



Naturvård i Igelbäcken, Stockholm

– unikt vattendrag med grönling och bäver

Igelbäcken är ett unikt vattendrag i Stockholmsregionen. Grönling – en drygt decimeterstor sötvattensfisk – är känd härifrån ända sedan 1700-talet. Grönlingarna påverkas numera av bävvar, signalkräftor, torka och miljögifter. För att bevara bäcken och dess fauna krävs ett genomtänkt naturvårdsarbete i flera berörda kommuner.

.....
TEXT: STEFAN LUNDBERG & INGVAR SVANBERG

Lundberg, S. & Svanberg, I. 2023. Naturvård i Igelbäcken, Stockholm – unikt vattendrag med grönling och bäver
– Fauna och Flora 118(1): 2–14.

◀ Fig. 1. Grönling *Barbatula barbatula* är en ovanlig sötvattensfisk i Sverige. Den förekommer bl.a. i Igelbäcken i Stockholmsregionen, och den blir upp till 15 cm lång. Foto: Jörgen Wiklund/N

Igelbäcken slingrar sig idag genom fem olika natur- och kulturresevat som bildats för att vårda och för framtiden bevara den kilformade länken, kallad Järvakilen, mellan Stockholms inre urbant belägna parkområden, den kungliga nationalstadsparken och den omgivande landsbygdsnaturen i nordväst. Men livet för faunan i Igelbäcken kan vara tufft under delar av året. Detta skyddsvärda och storstadsunika vattendrag, mitt i den urbana Stockholmsregionen, lider under stora delar av året av vattenbrist, vilket påverkar djurlivet i vattnet negativt.

Vattnet i Igelbäcken är förvisso måttligt näringspåverkat, men det innehåller också miljögifter. I vatten och botten sediment har höga halter av perfluorinerade ämnen (PFAS) uppmätts. Dessutom har bäckfåran tidigare blivit omgrävd och rätad och strandlinjens slänter är idag branta, vilket gör att kontakten mellan land och vat-

ten försämrats. På många sträckor längs bäcken saknas dessutom skuggande träd och buskar liksom en varierad bottenstruktur, parametrar som gynnar djurlivet. Vandringshinder på olika platser gör det också svårt för fisk och annan fauna i vattnet att röra sig längs med hela bäckens sträckning.

Att öka vattenflödet i bäcken och att åtgärda problemen med PFAS-ämnen är de största utmaningarna för att Igelbäcken i framtiden ska uppnå en god ekologisk och kemisk status (Svensson m.fl. 2021).

Igelbäcken

Igelbäcken börjar vid Säbysjön i Järfälla kommun, rinner genom Stockholms stad samt Sundbyberg och Solna stad och mynnar sedan i Edsviken, en vik av Östersjön. Bäcken rinner idag genom fyra naturresevat, ett kulturresevat och en kunglig nationalstadspark. Dess sammanlagda sträckning är cirka 10,5 km och höjdskillnaden mellan Säbysjön och utloppet i Edsviken är ungefär 19 meter (Engdahl m.fl. 2021) (Fig. 2).

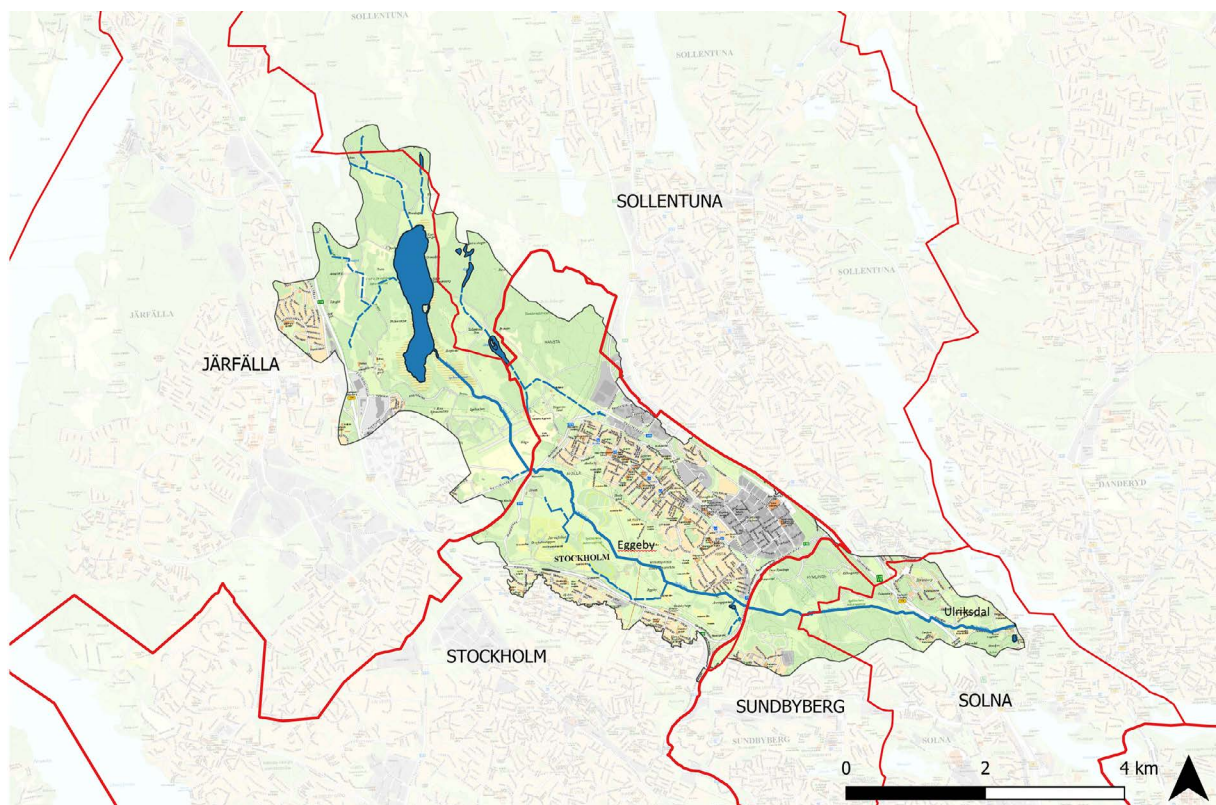


Fig 2. Igelbäcken rinner från Säbysjön i Järfälla kommun, genom Stockholm och Sundbyberg stad, för att slutligen mynnar ut i Edsviken (en vik av Östersjön) inom Solna stad. Karta från Martell m.fl (2021) med tillstånd för publicering från Solna stad.

Igelbäcken

Igelbäcken är något övergödd – eutrofierad – men har framför allt problem med vattenbrist och olika former av fysisk påverkan (konnektivitet och morfologi), samt höga halter av svårnedbrytbara föroreningar i form av polyfluorerade ämnen (PFAS) i vatten och sediment. För att Igelbäcken ska kunna nå en god vattenstatus till senast 2027, enligt EU:s vattendirektiv, är det prioriterat att åtgärda bäckens vattenbrist och höga halter av sådana ämnen (Stockholm stad 2023).

