

De tusen sjösänkningarnas land

- en rapport om sänkta sjöar med fokus på norra Norrland



Text, analys, layout: Jan Åberg, kontaktperson för Mellanbygdens vattenråd (författaren ansvarar ensam för innehållet).

Version: 2017-05-06

Framsida: Sänkta Kroksjön ligger 7 km söder om Robertsfors. Den norra delen (i bild) kallas för Slåttsjön. Tidigare försåg denna sjö flera byar med hö. Som mest fanns 70 st lador utspridda både i själva sjön och omkring sjön. Foto: Jan Åberg

Erkännanden: Arbetet har delvis finansierats av Mellanbygdens vattenråd, som haft riktade medel från vattenmyndigheten för samverkan kring sänkta sjöar. Mellanbygdens vattenråd finansieras i sin tur av vattenmyndigheten, vattenrådets styrgrupp (genom arbetstid vid samverkansmöten), samt av Robertsfors kommun som är vattenrådets juridiska person.

Kontakt: Synpunkter eller förslag på ändringar och tillägg i rapportens innehåll är varmt välkomna via <http://mellanbygdensvattenrad.wordpress.com/kontakt/>

Rapporten kan laddas ned via <http://mellanbygdensvattenrad.wordpress.com/sjoar/>

De tusen sjösänkningarnas land

- en rapport om sänkta sjöar med fokus på norra Norrland

*Världen har förändrats.
Jag ser det i vattnet.
Jag känner det i jorden,
Jag märker det på doften.
Mycket av det som en gång fanns, är förlorat,
för att ingen nu levande minns.*

J.R.R. Tolkien

Innehållsförteckning

Förord.....	6
Inledning.....	7
Bakgrund.....	7
Sänkning av sjöar för akvakultur.....	8
Sänkning av sjöar för vattenkraft och flottning.....	9
Vattenängar som fiskevatten?.....	10
Sjöarna togs ur bruk ungefär när lien byttes mot slåttermaskin.....	13
Kännetecken för sänkta sjöar idag.....	13
Sjörestaureringar för att återskapa opåverkade naturvatten.....	15
De humanekologiska motiven för sjörestaureringar.....	16
Intressekonflikter kring sjönivåer.....	18
Material och metoder.....	20
Bedömning av antal sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten.....	20
Särskilda objekt för fördjupad analys.....	21
Resultat och diskussion.....	22
Bedömning av antal sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten.....	22
Sammanfattande resonemang kring de utvalda studieobjekten.....	22
Skellefteå – Fäbodträsket-Vallträsket/Bureälven.....	25
Robertsfors – Nördsjön/Rickleåfjärden.....	29
Robertsfors – Fällforsjön/Dalkarlsån.....	32
Umeå – Östertjärnen-Bjurforsdammen/Sävarån.....	35
Umeå – Dalsjön.....	37
Sammanfattande resonemang för makthavare.....	39
Efterord.....	40
Referenser.....	42
Bilaga 1. Ranningar och vattenängar – ett nästan bortglömt sätt att bruka vattnet.....	45
Ranningar och reglerade vattenängar.....	45
Vattenängar gav en pålitlig avkastning år efter år.....	47
Bilaga 2. Mer om hur strandformer kan tolkas.....	49
Bilaga 3. Var Bjurforsdammen ursprungligen en naturlig sjö?.....	53
Inledning.....	53
Resultat och diskussion.....	53
Diskussion.....	54
Slutsats (för bilaga 3).....	56

Förord

Världen behöver leende människor i en frisk miljö, för mycket lång tid framåt. Ungefär så skulle jag personligen vilja sammanfatta tankarna bakom begreppet hållbarhet. Ett ohållbart samhälle är å andra sidan - just det – fullkomligt ohållbart! Frågan för de flesta är därför knappast *om*, utan istället *hur* vi ska uppnå hållbarhet. Och enligt min erfarenhet är det just när vi kommer dit - till *hur* - som vi stöter på problem.

Att frågan om *hur* är avgörande för framtiden, råder det dock oftast inte heller någon större tvekan om. Gör vi fel, kör samhället troligen fast i ohållbarheten, som i sin tur leder till successiv – eller plötslig – förstörelse av rikedomar som framtiden troligen skulle haft stor nytta av.

I den föreliggande rapporten visas att sänkta sjöar ofta kan betraktas som just ohållbara system, eftersom de i många fall förändras snabbt mot något som inte liknar sjöar överhuvudtaget. Å andra sidan är de sänkta sjöarna också ett mycket bra exempel på system, som av allt att döma har potential att vara hållbara på mycket lång sikt. Ja, faktiskt troligen mer hållbara än ett icke-sänka sjösystem – eftersom en sjösänkning som förvaltas på ett *klokt* sätt, kan gynna både sjöns och människans långsiktiga överlevnad.

Hur det skulle kunna gå till att uppnå ett hållbart samhälle som inkluderar hållbara sjöar, kan du som läsare få ledtrådar till i den föreliggande rapporten. Det är dock knappast en helt och hållet lättsmält sammanställning, och inte heller någon färdig manual. Snarare har det kommit att bli en skiss på ett antal fundamenta som borde beaktas i de framtida hållbara "samarbetsavtalen" mellan människor och sjöar i norra Norrland. Inte desto mindre finns också ett antal ganska konkreta exempel (i rapportens resultatdel) på hur nuläget ser ut i sänkta sjöar, och vilka konsekvenser som nivåhöjningar skulle kunna medföra. De intressegrupper som berörs av just dessa sjöar hoppas jag ska kunna använda innehållet i rapporten som en utgångspunkt för fortsatt arbete.

Jag ska också erkänna att de sänkta sjöarna *i sig själva* kan ha blivit en oavsiktlig målgrupp för texten. Sjöar är, så att säga, lätta att falla pladask för. Genom att jag har en viss medvetenhet om riskerna med det, bedömde jag att min relation till de sänkta sjöarna borde förklaras i ett separat efterord.

Innan du eventuellt når fram ända dit, vill jag passa på att önska en tankeväckande lästund, och avslutningsvis be dig, kära läsare, om en liten tjänst: Hör av dig till mig om du har synpunkter rapportens innehåll. Det kan gälla allt från sådant som du tycker har missuppfattats, till förslag på fördjupningar, ändringar eller obesvarade frågeställningar. Jag är mycket intresserad av att fortsätta dialogen och att höra mer om just ditt perspektiv på de sänkta sjöarna!

Jan Åberg, den 10 mars 2017 ca 3,5 km söder om sänkta Kroksjön.

Inledning

Denna rapport handlar om sjöar som krympt eller försvunnit. Om sjöar vars strandlinjer är märkbart lägre än för bara 200 år sedan, och som i vissa fall har blivit så torrlagda, eller igenväxta, att endast de gamla naturnamnen – som t.ex. Strand, Kornnäset, Småholmarna och Djupviken – finns kvar.

Det totala antalet sänkta och torrlagda sjöar i Sverige är grovt räknat ca 17 000 st (Lassila 2013), vilket gör att det blir svårt att motsäga att sjösänkningar totalt sett har lett till betydande ekologiska förändringar i det Svenska landskapet. Denna rapport visar därtill att vissa områden i landet – i detta fall exemplifierat av norra Norrlandskusten – rymmer en mycket större andel av de sänkta sjöarna än riket i genomsnitt.

Huruvida en sjösänkning totalt sett är *bra eller dålig* är dock i högsta grad beroende på värderingarna av de nyttor som sänkta och icke-sänkta sjöar kan ge – vilket har skiftat genom historien och sannolikt kan skifta även i framtiden. Denna rapport tar därför inte ställning till om sänkta sjöar är bra eller dåliga. Syftet är istället att ge en bakgrund till varför många sjöar har sänkts, och att visa exempel på hur nivåhöjningar i sänkta sjöar kan påverka både sjöarna och den omgivande marken. De sjöar som analyserats i detalj i avsnittet *resultat och diskussion*, har valts ut för att det finns intresse att höja deras nivåer, vilket förhoppningsvis kan främja diskussionen kring hur de sänkta sjöarna kan förvaltas för att gynna framtida generationer.

Bakgrund

De många sjösänkningarna i Sverige kan kanske enklast förklaras av att staten/samhället utifrån ett intresse för ekonomisk tillväxt har varit drivande i de flesta sjösänkningsprojekt, och att vattnet i landskapet ända sedan 1900-talets början har betraktas som ett hinder för det industrialiserade samhällets framväxt (~tillväxten av beskattningsunderlaget till samhällets välfärdssystem). I det perspektivet blir en logisk följd att de statligt utfärdade tillstånden eller vattendomarna för sjösänkningar i stort sett aldrig innehållit tidsbegränsningar, eller villkor för återställning i händelse av att verksamheten läggs ned (G. Holm 1949). Detta innebär i sin tur att tidigare oskiftade sjöområden i vissa fall har kunnat övergå till grundlagsskyddad fast egendom. Att staten har varit en stark förespråkare av den typen av förutsättningar kan förklaras av att lagfarter i de flesta fall är en grundförutsättning för att privata finansiärer ska kunna hantera den risk som investeringar i t.ex. vägar, hus, och nyodling kan innebära (den delvis statsfinansierade torrläggningen var trots allt oftast bara en liten del av den totala investering som krävdes för skapa vinstdrivande verksamheter).

För norra Norrlands del kan Högforsån inom Dalkarlsåns huvudavrinningsområde tjäna som ett exempel på ett kraftigt dikat avrinningsområde: i slutet av 1800-talet hade avrinningsområdets samtliga sju sjöar sänkts med stöd av staten. Den största sjön, Västervikssjön, utvecklades under 1800-talet till ett högproduktivt dammänge med 40 sjöfoderlador, som gav försörjning till ett kraftigt expanderade jord- och skogsbrukssamhälle i området. Sjön fungerade

senare även som regleringsmagasin för Dalkarlså flottningsförening och ett relativt stort vattendrivet sågverk i Högfors. Under 1900-talet lades verksamheterna i sjöarna successivt ned, och efter att alla dammar raserats eller rivits hade sjöprocenten inom avrinningsområdet minskat från 5,1% till 1,3%, vilket motsvarar en minskning med ca 131 hektar sjöyta och 1 400 000m³ vatten (ca 77% av ursprungliga ytvattenvolymen) (Åberg 2012b, 71).

Att exemplet Högforsån är karaktäristiskt för åtminstone hela norra Norrlandskusten kan enkelt konstateras genom att studera de idag lättillgängliga marklutningskartorna¹. På dessa är det själva verket ganska svårt att hitta sjöar inom kustområdet som *inte* visar spår av dikning i utloppen. Och även en bit in i inlandet är andelen sänkta sjöar övervägande, vilket analysen på sidan 22 visar: I området mellan stambanan och kusten i Norr- och Västerbotten är andelen sänkta sjöar med mycket stor sannolikhet mer än 56% (56-84% med 95% konfindensintervall) vilket motsvarar 1 802-2 692 st sjöar (se vidare på sidan 22).

Sänkning av sjöar för akvakultur

Den akvakultur som historiskt sett varit mest betydelsefull i Sverige har inte berört fiskodling, utan istället odling av vattenlevande *gräs och örter*. Att det förhåller sig så, beror inte minst på att idisslande husdjur under lång tid har varit centrala för de flesta jordbruks- och nomadkulturer i kalla klimat. Idisslarna har förmågan omsätta växtfibrer till energi, vilket de flesta människor inte kan. Idisslarna saknar dock förmågan att gå i ide eller samla vinterförråd, vilket gör att vintern blir en flaskhals. I en nomadkultur angrips detta problem genom att hjälpa djuren att hitta områden med extra bra förutsättningar för vinterbete, medan jordbrukskulturerna framförallt har angripit problemet genom att samla förråd av de växter som djuren kan leva på.

När befolkningen nästan fyrdubblades i Norrland under 1800-talet² fanns det därför goda skäl att också öka populationerna av idisslare, vilket i sin tur krävde en stor expansion av arealen slåttermarker. Gissningsvis började denna expansion längs vattendragen genom att allt fler naturliga översvämningssmarker röjdes från skog – och blev så kallade raningar. Parallellt med den utvecklingen expanderades slåttermrådena längs sjöstränder och på bördiga myrar, varefter produktionen optimerades ytterligare genom reglering av vattennivåerna i slåttersjöarna och i skapade dammängen, eller genom översilning av vatten på silängar³. Den i särklass största produktionen skedde i regel på bördiga raningar och på reglerade vattenängar (Frödin 1952), vilket förklarar varför de flacka kustområdenas stora arealer av grunda sjöbottnar blev viktiga vid expansionen av slåttermarkerna.

