
1997 ÅRS REGNKATASTROF I FULUFJÄLLSOMRÅDET

Effekter på vattenvegetation och fiskfauna
i Tangån och Göljåarna



LÄNSSTYRELSEN
DALARNAS LÄN

Miljövårdsenheten
Rapport 2001:1

För innehåll och framförda åsikter svarar författarna.

Kartor publicerade med tillstånd av Lantmäteriverket, 96.0352.

Tryckning – Länsstyrelsens tryckeri, Falun, februari 2001.

ISSN 1403-3127 Länsstyrelsen Dalarna, Miljövårdsenheten.

POSTADRESS
791 84 FALUN

GATUADRESS
ÅSGATAN 38

TELEFON
023-810 00

TELEFAX
023-813 86

POSTGIRO
6 88 19-2

1997 ÅRS REGNKATASTROF I FULUFJÄLLSOMRÅDET

Effekter på vegetation och fiskfauna i Tangån och Göljåarna

Rapport 2000:20
2000-07-05

Björn Bergquist & Erik Degerman
Fiskeriverkets Sötvattenlaboratorium
178 93 DROTTNINGHOLM

Inledning

Fulufjället är ett till naturreservat avsatt fjällområde i nordvästra Dalarna. Området är beläget inom den södra delen av den svenska fjällkedjan och gränsar mot Norge. Fjällmassivet, som är ca tre mil långt och en mil brett, domineras av en vidsträckt fjällplatå med små nivåskillnader. Fjällplatån ligger på ca 900 m höjd över havet och har en högsta punkt på 1042 m vid Brattfjället (Slohangflöjet). Platån avgränsas av branta sluttningar åt alla sidor och på fjällets nordostsida bildar Njupån Sveriges högsta vattenfall, Njupesjär, med en fallhöjd på 93 meter. Fulufjället blev naturreservat 1973 och planeras att bli nationalpark från och med 2001.

Berggrunden består huvudsakligen av svårvittrad kvartsitisk dalasandsten (Lundkvist 1951, Hjelmqvist 1966, Hansson 1972). På grund av den svårvittrade berggrunden räknas Fulufjällsplatån som ett av de mest förurningskänsliga områdena i Skandinavien och förurningsskador på fisk upptäcktes redan i början på 1960-talet (Andersson m fl 1980, Lindström m fl 1984). Fjällplatån omges dock av diabasstråk med basiska mineral som genomskär sluttningarna ned mot Gördalen i nordväst, Strömsildret i norr och ned mot Fulan på östra sidan (Hjelmqvist 1966, SGU 1991). Diabas finns även blottat på en mindre yta vid Brattfjället i fjällmassivets nordvästra del (SGU 1991). Diabasstråken i fjällsluttningarna medför att vattendragen som avrinner mot norr (Fulubågan) och öster (Njupån och Göljåarna) har ett mer välbuffrat avrinningsvatten med högre alkalinitet och pH i sina nedre delar jämfört med de övre delarna på fjällplatån.

Vegetationen på platån domineras av ljunghedar i söder samt gräshedar i den mellersta delen och lavhedar i norr (Hansson 1972). I norra delen av fjällplatån har fjällbjörk vandrat in och skogsgränsen når där upp till 925 m, men i den södra delen ligger skogsgränsen bara omkring 800 m. På vissa ställen finns också utpräglad blockmark och i en del fall även sk rutmark (Kleman & Borgström 1990). Utefter massivets sluttningar och längs vattendragen växer en botaniskt intressant naturskog med riklig örtvegetation, bl a stormhatt och fjällnässla (Hansson 1972). Särskilt i ravinerna på östra sidan är granskogen av högörttyp och i vissa partier har den urskogskaraktär. Diabasstråken i den östra fjällsluttningen utgör en viktig förklaring till den rikliga örtvegetationen.

Den norra och centrala delen av fjällplatån är sjörik och innehåller flera sjösystem. I norr finns sjösystem som omfattar Getsjöarna, Harrsjöarna och Rösjöarna. Längre söderut, något mera centralt på platån, ligger Särnmanssjöarna och Tangsjöarna. De sistnämnda avvattnas söderut av Tangån som mynnar i Görälven på den norska sidan av riksgränsen. Görälven rinner sedan in i Sverige och sammanstrålar med Fulan (Fuluälven) som är källflöde till Västerdaläven. Särnmanssjöarna avrinner ned till Rösjöarna som avvattnas av Njupån. Njupån rinner sedan, via Njupesjärsfallet, ned i Fulan på Fulufjällets östra sida. Getsjöarna och Harrsjöarna avvattnas norrut av Fulubågan som sedan rinner samman med Fulan nordost om Fulufjäll. Den största sjön på fjällplatån är Stora Rösjön som är 80 ha. De övriga nämnda sjöarna varierar i storlek från 6 ha (Nedre Tangsjön) till 68 ha (Lilla Harrsjön).

Den södra delen av fjället saknar sjöar och genombryts istället av flera vattendrag som på vissa ställen har bildat djupa raviner (kanjons). Till de mest välutbildade hör Tangåns och Göljåns dalgångar. Inom fjällområdet finns utöver dessa raviner också talrikt med andra spår av inlandsisens avsmältning, t ex skvalrännor, torrdalar och slukåsar (Oddestad 1967). Uppskattningsvis blev området isfritt 9 600 f. Kr. (Lundqvist 1986).

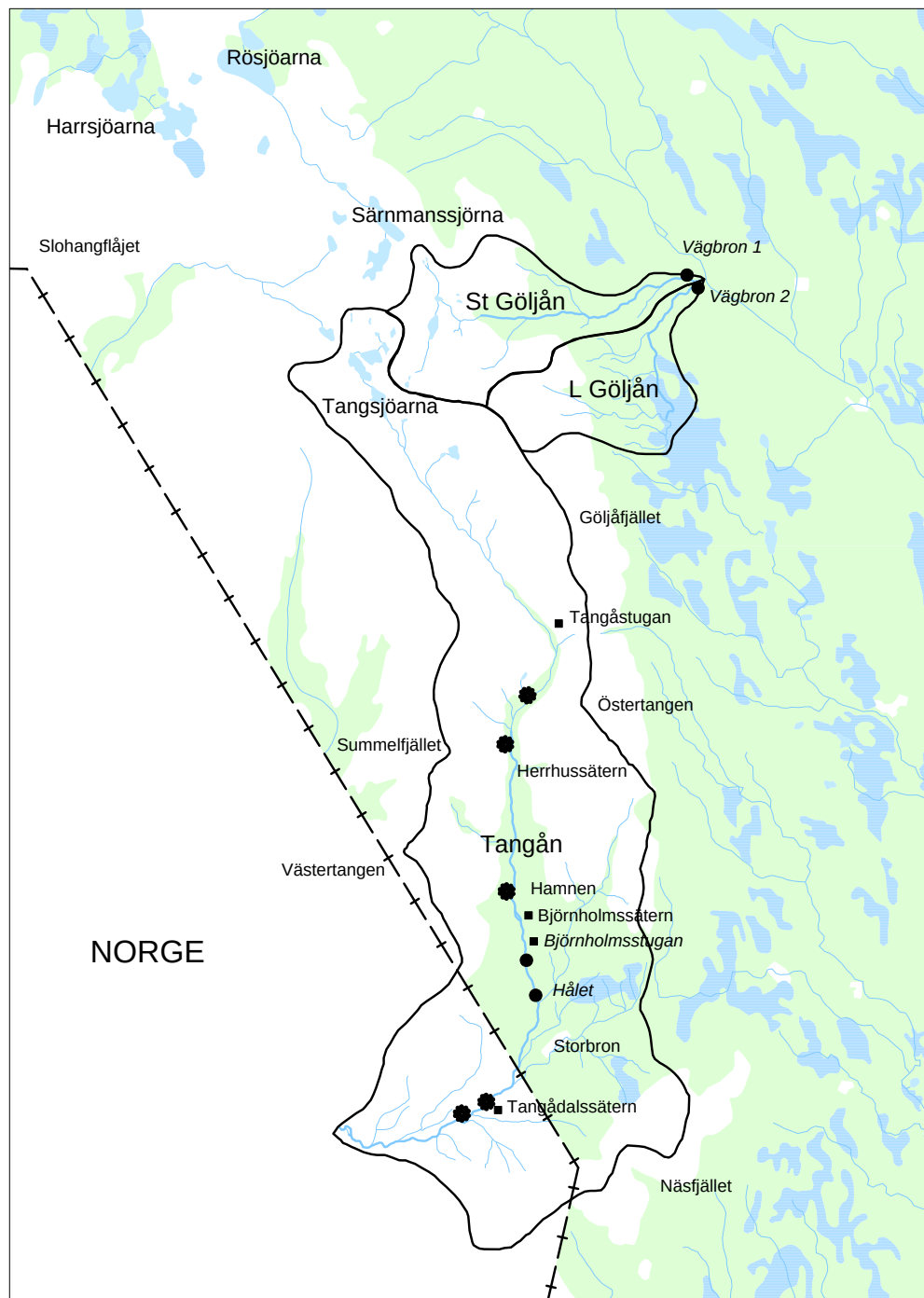
Fulufjällsområdet har ett utpräglat kontinentalt klimat med varma somrar och mycket kalla och snörika vintrar. Årsnederbörden ligger normalt mellan 750-1 000 mm (Hansson 1972). På grund av snöansamlingen och fjällets branta sluttningar är det vanligt att kraftiga vattenflöden uppstår i vattendragen vid snösmältningen om våren, allra värst är det vid sk nolavärsflo enligt Forslund (1924).

Undersökningens syfte

På uppdrag av länsstyrelsens miljövårdsenhet i Dalarna har Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium under perioden 1995-99 genomfört undersökningar av vattenvegetation och fiskfauna i vattendragen Stora och Lilla Göljån på Fulufjällets östsida. Med anledning av 1997 års regnkatastrof i Fulufjällsområdet påbörjades 1998 även fiskundersökningar i Tangån, som avvattnar den södra delen av fjällmassivet. Alla tre vattendragen rinner upp i den centrala delen av fjällplatån (Figur 1).

