanden i tre vassdrag rundt Bergen Lufthavn oktober 2009. Undersøkelsen omfatter vannkvalitet, begroingsalger, bunndyr og fisk. De undersøkte vassdragene er Fleslandsvassdraget, Lønningenvassdraget og Gåstjørnsbekken.

Alle de tre vassdragene er så små at ingen av dem er skilt ut som egne forvaltningsenheter / vannforekomster, og de tilhører således ikke noen av Bergen kommunes 16 "hovedvassdrag". Alle vassdragene er samlet i et felles større område "kystfelt Flesland", som er typifisert som "lite", "lavtliggende", "kalkfattige" og "humøst". Ved den innledende karakteriseringen av vassdragene i Bergen i 2004, ble vassdragene ført opp som antagelig "høy økologisk status", fordi det ikke var antatt store påvirkninger på forholdene i vassdragene (Johnsen mfl 2004). Siden den vurderingen er det utført to punktundersøkelser i vassdragene, en i 2006 (Bjørklund mfl. 2007) og denne i 2009, og resultatene vil bli sett i sammenheng med karakteriseringen av vassdragene i henhold til EUs vannrammedirektiv.

Innholdet av næringsstoffene fosfor og nitrogen var høyt i **Fleslandsvassdraget**, og tilsvarte SFTs tilstandsklasse IV = dårlig. **Lønningenvassdraget** var i 2009 mindre næringsrikt enn Fleslandsvassdraget, med relativt næringsfattige forhold i Lønnestjørn med hensyn på fosfor, og middels næringsrikt med hensyn på nitrogen. **Gåstjørnvassdraget** var mest næringsrikt i 2009, og forholdene i vassdragene synes ikke særlig endret siden 2006.

Begroingsprøvene tatt på tre steder i vassdragene gjenspeiler til tross for dette relativt næringsfattige forhold i **Fleslandsvassdraget**, mens prøvene fra de andre to vassdragene representerte relativt næringsrike forhold, der utløpet av **Lønnestjørna** hadde algesamfunn som antydte mest belastede forhold. Det ble ikke samlet inn begroingsprøver i 2006.

Det var relativt varierte samfunn av bunndyr i både **Fleslandselven** og i utløpet av **Lønnestjørna** i 2009, med larver av både steinfluer, døgnfluer og vårfluer, men ASPT indeksen var dårlig i utløpet av Lønnestjørna og moderat i Fleslandselven. Sammensetning av bunndyr var ikke vesentlig endret fra undersøkelsene i 2006.

Det synes å ha vært sviktende rekruttering av fisk de siste årene i både **Langavatnet** og **Lønnestjørna**, noe som høyst sannsynlig skyldes utfyllingsarbeider i Skjenavatnet og inntil Lønnestjørna.

Resultatene av undersøkelsene i 2009 er noenlunde de samme som i 2006, og viser at vassdragene har moderat til dårlig økologisk status, høyst sannsynlig på grunn av aktivitetene ved og på Bergen Lufthavn Flesland (**tabell 1**).

Tabell 1. Sammenstilling av miljøkvalitet i vassdragene rundt Bergen Lufthavn Flesland i 2009.

*) Næringsinnholdet i Lønningenvassdraget er vurdert for Lønnestjørna og ikke utløp til sjø.

	Fleslandsvassdraget	Lønningenvassdraget	Gåstjørnvassdraget
Vannkvalitet	Dårlig	God *	Dårlig
Begroing	God	Dårlig	Moderat
Bunndyrstatus	Moderat	Dårlig	-
Fiskestatus	Moderat	Moderat	-
Økologisk status	Moderat	Moderat	Dårlig

INNLEDNING

Drift av flyplasser vil kunne forurense nærliggende vassdrag på flere måter, både ved direkte avrenning fra flyplassområdet, via snøfresing og via luften i forbindelse med avisning av flyene. Type forurensninger kan være mange, alt avhengig av aktiviteter og oppsamlingsrutiner ved den enkelte flyplass.

Størst fokus har vært rettet mot bruk av avisningskjemikalier fordi det er et stort forbruk av disse vinterstid og det er vist at de påvirker vassdrag og jordsmonn nær rullebanen. Andre mulige forurensninger kan være kloakktilførsler, næringstilførsler på grunn av gjødsling av grøntområder, avrenning som inneholder olje, diesel og andre kjemikalier som kan være aktuelle i forbindelse med drift av flyplasser.

De ulike stoffenes virkningsmekanismer i vassdrag kan grovt sett deles inn i tre; næringstilførsler kan føre til økt algevekst, tilførsler av organisk stoff kan gi høyt oksygenforbruk og dermed vanskelige vilkår for vannlevende organismer og tilførsler av miljøgifter kan gi akutt eller kronisk skade på vannlevende organismer.

Næringsrikheten i vassdrag måles som konsentrasjon av næringsstoffene fosfor og nitrogen, der førstnevnte oftest er begrensende i ferskvann, - og derfor avgjørende for den biologiske produksjonens nivå. Næringsstoffer kommer delvis som naturlige tilførsler fra jordsmonnet, og siden områdene rundt Flesland er lavtliggende med rike løsmasseavsetninger og ligger under marin grense, antas en naturlig konsentrasjon av fosfor og nitrogen å ligge rundt 10 µg fosfor /liter og rundt 300-400 µg nitrogen/liter. Et høyt innhold av næringssalter gir økt algevekst og økt begroing. Økt begroing kan gi problemer både i elver og grunne innsjøer, mens innsjøene kan få store oppblomstringer av alger, og i enkelte tilfeller av giftige alger.

Mulige kilder for næringstilførsler til vassdragene rundt flyplassen kan være kloakktilførsler eller gjødsling av grøntområder. Disse antas i utgangspunktet å være små da kloakk og avløpsvann skal gå til offentlig avløp, og det ikke er vesentlig gjødsling av grøntområdene (Målsnes, pers.medd.).

Tilførsler av organisk stoff vil ha størst betydning for forholdene i dypvannet i sjiktede innsjøer. Dødt organisk materiale synker mot bunnen der det brytes ned under forbruk av oksygen, og oksygeninnholdet i dypvannet vil gradvis avta. Innsjøer med et lite dypvannsvolum vil ha begrensede mengder oksygen tilgjengelig, og dersom forbruket er stort vil det resultere i oksygenfritt dypvann. Disse delene av innsjøen vil da bli uevelige for de fleste vannlevende organismer.

