

NATURVATTEN
i Roslagen AB

**UTREDNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR EN
ÅTERINPLANtering AV FLODKRÄFTA I VANSJÖN-
NORDSJÖN**

Tommy Odelström

**Naturvatten i Roslagen AB
Norr Malma 4201
761 73 Norrtälje**

Rapport 2005:xx

Denna utredning har finansierats med Lokala Naturvårdsmedel, Länsstyrelsen i Västmanlands län

Sammanfattning

På uppdrag av intresseföreningen Vansjön-Nordsjöns Vål har Naturvatten i Roslagen AB genomfört en utredning av möjligheterna att återinplantera flodkräftor i Vansjön-Nordsjön. Utredningen har baserats på resultat från tidigare undersökningar i sjöarna och på resultat från undersökningar genomförda under 2005. Dessa har omfattat vattenprovtagning, bottenkartering samt fisk- och kräftprovfiske, där Naturvatten i Roslagen AB har svarat för vattenprovtagning, bottenkartering och fiskprovfiske. Länsstyrelsen i Västmanlands län har utfört kräftprovfisket. I arbetet med bedömningarna har litteraturuppgifter om flodkräftor använts. Utredningen visar att sjöarna har lämpliga bottenar för flodkräftor och att fiskbeståndet inte bör utgöra något uttalat hot mot återinplanterade kräftor. Vattenkvaliteten är bra, med en liten varning för syrgasförhållandena vintertid. Stöd för denna varning finns i resultatet av fiskprovfisket. Vattenvegetationen i sjöarna är fördelaktig för kräftor, som utnyttjar växter som en viktig födoresurs och även som skydd mot predatorer. Samtidigt bidrar växtligheten till bildandet av lösa bottenmaterial och på sikt till försämrade syrgasförhållanden. Troligen skulle en försiktig höjning av sjöarnas vattenyta förbättra situationen genom att skapa en större vattenvolym och erbjuda en större syrebuffert inför vintrarna. En spillra av det forna flodkräftbeståndet finns kvar. Mer positivt är möjligen att inga signalkräftor fångades i kräftprovfisket. Föreningen uppmanas att fortsätta med kräftprovfisket under 2006 för att bekräfta att inga signalkräftor finns i systemet. När ett beslut har fattats om återinplantering av flodkräftor bör processen inledas med sumpning av flodkräftor på de 10 bästa kräftlokalerna. Detta är det säkraste sättet att konstatera om signalkräftor eller kräftpest förekommer i systemet.

Inledning

På uppdrag av intresseföreningen Vansjön-Nordsjöns Vål har Naturvatten i Roslagen AB sammanställt befintliga och under 2005 insamlade data om Vansjön-Nordsjön. Befintligt material har utgjorts av data om avrinningsområdet, vattenkemin och vattenvegetationen. I juni 2005 genomförde Naturvatten i Roslagen AB en översiktlig kartering av stränder och bottenförhållanden för att bedöma förutsättningar för flodkräftor. Vattenprovtagningar genomfördes i juni och augusti och ett fiskprovfiske i augusti. Länsstyrelsen genomförde ett kräftprovfiske i de två sjöarna samt i Örsundaån nedströms sjöarna i augusti. Närmare information om dessa aktiviteter finns redovisade i den följande texten. Uppdraget har varit att på saklig grund bedöma sjöarnas status inför en framtida återinplantering av flodkräftor.

Bakgrund

Vansjön och Nordsjön är två grunda, sammanhängande sjöar, förbundna med ett smalt sund. De är belägna ca 5 km norr om Morgongåva i Västmanlands län. Intresseföreningen för de bägge sjöarna bedriver ett fortlöpande arbete för att bli förhindra sjöarnas igenväxning. I sjöarna fanns tidigare ett produktivt bestånd av flodkräfta, *Astacus astacus* L. Under 1950-talet började beståndet emellertid minska i täthet och successivt har kräftfisket avkastat allt mindre fångster, för att under 1990-talet ha närmast sig en nollnivå.