I Stora Göljån har det sedan 1994 bedrivits ett regionalt miljöövervakningsprogram omfattande undersökningar av vattenkemi, bottenfauna och fisk. Undersökningarna av avrinningsvattnets kemiska sammansättning har omfattat två lokaler i Stora Göljån, dels en lokal vattendragets övre del och dels en lokal i vattendragets nedre del där även biologiska undersökningar har genomförts. Undersökningarna av vegetations- och fiskförekomsten omfattat en lokal i Stora Göljån och en lokal i Lilla Göljån. Förutom under perioden 1995-99 har elfisken har genomförts på dessa lokaler också vid ett tidigare tillfälle (1989). Undersökningarna i Tangån har hittills enbart omfattat elfiske på två lokaler i Tangåns nedre del.

Syftet med föreliggande rapport är främst att redovisa de noterade effekterna av 1997 års regnkatastrof på vattendragens vattenvegetation och fiskfauna, men även att ge en fiskeri-biologisk bakgrund och kunskapsbas för kommande undersökningar i Fulufjällsområdet. Dessutom ges förslag på en utökning av det nuvarande undersökningsprogrammet i Tangån och Göljåarna.



Figur 1. Karta över Fulufjällsområdet med de undersökta vattendragens avrinningsområden inlagda. Vita områden på den svenska sidan av gränsen är kalvfjäll medan gröna områden markerar trädbevuxen mark. Vattendrag, sjöar och våtmarker är markerade med blå färg. Elfiskelokaler och vandringshinder har markerats med punkter, respektive vinkelräta streck tvärsöver vattendragen.

Regnkatastrofen i augusti 1997

Normalt är sommarperioden juli-augusti en regnfattig period i Fulufjällsområdet men den 30-31 augusti 1997 föll ett extremt kraftigt åskregn (på vissa ställen upp till 400 mm på ett dygn) över Fulufjälls sydöstra delar (Alexandersson m fl 1997). Under åskvädret registrerades över 700 blixtnedslag över Fulufjället och vattenflödet ökade dramatiskt i flera av vattendragen i Fulufjällets södra och sydöstra delar, däribland Tangån samt Stora och Lilla Göljån. Vattenflödet nådde extrema flödesnivåer i alla tre vattendragen. Vid Storbron i Tangåns nedre del har exempelvis det maximala vattenflödet uppskattats till ca 300 m³/s, dvs 200 ggr högre än normalflödet på 1,5 m³/s (Alexandersson m fl 1997). Maxflödet kan jämföras med medelvattenföringen vid Dalävens mynning som normalt är 353 m³/s. I Stora Göljåns avrinningsområde, som bara är 22 km², var flödets relativa ökning ännu större. Flödestoppen i Stora Göljån under åskregnets regnflod har uppskattats till 100-200 m³/s, vilket är 250-500 gånger högre än normalflödet på 0,4 m³/s (Alexandersson m fl 1997).

Både i Tangån och Göljåarna gav regnfloden upphov till omfattande erosionskador i både vattendrag och omgivande skog. Det kraftiga vattenflödet svepte med sig oerhörda mängder sten- och trädmateriel och raserade flera broar, vägtrummor och vägbankar. På flera ställen har vattnet banat nya vattenfåror genom granskogen och bildat ansamlingar av eroderat sten- och trädmateriel eroderade över vattenfåran (Bild 1 och 2). På grund av att Göljåarna i sin övre del har ett mycket brant lopp och rinner genom mycket smala raviner bevuxna med tät granurskog blev erosionsskadorna på skogen där lokalt mer omfattande än i Tangån. Vid den gamla bilvägen i nedre delen av båda vattendragens avrinningsområden ansamlades stora mängder nedspolade träd som proppade igen vägtrumorna och de gamla vattenfårororna uppströms vägtrumorna (Bild 3) och tvingade vattenflödet att söka nya vägar.



Bild 1. Nybildad vattenfåra i Tangån i höjd med Tangådalssättern (Foto: Björn Bergquist 1998).



Bild 2. Nybildad vattenfåra i Stora Göljån uppströms den gamla bilvägen (Foto: Björn Bergquist 1998).



Bild 3. Bröten av nedspolade träd i Lilla Göljåns gamla vattenfåra strax uppströms den gamla bilvägen (Foto: Björn Bergquist 1998).

Mängden skog som har spolats ned och bildat trädbroten i Göljåarna och närliggande åar på Fulufjälls östra sida har uppskattats till 10 000 m³ (Alexandersson m fl 1997). För Tangån saknas motsvarande uppskattning men även där är mängden nedspolade träd mycket stor. Där regnfloden drog fram i Tangån och Göljåarna spolades vattensystemen också mer eller mindre rena från bottenvegetation, bottendjur och fisk på långa sträckor.

Fisk och fiske på Fulufjäll

På Fulufjäll förekom tidigare ett omfattande fiske efter röding, harr och öring. Det var allmänt känt att flera av sjöarna på fjällplatån producerade rikligt med storvuxen fisk (Forslund 1924, Murelius 1936, Lidman 1951, Nordin 1994). Fram till mitten av 1930-talet när dåvarande Domänverket tog över fisket bedrevs fisket huvudsakligen som husbehovsfiske av enskilda familjer från Gördalen, Mörkret och Sörsjön.

I Getsjöarna och Harrsjöarna, som avrinner mot nordväst via Fulubågan, bestod fiskbeståndet ursprungligen enbart av harr och öring (Forslund 1924, Lidman 1951). Enligt Anderson m fl (1980) förekommer dock även lake naturligt i sjöarna, åtminstone i Lilla Harrsjön. I de mera centralt belägna Rösjöarna och Särnmanssjöarna fanns ursprungligen enbart röding (Murelius 1936, Lidman 1952, Andersson m fl 1971). I Tangsjöarna, som ligger något längre söderut på fjällplatån, har det enligt samstämmig uppgifter enbart förekommit öring (Forslund 1924, Murelius 1936, Lidman 1951). I Rösjöarna fångades fram till 1950-talet röding med en vikt upp till 5 kg (Murelius 1936, Lidman 1951) och i Tangsjöarna fångades på 1930-talet enligt muntliga uppgifter redovisade av Nordin (1994) talrikt med storvuxen öring. Lidman (1951) redovisar en maxvikt (2-3 kg) för öringen i Tangsjöarna och Tangån. Det var tidigare allmänt känt att öringen var mera storvuxen i Tangsjöarna och Tangåns övre del än i Fulufjällets övriga sjöar och vattendrag (Lidman 1951). Delen mellan Tangsjöarna och Tangåstugan ansågs ha det bästa fisket.

Försurning och kalkning av Fulufjäll

På Fulufjället gjordes mycket tidigt (redan i slutet av 1950-talet) observationer av en minskad fiskförekomst, vilket tidigt kopplades till sur nederbörd (Andersson m fl 1971, 1980, Hansson 1972, Dickson 1975, Lindström m fl 1984). Mätningar vid den norska nederbördsstationen i Trysil har visat att nederbördsvattnets pH under perioden 1965-72 sjönk från 5,6 till 4,5 (Dickson 1975, Andersson m fl 1980). I Fulufjällsområdet uppmättes under perioden 1973-1988 pH-värden i nederbörd mellan 4.2-4.9, vilket klart understiger vad svårvittrad fjällmark förmår neutralisera vid vårflod (Degerman m fl 1992). Däremot tycks inte själva markkemin i den nedre delen av Stora Göljåns avrinningsområde vara påvisbart försurningspåverkad enligt en mindre pilotstudie (Lundström 1994). Försurningspåverkan i Stora Göljåns nedre delar är därmed liksom i stora delar av södra fjällkedjan i första hand kopplad till snösmältningen under våren då en snabb avsmältning av den sura snön ger upphov till avrinningspulser med surt avrinningsvatten som inte hinner buffras upp i marken (Degerman m fl 1992).

På grund av försurningen av sjöarna på fjällplatån minskade fiskförekomsten snabbt och under slutet av 1960-talet slogs fiskbestånden ut i flera av sjöarna (Andersson m fl 1980, Nordin 1994). I Stora Harrsjön dog harren ut under perioden 1964-68 och i Särnmanssjöarna försvann rödingen 1967-71. Även i Tangsjöarna och Tangån minskade fiskförekomsten under

1960-talet och vid ett provfiske 1968 påträffades ingen fisk i Tangsjöarna (Nordin 1994). Orsaken till fiskens försvinnande var okänd tills man började ta vattenprover och konstaterade att sjövattnet hade mycket låga pH-värden. Enligt Puke (1971) hade Harrsjöarna, Rösjöarna och Särnamannasjöarna redan 1964 pH-värden omkring 5,4. Samma år uppmätte personal från Domänverket pH-värden på 5,2 i Nedre Särmanssjön och 5,3 i den mellersta av Tangsjöarna, samt 5,5 i Stora och Lilla Harrsjön och 5,6 i Stora Rösjön. Under perioden 1969-73 uppmättes pH-värden ned till 4,5 i Särnamannasjöarna (Dickson 1975), 5,2 i Stora Harrsjön och 4,8 i Stora Rösjön (Andersson m fl 1971, Dickson 1975, Lindström m fl 1984). I Tangsjöarna uppmättes 1968 pH-värden ned till 4,6 (Nordin 1994).

Undersökningar av vattnets aluminiumhalt startade något senare (1974) i samband med att kalkningarna startade. I den fortfarande okalkade Övre Särnamannasjön uppmättes under 1970-talets senare hälft aluminiumhalter upp till 160 µg/l (Lindström m fl 1984). Huvuddelen av den uppmätta totalhalten utgjordes av, för fisken giftigt, oorganiskt aluminium. I den kalkade Nedre Särnamannasjön var aluminiumhalten under samma period mestadels lägre än 50 µg/l (Lindström m fl 1984). Före kalkningen av Stora Harrsjön 1976 var aluminiumhalten ca 130 µg/l, men efter kalkning har den huvudsakligen varit lägre än 60 µg/l. Den okalkade Västra Tangsjön hade under 1970-talet pH-värden omkring 5,0 och aluminiumhalter omkring 140 µg/l (Data: Naturvårdsverket och länsstyrelsen).

