

JÖNKÖPINGS
KOMMUN

Åtgärdsprogram Landsjön 2006



Referens	Maria Carlsson, januari 2006
Kontaktperson	Elisabeth Thysell, Jönköpings kommun, tfn 036-10 54 55 Maria Carlsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län, tfn 036-39 50 15 Frida Carlsson, Hushållningssällskapet i Jönköpings län, tfn 036-39 88 80
Webbplats	www.jonkoping.se/mk
Fotografier	Maria Carlsson
Upplaga	150 ex
Tryckt på	Jordbruksverkets tryckeri

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Projekt Åtgärdsprogram Landsjön	6
Fakta om Landsjön	7
Tillståndet i Landsjön	8
Vattenkvalitet	8
Siktdjup	8
Syre	9
Näringsinnehåll	9
Djur och växtsamhället	10
Provfiske	11
Transport till sjön	11
Löst och partikulärt fosfor i tillrinnande vattendrag	12
Sedimentundersökning	13
Watshman – Källfördelning	14
Åtgärder	16
Innan näringen når vattnet	17
Brukning av jorden	17
Skydds zoner mot diken och vattendrag	19
Reglerad dränering	19
Avloppsrening	20
Transport till sjön/våtmarker	20
I sjön	21
Bortledning av bottenvattnet	21
Fällning av fosfor	22
Fiskevårdsplan	22
Biomanipulering	24
Muddring	22
Slutsatser	25
Vill du veta mer?	25
Referenser	26

Sammanfattning

Extern tillförsel av fosfor är den största fosforkällan till Landsjön. Endast en mindre mängd fosfor läcker från sjöns sediment. Näringstillförseln måste minska om värdena i Landsjön skall kunna bevaras på lång sikt. Åtgärder föreslås i tre steg: Innan näringsämnen nå vattendragen (1), rening av vattendrag och bäckar (2) samt åtgärder i sjön (3).

- Steg 1: Det viktigaste för Landsjöns del är att minska läckage av näring till vattnet. Arealförlusten av fosfor är hög och jordbruksmarken står för 66 % av fosfortillförseln enligt källfördelningsmodellen Watshman (IVL, 2005). Det är därför viktigt att komma igång med rådgivning till berörda om hur man kan minska fosforförlusten från åkermarken. Anläggning av skyddszoner är ett av de mest kostnadseffektiva angreppssätten för att minska transporten av fosfor (Strand 2005). En inventering och åtgärder av enskilda avlopp bör också övervägas då enskilda avlopp enligt källfördelningsmodellen står för 12 % av det totala fosforbidraget till Landsjön. En kostnadsuppskattning för att inventera enskilda avlopp bör utföras och därefter bör nyttan med inventeringen uppskattas. En informationsspridning om att minska användandet av fosforhaltiga tvätt- och diskmedel kan förslagsvis göras för hushåll utan kommunalt avlopp kring Landsjön.
- Steg 2: Näringsämnen i bäckar och diken kan förutom att fastläggas i skyddszoner även renas i våtmarker. Våtmarkslägen är identifierade och kan fungera på föreslagna platser i avrinningsområdet (Strand, 2005).
- Steg 3: Åtgärder i sjön är inte motiverade i det här läget då den mesta näringen tillförs sjön utifrån. Innan man utför åtgärder i själva sjön skall tillförseln av näringsämnen från omkringliggande mark vara åtgärdat. Åtgärder i sjöar blir ofta kostsamma, men ett antal beprövade metoder redovisas ändå i rapporten med motiv till varför de inte anses berättigade i en första insats i restaureringsarbetet. Det är dock högst motiverat att arbeta med en fiskevårdsplan för sjön. Den kan styra förvaltningen av fisket så att man inte riskerar att förstöra balansen mellan fisk, växt- och djurplankton i sjön.

Syftet med projektet är att bevara Landsjöns unika karaktär och artsammansättning. I rapporten som skrevs 2003 föreslogs en rad undersökningar (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2003). Till stora delar är dessa nu genomförda. Arbetet med Landsjön har kommit in i en fas där det blivit dags för praktiska åtgärder. En lokalt förankrad vattendragsgrupp borde bildas för att arbeta med vattenfrågor och hålla Landsjöprojektet levande tillsammans med kommunen och inblandade aktörer.

Sommaren 2004 genomfördes sedimentprovtagning och provfiske i sjön. Sedimentet visade sig innehålla måttligt höga fosforhalter. Järnbunden fosfor som löser sig vid syrefria förhållanden dominerade de översta lagren, men fanns i betydligt lägre halter i de undre lagren vilket visar att det utlakas järnbundet fosfor. Därför är det av vikt att syrefria förhållanden inte inträffar i Landsjöns bottenvatten. Syrefria förhållanden kan upp-

stå både sommar och vinter under de perioder då sjön är skiktad. Nedbrytningsprocesser vid sedimentytan förbrukar då allt syre eftersom vattnet inte cirkulerar så att nytt syre tillförs. Ju mer näring en sjö innehåller desto mer partiklar och döda organismer faller till botten och bryts ner vilket i sin tur förbrukar mer syre.

Provfisket visade något förvånande att abborren dominerade, både i biomassa och i antal individer, vilket är ett positivt tecken på att sjön inte är så långt gånge i övergödningssprocessen som man befarat. Därefter kom mört, gers och sist gädda. Gäddan är förhållandevis orörlig under sommaren och den blir därför underrepresenterad vid ett provfiske som utförs under augusti månad.

Projekt *Åtgärdsprogram Landsjön* startade hösten 2004 och har avslutats i mars 2006. Jönköpings kommun sökte och administrerar projektet som finansieras med det svenska Miljö- och landsbygdsprogrammet. Inom ramen för detta projekt genomfördes en fördjupad vattenkemisk studie under växtsäsongen 2005. Tillflödena till Landsjön visade sig ha höga halter av både partikulärt och löst fosfor och arealförlusterna av fosfor är höga. Halterna av fosfor i sjön varierar från höga till extremt höga vilket tydligt visar på en från miljösynpunkt oönskad situation. En studie av artsammansättning och biomassa av växtplankton (alger) gjordes också 2005. Det visade sig att sjön tidvis har hög biomassa av växtplankton. Blomningen 2005 dominerades inte av den särskilt besvärliga gruppen cyanobakterier som kan bilda gifter. Under tidigare somrar är det endast 1997 som blomningen dominerats av cyanobakterier, och då av en art som inte bildar gift.

Inom projektet har ett antal undersökningar och utredningar utförts, förutom att identifiera pågåendenärsaltsbelastning från jordbruksmark. Markavvattning och dikesföretag i tillrinningsområdet har identifierats och digitaliserats. En källfördelningsanalys har utarbetats. Lämpliga lokaler för våtmarker och skydds zoner har identifierats och information har fort-löpande spridits om projektet.

Projekt Åtgärdsprogram Landsjön

Jönköpings kommun sökte hösten 2004 medel för projektet *Åtgärdsprogram för Landsjön*. Projektet beviljades 609 900 kr från Jordbruksfondens Miljö- och landsbygdsprogram och startade i november 2004. Det som först sattes igång var provtagning i tillrinnande bäckar. Detta för att se hur höga fosfor- och kvävehalterna var samt för att åtminstone grovt kunna beräkna transporten av näringsämnen via de olika bäckarna.

I juni 2004 gjordes en undersökning av fosforinnehållet i Landsjöns sediment. Samma sommar i augusti gjordes ett provfiske i sjön för att undersöka fisksamhällets biomassa och artsammansättning.

Landsjöns vatten har provtagits under hela växtsäsongen april till september 2004 och 2005. Siktdjup, syrgashalt samt halter av fosfor och kväve i Landsjön har analyserats. 2005 togs även vattenprov för analys av växtplankton.

Övriga delar som ingått i projektet är lokalisering och digitalisering av äldre våtmarker och kartläggning av dikningsföretag. Framtagna förslag till nya placeringar av våtmarker och skyddszoner bygger på kartstudier och fältbesök som John Strand, Hushållningssällskapet i Halland har utfört.

En källfördelningsanalys har gjorts av IVL (Institutet för Vatten- och Luftvård). Källfördelningsanalysen ger svar på hur mycket näringsämnen som läcker från respektive område. Modellens källfördelningsberäkning innehåller fyra delar, avrinning, belastning, retention och transport, se vidare under kapitlet *Watshman*.

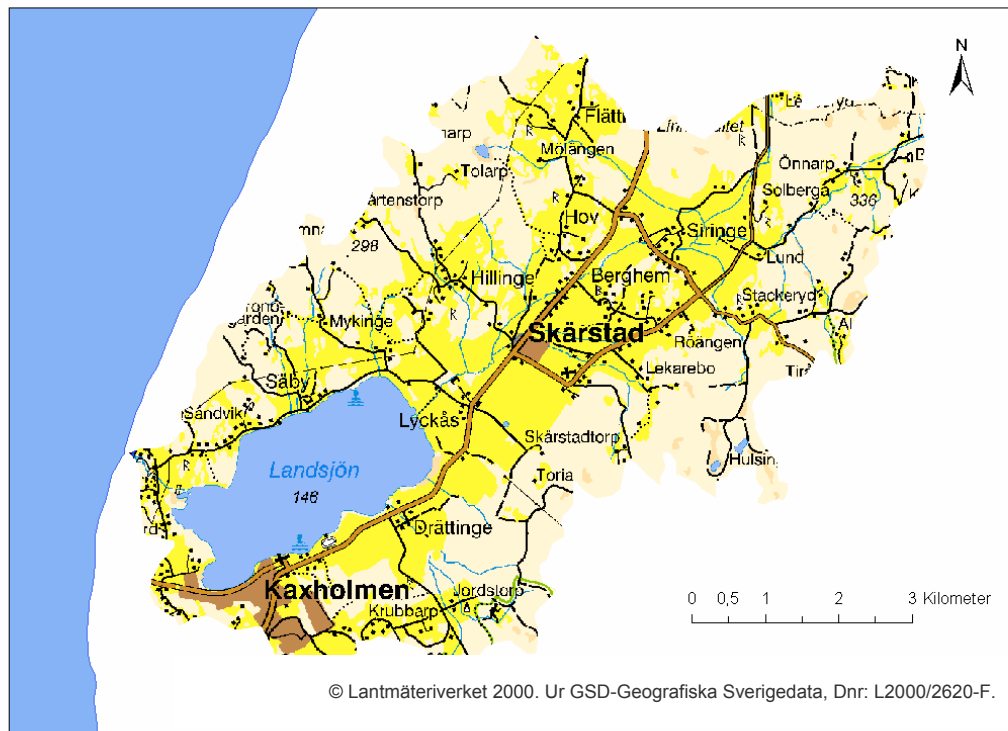
Under projektet har förankring av åtgärdsförslaget skett. Förslaget har diskuterats med berörda, t.ex. LRF, markägare och fiskevårdsområdesförening och informationsmöten har erbjudits intresserade.