1 Via t.ex. <https://skogskartan.skogsstyrelsen.se/>

2 Mellan år 1805 och 1905 ökade befolkningen i Västerbottens län från 33 872 till 152 746 personer – en ökning med en faktor 4,5. Motsvarande siffra för Norrland är ca 3,6. Källa: <http://www.regionfakta.com/Norrland/Befolkning-och-hushall/Befolkning/Befolkningsutveckling-1805-2010/>

3 Ca 10 000 hektar silängen skapades i enbart Västerbotten under åren 1834-1860, enligt Tollin (1984), citerad av (Forslund, Löfroth, och Rundlöf Forslund 1994).

De sänkta sjöarna fick senare en ytterligare betydelse som regleringsmagasin för timmerflottning och samhällets elektrifiering med hjälp av vattenkraft. Dessa nya verksamheter tog inte sällan över redan sänkta sjöar, och kunde även ibland pågå parallellt med sjöslåttern. I bästa fall kunde verksamheterna kombineras utan konflikt, men detta skedde knappast överallt eftersom vattenkraftens regleringsbehov inte alltid låg i fas med den reglering som vattenängarna krävde. En tid därefter blev dock samhällsförändringarna så genomgripande att slättersjöarna, de kustnära flottlederna och de verkligt småskaliga vattenkraftverken konkurrerades ut av den ökade tillgången på maskiner och billiga drivmedel till dessa, samt av utbyggnaden av vägnät och centraliserade eldistributionsnät.

Sänkning av sjöar för vattenkraft och flottning

I många av de sjöar som idag fungerar som regleringsmagasin för elproduktion är nivåerna oftast både tidvis höjda genom överdämning och tidvis sänkta genom att utloppen blivit fördjupade (Tabell 1). Dessa sjöar hör ihop med de permanent sänkta sjöarna på åtminstone två plan: För det första finns en direkt koppling till den diskussion som idag förs kring att riva ut vissa kraftverksdammar; historiskt sett har det redan omfattande naturliga förfallet av mindre dammar lett till permanenta sjönivåsänkningar i ganska många fall. Om syftet med en damnutrivning är att återställa avrinningsområdet till naturligare förhållanden, bör därför både den ursprungliga nivån och amplituden eftersträvas. För det andra finns en koppling till de icke-optimala framtids-scenarios i vilka dagens kommersiella kraftverksdammar i fördjupade sjöutlopp inte längre kan underhållas av ekonomiska skäl (på samma sätt som redan skett med många mindre dammar). Detta scenario leder troligen på sikt till fria vandringsvägar för vattenlivet, men samtidigt också till både permanenta sjösänkningar och onaturligt höga amplituder pga av de trånga utlopp som kan ha bildats (jfr kap *Kännetecken för sänkta sjöar idag*).

Tabell 1. Exempel på sänkta sjöar som idag brukas aktivt för vattenkraft, och därmed inte är permanent sänkta. Ursprungsnivåerna i meter över havsytan hämtades från generalstabskartan. Nuvarande nivåer hämtades från lantmäteriets digitala karttjänst. Enhet: meter.

Namn	Sänkning	Ursprungsnivå	Amplitud	Dämning
Vojmsjön	2,7	412,7	8 (410-418)	5,3
Malgomaj	2,8	340,8	6 (338-344)	3,2
Storuman	3,3	348,3	7 (345-352)	3,7
Storjuktan	1	399	14 (398-412)	13
Hornavan	2	425	3 (423-426)	1

Sjösänkningar för att enbart gynna flottningen blev knappast aktuella förrän de norrländska skogarna på allvar öppnades för avverkningar under andra halvan av 1800-talet. Vid den tiden hade dock många av kustlandets sjöar redan sänkts för sjöslätter, vilket gjorde att investeringarna i det området främst riktades mot

modificeringar av redan befintliga sänkta sjöar: det kunde t.ex. hända att sjöutloppen fördjupades ytterligare och att nya dammar installerades (exempel: Fällforsjön i denna studie och Bjännsjön i Västra Dalkarlsån (Högvist 1991)). Även resningar av flottleder som snuddade vid sjöutlopp har lett till sänkta sjönivåer (t.ex. Fäbodträsket-Vallstäsket i denna studie, och Åsjön i Dalkarlsåns huvudfåra). Därtill har det också hänt att utlopp från redan reglerade sjöar leddes om till andra vattendrag där flottning bedrevs. Ett sådant exempel är Sandsjön i Vebomarkåns avrinningsområde som fick ett helt nytt södergående utlopp mot Kålabodaåns avrinningsområde (Lundgren och Öhlund 1990, 114)).

Även om det saknas siffror på antal sänkta sjöar för att gynna flottning, blir ett rimligt antagande att siffran är betydligt lägre än antalet sjöar som sänkts för slätter. Inom Dalkarlsåns avrinningsområde, som flottades från slutet av 1700-talet och fram till 1929 (Åberg 2012a), fanns som mest bara en handfull flottningsmagasin – medan antalet sänkta sjöar för slätter kan ha varit upp emot 60st⁴. När det gäller inlandets skogsbygder är det därtill rimligt att antalet sänkta sjöar för flottning troligen utgör en ännu lägre andel av totala antalet sjöar, eftersom terrängen oftast är mer kuperad och att investeringarna därmed i de flesta fall gav önskat resultat enbart genom att bygga dammarna ovanpå de befintliga sjöutloppen.

Vattenängar som fiskevatten?

Före vallodlingens stora genombrott omkring år 1900, producerade de sänkta sjöarna inte bara ansenliga mängder sjöfoder, utan kunde också vara produktiva fiskevatten. Sjön Vebomarksträsket (400 ha) väster om Lövånger, sänktes redan i början av 1800-talet för att kunna öka skördarna av sjöfoder (Karlsson och Lundmark 1989). Denna sänkning tycks dock inte ha påverkat artrikedomen av fisk i sjön, och kanske inte heller avkastningen på fisket, eftersom både Lövångersboken och Webomarksboken uppmärksammar det rika fisket i Träsket (som enligt Webomarksboken hade ett så klart vatten att man lätt kunde studera det rika fisklivet mot sjöns ljusa "lerbottnar"). Det är dock uppenbart att fisket försämrades avsevärt allra senast vid den permanenta sänkningen år 1918⁵. Och när Vebomarksträsket slutligen torrlades år 1950 (Karlsson och Lundmark 1989) torde vattenkvaliteten ha blivit så dålig även i kanalerna att all eventuellt

4 Totala antalet "ursjöar" i Dalkarlsåns avrinningsområde är ca 73st enligt förf. opubl. Data; med reservation för att det kan finnas några torrlagda småsjöar som ännu inte har "upptäckts".

5 Det är oklart om Vebomarksträsket efter första sänkningen reglerades med en damm, men med tanke på risken för tjälbränna och det omtalade goda fisket är det ganska troligt att så var fallet. Omkring år 1888 försågs sjön med en dammbyggnad som fått tillstånd genom en vattendom. Träskets vinterdämades under de efterföljande 30 åren (1888-1918) till nivåer som var 60 cm högre än vad det tillståndet medgav (vilket var avgörande för att förhindra tjälbränna i starrbestånden (G. Holm 1949, 233). År 1918, efter en lång och segdragen rättstvist, förbjöds dock detta (Karlsson och Lundmark 1989), vilket ledde till att avkastningen på det rikgivande dammånget snabbt började att falla (G. Holm 1949). Holm (C. Holm 1942) skriver år 1942 att Vebomarksträsket sänkning "år 1900" var skadligt för det rikgivande fisket som bedrevs i Vebomarksträsket i slutet av 1800-talet. Ifall Holm i detta fall syftar på tiden före 1888 eller tiden då vinterdämningen upphörde är dock inte helt tydligt. Med tanke på formuleringarna i texten och referensen till läraren Johan Öhman som kom till by först år 1924 antyds dock att Holm refererat till tiden efter år 1918.

kvarvarande fisk dog ut⁶. Ett annat exempel, Västervikssjön, sänktes redan på slutet av 1700-talet, och reglerades troligen som dammänge en bit in på 1900-talet, med en viss grad av sjöslätter fram till 1940-talet. Trots att Västervikssjön delvis omges av sura sulfatjordar – och som torrlagd sjö ännu idag skapar påtagliga kemiska problem nedströms – fanns bestånd av förurningskänslig mört (i sjön och utloppet) och bäcköring (i utloppet) ända fram till torrläggningen år 1956 (Åberg 2012b).

Att sänka sjöar kunde fortsätta att vara rika fiskevatten kan förklaras av bland annat följande:

- Genom att vattennivåerna oftast hölls höga på vintern behölls en stor syrerik vattenvolym under vinterperioden.
- Även på våren och försommaren eftersträvades höga vattennivåer, vilket tillgängliggjorde de gräsbevuxna stränderna för fisklek.
- Sjöarna avtappades endast under några veckor omkring tiden för skörden. I de flesta fall var dock torrläggningen inte total, vilket bidrog till att stressen på fiskbestånden troligen blev måttlig i de flesta fall, jämfört med den stress som låga nivåer på vintern skulle ha inneburit.

Det är dock troligt att vissa slättersjöar brukades så att negativa effekter för husbehovsfisket uppstod:

- I de sjöar som omgavs av sura sulfatjordar fanns en uppenbar risk för urlakning svavelsyra och syralösliga metaller, även om både Vebomarksträsket och Västervikssjön (nämnda ovan, som också är välkända kärnområden av sur sulfatjord) tycks ha klarat måttliga sänkningar utan massfiskdöd.
- På våren stod dammarna i regel öppna en tid, vilket åtminstone i en del fall kan ha medfört viss möjlighet för fiskvandring. Men resten av tiden borde dammarna rimligen ha orsakat svårigheter för fiskvandring på grund av de hindren som dammarna utgjorde i sjöutloppen.

När det gäller permanenta sjösänkningar *för att öka arealen dränerad mark* råder inga tvivel om att fiskdöd och permanent utslagning av vattenkosystem har ägt rum. I Västerbotten finns den typen av fiskdöd dokumenterad för åtminstone avrinningsområdena Bäckån, Mångbyån och delar av Hertsångersälven (C. Holm 1942), samt Dalkarlsån (Åberg 2012a). När det gäller de ovan nämnda sjöarna Vebomarksträsket och Västervikssjön kan man därtill konstatera att deras slutliga torrläggning på 1950-talet både bidrog till att ingen fisk alls kunde överleva längre, och till bildningen kärnområden av sur sulfatjord som ännu idag har en stark negativ påverkan på fiskbestånden i de nedströms liggande sjöarna och vattendragen.

6 Detta är ett mycket rimligt antagande eftersom vattenkemin i kanalerna ännu idag visar på ett extremt surt och sulfatjordspåverkat vatten.



Figur 1. Torrlagda Västervikssjön i Dalkarlsåns avrinningsområde (sänkt ca 3 m) vattenfylles till ca 40% vid höga flöden. Högvattnet varar oftast bara några dagar, hvilket gör att trädene klarer sig frå drukkingsdøden. Marken är dæremot olæmplig som åkermark både på grund av øversvæmningsrisken og på grund av att sjøbotten inneholder sur sulfatjord med ekstremt låge pH-værdene.



Figur 2: Sænkte Fællforsssjøn i Dalkarlsåns avrinningsområde (sænkt ca 1,4 meter) har fortfarande en vattenspegel kvar. En ispressad strandvall strax norr om Fællforsssjøs inløpp (i bild) markerar den gamle nivåen. Notera att vattennivåen ved denna vårfloed låg næra den ursprunglige nivåen. Se æven bilaga 2, om strandformer.

Sjöarna togs ur bruk ungefär när lien byttes mot slåttermaskin

I takt med den successivt ökade mekaniseringen inom jordbruket, blev de svårtillgängliga markerna, och de ranningar och vattenängar som inte kunde brukas maskinellt, alltmer olönsamma. De bästa markerna, inklusive vissa ranningar och sjöar, dikades därför ut ännu mer för att skapa skogsmark eller åkermark som kunde plöjas och sås. Denna förändring började redan på 1800-talet, men var allra mest påtagligt inom perioden 1900-1950. Även flottningen och de flesta småskaliga vattenkraftverk upphörde vid denna tid i de små kustvattendragen, vilket gjorde att även de rena flottnings- och kraftverksmagasinen togs ur bruk. Den så kallade strukturomvandlingen i jordbruket, som anses ha startat omkring år 1947 i Sverige, medförde därefter att avkastningen per areal kunde öka ytterligare på fastmarken, genom fortsatt ökad mekanisering och ett stort genombrott för de maskiner som kunde drivas av billig importerad hjälpen energi (olja), snarare än egenproducerad energi i form av hö och kraftfoder till dragdjur. Därtill ökade tillförseln av konstgödsel, samtidigt som kemiska preparat för ogräs- och svampbekämpning började användas i allt större skala⁷. De gamla slåttersjöarna och dammängena togs därför ur drift senast omkring 1950 (om de inte torrlades och blev skogs- eller åkermark), varefter de i de flesta fall lämnades på sin lägsta vattennivå, för att inte missgynna skogsbruket eller åkerbruket.