I de avrinnande vattendragen från Fulufjäll har ytterst få vattenkemiska mätningar genomförts före 1994. Från perioden 1960-1980 saknas i stort sett data för alla vattendrag och från 1980-talet finns enstaka data för Stora Göljån. Från och med 1994, då länsstyrelsen startade sitt undersökningsprogram, finns dock relativt heltäckande vattenkemiska uppgifter från Stora Göljån. För Tangån saknas data helt fram till 1994 då Älvdalens kommun genomförde provtagningar i Tangån vid Björnholmssättern.

När de ostligt avrinnande vattendragen, bl a Stora och Lilla Göljån, lämnar den basfattiga sandstenen på fjällplatån passerar de i sluttningarna ned mot Fulan basrika diabasstråk (Lundqvist 1951, Hjelmqvist 1966, SGU 1991), som ökar avrinningsvattnets buffertförmåga och pH. Vid vårflod har dock denna förhöjda neutraliseringsförmåga ofta ej varit tillräcklig för att undvika surstötter. Engblom & Lingdell (1983) undersökte Göljåns nedersta del den 8 juni 1981 och fann pH-värden i intervallet 5,2-5,9. Vid elfisket den 2 augusti 1989 (högvatten efter regn) uppmättes pH till 5,0 och alkalinitet sänkades. Även vid snösmältningen våren 1995 uppmättes i Stora Göljån låga pH-värden ned mot 5,1.

Tangåns avrinningsområde berörs ej av diabasförekomsten, men vattnet i Tangåns nedre delar har trots detta under en stor del av året normalt en högre alkalinitet och pH än avrinningsvattnet uppe på fjällplatån. Vid högfödessituationer på våren förekommer dock låga pH- och alkalinitets-värden i Tangån. Exempelvis uppmätte Älvdalens kommun i maj 1995 pH-värden ned till 5,3 samtidigt som alkalinitet sänkades.

På grund av den vikande fiskförekomsten i sjöarna startade man på Fulufjäll mycket tidigt med kalkningar. Stora Rösjön behandlades redan 1962 med 15 ton kalkstensmjöl och 5 ton thomasfosfat (Andersson m fl 1971). Det dröjde dock ända fram till 1973 innan en regelbunden kalkningsverksamhet startade i Rösjöarna och de övriga sjöarna på Fulufjäll. I Stora Harrsjön och Nedre Särmanssjön gjordes den första kalkningen 1972, men en regelbunden kalkningsverksamhet startade först 1975-76. Tack vare kalkningarna och utsättning av röding i Stora Harrsjön och Nedre Särmanssjön finns det numera ett gott bestånd av röding i Harr-

sjöarna, Rösjöarna och Nedre Särmanssjön. Under 1990-talet har det exempelvis fångats röding upp mot 3 kg i Rösjöarna (Nordin 1994).

I Tangsjöarna genomförde Domänverket 1970 en kalkning med 15 ton kalkstensmjöl och ca 1 ton osläckt kalk. Efter kalkningen inplanterades samma år 7 000 öringyngel och 1972 inplanterades dessutom 2 000 st 1-åriga öringar. Utsättningsarna gav dock ingen åter-etablering av öring (Nordin 1994). Någon ytterligare kalkning av Tangsjöarna har ej gjorts därefter och sjöarna har idag fortfarande låga pH-värden och saknar fisk. Under perioden 1974-78 uppmättes pH-värden mellan 4,8 och 5,2 samt aluminiumhalter mellan 85-159 µg/l (Data: Naturvårdsverket och länsstyrelsen). Även under 1980- och 1990-talet har låga pH-värden och nollalkalinitet uppmätts. Enligt data från länsstyrelsen hade Norra och Södra Tangsjön i april 1987 pH-värden på 5,0 respektive 5,2. Några år senare (april 1991 och mars 1993) hade Södra Tangsjön pH-värden på 5,0 samtidigt som alkalinitet saknades.

På grund av det sura vattnet saknade sannolikt Tangsjöarna och Tangåns övre delar öring när regnfloden inträffade 1997. Frånvaron av fisk i Tangsjöarna har också bekräftats av ett standardiserat nätprovfiske i Tangsjöarna under 1999 (muntlig uppgift från Hans Olofsson, länsstyrelsen Dalarna). Även Övre Särmanssjön som är källsjö till Rösjöarna har lämnats okalkad och utgör numera referenssjö till den kalkade Nedre Särmanssjön. Både den Övre och Nedre Särmanssjön ingår för närvarande i det nationella uppföljningsprogrammet (IKEU-programmet) för kalkade vatten (Söderbäck 1997).

Beskrivning av vattendragen

Tangån

Tangån, som avvattnar Fulufjälls mellersta och södra delar, rinner upp vid de tre Tangsjöarna (Norra, Västra och Södra Tangsjön) mitt på fjällplatån och mynnar i Görälven på den norska sidan av fjällmassivet (Figur 1). Avrinningsområdet är 122,8 km² stort och består huvudsakligen av kalfjäll. Enligt SMHI (1998) har avrinningsområdet en sjöandel på 1% och en skogsandel på 36% medan resterande del är kalfjäll. Området har en medelhöjd på 650 m över havet (SMHI 1999). Mot väster utgör Västertangen (970 m) och Sommelfjället (950 m) vattendelare och mot öster bildar Göljåfjället (995 m) och Östertangen vattendelare. I söder begränsas avrinningsområdet av Faksfjället och Näsfjället. Den nedre delen av Tangåns avrinningsområde är beläget i Norge.

På fjällplatån vid Tangsjöarna finns gräshedar som söderut successivt övergår i ljunghedar. Mellan sjöarna och vid den nedre Tangsjöns utlopp delas Tangån upp i flera småströmmar och omges av täta videsnår. Längre söderut rinner vattendraget fram omgivet av gräshedar och grusåsar innan det vid Tangåstugan skär ned genom sandstensplatån och bildar en djup ravin som sträcker sig ned till Björnholmsstugan vid den blivande nationalparksgränsen. Inledningsvis är ravinen smal och vattendraget omges av fjällbjörkskog men när dalen breddas ökar inslaget av gran och tättnar snabbt till en högvuxen granskog längre ned i dalen där landskapet är flackare. Från Nedre Bandskårbäcken och ned till Tangåns mynning i Görälven är den högvuxna granskogen helt dominerande.

Tangåns huvudfåra har en längd av 30,6 km och faller från 940 m vid Tangsjöarna till 440 m vid mynningen i Görälven i Norge. Det ger en fallhöjd på 500 m och en genomsnittlig lutning

på 1,6%. Trots den relativt stora höjdskillnaden mellan fjällplatån och Tangåns nedre del har vattendraget en relativt jämn fallprofil från fjällplatån ned till mynningen i Görälven. Genom att Tangån på en lång sträcka rinner fram genom en djupt nedskuren kanjondal har vattendraget få tillflöden i den övre och mellersta delen. I Tangåns nedre del, vid Storbron, tillkommer biflödena Tangbäcken, Björbäcken och Storbroån. Av dessa är Storbroån det största. På den norska sidan tillkommer från söder, strax nedströms Tangådalsätern, Litledalsbäcken och Stordalsbäcken som avvattnar Näsfjället, Mellanfjället och Faksfjället. Längre nedströms tillkommer på åns norra sida Styggskörbäcken och Sattabäcken.

Innan regnfloden inträffade 1997 hade Tangån ett jonsvagt avrinningsvatten med mycket låg konduktivitet, en måttlig vattenfärg och en låg alkalinitet. Enligt data från Älvdalens kommun hade Tangån, vid Björnholmssätern, under perioden 1994-96 en konduktivitet på ca 1,0 mS/m och en vattenfärg mellan 20 och 80 mg Pt/l. Avrinningsvattnets alkalinitet och pH-värde under vårperioden april-juni varierade från 0 till 0,1 mekv/l, respektive från 5,3 till 7,4. Data efter regnfloden saknas.

Tangåns fiskfauna har ej undersökts närmare innan regnfloden men sannolikt var öring relativt vanligt förekommande i vattendragets nedre delar även om den saknades i Tangåns övre delar på grund av försurningspåverkan. Hur långt upp i Tangån som det fanns öring saknas det uppgifter om. Den långt gångna försurningen av vattendragets övre delar och förekomsten av årliga surstötter har dock, förutom utslagningen av öring de övre delarna, sannolikt starkt påverkat öringförekomsten även i vattendragets mellersta delar och till viss del även i den nedre delen.

I samband med regnfloden skapades flera mindre vandringshinder med varierande svårighetsgrad i den nedre delen Tangån. Vid en mindre inventering 1998 påträffades vandringshinder vid Stordalsbäcken och Tangådalsätern i Tangåns nedre del samt vid Hamnen och Herrhusätern längre uppströms. Vid dessa platser delade vattendraget upp sig i flera fåror med vandringshinder av varierande svårighetsgrad. I vissa fåror förekom definitiva vandringshinder med fritt fall på ca en meter (Bild 4), och i andra fåror förekom partiella hinder i form av blockansamlingar och timmerbröten där vattnet rann mellan stenar och stockar.



Bild 4. Vandringshinder för fisk i form av fritt fall i den nybildade vattenfåran i Tangån vid Tangådalssättern (Foto: Björn Bergquist 1998).

Inventeringen gjordes bara ett år efter regnflodserosionen och det är troligt att förhållandena kan ha ändrats under senare år. Förekomsten av vandringshinder i Tangåns övre delar har ej inventerats efter regnkatastrofen. Det saknas också uppgifter om förekomsten av vandringshinder i Tangån innan regnflodserosionen inträffade 1997.

Stora och Lilla Göljån

Stora och Lilla Göljån avvattnar Fulufjälls östra delar och mynnar i Fulan (Figur 1), som längre nedströms flyter samman med Görälven och bildar Västerdalälven, omedelbart norr om Sälentjärnen. Väster om Göljåarna avvattnas Fulufjäll av Tangåns vattensystem. Norr om Göljåarna finns utmed Fulufjälls östra sida ett flertal mindre vattendrag som också avvattnas ned till Fulan. Störst bland dessa är Njupån som avvattnar de försurade och kalkade Rösjöarna i övre delen av vattensystemet.

