

Undersökning av fysikaliska och kemiska parametrar som påverkar flodkräftans överlevnad och reproduktion i en sötvattensmiljö



Flodkräfta (*Astacus astacus*). Foto av Tomas Jansson.

Annie Johansson & Sara Winterfeldt
BIOR52 Tillämpad ekotoxikologi VT19 15hp, Lunds Universitet
2019-03-14
Uppdragsgivare: Per Nyström Ekoll AB

Sammanfattning

Flodkräftan är en inhemsk art i Sverige vars population minskat kraftigt sedan 1960-talet och flodkräftan klassas idag som akut hotad. Minskningen av flodkräftans population är en följd av kräftpest och dess stora spridning via inplanterade signalkräfter, och därför genomförs flera åtgärder för att öka beståndet. För att med framgång plantera ut flodkräftor är det av vikt att förstå vilka faktorer som påverkar flodkräftans livsmiljö och reproduktion. Denna rapport undersöker kemiska och fysiska värden som är avgörande för att flodkräftan ska överleva och reproducera sig. Målet är att ge en rekommendation om vilken vattenkvalitet flodkräftan kräver till de som vill plantera ut flodkräftor.

En litteraturstudie genomfördes för att fastställa riktlinjer för olika ämnen som kan förekomma i en vattenmiljö. Resultatet från litteraturstudien visar att i ett vatten där flodkräfta ska planteras ut måste pH vara över 6 för att kräftorna ska kunna ta upp kalcium, men helst bör pH vara uppåt 7–8 för att ha en livskraftig population. Temperaturen i vattnet bör vara mellan 16°C och 25°C för att uppnå bra förutsättningar för reproduktion. Kalciumnivåerna måste vara minst 5 mg/l för att flodkräftan ska kunna överleva, men ju högre kalciumnivåer desto bättre är förutsättningarna. Begränsad information angående kemiska och fysiska värden för flodkräftan indikerar att det bör utföras vidare undersökningar för att fastställa gränsvärden för olika bekämpningsmedel och metaller, som kan förekomma i vatten där flodkräftan ska planteras ut. Rekommendationerna i denna rapport tillsammans med kunskap om flodkräftans fysiska krav på livsmiljön kan bidra till mer framgångsrika bevarandeåtgärder.

Följande rapport är framtagen i undervisningen. Det huvudsakliga syftet har varit träning i problemlösning, litteratursökning och metodik. Rapportens slutsatser och beräkningsresultat har inte kvalitetsgranskats i den omfattning som krävs för kvalitetssäkring. Rapporten måste därför användas med stor försiktighet. Den som åberopar resultaten från rapporten i något sammanhang bär själv ansvaret.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Populationsminskning av flodkräfta	1
Syfte och mål	1
Hot och kräftpest.....	1
Flodkräftans livsmiljö och livscykel	1
Biologiska och kulturella värden	2
Åtgärder för att bevara flodkräftan	2
Metod	2
Databassökning.....	3
Urval	3
Övrig litteratur	3
Avgränsningar.....	4
Riktlinjer för kemiska och fysiska parametrar	4
Abiotiska faktorer	5
Temperatur.....	5
pH.....	6
Syre	6
Mineralämnen	6
Kalcium.....	6
Ammoniak och ammonium.....	7
Nitrit och nitrat.....	7
Metaller	7
Järn.....	7
Aluminium	7
Kvicksilver.....	8
Bekämpningsmedel.....	8
PCP och TCP	8
Etofenprox.....	8
Fenitroton.....	8
Rekommendationer för kemiska och fysiska värden	8
Inom vilka områden skulle det behövas mer kunskap?	8
Rekommendationer	9
Slutsats	9
Referenser	10

Inledning

Populationsminskning av flodkräfta

Flodkräftan (*Astacus astacus*) fanns tidigare i nästan hela Sverige, men populationen har minskat med 97% sedan under 1900-talet (Havs- och vattenmyndigheten 2017). I början av 1900-talet fanns ungefär 30 000 lokaler med flodkräfta. Idag är antalet lokaler med flodkräfta färre än 1000 stycken (Edsman & Schröder 2009). Under 2000-talet har flodkräftan funnits med på den nationella rödlistan i Sverige och sedan år 2010 klassas flodkräftan som akut hotad av Artdatabanken (Edsman 2016). Detta innebär att den löper hög risk att dö ut i Sverige (Nyström et al. 2011). Att ha kunskap om flodkräftans kemiska och fysiska krav på miljön är viktigt för att kunna genomföra lämpliga bevarandeåtgärder och öka antalet flodkräftor (Pârvulescu et al. 2011).

Syfte och mål

Det genomförs flera projekt med att odla och släppa ut flodkräftor för att bevara arten i Sverige. Denna rapport ska kunna användas för att ge rekommendationer om vilken vattenkvalitet som flodkräftorna kräver till länsstyrelsers fiskeenheter och personer som vill plantera ut flodkräftor i svenska vattendrag och dammar. Syftet är att identifiera viktiga kemiska och fysikaliska värden som behövs för att flodkräftan ska överleva och kunna reproducera sig i en sötvattensmiljö.