Befintliga data om Vansjön-Nordsjön

Det finns ovanligt mycket bakgrundsdata för dessa sjöar. Under 1930-talet studerades sjöarnas vattenvegetation och i viss mån vattenkemiska förhållanden av Lohammar (1938). Wallsten (1981) besökte sjöarna i slutet av 1970-talet för att studera förändringar i vegetationsförekomst jämfört med de som Lohammar beskrev från 1930-talet. Under 1997 genomförde Olevall och Vesterberg (1998) undersökningar i sjöarna som ett examensarbete i biologi vid Uppsala universitet. Sjöarnas avrinningsområde och transporterna av näringsämnen från omgivningarna till sjöbassängerna presenterades i ytterligare ett examensarbete vid Sveriges lantbruksuniversitet och Jordbrukstekniska institutet (Carlsson 1999).

Uppgifter i dessa äldre rapporter om Vansjön-Nordsjön visar att sjöarnas avrinningsområde är 5 539 ha och att skogsområden dominerar stort med 4 315 ha (78%), följt av jordbruksmark med 662 ha (12%) och vatten med 272 ha (5%). Bebyggelse och öppna myrar upptar tillsammans ca 250 ha, motsvarande ca 4% av det totala avrinningsområdet (Carlsson 1999). Det största vattentillskottet kommer genom Fallbäcken med inlopp från öster i Vansjöbassängens centrala del. Sjöarna bedömdes 1997 vara 1-2 m djupa med ett största djup av 2,4 m (Olevall och Vesterberg 1998).

2005 års undersökningar i Vansjön-Nordsjön och i Fallbäcken

Inför detta utredningsuppdrag behövdes kompletterande undersökningar. Vattenprover från de båda sjöbassängerna, från Fallbäcken och från Vansjöns utlopp insamlades/analyserades i juni och augusti. I juni genomfördes en översiktlig kartering av stränder och bottenstrukturer inom några valda områden i sjöarna. I augusti genomfördes ett standardiserat provfiske med 16 nätnätter fördelade i de båda sjöarna för att beskriva fiskbeståndens sammansättning (Lindqvist m fl 2005). Genom Länsstyrelsens försorg utfördes också ett kraftprovfiske i augusti med 200 mjärdsnätter fördelade i Nordsjön, Vansjön och Fallbäcken. Ytterligare 50 mjärdsnätter förlades i Örsundaån vid Starfors (Länsstyrelsen 2005).

Faktorer av betydelse inför återinplantering av flodkräftor

Vattenkemiska förhållanden

I flertalet svenska sjöar torde de vattenkemiska förhållandena vara acceptabla för kräftor. Undantagen skulle kunna vara sjöar i urbana områden eller i anslutning till industri- och gruvverksamheter, där utsläpp av stora mängder näringsämnen (fosfor och kväve), metaller och miljögifter skulle kunna generera problem för kräftor. Historiskt sett belastades sjöar i närheten av städer och större tätorter av stora utsläpp av avloppsvatten, som gav höga närsalthalter och sekundärt dåliga syreförhållanden. Höga metallhalter i sjöar orsakade på 1980-talet lokala problem med förhöjda frekvenser av kräftpest hos signalkräftor (t ex Åmanningen vid Fagersta och i Boren vid Motala). Från svenska vattensystem saknas i princip sammanställningar över vad kräftor tål eller inte tål av olika lösta ämnen, däremot finns en sammanställning över halter av en rad olika ämnen från flodkräftförande vatten i Bayern, Tyskland (Bohl 1989). I detta arbete redovisas max- medel- och min-värden, vilket kan vara värdefullt i denna utredning.

Vansjön och Nordsjön ligger i ett landskap med skogsmark och viss del jordbruksmark. Inom sjöarnas avrinningsområde fanns i slutet av 1990-talet 343 hus med sammanlagt 734 boende, enligt en beräkning baserad på en schablonmodell för hela landet (Carlsson 1999). Sjöarna ligger alltså i ett typiskt landsbygdsområde, där vattenkvaliteten bör vara fullt acceptabel för kräfter.