Stora Göljån har en avrinningsareal på 21,8 km² medan Lilla Göljån avvattnar ett 14,1 km² stort område (SMHI 1998). Båda har således en betydligt mindre avrinningsareal än Tangån. Stora Göljåns avrinningsområde har en kalfjällsandel på 64,5% medan skog utgör 25% och fjällskog 6,2% (Snäll 1997). Skogsmarken består huvudsakligen (82%) av storvuxen och grov gran. Resterande skogsmark domineras av tall. Före regnfloden fanns i stort sett inga skogsbildande träd yngre än 140 år (Snäll 1997). Avrinningsområdet är sjöfattigt (2%) och endast Göljåsjöarna i områdets övre del, ca 900 m över havet, utgör egentliga sjöar i Stora Göljåns vattensystem. Även myrandelen är liten och uppgår bara till drygt 2%. Lilla Göljån har ett avrinningsområde med en något större myrandel men området saknar egentliga sjöar. Endast ett fåtal små isolerade tjärnar finns i områdets övre del.

Huvudfåran i Stora Göljån är ca 11 km och i Lilla Göljån ca 9 km. Fallhöjden är ca 430 m för båda, vilket ger en lutning av 3,9% för Stora Göljån och 4,8 % för Lilla Göljån, vilket är relativt branta lutningar som dock ligger inom öringens normala intervall upp till 5% (Markusson m fl 1997). De nedre delarna är flackare och lutar ca 2,5 % den nedersta kilometern. Årsnederbörden uppgår normalt till 835 mm och årsmedeltemperaturen är bara 1-2 °C (Snäll 1997). Snötäcket ligger upp till 175-200 dagar under året. Trädgränsen ligger på ca 850 m över havet och båda avrinningsområdenas högsta punkterna når 982 respektive 994 m över havet (Göljåfjället).

I Stora och Lilla Göljån saknas vandringshinder på sträckan (ca 200 m) från elfiskelokalerna ned till Fulan. Öringbestånden vid de undersökta lokalerna har därför inslag av vandrande öring från Fulan. Uppströms elfiskelokalerna finns dock definitiva vandringshinder för fisk i båda vattendragen. Före regnkatastrofen mynnade både Stora Göljån och Lilla Göljån direkt i Fulan, men på grund av den kraftiga regnflodserosionen rinner Stora Göljån numera samman med Lilla Göljån strax nedströms den sönderspolade vägbanken.

Göljåarna har i sin nedre del ett relativt brunt avrinningsvatten med en låg konduktivitet. I Stora Göljån, som har undersökts sedan 1994, varierar vattenfärgen vanligtvis mellan 10-80 mg Pt/l och konduktiviteten ligger normalt något över 1 mS/m (Data: Länsstyrelsen). Under vissa perioder har dock färgvärden över 100 mg Pt/l uppmätts. Vid elfisket i augusti 1989 uppmättes exempelvis i Stora Göljån en vattenfärg på 150 mg Pt/l och en konduktivitet på 2,0 mS/m. Genom förekomsten av diabas i fjällbranten ned mot Fuludalen har Stora Göljån i sin nedre del normalt ett avrinningsvatten med pH-värden över 6,0 och alkalinitet över 0,025 mekv/l. I samband med snösmältningen har dock pH-värden ned till 5,1 och en aciditet ned till 0,021 mekv/l uppmätts. I sin övre del uppe på fjällplatån ovanför diabasstråken i fjällslutningen har Stora Göljån en betydligt lägre vattenfärg och de uppmätta pH-värdena ligger regelmässigt omkring 5,0. Alkalinitet saknas och istället har aciditetsvärden över 0,05 mekv/l uppmätts.

Jämfört med Tangån har Göljåarna i sin nedre del något högre vattenfärg och konduktivitet. På grund av att det föreligger ytterst få vattenkemiska data från Tangån är det dock svårt att vattenkemiskt jämföra vattendragen.

Material och metoder

Undersökta lokaler

I Tangån har fiskundersökningarna omfattat två lokaler (Björnholmsstugan och Hålet) i vattendragets nedre del (Figur 1, Tabell 1). Båda elfiskelokalerna ligger strax utanför gränsen till den blivande nationalparken på Fulufjäll. Medeldjupet på de undersökta lokalerna har varierat mellan 0,26 och 0,34 m. Största uppmätta maxdjup är 0,8 m. Den övre lokalen (Björnholmsstugan) har något mindre lutning än den nedströms liggande lokalen (Hålet), vilket innebär att den också har en något lägre vattenhastighet, jämnare botten och ett mer finpartikulärt bottensubstrat (Tabell 2). Vid den övre lokalen har bottensubstratet dominerats av större sten medan mindre block har dominerat vid den nedre. Båda lokalerna har en låg beskuggningsgrad (ca 10%) trots att de omges av äldre granskog. Detta beror på att Tangån där är relativt bred och rinner i nord-sydlig riktning.

I Stora och Lilla Göljån har vegetationskartering och elfiske genomförts vid en lokal i vardera vattendragets nedre del under perioden 1995-99 (Figur 1 och 2, Tabell 1). På grund av att regnflodserosionen kraftigt har förändrat båda vattendragens vattenfåror har det ej varit möjligt att 1998-99 elfiska samma lokaler som innan regnkatastrofen. De nya lokalerna har dock lagts så nära de gamla som det går att komma. Eftersom Stora Göljån numera rinner igenom den vägtrumman som Lilla Göljån tidigare rann igenom (Bild 5) har den gamla elfiskelokalen i Lilla Göljån (Vägbron 2) blivit den nya elfiskelokalen i Stora Göljån. I Lilla Göljån har istället en helt ny lokal (Nya fåran) valts ut i den nya vattenfåran öster om vägtrumman. Lokalen ligger strax nedströms den söndereroderade gamla vägbanken men innan sammanflödet med Stora Göljån (Figur 2 samt Bild 6 och 7).



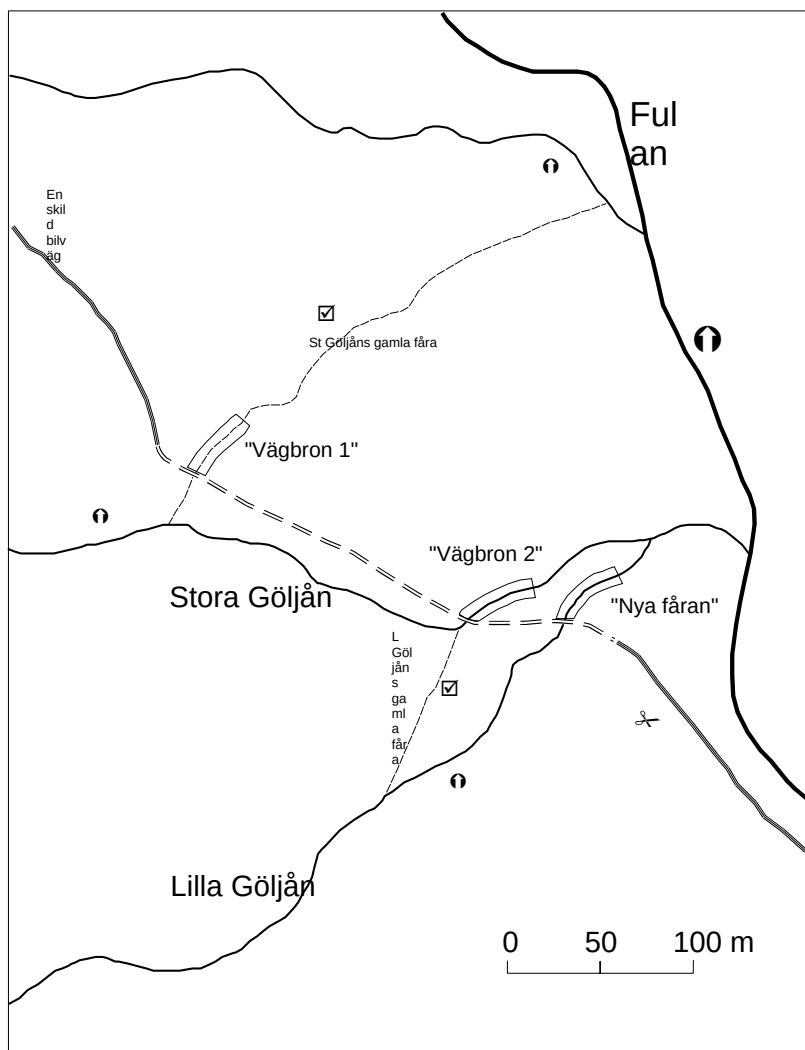
Bild 5. Stora Göljåns nya vattenfåra vid vägtrumman i Lilla Göljåns gamla vattenfåra (Foto: Erik Degerman 1998).



Bild 6. Lilla Göljåns nya vattenfåra öster om den gamla vägbron. I förgrunden syns rester av den gamla vägbanken (Foto: Erik Degerman 1998).



Bild 7. Lilla Göljåns nya vattenfåra nedströms bilvägen men innan sammanflödet med Stora Göljån (Foto: Björn Bergquist 1998).



Figur 2. Elfiskelokalernas lägen i Stora och Lilla Göljån, före och efter regnkatastrofen 1997.

I Stora och Lilla Göljån har lokalernas bottensubstrat dominerats av mindre, respektive större sten både före och efter regnkatastrofen (Tabell 2). Före regnkatastrofen var lokalerna relativt väl skuggade av stora granar, men efter regnflodserosionen har beskuggningsgraden minskat kraftigt.

Genom att Tangån är ett betydligt större vattendrag än Göljåarna så har Tangån betydligt bredare (13-14 m) och mer svårfiskade lokaler än Stora och Lilla Göljån (4-5 m breda). Elfiskelokalernas yta är därför något större i Tangån än i Göljåarna, trots att de avfiskade sträckorna i Tangån bara var hälften så långa som de avfiskade sträckorna i Göljåarna.

Tabell 1. Lägeskoordinater och arealuppgifter för de undersökta lokalerna 1995-99.