Naturlige tilførselskilder med hensyn på organisk materiale er egen alge- og planteproduksjon og tilsig fra myrområder. Dødt organisk materiale som kommer med tilrenningsvannet på høsten når vegetasjonen på land dør, kan også være viktig i perioder på høsten. Det er store lokale variasjoner i disse tilførslene og en naturlig konsentrasjon av organisk stoff er derfor vanskelig å sette. I nedbørfeltet rundt flyplassen er det en del myrområder og det var mye vegetasjon i strandsonene i alle innsjøene. Et naturlig høyt innhold av organisk stoff er derfor forventet på tidspunktet for denne punktundersøkelsen.

Mulige forureningskilder som kan påvirke oksygeninnholdet i vassdragene rundt flyplassen kan være kloakk og avisningsvæsker. Kloakken skal føres til offentlig ledningsnett, og avisningsvæsker er kun i bruk vinterstid. Ved Bergen lufthavn er Aviform L50 brukt til baneavisning og Kilfrost ABC 2000 til flyavisning de siste årene. Produktene er hhv. kaliumformiat- og glykolbaserte. De formiatbaserte avisningskjemikaliene har et svært lavt oksygenforbruk og brytes raskt ned, og anses derfor som langt gunstigere for miljøet enn øvrige avisningskjemikalier på markedet. Den glykolbaserte

flyavisningsvæsken er også lett nedbrytbar, men har et høyere oksygenforbruk ved aerob nedbrytning. Ved anaerob nedbrytning dannes giftig H₂S-gass og merkaptangasser.

Lønningenvassdraget ved Bergen lufthavn har tidligere vært sterkt forurenset på grunn av avisningskemikalier (Stene-Johansen & Holtan 1991, Dagestad & Holtan, 1994, Holtan 1996, Noteby 1996), men i dag samles det meste opp i et eget drens-system. En del av flyavisningsvæsken spres likevel til nedbørfeltet når fly tar av eller det er vind under avisningen, og vanligvis regner en med at minst 10-20 % av avisningsvæsken havner i nedbørfeltet.

Et annet problem knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer er “indre gjødsling”. Ved oksygenfritt vann over sedimentene en tid, vil stoffer som tidligere har vært bundet til sedimentene kunne løses ut igjen (Wetzel 1983). Da kan konsentrasjonen av fosfor i dypvannet være både 10 og 100 ganger høyere enn i overflatevannet. I slike innsjøer vil “indre gjødsling” kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførselene, og en kan komme inn i en selvforsterkende sirkel med stadig økende næringsinnhold og algemengder.

Målsetningen med punktundersøkelsen høsten 2009 er å gi et oversiktsbilde over tilstanden i de tre vassdragene rundt flyplassen, som alle er små og dermed ekstra følsomme for forurensningstilførsler. Resultatene vil bli vurdert i forhold til kravene i EU sitt Vannrammedirektiv.

VASSDRAGENE RUNDT FLESLAND

Bergen lufthavn ligger omkranset av tre små vassdrag (figur 1). I nordøst ligger Fleslandsvassdraget med Skjenavatnet og Langavatnet, i sørøst ligger Lønningenvassdraget med Lønnestjørna og i sørvest ligger Gåstjørna med utløpsbekk til Slettepollen. Hele området ligger under marin grense (ca. 50 moh i dette området) og er i stor grad preget av myrområder.

FLESLANDSVASSDRAGET

Fleslandsvassdraget (065.31) består av Skjenavatnet (39 moh.) som renner inn i Langavatnet (39 moh) og deres inn og utløpselver. Skjenavatnet ligger ca. 400 m nordøst for terminalbygget på lufthavnen, og er nå delvis fylt igjen. Fra nordenden av Skjenavatnet renner vannet i rør videre til Langavatnet. Langavatnet ligger like øst for rullebanene på flyplassen. Fra Langavatnet ledes vannet vestover under rullebanene og videre i åpen bekk til utslipp i Kvernavika i Raunefjorden. Begge innsjøene ligger innenfor inngjerdet område på lufthavnen og er ikke tilgjengelig for allmennheten. Bare utløpselva fra Langavatnet ligger utenfor, og den renner gjennom et boligområde før den når sjøen.

Langavatnet (innsjønummer 26819) er 0,186 km² stort, og har et største dyp på ca 24 meter. Innsjøen er ca 1300 meter lang (**figur 1**) og de sørligste 450 meterne er meget grunne med et relativt jevn bunn på rundt 3 meters dyp. Der er det stedvis mye vannvegetasjon. Innsjøen har to innløpsbekker, den største kommer fra Skjenavatnet og renner inn i sør, den andre renner inn i øst der den drenerer et mindre myrområde. Utløpet fra Langavatnet ligger i den sørvestlige delen av innsjøen og går til Kvernavika i Raunefjorden; først i rør under rullebanen og videre som åpen bekk ned til sjøen.

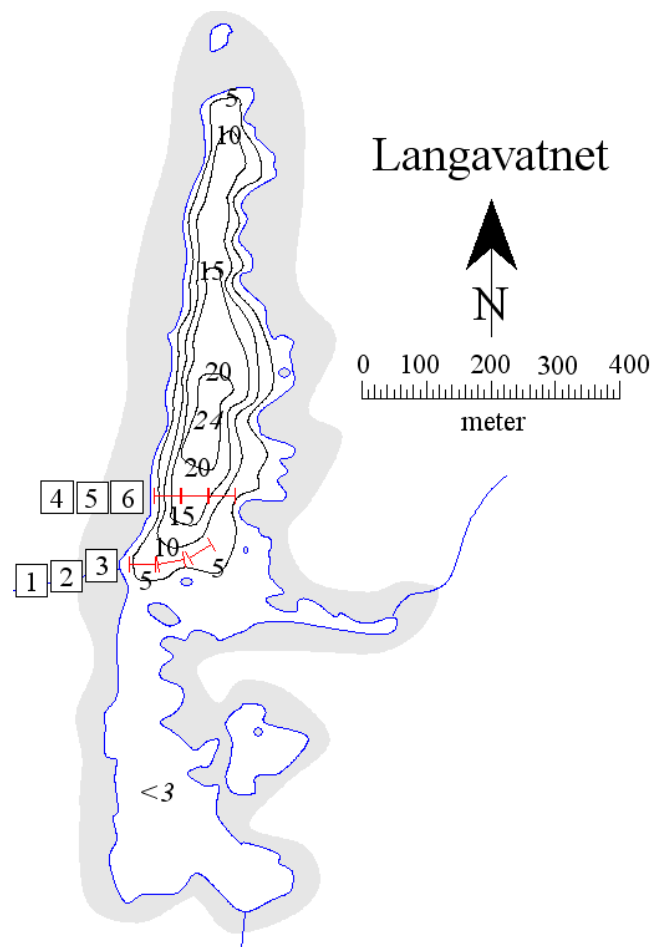
Innløpet fra Skjenavatnet og utløpet av Langavatnet ligger altså begge i den sørlige delen av det langstrakte Langavatnet. Med bebyggelse og lufthavnen i nedbørfeltet vil tilrenningen til innsjøene være endret i forhold til det opprinnelige, men anslagsvis er den lokale tilrenningen til Langavatnet nesten like stor som tilrenningen som kommer via Skjenavatnet.