I tabell nedan redovisas resultaten från några av de vattenprovtagningar som genomförts i Nordsjön, Vansjön, i huvudinloppet Fallbäcken och i Vansjöns utlopp. Tabellen inkluderar resultat från augustiprovtagningar 1997-2001 utförda av Heby kommun och från de provtagningar som genomfördes i juni och augusti 2005 av Naturvatten i Roslagen AB. Tabellen innefattar vattentemperatur (°C), konduktivitet (mS/m), alkalinitet (mekv/l), färg (mg Pt/l), totalfosfor ($\mu\text{g/l}$), totalkväve ($\mu\text{g/l}$), pH och sulfat (mg/l).

Vattentemperaturerna har vid dessa tillfällen varit normala för sommarförhållanden. I åarna har de varit något lägre än i sjöarna och skillnaderna kan t ex bero på en högre andel grundvatten i just åarna. Konduktiviteten (ledningsförmågan) har varit 6,6-24,5 mS/m, alkaliniteten 0,33-1,90 mekv/l och vattenfärgen 35-380 mg Pt/l. Lägstvärdena för ledningsförmåga och alkalinitet och högstvärdet för vattenfärg noterades från Fallbäcken i augusti 2005 och kan troligen vara orsakade av stora nederbördsmängder under sensommaren. Fallbäckens delavrinningsområde är stort, vilket snabbt ger höga flöden och en utspädningseffekt, som sänker salthalten (ledningsförmågan). Nederbörden är relativt sur och kan därför tänkas påverka vattnets alkalinitet, som är ett mått på vattnets buffertkapacitet. Här finns dessutom en hel del myrområden som vid stora nederbördsmängder avger brunfärgade humusämnen som ger höga färgtal. pH-värdena har varierat mellan 6,21 och 8,1, med lägsta värde från Fallbäcken i augusti 2005. Detta låga pH-värde kan förklaras på samma sätt som gjordes för alkalinitet; med sur nederbörd och avrinning från myrområdena i avrinningsområdet. Totalfosfor- och totalkvävehalterna har legat inom intervallen 34-210 respektive 500-1900 $\mu\text{g/l}$. Sulfathalterna, slutligen, har varierat mellan 3,9 och 17,3 mg/l.

Om man nu jämför dessa värden från Vansjön-Nordsjön med de som redovisats för flodkraftförande vatten i Bayern (Bohl 1989), så framgår där att flodkräfter förekommer i vatten där temperaturen varierar mellan 0,0 och 24,2 °C. När det gäller pH-värde, ledningsförmåga och alkalinitet är motsvarande gränsvärden 4,5-8,74, 0,51-18,34 mS/m respektive 0,10-6,45 mekv/l. För totalfosforhalter anges 0-2 240 $\mu\text{g/l}$. Totalkvävehalter redovisas inte av Bohl (1989), men han har värden för ammonium-, nitrit- och nitratkväve och dessa tillsammans ger gränsvärdena 150-32 260 $\mu\text{g/l}$.

Dessa jämförelser visar att vattentemperatur och några valda vattenkemiska parametrar i Nordsjön, Vansjön, Fallbäcken och Vansjöns utlopp med marginal faller inom de extremvärden som arten tål.

Strandområden och bottnar

Vansjön och Nordsjön är till största delen grunda sjöar med flacka strandprofiler. Förhållandena ger goda möjligheter för bladvass att sprida sig ut från strandzonerna. Vassarna är ställvis breda och dessutom täta. Jordarterna i sådana områden är med största sannolikhet leror. Utanför vassarna växer olika undervattensväxter med närmast total dominans av näckrosor.

Tabell. Fysikaliska-kemiska data från vattenprovtagningar 1997-2001 i Nordsjön, Fallbäcken, Vansjön och Vansjöns utlopp (Vattenprover tagna av Heby kommun). Data från 2005 baserade på vattenprover tagna av Naturvatten i Roslagen AB (rasttrade).