	Xkoord	Ykoord	Höjd över havet (m)	Datum	Längd (m)	Bredd (m)	Avfiskad yta (m ²)
TANGÅN							
Björnholmsstugan	681375	134165	595	980905	32	13,7	438
	681375	134165	595	990827	32	13,7	438
Hålet	681280	134190	585	980905	31	13,4	415
	681280	134190	585	990827	31	12,9	400
STORA GÖLJÅN							
Vägbron1	683235	134600	480	890802	100	5,2	516
	683235	134600	480	950916	70	4,8	336
	683235	134600	480	960902	70	5,5	385
	683235	134600	480	970829	70	5,2	364
<i>Efter regnfloden</i>	683221	134631	472	980829	62	4,8	298
Vägbron 2	683221	134631	472	990828	62	4,2	260
LILLA GÖLJÅN							
Vägbron2	683220	134630	472	950916	50	5,9	295
	683220	134630	472	960902	50	5,2	260
	683220	134630	472	970829	50	5,1	255
<i>Efter regnfloden</i>	683223	134640	472	980829	53	3,5	186
Nya fåran	683223	134640	472	990828	53	3,1	164

Tabell 2. De undersökta lokalernas flödes- och djupförhållanden, samt bottensubstrat vid de olika elfisketillfällena 1995-99.

	Datum	Vattennivå	Vattenhastighet	Medeldjup (m)	Maxdjup (m)	Domin. b-substrat
TANGÅN						
Björnholmsstugan	980905	Hög	Stråkande	0,34	0,80	Sten2
	990827	Medel	Strömt	0,26	0,70	Sten2
Hålet	980905	Hög	Stråkande	0,34	0,55	Block1
	990827	Medel	Stråkande	0,27	0,53	Block1
STORA GÖLJÅN						
Vägbron 1	890802	Hög	Stråkande	0,30	0,70	Grus
	950916	Låg	Strömt	0,22	0,75	Sten1
	960902	Medel	Strömt	0,21	0,70	Sten1
	970829	Medel	Strömt	0,20	0,62	Sten1
<i>Efter regnfloden</i>	980829	Hög	Stråkande	0,33	0,60	Sten2
Vägbron 2	990828	Låg	Strömt	0,25	0,50	Sten2
LILLA GÖLJÅN						
Vägbron 2	950916	Medel	Strömt	0,26	0,75	Sten2
	960902	Medel	Strömt	0,20	0,75	Sten2
	970829	Medel	Stråkande	0,25	0,72	Sten2
<i>Efter regnfloden</i>	980829	Hög	Stråkande	0,23	0,70	Sten2
Nya fåran	990828	Låg	Strömt	0,20	0,55	Sten2

Elfiskemetodik

I alla tre vattendragen har elfisket genomförts enligt handboken för miljöövervakning (Naturvårdsverket 1996). Det innebär att elfisket har genomförts som kvantitativt elfiske med flera utfiskningsomgångar. Vid elfisket har använts ett motordrivet elfiskeaggregat av märket LUG AB (typbeteckning L1000). Bensindrivna Honda eller Yamaha elverk (1000W) har använts som strömkälla. Utgående spänning vid elfisket har varit 700-1000 Volt medan strömstyrkan var ca 0,2 Ampere.

Den fisk som fångades mättes med mätbräda till närmaste mm efter nedsövning med MS 222 narkosmedel. I Tangån vägdes även fisken (våg med 1 grams noggrannhet). Innan fisken återutsattes i vattendragen fick fisken vakna upp i en hink med syrerikt vatten. Utgående från fiskens längdfördelning gjordes en uppdelning av de fångade öringarna i årsungar respektive äldre öring. Tätheten av årsungar respektive äldre öring samt andra förekommande arter har därefter beräknats per 100 m² med hjälp av ett BASIC dataprogram (Higgins 1985), som utgår från Zippins *Maximum likelihood* metod (Zippin 1956). Ekvationerna som beräkningarna grundas på har redovisats av Bohlin (1984). Provfiskeresultaten har rapporterats till Fiskeriverkets elfiskeregister i Örebro. Statistiska bearbetningar av fångstresultaten har skett efter log-transformering av data för att bättre anpassa dem till normalfördelning ($\log_{10}(x+1)$).

Vegetationskartering

I Stora och Lilla Göljån har även vattenvegetationen undersökts kvantitativt på elfiske-lokalerna. På respektive elfiskelokal 30 provpunkter utslumpats. De undersöktes sedan med vattenkikare rakt ovanifrån och respektive arts eller grupps yttäckning bedömdes i procent. För kontroll plockades enstaka växter upp för artidentifikation. I Tangån har inga kvantitativa vegetationsundersökningar gjorts.

Vid vegetationskarteringen undersöktes också förekomsten av partikulärt organiskt material i form av detritus och död ved. Till findetritus räknades det organiska finpartikulära material som ligger ovanpå bottenarna. Till grovdetritus fördes i detta sammanhang alla synliga pinnar och kvistar upp till stockars storlek och som död ved klassades alla "stockar" som var minst 10 cm i diameter och minst 50 cm långa.

Resultat och diskussion

Vegetation

I Tangån saknade de undersökta lokalerna i stort sett vattenvegetation efter regnfloden, även om en begynnande etablering av mossor (*Fontinalis spp*) noterades på båda lokalerna under 1999. Vid 1998 års elfiske noterades också en riklig förekomst av påväxtalger i vattendragets strandkanter, i partier med strömlä och i avsnörda vattensamlingar.

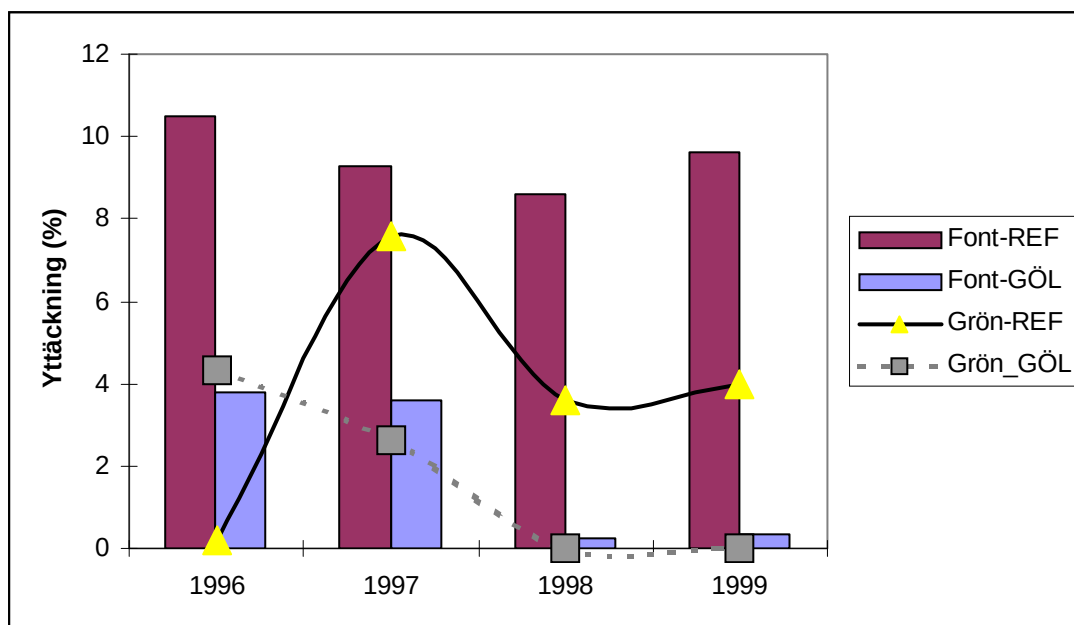
I Göljåarna dominerades vattenvegetationen av näckmossa (*Fontinalis antipyretica*) och levermossor åren före regnfloden. I Stora Göljån uppträdde även rikligt med grönalger, något som är vanligt i försurningspåverkade fjällbäckar. Efter regnfloden, dvs från och med 1998 års data, minskade näckmossan radikalt och levermossorna försvann helt. Påväxtalgerna (bl a blågrönalger) ökade kraftigt 1998, men minskade sedan något 1999 (Tabell 3). Förekomsten

av alger var dock 1999 fortfarande förhöjd jämfört med innan regnkatastrofen. Den ökade förekomsten av påväxtalger under åren 1998-99 beror sannolikt både en ökad näringstillgång och en minskad beskuggning som resultat av erosionsskadorna. Särskilt 1998, dvs den första tiden efter regnflodserosionen, har sannolikt näringstillgången varit kraftigt förhöjd i de erosionsberörda vattendragen.

Tabell 3. Vattenvegetationens yttäckning angivet som medelvärde (%) av 30 prov med vattenkikare på resp elfiskelokal. Förekomsten av detritus (organiskt material) redovisas fördelat på fin- resp grovdetritus.

Vattendrag	År	Fontinalis antipyretica	Lever mossa	Trådlig grönalg	Påväxt- alg	Detritus- Fin	Grov
STORA GÖLJÅN							
Vägbron 1	1996	3,0	12,8	8,7	0,2	0,0	0,8
	1997	4,9	3,7	5,1	0,0	0,0	1,6
Efter regnfloden	1998	0,5	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0
Vägbron 2	1999	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,4
LILLA GÖLJÅN							
Vägbron 2	1996	4,7	10,3	0,0	0,0	4,8	4,7
	1997	2,4	5,5	0,0	0,2	4,5	2,1
Efter regnfloden	1998	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,5
Nya fåran	1999	0,0	0,0	0,0	2,0	0,2	0,5

Det är normalt stora variationer i vissa växtgruppers förekomst mellan åren i mindre vattendrag. Inom projekt SILVA (Skyddsridåer längs vattendrag) har vattenvegetationen undersökts på exakt motsvarande sätt i 13 skogsbäckar i den nordliga boreala zonen. Undersökningarna från Göljåarna har jämförts med detta material (Figur 3).



Figur 3. Medelvärde av yttäckning av Fontinalis (Font) resp trådformiga grönalger (Grön) i 13 referensbäckar (REF) resp Göljåarna (GÖL) under 1996-1999.

De stora förändringar som skett i t ex förekomst av näckmossa eller grönalger i Göljåarna förelåg inte i referensmaterialet och den drastiska nedgången i mossförekomsten kan därmed direkt kopplas till regnflodserosionen i Göljåarna.