Landsjöns tillrinningsområde

Landsjöns tillrinningsområde är mycket kuperat. Ungefär hälften av tillrinningsområdet är jordbruksmark, den största delen belägen i Skärstaddalen vars jordar består av isälvsavsatt lera och jordarna är mycket bördiga. Lerjordar har visat sig kunna läcka betydande mängder fosfor och mätningar i bäckar och diken i Landsjöns tillrinningsområde visar på höga halter av framförallt partikulärt fosfor. Vissa bäckar har mer löst fosfor och det tyder på att fosfor till stor del kommer från dräneringsrör.

Fakta om Landsjön

Namn	Landsjön
Kommun	Jönköping
Topokarta	7ESV
Sjönummer (SMHI)	670007
Tillrinningsområde (km ²)	48,2
Sjöyta (km ²)	5,28
Maxdjup	11,2
Medeldjup	6,6
Volym (miljoner m ³)	37,5
Omsättningstid	ca 3 år



Markanvändning 1993	% av arealen i området (exkl Landsjön)
Exploaterad mark	3,8
Jordbruksmark tot	53,4
Skogsmark tot	41,2
Torvmark	1,4
Sjö	0,2

Tillståndet i Landsjön

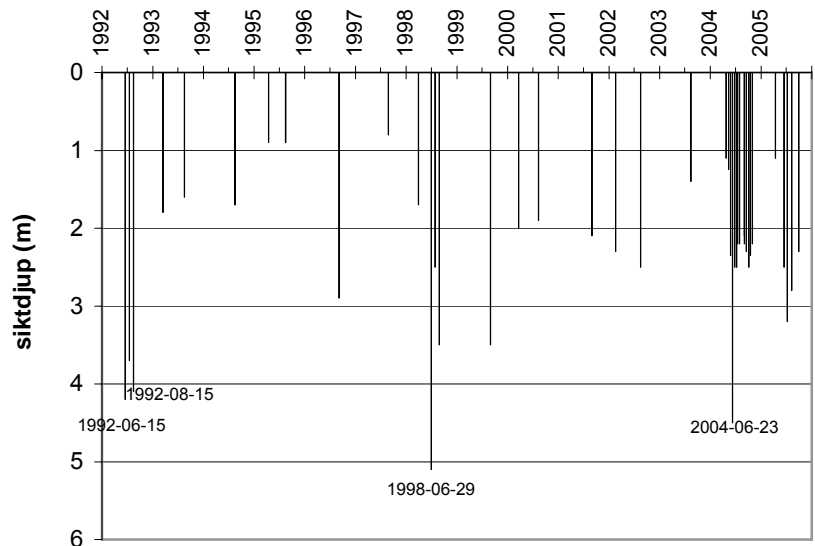
Under växtsäsongen 2004 och 2005 har omfattande undersökningar gjorts i Landsjön. Sedimentprover, vattenprovtagningar, provfiske och växtplanktonundersökningar har genomförts för att få en så fullständig bild som möjligt av sjöns tillstånd.

Vattenkvalitet

Landsjöns vatten och tillrinnande bäckar och diken har provtagits för att undersöka näringsinnehållet. Sjön har provtagits under växtsäsongen (april-oktober) 2004 för att få en bild av hur vattenkvaliteten och siktdjupet varierat. Året var mycket regnigt med den högsta årsnederbörden i Ramsjöholm sedan mätningarna startade 1991. Nästan en fjärdedel av hela årsnederbörden kom dessutom under juli månad som också var kallare än normalt. Under växtsäsongen 2005 undersöktes förutom vattenkvaliteten även växtplankton (alger) för att få svar på om det finns risk för giftiga algblomningar i sjön. Sommaren 2005 började med varmt och soligt väder, men andra halvan av juli och större delen av augusti var svala och nederbördsrika för årstiden. Detta innebär att planktontillväxten blir mindre än den skulle blivit om sommaren varit varm och solig.

Siktdjup

Vattnets siktdjup är ett mått på hur klart vattnet är. Siktdjupet påverkas negativt av partiklar och ämnen som färgar vattnet, exempelvis plankton, lerpartiklar eller humus. Siktdjupet i Landsjön varierar över året och är som regel störst i juni, mellan vårbloomingen av kiselalger och tilltagande alg tillväxt som ofta kulminerar i augusti, figur 1. Säsongerna 2004 och 2005 gjordes extra täta mätningar och man ser tydligt att siktdjupet minskar då vi har en pågående bloming av kiselalger i april och även i augusti då algiomassan är större jämfört med tidigare på sommaren (se vidare under avsnittet om växtplankton).

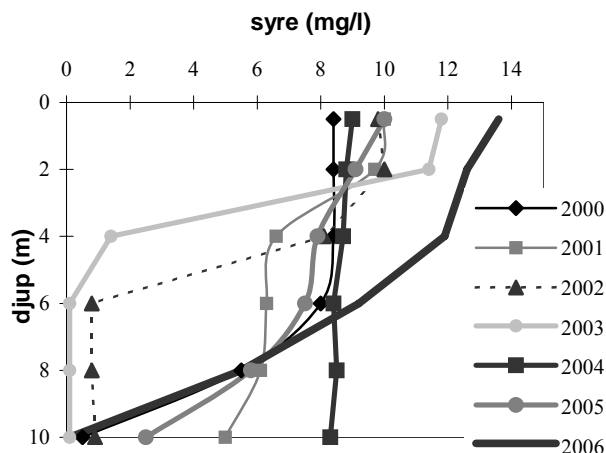


Figur 1. Siktdjupet i Landsjön 1992-2005.

Syre

Syre produceras av alger och gröna växter som är beroende av solljus. Låga syrgashalter i bottenvattnet under sommaren uppstår när sjöns ytvatten värms upp snabbare än vattnet under och hela vattenmassan inte hinner blandas om. Det kallare vattnet är tyngre och ligger vid botten. Syret vid botten förbrukas då av olika nedbrytningsprocesser samtidigt som inget nytt syre kommer ner från ovanliggande vattenmassa. De nedbrytningsprocesser som sker i bottenvattnet är exempelvis nedbrytning av växtplankton som efter

blomning sedimenterar på sjöbotten. Därutöver börjar sedimenten avge fosfor när det blir syrgasfritt i bottenvattnet (se vidare under avsnittet om sedimentundersökning).



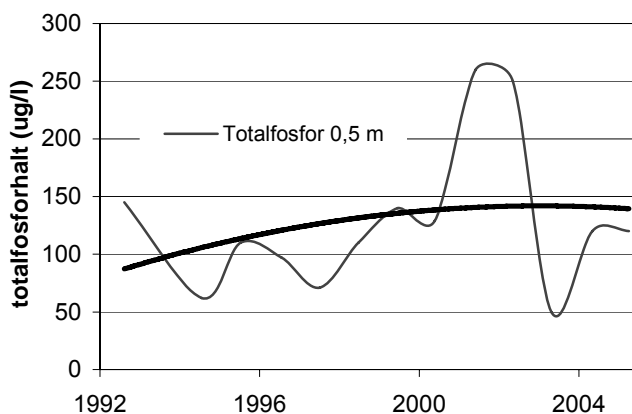
Figur 2. Syrgasprofiler i Landsjön 2000-2005.

Under säsongsprovtagningen 2004 förekom inga tydliga skiktningar i sjön, medan skiktningen var tydlig 2002 och 2003 då med fosforläckage som en uppenbar risk, figur 2. Vinterprovtagning från isen i slutet av januari 2006 visade att syrehalten sjönk brant från 5 meter och nedåt och att halten var under 2 mg/l mellan 9 och 10 m djup (botten).