Kännetecken för sänkta sjöar idag

Fortfarande miljöer i förändring. I de sjöar som sänktes permanent, men inte torrlades helt och hållet, påbörjades den igenväxning med "ogräs", i form av vitmossa, sly och gungfly, som slåtterbruket – med metoder som rötning och vinterdämning – förhindrade (Elveland 1979). Det kan t.ex. noteras att den grunda Brånsjön vid Umeälven hade så fasta stränder och bottnar omkring slutet av 1960-talet, att det var fullt möjligt att vada rakt över sjön, men att detta var omöjligt redan 30 år senare på grund av gungfly och dy (Persson 2005, 100). Inte desto mindre är både torvbildning och sedimentation relativt långsamma processer i det mänskliga perspektivet, vilket innebär att det utseende som sänkta sjöarna har idag i många fall kan betraktas som ett mellanläge i den förändringsprocess som tids nog kan leda till ett stabilare läge (som ännu mindre liknar den ursprungliga sjön). De miljöer som förändrats allra mest är de grundaste sjöarna, som inte sällan lämnades på en så låg nivå att sjöekosystemet i princip "tippade över" till att snabbt utvecklas mot torvbildande myrar. I dessa sjöar bidrog troligen också de storskaliga markavvattningsprojekten på 1970-80-talet till en ökad igenslamning av tidigare fasta bottnar.

Stora nivåfluktuationer. Genom att de sänkta slåttersjöarna vanligtvis stått obrukade i mer än 70 år vid det här laget, är dammarna i de flesta fall raserade. De gamla sänkningskanalerna i sjöutloppen är därtill generellt sett smala, eftersom det var lättast att gräva så, vilket innebär att den gamla sjöbotten helt eller delvis ställs under vatten även idag vid höga flöden – men oftast bara då⁸. Denna typ av stora fluktuationer bidrar till att vågornas erosion bli svag mot

7 Med koppling till den så kallade "gröna revolutionen"
https://en.wikipedia.org/wiki/Green_Revolution

8 Några exempel i Västerbotten: Västervikssjön, Vebomarksträsket, Fällforsjön, Vänforsjön.

stranden samtidigt som en bred bård av den torrlagda stranden alltför ofta står under vatten för att kunna beskogas (Figur 3). Detta i sin tur bidrar till gynnsamma förhållanden för bildning av torv och gungfly (i synnerhet om systemet är naturligt surt, eller försurat på annat sätt).

Gamla strandlinjer ovanför nuvarande vattennivå. I en icke-sänkt sjö finns oftast ett strandhak med en nedanförliggande strandterrass som markerar medelvattennivån i sjön (Figur 12 och Figur 14 i bilaga 2). I dessa fall ligger vattenlinjen strax över strandterrassen i strandhakets nedersta del (Gustafsson 1904). I en sänkt sjö ligger däremot strandhakets nedersta del över vattennivån, och vissa fall även ispressade strandvallar, högre upp på stranden (Figur 2).

I många fall finns också flera nivåer av strandformer runt de sänkta sjöarna. Oftast kan dessa kopplas till att sjön har sänkts i etapper, med relativt många års mellanrum. I vissa fall kan spåren troligen också härröra från en enstaka väderhändelser med extrema högvattennivåer, eller tillfälligt extremhöga nivåer på grund av isdammar och liknande. Se även bilaga 2 om strandformer.



Figur 3. Torrlagda Höträsket i Sävaråns avrinningsområde (sänkt ca 3 meter) har ett trångt utlopp, som gör at i stort sett hela sjön fylls med vatten redan vid måttliga höglöden. Dette i sin tur leder till at den gamla sjöbottnen varken blir skogbevæxt eller kan brukes som åkermark.

Sjörestaureringar för att återskapa opåverkade naturvatten

Det kanske mest närliggande motivet för att restaurera sjöar bygger på det etiska ställningstagandet att varje generation ska ta ansvar för de miljöproblem den orsakar, och i synnerhet inte skjuta de svårslösliga miljöproblemen framför sig⁹. Kopplat till det har riksdagen beslutat att både sjöar och vattendrag inte bör brukas på det sätt som samhället hittills gjort¹⁰, och att de istället bör återställas till ett läge som mer eller mindre liknar det naturtillstånd som rådde innan människan började modifiera vattenlandskapet (*hög* respektive *god* vattenstatus). I vissa fall görs dock undantag: större sjöar och älvar med vattenkraft vill staten/samhället exempelvis bevara som miljöanpassade *industrivatten/ kulturvatten* (med *god ekologisk potential*) snarare än att återställa dem mot opåverkade förhållanden.

I de avrinningsområden där det finns en politisk enighet om att normen ska vara god eller hög ekologisk status – dvs där en återställning mot det opåverkade naturtillståndet bedöms vara det bästa sättet att hjälpa kommande generationer – kan inslag av naturliga sjöar i de flesta fall räknas som övervägande positiva. Här nedan är en lista med olika exempel på det:

- Sjöar fungerar ofta som pH-höjande klarningsbäcken¹¹. Avfärgningen av vattnet som kommer in i sjöar beror till stor del på en kombination av humusfällning (von Wachenfeldt 2008) och humusnedbrytning (Åberg m.fl. 2007). De lägre halterna humus som rinner ut från sjöar bidrar i sin tur till att pH-värdet är högre i utloppet än i inloppen (Åberg 2012b).
- I sjöar sker biologisk och kemisk fällning, och fastläggning, av metaller (von Wachenfeldt 2008) som minskar halterna i vattnet nedströms.
- Tillfälligt sura inflöden till en sjö kan delvis neutraliseras om sjövattnet har högre pH (vilket det oftast har) (Åberg 2012b). Förutom pH-höjningar enligt punkten ovan bidrar sjöar därmed också till pH-stabilisering.
- Sjöar bidrar till reducering av kväve genom denitrifikation (Kalff 2002).
- Solbelysning av sjövattnet bidrar till fotokemiska processer som bland annat bryter ner organiska ämnen, och bidrar till demetylering av kvicksilver (Morel, Kraepiel, och Amyot 1998), (Tjerngren 2012).
- I sjösedimenten pågår biologisk-kemiska processer som t.ex. pH-höjande sulfatreduktion (Lydersen och Löfgren 2000).

9 "Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser." – Riksdagens definition av generationsmålet.

10 Som flottleder, för småskalig vattenkraft, för sjöslätter, som recipienter från industrier, avlopp och dagvattensystem, etc.

11 *Klarningsbäcken* är ett begrepp som användes redan år 1912 för att beskriva Mälarens funktion som sedimentationsbassäng (i Emigrationsutredningen som publicerades av Per Stolpe år 1912). I modern tid har begreppet bland annat använts i boken *Mäta vatten* (Bydén m.fl. 1996, 30).

- Sjöar är effektiva fällor för slam och partikelbundna metaller, vilket bidrar till att reducera transporten av föroreningar genom vattendragen (Ukonmaanaho m.fl. 2001).
- Dillon (Dillon, Evans, och Scholer 1988) studerade försurade sjöar i Ontario, och kunde konstatera att även sura sjöar bidrar till att fastlägga metaller från försurade avrinningsområden, även om de är mindre effektiva än pH-neutrala sjöar. Särskilt aluminium och zink fastlades ganska effektivt i alla typer av sjöar. För järn antydde att omsättningstiden var betydelsefull för fastläggningen, medan mangan eventuellt kan frigöras från de allra suraste sjöarna.
- Kalff (Kalff 2002) diskuterar att sjöars omsättningstid påverkar sjöekosystemets och de nedströms liggande vattendragens biodiversitet. Åtminstone 3-10 dagars uppehållstid krävs för att ekosystem av alger och zooplankton ska utvecklas. Ur ett avrinningsområdesperspektiv innebär detta att de sjöar som har tillräckligt lång omsättningstid förser vattendragen nedströms med plankton som bara kan produceras i sjön.

Den kanske främsta negativa miljöaspekten av sjöar (dock främst ur ett humanekologiskt perspektiv) är att framförallt djupa sjöar har en förmåga att omvandla oorganiskt kvicksilver till metylkvicksilver (Morel, Kraepiel, och Amyot 1998). Denna process motverkas dock delvis av processen demetylering som sker i den solbelysta delen av vattenpelaren, enligt en av punkterna ovan.

De humanekologiska motiven för sjörestaureringar

Det opåverkade naturtillstånd som till stor del är utgångspunkten för samhällets nuvarande vattenpolitik, kan i vissa fall komma i konflikt med perspektivet att *människan*, liksom vilken annan livsform som helst, oundvikligen kommer att påverka sin omgivning (dvs att normen hög ekologisk status i grunden är ett paradoxalt mål – åtminstone för den som är människa). Detta humanekologiska perspektiv finns t.ex. inbyggt i konceptet om de tre hållbarhetsdimensionerna: ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Om en åtgärd exempelvis saknar ekonomisk hållbarhet, spelar det ingen roll att den är miljövänlig. Ett numera vida spritt exempel i det fallet är den högteknologiska miljötoalett som Gates Foundation har investerat stora pengar i; toaletten löser visserligen ett miljöproblem, men det är väldigt få som i praktiken kommer att skaffa toaletten eftersom den är både dyr och komplicerad¹².

Om behovet av restaurering av sänkta sjöar analyseras i det perspektivet framkommer inte minst den obestridliga sanningen att ett opåverkat naturlandskap med fattiga människor, inte nödvändigtvis kommer att anses som lika bra som ett kulturpåverkat naturlandskap med mindre fattiga människor.

Eftersom en utläggning om olika perspektiv på framtiden kan bli väldigt omfattande, konstateras bara helt kort i denna rapport, att en rimlig prioritering – ur ett humanekologiskt perspektiv – är att vattenåtgärderna inte bör

12 "Bill Gates Can't Build a Toilet" <http://www.nytimes.com/2013/11/19/opinion/bill-gates-cant-build-a-toilet.html>

missgynna krisscenarios i samhället. Eller om man så vill: att arbetet med att lösa miljöproblem bör ta hänsyn till vilka övergripande problem som ett krisscenario riskerar att drabbas av, så att miljöåtgärderna inte kommer att upplevas som en dyr miljötoalett, som få kommer att ha råd med om det blir kris.

Som exempel på närliggande krisscenarios finns t.ex. störningar i livsmedels- eller vattenförsörjning, medan andra krisscenarios kan vara långvariga ekonomiska kriser, som gör att den infrastruktur som vi har idag inte kommer att kunna underhållas. Här nedan följer några exempel på värden kopplat till sjöar, som kan komma att öka jämfört med idag vid kris:

- Det kanske mest närliggande värdet i händelse av framtida kriser är kopplat till sjöarnas potential som reservvattentäkter. Historiskt sett har de Norrländska sjöarnas vattenreserver varit särskilt betydande vid torrperioder under vintern (Lundgren och Öhlund 1990, 121), medan de idag förväntas skydda människor oavsett årstid i händelse av större avbrott i de centraliserade dricksvattenssystemen (som faktiskt är ganska sårbara). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) skriver därför i sina rekommendationer att hushållen inte bara bör överväga att lagra egna förråd av dricksvatten i hemmet, utan därtill också vara beredda på att kunna hämta dricksvatten från just sjöar, när störningar uppstår i dricksvattenssystemen¹³.
- Det hållbara uttaget av fisk i norrländska *högproduktiva* sjöar (främst grunda kustnära sjöar) är troligen uppemot 25 kg/ha/år (Nordqvist 1918). Denna siffra kan ökas mångfalt om fiskarna utfodras, men kräver i så fall att ekosystem utanför sjön kan skördas för att säkra fodertillförseln. I händelse av tillfälliga avbrott i livsmedelsförsörjningen kan uttaget av fisk från en sjö göras betydligt större än den hållbara skörden eftersom den totala biomassan av fisk är betydligt högre än det hållbara uttaget. Genom att ett sådant *överfiske* är möjligt under en kort period kan goda fiskevatten få ett framtida värde vid kris, åtminstone i mindre samhällen (på lägre sikt än så kan dock sjöarnas naturliga produktion av fisk inte ersätta jordbrukets fundamentala betydelse som bas för livsmedelsförsörjning¹⁴).