Lokal	Temp °C	Konduktivitet (mS/m)	Alkalinitet (mekv/l)	Färg (mg Pt/l)	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	pH	Sulfat mg/l
<u>Nordsjön</u>								
2001-08-12	16,0	9,7	0,73	70	54	900	7,7	5,0
2005-06-08	16,2	9,4	0,70	63	44	860	-	5,0
2005-08-11	18,0	9,2	0,72	75	85	1800	7,96	4,2
<u>Fallbäcken</u>								
2001-08-12	16,0	24,5	1,90	60	42	500	8,1	13,0
2005-06-08	11,9	10,8	1,46	80	45	1400	-	7,2
2005-08-11	16,3	6,6	0,33	380	170	1800	6,21	3,9
<u>Vansjön</u>								
1997-08-16	21,1	11,6	0,66	104	34	630	7,3	17,3
2001-08-12	16,0	9,7	0,73	70	54	900	7,7	7,6
2005-06-08	14,2	9,3	0,67	75	65	1100	-	6,4
2005-08-11	18,0	9,0	0,64	130	120	1900	7,49	4,9
<u>Vansjön utlopp</u>								
2001-08-12	16,0	10,6	0,83	35	210	1200	7,0	5,4
2005-06-08	14,7	9,5	0,63	75	56	910	-	6,2
2005-08-11	17,3	10,3	0,77	120	140	1700	6,61	4,6

Kräfter föredrar emellertid fasta och steniga stränder (Westman m fl 1992). En översiktlig kartering av strandförhållandena i de båda sjöarna genomfördes i juni 2005. Från land kontrollerades den östra stranden strax norr om sundet mellan sjöarna. Cirka 200 m av detta strandavsnitt utgjordes av stenbotten. Gles vegetation fanns längs sträckan, vilket kan tolkas som att stenbården här är relativt smal. Lokalen bör emellertid vara användbar för inplantering. Den lilla Kungsholmen centralt i Nordsjön kontrollerades från båt och bedöms även den vara lämplig för inplantering. Den västra stranden norr om sundet utgjordes av block och sten av moränursprung. Här nådde stenmaterialet åtminstone lokalt ned till 1,5-2 meters vattendjup. Stenmaterialet hade dessutom en ansenlig mäktighet och bedöms erbjuda skydd/gömslen för en stor mängd kräftor.

I Vansjön undersöktes den lilla holmen Stenharet norr om Drottningholmen. Här utgjordes botten av sten och block på grus och det är ett alldeles utmärkt kräftssubstrat som är speciellt lämpligt för yngel och småkräftor. Detta är en given lokal vid framtida kräftinplanteringar. Lokalen hyste dessutom flera arter av stormusslor, sannolikt allmän dammussla, stor dammussla och spetsig målarmussla. Från båt studerades den norra sidan av

Drottningholmen. Stranden var blockig, men samtidigt växte vass/kolvass utanför stenstranden. Denna strand hävdas med vasskörd och den insatsen bör fortgå. Det bör även undersökas hur omfattande stenbottarna är och stenmaterialets djupfördelning. Om det är sten ner till ca 1 meters djup kan även denna lokal vara lämplig för inplantering. Slutligen undersöktes bottenmaterial utanför båtläget i By. Denna strand ingår i Vansjöns restaureringsarbete och här har vassarna skördats och strandängarna fortlöpande betats under betessäsong. Bottenmaterialet utanför betesområdet utgörs av rotfilt på lera och bildar en tämligen fast botten. Så länge rotfilten motstår nedbrytning kan man tänka sig att den kommer att fungera för kräftor. Det är möjligt för kräftor att gräva ned sig under rötterna och samtidigt kan artificiellt gömslematerial (begagnat taktegel) placeras ut ovanpå rotfilten. Lokalen skulle därmed kunna ingå bland övriga, lämpliga lokaler vid kommande inplanteringar.

I samband med fiskprovfiskena i augusti observerades områden med en storbladig nateart; det kan ha varit grovnate; centralt i Vansjön. Området bör ha legat några hundra meter N om Stenharet. Denna nateart växer på liknande bottenmaterial som ålnate, ofta grusblandad lera. I Erken har vi konstaterat att detta bottenmaterial passar bra för signalkräftor. Om det saknas stenmaterial i detta område i Vansjön kan det vara motiverat att placera ut begagnat taktegel även här.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att Vansjön-Nordsjön har stenbundna strandpartier, bottenmaterial med rotfiltmattor, grundområden och holmar med bottenförhållanden som är lämpliga för återinplantering med flodkräftor.