Både Skjenavatnet og Langavatnet har bestander av ørret (*Salmo trutta*) og stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og begge innsjøene nyttes som oppvekstområde av ål (*Anguilla anguilla*). Innsjøene er også registrerte som rasteplass for andefugler. Det er ikke registrert vernede eller prioriterte naturtyper i området, men ål er på rødlisten som kritisk truet (CR).

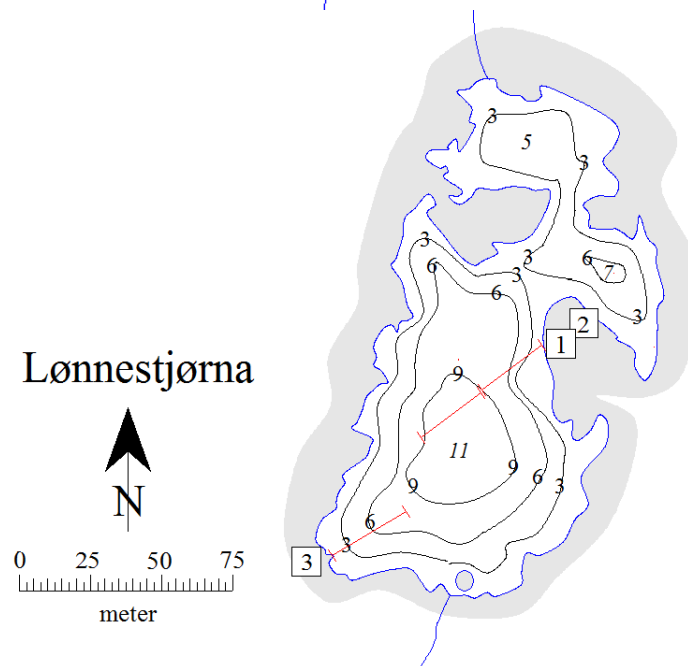
Tidligere undersøkelser av eutrofieringsvannkvalitet er gjort i 2006 (Bjørklund mfl. 2007). Da ble det også tatt sedimentprøver fra de to innsjøene for måling av metaller og miljøgifter.

LØNNINGENVASSDRAGET

Lønningenvassdraget (065.31) består av Lønnestjørna (ca 32 moh) med innløpsbekk i nord og en ca. 1 km lang utløpselv til sjøen. Vassdragets nedbørfelt er på ca. 0,75 km², og nedbørfeltet til Lønnestjørna er på ca 0,36 km². Det aller meste av vassdraget ligger utenfor gjerdet til flyplassen og er allment tilgjengelig. Flyavsningsplattformen, flyoppstillingsarealer vest og sør for flyplassens ekspedisjonsbygg samt frakttterminalene i øst ligger i nedbørfeltet til dette vassdraget.



Figur 1. Dybdekart for Langavatnet tegnet med 5 meters koter. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter.



Figur 2. Dybdekart for Lønnestjørna tegnet med 3 meters koter. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter.

Lønnestjørna (innsjønummer 144431) har et areal på 0,01 km² og et største dyp på 11 m (**figur 2**). Innsjøen består av to basseng, det nordligste og minste er 7 meter på det dypeste, det sørligste og største har maksimumsdyp på 11 meter. En innløpsbekk renner inn fra nord. Denne er omtrent 150 m lang og kommer ut fra steinfyllingen under flyplassen. Bekken er 0,5 til 1 m brei, grunn og med lite fall. Det er bestander av aure (*Salmo trutta*), og sannsynligvis også ål (*Anguilla anguilla*) i innsjøen.

I Lønningenvassdraget er det gjort flere vannkjemiske undersøkelser fordi vassdraget på nittitallet var periodevis sterkt forurenset med kloakktilførsler/flyavisningsvæsker (Stene-Johansen og Holtan, 1991, Dagestad og Holtan 1994, Holtan 1996, NOTEBY 1996). De seinere årene er det tatt prøver fra Lønnestjørna med hensyn på eutrofieringsvannkvalitet en gang årlig på høsten i 2001, 2003 og 2004 (data fra Målsnes, Avinor). Målinger av glykol er foretatt i innløpsbekken til Lønnestjørna flere ganger i vinterhalvåret i perioden 2003-2006 (data fra Målsnes, Avinor).

GÅSTJØRNSBEKKEN

Vest for den sørlige delen av flyplassen ligger et lite vassdrag som består av et lite tjern (Gåstjørna, ca 32 moh) og en utløpsbekk mot havet i vest (**figur 3**). Bekken ligger delvis i rør under veier og fyllinger og finnes ikke avmerket på noe kart. Vi har derfor måttet antyde tilnærmet bekkeløp på oversiktskartet (**figur 3**). Vassdraget ligger like vest for flyplassen og i tillegg til denne drenerer det også et myrområde. Snødeponiet på flyplassen ligger i nedbørfeltet til dette vassdraget.

PRØVETAKING 2009

VANNPRØVETAKING

Det ble samlet inn ti vannprøver 8.oktober 2009, som ble analysert for næringssaltene total-fosfor, fosfat-fosfor (PO₄), total-nitrogen, nitrat-nitrogen (NO₃) og ammonium-nitrogen (NH₄) og surhet (pH).

Figur 3 og tabell 2. De undersøkte stedene for vannprøver 8. oktober 2009.

Prøvetakingssted	Posisjon
Langavatnet	32 V 291241 6691306
Utløp Langavatnet	32 V 291159 6690597
Innløp Langavatnet	32 V 291573 6691067
Utløp Skjenavatn	32 V 291533 6690465
Lønningbekken ved utløp sjø	32 V 291301 6688283
Utløpsbekk fra Lønnestjørna	32 V 291521 6688879
Fleslandselven	32 V 290670 6690640
Gåstjørnsbekken	32 V 290936 6689014
Innløp fra rør til Lønnestjørna	32 V 291549 6689178
Innløpsbekk til Lønnestjørna	32 V 291597 6689164



BUNNDYRPRØVER

Det ble samlet inn bunndyrprøver i Fleslandselven og utløpselven fra Lønnestjørn 8. oktober 2009. Det var ikke mulig å ta slike prøver i Gåstjørnsbekken, der substratet besto av jord eller bart fjell. Ved innsamling av bunndyr ble sparkemetode (NS-ISO 7828) benyttet. Bunndyrene er sortert og artsbestemt av LFI-Universitetet i Oslo.