13 MSB skriver bland annat så här:

"Brist på vatten är mycket allvarligare än brist på mat. Efter en enda dag utan 2-3 liter vatten orkar du hälften av vad du brukar. Redan efter tre dagar utan vatten kan du vara svårt utmattad."

"Tappa upp dricksvatten: Det är en stor fördel om du kan ha vatten upptappat i förväg, både till familjen och husdjuren. Att sätta en gräns för hur länge dricksvatten kan förvaras, har mer med lukt och smak att göra än med hälsomässiga risker. Rent vatten som förvaras i rena dunkar i mörka och svala utrymmen kan sparas många dagar."

"Hämta vatten själv: I nödläge kan du hämta vatten från vattendrag, sjöar och dammar. Ta vattnet på ställen där vattnet rinner, eller som ligger långt ut från stranden."

<https://www.dinsakerhet.se/olycka-och-kris/forbered-dig-for-olycka-och-kris/det-viktiga-vattnet/> åtkomstdatum 2016-05-13

14 Det hållbara fiskuttaget för svenska sjöar var ca 2,5 kg/ha/år i början av 1900-talet (Nordqvist 1918). Ytan svenska sjöar är ca 4 milj ha (enligt SMHI) vilket ger ett hållbart uttag på ca 10 000 ton fisk per år. Eftersom ca hälften blir fiskrens återstår 5 000 ton, som ska fördelas på 10 miljoner invånare, vilket ger ca 0,5 kg per person och år. Därtill bör det poängteras att: 1) småskaligt fiske kräver en mycket stor arbetsinsats i förhållande till

- Sjöarnas produktion av vattenväxter berörs ingående i bilaga 1. Mot bakgrund av den kunskapen kan slutsatsen dras att högproduktiva vattenängar har ett potentiellt högt samhällsvärde på grund av att odlingen kräver lite nettoenergi (varken plöjning, insådd eller gödsel krävs). Vattenängar är också mindre känsliga för den sommartorka, som kan förväntas öka vid klimatförändringar.
- Även när det gäller kriser som rör försörjningen av näring till livsmedelsproduktionen, kan sjöar få ett ökad värde. I det fallet med motiveringen att aktivt brukade vattenängar bidrar till att återföra den näring som lakas ut i vattendragen från omgivande marker. Med samma syfte används vattenängar redan idag i försöksskala för att både utvinna energi och gödsel ur näringsrika vattendrag (Prade, Svensson, och Tufvesson 2017), med skördar på uppemot 11 ton torrsubstans per hektar och år¹⁵.

Av dessa punkter framgår det att ett framtida samhälle kan komma att behöva lokala *kulturvatten* i högre utsträckning än idag. För krisscenarios är det t.ex. rimligt att anta att de småskaliga system, som redan sedan tidigare har visat sig vara långsiktigt produktiva och möjliga att underhålla med lokala råvaror, kan komma att värderas särskilt högt. Exempel i det fallet är näringsfattiga sjöar som dricksvattenreserver, och näringsrika sjöar som vinterdäms för att ta tillvara näringen från vattendragen innan den når havet.

Därtill bör det noteras att även de planer som berör mycket gynnsamma framtidsscenarios, kan behöva ta hänsyn till att det finns sjöar där kostnaderna för restaurering ökar i snabbare takt än den förväntade ekonomiska tillväxten. Detta gäller särskilt för grunda och snabbt igenväxande system, i vilka alltmer nettoenergi kommer att behövas för att restaurera, fram tills den dag då "bäst-före-datumet" för restaurering har passerats. Helt och hållet torrlagda sjöar växer dock i regel inte igen på det sättet, eftersom de ofta brukas som skogs- eller jordbruksmark. Denna typ av sjöar kommer därför att kunna restaureras även långt in i framtiden med ungefär samma insats av nettoenergi som skulle krävas idag.

Intressekonflikter kring sjönivåer

Historiskt sett har det ofta funnits en lokal splittring i frågan om statens och lokala aktörers intressen för sjösänkingsprojekt. I argumentationen mot sjösänkningar framfördes exempelvis riskerna för skador på husbehovsfisket, risken för ökad frostlänthet, och att landskapet förfulades när sjöarna togs bort (C. Holm 1942; G. Holm 1949). Statens markförvaltningsambitioner har dock under långa tider haft ett tydligt mål om att skapa *båtnad*, dvs att driva igenom sådana åtgärder i landskapet där värdestegringen på en viss mark blir högre än

vinsten, 2) de mest högproduktiva sjöarna i Norrland oftast har sänkts sedan år 1900 och 3) att de stora sjöytorna i Norrland (inlandet) hade en betydligt lägre hållbar hektarskörd än 2,5kg per år (Nordqvist 1918).

15 Tidningen Land Lantbruk nr 38, 16 sept 2016, sidan 11: "Vass kan bli framtida energigröda".

kostnaden för att åstadkomma värdestegringen. I sådana beräkningar värderades husbehovsfisket vanligen mycket lågt, om ens alls, eftersom verksamheten vanligen inte genererade någon beskattningsbar inkomst. Och även om risken för massfiskdöd i samband med stora torrlägningsprojekt var känd åtminstone i Västerbotten (C. Holm 1939), kunde det i Lantbruksstyrelsens betänkanden inför sjösänkningar ändå skrivas in att ”allmänna intressen berörs ej av företaget” (Larsson 1944, 3). Vissa sjösänkingsprojekt skulle faktiskt troligen ännu idag ge båtнад, eftersom de icke-beskattningsbara värdena alltjämt beräknas lågt.

Att båtнаdsberäkningar har slagit fel finns det flera exempel på: Torrläggningen av den 114 hektar stora Västervikssjön i Dalkarlsåns avrinningsområde hade som syfte att skapa åkermark på hela arealen, men när sjöbottnen slutligen torkat upp visade sig jorden vara extremt sur, och därtill hade utloppskanalen dimensionerats felaktigt så att stora delar av den gamla sjön översvämmas än idag av höga flöden (Figur 1, sid 12) (Åberg 2012b). Marken på den gamla sjöbottnen blev därför till allra största del lämnad obrukad, vilket långsamt ledde till etablering av lövskog och sumpskog. Detta innebär i sin tur att de största vinsterna ännu 70 efter utförd åtgärd ligger i framtiden, och att två generationer av markägare hittills mest haft kostnader rörande: 1) utgifter rörande de nyodlingar som misslyckades, 2) avbetalning av lånet som krävdes för att motfinansiera statsbidraget, 3) den kollektiva skyldigheten att behålla de låga vattennivåer som vattendomen föreskriver. Ej inräknat i detta är de förlorade lokala upplevelsevärden och möjligheter till husbehovsfiske som sjön medgav.

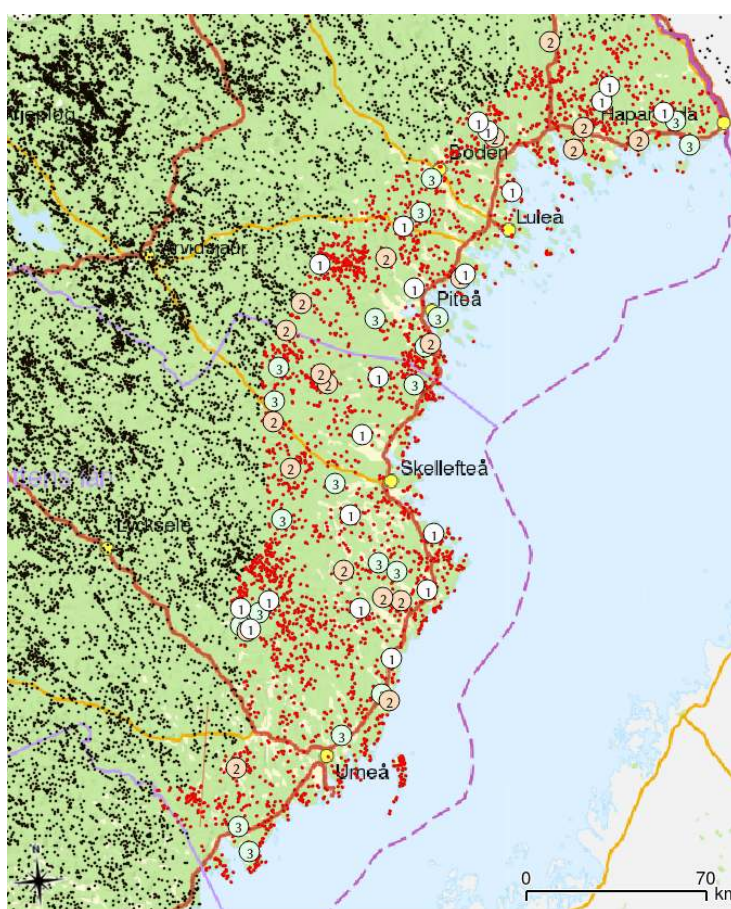
Även ökad frostlänthet har bidragit till att de beräknade vinsterna av sjösänkningar har uteblivit. I exempelvis byn Broträsk, väster om Lövånger, ökade frostläntheten så mycket att nivån behövde återställas till nära ursprunglig nivå (C. Holm 1942). Från Lövånger finns därtill också ett exempel på att upplevelsevärdet av en restaurerad sjö värderades högre än den båtнаd som sänkningen gav: kommunister Johan Gustav Högbom i Lövånger (verksam på 1800-talet) höll nämligen inte bara predikningar mot sjösänkningar, utan också höjde tillbaka nivån i den sänkta Kyrksjön så att det tidigare fisklösa vattnet (pga av sura sulfatjordar) fick en så bra kvalitet att även inplanterad mört och löja överlevde (Högbom 1921; C. Holm 1942). Därtill finns ett icke obetydligt antal exempel på hur människor i modern tid gått ihop och justerat vattennivåerna uppåt i sänkta sjöar, ibland helt på egen bekostnad och ibland med vissa bidrag från staten eller andra finansiärer.

Eftersom intressena gick isär när sjöarna sänktes kan man även räkna med intressekonflikter kring nivåhöjningar idag. En nivåhöjning i en sänkt sjö medför oundvikligen att mark blir blötare, vilket ofta – men inte alltid – påverkar produktiviteten i skogs- och jordbruksmark. Även bryggor och strandnära bebyggelse, eller hus och infrastruktur som står på den torrlagda sjöbottnen, kan påverkas. I vissa fall, så som i exemplet Bjurforsdammen i denna rapport, har det också anförts att en nivåhöjning kan leda till mera gäddor och sämre livsbetingelser för ädelfisk i det vattendrag rinner genom den sänkta sjön.

Material och metoder

Bedömning av antal sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten

Antalet sänkta sjöar i längs kusten i Norr- och Västerbotten beräknades enligt följande: Det svenska sjöregistret från 2012¹⁶ (med 106 600 sjöar) laddades i programvaran Qgis 2.8.6-Wien (<http://qgis.org>), varefter alla sjöar i området mellan stambanan och kustlinjen inom Norr- och Västerbottens län markerades. Längst upp i norr markerades en något bredare zon på grund av stambanans relativa närhet till havet. Totalt ingick 3210 sjöar, som sparades till ett separat lager, varifrån 3 omgångar av slumpmässiga urval gjordes, med 20 sjöar i varje urval, via funktionen: Vektor>Forskningsverktyg> Slumpmässiga urval.



Figur 4. Tre omgångar slumpmässiga urval med 20 sjöar i varje urval (siffrorna 1,2 respektive 3 på kartan) gjordes från 3210 sjöar (röda prickar) längs norra Norrlandskusten. Grundkarta: Lantmäteriet CC-BY

Dessa sjöar, totalt 60 st (3×20), söktes sedan upp på flygfotografier och de lutningskartor som skapats av skogsstyrelsen med Lantmäteriets nya databas *höjddata 2+*. Vid fjärranalysen bedömdes om utloppet var dikat (via främst

16 Via <http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127>

lutningsdata) och om sjön på flygfotot visade tecken på igenväxning i grunda områden i förhållande till de strandformer som lutningsdata visade. Följande klassificering gjordes:

U	Helt opåverkad av sänkningar
U/S	Sänkt men med en damm som behåller ursprunglig nivå.
SL	Måttligt sänkt
SS	Kraftigt sänkt
HÖ	Höjd nivå på grund av kraftverksdamm

De tre urvalens olika klasser summerades därefter varefter medelvärden och korresponderande konfidensintervall för medelvärdena beräknades.