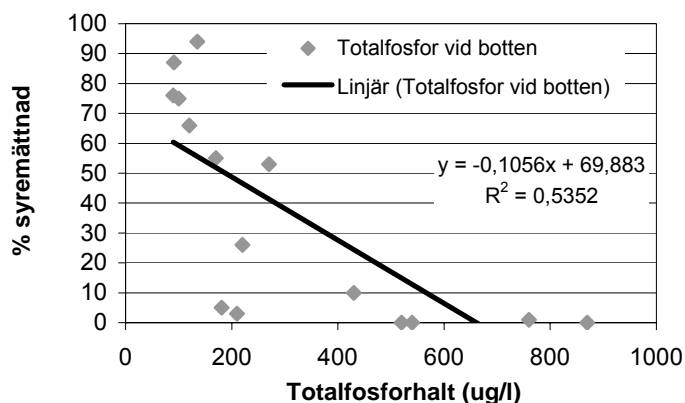
Fosforhalten i Landsjön har varit extremt hög (> 100 µg/l) vid flera provtagningar. Ett glidande treårsmedelvärde visar en stigande trend, med undantag för 2003 då värdet i ytan var betydligt lägre, Figur 3. Vid provtagningstillfället 2003 var dock sjön skiktad och fosforhalten i bottenvattnet var 15 ggr högre än i ytvattnet. I sötvatten är det oftast fosfor som begränsar tillväxten av alger. Tillgång på alger styr sedan i sin tur hur mycket djurplankton och fisk det kan finnas i sjön. Vid god tillgång på fosfor gynnas cyanobakterier som har förmågan att ta upp kväve direkt ur luften. De får då en fördel gentemot

Näringsinnehåll

andra alger som saknar denna förmåga. Cyanobakterier kan ge upphov till giftiga algbloomningar på sommaren.



Figur 3. Augustivärde. Trendlinjen för totalfosfor i Landsjön visar att halterna ökat under 1990-talet.



Figur 4. Korrelationen mellan fosfor och syrgashalt i bottenvattnet.

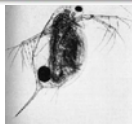
Ökad tillförsel av fosfor till ett sådant system kan utlösa den typ av giftiga algbloomingar som förekommer i övergödda sjöar och i havet.

Fosforhalterna i bottenvattnet har vid låga syrehalter varit höga, se figur 4.

Kvävehalterna i Landsjöns vatten pendlar mellan måttligt höga (300-625 µg/l) och höga halter (625-1250 µg/l). Landsjön har ett stort kväveunderskott (kvävehalt/fosforhalt <10) vilket är mycket ovanligt i sötvatten. Om kvävehalten är låg gynnas de organismer, t.ex. cyanobakterier, som kan ta kväve direkt från luften.

Bedömningsgrunder

Tillståndet för t.ex. fosfor och kväve i vatten klassas i fem klasser, från *mycket låga halter* till *mycket höga halter*. Samma typ av klassning kan även användas vid bedömning av t.ex. försurning och ljusförhållanden i sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 1999). Klasserna bygger på ett stort datamaterial från hela Sverige.



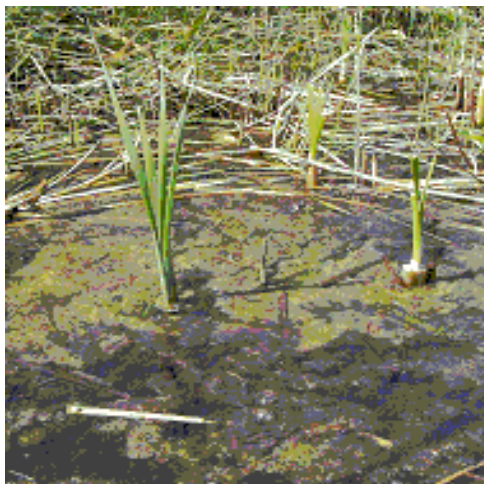
Djur och växtsamhället

För att en sjö ska fungera så krävs att djur och växtsamhället är i balans. Djur och växtsamhället regleras både av näringstillgången och av konkurrens och predation. Alger och växter tar upp näring ur vattnet. Dessa äts av djurplankton som i sin tur äts av t.ex. mört. Mörtfiskens äts av rovfisk, t.ex. gädda. Om rovfisken tas bort ökar mängden fisk som äter djurplankton (t.ex. mört) och algerna som tidigare hölls nere av djurplankton kan föröka sig obehindrat. I en sjö som Landsjön med stor tillgång på näring i vattnet skulle detta leda till algbloomingar.

Figur 5. Exempel på hur en enkel näringskedja i Landsjön kan se ut. Växtplankton som äts av djurplankton som äts av mört som äts av en gädda.

Växtplankton

Växtplankton kallas de friflytande encelliga alger som finns i sjöar. Växtplankton har undersökts i Landsjön från april till september 2005. Planktonsammansättningen visar att sjön är näringsrik och jämfört med tidigare undersökningar så syns inga trender mot vare sig ökande eller minskande halter. I april uppmättes den högsta biomassan och planktonsamhället dominerades av kiselalger. Det är normalt att en massförekomst av kiselalger uppträder efter islossningen på våren. Det beror dels på solljus och värme samt att det finns mycket näring i vattnet eftersom det inte förbrukas så mycket under vintern.



I övriga prov dominerade rekyalger, en algtyp som förekommer i både näringsrika och näringsfattiga sjöar. Cyanobakterier (blågrönalger) förekommer i Landsjön, men både biomassa och antalet arter är lågt. Cyanobakterier kan fixera kväve direkt från luften och gynnas extra mycket av höga fosforhalter. Om Landsjön fortsätter att vara näringsrik och ha underskott på kväve så kommer dessa bakterier att gynnas mer och risken finns att de tar över planktonfloran. Vissa cyanobakterier kan bilda gift och vid massförekomst (algblooming) kan vattnet bli giftigt. Fotot till vänster visar samlingar av alger från Landsjön sommaren 2005. De är dock ej artbestämda.

Provfiske

Vid provfisket 2004 fångades abborre, mört, gers och gädda. Abborre dominerade biomassan med 66 %, mörten var nästdominerande med 26 % av vikten. Det är ett tecken på att sjön inte är så långt gånge i övergödningens processen som befarats. Landsjön är en bra gäddfiskesjö. Gäddan rör sig relativt lite jämfört med andra fiskar och blir därför underrepresenterad i ett provfiske. Gäddorna och andra rovfiskar i Landsjön bidrar till att hålla nere mörtbeståndet så att inte mörten tar över fisksamhället. Om mörten blir för talrik kan de trycka ner djurplankton och därmed indirekt gynna tillväxten av växtplankton och öka risken för algblooming i sjön.

Transport till sjön

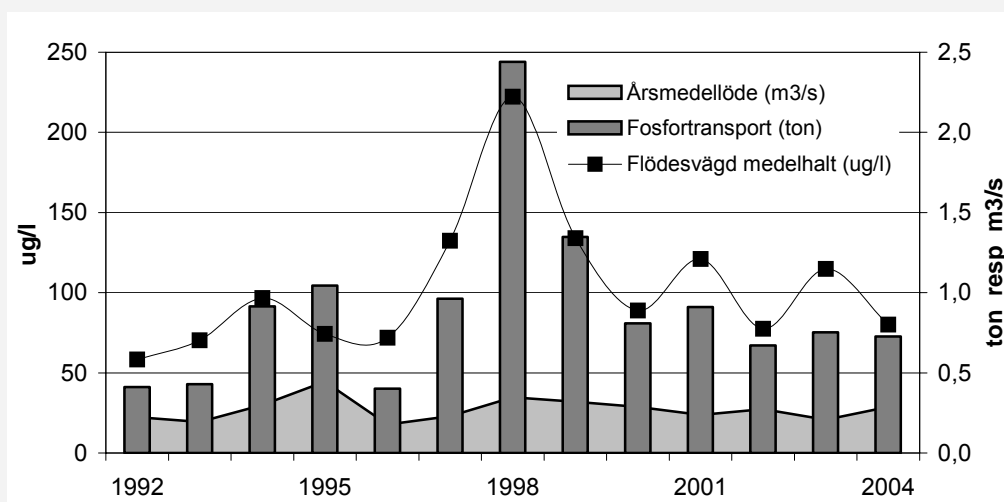
Resultaten visar att halterna av fosfor och kväve är mycket höga i flera bäckar och att transporten till Landsjön via dessa är stor. Transportberäkningar för både fosfor och kväve görs årligen inom recipientkontrollen i Lyckåsån (ALcontrol 2005). Transporten av fosfor till Landsjön från Lyckåsån är beräknad till 900 kg/år i genomsnitt för åren 1992–2004. Som jämförelse kan sägas att motsvarande medelvärde för Nässjöån som är det största tillflödet till länets mest övergödda sjö, Ryssbysjön är 670 kg fosfor per år.

Enligt källfördelningsberäkningarna i Watshman transporteras totalt 1 200 kg fosfor till Landsjön. Det betyder att Lyckåsån står för 75 % av den fosfor som transporteras till

Landsjön (se vidare under kapitlet Watshman – Källfördelning). Transporten varierar med nederbörden och för att göra rättvisa jämförelser mellan år kan flödesvägda medelvärden räknas ut, se faktaruta nedan.

Flödesvägd medelhalt

Variationen i transporterad fosfor beror delvis på nederbörden och för att jämföra om halterna ökar eller minskar kan man räkna ut flödesvägda medelhalter. Det görs genom att dividera årstransporten med årsflödet och enheten blir precis som för de uppmätta halterna $\mu\text{g/l}$. Det innebär att om två år har lika stor transport i ton men olika stora flöden så kommer det året med högst flöde ha en lägre flödesvägd medelhalt än året med det lägre flödet.



Figur 6. Transport av fosfor och flödet i ån utgör beräkningsunderlag. Observera åren 1995 och 1996 där den flödesvägda medelhalten är ungefär densamma trots att transporten skiljer sig mycket åt. Det beror på att de båda åren hade väldigt olika stora flöden.

Löst och partikulärt fosfor i tillrinnande vattendrag

Fosfor som finns i marken är till största delen bunden på ytan av eller inuti jordpartiklar. Fosfor förekommer även som fosfatfosfor löst i markvätskan eller är organiskt bunden till rester av rötter och mikroorganismer. Fosfatfosfor är direkt tillgängligt för växterna medan de andra formerna först måste brytas ner.