Partikulärt organiskt material

Även mängden detritus (fin- resp. grovpartikulärt material) förändrades i båda Göljåarna efter regnfloden. Frånsett ansamlingen av större timmerbrötar i vattenfåran har över en större yta den totala mängden partikulärt detritus minskat radikalt. Vattendragens botten var med andra ord renspolade frånsett några timmerbrötar av erosionsfälld skog.

Parallellt med vegetations- och detrituskarteringen räknades även antalet bitar av död ved i vattenfåran vid elfisket. Tyvärr startade denna kartering inte förrän 1998 då antalet död ved i vattnet var 3,3 per 100 m². År 1999 var motsvarande siffra 3.1. Detta kan jämföras med ett riksgenomsnitt för 1107 undersökta elfiskelokaler som hade ett medianvärde av 1,1. Således karakteriserades Göljåarna efter regnkatastrofen av en stor ansamling ”timmer”, men för övrigt renspolade botten.

Fysiska förändringar

Stora och Lilla Göljån har vid elfiskelokalerna efter regnfloden förvandlats till smala, starkt strömsatta rännor, utan vegetation eller grov detritus. Detta avspeglas i en minskad skillnad mellan medel- och maxdjup och att lokalernas botten har bedömts som slätare (mer ensartad) efter regnfloden (se Bild 7). Generellt erhöles ett mer väl sorterat och mindre varierat bottensubstrat efter regnflodserosionen. På grund av att regnflodserosionen har ändrat läget och sträckningen för båda vattendragens vattenfåror går det ej att direkt jämföra lokalernas medelbredd och medeldjup, före och efter katastrofen. Det allmänna intrycket är dock att erosionen har medfört att vattenfårorens medelbredd har minskat. Trots att elfiskelokalen Vägbron 2 efter regnflodserosionen mottar ett större vattenflöde (Stora Göljån) har lokalens våta medelbredd minskat. Även den nya elfiskelokalen i Lilla Göljåns nya fåra har en mindre våtbredd än den gamla lokalen (Vägbron 2).

Fiskfauna

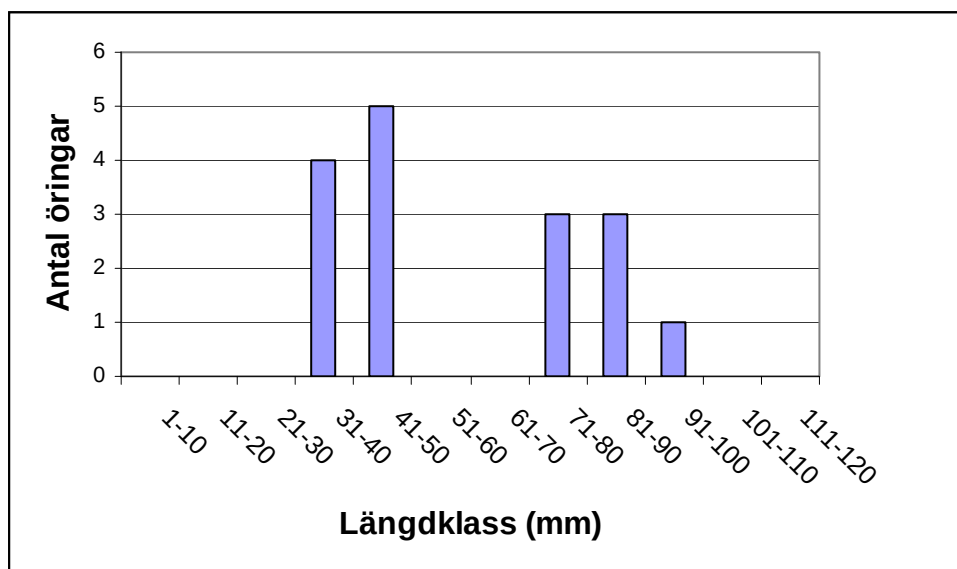
För Tangån saknas provfiskedata från tiden innan regnkatastrofen inträffade, dvs före 1997. Vid provfisket 1998 och 1999 påträffades enbart öring. Vid elfisket 1998 fångades endast två öringar (årsungar) på en av de två undersökta lokalerna (Tabell 4). Året därefter fångades dock fisk på båda lokalerna och även betydligt fler öringar än under 1998. Vid 1999 års elfiske fångades totalt 14 öringar varav hälften var årsungar. Mängden fångad fisk var dock fortfarande mycket låg i relation till den totalt avfiskade ytan (ca 800 m² för båda lokalerna). Vid det första elfisketillfället 1998 var vattennivån och strömhastigheten något högre än vid 1999 års elfiske, vilket kan ha medfört en underskattning av 1998 års fiskförekomst.

I genomsnitt, för båda åren och båda lokalerna, hade Tangån efter regnfloden en total öringtäthet på 0,9 individer per 100 m². Eftersom tidigare data saknas kan de erhållna resultaten enbart jämföras med elfiskeuppgifter från närliggande vattendrag. Till en del kan jämförelser göras med Göljåarna som elfiskades 1989 och 1995-96, dvs innan regnfloden

inträffade. Den genomsnittliga öringtätheten i dessa var före regnfloden 5,8 individer per m², vilket var signifikant högre än i Tangån efter regnfloden (Anova, p=0,055, n=11).

Trots den mycket låga öringtätheten uppvisade Tangån trots allt en större fiskförekomst än väntat med hänsyn till att öringen sedan långt tid tillbaka har varit utslagen i Tangåns övre delar och att vandringshinder har hindrat/hämmat en återkolonisation från den nedströms belägna Görälven. En trolig förklaring till den snabba återkolonisationen av öring är att mindre tillflöden med lägre erosionspåverkan har tjänstgjort som kolonisationskällor. Tänkbara sådana är Tangbäcken, Björbäcken och Storbroån som alla mynnar i Tangån nedströms elfiskelokalerna men ovanför vandringshindren vid Tangådalssättern. Av dessa tillflödena är Storbroån den troligaste kolonisationskällan eftersom den är störst och även verkar vara minst påverkad av regnfloden.

Notera att endast fisk mindre än 100 mm har fångats vid elfisket i Tangån (Figur 4, Tabell 4). Fiskens längdfördelning visar att fångsten enbart har omfattat ensomriga och ettåriga öringar. Årsungar har fångats vid båda provfisketillfällena, vilket dock indikerar att reproduktionen fungerar och att större lekfisk förekommer i vattendraget. Den uteblivna fångsten av större fiskar förklaras till en del av lokalernas utseende och uttalade brist på uppehållsplatser för större fisk. Den äldre fisken föredrar i regel djupare, mer skyddade och skuggade platser. Sannolikt är dock förekomsten av lekfisk mycket begränsad i Tangån och därmed svår att uppskatta med elfiske på bara två fasta lokaler.



Figur 4. Längdfördelning för samtliga fångade öringar i Tangån 1998-99.

I Stora och Lilla Göljån har elfisken gjorts både före och efter regnfloden under perioden 1995-99. Fiskfaunan i båda vattendragen uppvisade redan före regnfloden tecken på att vara påverkad av någon yttre faktor. Öringpopulationen i Göljåarna dominerades av äldre öring, medan tätheten av årsungar var mycket svag (Tabell 4), och unga stadier av bergsimpa och elritsa saknades helt (Tabell 5). Sannolikt har de vuxna bergsimplor och elritsor som fångades vid elfisket migrerat till elfiskelokalerna från den nedströms belägna Fulan, som har en bättre vattenkvalitet.

Frånvaron av små bergsimpor och elritsor och den låga tätheten av öringungar tyder på en störd rekrytering. Troliga orsaker till detta är försurningspåverkan i samband med surstötter och relativt frekvent återkommande kraftiga flöden som spolar bort fisken. Det sistnämnda indikeras också av en relativt svag förekomst av mossor på bottenstenarna i Stora Göljån redan före regnfloden 1997. Stora Göljån hade under hela undersökningsperioden en betydligt lägre täthet av öring, bergsimpa och elritsa än Lilla Göljån (Tabell 4) trots att biotoperna i Stora och Lilla Göljån bedöms som likvärdiga. Skillnaderna i fiskförekomst mellan vattendragen beror sannolikt på att Stora Göljån har en relativt större andel kalvfjäll i avrinningsområdet, vilket medför att försurnings- och flödespåverkan är större i Stora Göljån än i Lilla Göljån.

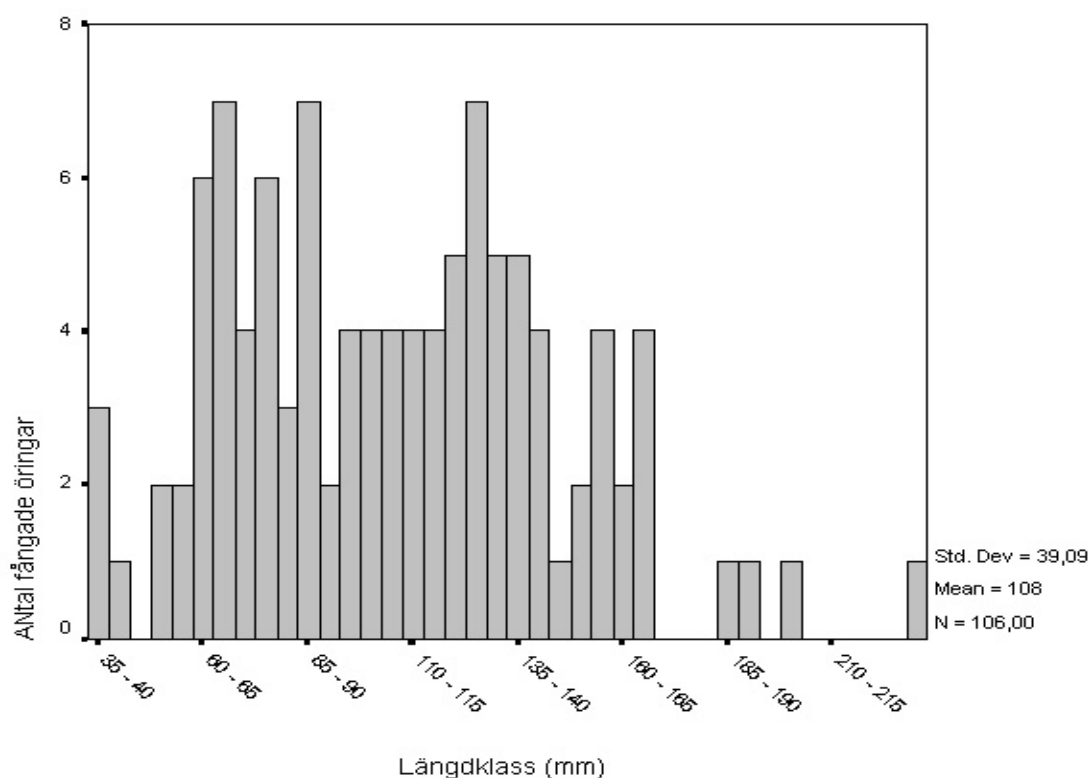
Längdfördelningen visar att fångsten på elfiskelokalerna har dominerats av öring i åldrarna 1+-3+ (Figur 5). Dessa kan antingen vara nedvandrade exemplar från högre upp belägna lekområden eller uppvandrade exemplar från Fulan omedelbart nedströms. De större öringar (>185 mm) som fångades i Lilla Göljån 1995 när elfisket genomfördes sent (16 september) torde utgöra uppvandrad lekfisk från Fulan (Tabell 4, Figur 5).