Särskilda objekt för fördjupad analys

Som särskilda studieobjekt valdes sjöarna Vallsträsket-Fäbodträsket (Bureälven), Fällforsjön (Dalkarlsån), Nördsjön (mynnar i Rickleåns estuarie) och Dalsjön (mynnar i Umeälven strax nedströms Brånsjön). Urvalet gjordes av Mellanbygdens vattenråds representanter för Umeå, Robertsfors och Skellefteå kommuner. Därtill valdes Bjurforsdammen (Sävarån) i ett senare skede av arbetet för att vigda beskrivningen av de frågor som rör restaurering av sänkta sjöar.

Analysens huvudfrågor var följande:

- Vilken ursprungsnivå hade sjön?
- Vilken nivå har sjön idag?
- Från vilka nivåer över nuvarande nivå bedrivs åkerbruk respektive skogsbruk?
- Inom vilken amplitud varierar sjöytan?

Lantmäteriets nya databas *höjddata 2+* användes för att skapa högupplösta höjdmodeller över de sjöar som ingår i denna studie. Från modellerna söktes den lägsta nivån vid datumet för höjdmätningen (laserskannade data), den ursprungliga nivån vid strandhaket, samt de nivåer som ligger inom 0-1 meter över den ursprungliga nivån. Lägsta nivåerna ovanför nuvarande nivå som uppvisar produktiv skog och brukad jordbruksmark togs fram genom att studera flygbilder och framförallt skogsstyrelsens nya trädhöjds-karta (via <http://www.skogsstyrelsen.se/skogligagrunddata>).

Den ursprungliga nivån beräknades genom att identifiera strandhaket i morän i modellerna, och fastställa nivån på strandhakets lägsta punkt på 3-5 platser runt sjön. Därefter visualiserades denna nivå i höjdmodellen som en kontroll på att den framtagna nivån passade med de strandlinjer som generellt var synliga i modellen, och med de eventuella historiska kartor som fanns.

Resultat och diskussion

Bedömning av antal sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten

Andelen sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten (området definierat enligt Figur 4) beräknades till 73% av alla sjöar i området. Denna andel motsvarar 2 343 sjöar av totala antalet 3 210 sjöar (Tabell 2). Genom att beräkningen gjordes från tre fristående omgångar av slumpmässigt valda sjöar, kunde den statistiska osäkerheten för detta medelvärde beräknas till 56-84% av totala antalet sjöar i området (med 95% sannolikhet). Detta motsvarar i sin tur 1 802-2 692 sjöar av områdets totala 3 210 sjöar.

Slutsatsen av detta är att andelen sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten med mycket stor sannolikhet är betydligt större än det beräknade andelen sänkta sjöar i Sverige (ca 16% av de drygt 100 000 sjöarna). Utöver detta finns därtill ett ytterligare antal *torrlagda* sjöar i området¹⁷, som visserligen kan antas vara ganska litet, men likväl vara ekologiskt sett betydelsefulla i både positiv och negativ bemärkelse, beroende på vilken nytta som värderas högst. Värt att notera är också att antalet sjöar i storleksordningen 0,1-1 hektar inte har analyserats, trots att antalet av dessa kan beräknas vara minst lika stort som de större sjöarna (Åberg 2010).

Sammanfattande resonemang kring de utvalda studieobjekten

Sänkingsnivåerna i de fem utvalda objekten varierade från 0,5 meter i Dalsjön till 2,4 meter i Bjurforsdammen. Andelen tidigare sjöyta som inte längre kan definieras som sjöyta varierade mellan 10% till ca 95% (Tabell 3). Graden av "igenväxning" (som är ett delvis svårdefinierat begrepp), kan sägas variera ganska mycket mellan de fem objekten: I det mest sänkta objektet Bjurforsdammen märktes t.ex. en tendens till ökad igenväxning med buskar, medan den minst sänkta sjön Dalsjön, har en vattenvegetation som visserligen täcker nästan halva sjön, men som i stort sett inte består av flytande växtmattor (gungflyn).

När det gäller gungflyn framstår Fällforsjön som en särskilt gynnsam bildningsmiljö, vilket troligen kan förklaras både av den höga amplituden och av att den episodiskt sura kemin gynnar etablering av vitmossor. Risken för irreversibel igenväxning kan därför sägas vara stor i Fällforsjön. Även i de övriga sjöarna (förutom Dalsjön) har de flytande växtmattorna en utbredning som åtminstone delvis kan försvåra återskapande av öppna vattenspeglar.

Påverkan på produktiv fastmark, strandnära byggnader och liknande bör inte minst analyseras i förhållande till vilka amplituder som förekommer idag. Vid exempelvis Fäbodträsket/Vallträsket (sid 25), som har hög amplitud, kan en ganska stor nivåhöjning vara möjlig utan att påverka fastmarken – men bara om åtgärden också minskar amplituden. En åtgärd i Fäbodträsket/Vallträsket skulle därför i bästa fall både kunna bli positiv både i termer av minskad igenväxning i sjöarna, och bättre förutsättningar för produktion för jord- och skogsbruket runt sjöarna. I system som däremot liknar Nördsjön (sid 29) blir en

17 Som inte kom med i analysen eftersom de saknas i sjöregistret.

höjning sannolikt betydligt mera märkbar, eftersom amplituden är liten och relativt stora ytor av den gamla sjöbotten har övergått till fastmark. Sjöar med låg amplitud har i denna rapport använts som grund för påståendet att höjden 0-0,5 meter över den nya sjönivån riskerar att bli märkbart blötare. Detta gäller dock förstas bara om amplituden blir låg efter utför åtgärd. Att eftersträva låga amplituder bör dock i de flesta fall vara motiverat, eftersom de naturliga utloppen i icke-sänkta sjöar i kustlandet oftast ger små amplituder. I fallet med kraftigt igenväxta system, är en stabil nivå dessutom motiverad för att rikta kraften från både vågor och expanderande vinteris mot samma punkt på strandhaket (se mer om strandhak i bilaga 2).

Tabell 2. Bedömning av antal sänkta sjöar längs norra Norrlandskusten.

Klasser av sjöar (>1ha)	Antal i urval	Andel av urval	Motsvarande totalt ca:
Sänkta	44	73%	2 343
Höjda eller opåverkade	16	27%	867
Varav:			
Höjda	1	2%	54
Måttligt sänkta	31	52%	1659
Kraftigt sänkta	11	18%	589
Opåverkade	15	25%	803
Sänkta, men dämnda till ursprunglig nivå	2	3%	107
	60	100%	3210

Tabell 3. Sammanfattning av förhållanden inom de särskilda studieobjekten.

Sjö, samt närliggande större vattenmiljö	Ursprunglig sjöyta	Sänkning enligt denna studie	Minskad sjöyta
Fällforssjön, Västra Dalkarlsån	45 ha	1,4 meter	60%, 28 ha
Nördsjön, Rickleåns estuarie	20 ha	0,9 meter	50%, 10 ha
Fäbodträsket/Vallträsket, Bureälven	335 ha	0,9 meter	Grovt räknat* ca 10%, 30 ha
Östertjärnen/Bjurforsdammen, Gravån	90 ha	2,4 meter	95%, 85 ha
Dalsjön, Umeälven	20 ha	0,5 meter	15%, 3 ha

* data saknas delvis, pga att höjddata 2+ inte speglar lägsta nivå.

Två andra faktorer som påverkar vad som blir blött omkring sjön är markens lutning och kapillaritet. Om marken är både flack och har finkornig jord inom 0-0,5 meter över sjöytan är sannolikheten stor att området redan idag är en våtmark, medan mer grovkorniga underlag, eller kraftige lutninger vanligen bara blir våtmarker om det sker stora diffusa inflöden av vatten till området.

En annan faktor som kan vara svår att beräkne exakt, är de förändringer av "sug" som sjöinloppen opplever ved höjninger av sjöytan. Detta sug är t.ex. beroende av inloppens bredd og flödesvariationer. Fällforssjön i denna studie (sid 32) är ett eksempel där suget behöver tas hänsyn till.

Mot bakgrunn av ovanstående framstår det ganske tydeligt at exakte konsekvensberäkninger med avseende på hur grundvattenytterne forandras ved en nivåhøjning, är kompliserade og allra minst kræver ett omfattande fältarbeide. Dette jobb kan troligen ganske lett bli dyrare än att helt enkelt göra en testhøjning, og observere vad som händer. Projeckt som syftar till att höja nivåerna bör därför redan i förväg diskutera om det finns förutsättninger att göra en "testhøjning".

När det gäller optimala metoder mot igenvækning är en rimlig utgangspunkt at først og fremst beakta hur den typen av problem løstes under 1800-tallet (se bilaga 1). Framforallt røtning kan være læmplig, eftersom nivåerna i det fallet justeres oppåt og dermed sjallan blir en stor stress på det øvrige vattenøkosystemet. Det bør dock inte glømmas bort at även metoder som går ut på att tømme sjøen kan være effektive (t.ex. ispressning). En metode som kanskje inte ens testades på 1800-tallet, är att tømme sjøen under några år så att alla flytande væxtmatter växer fast, varefter sjøen fylles opp over sine bredder for at røtas under att antal år. Det är iallafall ett mycket rimligt antagande at en helt og hållet tørrlagd sjø er enklare at restaurere än en sjø som har en længt gāngen igenvækning med gungfly. Nackdelarna med den typen av metoder är at den økologiske påverkan kan blir stor om sjøen tøms – i synnerhet om sjøbotten inneholder sura sulfatjorder. Ett alternativ er derfor skørd av flytande væxtmatter, med syfte at skapa gødsel/jordforbættelsesmedel (eller andre merværdene), som kan motivera det høge behovet av nettoenergi ved skørdene.

Slutligen bør det ogsā noteras at sjøsystem som tillåts interagere med tama eller vilde dyr kan oppleve en mårkbart bromsad igenvækning. En sterk bæverpopulation kan t.ex. reducere utbredningen vattenvækter med 60% og produktionen av døde væxtdele med 75% i grunda sjøar/våtmårker (Parker, Caudill, og Hay 2007). Større betesdyr som lockas ner i sjøarna kan ogsā reducere forekomsten av både rotade vattenvækter og flytande væxtmatter. Ett fördjupet resonemāngen kring dette ligger dock utanfor ramene i denne rapport.

Skellefteå – Fäbodträsket-Vallträsket/Bureälven

Motiv till sänkning: troligen snarare flottledrensning i Bureälven än en avsiktlig sänkning för slätter eller vallodling. Idag bidrar rensningen troligen också till bättre utbyte i kraftverket vid Kvarnforsen i Bureälven.

Sakägare: Uppskattningsvis över 100 st.

Ursprungsnivå	45,0 m
Nuvarande nivå	44,1 m (-0,9 m)
Lägsta nivå med skog	45,2 m
Normal amplitud under året	upp till ca 2 m, och åtminstone drygt 1 m även vid måttliga höglöden
Lägsta nivå med brukad åkermark	Ca 45,5 m

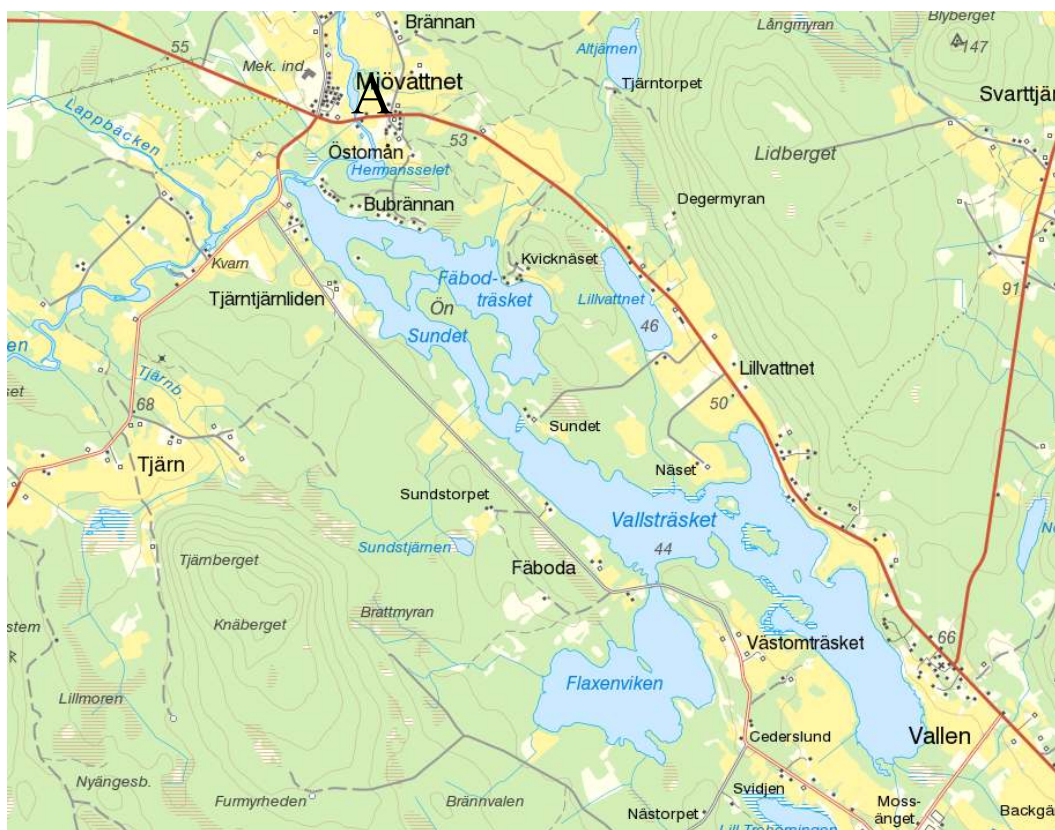
Strandhaket i morän börjar på nivån +44,9-45,0. I dagsläget uppnås denna nivå vid måttliga höglöden, medan nivån sjunker åtminstone till +44,1 vid lägre löden (Cox 2015). Vid översvämningen år 2012 nåddes även nivåer omkring +46 m, tolkat utifrån *höjddata 2+* och den flygbild som togs under översvämningen. Den totala amplituden är därmed omkring 2 meter, vilken får anses vara mycket hög jämfört odikade sjöar. Runt sjön finns också några enstaka strandvallar.