Fosforförluster från jordbruksmark sker i huvudsak genom yterosion men även inre jordtransport förekommer via markvatten. Erosion sker oftast i samband med kraftiga regn eller vid snösmältning varvid jordpartiklar förloras genom ytavrinning vilket framför allt uppstår på öppen, bearbetad jord. Yterosionen blir mest kraftig när fältet lutar och ju tyngre jorden är (finare mineralpartiklar). Jordar med höga P-AL-klasser avger ofta mer fosfor vid avrinning än jordar med lägre innehåll av fosfor. Inre erosion innebär att stora vattenmängder snabbt tränger genom jorden varvid vattnet tar den lättaste vägen vilket är genom stora gångar. De små gångarna blir snabbt vattenfyllda och istället rinner vattnet genom större hålrum som torrsprickor, sprickor längs rötterna och maskgångar och sliter med sig jord och fosfor löst i vatten ut i dräneringsrören. Lerjor-

dar med god struktur och grova makroporer är speciellt utsatta för sådan snabb transport av vatten och lösta ämnen, däribland fosfor.

Halten av totalfosfor i Lyckåsån har sedan mätningarna startade 1988 varierat mellan 15 och 460 µg/l med ett medelvärde på 102 µg/l och ett medianvärde på 86 µg/l. Detta är bland de högst uppmätta halterna i kommunen. Halterna i de mindre bäckarna som rinner till Landsjön och Lyckåsån varierar betydligt mer än i Lyckåsåns huvudfåra. Totalfosfor har vid vissa mätningar varit uppåt 1 000 µg/l. Fosfor förekommer i bäckarna både i löst form (fosfatfosfor) och i partikelbunden form. Den lösta fosfor är direkt tillgänglig för växtligheten medan den partikulära fosfor är olika hårt bunden till organiska och oorganiska partiklar. I Lyckåsåns huvudfåra har fosfatfosforhalten oftast varit högre än halten av partikulärt bundet fosfor.

I biflödena Klockarebäcken, Kvarnbäcken, Hultarpsbäcken och Dånängsbäcken dominerar löst fosfor. Även vid högflödesmätningar i dessa vattendrag har den lösta fosforhalten överstigit den partikulära trots att man annars kunnat tänka sig att stora vattmängder skulle föra med sig mycket partikulärt material. I Drättingebäcken däremot är halten av partikulärt fosfor oftast högre.

Fosforhalten i mindre bäckar och diken har visat sig vara höga i de mätningar som genomförts under 2004–2005. En viktig åtgärd för att minska fosforbelastningen på Landsjön är att minska erosion och transport av både löst och partikulärt fosfor via mindre diken och bäckar. Detta kan göras med hjälp av skyddszoner intill bäckar och vattendrag. Vilka områden som har de högsta förlusterna syns i Watshman-modellen, Figur 7.

Sedimentundersökning

Sedimentundersökningen i sjön visar att Landsjöns ytsediment har måttligt höga halter av totalfosfor, se faktaruta. Halterna av de rörliga fosforfraktionerna löst fosfor (vattenlöslig), organiskt bunden fosfor och järnbundet fosfor är högst i ytsedimentet för att sedan sjunka vilket visar att Landsjöns sediment avger fosfor (Rydin 2004). Den vattenlösliga fosfor lakas ur nästan helt och halterna i sedimenten från fem cm djup och neråt är bara någon tiondel av halten i ytskiktet. Organiskt bunden fosfor frigörs genom nedbrytning och fem cm ner har halten av organiskt bundet fosfor sjunkit till runt hälften av ytskiktets halt.

Även halterna av järnbunden fosfor sjunker nedåt i sedimentet och ungefär en tredjedel är kvar fem cm ner. Den järnbundna fosforfraktionen frigörs vid syrefria förhållanden vid botten. De minskande halterna nedåt i sedimentet visar att Landsjöns bottenvatten åtminstone tidvis är syrefritt och att järnbunden fosfor då frigörs. Järnbunden fosfor är den enskilt största fraktionen och utgör en tredjedel av det totala fosforförrådet i ytsedimentet.

Bedömning av fosfor i sediment

Bedömningen är gjord utifrån den femgradiga skala som utvecklades för Ryssbysjön 2003 (ALcontrol 2003). Den bygger på data från prover tagna på olika djup i Ryssbysjöns sediment och samt från andra sjöar i regionen. Ryssbysjöns har ungefär dubbelt så höga halter som Landsjön och Landsjöns halter hamnar därför inte i någon av de två högsta klasserna.

Watshman – Källfördelning

Belastningen av fosfor och kväve i kg/ha är högst från området runt Lyckåsåns nedre delar närmast Landsjön. Totalt beräknas 32 ton kväve och 1,2 ton fosfor lämna Landsjöns avrinningsområde per år. Förlusten av fosfor varierar från 0,24 och 0,45 kilo per hektar och bedöms som höga till mycket höga. Fosforförlusterna från Landsjöns tillrinningsområde är i nivå med förlusterna i Draftingebäckens tillrinningsområde. Draftingebäcken ligger på gränsen mellan Gislaveds och Värnamo kommun med ca 80 % jordbruksmark inom tillrinningsområdet. Den årliga förlusten av kväve varierar från 4,6 upp till 12 kilo per hektar vilket klassas som höga förluster. Kväveförlusterna från Landsjöns tillrinningsområde är lägre än förlusterna från Draftingebäcken där förlusten var ca 15-20 kg per hektar och år (Länsstyrelsen 2003b). Klassningen har gjorts enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999).

Olika verksamheters bidrag till övergödningen av Landsjön har modellberäknats med Watshman. Modellen har utvecklats av IVL Svenska Miljöinstitutet och bygger på data om klimat, jordarter, markanvändning, djurtäthet och enskilda avlopp. Modellen kan sedan beräkna avrinning, belastning (kväve och fosfor), retention (minskning av läckage ut från ett visst område genom olika processer) och den slutliga transporten av näringsämnen ut från området (IVL 2005), se faktaruta.

Watshman – modellberäkningar i fyra steg

Avrinning: Hur stor mängd vatten som lämnar ett område. Läckage av näringsämnen är till stor del beroende av avrinningens storlek.

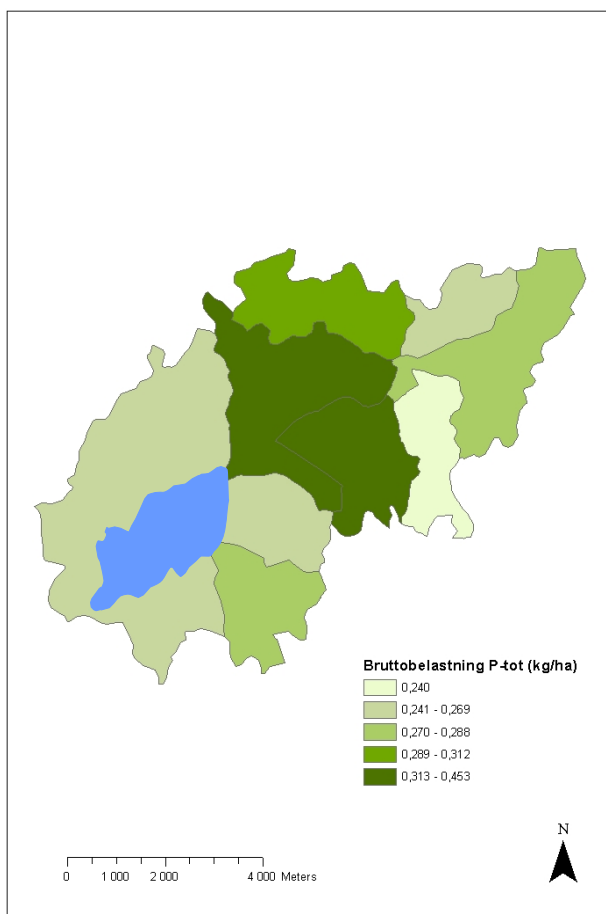
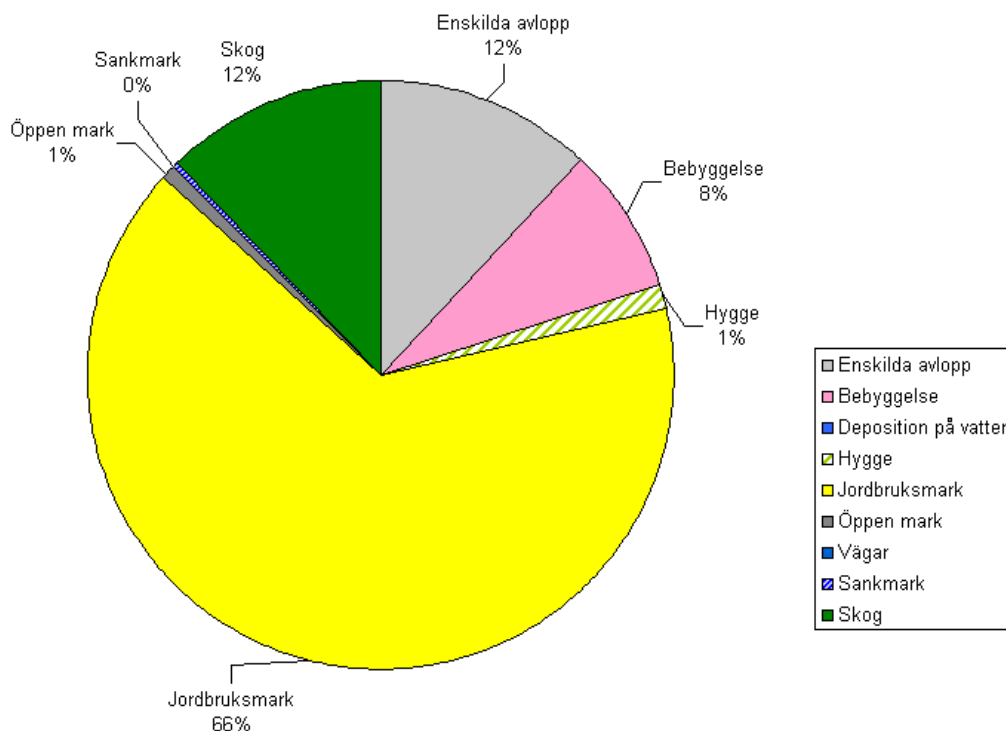
Belastning: Bruttoläckage av kväve och fosfor. Består av diffust markläckage, punktkällor som t.ex. enskilda avlopp och deposition.