For klassifisering av miljøtilstand i elver med eutrofiering/organisk belastning som hovedpåvirkning, refererer klassegrensene til prøver tatt sent om høsten, etter at vintergenerasjonene er godt etablert i bunndyrsamfunnet. Alternativt eller i tillegg kan det tas prøver frem til tidlig vår, før arter fra vintergenerasjonen klekker til voksne individer. Veilederen har ikke krav til antall prøver som bør samles inn for å klassifisere vassdrag med denne type påvirkning.

Basert på innsamlet materiale er forsuringindeks I og II, og ASPT-indeks (Average Score per Taxon) bli beregnet, og elvene klassifisert så langt innsamlet material oppfylder klassifiseringskriteriene.

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
> 6,8	6,8 - 6,0	6,0 - 5,2	5,2 - 4,4	< 4,4

BEGROINGSPRØVER

Ved feltbefaringen ble det også samlet inn prøver av begroingsalger, som er analysert for sammensetning av blågrønnalger spesielt. Prøvene er tatt i Fleslandselven nedenfor flyplassen, utløpselven fra Lønnestjørn og i Gåsatjørnbecken. Prøvene ble forsiktig skrapet av fast underlag med en myk tannbørste, og de ble fiksert i Lugols løsning. De er analysert av dr. philos Øivind Løvstad LimnoConsult.

PRØVEFISKE

Et enkelt prøvefiske ble også gjennomført 8.-9. oktober 2009. Langavatnet og Lønnestjørn ble garnfisket med bunngarn av den standardiserte nordiske fleromfarstypen. Antall garn ble tilpasset innsjøstørrelse og forventet fangst. Garna ble satt på en slik måte at alle dyp ble dekket. Fiskene som ble fanget ble målt, veid, analysert med hensyn på alder, kjønn og kjønnsmodning. Inn- og utløpsbekker der det var muligheter for rekruttering av aure ble undersøkt med elektrisk fiskeapparat. I Lønnestjørn "forsvant" ett av garna inn under en "flytende" øy, så her ble ikke fisket så omfattende som ved forrige undersøkelse.

EUS VANNRAMMEDIREKTIV

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft 22. desember 2000, og angir et rammeverk for beskyttelse av alle vannforekomster. Direktivet har som overordnet målsetting at alle vannforekomster skal oppnå minst "*God Økologisk Status*" (GØS) innen år 2015. Norge har fått utsettelse, og for de vannforekomstene der det viser seg at en ikke har minst "god økologisk status", skal det utarbeides tiltaksplaner innen 2015 med gjennomføring av tiltak for å nå målet innen 2021. Ved karakteriseringen i forbindelse med EUs vanndirektiv, skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både *fysisk tilstand*, *kjemisk tilstand* (vannkvalitet) og *biologisk tilstand*.

For de vannforekomster der det viser seg at en ikke har minst "*god økologisk status*", skal det utarbeides en vassdragsplan med påfølgende iverksettelse av tiltak. Det er da "problemeier"/forurenser som skal betale for tiltakene, slik at en innen 2021 kan oppnå kravet. EUs vanndirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFTs mer vannkvalitetsbaserte system.

Denne skala kan for så vidt også benyttes tilsvarende for vannkvalitetsmål. Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for den enkelte vannforekomst. Beskrivelse av *økologisk status* følger denne skala:

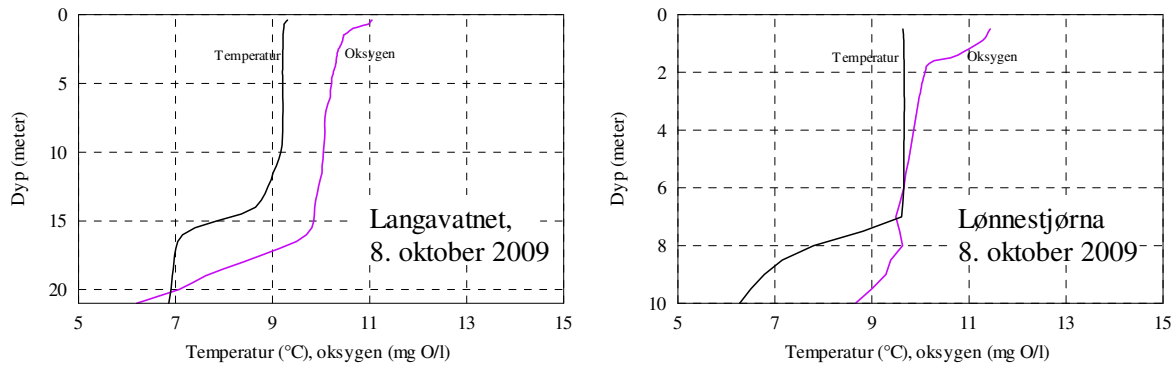
1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

1="Høy status" betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2="god status" avviker litt mer fra naturtilstanden. Samlet økologisk status utgjør en vektet vurdering av alle de ulike undersøkte elementene.

RESULTATER

SJIKTNING I INNSJØENE

8. oktober var det en utpreget temperatursjiktning i begge de to undersøkte innsjøene (**figur 4**). Dette var noe uventet i det grunne Lønnestjørn siden undersøkelsen ble foretatt så seint på året, og en da skulle vente å finne omrøring til bunns på vel 10 meter. I Langavatnet lå temperatursjiktningen på omtrent 15 meters dyp, og det var også et markant oksygenunderskudd i dypvannet under dette nivået. Innsjøen er 24 meter på det dypeste, og det kan synes som om det er tilnærmet oksygenfrie forhold på det dypeste.