Tillbakablick

Igelbäcken, som rinner inom Järvafältet i nordvästra Stockholm, har genom åren belysts ingående i denna tidskrift, inte minst beroende på förekomsten av grönlång *Barbatula barbatula*, en sällsynt fiskart i denna del av Sverige (Fig. 3). De första mer nutida studierna, som också innebar en återupptäckt av grönlångförekomsten i Igelbäcken, genomfördes i Naturhistoriska riksmuseets regi under slutet av 1980-talet. Grönlångarna hade dock registrerats i Igelbäcken redan år 1896, men de föll sedan i glömska (Lekander 1946, Rendahl 1952, Kullander m.fl. 1988, Lundberg 1988).

Fiskstudierna kompletterades och utökades inom det projekt som kom att stödjas av Världsnaturfonden och döpas till ”Projekt Artdi”, efter ”fiskforskningens fader”, Peter Artdi. Projektet fokuserade på ytterligare inventeringar söderut i Sverige och kom att innefatta förutom grönlång även nissöga *Cobitis taenia*, sandkrypare *Gobio gobio* och groplöja *Leucaspis delineatus* (Carlberg & Strömberg 1989, Strömberg & Carlberg 1989).

Under flera år därefter pågick en livlig debatt rörande behov av ett natur- och kulturskydd av Igelbäcken och dess omgivelningar – Järvafältet – i skuggan av de planer som förelåg om att ytterligare bebygga området med kontor och bostäder. Igelbäcken hamnade i debattens fokus. Grönlången i Igelbäcken blev en viktig symbol för såväl naturskydd, som senare också naturvårdsbehov, samt det som numera benämns som ”blå och grön infrastruktur”, viktig inte minst för storstadsmänniskans behov av rekreation, friluftsliv och naturupplevelser.

Grönlången bedömdes under slutet av 1900-talet som så sällsynt i landet att den uppfördes på den svenska Rödlistan som ”Missgynnad” (motsvarar idag Rödlistans NT, ”Nära hotad”). Den avfördes emellertid därifrån år 2005, eftersom ny kunskap om artens utbredning och status i landet framkommit (SLU Artdatabanken 2023).



Fig 3. Grönlång *Barbatula barbatula* förekommer främst i bäckar och åar med stenig botten i Sverige. Grönlången på fotot här är fångad i Igelbäcken, under E18-broarna vid Ärvinge-Kista, Stockholm stad, under hösten 2018. Foto: Jörgen Wiklund/N

Ett åtgärdsprogram togs fram på uppdrag av dåvarande Fiskeriverket, i samverkan med Naturvårdsverket, för grönlångens nationella bevarande (Lundberg 1998).

Naturhistoriska riksmuseet lämnade vid denna tid också in en skriftlig begäran till länsstyrelsen om behov av ett naturskydd för Igelbäcken och dess omgivelningar (Lundberg & Eggert 1996, Lundberg & Andersson 2000). Först efter Miljöbalkens tillkomst 1999, vilken gav juridiska möjligheter även för kommuner i landet att bilda kultur- eller naturreservat, bildades 2004 Igelbäckens naturreservat inom Sundbybergs del av Järvafältet (Lundberg 2006). Detta initiativ följdes av ytterligare reservatskydd inom kommunerna Solna och Stockholm. I och med inrättandet av Norra Igelbäckens naturreservat i Järfälla i januari 2018 fullbordades till sist natur- och kulturskyddet inom de respektive kommunerna längs Igelbäckens dalgång.

Provfiskeundersökningar

Redan i slutet av 1990-talet övergick de tidigare mer övergripande och grundläggande fiskinventeringarna i Igelbäcken till en i regional och kommunal regi mer handfast och årligen återkommande miljöövervakning inom flera avgränsade sträckor av vattendraget. Syftet var att studera och bedöma fiskfaunans status och förändringar (Lundberg & Andersson 2000, Lundberg 2006, Degerman & Sers 2017) (Fig. 4).



Fig 4. Provfiske i Igelbäcken, med elfisketeknik, utförs årligen i miljöövervakande syfte av expertis från Sportfiskarnas Stockholmsdistrikt. Foto: Stefan Lundberg

Länsstyrelsen tog samtidigt initiativ till att bilda en samverkansgrupp, ”Igelbäcksguppen”, som bestod av kommunekologer och representanter från olika aktörer och föreningar, verksamma längs Igelbäckens dalgång. ”Igelbäcksguppen” kom att få en viktig samordnande funktion, bland annat i samband med framtagandet av mer omfattande övervakningsprogram för Igelbäcken. Därutöver ska gruppen också informera om och samordna de arbeten som pågår inom tillrinningsområdets olika delar samt främja Igelbäckens vattenvård och sprida kunskap om områdets naturvärden (Lücke m.fl. 2012, 2015, 2018).

Igelbäcken är inte lika påverkad av gödande näringsämnen som många andra vatten i Stockholms län. Istället finns problem med för lite vatten under vissa delar av året samt med de tidigare omtalade PFAS-föreningarna, vilka är svåra att åtgärda. Dessa frågor, samt att öka förutsättningarna för biologisk mångfald i och kring bäcken, kommer att vara i fokus de närmaste åren när arbetet nu tar avstamp i ett för de berörda kommunerna gemensamt lokalt åtgärdsprogram (Svensson m.fl. 2021).

Höga halter av PFAS-ämnen

PFOS-halterna i Igelbäcken har studerats genom provtagningar och genom sammanställning av tidigare data, i syfte att kartlägga förekommande föroreningskällor i avrinningsområdet. Halterna har visat sig vara mycket höga. Den högsta uppmätta halten har varit 120 nanogram per liter och under perioden 2016 till 2019 var medelhalten inom bäckens nedre del vid slottsparken i Ulriksdal 60 gånger högre än den halt som är fastställd som en miljökvalitetsnorm, MKN (0,65 nanogram per liter) för inlandsytvatten. Halterna ökar framför allt kring en brandövningsplats långt uppströms, vid det tidigare Barkarby flygfält, men är också fortsatt höga där efter, vilket tyder på att även ytterligare källor till föroreningen finns längre nedströms i Igelbäcken (Petersson 2019, Clean Nature 2020).

Svårnedbrytbara PFAS-ämnen

PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) är ett samlingsnamn för en stor grupp ämnen. De förekommer inte naturligt, utan började framställas i mitten av 1900-talet. De mest kända substanserna kallas PFOS och PFOA.

På grund av att de flesta PFAS-ämnen är svåra att bryta ned finns de överallt i miljön. Människor får generellt i sig mest PFAS från maten och inomhusmiljön. På platser där dricksvattnet har förorenats av PFAS, till exempel från brandövningsplatser, kan det svara för en större del av det man får i sig.

PFAS används i en rad olika produkter på grund av deras unika egenskaper att vara både vatten- och oljeavvisande, samt tåla höga temperaturer. De används i impregneringsmedel i textilier och i heltäckningsmattor, i papper och kartong till matförpackningar, i stekpannor, rengöringsmedel, samt i brandskum.

För flertalet PFAS-ämnen saknas kunskap om deras effekter på hälsan, men det finns starka skäl att betrakta alla PFAS-ämnen som hälsoskadliga.