Tabell 4. Beräknade öringtätheter (antal/100 m²) och uppmätta öringlängder på de undersökta lokalerna i Tangån 1998-99 samt Stora och Lilla Göljån 1995-99.

Lokal	Datum	Årsungar (0+ öring)	Äldre öring (öring >0+)	Minlängd (mm)	Maxlängd (mm)	Längsta årsunge (mm)
TANGÅN						
Björnholmsstugan	980905	0,5	0	47	49	49
	990827	2,6	1,2	38	88	42
Hålet	980905	0	0	-	-	-
	990827	0,5	1,0	45	98	45
Medelvärde		0,9	0,5	43	78	45
STORA GÖLJÅN						
Vägbron 1	890802	0,4	0,9	33	173	33
	950916	0	1,6	99	162	-
	960902	0	0,5	101	139	-
	970829	0,3	3,9	9	185	39
<i>Efter regnfloden</i>	980829	0	0	-	-	-
Vägbron 2	990828	0	0	-	-	-
LILLA GÖLJÅN						
Vägbron 2	950916	0	8,4	67	234	-
	960902	0,9	12,9	35	168	41
	970829	0	12,4	52	157	-
<i>Efter regnfloden</i>	980829	0,7	0,7	38	87	38
Nya fåran	990828	0	2,8	81	94	-
Medelvärde före regnflod		0,2	5,8	61	174	38
Medelvärde efter regnflod		0,2	0,9	60	91	38

Tabell 5. Beräknade tätheter (antal/100 m²) och minimilängd (mm) av fångade fiskarter exklusive öring i Stora Göljån och Lilla Göljån 1989-99.

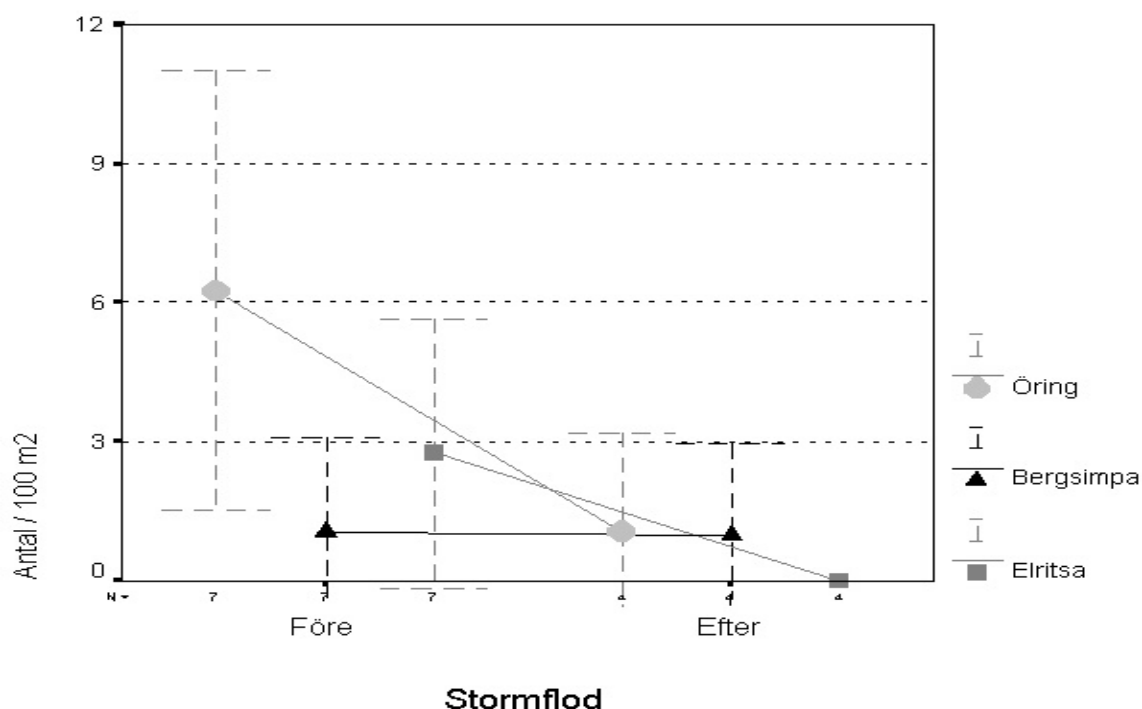
Lokal	Datum	Bergsimpa antal	minlängd	Elritsa antal	minlängd
STORA GÖLJÅN					
Vägbron 1	890802	0	-	0	-
	950916	0	-	1,1	67
	960902	0	-	0	-
	970829	1,2	71	0	-
Efter regnfloden	980829	0	-	0	-
Vägbron 2	990828	1,5	75	0	-
LILLA GÖLJÅN					
Vägbron 2	950916	0	-	6,9	60
	960902	0,4	81	6,0	71
	970829	5,9	79	5,2	68
Efter regnfloden	980829	0,0	-	0	-
Nya fåran	990828	2,5	78	0	-



Figur 5. Samtliga fångade öringar vid elfisken i Göljåarna 1989-99. Sannolikt är öringar under 45 mm årsungar (0+) och öring mellan 45 och 90 mm är 1+.

Medeltätheten av öring före regnfloden var sammantaget för alla elfisken i Göljåarna 5,8/ 100 m². Den sjönk signifikant (Anova, p=0,029, n=11) till 1,0 åren 1998-99 efter regnfloden (Figur 6). Elritsa har ännu ej fångats i Göljåarna efter regnfloden, medan bergsimpa har uppvisat oförändrad täthet. Dessa skillnader torde främst bero av att elritsa och öring är

beroende av skyddade ståndplatser i strömlä, medan bergsimpa klarar sig bättre över exponerad stenbotten genom sin plattade kroppsform, avsaknad av simblåsa och förmåga att "suga sig fast" med bukfenorna.



Figur 6. Medeltätheter av fångade fiskarter i de båda Göljåarna före (1989-97) resp efter (1998-99) regnfloden i Fulufjällsområdet. Medelvärde samt 95%-konfidensintervall angivet.

Sammanfattande slutsatser

Trots att regnkatastrofen har medfört en mycket omfattande påverkan på fysisk miljö och biota indikerar undersökningsresultaten en förhållandevis snabb återhämtning hos både vattenvegetation och fisk. Förändringarna i bottenfaunaförekomsten har ej utvärderats men data finns att tillgå från Stora Göljån.

Redan året efter regnflodserosionen noterades en kraftigt ökad förekomst påväxtalger. Sannolikt var ökningen kopplad till en ökad näringstillgång efter erosionen. Kolonisationen av näckmossa och levermossa har gått långsammare och först 1999, två år efter erosionen, har en tydlig återetablering skett på stenar i vattenfåran. Beträffande fiskfaunan erhöles en återkolonisation redan året efter regnkatastrofen. I Tangån och Lilla Göljån påträffades öring redan 1998 medan det i Stora Göljån saknades öring på den undersökta lokalen (Vägbron 2) både 1998 och 1999. En återkolonisation av vuxna individer av bergsimpa och elritsa i Stora och Lilla Göljån noterades först 1999.

För Göljåarna har Fulan utgjort den huvudsakliga kolonisationskälla medan kolonisationen av fisk i Tangån sannolikt har skett från mindre erosionspåverkade biflöden. Den ökade närings-tillgången i vattendragen efter regnkatastrofen har sannolikt gynnat återkolonisationen av vegetation, bottenfauna och fisk. Återkolonisationen av fisk har dock försvårats i alla tre

vattendragen av nyligen bildade vandringshinder och den kanalisering som åarna utsatts för vid regnflodserosionen.

Dessutom torde den försurningspåverkan som förekommer i vattendragens övre delar, och vid högflödessituationer även i de nedre delarna, utgöra ett visst hinder för återkolonisationen genom att den begränsar förekomsten av möjliga kolonisationskällor och antalet återkoloniserande arter. I Stora Göljån är avrinningsvattnet klart försurningspåverkat i vattendragets övre delar, och även i den nedre delen har låga pH-värden uppmätts vid flera tillfällen. I Tangån är det svårt att bedöma graden av försurningspåverkan i vattendragets nedre delar eftersom tillgången på data är mycket begränsad. I vattendragets övre delar som bl a omfattar Tangsjöarna är dock försurningseffekterna på vattenkemi och fisk uppenbara.

Undersökningsresultaten visar i korthet följande:

- Att surstötter förekommer i vattendragens nedre delar i samband med högflöden.
- Att omfattande fysiska förändringar har skett i vattendragen efter regnfloden, bl a har vattendragen blivit kanaliserade och något smalare med en mera ensartad botten och ett mindre vattendjup som följd. Dessutom har förekomsten av fin- och grovdetritus minskat kraftigt efter regnfloden. Istället har kraftiga timmerbröten bildats på vissa platser.
- Att förekomsten av fisk och vattenvegetation har minskat signifikant efter regnfloden.
- Att återkolonisationen av vegetation och fisk har skett relativt snabbt trots förekomst av vandringshinder och begränsad tillgång på återkolonisationskällor.
- Att återetableringen försvåras av vandringshinder, försurningspåverkan och brist på lämpliga biotoper för fiskens tillväxt och överlevnad.