Hot och kräftpest

Den största anledningen till minskningen av flodkräftor i Sverige är på grund av spridningen av kräftpest via signalkräfter (Havs- och vattenmyndigheten 2017; Nyström et al. 2018). Signalkräftan är ursprungligen från Nordamerika, men planterades in i svenska vatten för att ersätta de flodkräftor som drabbats av kräftpest under 1960-talet (Nyström et al. 2018). Signalkräftan är bärare av sjukdomen och mer motståndskraftig mot kräftpest (Jansson u.å.). Kräftpest är en sjukdom som orsakas av en parasitisk svamp (Edsman & Schröder 2009). Zoosporer, svampens förökningskroppar, sprider pesten och en kräfta dör vanligtvis två till tre veckor efter att den blivit smittad. När en kräfta dör frigörs mängder med zoosporer som kan döda hela kräftbestånd (Edsman & Schröder 2009). Svampen är beroende av en värdorganism och klarar sig vanligtvis inte mer än en vecka utan en kräfta. Detta innebär att det finns en möjlighet att plantera in flodkräftor i vatten som tidigare varit smittade (Nyström et al. 2018). Kräftpesten är dödlig för flodkräftor och bidrog till att bestånden av flodkräfta minskade kraftigt (Havs- och vattenmyndigheten 2017). Flodkräftan har även påverkats negativt av försurning, habitatförlust och vattenregleringar (Edsman & Schröder 2009). Den har även höga krav på vattenkvaliteten för att överleva (Svobodova et al. 2012).

Flodkräftans livsmiljö och livscykel

Flodkräftan förekommer i hela Nord- och Centraleuropa (Edsman & Schröder 2009) och är den enda sötvattenkräfta som finns naturligt i Sverige (Soler 2017). Flodkräftan är allätare och förekommer i flera olika typer av vatten, i allt från större sjöar till bäckar och genom utplantering även i dammar, stenbrott och vattendrag upp längs med norrlandskusten. Den lever främst i relativt grunda, strandnära områden (Edsman & Schröder 2009), där botten består av stenar och rötter som flodkräftan kan söka skydd eller bottnar med fast lerbotten där den själv kan gräva skyddande hål (Nyström et al. 2018).

Parningen sker mellan september-november och kläckningen av små nya kräftor sker i juni-juli (Nyström et al. 2018). Några veckor efter kläckningen ömsar ynglen skal, vilket sker flera gånger under det första året. Flodkräftorna blir könsmogna i en ålder av 3–6 år och kan bli upp till 20 år gamla (Nyström et al. 2018). Känslighet för vattenkemiska förhållanden varierar under olika delar av dess livscykel och de känsligaste delarna är vid parning, kläckning av rommen, ynglens första skalbyte och under de vuxna kräftornas skalbyte (Jansson u.å.). Om det ska vara lönt att sätta ut flodkräftor behöver vissa krav på vattenkvaliteten uppfyllas, så att flodkräftan kan överleva och reproducera sig (Nyström et al. 2018).

Biologiska och kulturella värden

Att fiska och äta sötvattenskräftor är en flera hundra år gammal tradition i Sverige, vilket innebär att flodkräftan har ett betydande kulturellt, socialt och ekonomiskt värde (Havs- och vattenmyndigheten 2017; Edsman & Schröder 2009). Att odla flodkräftor kan motiveras med att det finns bra ekonomiska incitament, eftersom kräftorna kan säljas dyrt på marknaden (Nyström et al. 2018). Flodkräftan har flera egenskaper som gör den önskvärd att bevara, bland annat är den en indikatorart för en bra vattenkvalitet, eftersom de är känsliga för exploatering och föroreningar i vattnet (Pârvulescu et al. 2011). Dessutom är flodkräftor allätare i mitten av näringskedjan och är viktig del i ekosystemet, då den har stor inverkan på växtlighet och snäckor i vattnet (Schultz et al. 2006).

Åtgärder för att bevara flodkräftan

Flodkräftan är listad i EU:s Art- och habitatdirektiv och innebär att Sverige har ett nationellt ansvar att förhindra att flodkräftan dör ut (Havs- och vattenmyndigheten 2017). För att hotade arter i Sverige inte ska riskera att försvinna har varje art en åtgärdsplan. Det första åtgärdsprogrammet för att bevara och skydda flodkräftor i Sverige infördes år 1998 (Havs- och vattenmyndigheten 2017). Tidigare åtgärder som har gjorts för att bevara flodkräftorna utifrån åtgärdsprogrammet har bland annat inkluderat information via hemsidor och konferenser för att informera om flodkräftor. Länsstyrelserna har även genomfört inventeringar, restaurerat livsmiljöer, skapat områdesskydd och byggt vandringshinder för att minska spridningen av signalkräfta (Edsman 2016).