Det har påvisats skadliga effekter på levern, blodfetter, sköldkörtelhormon, immunförsvar och fortplantning i studier av däggdjur (Kemikalieinspektionen 2023, Livsmedelsverket 2023).

Kartering av Igelbäcken

Igelbäcken har viktiga ekologiska värden och flera intressanta arter lever i och vid vattnet. Vattendraget betecknas även som ett *Ekologiskt särskilt känsligt om-*

råde (ESKO) som ska möjliggöra spridning av vatten-anknutna arter. Igelbäckens status är dock Dålig för de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna *Konnektivitet*, *Morfologiskt tillstånd* och *Hydrologisk regim*. Påverkan på hydrologin i vattendraget medför att tillståndsnivån är Otillfredsställande (Engdahl m.fl. 2021, VISS 2023).

Biotopkarteringar visar att Igelbäcken har en tydlig variation mellan olika delsträckor. Men många delsträckor är lugnflytande och kraftigt rensade. Bäckens lider också brist på förekomst av död ved. Bottensubstratet domineras främst av findetritus eller lera (Hallnäs 2001, Engdahl m.fl. 2021).

Igelbäckens karaktär är till stor del raka "diken" eftersom äldre tiders rensningar ledde till en uträtning av bäcken. Likaså har sten och död ved tagits bort, vilket även medför en brist i mängden av vattendragsstrukturer. Få av bäckens sträckor är dock kulverterade. Sammantaget utgör de därför bara en liten del av hela vattendragets sträckning. Några av de kulverterade sträckorna utgör dock vandringshinder för vattenlevande organismer. Dessa hinder är dessutom uttalade vid ett dämme som reglerar Säbysjöns nivå samt inom slottsparken i Ulriksdal, vid utloppet i Edsviken (Kärki 2016).

Bäckens närområde domineras av öppen mark, åkermark och lövskog. Öppen mark och åkermark dominerar, men artificiell mark, barrskog och våtmark förekom-

Fakta om grönlung

Grönlung *Barbatula barbatula* (Fig. 1 & 3) är en bottenlevande fiskart som förekommer i både rinnande och lugna vatten, helst på steniga botten, rika på gömställen. I Sverige lever grönlungen nästan uteslutande i mindre bäckar och åar. Arten är mest aktiv på natten, då den äter mindre kräftdjur och insektslarver. Leken sker i april–juni. Äggen är relativt få (700–5 000) och avges ett och ett eller i mindre klumpar, som efter befruktning klibbar fast på växter och bottenstrukturer.

Grönlungynglen uppehåller sig under den första tiden efter kläckning på grunt vatten i lugnt flytande partier av vattendraget och växer redan under den första sommaren snabbt till 30–40 millimeter i längd. Som vuxen kan grönlungen bli 10–15 cm lång. Rekordet kommer från Igelbäcken, där ett infångat exemplar mättes till 14,9 cm längd och en vikt på 28 gram (Lundberg & Andersson 2001, Kullander m.fl. 2012, Wiklund & Ottosson 2020, SLU Artdatabanken 2023, Fishbase 2023).

mer också. Igeläcken har längs flera delsträckor brist på beskuggande träd och buskar.

Några sträckor av Igelbäcken har restaurerats och återmeandrats under de senaste två decennierna, men flera av dessa åtgärder har brister. Framför allt har inte bäckens svämplan återställts tillräckligt, det vill säga det närområde som naturligt kan översvämmas. De träd som på senare tid planterats längs strandzonerna är för få och flertalet av dem har dött på grund av bristande skötsel (Persson m.fl. 2008, Ekologigruppen 2021, Engdahl m.fl. 2021) (Fig. 5).

Äldre tiders dammodling av grönlung

Även om grönlungen främst lever i strömmande bäckar och åar kan den även fås att fööka sig i dammar. Det finns uppgifter om dammuppfödda grönlungar från 1600-talet



Fig 5. Flygfoto över Igelbäcken inom Solna och Sundbyberg stad. Inom området på fotot har bäcken grävts om från ett tidigare rakt dike till ett vattendrag med mer naturliga meandringar och tillförts nytt bottenstrukturer i form av sten och block. De senaste åren har dock de restaurerade strömsträckorna på bilden dämpats av bävrar, som framgångsrikt etablerat sig i området. Foto med tillstånd från Solna stad.

Foto: Can Burcin Sahin, LCProBild

och 1700-talets centrala Europa. Detaljer kring hur odlingen gick till är dock få, men arten lär främst ha odlats i dammar med ett snabbt genomflöde av vatten, eller i anlagda och vattenfyllda diken (Benecke 1881).

Som exempel finns uppgifter från Danmark om grönling som en dammodlad fisk, hämtade från räkenskaper för Skanderborgs härad. Omkring 1649–1650 omtalas dammar för odling av grönling vid det kungliga slottet i Hillerröd. Det omnämns också att en ny kunglig fiskmästare anställdes i Sønderjylland år 1655. Denne fick bland annat ansvar för att ta hand om hundratals grönlingar, som då odlades i dammar vid den kungliga egendomen (Hofmeister 2004). Ifrån tyska områden omtalas uppfödning av grönling i dammar redan i slutet av 1500-talet, bland annat lät Katarina av Brandenburg-Küstling inrätta sådana i Braunschweig och Lauenburg (von den Borne 1894).

Carl von Linné hävdar på 1740-talet att kung Fredrik I hade introducerat grönlingar i Mälaren (Linnaeus 1754). Men detta kan ej förklara grönlingens förekomst i Igelbäcken, som saknar anknytning till Mälaren och i stället mynnar i Östersjön.

Det finns dock anledning att tro att grönling hölls i dammar vid det kungliga slottet Ulriksdal i mitten av 1700-talet. Tre bevarade exemplar från denna tid, som förvaras på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, uppges komma från ”Germania”, det vill säga Tyskland. Däremot finns ett annat belägg från denna tid i form av en närstående fiskart, en slampiskare *Misgurnus fossilis*. Den spritlagda slampiskaren anges komma från ”dammar vid Ulriksdal” (Linnaeus 1754, 1764, Åhlander m.fl. 1997, Lundberg & Svanberg 2016).

Dessa fiskar, liksom grönlingen, importerades möjligen från kungens hemland Tyskland, för att sedan tillagas och ätas som en delikatess vid hovet. Men oavsett dessa intressanta uppgifter finns också historiska anteckningar redan under 1680-talet som berättar om förekomst av grönling, då efter tysk förebild kallad smärpling, i dammar vid det kungliga hovet i Stockholm.

Bland de djur som nämns i de kungliga hovföretärräkenskaperna från 1600-talets senare hälft förekommer uppgifter om ”smärpling” i dammar. ”Smärpling” kommer troligen från tyskans ”Schmerle” och är det namn på grönlingen som då nyttjades (Lundberg & Svanberg 2010).