Vattenvegetationen

Vattenvegetation påverkar kräftor både negativt och positivt, där positiv påverkan är klart viktigast för dem. Särskilt vuxna kräftor utnyttjar undervattensväxter som en viktig födoresurs (Appelberg och Odelström 1984). Dessutom kan undervattensväxterna utnyttjas som skydd mot predatorer, t ex abborrar, ål och mink. Växterna försvårar predatorernas möjligheter till upptäckt, attack och huggbeteende. Negativ påverkan kan gestalta sig på skiftande sätt. I vatten med mycket lösa bottenmaterial finner man gäddnate, vattenpilört och i viss mån näckrosor. Växtarterna i sig står inte för negativ påverkan på kräftor, men i påtagligt lösa bottenmaterial trivs inte kräftorna. Dels kan de inte skapa bohålor i sådant material, eftersom det saknar tillräckligt fast struktur och dels kan sådant löst bottenmaterial orsaka kraftig syrekonsumtion, som vintertid kan utvecklas till syrebrist i botten nära vatten. När vegetationen blir alltför tät, som vid massutveckling av t ex vattenpest, kan även kräftornas aktiviteter försvåras (Westman m fl 1992). Andra problemområden för kräftorna är de strandnära, ofta täta vassbårderna. Bottenmaterialet utgörs här av vassrester och mängder av löv från lövträd och buskar längs stränderna. Dålig vattenomsättning och låga syrehalter inne i vassområdena gör att nedbrytningen av sådant växtmaterial blir ineffektiv och materialet ackumuleras från år till år. Speciellt under vintrarna kan kräftor inte uppehålla sig inne i vassbårderna p g a syreförhållandena. Vassbårderna kan inte heller utnyttjas som uppväxtmiljöer av yngel och småkräftor för att syreförhållandena är undermåliga.

När det gäller vattenvegetationen kan det konstateras att de är viktiga för kräftor ur födo- och skyddssynpunkt, men att de successivt skapar problem för kräftorna med lösa bottenmaterial och därmed sammanhängande syrgasproblem.

Fiskbeståndet

Provfisket i augusti 2005 visade att sjöarnas fiskbestånd är artrikt, individrikt och diverst (Lindqvist m fl 2005). Beståndet dominerades av småfisk, framför allt små mörtar, men även små abborrar. Den sammanlagda fångsten med 16 provfiskenet (av typen Norden) utgjordes av 4 839 individer och 65,5 kg. Endast ett fåtal stora fiskar av arterna gädda, sutare, ruda samt abborre ingick i fångsterna.

Av de i provfiskematerialet ingående fiskarterna kan abborre och gädda bedömas kunna påverka flodkräftor negativt, men även mörtar skulle möjligen också kunna påverka (Larsen 1990). När det gäller abborrar föreligger en storleksrelaterad skillnad vad gäller predation på kräftor. Dehli (1981) fann att i den norska sjön Maridalsvannet hade 13% av abborrar i storleksintervallet 15-20 cm konsumerat flodkräftor. I intervallen 20-25, 25-30, 30-35 och 35-40 cm hade 41, 50, 57 och 63% kräftor i magarna, alltså ett klart samband mellan abborrarnas storlek och deras utnyttjande av kräftor som föda. Samma slutsats kunde dras vid undersökningar i fyra kalkade sjöar, tre i Kronobergs län och en i Södermanlands län, alla med både abborrar och flodkräftor (Appelberg och Odelström 1984). Resultaten från den studien visade dessutom på vissa risker för födokonkurrens mellan mindre abborrar (< 20 cm) och flodkräftor av alla storlekar. Slutsatsen baseras på analyser av maginnehåll hos de två arterna.

Provfiskeresultaten från Vansjön-Nordsjön visar emellertid dels att andelen fiskätande fiskar (abborrar >15 cm, enligt Naturvårdsverkets definition) är extremt låg och dels att gäddbeståndet antagligen är relativt glest (Lindqvist m fl 2005). Det sammantagna fiskbeståndet i Vansjön-Nordsjön *utgör därmed inte något uttalat hot mot återintroducerade flodkräftor*. Den kraftiga dominansen av småfiskar bedöms i provfiskerapporten kunna vara orsakad av syrgasproblem under vintrarna. Storvuxna individer av abborre och gädda skadas i så fall snabbare än småvuxna på grund av större syrebehov. Sutare och sarv torde ha lägre syrebehov vid större storlek, vilket bevisas av de storvuxna exemplar som ingick i provfiskefångsterna.