På Gotland har länsstyrelsen arbetat med att utrota signalkräftor under 2008 i tre stycken dammar. Projektet har genomförts genom att applicera insekticiden deltametrin som tillhör gruppen pyretroider. Det finns inga insekticider som är selektiva för kräftor, varav flera andra vattenlevande organismer också påverkades negativt, med minskade populationer och biologisk mångfald som följd. Arbetet har varit framgångsrikt för att utrota signalkräftan och det bidrog med kunskap för hur man ska bli av med signalkräftan (Nygren 2010). Andra bra exempel på bevarandeåtgärder är ett samarbete mellan Sverige och Norge där de inom samma avrinningsområde arbetat med att kartlägga illegala utsättningar av signalkräftor, skapa skötselområden och restaurera livsmiljöer för flodkräftan (Edsman 2016). Inga åtgärder verkar ha inriktat sig mot att undersöka vattenkvaliteten för flodkräftan ska trivas.

Metod

För att fastställa rekommendationer angående vilka fysiska och kemiska krav flodkräftan har i sin livsmiljö och som bör beaktas vid utplantering av flodkräftor ämnar rapporten besvara följande frågor:

- Vilka kemiska och fysiska faktorer kan påverka flodkräftans överlevnad och reproduktion?
- Vilka värden kan användas för en rekommendation?

Databassökning

Litteratur har sökts i databaserna Web of Science och LubSearch. Sökordet *Astacus astacus* eller *noble crayfish* användes i kombination med olika sökord rörande vattenkvalitet och gränsvärden i form av NOEC, LOEC och LC₅₀ (tabell 1) för att hitta information om kemiska och fysiska värden som påverkar flodkräftan och ta fram riktlinjer. Titlarna som genererades av sökningarna lästes och gav upphov till nya idéer på sökord att använda. För de artiklar med titlar som ansågs relevanta granskades även abstraktet för att bedöma artikelns relevans. Vid sökning på flodkräftan kom även den närbesläktade arten turkiska smalklokräftan (*Astacus leptodactylus*) samt signalkräftan (*Pacifastacus leniusculus*) upp och relevanta artiklar för dessa arter har också använts. Fåtal, inga eller inga relevanta träffar gavs för sökningarna med *Astacus astacus* eller *noble crayfish* kombinerat med till exempel DDT, PCB, TBT, benso(a)pyren, naftalen, atrazin, bensen, klorpyrifos, aldrin, dieldrin, diklormetan, cyklohexan, trikloreten, tetrakloretylen, PFOS, PFAS, akonifen, HBCDD och terbutryn.

Tabell 1. Sökordskombinationer på de olika databaserna med antal träffar per sökning.

Sökord	LubSearch	Web of Science
<i>Astacus astacus</i> AND water quality	98	44
Noble crayfish AND water quality	24	12
<i>Astacus astacus</i> OR noble crayfish AND nitrate	19	16
<i>Astacus astacus</i> OR noble crayfish AND toxic*	174	20
<i>Astacus astacus</i> OR noble crayfish AND NOEC	0	0
<i>Astacus astacus</i> OR noble crayfish AND LOEC	0	0
<i>Astacus astacus</i> OR noble crayfish AND LC ₅₀	10	7
<i>Astacus astacus</i> AND heavy metals	35	29

Urval

Ett kriterium i urvalet av relevanta artiklar från databaserna var att artiklarna ska genomgått "peer review". I sökningen av artiklar granskades de artiklar vars titlar föreföll relevanta. För att artikeln skulle anses relevant skulle titeln innehålla syftet i denna rapport eller ord kopplade till *Astacus astacus* eller *noble crayfish*. Svarade titeln till ett av dessa alternativ granskades sammanfattningen och lästes igenom samt kontrollerades för relevans i form av kopplingar till syftet och därefter uteslöts de artiklar som inte ansågs svara till syftet. Artiklar med relevanta abstrakt blev lästa i sin helhet. Under den första granskningen av artiklarna i sin helhet var fokus på att utröna om artiklarna svarade till syftet, och de artiklar vars innehåll inte svarade till syftet på ett tillfredsställande sätt uteslöts. Artiklar som svarade till syftet ansågs relevanta och blev därefter noggrant granskade.

Övrig litteratur

Litteratur har även sökts från olika myndigheter, länsstyrelser och organisationer och inkluderats i underlaget för rapporten där relevant information hittats. Havs- och vattenmyndigheten och länsstyrelserna är ansvariga för åtgärder gällande flodkräftan varav information hämtades därifrån. Det finns också många andra organisationer som är intresserade av att bevara flodkräftan och en del

rapporter hämtades även från dessa. Flodkräftan är rödlistad både nationellt och internationellt, och därför har information inhämtats från nationella rödlistan och IUCN:s rödlista.