Anteckningarna från tidigt 1680-tal ger oss intressanta indikationer gällande odling av grönling i dammar inom den Kungliga Djurgården, det vill säga den dåtida kungliga viltparken i Stockholm. De första anteckning-

arna i räkenskaperna är från 1681 och anger att det vid hovet hade köpts in tråd i syfte att binda ett fångstnät, här kallad ”Smärpling-noten”, speciellt konstruerad för fångst av de grönlingar som hålls i hovets dammar. Detta fiskenät nämns igen även nästa år, där någon skrivit att det nät som tidigare tillverkats inte var tillräckligt långt, varför ytterligare omkostnader krävdes för att kunna fullborda tillverkningen. Rendahls (1952) uppgifter att förekomst av fiskarten grönling i Sverige först omnämns på 1700-talet av Carl von Linné är därför inte korrekt, förutsatt att ”smärpling” i hovföretärräkenskaperna verkligen syftar på fiskarten grönling.

Det anges även att fiskarna först förvarades i en separat damm men senare flyttades de till en annan damm med förekomst av karp. Detta bekräftas av en anteckning från 1683, som tyder på att tre män fick betalt för två dagars arbete med att fånga grönlingar i en damm och sen föra dem till vad som här kallas ”karpdammen”. I anteckningarna från 1684 finns det sen en kommentar som berättar att ”när isen bröts upp, alla . . . karpar hade stigit till ytan, medan grönlingarna . . . i stor utsträckning var oskadda.” Författaren till dessa anteckningar nämner också att alla döda karpar sedan måste avlägsnas för att inte förgifta vattnet. Grönlingarna och karparna hölls uppenbarligen tillsammans i denna damm (Lundberg & Svanberg 2010).

Genetiska studier

I en nyligen utförd genetisk studie av grönling från sju svenska populationer har den mitokondriella COI-genen använts som markör. Det har då visat sig att Igelbäckens grönlingar i Stockholm tillhör en genetisk form som även förekommer söderut, i floder i Polen och Litauen, närmare bestämt i floderna Wisła, Oder och Njemen, som mynnar vid kusterna i södra Östersjön.

Resultatet från denna studie stöder alltså misstanken att Igelbäckens grönlingar förmodligen utgörs av ättlingar från tidigare introduktioner av fiskar som hämtats utomlands, troligen med syftet dammuppfödning för mänsklig konsumtion under 1600- och 1700-talen (Norén m.fl. 2017).

Negativ trend för grönlingarna

I Världsnaturfondens *Living Planet Report* (2022) konstateras att populationerna av vilda ryggradsdjur, däggdjur, fiskar, fåglar, groddjur och kräldjur i snitt har minskat globalt med 69 procent mellan åren 1970 och 2018.

I rapporten konstateras också att fiskar och groddjur i olika sötvattensmiljöer är värst drabbade. Sedan 1970

har dessa minskat med i genomsnitt 83 procent. Utöver hot som markomvandling, exploatering, föroreningar och invasiva arter påverkas ekosystemen, arterna och deras populationer alltmer av klimatförändringarna.

Budskapet är tydligt. Krisen för den biologiska mångfalden är värre än någonsin, men hur är läget lokalt för grönlungen i Igelbäcken? Trenden är tyvärr negativ och visar en betydande populationsminskning för grönlungen under de senaste åren. Mycket tyder på att orsakerna främst kan härledas till en förvärrad vattenbrist på grund av återkommande sommartorka. En generell urban påverkan från föroreningar och exploateringar kan inte heller uteslutas.

Grönlungen har minskat stadigt inom de provfiskade lokalerna i Igelbäcken. Vid starten av övervakningen 1999 visade underlaget från provfiskeundersökningarna, utförda enligt Degerman & Sers (2017), att grönlungen då förlorat ungefär hälften av sin livsmiljö i bäcken till följd av vattenbrist (Lundberg & Andersson 2000). De närmast påföljande åren var dock regnigare och därmed var vattentillgången i bäcken sommartid bättre, vilket också ledde till en betydande ökning av beståndet (Fig. 6 a och b).

Sommaren 2002 startade Stockholms vatten- och avfallsbolag (SVOA) ett vattenpåfyllningsprogram med syfte att minska risken för ytterligare uttorkning av Igelbäcken. Följaktligen återvände grönlungen till bäckens övre delar (Lundberg 2006).

Den inhemska flodkräftan *Astacus astacus* observerades senast i Igelbäcken 1989. Den försvann i samband

med att de konkurrenskraftigare signalkräftorna *Pacifastacus leniusculus* satts ut olagligt under 1990-talet. Eftersom både signalkräfter och grönlung delar livsmiljö genom att främst leva på steniga bottenar och till stor del vara nattaktiva, måste signalkräftorna ha potential att utkonkurrera grönlung i vattendrag som Igelbäcken (Hallnäs 2001, Persson m.fl. 2008).

Grönlingsbeståndet verkar dock inte ha påverkats nämnvärt av den främmande signalkräften. Snarare verkar det som abiotiska faktorer såsom vattenflödet och livsmiljöns egenskaper är strukturellt mest betydande för grönlungens populationsstorlek och rekryteringsframgång. Som en försiktighetsstrategi bör signalkräftorna dock ses som ett potentiellt fortsatt hot mot grönlingsbeståndet. Sedan utsättningen i bäckens nedre delar har signalkräftorna framgångsrikt koloniserat hela bäckens sträckning på cirka 10,5 km, från Ulriksdal och uppströms till Säbysjön i Järfälla kommun. Men trots en betydande årlig rekrytering är ”stora” signalkräfter sällsynta (mer än 90 mm i längd). Det är i stället de mindre kräftorna, i storlek mellan cirka 40 och 50 mm, som dominerar i antal, vilket visar att dessa trots allt inte har optimala livsförhållanden i bäcken. För att kunna behålla en framtida vital grönlingspopulation i Igelbäcken förefaller det viktigast att säkerställa att främst fiskarnas livsmiljökrav uppfylls.

Resultat från provfiske

Inom två av de 14 lokaler som provfiskats med elfissteknik enligt Degerman & Sers (2017), har undersök-

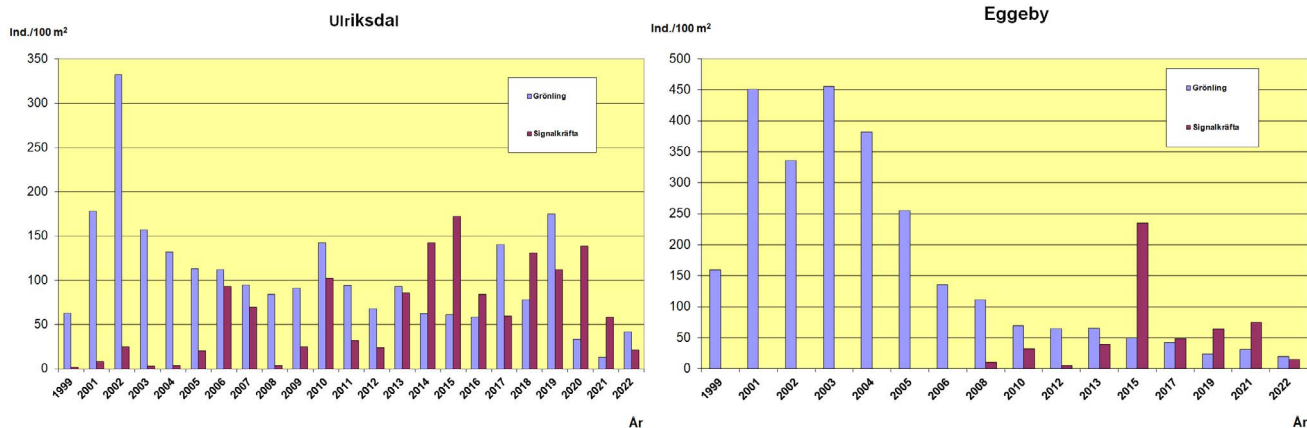


Fig 6a och b. Skattad mängd (antal) individer av grönlung och signalkräfta, i Igelbäcken vid Ulriksdal, Solna stad, respektive Eggeby, Stockholm stad, åren 1999–2022 (lokalerna undersöktes ej mellanliggande år).

ningarna pågått med få undantag sedan 1999.