Förslag till utökade och fortsatta undersökningar i Tangån och Göljåarna

Fortsatta studier av florans och faunans återkolonisation i Tangån och Göljåarna är av stort intresse, dels för att kortsiktigt studera återhämtningen efter regnfloden och dels för att på längre sikt studera om ett minskat nedfall av försurande ämnen kan medföra att fiskfaunan kan återhämta sig i vattendragens övre delar. Troligen kan vissa arter vara utslagna för gott, medan arter som öring, elritsa och t o m bergsimpa kan återkolonisera vattendragen i stor omfattning.

För att klarlägga fiskförekomsten och möjligheterna till återkolonisation i Tangån och Göljåarna behövs dock betydligt mer omfattande undersökningar än vad som har redovisats i denna rapport. Nedan redovisas därför ett förslag till fortsatta och utökade undersökningar i Tangån och Göljåarna. På sikt bör även undersökningar genomföras i en del av de övriga vattendragen som avvattnar Fulufjället (t ex Fulubågan, Njupån, Klorån och Särkån).

Tangån

I Tangån bör i första hand förekomsten av vandringshinder inventeras från Björnholmsstugan och upp till Tangsjöarna. Dessutom bör fiskförekomsten i Tangåns övre delar, uppströms Björnholmsstugan, undersökas med både kvalitativa och kvantitativa elfisken.

För att erhålla en fullgod uppföljning av utvecklingen i öringbeståndet i Tangån efter regnkatastrofen krävs en utökning av det kvantitativa elfisket. För att erhålla en bra skattning av fiskförekomsten krävs sannolikt kvantitativt elfiske på minst 5 fasta lokaler. Antalet lokaler är beroende av hur långt upp i Tangån öringen förekommer. För att klarlägga detta behövs en inventering av öringförekomsten i Tangåns övre delar med hjälp av kvalitativa elfisken. För att avgöra vilket av de mindre tillflödena som utgör huvudsaklig kolonisationskälla för öringen i Tangån efter regnkatastrofen behövs dessutom en inventering av fiskförekomsten i Tangbäcken, Björbäcken och Storbåån. Saknas definitiva vandringshinder i Tangåns övre delar bör man studera öringens spridning och kolonisation upp mot Tangsjöarna där den tidigare hade sitt starkaste fäste. En sådan studie kommer att fylla två syften, dels att följa återkolonisationen i ån efter regnflodserosionen och dels att följa kolonisationen av uppströms liggande sträckor i takt med att försumningspåverkan minskar.

För att studera betydelsen av en minskad försumningspåverkan krävs dessutom en insamling av vattenprover för vattenkemisk analys vid minst två provpunkter i Tangån. Förslagsvis förläggs en provpunkt uppe på fjällplatån vid Tangåstugan och en provpunkt i Tangådalen vid Björnholmssättern. Av intresse är också att studera vegetations- och bottenfaunautvecklingen i Tangån efter regnkatastrofen. Särskilt intressant bör det vara att studera utvecklingen hos de bottendjur som utgör födounderland för strömstaren som förekommer på flera ställen längs Tangåns nedre delar.

Sammanfattningsvis: En utökad fiskundersökning i Tangån kräver kvantitativ elfiske på minst 5 lokaler årligen samt en inventering av fiskförekomsten i vattendragets övre delar och några av tillflödena. Det senare bör omfatta kvalitativt elfiske på ca 10 lokaler. Dessutom bör förekomsten av vandringshinder inventeras från Björnholmsstugan upp till Tangsjöarna. En vattenkemisk undersökning bör omfatta två lokaler (Björnholmssättern och Tangåstugan) med månadsvis provtagning. Om möjligt bör även vegetations- och bottenfaunautvecklingen i Tangån efter regnkatastrofen undersökas vid ett antal lokaler.

Göljåarna

I likhet med Tangån bör förekomsten av vandringshinder karteras i Göljåarna. Dessutom bör man undersöka hur långt upp i vattensystemet öringen förekommer med hjälp av kvalitativt elfiske. Det finns också behov av att utöka det kvantitativa elfisket till att omfatta minst tre lokaler i båda vattendragsdelarna (Stora och Lilla Göljån). Vid en utökning av de biologiska undersökningarna i Lilla Göljån föreligger också behov av att utöka den vattenkemiska provtagningen till att även omfatta en lokal i Lilla Göljån.

Sammanfattningsvis: Fiskundersökningarna i Göljåarna föreslås omfatta kvantitativt elfiske årligen på 6 lokaler (3 lokaler i Stora Göljån och 3 lokaler i Lilla Göljån), samt inventering av fiskförekomsten på ytterligare ett antal lokaler. De vattenkemiska undersökningarna föreslås att även omfatta en lokal i Lilla Göljån.

Litteratur

- Alexandersson, H., Eklund A. och H. Vedin. 1997. Regnkatastrofen på Fulufjäll.
- Polarfront, Medlemsblad för svenska meteorologiska sällskapet, Nr 94, December 1997, Årgång 24. s 12-23.
- Andersson, G., Gustavsson K-J och T. Lindström. 1971. Rödingen i Rösjöarna på Fulufjäll.
- Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 8 1971.
- Andersson, G., Dickson, W., Filipsson, O., Lindström, T & R. Öhman. 1980. Förändringar i södra fjällområdets fiskfauna – ett samspel mellan förurning och andra faktorer.
- Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 10, 45 sidor.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske efter lax och öring - synpunkter och rekommendationer.
- Information från Sötvattenslaboratoriet, Nr 4, 33 sidor.
- Degerman, E., Engblom, E., Lingdell, P-E, Melin, E. & E. Olofsson, 1992. Förurning i fjällen? - Information från Sötvattenslaboratoriet, Nr 1, 112 sidor.
- Dickson, W. 1975. Acidification of swedish lakes.
- Rep. Inst. Freshw. Res, Drottningholm 54: 8-20.
- Engblom, E. & P.-E. Lingdell, 1983. Bottenfaunans användbarhet som pH-indikator.
- Naturvårdsverket PM 141, 181 sidor.
- Forslund, K-H. 1924. Med Dalälven från källorna till havet. Andra delen, Västerdalälven. Första boken – Fulufjäll och Transtrand. - Åhlen och Åkerlunds förlag, Stockholm. 200 sidor.
- Färnström, N. & H. Lidman. 1951. Med Dalälven från källorna till havet – en upptäcktsresa med fiskespö. - Fiske 1: 28-58.
- Hansson, F. 1972. Naturvårdsinventering av Fulufjällsområdet i Älvdalens kommun.
- Länsstyrelsen i Kopparbergs län. Meddelande 1972:2. 69 sidor.
- Higgins, P. J. 1985. An interactive computer program for population estimation using the Zippin method. - Aquaculture and Fisheries Management 1: 287-297.
- Hjelmqvist, S. 1966. Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs län.
- Sveriges geologiska undersökning, Ser. Ca, Avhandlingar och uppsatser I 4:O, Nr 40. 217 sidor.
- Kleman, J. & I. Borgström. 1990. The boulder fields of mountain Fulufjället.
- Geografiska Annaler Vol.72, Serie A, 1990-1: 63-78.
- Lidman, H. 1951. Med Dalälven från källorna till havet – en upptäcktsresa med fiskespö, Västerdalälven. - Fiske 1: 29-47.
- Lindström, T, Dickson, W. & G. Andersson, 1984. Reclaiming acid high mountain lakes by liming: a progress report. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 61:128-137.

- Lundqvist, G. 1951. Beskrivning av jordartskarta över Kopparbergs län.
- Sveriges Geologiska undersökning. Serie Ca, Nr 21, 213 sidor.
- Lundqvist, J. 1986. Late Weichselian glaciation and deglaciation in Scandinavia. In: Quaternary glaciations in the northern hemisphere. (Eds. V. Sibrava m fl). - Quaternary Science Reviews 5: 269-292.
- Lundström, U. 1994. Skogsmarkens försumningsläge i Gyllberget, Borlänge och i Fulufjäll, Idre. – PM, Al forest consulting AB. 23 sidor.
- Markusson, K., Niskakoski, K., Degerman, E., Nyberg, P. & B. Sers, 1997. Vattendragets lutning som en indikator på förekommande fiskarter. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1:55-73.
- Murelius, G. 1936. Fisk, fiskare och fiske kring Dalälvens källor.
- Svensk Fiskeritidskrift 45: 19-21, 37-41 och 229-234.
- Naturvårdsverket 1996. Handbok för miljöövervakningen.
- Nordin, A. 1994. Fiske – underlag för bildande av nationalpark på Fulufjäll.
- PM Länsstyrelsen i Kopparbergs län.
- Oddestad, I. 1967. Deglaciationen av Fulufjället, med speciell hänsyn tagen till erosionsfenomen. - Avhandling, Naturgeografiska institutionen, Stockholms Universitet, VT 1967.
- Puke, C. 1971. Vattenanalyser inom mellersta fiskeriintendentsdistriktet åren 1956-1969.
- Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 5 1971.
- SGU. 1991. Berggrundskarta över Kopparbergs län.
- SGU Ser. Ah, Nr 18, Specialkarta.
- SMHI. 1998. Avrinningsområden i Sverige. Del 2, Vattendrag till Bottenhavet. Svenskt Vattenarkiv. - SMHI Hydrologi Rapport Nr 78, 1998. 300 sidor.
- SMHI. 1999. SMHI:s vattendragsregister. Svenskt Vattenarkiv, Delavrinningsområden.
- Snäll, T. 1997. Regional övervakning av skogsområden i Dalarna.
- Rapport från Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Dalarnas län. 33 sidor.
- Söderbäck, B. (Red.). 1997. Biologisk mångfald i kalkade sjöar – utvärdering av IKEU-programmets sex första år. - Naturvårdsverket Rapport 4816. 66 sidor.
- Zippin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations.
- Biometrics 12: 163-189.