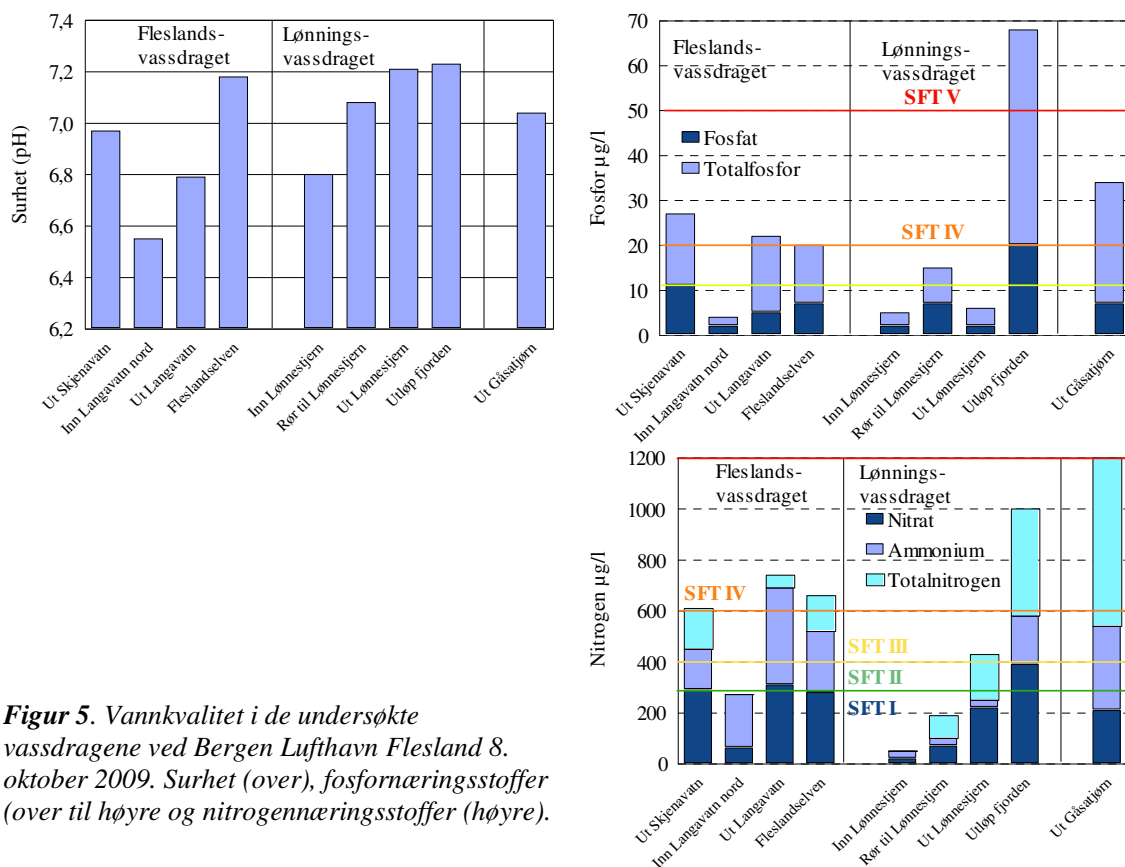
Figur 4. Temperatur- og oksygenforhold i Langavatnet og Lønnestjørn 8. oktober 2010.

VANNKVALITET

Innholdet av totalfosfor i vassdragene rundt Flesland er naturlig lavt, men var forhøyet ved prøvetakingen i 2009 (**tabell 3 & figur 5**). Med en antatt naturtilstand rundt 10 µg/l, var det bare innløpene til Langavatnet og Lønnestjørna, samt utløpet av Lønnestjørna som hadde tilnærmet naturtilstand i overflatevannet. De øvrige var forhøyet med tilstandsklasse III = ”mindre god”, IV = ”dårlig” og V = ”meget dårlig”. Høyest konsentrasjon ble målt i Lønningenvassdraget mot utløpet ved sjøen med hele 68 µg P/l, og også Gåsatjørbekken med 34 µg P/l var høyt. Klassifisering skal generelt benyttes på gjennomsnitt av flere enn en prøve.

Tabell 3. Analyseresultat for de ni vannprøvene som ble analysert for næringsalter. Analysene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins AS, Bergen. fargeskala tilsvarende SFTs tilstandsklasse I (blå) til V (rød), som i generelt skal benyttes på gjennomsnitt av flere enn en prøve.

Prøvested	Surhet (pH)	Tot. fosfor (µg/l)	Fosfat PO ₄ (µg/l)	Tot. nitrogen (µg/l)	Nitrat NO ₃ (µg/l)	Ammonium NH ₄ (µg/l)
Innløp Langavatn fra Skjenavatn	6,97	27	11	610	290	160
Innløp Langavatn ”gytebekk”	6,55	4	2	240	63	210
Utløp Langavatn	6,79	22	5	741	310	380
Fleslandselven	7,18	20	7	660	280	240
Gåsatjørvassdraget	7,04	34	7	1200	210	330
Innløp Lønnestjern	6,80	5	2	50	20	30
Rør til Lønnestjern	7,08	15	7	190	71	30
Utløp Lønnestjern	7,21	6	2	430	220	30
Lønningbekken utløp fjorden	7,23	68	20	1000	390	190



Nitrogeninnholdet i Flelandsvassdraget tilsvarte i hovedsak fosforinnholdet, med lave konsentrasjoner i innløpsbekken fra øst og høye verdier tilsvarende tilstandsklasse IV = "dårlig" i innløpet fra Skjenavatnet og i utløpet (**tabell 3 & figur 5**). Også nitrogenstoffene viste økning nedover i Lønningenvassdraget, med svært forhøyete verdier nederst mot utløpet til sjøen, men også utløpet av Lønnestjøerna hadde høyere verdier av nitrogen enn innløpene. Gåstjønsbekken hadde den høyeste verdien med hensyn på nitrogenstoffer, med 1200 µg N/l. På alle stedene med høye verdier av nitrogen, var det høye målinger av nitrat, mens ammonium også hadde forhøyete verdier særlig nedover i Flelandsvassdraget.

Ingen av de undersøkte vassdragene hadde surhetsverdier som kan karakteriseres som "forsuret", med pH-verdier på mellom 6,55 og 7,23. Det var tydelig økning i pH-verdiene nedover i både Flelands- og Lønningen-vassdragene, men også i utløp av Skjenavatnet var det høye verdier (**tabell 3 & figur 5**).

BEGROING I ELVENE

Forekomst og sammensetning av begroings-algene tyder på relativt næringsfattige forhold i Flelandsbekken like nedenfor flyplassen (**tabell 4**). Sammensetningen av alger i de andre to vassdragene representerte relativt næringsrike forhold, med innslag av også mindre næringstolerante arter. Utløpet av Lønnestjøerna hadde ikke kiselalger i prøven, og er karakterisert som den sannsynligvis mest belastede med hensyn på næringstoffer (**tabell 4**).