Dessa två lokaler med långa tidsserier är dels en sträcka i Igelbäckens nedre del, inom Solna stad, vid slottsparken i Ulriksdal, dels uppströms mellan Eggeby och Granby gårdar, inom Järfvafältet, Stockholm stad.

Antalet grönlings som påträffats vid varje årligt provfiske på lokalerna har legat till grund för en statistisk skattning via en variansanalys (Anova) av populationstätheten (medelvärden hos abundanserna) vid genomförda undersökningar under åren 1999 till och med 2012. Dessa har sedan jämförts med motsvarande dataanalys de senaste tio åren, 2013 till och med 2022.

Vi kan konstatera att provfiskelokalen vid Ulriksdal hade signifikant lägre täthet av grönlings under perioden 2013–2022 jämfört med perioden före (Anova på 10-logaritmerade tätheter $F_{1,21}=6,628$, $p=0,018$). Samma förhållande förelåg på lokalen vid Eggeby (Anova på 10-logaritmerade tätheter $F_{1,14}=49,020$, $p<0,001$).

Inom provfiskelokalen i slottsparken i Ulriksdal var medeltätheten hos grönlingspopulationen 128 ($\pm 70,4$ *SD) individer per 100 m² av bäckens botten under åren 1999 till och med 2012, och under de tio åren därefter var medeltätheten 75,6 ($\pm 49,5$ *SD). Tätheten minskade därmed till 59 % av medelvärdet för perioden 1999–2012. Förändringen, eller skillnaden, utgör en populationsminskning med 41 %.

Inom den uppströms på Järfvafältet liggande provfiskelokalen mellan Eggeby och Granby gårdar var medeltätheten av grönlings på lokalen vid Eggeby 286 (± 140 *SD) individer per 100 m² av bäckens botten under perioden 1999 till och med 2012. Under perioden därefter var medeltätheten 44,5 ($\pm 18,7$ *SD). Tätheten minskade

således till 16 % av medelvärdet för perioden 1999–2012. Förändringen i täthet utgör således en ännu större nedgång eller populationsminskning hos grönlingsarna på Eggebylokalen, 84 %.

*SD = standardavvikelse (Standard Deviation).

Dock kan även en successiv minskning av grönlings-tillgången ses i materialet år från år. En linjär regression av täthetsdata 1999–2022 för provfiskelokalerna vid Ulriksdal och Eggeby visar signifikanta nedgångar över tid på båda platserna. Vid Ulriksdal minskade tätheten med cirka fem individer av grönlings varje år och vid Eggeby med cirka 16 per år (Fig. 7 a och b).

Bäver bofast i Igelbäcken

Bävern *Castor fiber* i Sverige försvann helt på 1870-talet på grund av intensiv fångst. Traditionellt jagades bäver med nät, fällor, saxar och hundar. Det var länge sedan det fanns bäver i Stockholmstrakten och över huvud taget i Mellansverige. Äldre faunor säger ingenting om en bäverförekomst, och vi får söka oss till arkeozoologiskt material för att kunna belägga arten i Mälardalen, bland annat finns benfynd från Birka (Danell 2020). Den har dock återetablerats i Sverige tack vare inplanteringar som påbörjades 1922 (Bävrar.se 2023). På 1970-talet började bävern öka kraftigt och den spred sig över stora delar av Svealand, södra Norrland och norra Götaland. Nu finns den också i Stockholm (Bjärvall & Ullström 2010) (Fig. 8).

De första bäverfynden kring Igelbäcken, som rapporterats till Artportalen, utgörs av två observationer från år 2012, en vid Ulriksdals slott och en vid den så kallade

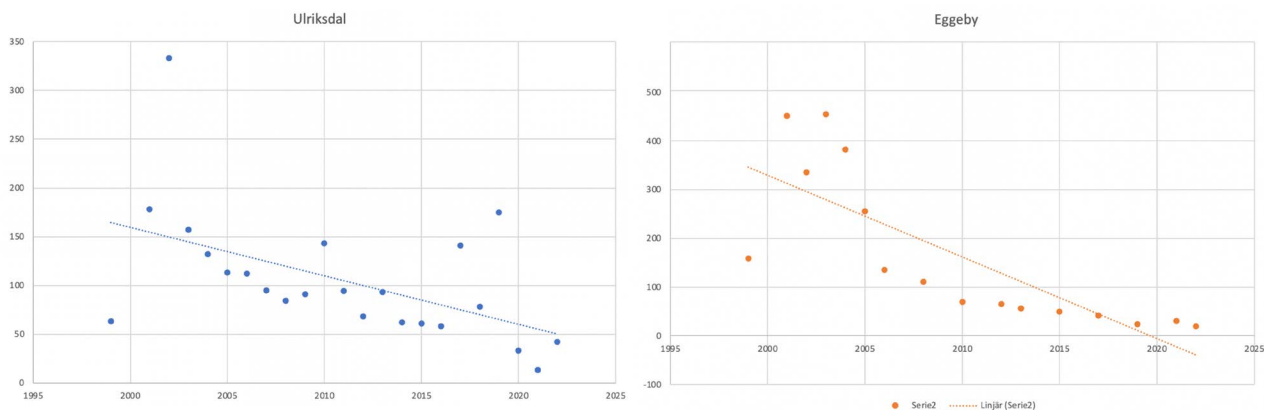


Fig. 7a och b. Undersökningslokal Ulriksdal, Solna stad, respektive motsvarande lokal vid Eggeby, Stockholm stad. Linjär regression av grönlings-täthet över tid (antal individer per ytenhet av bäckens botten) visar en signifikant nedgång av mängden grönlings på båda lokalerna (Ulriksdal: $F_{1,21}=7,53$; $r^2=0,229$, $p=0,012$), (Eggeby: $F_{1,14}=23,3$; $r^2=0,598$, $p<0,001$).



Fig 8. Bävern *Castor fiber* och dess etablering i Igelbäcken under det senaste decenniet måste ses som en stor framgång för arten. Bild från Mölna, Lidingö, ca 25 km från Igelbäcken.

Foto: Tomas Carlberg

Blötängen i Solna stad (strax väster om där järnvägen mot Uppsala, samt motorvägen E4, passerar Igelbäcken). Nära Ulriksdal, på Kaninholmen, inom Edsviken hade 2012 en bäverhydda redan etablerats och omfattande bäverspår i form av gnag och fällda träd fanns redan då på denna holme.