Retention: Den del av belastningen som tas upp på vägen genom området. Exempel på retentionsprocesser är sedimentation, näringsupptag i växter, denitrifikation (omvandling av nitrat till kvävgas).

Transport: Förlust av kväve och fosfor beräknas som bruttobelastning från ett område minus retention.

Jordbruksmarken är den största källan till belastning av kväve och fosfor i Landsjöns avrinningsområde. Källfördelning för belastning före retention visar att jordbruksmarken står för 66 % av fosforbelastningen följt av enskilda avlopp och skog, båda 12 % och bebyggelse 8 %. Enligt samma beräkning kommer 73 % av kvävebelastningen från jordbruksmark. Närmast efter i storleksordning kommer deposition på vatten 10 % och skog 8 %, figur 7.

I Watshman har beräkningar gjorts av fosforförlusten från olika delavrinningsområde. Det visar sig att de områden som har de största bruttoförlusterna av fosfor (kg/ha) är området runt Lyckåsån från Siringe ner till Landsjön samt Klockarebäckens delavrinningsområde, figur 7. Halterna i bäckarna och Lyckåsån varierar mycket med nederbörden och det högsta uppmätta halten under projekttiden har varit just i Klockarebäcken i samband med högflöde. Totalfosforhalten var då 950 µg/l.



Fosforförlusterna från jordbruksmarken är betydande för tillförseln av fosfor till Landsjön. Ett användbart verktyg för plats-specifikt åtgärdsarbete för att reducera fosfor är Fosforindexmetoden (Djodjic et al., 2002, Djodjic & Bergström, 2005). Metoden kräver detaljerade markemiska data och fokuserar på att rangordna den potentiella fosforförlusten från olika fält. Underliggande orsaker kartläggs och motåtgärder tas fram för varje enskilt fält. För att använda modellen krävs mer indata än vad som idag finns tillgängligt, t.ex. ytterligare markkemiska provtagningar.

Figur 7. Källfördelning av belastning av fosfor (cirkeldiagram högst upp på sidan) för Landsjöns avrinningsområde beräknat som årsgenomsnitt 2000–2004. Kartan till vänster visar bruttobelastningen av fosfor från olika delavrinningsområden.

Åtgärder

Extern tillförsel av fosfor är den största fosforkällan till Landsjön. En mindre mängd fosfor har också visat sig läcka från sjöns sediment. Problem med övergödning kan motverkas på olika sätt och det är nödvändigt att se på alla möjligheter till åtgärder som kan passa områdets förutsättningar. För att långsiktigt minska halterna av näringsämnen i Landsjön krävs att läckage från marken och små punktkällor minskas.

Viktigast och mest kostnadseffektivt för Landsjöns avrinningsområde är att få fler skydds-zoner utmed vattendragen. Dessa fungerar som ett filter och hindrar att fosfor läcker ut i bäckar och diken. Därutöver utgör de en källa till biologisk mångfald och fungerar som spridningskorridor för växter och djur. Skyddszonerna blir extra värdefulla i ett i övrigt enformigt jordbrukslandskap.

När näringsämnen runnit ut i vattendragen kan de hindras från att nå sjön genom olika typer av näringsfällor som våtmarker och dammar. Dessa fungerar dels som sedimentationsfällor för partiklar, dels som filter där växtligheten i våtmarken tar upp näringen.

Om sjöns bottensediment är så näringsrika att sjön göder sig själv, räcker det inte med åtgärder i omlandet för att sjön på rimlig tid ska återhämta sig. Då krävs åtgärder i själva sjön. Det mest drastiska är att ta bort sedimentet genom muddring, men det finns även andra sätt. Det fosforrika bottenvattnet kan ledas ut från sjön genom en s.k. Oslewskis tub eller också kan fosfor fällas ut med hjälp av aluminiumsulfat (Cooke et al. 1993).

Sjöns ekosystem kan också behöva förändras för att vända den negativa trenden. Om fisksamhället har en för stor andel mörtfisk kan en åtgärd vara en riktad utfiskning, s.k. biomanipulering, där fisket koncentreras för fångster av djurplanktonätande fisk (Hansson 1998). Om vegetationen i sjön som slagits ut p.g.a. massförekomst av alger kan återinplantering av undervattensväxter vara nödvändigt.

Vattendragsgrupp

En lokalt förankrad vattendragsgrupp bör bildas för att förankra och driva arbetet med åtgärdsprogrammet för Landsjön vidare. Gruppen skulle stå för den kontinuitet och uppföljning som behövs för att ett projekt ska bli lyckat. Att ta tillvara och sprida den kompetens som finns hos brukarna är viktigt. Ny kunskap i frågor förs ofta ut till brukarna genom deras egna nätverk. En kontinuerlig dialog mellan det offentliga och det privata är därför nödvändig. Redan idag finns flera idéer om enskild rådgivning, växtnäringsträffar, maskindemonstrationer, fältvandringar med tema skydds-zoner och våtmarkers placering, förslag på samordning m.m.

Innan näringen når vattnet

Åtgärder kan sättas in på flera ställen längs näringsämnenas väg till sjön. Det allra bästa är om man kan förhindra läckage från olika källor ut till vattnet för vidare transport till sjön. Detta kan till viss del göras genom att ändra brukningssätt av jordbruks- och skogsmark. Skydds-zoner som filtrerar bort och tar upp näring är en annan effektiv åtgärd längs öppna diken och bäckar.

Det saknas stora punktkällor för fosfor till Landsjön. Men totalt beräknas enskilda avlopp stå för 12 % av fosfortillförseln till Landsjön. En inventering av och åtgärder vid enskilda avlopp är därför en möjlig åtgärd i syfte att förhindra läckage av näringsämnen till vattnet.

Brukning av jorden

Åkermarkens innehåll av fosfor är en viktig faktor som påverkar risken för förluster från fältet men det finns inget enkelt samband mellan halten och storleken på förlusten. Variationen mellan fält är dramatisk och troligen står ett fåtal fält för de stora förlusterna och genom att bruka dem med eftertanke kan fosforförlusterna minskas. En sammanställning av information om fosforförluster från jordbruksmark finns i Barbro Uléns rapport *Fosforförluster från mark till vatten* från 2005 (Naturvårdsverket 2005).

På en lerjord är risken för inre erosion stor. Om jorden är *fri från packningsskador* och med *god struktur* minskas risken för stående vatten. En lerjord bör plöjas under torra förhållanden för att minimera risken för packningsskador. Man kan bidra till att minimera packningsskadorna ytterligare genom att koncentrera tunga transporter till åkervägar, sänka lufttrycket i däcken och använda större däck.

De största förlusterna från lerjordar förekommer under korta perioder med högt vattenflöde, t.ex. vid snösmältningen eller skyfall, speciellt om vatten blir stående kvar på fältet. Makroporflödet sätts igång genom att det stående vattnet bildar ett övertryck på markytan. I den syrefattiga miljön under vattenpölar ökar också fosforns rörlighet (Djordjic, 2001).

En annan typ av fosforförluster än det diffusa läckaget är de tillfälliga förluster som kan ske från nyligen applicerad mineralgödsel eller stallgödsel i samband med nederbörd. Sådana förluster kan ske både med ytavrinning och via dränering. Djurgårdar har där speciella problem eftersom flytgödseln kan rinna rakt genom makroporerna. Den kan också täppa till de mindre porerna i marken och åstadkomma en snabb kanaliserad transport av fosfor genom de stora porerna. Då jorden är blöt och marken skadad av packningen av de stora flytgödslekipagen kan det bli stora förluster.

Val av *jordbearbetning* och tidpunkt för denna bidrar starkt till att minska fosforförlusterna. Ulén (2001) har visat resultat från försök på en mjälalättlera i Dalarna där vårplöjning halverar fosforförluster med ytvatten (0,2 kg P/ha) jämfört med höstplöjning (0,4 kg P/ha). Det finns nya redskap (såplog) som möjliggör plöjning på våren på lerjordar som inte är alltför styva. Det kan dock vara svårt att hinna vårplöja de jordar som torkar snabbt på våren.

Spridning av stora mängder stallgödsel kan innebära att åkern tillförs mer fosfor än vad grödan och skiftet behöver samma år. För att *undvika överdosering av fosfor* och därmed risk för förluster bör hellre en lägre stallgödselgiva spridas på flera skiften än all gödsel på ett fåtal åkrar. Vårspridning är att föredra framför höstspridning på lättare jordar, och oavsett jordart är det positivt att *bruka ned gödseln* för att risken för ytavrinning under hösten/våren ska reduceras. När gödseln myllas ned ökar kontakten mellan jordpartiklarna och fosfor vilket ger mindre fosformängder i utlakningsvattnet (Djordjic, 2001). Den av praktiska skäl populära stallgödselspridningen på morgontjälad mark utgör en klar risk för fosforförluster. Jorden torkar inte upp på länge och stallgödseln riskerar att sköljas bort av kraftiga vårregn, antingen på ytan eller genom makroporerna.