Avgränsningar

De gränsvärden den här rapporten kommer att undersöka är framförallt NOEC, LOEC och LC₅₀. De kemiska ämnena vi valde ut kommer från havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) där ämnen som listas i gränsvärden för kemisk ytvattenstatus har undersökts. Den innehåller främst organiska miljögifter och några tungmetaller. Det har varit svårt att hitta information om dessa och därför har vi också inkluderat ett par näringsämnen och fysiska parametrar som vanligen mäts för att undersöka vattenkvaliteten i ett vattendrag. Exempel på parametrar som inkluderats är kväve, pH och temperatur. En god vattenkvalitet är en förutsättning för att flodkräftan ska klara sig, men för att flodkräftan ska trivas i ett vatten behövs inte bara rätt vattenkvalitet utan också rätt livsmiljö och föda. Åtgärder som inkluderar restaurering, utsättning, odling och fysiska krav på livsmiljön har inte undersökts i den här rapporten, utan den fokuserar endast på kemiska och fysiska vattenkvalitetsparametrar.

Riktlinjer för kemiska och fysiska parametrar

För att en utplantering av flodkräftan ska lyckas behövs vissa kemiska och fysiska krav på vattenmiljön uppfyllas. Riktlinjerna för olika ämnen kan användas för att säkerställa att flodkräftan har en god livsmiljö och tillgodose behoven i olika stadier av livscykel. Resultaten av litteraturgranskningen indikerar att flodkräftan är känslig för många olika faktorer, såväl abiotiska som metaller och bekämpningsmedel (tabell 2). Däremot är definitiva riktlinjer är svåra att sätta och därför bör detta ses som ett underlag för fortsatta undersökningar.

Tabell 2. Rekommenderade riktlinjer för kemiska och fysiska värden för att flodkräftan ska överleva och reproducera sig i sin livsmiljö baserat på NOEC, LOEC och LC₅₀.

Grupp	Parameter	Riktlinjer	Referens
Abiotiska faktorer	Temperatur (°C)	16–25	Nyström et al. 2018
		16–24	Edsman et al. 2010
	pH	>6	Nyström et al. 2018
		>6,5	Jansson u.å.
		7,8	Svobodova et al. 2012
		7,9	Pârvulescu et al. 2011
	Syre (mg/l)	3–4	Edsman et al. 2010
>6		Nyström et al. 2018	
3,4		Pârvulescu et al. 2011	
Mineralämnen	Kalcium (mg/l)	>5	Nyström et al. 2018
		2–3	Edsman et al. 2010
		>4	Jansson u.å.
		>5	Rukke 2002
	Ammoniak (mg/l)	0,002	Svobodova et al. 2012

Metaller	Ammonium (mg/l)	<0,6 0,15	Nyström et al. 2018 Svobodova et al. 2012	
	Nitrit (mg/l)	<0,1 0,01 0,08	Nyström et al. 2018 Pârvulescu et al. 2011 Svobodova et al. 2012	
	Nitrat (mg/l)	1,5 12 >14	Pârvulescu et al. 2011 Svobodova et al. 2012 Hickey 2013	
	Sulfat (mg/l)	77,1	Svobodova et al. 2012	
	Klor (mg/l)	27,5 14	Svobodova et al. 2012 Schultz et al. 2006	
	Järn (mg/l)	<0,5 <1 0,28	Jansson u.å. Nyström et al. 2018 Svobodova et al. 2012	
	Aluminium (mg/l)	<0,2 0,17 <0,5	Nyström et al. 2018 Svobodova et al. 2012 Ward et al. 2006	
	Koppar (mg/l)	<0,1 0,004	Nyström et al. 2018 Svobodova et al. 2012	
	Zink (mg/l)	<0,2 0,015	Nyström et al. 2018 Svobodova et al. 2012	
	Mangan (mg/l)	<0,25	Nyström et al. 2018	
	Kvicksilver (mg/l)	<0,1	Styrishave et al. 1995	
	Bekämpningsmedel	PCP (mg/l)	<40	Kaila and Saarikoski 1977
		TCP (mg/l)	<10	Kaila and Saarikoski 1977
		Etofenprox (µg/l)	< 0,41-0,68	Benli 2015
Fenitrotion (mg/l)		< 5,83-9,11	Sarikaya et al. 2011	

Abiotiska faktorer

Temperatur

Den optimala temperaturen för flodkräftan under reproduktion är mellan 16-25°C (Edsman et al. 2010; Nyström et al. 2018), där yngre kräftor tål högre temperatur bättre än vuxna (Nyström et al. 2018). Flodkräftan kan tolerera temperaturer upp till 28°C (Edsman et al. 2010; tabell 2) och yngre kräftor är tåligare mot högre temperaturer (Nyström et al. 2018). Temperaturen är avgörande för flodkräftans utbredning och reproduktion (Jansson u.å.). För att flodkräftan ska kunna föröka sig behövs en vattentemperatur på minst 15°C (Nyström et al. 2018). En högre temperatur gynnar

kräftyinglen som kläcks tidigare och får större förutsättning att växa till sig innan hösten och på så sätt överleva vintern (Jansson u.å.).