Bäverns etablering i Igelbäcken under det senaste decenniet måste ses som en stor framgång för arten. Detta har även inneburit att bävrarna de senaste åren tagit betydligt större plats än tidigare, och att ett flertal dämmen och boplatser har upprättats i och vid bäcken (Fig. 9–11).

Det totala antalet bäverindivider längs med hela Igelbäcken uppskattas idag, ett decennium senare, till mellan 8 och 10. Antalet är förmodligen underskattat, då det kan finnas flera, hittills odokumenterade boplatser längs med bäckens strandbrinkar (Martell m.fl. 2021).

Igelbäcken rinner främst genom relativt flacka områden, och det finns få naturliga partier eller fallsträckor med strömmande vatten. Det är främst inom de strömmande partierna som bävern valt att bygga sina dämmen. De få strömvattenmiljöer som funnits kvar inom främst Sundbybergs och Solna stad har därmed i stort sett försvunnit på grund av dämmena.

Bävrarna faller också en hel del träd längs med Igelbäcken. I vissa fall har de även lyckats komma åt att skada träd som skyddats med metallnät. Även nyplanteringar av al längs strandzonerna, i syfte att stärka beskuggningen i bäcken, har angripits.

De förstärkningar av strömsträckor som skapats tidigare år, i samband med utförda återmeandringar av delsträckor i Sundbyberg och Solna stads delar av bäcken, är idag i stället lugnflytande eller stagnanta sträckor på

Bävrar och fiskar

Bävrar och fiskar har levt sida vid sida i flera miljoner år, långt innan det fanns människor. Bäverdämmar är dessutom sällan några permanenta konstruktioner. Det beror på att i vår del av världen är återväxten av bävrarnas föda ofta långsammare än bävrarnas konsumtion. Det resulterar i att bävrarna måste flytta efter ett tag, och då underhållet av dämmet upphör brister det oftast.

Vilken betydelse bävrars dämmande får på ett fiskbestånd varierar kraftigt beroende på vilka fiskarter man studerar och på vilken plats det gäller. Generellt kan sägas att bävrars verksamhet ökar variationen av livsmiljöer i ett vattendrag, vilket resulterar i en ökad biologisk mångfald. Överdämda ytor och förflyttning av grenar, kvistar och annat från land till vatten resulterar i en ökad näringstillförsel och därmed en ökad produktion av allt från ryggradslösa djur till fiskar (Sjöberg & Belova 2020, Bävrar.se 2023).

grund av bäverns dämmen. Grönlingen som tidigare fanns i riklig mängd på dessa platser har försvunnit och ersatts av enstaka unga individer av gädda *Esox lucius*. Det nya substrat i form av stenar som tillförts bäcken, i syfte att förbättra bottenstrukturen och därmed livsmiljön för grönlingen, har i stället täckts med finsediment. Igelbäckens karaktär ändras därmed av bävrarnas dämmen genom att bäcken övergår från delvis strömmande till mer lugnflytande vatten.

Utöver att bävern försämrar för vandrande fisk fåller de också många träd längst med bäcken och i dess tillrinningsområde. Död ved är generellt positivt för biologisk mångfald, men vid Igelbäcken finns en speciell situation som gör att trädfällningen till stor del får negativa konsekvenser. Längst med bäcken jobbar de flesta kommunerna med att plantera träd. Dessa beskuggar bäcken och förhindrar på så vis igenväxning med exempelvis vass och kaveldun som annars lätt tar över hela vattendraget, samtidigt som beskuggningen motverkar för höga vattentemperaturer.

Riv vissa bäverdämmen

Staden bör återkommande riva bäverdämmen som kan uppstå på sträckan Kymlingelänken – Akallavägen, eftersom den dämning som dessa skapar orsakar störningar i Igelbäckens vattenflöde (Stockholm Stad 2023)



Fig. 9. Bäverdamm i Igelbäcken, under T-banebro vid Kymlinge, Sundbyberg stad. Foto: Stefan Lundberg



Fig. 11. Bäverhydda vid Igelbäcken inom Sundbyberg stad. Foto: Sus Andersson, Bävrar.se



Fig. 10. Bäverdamm (en så kallad "sekundär" damm) i Igelbäcken, uppströms T-banebro vid Kymlinge, Sundbyberg stad. Foto: Stefan Lundberg

För långsiktig förvaltning måste, utöver dagens situation, även klimatförändringarna tas i beaktande. Under milda vintrar blir temperaturen högre och isläggning mindre förekommande i vattendrag. Detta innebär att

vårflödena blir mindre turbulenta och bävernns dämmen kvarstår helt intakta. Bävrarna blir inte störda och de kommer kunna bygga nya dammar i allt större utsträckning (Martell m.fl. 2021).

Fiskar behöver vatten

Vissa år har Igelbäcken låga vattenflöden, vilket är ett av de allvarligaste hoten mot grönlings fortsatta existens i bäcken. Flödesvariationen är mycket kraftig i bäcken, med lågvattenflöden på bara några procent av årliga toppflöden. I dagsläget sker dessutom en mycket liten utjämning av flödet genom Säbysjön, vars tillrinning är nära en tredjedel av hela utflödet till bäcken. Bedömningen är alltså att utflödet från Säbysjön innehåller ungefär samma flödesspann som Säbysjöns tillrinning. De låga flödena i Igelbäcken sommartid är en av nyckelfrågorna för Igelbäcken. Ett jämnare utflöde från Säbysjön innebär därför ett viktigt flödestillskott under torrperioder (Ahlman m.fl. 2008).

Enligt SVOA, som kontinuerligt mäter flödena i Igelbäcken, har de senaste åren vädermässigt varit extrema inom Stockholmsregionen. En hel del minst sagt extrema regnmängder har på kort tid fallit under sommaren och resulterat i både lokala översvämningar och ett hastigt uppkommande och extremt högföde i Igelbäcken. Det har även förekommit extrema flöden sommartid, om man går bakåt ett par decennier till tiden då flödesmätningar började, även om dessa extremflöden inte varit vanligt förekommande. Bland de data från flödesmätningar som finns är det dock inget flöde som är fullt så stort som de som uppmättes under den tidiga

sommaren 2021 (i sena maj till inledningen av juni), då cirka 1,2 kubikmeter vatten per sekund passerade i bäckens nedre del. Tidigare toppnoteringar för sommaren har legat runt högst cirka 800 liter per sekund, det vill säga i paritet med ett ganska vanligt toppflöde i samband med återkommande högfödesnivåer i Igelbäcken under vinterhalvåret.

Igelbäckens vattenflöde

I samband med skyfall sommaren 2021, under en tidsperiod från sena maj till början av juni, passerade cirka 1,2 kubikmeter vatten per sekund (!) ut ur Igelbäcken vid bäckens mynning i Ulriksdal, enligt de flödesmätningar som utförs där. Ett "normalflöde" i Igelbäcken sommartid har tidigare brukat vara cirka 30 till 40 liter per sekund.