I en tidigare utredning har det konstaterats att nivå-sänkningen i Fäbodträsket-Vallträsket rimligen inte kan ha orsakas av grävningar i utloppet mot älven, utan istället av rensningar av forsen vid bron över Bureälven strax nedströms sjösystemet (vid A på kartan) (Åberg 2012c). Konstruktionen av denna bro har med hög sannolikhet även medfört att älven trängs ihop så att den på ett avgörande sätt bidrar till större nivåfluktuationer än naturligt i sjösystemet.

Vattenytan vid +45,0 m är 335,2 hektar, varav ca 50% med vattenväxter (Cox 2015). Sänkingsnivån är +44,1 (-0,9 m) enligt SMHI (Cox 2015).

Den ökade produktionen på skog och åkermark genom sänkningen kan antas vara liten: Resultaten från Erica Cox examensarbete (Cox 2015) indikerar att sänkningen inte har medgivit någon etablering av åkermark inom intervallet +44,1-45,0, troligen på grund av att nivåfluktuationerna är både relativt långvariga och ofta återkommande upp till +45m. Det bör noteras att en del igenväxt åkermark finns på nivåer omkring +45,5-46. Att dessa marker inte brukas aktivt längre, kan troligen förklaras av att den nuvarande trånga broöppningen nedströms sjösystemet gör att dessa marker översvämmas alltför regelbundet vid höglöden i Bureälven. Vid en nivåstabilisering där högstanivån hamnar nedanför 45,5 blir dessa marker troligen lättare att bruka som betesmark eller åkermark.

Den yta som ligger mellan 44,1 och 45,0 är till mycket stor del stränder med låg vegetation, som i flackare områden kan vara torvbildande. En generell gräns för skogbeväxt mark ligger omkring +45,2, eller ungefär samma nivå som gissningsvis fanns i det ursprungliga tillståndet.



Figur 5. Fäbodträsket och Vallsträsket, vilkas gemensamma utlopp går mot Bureälven i övre delen av kartan. Karta: Lantmäteriet CC-BY.

Nivåhöjning eller nivåstabilisering?

Vid justeringar av nivån i Fäbodträsket-Vallsträsket kan tiltakene teoretisk sett riktas mot sjølve utloppet till Bureälven. En sådan tiltak kommer att kunne høje lågstanivå. Risken er dock stor at det skapas ett partielt vandringshinder for fisk mellom Bureälven og sjøarna, eftersom trøskeln oundvikligen blir mycket brant når nivån i älven sjunker mot +44,1 og nivån i sjön behålls omkring +45. En trøskel mellom älven og sjøarna ger heller ingen effekt på de högstanivåer som idag skapar problem for jordbruket, eftersom högstanivå styrs av den smala öppning som Bureälven ska passera vid bron i Mjövattnet.

For at också motverka de høga nivåer som påverkar jordbruket, bør tiltaker riktas mot forsen nærmast nedstrøms sjøsystemet og den smala bron vid samma forsen. Examensarbeidet av Erica Cox (Cox 2015) indikerar at en højning med +0,9 m från 41,1 till +45,0 inte kommer at påverka åkermark. Även denna studie bekräftar detta eftersom nivåer upp till ca 45,0 ännu idag är så pass långvariga og återkommande at skogstillväxt og åkerbruk inte är möjligt förrän vid ca +45,2 og +45,5, respektive. For at en nivåhöjning med +0,9 inte ska medföra produktionsförsluter jämfört med idag bør den dock kompletteras med en tiltak som *minskar nivåvariationen* i sjøsystemet. Den eftersträvansvärda tiltaken for hela sjøsystemet kan därför sägas vara en *nivåstabilisering*, snarare än en nivåhöjning. Förslagsvis kan lågstanivå højas till ca 44,9, medan högstanivå

bör sänkas så att den liknar en flödesregim som finns i de odikade sjöar som inte visar tecken på igenväxning med gungfly (högstanivån bör i så fall läggas på omkring +45,2). Åtgärden blir därmed riktad mot den nuvarande bron som måste försees med en betydligt bredare öppning, samt en återställning av den gamla forsens djup. En uppgrundning på ca 0,9 meter krävs i forsen, medan bredden på broöppningen bör fastställas med hänsyn till Bureälvens högvattenföring och vattenhastigheterna över den restaurerade forsnacken.



Figur 6. Vallsträsket. Vy söderut från Lillvattnet. Foto: Jan Åberg

Ekologiska effekter

För Fäbodträsket-Vallsträsket innebär en höjning med omkring +0,9 m att vattenväxter i centrala delarna av sjöarna kommer att flytta sig in mot grundare områden och att den öppna vattenytan ökar. Sjöstränderna blir dessutom betydligt starkare utsatta för våg- och iserosion, vilket i sin tur bidrar till sämre livsbetingelser för vissa vattenväxter i strandszonen. En del gungfly som finns längs de flackare stränderna kommer att flyta upp permanent och röra sig närmare stränderna, där de successivt kan växa fast, och troligen även brytas ned av den ökade erosionen (Elveland 1979, 39). Effekten av höjningen kan också jämföras med gamla tiders ”rötning” (Elveland 1979).

Det bör också noteras att den ganska stora sommarvariation i vattennivåerna som idag förekommer i Fäbodträsket-Vallsträsket troligen tvingar växterna att skjuta i höjden på ett sätt som förr i tiden praktiserades för att stimulera vattenväxternas tillväxt på vattenängar (se resonemang i bilaga 1). När dessa stora variationer upphör kan därför en minskad biomassatillväxt förväntas.

Vallsträsket har en hög belastning av sulfat från sur sulfatjord (Ahlström 2014). Om lågvattennivån höjs omkring 0,9 m minskar risken för uttorkning av de

syrefria sjöbottensediment som innehåller potentiellt sur sulfatjord, vilket i sin tur medför att försurningen av Vallsträsket borde minska

Risk för irreversibel igenväxning?

Vattnet i vissa delar av sjösystemet är surt av sura sulfatjordar, vilket gynnar vitmossor och bildningen av flytande växtmattor. Att låta nivån ligga kvar i sitt nuvarande läge innebär därför en uppenbar risk att åtminstone vissa skyddade vikar och trånga passager växer igen på ett sådant sätt att de blir successivt allt svårare att restaurera till öppna vattenytor. Genom att sjöarna i övrigt är relativt stora finns dock chansen det successivt inställer sig en relativt stabil balans mellan igenväxningsprocesser och erosionsprocesser. Detta gäller i synnerhet om näringurlakningen till sjöarna minskas, eller att någon slags skörd av vattenväxterna kan äga rum med regelbundna intervall.

Optimal behandling mot igenväxning:

Om sociala och ekonomiska konsekvenser bortses ifrån, är det mycket troligt att flera års "rötning" skulle vara en effektiv åtgärd för att reversera igenväxningen (därtill en "enkel" metod i jämförelse med alternativen). Det optimala hade varit att låta nivån vara något högre än den ursprungliga nivån i flera år. Skörd av vattenväxter skulle därtill troligen kunna ha stor potential att minska mängden näring i sjöarna (om materialet tas om hand på ett adekvat sätt), men eftersom ytorna är mycket stora blir insatsen därefter (skördar på upp till flera ton torrsubstans per hektar kan förväntas). För optimal effekt av en rötning kan skörd av vissa flytande växtmattorna (gungflyn) vara nödvändig, åtminstone i vissa små områden. I bästa fall kan dock gungflyn komma att successivt brytas sönder av den starkare vågerosion och ispressning som kan förväntas.

Genom att sjösystemet är stort kan dock en optimal behandling troligen påverka stora ekonomiska värden på ett märkbart negativt sätt.

Robertsfors – Nördsjön/Rickleåfjärden

Motiv till sänkning: odling av vattenväxter och eventuellt också vattenreglering för kvarnen nedströms Sörsjön (idag en torrlagd sjö).

Sakägare: 5 st

Ursprungsnivå	18,4 m
Nuvarande nivå	17,5 m (-0,9 m)
Lägsta nivå med skog	17,7 m
Normal amplitud under året	Uppskattningsvis knappast mer än ca 0,2 m
Lägsta nivå med brukad åkermark	Aktiv åkermark saknas förutom vid utloppet

Strandhaket i morän har en högsta höjd av ca 1 meter och börjar på ca +18,4 m. Ispressade strandvallar saknas. En svag antydning till strandhak finns även vid ca +18 m, vilket skulle kunna vara den vinternivå som användes när/om sjön brukades aktivt som ett vinterdämt dammänge.

Om Nördsjön tidigare hade damm i utloppet (vilket inte kunde klarläggas helt och hållet i denna studie) är det ett rimligt att vattnet nyttjades för att reglera kraften i den kvarn som fanns nedströms den numera torrlagda Sörsjön (tidigare kallad Kroksjön), som ligger nedströms Nördsjön och söder om Näs by.

Den ursprungliga vattenytan var ca 20,4 ha, medan nuvarande yta är ca 10 hektar. Nuvarande nivå är ca +17,5 m, vid datum för laserscanningen. Nuvarande nivå där skogsproduktion startar vid omkring +17,7. Total sänkingsnivå är ca 0,9 m.

Påverkan på omgivande mark vid en höjning

Eftersom Nördsjön är permanent sänkt och saknar stora nivåfluktuationer innebär en höjning att den omgivande marken blir märkbart blötare. Uppskattningsvis kommer 0,25 hektar åker, 0,9 hektar betesmark och knappt 2 hektar lågproduktiv skog att övergå till öppen vattenyta. Därtill beräknas ytterligare ca 0,4 hektar åker och ca 5 hektar skog hamna inom 0 till 0,5 meter över sjöytan, vilket är en nivå som troligen kan komma beröras av risk för minskad produktion, i synnerhet där lutningen är flack. Mark som ligger under 0,2 meter över sjönivån kan generellt sett förväntas förbli obeväxt med skog, medan nivåer 0,2-0,5 meter över vattenytan kan förväntas medge skogsproduktion om inte området är alltför flackt. Grundförutsättningen för att kunna bedriva jordbruk med plöjning kan anses vara att marken ligger ca 0,5 meter ovanför sjönivån, även om det finns exempel vid t.ex. Lägdsjön i Rickleå by där den plöjda nivån ligger ännu lägre.



Figur 7. Nordsjön i Näs. Vattenlinjen ved en höjning med +0,9 meter (heldragen rød linje), samt skogsmark, betesmark och åkermark, som antingen dränks av den nya nivån eller hamnar nærmare än 0,5 meter över sjöytan (med risk for försumpning och minskad produktion). Se vidare forklaring i text. Grundkarta: Lantmäteriet, CC BY

Ekologiska effekter

För sjöekosystemet innebær en höjning med omkring +0,9 m att vitmossor som växer på fast mark inom sjöområdet kommer att kvævas, samt att många vattenvæxter i centrala delarna av sjön kommer flytta sig in mot grundare områdene. En del gungfly kommer troligen att slitas loss og røra sig nærmere strændene, där de successivt kan væxa fast, eller, i gynnsamma fall, även långsamt brytas ned (Elveland 1979, 39). Effekten av höjningen kan jämföras med gamla tiders "røtning". Bildning av vätesulfid kan i viss mån förväntas de första åren – tolkat utifrån enligt erfaringhet av Elveland (Elveland 1979, 39). Denna bildning beror på att sjøsediment generellt sett är gynnsamma miljøer for sulfatreduktion, og att sjøsediment dermed generellt sett bidrar till højda pH-værdene i vattenmassen (Lydersen og Løfgren 2000). Att en gynnsammare vattenmiljø for fisk skapas är uppenbar på grund av att volymen vatten i sjön förväntas att åtminstone fördubblas, samtidigt som de skyddade livsmiljøerne rundt sjön blir betydeligt større genom att strandlinjen blir betydeligt længre.