pH

Flodkräftan är väldigt känslig för försurning och kräver ett högt pH för att överleva (Pârvulescu et al. 2011). Många flodkräftor påträffas i vatten med ett pH runt 7–8 (Pârvulescu et al. 2011; Svobodova et al. 2012). Redan på ett pH under 6 påverkas de negativt (tabell 2). Flodkräftan är mest känslig vid skalömsning, eftersom det sura vattnet påverkar förmågan att ta upp kalcium som behövs för att det nya skalet ska hårdna (Edsman & Schröder 2009). När pH-värdet sjunker under 6 så begränsas kräftans förmåga att ta upp kalcium via gälarna (Edsman & Schröder 2009; Jansson u.å.). Vid ett pH mellan 5,6–5,8 har fysiologiska störningar noteras med en ökad dödlighet som följd och ett pH under 5 är kalciumupptaget helt blockerat för både vuxna flodkräftor och kräftyinglen (Jansson u.å.). Kräftyinglen är mest känsliga för lågt pH då de byter skal flera gånger under det första året, och för att de ska överleva bör pH-värdet vara minst 6 (Nyström et al. 2011; Nyström et al. 2018). Ytterligare en faktor som påverkar flodkräftorna negativt är att populationen av abborre ökar vid försurning. Abborren är en vanlig predator på flodkräfta och vid försurning så sker ett ökat predationstryck på flodkräftan (Jansson u.å.).

Syre

Tillgången på syre är viktig för att flodkräftan ska överleva och reproducera sig. Syrebehovet för flodkräftan är relativt högt och en syrenivå under 3–4 mg/l gör att kräftan inte kommer kunna leva i vattnet (Edsman et al. 2010; tabell 2). Vissa menar dock att flodkräftan behöver en syrenivå på 6 mg/l och endast kan överleva kortare perioder med en syrenivå under 3 mg/l (Nyström et al. 2018). Kortare perioder av låga halter syre har visat sig öka pH och kalciumkoncentrationerna i flodkräftorna vilket leder till ökad syreupptagningsförmåga, men det är stressande för flodkräftan och minskar dess fitness (Pârvulescu et al. 2011). På sensommaren vid varmt och stillastående vatten och i kombination med övergödning blir det ofta syrebrist och kräftorna kan dö (Pârvulescu et al. 2011; Edsman et al. 2010). I bruna och humusrika vatten finns ofta mindre syre på grund av mindre fotosyntes från växterna (Nyström et al. 2018).

Mineralämnen

Kalcium

Flodkräftan behöver en vattenmiljö med hög kalciumhalt (Pârvulescu et al. 2011). Kalcium behövs för att kunna bygga upp skalet efter ömsning (Nyström et al. 2011; Jansson u.å.). Innan ett skalbyte så lagrar flodkräftan kalcium i hepatopancreas och i gastroliter (kräftstenar). Detta är dock inte tillräckligt utan de behöver också ta upp kalcium direkt från vattnet (Jansson u.å.) samt via föda (Nyström et al. 2018). Vid låga kalciumhalter under 5 mg/l blir kräftornas skal tunnare och det tar längre tid för skalet att bli hårt efter skalömsning (Nyström et al. 2011). Flodkräftan kan klara kalciumnivåer ner till 2–3 mg/l, vilket är lägre än vad flera andra kräftor klarar (Edsman et al. 2010; tabell 2). En studie av Rukke (2002) visade att under 5 mg/l minskar överlevnaden och tillväxten av flodkräftan (Rukke 2002). En högre kalciumhalt är positivt för flodkräftorna och de har hittats i vatten med en medelhalt av kalcium mellan 45–65 mg/l (Pârvulescu et al. 2011; Svobodova et al. 2012). Kalkrika vatten har visat sig ge bäst tillväxt hos flodkräftan och dessutom större motståndskraft mot sjukdomar och parasiter (Nyström et al. 2018). Tillväxten av kräftyinglen är känsligast för låga

kalciumnivåer, eftersom de behöver mycket kalcium för att växa (Nyström et al. 2018). Lågt pH från bland annat försurning ger brist på kalcium i vattnet (Nyström et al. 2011; Nyström et al. 2018).

Ammoniak och ammonium

Höga halter ammonium är skadligt för flodkräftan (Nyström et al. 2018). Toxiciteten av ammonium påverkas av pH (Lindgren et al. 2002). Vid ett högre pH blir ammonium mer toxiskt då giftig ammoniakgas bildas (Nyström et al. 2018). På samma sätt bildas mindre ammoniakgas vid lägre pH och den akuta toxiciteten minskar. Vid lägre syrehalter bildas också mer ammoniak och påverkar flodkräftan negativt (Lindgren et al. 2002). För att flodkräftan inte ska ta skada rekommenderas ammonium inte överstiga 0,6 mg/l (Nyström et al. 2018; tabell 2). Flodkräftor gynnas av högt pH och kan därför bli extra mottagliga för höga halter av ammoniak.

Nitrit och nitrat

Nitrit är giftigt för de flesta organismer och så även flodkräftan (Pârvulescu et al. 2011). Nitrit påverkar flodkräftans syreupptagningsförmåga och koncentrationen ska inte överstiga 0,1 mg/l (Nyström et al. 2018; tabell 2). Höga halter av nitrit minskar flodkräftans tillväxt och ökar dödligheten (Yildiz and Benli 2004). Turkisk smalklokräfta påverkades av nitritnivåer på 9 mg/l (Yildiz and Benli 2004). Exponering under längre tid av nitrit försvagade den turkiska smalklokräftans immunförsvar vilket kan leda till högre risk för infektioner. Höga halter av nitrit återfinns ofta i dammar från intensiva odlingslandskap (Yildiz and Benli 2004) eller vid reningsverk där föroreningskällor läcker ut i vattendragen (Pârvulescu et al. 2011).