Tabell 4. Begroingsalger samlet inn fra vassdragene ved Bergen Lufthavn Flesland, 8.oktober 2009. Prøvene er analysert ved LimnoConsult

	Fleslandselven	Gåstjørbekk	Lønningbekk
BLÅGRØNNALGER:			
Koloniformet Blågrønnbakterie	x		x
Kolonier av små kuler (blågrønne)	x	x	
Oscillatoria (d < 4µm) biofilm/matter			x
Oscillatoria (d = 4-8 µm)		x	x
KISELALGER			
<i>Tabellaria flocculosa</i>	x		
<i>Achnanthes minutissima</i>			
Synedra spp.		x	
Gomphonema		x	
Synedra ulna	x	x	
Navicula		x	
ANDRE			
Trådformig grønnalge		x	x
Oedogonium		x	
KLASSE (1-5)* SFT klasse	2	3-4	3-5

BUNNDYR I ELVENE

Bunnsubstratet i bekken fra Gåstjørn, og innløpet og utløpet til Lønnestjørna besto stort sett mudder, og det ble derfor ikke tatt prøver her. Fleslandsbekken hadde et substrat av steiner og grov grus, mens utløpet av Lønnestjørne hadde et lite område med egnet substrat. Bunnforholdene påvirker i sterk grad hvilke arter og organismer som lever i elva siden de fleste arter av bunndyr har spesialisert seg på ulike typer substrat.

I bekken ut fra Lønnestjørna ble det funnet en rekke individer av gruppene vårflue, steinflue og døgnflue (**tabell 5**). De dominerende gruppene var imidlertid fåbørstemark og fjærmygglarver, mens det også var en rekke ertemusling og en art ferskvannssnegl. ASPT indeksen var på 5.1, mens forsøringsindeksene var gode,- forsøringsindeks I og II på henholdsvis 1,0 og 0,93. ASPT-indeksen viser ”dårlige” forhold, mens det ikke er noe problem med forsuring.

Den var noe høyere diversitet i bunndyrprøven fra Fleslandselven nedstrøms flyplassen (**tabell 5**). Her ble det fanget mange individ av den forsøringsfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani*, og syv arter vårfluer. Også i denne elva var antallet fåbørstemark og fjærmygg høyt, og tallrike arter var vannbillene *Elmis aenea* og *Limnius volckmari*, ertemuslingen *Pisidium spp.* og krepsdyret *Asellus aquaticus*. Alle artene er vanlig forekommende over det meste av landet. ASPT index var 5.2, hvilket er på grensen mellom ”moderat” og ”dårlig”. Forsøringsindeks I=1,0.

Tabell 5. Oversikt over grupper/arter og antall individer i fire bunnprøver tatt i bekker i vassdragene rundt Flestrand flyplass 8. oktober 2009. Sortering og artsbestemmelse er utført av LFI Oslo.

	Flestrand bekk	Utløp Lønnestj
NEMATODA	8	-
ANNELIDA ledd-dyr		
OLIGOCHAETA	140	3250
HIRUDINEA		
<i>Glossophonia complanata</i>	4	-
MOLLUSCA bløtdyr		
BIVALVIA		
<i>Pisidium</i> spp.	680	880
GASTROPODA		
<i>Gyraulus acronicus</i>	80	200
<i>Lymnaea peregra</i>	16	-
CRUSTACEA krepsdyr		
OSTRACODA	4	20
MALACOSTRACA		
<i>Asellus aquaticus</i>	292	-
HYDRACARINA vannmidd	32	12
COLLEMBOLA springhaler	-	12
EPHEMEROPTERA dognfluer		
<i>Baëtis rhodani</i>	140	24
PLECOPTERA steinfluer		
<i>Isoperla grammatica</i>	96	4
<i>Nemoura cinerea</i>	-	36
<i>Nemoura</i> sp. (små)	-	20
TRICHOPTERA vårfluer		
<i>Hydropsyche siltalai</i>	80	-
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	28	-
Leptoceridae ubestemte	24	-
Limnephilidae ubestemte	-	92
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	4	28
Polycentropodidae ubest.(små)	4	36
<i>Rhyacophila nubila</i>	12	-
<i>Sericostoma personatum</i>	20	-
HETEROPTERA		
Corixinae ubestemte	-	4
COLEOPTERA biller		
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	4	-
<i>Elmis aenea</i> (larver)	284	36
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	80	-
DIPTERA tovinger		
CHIRONOMIDAE	640	2930
CERATOPOGONIDAE	12	380
SIMULIIDAE	32	1416
EMPIDIDAE	44	-
EPHYDRIDAE	4	4
LIMONIDAE		
<i>Eloeophila</i> sp.	-	4
ASPT Indeks	moderat	dårlig

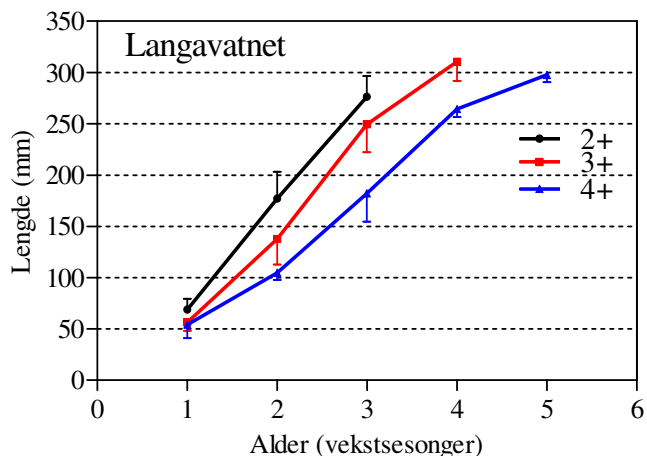
FISK

GARNFISKE I LANGAVATNET

Innsjøen ble garnfisket med seks bunn garn i to lenker på tre og tre garn i dybdeintervallet 0-18 meter (figur 1). Det var oppholdsvær og lite vind under prøvefisket. Siktedypet var 2,3 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 8,0 °C.

Under garnfisket ble det fanget 18 aure. Fisken varierte i lengde fra 256 til 339 mm, med en gjennomsnittslengde på 303 (± 21) mm. Vekten varierte fra 174 til 419 gram, snittvekten var 301 (± 68) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,07 ($\pm 0,06$). De to ytterste garna i den ene lenken var tomme, i de andre bunngarnene varierte fangsten mellom 1 og 12 aure og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 3,0.

Aurene var 3 til 5 vekstsesonger gamle (2+ til 4+) (**figur 6, tabell 6**). Den mest tallrike årsklassen var 3+ med 12 fisk, mens det var 3 fisk av hver av de to andre aldersgruppene. Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong var gjennomsnittlig 59 mm, etter andre vekstsesongen 142 mm, etter tredje vekstsesongen 249 mm og etter fjerde vekstsesongen 303 mm. Tilveksten er altså over ti centimeter de beste årene. Den relativt høye kondisjonsfaktoren og den gode veksten tyder på at bestanden har rikelig næringstilgang.



Figur 6. Tilbakeregnet gjennomsnittslengde (mm \pm std. avvik) ved avsluttet vekstsesong for hver aldersgruppe av aure fanget i Langavatnet i oktober 2009.