Om fältet lutar mot vattendraget kan en annan åtgärd vara att plöja vinkelrätt mot lutningen de år jorden ligger öppen, s.k. *konturplöjning*, vilken innebär att plöja, så och skörda längs med höjdkurvorna i landskapet, d.v.s. vinkelrätt mot slutningen. Konturplöjning rekommenderas dock inte på branta sluttningar, eftersom det kan leda till genombrott av vattenflöden med påföljande erosion.

En mark bevuxen med vegetation eller växtrester skyddar mot regndroppars slag vid kraftiga regn, men växttäckets kan i sig ge ökade fosforförluster genom att avge fosfater när bladen fryser sönder. Försök som Ulén (1997) refererar till har visat på 20 % mindre förluster via dräneringsvattnen vid odling av vall jämfört med en korngröda. Det var främst den partikulära fosfor som minskade, medan den lösta fosfor var ungefär densamma. Makroporsystemet med maskhål utvecklas dock med åren i en vall och risken för fosforförluster ökar därför i permanent långliggande vallar.

Vid koncentrerade djurbeten längs vattendrag kan djuren förstöra jordstrukturen och erosion kan ske i direkt anslutning till vattnet. Man bör då ställa i ordning ordentliga dricksplatser åt djuren och förstärka marken där djuren trampar mycket.



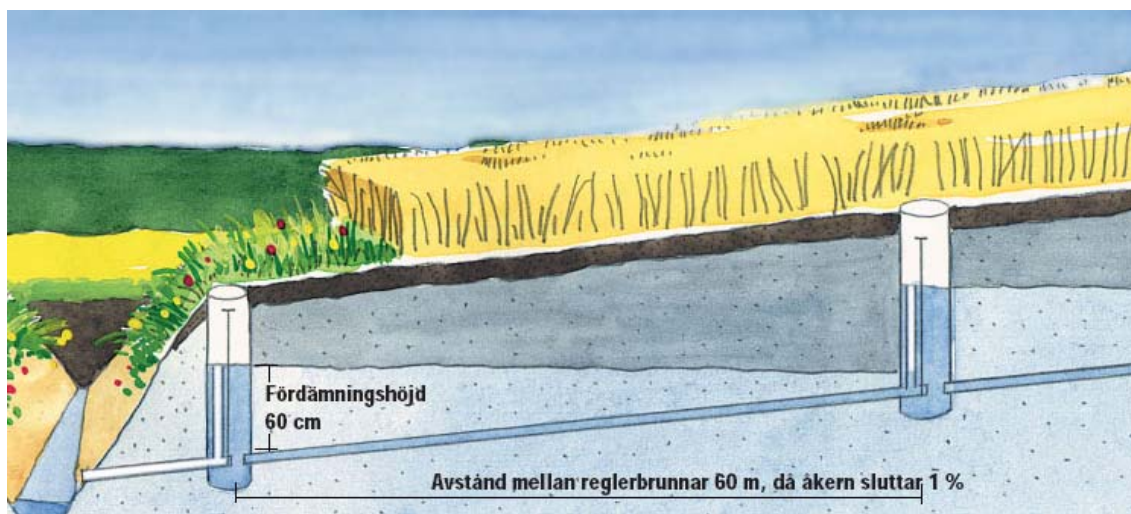
Skyddszoner mot diken och vattendrag

I sin inventering av lägen för skyddszoner har John Strand från hushållningssällskapet i Halland pekat ut ett antal vattendragssträckor som är lämpliga för anläggning av skyddszoner (Strand 2005). Skyddszoner förhindrar effektivt jordpartiklar och näringsämnen från att lakas ut från åkern. Detta är det mest beprövade sättet att minska fosfortransporten från åkrarna ner i vattnet. Framförallt från jordar med höga fosforhalter och starkt lutande åkrar är skyddszoner ett bra alternativ till för att förhindra näringsämnesläckage till vattendragen. Skyddszonen hindrar också själva strandbanken mot erosion. I ett i övrigt enformigt jordbrukslandskap skapar skyddszonerna spridningskorridorer för djur och växter som annars skulle få svårt att klara sig (Ulén och Jakobsson 2005). Ersättningen för skyddszoner är låst under 2006 i väntan på det nya Miljö- och Landsbygdsprogrammet som kommer att gälla från 2007-2013. Det är i dagsläget inte bestämt om det nya programmet kommer ge ersättning för skyddszonsanläggning, men satsningar på miljöåtgärder kommer sannolikt att öka i programmet. Viktigt att betona är de allt större regionala friheter som aviseras i skrivningarna bakom det nya programmet. Det borde därför vara väsentligt att i den regionala miljöplaneringen lyfta fram de åtgärder som föreslås runt Landsjön, så att de genomförs med lämpliga ersättningsformer som bäst betalar företagen.

Reduktionen av fosfor med hjälp av skyddszoner varierar med topografi, gröda och brukningsätt. Forskningsförsök i Finland visar att fosforreduktionen redan efter några meters skyddszon kan bli upp till 60 % (Kuusemets *et al.* 2005). Norska försök med olika bredder visar att en fem meters skyddszon kan reducera fosforläckaget med 70 % medan 10 meters skyddszon kan hålla kvar upp till 90 % av fosfor (Syversen 2005). I Barbro Uléns sammanställning från 2005 finns exempel på försök med en fosforreduktion upp till 88 %.

Reglerad dränering

Reglerad dränering är inte en metod som är aktuell i Landsjöns avrinningsområde, bl.a. på grund av den höga lutningen på åkrarna. Metoden är i vissa områden en framkomlig väg för att minska läckage från täckdikningssystem vid andra markförhållanden. Det fungerar så att en höj- och sänkbar slang kopplas på stamledningen i speciella brunnar som anläggs vid utloppet. Grundvattennivån i marken kan då regleras genom att vattennivån i slangens står i förbindelse med vattennivån i marken enligt principen om kommunicerande kärl, figur 8.



Figur 8. Reglerad dränering. Principskiss hämtad från www.rent-vatten.com.

Avloppsrening

Modelleringen i Watshman visar att enskilda avlopp står för 12 % av fosfor utsläppen (ca 200 kg). Om man bygger om alla enskilda avlopp som idag inte är godkända med slamavskiljare och markbädd skulle kunna minska fosforutsläppen med 55 kg fosfor per år. Om man dessutom kombinerar anläggningen med ett fällningssteg (typ Ecotreat eller AquaStone) så kan ytterligare 50 kg renas bort. Dessa beräkningar är dock osäkra p.g.a. att det saknas siffror på antalet icke godkända avlopp för Landsjöns avrinningsområde. Det är därför önskvärt att en inventering av de enskilda avloppen görs och att de som inte är godkända restaureras eller byggs ut med godkända system.

Val av tvättmedel

Fosfat är en vanlig beståndsdel i tvättmedel och tillsätts för att göra vattnet mjukare. Även miljömärkta tvättmedel innehåller ofta fosfater. På Naturskyddsföreningens hemsida finns en aktuell lista på tvättmedel som är klassade som *Bra Miljöval*. Dessutom finns det markerat vilka som innehåller fosfater. Om man har ett avlopp som inte är kopplat till något reningsverk så bör man tänka på att använda fosfatfria tvättmedel. Italien och Tjeckien har redan förbud mot fosfater i tvättmedel och EU utreder frågan (www.snf.se).

Transport till sjön – Våtmarker

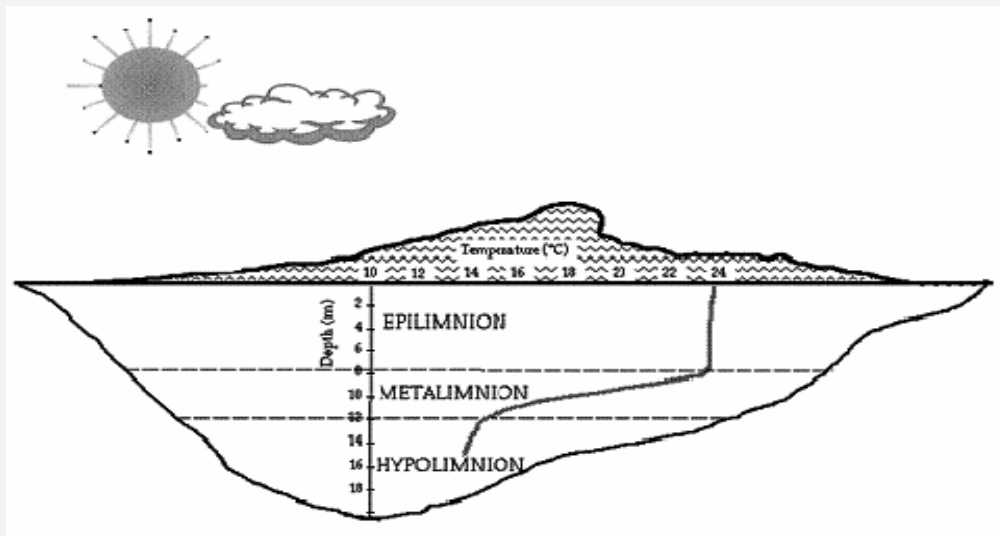
När näringsämnen väl hamnat i vattnet så finns det fortfarande medel för att hindra dem från att nå sjön. Våtmarker har anlagts på många håll i framförallt kustnära områden och då främst i syfte att rena vattnet från kväve. I avrinningsområden till sjöar där fosfor är problemet kan våtmarker bromsa upp flödet och partikelbundet fosfor sjunka till botten och bli kvar i våtmarken. Växtligheten i våtmarken kan också rena vattnet genom att ta upp växttillgängligt fosfor. För att långsiktigt få bort näringen ur systemet måste våtmarken skötas. Näringsrika sediment ska avlägsnas så att inte våtmarken fylls igen. Växtligheten som tar upp näring kan sköras för att på så sätt avlägsna näring. För detaljer om eventuella våtmarkers lägen och utformning, se John Strands rapport om inventering av våtmarkslägen (Strand 2005). För anläggning och skötsel av anlagda våtmarker se vidare Hushållningssällskapets skrifter *Praktisk handbok för våtmarksbyggnad* och *Anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet* (Feuerbach 1998 och 2004). Se även digitalisering och lokalisering av äldre våtmarker (kartor fås via kommunen).