Senare års extremväder påverkar grönlingen

Vattenflödet i Igelbäcken under sensommartid har under de senaste åren varit extremt lågt, det vill säga mycket låga flöden har blivit dominerande under sensommaren, i augusti och september (Fig. 12). Dessa förhållanden förstärks troligen också av bäckens bäverdämmen, där dämmenas omgivande och då mycket torra marker suger åt sig en försvarlig del av bäckens vattenflöde.

En observation från SVOA som stärker denna hypotes är det som rapporterats kring den kompensationsåtgärd i form av en återkommande tillsättning av dricksvatten i Igelbäcken sommartid (cirka 5 liter per sekund) som sker inom Järvaområdet vid Akalla. På senare tid dessutom uppströms om ett sedan en tid etablerat bäverdämme, ganska nära tillsättningsstället för dricksvattnet. Här har det uppskattade vattenflödet över bäverdammen varit så litet som cirka 1 liter per sekund, vilket alltså innebär att fyra femtedelar av kompensationstillsättningen av dricksvatten till bäcken uppströms försvinner inom området för bäverdammen, ut till de omgivande torra markerna.

Denna förändring på senare år i bäckens flöden sensommartid kan dock inte betraktas som extrem då det även tidigare varit i princip nollflöde vissa år, men dock inte under så pass långa perioder som nu uppträder. En viss förändring som passar teorin om klimatförändringar med intensivare regn och torka däremellan kan förvisso skönjas, men det är för tidigt att dra alltför stora slutsatser än, baserat på de flödesdata som hittills finns.



Fig. 12. Vattenbrist i Igelbäcken vid Ulriksdal, augusti 2022.
Foto: Stefan Lundberg

Tidigare decennier var dock ett genomsnittsflöde i Igelbäcken under de torraste sommar- och höstmånaderna, sett över en tioårsperiod, cirka 30 till 40 liter per sekund (även om det även under denna tid finns några perioder av nollflöden) medan vi nu ser nollflöden, eller nära nollflöden, i Igelbäcken under betydligt längre perioder.

Epilog

Igelbäcken är idag ett väldokumenterat, miljöpåverkat vattendrag i det urbana kulturlandskapet inom Storstockholm. Vattendraget har miljöövervakats under lång tid. Hittills finns hela 23 år av tidsserier rörande mängden av grönlång i bäcken, artens förökningsframgång samt hur dessa data varierat över tid. Grönlångens antal på ett antal provfiskelokaler i Igelbäcken visar en drastisk minskning under de senaste åren, även om det kan noteras att en nyrekrytering av grönlångens årsungar fortsatt förekommer. Det är dessutom statistiskt signifikanta minskningar över tid. Som här tidigare har konstaterats har mängden (tätheten) vid provfiskelokalen i Ulriksdal minskat med

ungefär fem grönlingar varje år och uppströms vid Eggeby på Järvafältet med cirka 16 individer per år.

Vad som orsakat denna minskning hos grönlingen i Igelbäcken under det senaste decenniet kan inte med säkerhet besvaras. Vi bör dock främst söka svaren i de drastiska flödesförändringar som skett i bäcken på senare år, främst orsakade av extremväderehendelser, tillsammans med försämringar av lämpliga livsmiljöer för grönlingen och en följd av bäverns påverkan under senare år i vattendraget. Höga halter av miljögifter (PFAS-ämnen), såväl som konkurrens från främmande arter, exempelvis de olagligt utplanterade signalkräftorna i Igelbäcken, kan också ha betydelse för grönlingens tillväxt i vattendraget och dess resiliens. Hur ser det ut i andra vattendrag i Sverige med förekomst av grönling? Låt oss få återkomma i denna fråga.

Bävrarna har uppenbart kommit för att stanna i Stockholmsregionen. Deras framgång i Igelbäcken innebär även indirekt en omdaning av det sedan tidigare urbant påverkade landskapet. Förekomsten av bäver ger även möjlighet till positivt återskapande av tidigare dränerade våtmarker i området, som också kan bidra till att förbättra dess vattenhållande förmåga. Bäveretableringen kommer dock fortsättningsvis att behöva en mer långsiktig styrning och proaktiv förvaltning, i syfte att minska risken för konflikter rörande såväl natur- och kulturvårdens prioriteringar som infrastruktur i form av vägar med mera i området.

Som bekant föreligger en viss korrelation mellan huvudstadsregionens mer miljöpåverkade naturområden och förekomsten av socioekonomiskt utsatta bostadsområden. Därför är det betydelsefullt att de natur- och kulturskyddade kommunala reservaten längs Igelbäcken fortsatt får utgöra en livsnerv för människorna, som också kan bidra till återhämtning i en tillfrisknande storstadsnatur.

Tack

Ett stort tack till Erik Degerman, tidigare verksam vid Institutionen för akvatiska resurser, SLU, för ovärderlig hjälp med den statistiska analysen. Tack också till Veronica Gelland Boström och Linda Svensson vid Solna stad samt Sus Andersson, Bävvar.se, för hjälp med värdefullt bildmaterial till artikeln. ●

Referenser

Ahlman, S., Gustafsson, L.-G., Sassner, M., Karlsson, D., Wennberg, C. & Widenberg, P. 2008. Igelbäcken. Uppbyggnad av hydrologisk modell samt beräkningar

av vattenbalans, geohydrologi och föroreningar. Stockholm Vatten AB, DHI. 2008-02-11. 60 sid.

Benecke, 1881. Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- und Westpreussen. Königsberg in Pr.

Björvall, A. & Ullström, S. 2010. Däggdjur i Sverige. Stockholm.

von den Borne, M. 1894. Teichwirtschaft. Berlin.

Bävvar.se 2023. Information om bävvar, deras viktiga roll i ekosystemet och deras historia. <https://bavvar.se>

Carlberg, T. & Strömberg, Å. 1989. The Geographical Distribution of four rare Cypriniform Freshwater Fishes in Sweden (*Nemacheilus barbatus*, *Cobitis taenia*, *Gobio gobio* and *Leucaspis delineatus*). Fördjupningsarbete, Zoologiska institutionen, Stockholms universitet. 48 sid.

Clean Nature. 2020. Nu startar reningen av Igelbäcken från PFAS med hjälp av växter. <https://cleannature.se/index.php/2020/04/22/nu-startar-reningen-av-igelbacken-fran-pfas/>

Danell, K., 2020. Vilt, jakt och människor i Norrlands skogar 1870 – 1900. Möklinta.

Degerman, E. & Sers, B. 2017. Fisk i rinnande vatten – Vadningsfiske. Havs- och vattenmyndigheten, Version 1:8, 2017-04-25. 17 sid.

Ekologigruppen. 2021. Restaurering av Igelbäcken. Genomförandeplan för restaurering av Igelbäcken uppströms Kymplingelänken. 30 mars 2021, Slutversion. 21 sid.

Engdahl, F., Hamrén, U., Averhed, B., Andersson, J. & Vogel, E. 2021. Hydromorfologi inom Igelbäckens avrinningsområde. Biotopkartering och statusklassning. Ekologigruppen AB, 2021-10-29. 71 sid.