Fraværet av 2-åringer (1+) og det lave antallet av 3-åringer i garnfangsten indikerer at rekrutteringen av aure i Langavatnet har vært redusert disse årene. Siden årets yngel av aure sjelden blir fanget opp ved garnfiske kan vi foreløpig ikke si noe sikkert om rekrutteringen av denne årsklassen. Det relativt lave antallet 5-åringer skyldes sannsynligvis naturlig avgang, og vi kan ikke konkludere med at denne årsklassen var svak.

Henholdsvis 67 % og 33 % av aurene hadde lys rød og rød kjøttfarge. Tre av hannaurene hadde gytt tidligere, men ingen av fiskene skulle gyte i 2009.

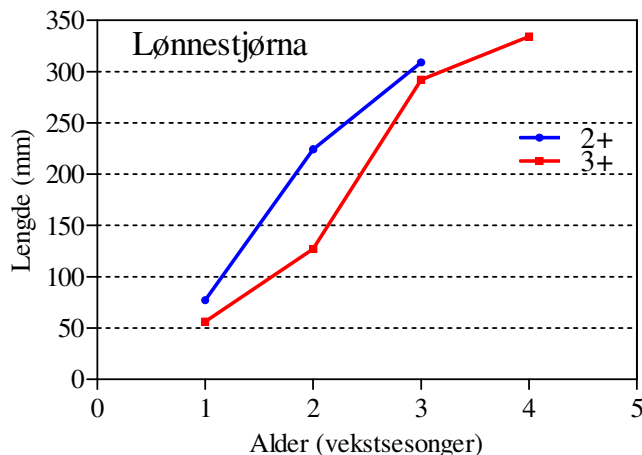
Tabell 6. Antall, lengde (snitt \pm std. avvik; min og maks) og kondisjonsfaktor (snitt \pm std. avvik) for aure av ulike aldersgrupper fanget under garnfiske i Langavatnet 8.-9. oktober 2009.

	Alder (vekstsesonger)			Totalt
	2+(3)	3+(4)	4+(5)	
Antall	3	12	3	18
Snittlengde (mm)	276 \pm 20	311 \pm 19	298 \pm 7	303 \pm 21
Minste lengde	256	268	291	256
Største lengde	296	339	305	339
K-faktor	1,07 \pm 0,04	1,08 \pm 0,07	1,03 \pm 0,05	1,07 \pm 0,06

GARNFISKE I LØNNSTJØRNA

Innsjøen ble garnfisket med ett enkelt garn og en lenke på to garn i dybdeintervallet 0 – 5 meter (**figur 2**). Det var oppholdsvær og lite vind under prøvofisket. Et av garna satte seg så fast at det måtte skjæres løs og etterlates, og den totale fangstinnnsatsen ble dermed redusert til to garn.

Under garnfisket ble det fanget 2 aure, en på hvert garn. Den ene fisken var en 2+ på 309 mm og 302 gram, mens den andre var en 3+ på 334 mm og 369 g. De to fiskene hadde et litt ulikt vekstmønster, ved at den yngste fisken vokste raskere i starten, men etter tre vekstsesonger var forskjellen utlignet (**figur 7**). Kondisjonsfaktoren var hhv. 1,02 og 0,99.



Figur 7. Tilbakeregnet lengde (mm) ved avsluttet vekstsesong for de to aurene som ble fanget i Lønnestjørna i oktober 2009.

Den lave fangsten gjør det umulig å vurdere årsklassestyrke for aurebestanden i Lønnestjørna, men fravær av 1+ og et vekstmønster som tilsvarer det vi fant i Langavatnet indikerer at forholdene i de to vannene er sammenlignbare, og at en dermed kan konkludere at bestanden er fåtallig, veksten er god, og at rekrutteringen har vært svak de siste årene.

Begge aurene var umodne hanner, og hadde lys rød kjøttfarge.

ELEKTROFISKE I BEKKER

Innløp til Langavatnet fra nord

Elektrofisket ca. 10 m² fra røret og nedover. Observerte en årsyngel av aure. Dypt, fullt av mudder, vanskelige fiskeforhold.

Utløp Lønnestjørn

Elektrofisket fra veggen og ca 30 meter nedover, totalt ca 20 m². Observerte 4 stk årsyngel (6,5-7,5 cm). Mye mudder, flekker med grus, lite egnet gytesubstrat.

Fleslandselven

Elektrofisket fra ca. 20 meter ovenfor veggen og ca. 50 meter oppover, ca 250 m². Elva er 6-7 meter brei, med flat elvebunn dominert av grus og stein. Høy vassføring gjorde fiskeforholdene vanskelige, og vi hadde middels til dårlig kontroll. Vi observerte 6 aure på 15-18 cm og 4 aure på 6-8 cm. Det ble også observert 5 ål, tre av disse var store, 70-80 cm, de to andre var hhv. ca. 30 og 40 cm. Elven er fin, trolig godt egnet for gyting og oppvekst for aure. Dersom vannføringen hadde vært mer fordelaktig er det trolig at det ville blitt observert en del mer fisk.

Gåsatjørbekken

Elektrofisket et areal på ca 20 m², men observerte ingen fisk. Bunnen består utelukkende av mudder, som luktet av H₂S. Området er uegnet for rekruttering av fisk.

DISKUSJON

Vassdragene og innsjøene rundt Flesland er så små at ingen av dem er skilt ut som egne forvaltningsenheter / vannforekomster, og de tilhører således ikke noen av Bergen kommunes 16 "hovedvassdrag". Alle de tre aktuelle vassdragene er samlet i et felles større område "kystfelt Flesland", som er typifisert som "lite", "lavtliggende", "kalkfattige" og "humøst". Ved den innledende karakteriseringen i 2004 ble vassdragene ført opp som antagelig "høy økologisk status", fordi det ikke var antatt store påvirkninger på forholdene i vassdragene (Johnsen mfl 2004).

Siden den vurderingen er det utført to punktundersøkelser i vassdragene, en i 2006 (Bjørklund mfl. 2007) og denne i 2009, og resultatene vil bli sett i sammenheng med karakteriseringen av vassdragene i henhold til EUs vannrammedirektiv.

VANNKVALITET

Innholdet av næringsstoffene fosfor og nitrogen var høyt i **Fleslandsvassdraget**, og tilsvarte SFTs tilstandsklasse IV = dårlig. Innløp til Langavatnet fra nord var næringsfattig. I 2006 ble det konkludert med at innholdet av fosfor var generelt lavt, men at det var tilførsler til Skjenavatnet og til Fleslandselven. Innholdet av nitrogen var relativt lavt i 2006 (Bjørklund mfl. 2007). På grunn av to punktundersøkelser er det likevel ikke grunnlag til å konkludere med at det har skjedd en utvikling i vassdraget med hensyn på økende næringstilførsler. Tilstanden er mye den samme de to årene, og tilsvarende middels til næringsrike forhold.