Nitrat är inte skadligt för flodkräftan i höga halter, däremot så bidrar höga halter av nitrat till övergödning vilket i sig kan vara skadlig, eftersom det ger lägre syrehalt och ljusstillgång som påverkar flodkräftan negativt (Nyström et al. 2018; Jansson u.å.). Att nitrat inte är skadligt i högre halter för flodkräftan stöds av en studie av Hickey (2013) där det konstateras ett NOEC-värde på >14mg/l, med avseende på yngels överlevnad (Hickey 2013).

Metaller

Vid lågt pH blir många metaller mer lösliga i vatten och tillgängliga för upptag via vattnet (Svobodova et al. 2017).

Järn

Flodkräftan är känslig mot höga halter järn i vattnet och det kan leda till järnoxidutfällningar på gälarna, vilket gör att flodkräftans syreupptagningsförmåga blir sämre (Jansson u.å.). En rekommendation är att koncentrationen av järn inte ska överstiga 1 mg/l (Nyström et al 2018; tabell 2). De nykläckta ynglen är extra känsliga mot höga järnhalter samt under skalbyte och därför rekommenderas inte en högre halt än 0,5 mg/l (Jansson u.å.). Högre halter av järn återfinns i vatten i närheten av försurade skogsmarker med lågt pH (Jansson u.å.).

Aluminium

I samband med försurning ökar halten av aluminiumjoner i vattnet. Koncentrationer på 25 µg/l orsakar en ökad dödlighet hos nykläckta kräftyngel (Nyström et al. 2011). En rekommendation är att koncentrationen aluminium ska hållas under 0,2 mg/l (Nyström et al. 2018; tabell 2). Aluminiumhydroxid kan binda till ytan på gälarna redan vid koncentrationer på 0,5 mg/l. Om det sker

upprepade gånger kan det leda till syrebrist och att immunsystemet försvagas (Svobodova et al. 2017). Ytterligare en studie visar att en halt på 0,5 mg/l försvagar immunsystemet hos signalkräftan (Ward et al. 2006) samt att det leder till beteendeförändringar (Alexopoulos et al. 2003).

Kvicksilver

Flodkräftor tar upp kvicksilver från både vatten och föda. Metylkvicksilver bioackumulerar upp i födokedjan och mer än 90% av totala halten kvicksilver i kräftor är metylokvicksilver (Kouba et al. 2010). En halt mellan 0,1–0,8 mg/l kvicksilver stör kräftornas hjärtrytm och ger ökad dödlighet som följd (Styrishave et al. 1995).

Bekämpningsmedel

PCP och TCP

Klorerade fenoler används bland annat vid träimpregnering. I en studie av Kaila och Saarikoski (1977) testades 2,3,6 tetraklorfenol (TCP) och pentaklorfenol (PCP) på flodkräftor. Ingen effekt vid pH 7,5 syntes för 10 mg/l TCP och 40 mg/l PCP (tabell 2). Resultatet visade att TCP var giftigare än PCP, eftersom TCP lättare penetrerar cellmembran. När pH-värdet blev lägre så ökade toxiciteten med 3,5–6 gånger så mycket och indikerar att flodkräftorna är mer känsliga för föroreningar vid ett lägre pH (Kaila and Saarikoski 1977).

Etofenprox

Etofenprox är ett bekämpningsmedel som används för att förhindra angrepp på grödor som ris, frukt, grönsaker, majs, sojabönor och te. I en studie på turkisk smalklokräfta, kan det konstateras att etofenprox är mycket toxiskt. Beteendemönstret förändrades vid exponering av etofenprox. Kräftorna rörde sig mindre, blev mer aggressiva och innan de dog förlorade de balansen (Benli 2015). trenden är att LC₅₀ koncentrationen minskar ju längre tid kräftan utsätts för etofenprox, från 0,68 µg/l vid 24h till 0,41 µg/l vid 96h (Benli 2015).

Fenitrotion

Effekterna av bekämpningsmedlet fenitrotion undersöktes på den turkiska smalklokräftan (Sarıkaya et al. 2011). I studien kom Sarıkaya et al. (2011) fram till att fenitrotion är giftigt för kräftorna och exponering av fenitrotion gav upphov till beteendeförändringar och flodkräftorna påverkades av en koncentration mellan 5,83–9,11 µg/l (Sarıkaya et al. 2011).

Rekommendationer för kemiska och fysiska värden

Inom vilka områden skulle det behövas mer kunskap?