Fishbase. 2023. <https://fishbase.mnhn.fr/search.php>

Hallnäs, Ö. 2001. Igelbäcken. Biotopkartering år 2000. Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljö- och planeringsavdelningen. Rapport 2001:14. 70 sid.

Hofmeister, E. 2004. (red). De ferske vandes kulturhistorie i Danmark. AQUA Ferskvands Akvarium. Silkeborg. 407 sid.

Kemikalieinspektionen. 2023. Högfluorerade ämnen – PFAS. <https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen---pfas>

Kullander, S.O., Larje, R. & Bignert, A. 1988. Rara fiskar i fara. – Fauna och flora 83:147–153.

Kullander, S.O., Nyman, L., Jilg, K. & Delling, B. 2012. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeninga fiskar. Actinopterygii. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. 517 sid.

Kärki, J. 2016. Provfiske med ryssja i Igelbäcken samt Råstaån och norra Råstabäcken. Sveriges Sportfiske- och Fiskevärsförbund (Sportfiskarna). 12 + 5 sid.

Lekander, B. 1946. Något om grönlingens förekomst i Sverige samt dess biologi. – Svensk Faunistisk Revy 8(3): 60–66.

- Linnaeus, C. 1754. Hans Maj:ts Adolf Frideriks vår allernådigste konungs naturalie samling innehållande sällsynte och främmande djur, som bevaras på kongl. lustslottet Ulriksdahl beskrefne och afritade samt på nådig befallning utgifne af Carl Linnæus. Stockholm, I-XXX, 1–96 sid. + 7 sid.
- Linnaeus, C. 1764. Museum S:ae R:ae M:tis Ludovicae Ulricae Reginae Svecorum, Gothorum, Vandalorumque, &c. In quo animalia rariora, exotica, imprimis. Insecta & Conchilia describuntur & determinantur. Prodrömi instar. Laur. Salvii, Holmiae, 110 sid.
- Livsmedelsverket. 2023. PFAS – Poly- och perfluorerade alkylsubstanter. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanter>
- Lundberg, S. 1988. Grönlingens livsmiljö. – Fauna och flora 83: 260–263.
- Lundberg, S. 1998. Grönling (*Barbatula barbatula*). I: T. Järvi & L.G. Thorell (red.) Åtgärdsprogram för bevarande. Fiskeriverket & Naturvårdsverket, 27 sid.
- Lundberg, S. 2006. Skygg fisk med gamla anor. – Fauna och Flora 101(1): 16–27.
- Lundberg, S. & Andersson, C., H. 2000. Grönlingen i Igelbäcken – En fiskeribiologisk inventering. Miljö- och planeringsavdelningen & Avdelningen för regional utveckling, Länsstyrelsen i Stockholms län. Rapport 2000:09. 40 sid.
- Lundberg, S. & Eggert, J. 1996. Inventering av två rödlistade fiskarter, grönling (*Barbatula barbatula*) och nissöga (*Cobitis taenia*) inom Stockholms nationalstadspark. Projekt Ekovatten WWF Rapport. 29 sid.
- Lundberg, S. & Svanberg, I. 2010. Stone loach in Stockholm, Sweden, and royal fish-ponds in the seventeenth and eighteenth centuries. – Archives of natural history 37(1): 150–160. Edinburgh University Press.
- Lundberg, S. & Svanberg, I. 2016. European weather loach (*Misgurnus fossilis*) at Ulriksdal Palace, Stockholm, in the 1750s. – Archives of natural history 43(1): 163–173. Edinburgh University Press.
- Lücke, J., Lundberg, S., Gelland Boström, V., Hjorth, G. & Ek, K. 2012. Miljöövervakningsprogram 2012–2015 för Igelbäcken. Igelbäckgruppen, 2012-08-28. 23 sid.
- Lücke, J., Tholander, P., Hjorth, G. & Olgemar, M. 2015. Miljöövervakningsprogram 2016 för Igelbäcken. Igelbäckgruppen, 2015-12-16. 23 sid.
- Lücke, J., Wallinder, G., Svensson, L., Jirard, J. & Olgemar, M. 2018. Miljöövervakningsprogram 2018–2022 för Igelbäcken. Igelbäckgruppen. 24 sid.
- Martell, L., Svensson, L. & Gelland-Boström, V. 2021. Inventering av bäver i Igelbäcken. Solna stad, Miljö- och byggnadsförvaltningen, Miljöövervakningsenheten. 21 sid.
- Norén, M., Kullander, S., Nydén, T. & Johansson, P. 2017. Multiple origins of stone loach, *Barbatula barbatula* (Teleostei: Nemacheilidae), in Sweden based on mitochondrial DNA. – Journal of Applied Ichthyology 34: 58–65.
- Persson, D., Persson, J. & Staaf, A. 2008. Grönlingen (*Barbatula barbatula*) i Igelbäcken. Betydelsen av en restaurering. Fisk- och fiskeribiologi 15 hp. Institutionen för systemekologi, Stockholm universitet. 080604. 11 sid.
- Petersson, J. 2019. PFOS i Igelbäcken, kartläggning av potentiella föroreningskällor och förslag till vidare provtagning och åtgärder. Examensarbete i miljövetenskap. Linnéuniversitetet, Kalmar Växjö. 21 sid.
- Rendahl H. 1952. Studien über die Nominatform des *Nemacheilus barbatula* (Lin.). – Ark. Zool. (2)3: 527–573.
- Sjöberg, G. & Belova, O. (eds.) 2020. Beaver as a renewable resource. A beaver dam handbook for the Baltic Sea Region. WAMBAE, Interreg Baltic Sea Region. 122 sid.
- SLU Artdatabanken. 2023. Artfakta, Grönling. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/100016>
- Stockholm stad. 2023. Miljöbarometern, Igelbäcken. <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/vattendrag/igelbacken/>
- Strömberg, Å. & Carlberg, T. 1989. Grönlingsprojektet i fält. – Fauna och flora 84: 78–85.
- Svensson, L., Thörnelöf, S., Lücke, J., Jutterström, S. & Marklund, B. 2021. Igelbäcken, Lokalt åtgärdsprogram. Bilaga 1: Påverkansanalys Igelbäcken. Bilaga 2: Statusklassning Igelbäcken. Solna Stad. 41 + 22 + 17 sid.
- Wiklund, J. & Ottosson, M. 2020. Sveriges sötvattensfiskar. Avium Förlag AB. 231 sid.
- VISS (Vatteninformationssystem Sverige). 2023. Igelbäcken. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA27976723>
- Världsnaturfonden, WWF Sverige. 2022. Living Planet Report 2022. Vägen ut ur naturkrisen. Svensk sammanfattning. WWF Sverige och Zoological Society of London (ZSL). 35 sid.
- Åhländer, E., Kullander, S. O. & Fernholm, B. 1997. Ichthyological Collection Building at the Swedish Museum of Natural History, Stockholm. – In "Collection Building in Ichthyology and Herpetology". The American Society of Ichthyologists and Herpetologists: 13–25.

.....
 Stefan Lundberg
 E-post: stefan.lundberg@vattenakademien.org

Ingvar Svanberg
 E-post: ingvar.svanberg@ires.uu.se