Lønningenvassdraget var i 2009 mindre næringsrikt enn Fleslandsvassdraget, med næringsfattige forhold i Lønnefjorden med hensyn på fosfor, og middels næringsrikt med hensyn på nitrogen. Utløpet til fjorden var imidlertid mye mer påvirket av begge næringsstoffene, og vassdraget mottar sannsynligvis større tilførsler nedstrøms Lønnefjorden. I 2006 hadde Lønningenvassdraget tilsvarende innhold av næringsstoffer, og også den gang var det relativt høyere innhold av nitrogen enn fosfor.

Gåsatjørnvassdraget var næringsrikt tilsvarende tilstand IV = dårlig i 2009, forholdene synes ikke særlig endret siden 2006, og begge ganger var det relativt sett noe mer nitrogen enn fosfor.

BEGROING

Begroingsprøvene tatt på tre steder i vassdragene gjenspeiler ikke helt de målte konsentrasjonene av næringsstoffer. Fleslandsbekken hadde begroingsalger som tyder på relativt næringsfattige forhold like nedenfor flyplassen, noe som var det generelle inntrykket ved prøvetakingen. S sammensetningen av alger i de andre to vassdragene spriker noe mer, og var ikke lette å tolke entydig, annet enn at de representerte relativt næringsrike forhold. Utløpet av Lønnefjorden hadde algesamfunn som antydte mest belastede forhold, mens det var Gåsatjørnbekken som etter vannprøvene å dømme var den mest næringsrike. Det ble ikke samlet inn begroingsprøver i 2006

BUNNDYR

Det var relativt varierte samfunn av bunndyr i begge de undersøkte elvene i 2009, med larver av både steinfluer, døgnfluer og vårfluer, men ASPT indeksen var dårlig i utløpet av Lønnefjorden og moderat i Fleslandsbekken. Indeksen baserer seg på toleranseverdier som varierer mellom 1 og 10 for hver dyregruppe, og gjennomsnittet regnes ut for familiene som er funnet i prøven. Den tolkes etter en standard fem-delt skala, som ansees egnet for disse bekkene, selv om den ikke er ideell for svært

næringsfattige elver i Norge. Det ble ikke foretatt ASPT indeks vurdering i 2006, men prøvene var ikke vesentlig avvikende fra undersøkelsene i 2009 (Bjørklund mfl 2007).

FISK

Prøvefisket i **Lønnestjørna** resulterte kun i to fisk, mens det i 2006 var noe flere i fangstene. Innløpsbekkene til Lønnestjørna er så godt som fjernet ved de omfattende utfyllingene rundt innsjøen, og utløpet er lite egnet for gyting og rekruttering. Det ble imidlertid fanget 4 årsyngel på strekningen, så noe rekruttering skjer fremdeles på utløpet.



Figur 8. Utfyllingene ved Bergen Lufthavn Flesland mot Lønnestjørna er omfattende.

I **Langavatnet** ble det fanget 18 fisk, mot 22 i 2006. Både fangst pr garnnatt, den relativt høye kondisjonsfaktoren og den gode veksten tyder på at bestanden har rikelig næringstilgang. Slik var det også i 2006, men da ble det fanget ett år gammel fisk og flest 2 år gamle fisk. Ettåringene mangler i 2009, og toåringene (klekket i 2007) var svært fåtallig i forhold til forventningene. Gytemulighetene for fisk er svært begrenset til Langavatnet, og i 2006 ble det konkludert med at det meste av rekrutteringen sannsynligvis skjedde via det ovenforliggende Skjenavatnet. Manglende rekruttering siden 2006 tyder på at utfyllingen i Skjenavatnet har fått konsekvenser også for fisken i Langavatnet.

KONKLUSJON

Det synes å ha bært sviktende rekruttering av fisk de siste årene i begge innsjøene, noe som høyst sannsynlig skyldes utfyllingsarbeider i Skjenavatnet og inntil Lønnestjørna. Sammen med næringsrike forhold, oksygensvikt i innsjøenes dypvann, sammensetning av begroingsprøver og bunndyrprøvene viser resultatene at vassdragene har moderat til dårlig økologisk status (**tabell 7**).

Tabell 7. Sammenstilling av miljøkvalitet i vassdragene rundt Bergen Lufthavn Flesland i 2009.

*) Næringsinnholdet i Lønningenvassdraget er vurdert for Lønnestjørna og ikke utløp til sjø.

	Fleslandvassdraget	Lønningenvassdraget	Gåsatjørnvassdraget
Vannkvalitet	Dårlig	God *	Dårlig
Begroing	God	Dårlig	Moderat
Bunndyrstatus	Moderat	Dårlig	-
Fiskestatus	Moderat	Moderat	-
Økologisk status	Moderat	Moderat	Dårlig

REFERANSER

Bjørklund, A.E., S. Kålås & E. Brekke 2007.

Enkel undersøkelse av miljøtilstanden i innsjøer og bekker med mulig forurensning fra Bergen Lufthavn. Rådgivende Biologer AS, rapport 964, 44 sider, ISBN 978-82-7658-516-2.

Dagestad, K. & S.H. Holtan, 1994.

Tiltak mot vannforurensning, Bergen Lufthavn -Flesland, Ålesund Lufthavn-Vigra, Kristiansund Lufthavn-Kvernberget og Molde Lufthavn-Årø. NIVA rapport O-94090. L.nr. 3157.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet. 2009.

Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Veileder **01:2009**, 181 s.

Holtan, H., 1996.

Befaring og undersøkelse av Lønnestjørna med tilløp/avløp ved Bergen lufthavn Flesland NIVA rapport 3529-96

Johnsen, G.H., A.E. Bjørklund & M. Vidnes (Nvk Multiconsult) 2004.

Karakterisering av vassdragene i Bergen Rådgivende Biologer AS, rapport 771, 39 side, ISBN 82-7658-405-5

NOTEBY 1996.

Luftfartsverket. Bergen lufthavn, Flesland. Miljøtekniske grunnundersøkelser. Kildelokalisering. NOTEBY rapport 51766-1

SFT 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04

Stene-Johansen, S. & H. Holtan 1991.

Glycolavrenning ved lufthavnene; Vurdering av resipienter og behov for reparerende-forebyggende tiltak; Fase 2. NIVA-rapport nr. 2720.

Wetzel, R. G. 1983.

Limnology, ISBN 0-03-057913-9. Saunders College Publishing, 383 Madison Avenue, New York, NY 10017, 767 sider + vedlegg.