I sjön

Det finns flera alternativa angreppsmetoder för att minska den interna belastningen av fosfor, de mest använda beskrivs nedan. Landsjöns bottensediment är en källa till fosfor och under de perioder då sjön är skiktad har fosforhalten i bottenvattnet (hypolimnion) varit upp till 15 gånger högre än i ytvattnet (epilimnion), se faktaruta om sommarskiktning. Perioderna med skiktning har inte varit långvariga under 2004 och 2005, de hela säsonger som Landsjön provtagits. Det är därför inte troligt att det läcker några stora mängder fosfor från sedimentet. Detta stöds också av de transportberäkningar som gjorts ut från Landsjön där uttransporten från sjön legat på 1 400 kg jämfört med den beräknade intransporten på 1 200 kg.

Sommarskiktning

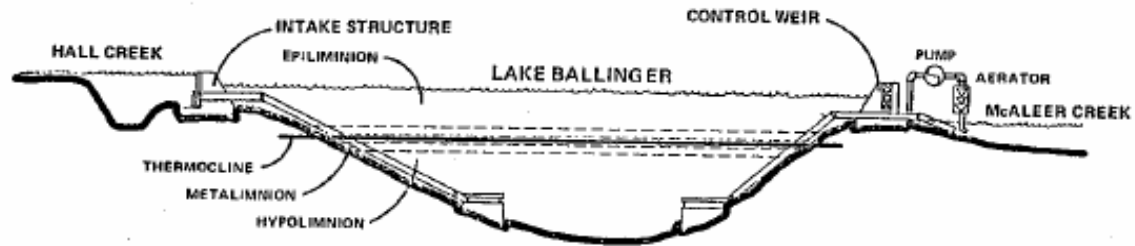
Ytvattnet värms upp snabbt på sommaren och värmen hinner inte sprida sig. Vatten av olika temperatur är olika tungt och blandas inte så lätt. Därför bildas två skikt i sjön, hypo- och epilimnion och mellan dessa ett språngskikt (metalimnion) där temperaturen sjunker snabbt, se temperaturkurvan i Figur 9. I epilimnion sker produktion av syre medan det i hypolimnion bara förbrukas syre. Det leder till att bottenvattnet blir syrefattigt och att järnbunden fosfor kan frigöras från bottensedimentet till vattnet.



Figur 9. En principskiss över hur en sjö skiktas under sommaren.

Bortledning av bottenvattnet

Genom att lägga ett rör från sjöns djupområde till utloppet kan näringsrikt bottenvatten ledas ut ur sjön. Detta fungerar under tiden som sjön är skiktad och fosforhalten är högre i bottenvattnet. Om fosforhalten är hög i tillrinnande vattendrag kan även detta vatten ledas ner till djuphålan och på så sätt bli otillgängligt för organismerna i sjön. Metoden kallas hypolimnisk bortledning (hypolimnetic withdrawal) eller Olsewskis tub efter uppfinnaren, figur 9. Effekten blir dels att näringsrikt vatten leds bort från sjön och inte blir tillgängligt för produktionen i sjön när sjön åter blandas om på hösten, dels att näringsrikt vatten från tillrinnande vattendrag inte kan utnyttjas.



Figur 10. Principskiss över hur bottenvattnet leds bort genom hypolimnisk bortledning.

Kostnaden har varierat mellan olika sjöar, i USA kostade det 304 000\$ att installera tuben i en sjö med en yta på 41 ha och med ett flöde på 3,4 m³/s, medan det kostade 45 000\$ för en sjö med nästan dubbelt så stort flöde i utloppet och en yta på 287 ha. Kostnaden för skötsel och underhåll är också låg och metoden är i sjörestaurerings-sammanhang relativt billig (Cooke et al. 1993).

Landsjön är skiktad ibland, men det är osäkert hur länge skiktningen varar. Sjön har inte heller varit skiktad vid provtagningstillfället i augusti varje år, vilket gör att metoden troligen inte skulle få önskat resultat. För att den här metoden ska vara effektiv krävs lång och stabil skiktning.

Fällning av fosfor

En metod som tillämpats i sjöar både i Sverige och utomlands är fällning av fosfor. Då tillsätter man aluminiumsulfat eller järnklorid som binder fosfor och på så sätt gör den otillgänglig för organismerna i sjön. Bieffekter är att små organismer som växt- och djurplankton också följer med fällningen och att tillsatsen av aluminiumsulfat medför en tillfällig sänkning av pH. Risken med aluminiumbehandling är att de giftiga jonerna aluminiumhydroxid ($(\text{Al}(\text{OH})_4^-)$) frigörs om pH är över 8,5 och att aluminiumjoner (Al^{3+}) frigörs vid låga pH.

Metoden har tillämpats med goda resultat i USA och kostnaden ligger mellan 1 000-15 000 kr/ha (Søndergaard et al. 1998). Tidigare försök i svenska sjöar har endast gett kortvariga resultat. Ett företag som tillämpar denna metod i Sverige är konsultföretaget Vattenresurs (www.vattenresurs.se). Metoden är dock inte prövad på så stora sjöar som Landsjön i Sverige.

Muddring

Vid muddring sugas de näringsrika sedimenten upp från sjöns botten. Sedimenten får sedan ligga i sedimentationsbassänger och avvattnas varefter de kan användas som gödningsmedel om de inte är förorenade. Metoden är kostsam för en sådan stor sjö som Landsjön och det finns risk för att fosfor grumlas upp under arbetets gång.

Fiskevårdsplan

Ett balanserat fisksamhälle är viktigt för att det biologiska samspelet i en sjö ska fungera. Näringstillgång och det biologiska livet i form av alger, växter, smådjur och fisk bestämmer tillsammans sjöns status. En enkel näringskedja i en sjö kan se ut som följer: Näringen i vattnet tas upp av växtplankton. Dessa äts av djurplankton som äts av mörtfisk som i sin tur äts av rovfisk. Om detta system störs kan vissa grupper, t.ex. alger eller mörtfisk, bli helt dominerande och sjöns balans kan rubbas. Rovfisken spelar en viktig roll i en sjös ekosystem. Den reglerar mörtfisk och annan djurplanktonätande fisk och bidrar därmed indirekt till att det blir fler djurplankton som i sin tur kan hålla nere växtplankton. Därmed minskar risken för algbloomingar.

En förvaltningsplan för utnyttjandet av fiskresursen, framförallt uttag av rovfisk i Landsjön, är därför en viktig del för att kunna kontrollera fisksamhället. En förvaltningsplan bygger förutom på ett provfiske även på fångstenkäter till de fiskerättsägare och fiskerkortsköpare som fiskar i Landsjön. Svaren på enkäterna ger en fingervisning om hur stort fiskuttaget från Landsjön är.

Bio-manipulering

Om fisksamhället blivit stort och mörtfiskan tagit över fisksamhället kan det vara nödvändigt att bio-manipulera sjön. Bio-manipulering innebär att man genom utfiskning tar bort stora mängder mörtfisk. För att det ska ge ett bra resultat krävs dock att ett flertal krav uppfylls (Hansson 1998 och Länsstyrelsen i Jönköpings län 2000). Landsjön uppfyller inte dessa krav så det är inte säkert att en utfiskning skulle ge det förväntade resultatet, se Tabell 1. Bland annat är inte fisksamhället dominerat av mörtfisk och växtplanktonsamhället är inte dominerat av blågrönalger.

Tabell 1. Lista på de krav som bör uppfyllas för att en bio-manipulering ska bli lyckad, situationen i Landsjön och hur Landsjön lever upp till dessa krav.

Krav	Landsjön	Uppfyller kraven
Extern fosforbelastning 0,5-1,5 g P/m ² sjöyta	Landsjön 0,23 g/m ²	Stämmer
Närsaltshalt i sjön 50-100 µg/l och under 150 µg/l på sommaren	Landsjön säsongsmedel 2005: 106 µg/l, somarmedel 02-05: 137 µg/l	På gränsen till för högt
Fosforhalter i sjön bör ligga nära beräknad jämviktskonstant P(sjö). $P(sjö) = P(\text{inflöde}) / (1 + \sqrt{\text{Omsättningstiden}})$	P(Landsjön) är 120 µg/l och jämviktskonstanten P(sjö) är 38,5 µg/l.	Stämmer ej
Andel rovfisk lite i förhållande till andel mörtfisk	Svårt att uppskatta andel gädda då dessa blir underrepresenterade med dagens provfiskemetod	Vet ej
Mörtfiskarna småvuxna och utgör >80 % av vikts%	Abborre dominerar (66 %), möjligtvis skulle mörtandelen blivit större om även pelagiska (friflytande) nät använts.	Stämmer ej
Djurplanktonsamhället småvuxet	Uppgifter om djurplankton saknas	Vet ej
Växtplanktonsamhället stort och domineras av cyanobakterier	Växtplanktonsamhället i Landsjön är stort, men domineras bara undantagsvis av blågrönalger	Stämmer delvis
Bottendjursamhället kraftigt nedbetat	Uppgifter om bottenfauna saknas	Vet ej
Vattenvegetation domineras av strandnära övervattensväxter och undervattensväxter saknas helt	I Landsjön finns mycket vass, men även flytblads och långskottsvegetation förekommer rikligt. Kortskottsväxter saknas dock.	Stämmer ej
Snabb insats 75 % av mörtfiske bort inom 1-2 år	Ej aktuellt	
Utplantering av rovfiskyngel direkt, >1000 st/ha	Ej aktuellt	
Utplantering av undervattensväxter	Ej aktuellt	