Risk för irreversibel igenväxning?

Vattnet i Nördsjön är naturligt surt vilket gynnar vitmossor och bildningen av flytande växtmattor. Att låta nivån ligga kvar i sitt nuvarande läge innebär därför en uppenbar risk att sjön växer igen på ett sådant sätt att den blir successivt allt svårare att restaurera.

Optimal behandling mot igenväxning:

Om sociala och ekonomiska konsekvenser bortses ifrån, är det mycket troligt att flera års "rötning" skulle vara en både enkel och effektiv åtgärd för att reversera igenväxningen. Nivån fick i så fall gärna vara något högre än den ursprungliga nivån. Därefter skulle nivån sänkas till ursprunglig nivå, med en utformning av utloppet som ger en liten nivåamplitud under året, vilket skulle gynna erosionen mot strandhaket, och därtill gynna rotade strandväxter snarare än de gungflyn som klarar höga amplituder. För optimal effekt kan även skörd av gungflyn vara nödvändig, även om dessa i bästa fall kan komma att successivt brytas sönder av den starkare vågerosionen och ispressningen som den fördubblade sjöytan skulle medföra.

Robertsfors – Fällforssjön/Dalkarlsån

Motiv till sänkning: Odling av vattenväxter, flottnings, samt kraftreglering för sågverket, kvarnen och generatoren i Kvarnhusforsen/Sågforsen i Övre Åkulla.

Sakägare: 3 st.

Ursprungsnivå	+78,7 m
Nuvarande nivå	+77,25 m (-1,45m)
Lägsta nivå med skog	+77,6 (ca-värde)
Normal amplitud under året	ca 1,45 m (jfr Figur 2)
Lägsta nivå med brukad åkermark	Aktiv åkermark saknas runt sjön, men vid en nivåhöjning till +78,7 m hamnar ca 0,2 ha åkermark i Sörfors strax över nivån +0,5 m över sjöytan (+79,2), vilket troligen kan försvåra brukandet av marken.

Strandhaket i morän börjar på ca +78,7 m. Ispressade strandvallar finns tydeligast på nordvästra sidan av sjön norr om huvudinloppet (Figur 2). Nivån ved laserscanningen for "Höjddata 2+" var 77,25 meter vilket innebär att s nkingsniv n kan antas vara ca 1,4 meter.

Den ursprunglig sjöytan var ca 45 hektar medan nuvarande yta  r ca 17 hektar. Den ökade ytan produktiv skog genom sänkningen  r ganske liten, eftersom nivåerna återkommande stiger opp mot den ursprungliga nivån ved höga flöden. Aktiv åkermark saknas idag runt sjön, men ved en niv h jning till +78,7 m (~ursprunglig nivå) hamnar ca 0,2 ha åkermark i S rfors strax över nivån +0,5 m över sjöytan (+79,2). Redan idag översvämmas detta område ved sterke högflöden. Då en niv h jning i sjön kommer att höja nivån en bit opp i inloppet, kommer denna typ av  versv mninger att fortsätta. Men genom att sjön redan idag fylls opp till ursprungsnivån  r ett rimligt antagande att ytan översvämmad mark vi högflöden inte blir större. Däremot kan det inte uteslutas att medelnivån i  n kommer att  ka ändå opp mot åkermarken i S rfors. Dvs att när "suget" från den sänkta sjön minskar så höjs nivån i  n snabbare så att marken risikerer att bli blötare åtminstone på de ca 0,2 hektar åkermark som ligger ganske n ra ursprungsnivån (inom 0,5 m).

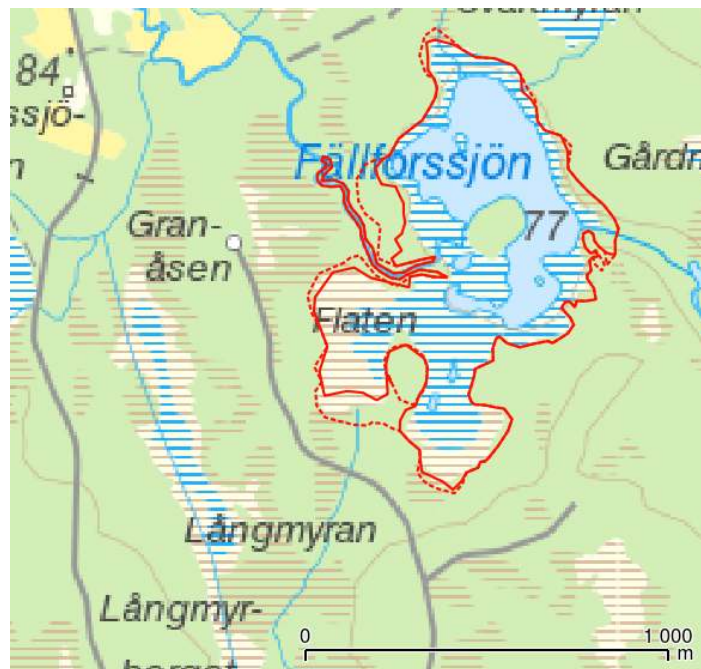
Risk for irreversibel igenväxning?

Det  r oppenbart att Fällforssjön  r snabbt igenväxande med både vattenväxter og flytande växtmattor (gungflyn). Sjöns avrinningsområde är stort og det inflödande vattnet bidrar dels till ett m rkbart inflöde av näring som gynnar växterna, dels till en episodisk sur kemi som gynnar vitmossor. Att höja nivån for att "r ta" sjön under ett antal  r, innebär att några hektar produktiv mark rundt sjön tas ur produktion, fast på ett sådant sätt att framtida generationer med relativt enkle medel återigen kan s nke nivån med fortsatt fokus på skog- og

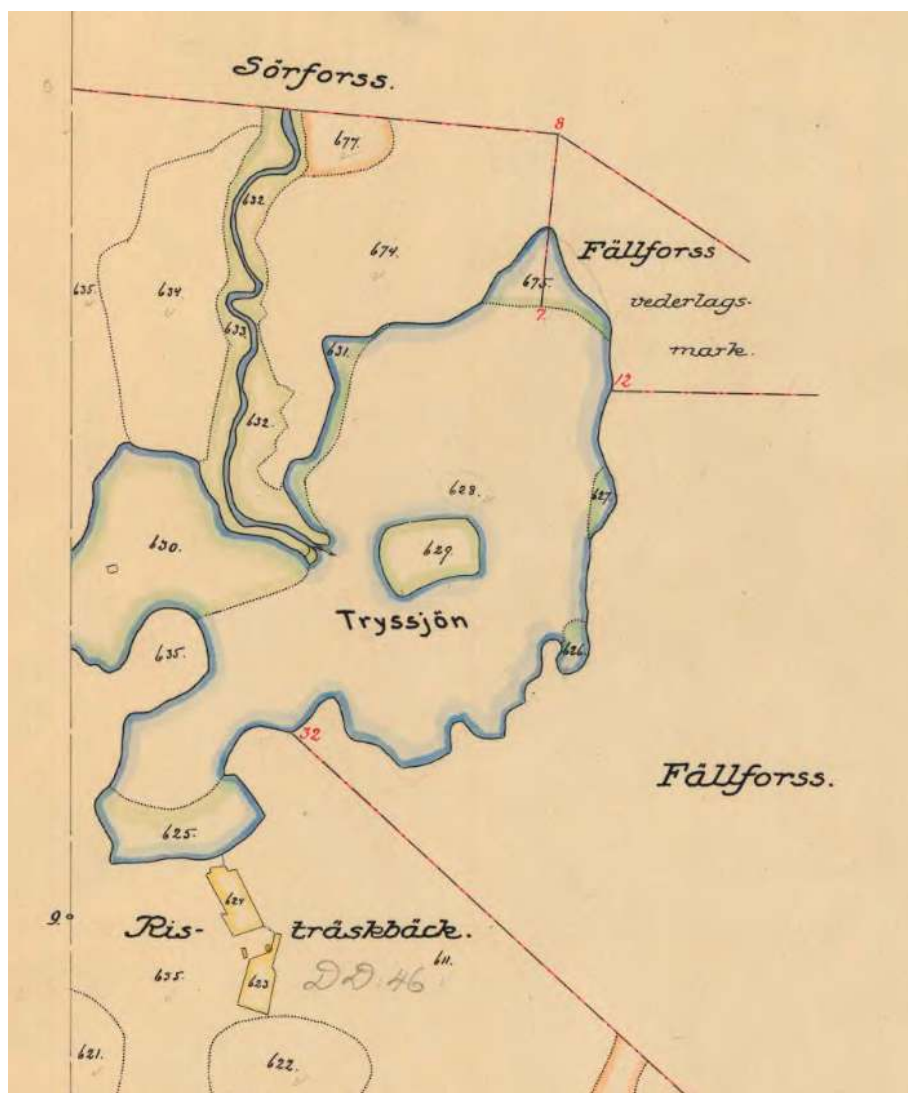
jordbruk runt sjön. Att låta nivån ligga kvar i sitt nuvarande läge innebär en uppenbar risk att sjön växer igen på ett sådant sätt att den blir successivt allt svårare att restaurera.

Optimal behandling mot igenväxning:

Om sociala och ekonomiska konsekvenser bortses ifrån, är det mycket troligt att flera års "rötning" skulle vara en både enkel och effektiv åtgärd för att reversera igenväxningen. Nivån fick i så fall gärna vara något högre än den ursprungliga nivån. Därefter skulle nivån sänkas till ursprunglig nivå, med en utformning av utloppet som ger en liten nivåamplitud under året, vilket skulle gynna erosionen mot strandhaket, och därtill gynna rotade strandväxter snarare än de gungflyn som klarar höga amplituder. För optimal effekt kan även skörd av de flytande växtmattorna (gungflyn) vara nödvändig, även om dessa i bästa fall kan komma att successivt brytas sönder av den starkare vågerosionen och ispressningen som den mer än fördubblade av sjöytan skulle innebära.



Figur 8. Fällförssjön. Röd heldragen linje = ursprunglig strandnivå. Röd streckad linje = områden som vid en nivååterställning ligger inom 0-0,5 meter över sjöytan. Bakgrundskarta: Lantmäteriet CC-BY.



Figur 9: Fällforssjön vid laga skifte år 1867. Vattenängar inom sjön och "Fällforsraningarna" (nr 632) vid inloppet markeras på kartan. Slätterområdet "Storgrundet" (nr 629) markeras som en ö, vilket indikerer at sjön kan ha varit sänkt något redan då, men troligen med årlig vinterdämning som översvämmede detta område eftersom "Flaten" (nr 630) i sjön anges som sjöområde (vattenäng) på kartan.

Umeå – Östertjärnen-Bjurforsdammen/Sävarån

Motiv till sänkning: Slättdämning och flottning. Det är dock oklart om sjön är naturlig eller konstgjord.

Sakägare: Ca 13 st.

Ursprungsnivå	153,5 m
Nuvarande nivå	151,1 m (-2,4 m)
Lägsta nivå med skog	152 m, men sly förekommer på en något lägre nivå, vilket indikerar att den senaste sänkningen år 2004 bidragit till ytterligare upptorkning
Normal amplitud under året	Uppgift saknas.
Lägsta nivå med brukad åkermark	Aktiv åkermark saknas runt sjön

Vid ca 153,5 meter över havet finns strandhak och strandterrasser i morän, som passar in med utbredningen av en insjö, förutsatt att det nuvarande utloppet vore grundare. Särskilt de vind- och vågutsatta öarna i sjön bär tydliga spår av denna nivå, med höga strandhak och stora strandterrasser. Även mindre vindutsatta lägen visar spår av denna nivå i form av strandhak, med mindre strandterrasser.