Nuvarande kräftsituation

Personal från Länsstyrelsen i U län genomförde under perioden 2005-08-22- -25 kräftprovfisken i Vansjön-Nordsjön med 180 mjärdsnätter, i Fallbäcken med 20 mjärdsnätter och i Örsundaån vid Starfors med 50 mjärdsnätter (Länsstyrelsen 2005). Provfiskena genomfördes enligt Sötvattenlaboratoriets/Naturvårdsverkets metodik för inventeringsprovfiske med mjärddar av typ LiNi med 14 mm maskstolpe. I Nordsjön fångades en och i Örsundaån tre flodkräftor. I Fallbäcken blev resultatet negativt.

De slutsatser som kan dras av de tre provfiskeinsatserna i området är att flodkräftor finns, men att bestånden idag är mycket svaga. Samtidigt visar provfiskeresultaten att det fortfarande inte förekommer några signalkräftor inom de provfiskade områdena. Ett enstaka provfiske kan dock ge ett påtagligt svagt underlag för bedömningar. Under tillväxtsången juni-september inträffar flera perioder då kräftorna är mer eller mindre mjärdaktiva, vilket innebär att de är mindre benägna att t ex gå in i mjärddar eller konsumera av betet. Sådana tillfällen kan inträffa i samband med att honorna bär rom eller yngel och i samband med skalömsningar. För att definitivt avgöra om signalkräftor förekommer i Vansjön/Nordsjön och nedströms i Örsundaån

kan fler och helst upprepade provfiske behöva genomföras under 2006. *En annan lämplig åtgärd som härmed föreslås är en sumpning av flodkräftor på de 10 bästa kräftlokalerna i sjöarna inför en återintroduktion. Om signalkräftor/kräftpest förekommer i sjöarna är flodkräftor i sumpar det säkraste sättet att upptäcka detta.*

Sammanvägd bedömning av förutsättningar för en återintroduktion

- Vattenkemi** Sjöarnas vattenkvalitet tillåter återinplantering av flodkräftor. En varning kan dock framföras om syrgasförhållandena vintertid (fiskbeståndets storlekssammansättning antyder syrgasproblem)!
- En försiktig höjning av sjöarnas vattennivå skulle skapa en större vattenvolym och därmed ett större syrgasförråd inför vintrarna.
- Kräftbottnar** Sjöarna har strandområden, grundområden och holmar med lämpliga bottensubstrat för kräftor.
- Vattenvegetation** Sjöarnas vattenvegetation utgör en viktig födoresurs för kräftorna och erbjuder dessutom skydd mot predatorer. Samtidigt kan växtligheten bidra till bildandet av lösa bottensubstrat och försämrade syrgasförhållanden.
- Fiskbestånd** Med den nuvarande art- och storlekssammansättningen torde beståndet inte utgöra ett uttalat hot mot återinplanterade flodkräftor.
- Kräftbestånd** Resultatet från 2005 års provfiske bör inte utgöra en väsentlig del i bedömningen av förutsättningarna för en återinplantering. Flodkräfta fanns i Nordsjön 2005, samtidigt som mjärdarna inte fångade några signalkräftor. Komplettera med fler provfiske 2006 och om fortfarande inga signalkräftor fångas, inled återinplanteringen med sumpning av flodkräftor på de 10 bästa lokalerna året innan nya flodkräftor sätts ut.
- Vår uppfattning om kräftmängder vid utsättningen är att verksamheten inleds med de fem bästa lokalerna och att 200 kräftor sätts per lokal. Om kräftorna finns kvar året efter kan proceduren upprepas med fem nya lokaler året därpå.