Det finns få data med gränsvärden för NOEC, LOEC och LC₅₀ för flodkräftan (*Astacus astacus*), därför har det i denna rapport tagits med enstaka värden för den turkiska smalklokräftan (*Astacus leptodactylus*) och signalkräftan (*Pacifastacus leniusculus*). Det behövs dock fastställas hur känsligheten varierar mellan flodkräftan och dessa besläktade kräftarter och det introducerar en osäkerhet i resultaten när de ska tillämpas på flodkräftan. Mer forskning och studier behövs för att kunna fastslå gränsvärden för att kunna ge tillförlitliga rekommendationer för en tillräcklig vattenkvalitet för flodkräftan. Ammoniak, fosfor, metaller och olika bekämpningsmedel är några

parametrar som skulle behövas undersökas närmare. Det är till exempel väl utrett hur olika metaller ackumuleras i flodkräftans olika organ (Kouba et al. 2010) men inte vilka nivåer i vattnet som är toxiska. Det saknas också information om hur känslig flodkräftan är mot några av de vanliga bekämpningsmedlen som används idag. Höga halter av bekämpningsmedel återfinns oftast i intensiva odlingslandskap som samtidigt ofta är påverkade av övergödning, vilket ger en sämre vattenkvalitet och inverkar negativt på populationer av flodkräfta.

Rekommendationer

Rekommendationer för den som ska plantera ut kräftor är att se till att vattnet är syrerikt och har höga kalciumnivåer. En tumregel är att högre pH och kalciumnivåer korrelerar och ger bättre förutsättningar för flodkräftan (Jansson u.å.). Flodkräftor återfinns ofta inte i vatten med ett pH under 7 (Schulz et al. 2006). Försurade vattenmiljöer är därför inte lämpliga att plantera ut flodkräftor i då det kommer att innebära att kräftorna inte kan byta skal och blir mer utsatta för predation och sjukdomar. Försurning ger även försämrad tillväxt och reproduktion vilket kan minska populationen (Jansson u.å.). Försurade miljöer återfinns oftare i södra Sverige samt i barrskog. I övrigt verkar kraven för flodkräfta variera både när det gäller metaller och näringsämnen.

Trots att det inte har hittats specifika värden för juveniler kan det antas att dessa är känsligare än vuxna flodkräftor. Tillgången på kalcium är av yttersta vikt för tillväxten av kräfttyngel och temperaturen är speciellt viktig under reproduktionen och för juvelernas tillväxt och överlevnad inför hösten. En lyckad reproduktion och hög överlevnad av kräfttynglen är basen för en livskraftig population, därför är det extra viktigt att vattenkvaliteten är god under dessa faser av flodkräftans livscykel.

De viktigaste rekommendationerna är att:

- pH måste vara över 6, men helst uppåt 7–8 för att ha en livskraftig population.
- Temperaturen i vattnet bör vara mellan 16–25°C för att uppnå bra förutsättningar för reproduktion.
- Kalciumnivåerna måste vara minst 5 mg/l för att flodkräftan ska kunna överleva, men ju högre kalciumnivåer desto bättre är förutsättningarna för en livskraftig population.
- Göra vidare undersökningar för att fastställa gränsvärden för olika bekämpningsmedel och metaller som kan förekomma i vatten där flodkräftan ska planteras ut.

Slutsats

Flodkräftan har visat sig vara känslig för många kemiska och fysiska vattenkvalitetsparametrar, dock saknas det fortfarande mycket kunskap om olika ämnens påverkan på flodkräftan. Att öka vattenkvaliteten är dock en viktig del i att bevara flodkräftan (Svobodova et al. 2012). Denna rapport har inte undersökt andra förutsättningar för att flodkräftan ska klara sig, men den påverkas negativt av flera mänskliga aktiviteter i vattenmiljön såsom muddring, uträtning och vattenreglering (Jansson u.å.; Schulz et al. 2006) samt av kräftpest och konkurrens med den invasiva kräftan (Svobodova et al. 2012). Hänsyn till dessa faktorer är också viktiga för att kunna bevara flodkräftan. Flodkräftan är akut hotad och populationen i Sverige har minskat kraftigt de senaste decennierna, därför är det viktigt med rätt åtgärder för att bevara och stärka populationen. En del i detta är att ha kunskap om flodkräftans kemiska och fysiska krav i vattenmiljön så att den kan överleva och reproducera sig. Detta för att kunna genomföra lämpliga bevarandeåtgärder och bevara flodkräftan både för dess kulturella och biologiska värden.