Slutsats

Det största tillskottet av fosfor till Landsjön kommer från omgivande mark och tillrin- nande vattendrag. Modelleringen i Watshman visade att jordbruksmarken står för ca två tredjedelar av fosforförlusten i Landsjöns tillrinningsområde. Individuell växtnäring- rådgivning för varje gård är en viktig åtgärd för att minska förlusterna av fosfor. Detta ger positiva effekter för miljön och gårdens ekonomi. Skyddszoner för att hindra den fosfor som ändå läcker från jordbruksmark är också en bra metod för att minska fosforförluster- na från Landsjöns tillrinningsområde. De enskilda avloppen beräknas stå för ca 12 % av fosfortillförseln till Landsjön och en inventering av dessa skulle ge svar på om det finns betydande antal icke godkända avlopp som bör åtgärdas som en del i åtgärdsprogrammet. Den interna gödningsprocessen är inte så stor som befarats och de höga fosforhalterna i Landsjön bör därför kunna sänkas med hjälp av åtgärder i omkringliggande mark. En kompletterande åtgärd i förebyggande syfte är att upprätta en fiskevårdsplan för att behå- la fisksamhället i balans så att inte alger och mörtfisk tar över.

Det är viktigt att arbetet med praktiska åtgärder kring Landsjön tar fart efter alla utredning- ar. Ett steg är att bilda en vattendragsgrupp som håller frågorna kring Landsjön levande.

Vill du veta mer?

Landsjön har varit föremål för flera under- sökningar inom ramen för olika projekt. Lyckåsån var ett Typområde för jordbruks- mark (JRK-område) under 1990-talet, se fak- taruta. Länsstyrelsen har publicerat två rap- porter om detta (Länsstyrelsen i Jönköpings län 1992 och 1996). Ett stort arbete med skyddszoner och mindre våtmarker gjordes i början på 1990-talet av markägare i sam- arbete med kommunen och Länsstyrelsen.

Typområde Jordbruksmark

Typområde på jordbruksmark där avrinningen från mindre jordbruksmarksområden undersök- tes och förluster av näringsämnen beräknades. Detta var kopplat till underökningar av klimat- förhållanden och brukningssätt. Målet med övervakningen var att se hur förändringar i bru- kandet av jorden återspeglas i vattenkvaliteten med avseende på växtnäringssämnen.

En sammanställning av Landsjöns tillstånd och de studier som gjorts i sjön gjordes 2003 (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2003a). Rapporten lämnade förslag på vad det fortsatta arbetet med Landsjön skulle kunna innebära och resulterade bl.a. i att det togs sediment- prover i juni 2004 (Rydin 2004) och att sjön provfiskades i augusti 2004 av fiskevårds- området tillsammans med Länsstyrelsen (Länsstyrelsen i Jönköpings län 2005). Samtliga rapporter går att beställa hos Länsstyrelsen (tfn 036-39 50 00).

Inom ramen för Åtgärdsprojekt Landsjön har tre underlagsrapporter publicerats. Den för- sta rapporten är IVL:s rapport om källfördelningsanalys som genomfört med programmet Watshman (IVL 2005). Den andra är en inventering av lämpliga placeringar av våtmarker och skyddszoner (Strand 2005) och den tredje en analys av planktonsamhället i Landsjön (Medins Biologi AB 2005).

Referenser

- ALcontrol 2003. Detaljerad *sedimentundersökning I Ryssbysjöns sediment 2003*. Nässjö kommun. Projektledare: Håkan Olofsson. 99 s.
- ALcontrol 2005. *Vätterns tillflöden inom Jönköpings län 2004*. Rapport från recipientkontrollen. 220 s.
- Cooke, G. D., Welch, E. B., Peterson, S. A. och Newroth, P. R. 1993. *Restoration and management of lakes and reservoirs*. 2:a utgåvan. Lewis Publishers, USA. 548 s.
- Djodjic, F. 2001. *Lerjordar läcker mycket fosfor – utlakning från enskilda fält kartläggs*. FAKTA Jordbruk, nr 13 2001 SLU.
- Djodjic, F., Montas, H., Shirmohammadi, A., Bergström, L. och Ulén, B. 2002. *A decision support system for phosphorus management at a watershed scale*. J. Environ. Qual. 31, 937–945.
- Djodjic, F. och Bergström, L. 2005. *Conditional phosphorus index as an educational tool for risk assessment and phosphorus management*, Ambio, 34, 293-297.
- Feuerbach, P. 1998. *Praktisk handbok för våtmarksbyggare – anläggning och skötsel*. RMG, Laholm. 50 s.
- Feuerbach, P. 2004. *Anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet- förbättringar och skötsel*. Hus-hållningssällskapet i Halland. Bulls house of graphics, Halmstad. 52 s.
- Hansson, L-A. 1998. *Biomanipulering som restaureringsverktyg för näringsrika sjöar*. Naturvårdsverkets rapport 4851. Naturvårdsverkets förlag, Stockholm. 107 s.
- IVL 2005. *Källfördelning av kväve och fosfor i Landsjön – beräknat med WATSHMAN*. Zackrisson, Djodjic och Ryegård. 26 s.
- Kuusemets, V., Meier, K., Luig, J. och Mander U. 2005. *Use of buffer zones for nutrient reduction and increased biodiversity. Is living water possible in agricultural areas?* Proceedings from NJF seminar no. 374.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 1990. *Vattenvårdsprogram Vätterns tillflöden del 1*. Jaldemark, B. och Grönlund, T. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Jönköpings län.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 1992. *Landsjön, Jordbrukspåverkan 1989-1992*. Jaldemark, B. Meddelande 13/92. Länsstyrelsen i Jönköpings län. 55 s.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 1996. *Jordbrukets recipientkontroll Lyckåsån 1988-95*. Lagerqvist, G. Meddelande 3/96. Länsstyrelsen i Jönköpings län. 20 s.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 2000. *Åtgärdsplan för Ryssbysjön*. Jaldemark, B., Hein, M. Och Lind, B. 55 s.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län 2003a. *Landsjön – hot och framtid*. Carlsson, M. Meddelande 2003:36. Länsstyrelsen i Jönköpings län. 32 s.

Länsstyrelsen i Jönköpings län 2003b. *Typområde på jordbruksmark Draftingebäcken 2001. Treårsrapport från den löpande miljöövervakningen av Draftingebäcken*. Carlsson, M. Meddelande 2003:14.

Länsstyrelsen i Jönköpings län 2005. *Provfiske i Landsjön 2004*. Ljung, M. Meddelande 2005:28. Länsstyrelsen i Jönköpings län. 26 s.

Medins Biologi AB 2005. *Planktiska alger i Landsjön 2005*. Iréne Sundberg. 28 s.

Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag*. Rapport 4913. Almqvist och Wiksell, Uppsala. 101 s.

Naturvårdsverket 2005. *Fosforförluster från mark till vatten*. Red. Barbro Ulén. Rapport 5507. 61 s.

Rydin, E. 2004. *Rörligt fosfor i Landsjöns sediment*. Scripta Limnologica Upsaliensia 2004 B:10. 7 s

Sandell, B. 1983. *Begränsad limnologisk undersökning av Landsjön med tillflöden, i Skärstad socken inom Jönköpings kommun, sommaren 1983*. BS sötvattenkonsult. 27 s.

Strand, J. 2005. *Inventering av våtmarkslägen samt lägen för skyddszoner och reglerad dränering i Landsjöns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet i Halland. Tryckt på Jönköpings kommun. 38 s.

Syversen, N. 2005. *Retention of nutrients in Norwegian vegetated buffer zones. Is living water possible in agricultural areas?* Proceedings from NJF seminar no. 374.

Søndergaard, M., Jeppesen, E. och Jensen, J. P. 1998. *Sørestauration i Danmark: metoder, erfaringer og anbefalinger*. Miljønyt 28. Miljøstyrelsen.

Ulén, B. 1997. *Nutrient losses by surface runoff from wintergreen and spring-ploughed soil in the south of Sweden*. *Soil & Tillage Res.* 44:165-177

Ulén, B. Johansson, G & Kyllmar, K. 2001. *Model prediction and a long-term trend of phosphorus transport from arable land in Sweden*. *Agric. Water Manage.* 4: 197-210.

Ulén, B. och Jakobsson, C. 2005. *Critical evaluation of measures to mitigate phosphorous losses from agricultural land to surface waters in Sweden*. *Science of the Total Environment* no. 344.

Internet

www.snf.se

Svenska Naturskyddsföreningens hemsida innehåller bl.a. information om vilka tvättmedel som är fosfatfria.

www.vattenresurs.se

Vattenresurs arbetar med restaurering av sjöar genom fällning och övertäckning av övergödda eller giftiga sediment.

www.rent-vatten.com

Webbplats för EU-projektet *Kunskapsuppbyggnad och spridning av resurssnåla vattenvårdsåtgärder för att minska effekter av övergödningen*.

www.jonkoping.se/mk sök på ordet Landsjön

Information om Landsjöprojektet finns på miljökontorets webbplats, Jönköpings kommun.

Besöksadress Juneporten, Västra Storgatan 16, Jönköping. tfn 036-10 50 00. fax 036-10 77 86
www.jonkoping.se/mk

MILJÖKONTORET



**JÖNKÖPINGS
KOMMUN**