Utredningen visar, sammanfattningsvis, att bottenförhållanden och fiskbeståndets sammansättning är lämpliga med tanke på en återinplantering med flodkräftor. Vattenkvaliteten är bra, men en viss tvekan finns när det gäller syrgasförhållandena vintertid. Vattenvegetationen är gynnsam för kräftor, men här finns en negativ koppling till uppkomst av låga syrehalter. En spillra av det forna flodkräftbeståndet finns kvar, men det krävs kompletterande provfiske under kommande säsong –främst för att klarlägga att inga signalkräftor har kommit in i systemet.

Referenser

- Appelberg, M. och T. Odelström.** 1984. Betydelsen av predation och näring för kräftpopulationer i kalkade vatten. Rapport från Limnologiska inst., Uppsala universitet. LIU 1984 B8.
- Bohl, E.** 1989. Untersuchungen an Flusskrebsbeständen. Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, München.
- Carlsson, C.** 1999. Flöden av kväve och fosfor i avrinningsområdet Vansjön-Nordsjön -bestämning av källflöden och retention genom modellering. Seminarier och examensarbeten Nr 34. Sveriges Lantbruksuniversitet och Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala.
- Dehli, E.** 1981. Åbor och ferskvannskreps. Fauna **34**: 64-67.
- Larsen, K.** 1990. Den ny krebsebog. Forlaget Pinus, Skjern, Danmark. ISBN 87-7722-024-2
- Lindqvist, U., T. Odelström och E. Sahlin.** 2005. Provfiske i Vansjön-Nordsjön 2005. Rapport 2005:25. Naturvatten i Roslagen AB, Norr Malma 4201, 761 73 Norrtälje.
- Lohammar, G.** 1938. Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. Symbolae Botanicae Upsaliensis III:1.
- Länsstyrelsen.** 2005. Kräftprovfisket 2005. Information från Länsstyrelsen i Västmanlands län. Lantbruks- och fiskeenheten. 623-08958-05.
- Olevall, I. & S. Vesterberg.** 1998. Vansjön 1997. En limnologisk undersökning. Examensarbete i biologi, 20p. Limnologiska institutionen, Uppsala Universitet. Scripta Limnologica Upsaliensia. 1998 B:6.
- Wallsten, M.** 1981. Changes of lakes in central Sweden during 40 years. Symbolae Botanicae Upsaliensis XXIII:3.
- Westman, K., H. Ackefors och V. Nylund.** 1992. Kräfter. Biologi, odling, fiske. Kiviksgårdens förlag.

VANSJÖN-NORDSJÖN

— kan vi få igång ett fungerande flodkraftbestånd?

- 1. Vilka faktorer spelar roll här?**
- 2. Avrinningsområdet och näringstransporten till sjöarna**

Nuvarande tillstånd enl Carlsson, 1999

Behov av förbättringar/förändringar

- 3. Sjöarnas ”allmäntillstånd”**

**Bl a Höga estetiska värden
Viktig fågelsjö**

- 4. Fys-kem tillståndet**

**Kopplingen till tillrinningsområdet
Kopplingen till åtgärder i tillrinningsområdet
Vad tål kräftorna?**

- 5. Växtplankton**

6. Vattenväxterna

Vassarna
Näckrosorna

7. Faunan

Fiskbeståndet enligt provfisket
Kräftbestånd enligt provfiske

8. Kräftbottnar

Nuvarande
Potentiella

9. Sammanfattning av de olika faktorerna

Fys-kem (inkl tillrinn omr)	Neutralt
Växtplankton	Neutralt
Vattenvegetationen	Neutralt (kan åtgärdas)
Fiskbeståndet	Neutralt, kolla utvecklingen!
Restbeståndet av flodkräfta	Talar för
Kräftbottnar	Neutralt (åtgärdas)

En generell åtgärd för att förbättra flera av tillstånden:

Höjning av sjöarnas vattenyta (vid lägsta lågvattennivå:

— med **10 cm** (på försiktighetens altare)

10. Slutligt svar på den ursprungliga frågan:

— prova att plantera ut t ex 1 000 vuxna kräftor fördelat på de tre bästa lokalerna:

**Sydvästra delen av Nordsjön
Kungsholmen i Nordsjön
Stenharet i Vansjön**