Referenser

- Alexopoulos, E., McCrohan, C.R., Powell, J.J., Jugdaohsingh, R. and White K.N. 2003. Bioavailability and toxicity of freshly neutralised aluminium to the freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 45: 509–514.
- Benli, A.C.K. 2015. The Influence of Etofenprox on Narrow Clawed Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823): Acute Toxicity and Sublethal Effects on Histology, Hemolymph Parameters, and Total Hemocyte Counts. Environ. Toxicol. 30: 887-894.
- Edsman, L. 2016. Utvärdering av åtgärdsprogram flodkräfta 2008-2014. Aqua reports 2016:19. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet. Drottningholm Lysekil Öregrund. 25 s. ISBN: 978-91-576-9452-2s.
- Edsman, L., Füreder, L., Gherardi, F. and Souty-Grosset, C. 2010. *Astacus astacus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T2191A9338388. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T2191A9338388.en>. Downloaded on 18 February 2019.
- Edsman, L. och Schröder, S. 2009. Åtgärdsprogram för flodkräfta 2008–2013 (*Astacus astacus*). Rapport 5955. Havs- och vattenmyndigheten, Bromma.
- Havs- och vattenmyndigheten. 2017. Flodkräfta *Astacus astacus*. <https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/flodkrafta.html> [2018-02-12]
- Hickey, C.W. 2013. Updating nitrate toxicity effect on freshwater aquatic species. National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd., Nya Zeeland. <http://envirolink.govt.nz/assets/Envirolink/1207-ESRC255-Updating-nitrate-toxicity-effects-on-freshwater-aquatic-species-.pdf>
- HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
- Jansson, T. u.å.. Flodkräftans biologi. Värmland: Hushållningssällskapet i Värmland. https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/hsd-sites/kraftmannen/pdf_filer/informationsmaterial/kraftans_biologi.pdf
- Kaila, K. and Saarikoski, J. 1977. Toxicity of pentachlorophenol and 2,3,6-trichlorophenol to the crayfish (*astacus fluviatilis* L.) Environ. Pollut. 12: 119-123.
- Kouba, A., Buric, M. and Kozak, P. 2010. Bioaccumulation and effects of heavy metals in crayfish: a review. Water Air Soil Pollut. 211: 5-16.
- Lindgren, C., Frejes, J., Solyom, P., Svensson, A., Viktor, T. och Allard, A-S. 2002. Ammoniaks påverkan på akvatiska och terrestra organismer. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Naturvårdsverket. 2008. Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Naturvårdsverket, Bromma. ISBN 978-91-620-5799-2.
- Nygren, L. 2010. Undersökning av effekter på zooplankton och bottenfauna vid insekticidinducerad eliminering av signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*) på Smöjen. ISSN 1653-7041. Länsstyrelsen i Gotlands län, Visby.
- Nyström, P., Jansson, T. och Edsman, L. 2018. Kräftodlingens ABC. Handbok för odlare. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nyström, P., Stenberg, M. och Åbjörnsson, K. 2011. Flodkräfta i sjön Vrången - möjliga orsaker till ett kräftbestånds nedgång och fall i ett Natura 2000-område. ISSN 1101-9425. Länsstyrelsen i Jönköpings län, Jönköping.
- Pârvulescu, L., Pacioglu, O. and Hamchevici, C. 2011. The assessment of the habitat and water quality requirements of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) and noble crayfish (*Astacus astacus*) species in the rivers from the Anina Mountains (SW Romania). Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst. 401: 3-10.

- Rukke, N.A. 2002. Effects of low calcium concentrations on two common freshwater crustaceans, *Gammarus lacustris* and *Astacus astacus*. *Functional Ecology* 16: 357–366.
- Sarikaya, R., Sepici-Dinsel, A., Benli, A.C.K., Selvi, M. and Erkoc, F. 2011. The Acute Toxicity of Fenitrothion on Narrow-Clawed Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Association with Biomarkers of Lipid Peroxidation. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 25:169-174.
- Schulz, H.K, S´Mietana, P. and Schulz, R. 2006. Esitimating the human impact on populations of the endangered noble crayfish (*Astacus astacus* L.) in north-west Poland. *Aquatic Conserv; Mar. Freshw. Ecosyst.* 16: 223-233.
- Soler, T. 2017. Flodkräfta. <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/radgivning/kraftor-och-kraftfiske/flodkrafta/> [2019-02-18]
- Styrishave, B., Rasmussen, A. D., and Depledge, M. H. 1995. The influence of bulk and trace metals on the circadian rhythm of heart rates in freshwater crayfish, *Astacus astacus*. *Marine Pollution Bulletin* 31: 87-92.
- Svobodova, J., Douda, K., Stambergova, M., Picek, J., Vlach, P. och Fisher, D. 2012. The relationship between water quality and indigenous and alien crayfish distribution in the Czech Republic: patterns and conservations implications. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 22: 776-786.
- Svobodova, J., Douda, K., Fischer, D., Lapsanska, N. och Vlach, P. 2017. Toxic and heavy metals as a cause of crayfish mass mortality from acidified headwater streams. *Ecotoxicology* 26: 261-270.
- Ward, R., McCrohan, C.R. and White, K.N. 2006. Influence of aqueous aluminium on the immune system of the freshwater crayfish *Pacifasticus leniusculus*. *Aquat. Toxicol.* 77: 222–228.
- Yildiz, H. Y. and Benli, A.C.K. 2004. Nitrite toxicity to crayfish, *Astacus leptodactylus*, the effects of sublethal nitrite exposure on hemolymph nitrite, total hemocyte counts, and hemolymph glucose. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 59: 370-375.

Illustrationer

Jansson, T.. *Fiske_vastansjo_05_027 [fotografi]*. Tillgänglig på: <http://www.xn--rddafloodkrftan-5hbj.se/bildgalleri.html> [2019-03-12]