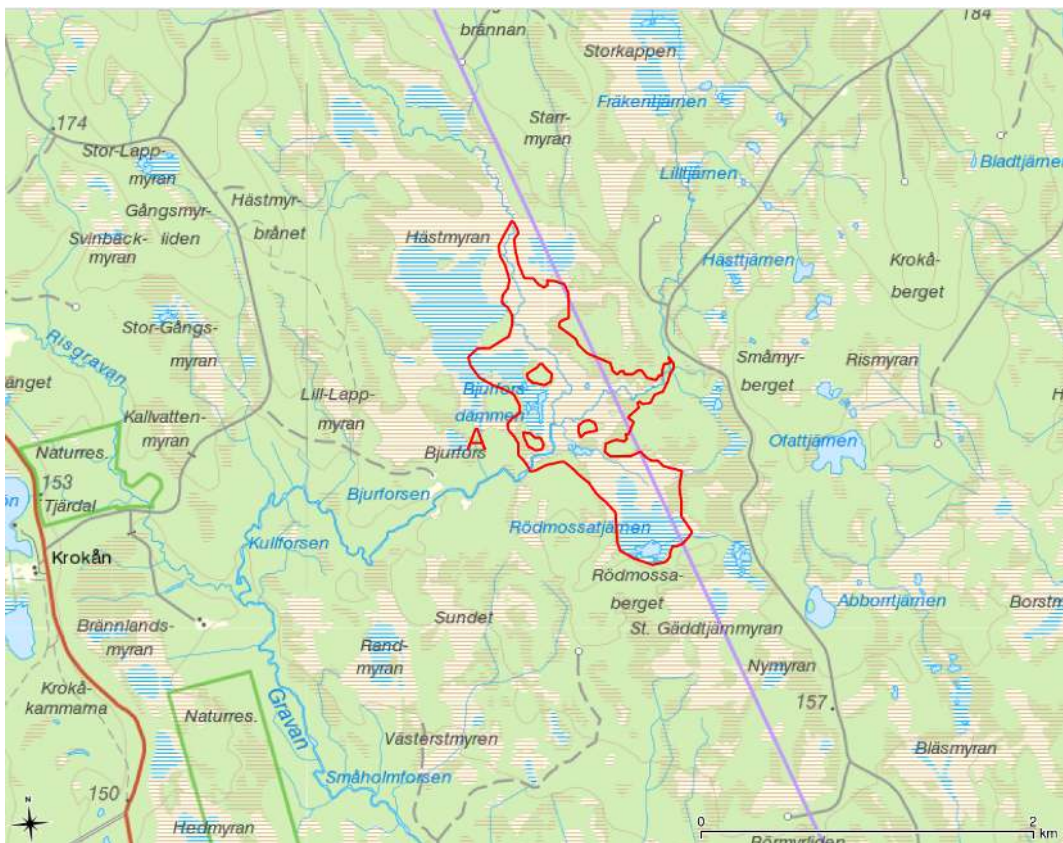
Vid ca 152 meter över havet finns ett ytterligare strandhak, fast mindre välutvecklat, som antagligen speglar den nivå som hölls i dammen under stora delar av 1900-talet (denna nivå dokumenterades t.ex vid flygfotograferingen för fastighetskartan år 1954). Denna nivå sammanfaller därtill också med nivån i den damm som ligger närmare bosättningen Bjurfors.

Spåren av mer diffusa strandlinjer över 154 m kan inte ha bildats i en insjö, utan i stället i den havsvik som fanns här för mer än 9300 år sedan (enligt SGU:s strandförskjutningsmodell).

När det gäller Bjurforsdammen kan det inte helt säkert fastslås ifall de gamla strandlinjerna vid 153,5 meter över havet härrör från den naturliga sjön Östertjärnen eller från en skapad damm (se vidare det fördjupade resonemanget i bilaga 3).

Gravån ingår i ett Natura2000-område inom vilket en återställning av en damm kan vara mer komplicerad att motivera än en åtgärd för att återställa nivån i en sänkt sjö – trots att även denna typ av vatten i praktiken bör ha varit vanligt förekommande i allra urskogar med bäverförekomster (Pollock, Heim, och Werner 2003).

Se vidare resonemang i bilaga 3.



Figur 10. Östertjärnens/Bjurforsdammens ursprungliga utbredning. Bokstaven A på kartan markerar det torrlagda norra utloppet.
Bakgrundskarta: Lantmäteriet CC-BY.

Umeå – Dalsjön

Motiv till sänkning: först sjöslåtter, senare vallodling.

Sakägare: ca 12 st.

Ursprungsnivå	+77,7m
Nuvarande nivå	+77,3m (-0,5m)
Lägsta nivå med skog	ca +77,7
Normal amplitud under året	Uppgift saknas.
Lägsta nivå med brukad åkermark	Ca +77,9

Vattenängar har tidigare funnits längs Dalsjöns utlopp fram till Överboda där rester av en damm finns. Längs denna bäck är marken än idag mycket blöt, med i stort sett ingen skog. Naturnamnet Dammraningen strax nedströms Dalsjön är en annan tydlig indikation på att vattenängar har brukades aktivt i området. En sänkning av Dalsjön kan ha lett till att dammen i Överboda kunde reglera nivån även själva sjön, och därmed förbättra även sjöslåttern, samt troligen också ge betydligt mera reglerkraft till kvarnen i Överboda (vid laga skifte uppges dammen i Överboda också ha använts för en kvarn). Vid vallodlingens införande omkring år 1900 togs dock troligen dammen ur bruk, eftersom betydande arealer flack mark kunde börja plöjas och sås genom att rensa bäcken mellan Dalsjön och Överboda.

Påverkan på omgivande mark vid en höjning

Vid norra änden av Dalsjön finns en vägbank vars högsta yta ligger på ca +78 m. Denna vägbank skulle troligen ganska lätt kunna modifieras till en dammvall för att höja nivån till ursprungsnivån +77,7. En sådan höjning skulle inte påverka marken nedströms sjön, eftersom varken dikessystemen eller nivån i utloppsbäcken skulle påverkas i det området. När det gäller åkermark runt sjön skulle den troligen mest märkbara effekten bli att ca 0,7 hektar åker i södra änden av sjön blev märkbart blötare (med mindre än 0,5 meter till grundvattenytan, Figur 6). Vid norra änden skulle en liknande effekt kunna ses fast i betydligt mindre omfattning. Runt sjön i övrigt skulle en ca 10-20 meter bred bård runt sjön blir märkbart blötare (Figur 6) vilket eventuellt skulle kunna leda till påverkan på enstaka strandnära träd. I övrigt kan inga stor förändringar antas ske, eftersom sjöstranden är relativt starkt sluttande omkring hela sjön (Figur 6).

Ekologiska effekter

Utbredningen av vattenväxter är idag uppskattningsvis ca hälften av den nuvarande sjöytan (ca 8,5 hektar av totalt 17 hektar). Genom att vattnet i sjön är starkt färgat av humus (Umeå kommun 2013) skulle en höjning med 0,5 meter

troligen ge betydligt sämre livsbetingelser för dessa vattenväxter, vilket i sin tur leder till en betydligt större andel öppen vattenspegel. Den högre nivån skulle också medföra en större kraft i vågorna, vilket också leder till sämre livsbetingelser för vattenväxter, och en starkare naturlig eroderande kraft mot strandhaket.



Figur 11. Dalsjön med nuvarande nivå +77,2m (blå yta), samt nivån +77,7m (heldragen röd linje), och den strandnära marken mellan +77,7 m och +78,2m (avgränsad av röd streckad linje).

Grundkarta: Lantmäteriet CC-BY.

Genom att Dalsjön är mycket grund skulle en höjning om ca 0,5 meter bidra till att volymen ytvatten i sjön ökade märkbart. Medeldjupet idag är ca 1 meter (Umeå kommun 2013) vilket innebär att volymen blir ca 170 000m³. En höjning med 0,5m bidrar därmed till att volymen ökar med en faktor 1,5 till ca 255 000m³. Detta leder i sin tur till att skillnaden i andelen isfri vattenvolym under en kall vinter blir påtaglig, och att syreförhållandena i sjön kan bli bättre under vintern. Den större vattenvolymen skulle också öka den teoretiska vattenomsättningstiden (från ca 6 veckor till 9 veckor), vilket bland annat skulle skapa en större buffertkapacitet mot tillfälligt sura inflöden.

Risk för irreversibel igenväxning?

Då det saknas stora gungflyn i sjön är igenväxningen ännu möjlig att reversera med relativt enkla åtgärder (jämfört med övriga fyra sjöar i denna studie).

Optimal behandling mot igenväxning:

Att höja nivån ca 0,5 meter, för att "röta" sjön, och med hjälp av ispressning jämna till sjöbotten, skulle troligen varit en effektiv metod för att restaurera strandzonen på den yta som överdäms. Även enbart en höjning med 0,5 m kan troligen ge en märkbar effekt. Om det därtill bedrivs en återkommande slåtter skulle sjön på sikt kunna bli mindre näringsrik, trots att näring oundvikligen kommer att lakas ut till sjön från omgivande marker. Om slåtter genomförs med regelbundet finns också en chans att sjöbotten blir fastare med mindre organiskt material och lägre näringshalter.

Ett möjligt scenario vore t.ex. att besluta att höja nivån i 10 år och därefter ta ställning om en eventuell fortsättning. Under denna tid skulle utbredningen av vattenväxter minska, och eventuella andra positiva eller negativa effekter framställas i tydligare dager.

Sammanfattande resonemang för makthavare

(med makthavare avses i detta fall allt från enskilda sakägare till de politiker som beslutar om samhällets spelregler)

När de icke-industrivänliga kultursjöarna började lämnas för fäbot för omkring 100 år sedan, startade de igenväxningsprocesser som vi idag har börjat se mycket tydliga spår av. Dessa sjöar hade fram tills dess – ibland under perioder av flera tusen år – bidragit till människors lokala försörjning av basresurser, så som fisk och dricksvatten, foder till idisslande djur, samt inte minst gödsel. Därtill hade dessa sjöar förmågan att förbättra ytvattenkvaliteten i alla nedströms liggande vattendrag. Generellt sett har dock varken de estetiska värdena, basresurserna eller de vattenförbättrande funktionerna varit viktiga att behålla i det rena industrisamhället, eftersom den lokala nyttan inte har uppvägt det samhällsekonomiska värdet av låga vattennivåer. Men eftersom industrisamhället just nu är i en stark förändringsfas, med ett fortsatt stort behov av omställning mot ekologisk hållbarhet – inklusive ett ökat behov av lokal försörjning av vattnets ekosystemtjänster – är det sannolikt att sjöarna återigen kommer att få en större betydelse som leverantörer av basresurser.

Denna typ av prognos bygger på perspektivet att samhället behöver kretsloppsanpassas, så att produktionen av basresurser lokaliseras, samtidigt som näringsämnen och andra ämnen som ingår i samhällets kretslopp recirkuleras så effektivt som möjligt. Å andra sidan har rika samhällen oftast råd att vara ineffektiva i termer av kretslopp, vilket leder till slutsatsen att det främst är i scenarios med inslag kriser som slår mot tillgången på basresurser, som värdet av fungerade sjöekosystem på allvar kommer att uppmärksammas.

När det gäller prioriteringar i arbetet med att restaurera sjöar med potential att ge en märkbar samhällsnytta (antingen som naturvatten eller kulturvatten), blir en rimlig utgångspunkt att fokusera antingen på många små objekt som kräver lite administration, eller ett färre antal stora objekt som kräver mer administration, men oftast mindre fysiskt arbete (~nettoenergi) per erhållen nytta. Mellanstora objekt som både kräver mycket administration och bara ger en måttlig nytta är enligt detta synsätt minst brådskande att prioritera. Å andra sidan måste också den sociala hållbarheten vägas in i bilden. Och då är det rimligt att, oavsett storlek, framhålla objekt som har potential att bli exempelvis lokala reservvattentäkter, goda fiskevatten, produktionsområden för växtnäring, eller rekreationsområden i närheten av byar och samhällen.

Lämpliga metoder för att restaurera sänkta-sjöar innefattar nivåhöjningar, i form av åtminstone kontinuerlig vinterdämning, eller regelbundna rötningar, eller andra beprövade åtgärder mot igenväxning. Det är också troligt att ännu oprövade metoder kan visa sig vara fördelaktiga.

Efterord

(i förordet utlovades att efterordet skulle vara en redogörelse gällande författarens relation till sina studieobjekt)

Mitt första minne av sänkta sjöar är att pappa hojtar till oss som sitter i baksätet på bilen: – Den här byn heter Sjöbotten, här har det varit en sjö förut! Jag kommer så tydligt ihåg den där åkern som susade förbi utanför bilfönstret. Jag fick inte ihop det. Hade det funnits en sjö här? Det snurrade i mitt huvud.

Mitt nästa starka minne kommer ungefär 10 år senare. Det är sen kväll och jag och min bror sitter i en gummibåt på sänkta Kroksjön. Kvällshimlen är röd, och en familj sångsvanar rör sig bland de flytande öarna vid Kattisen. Vi ser en älg som mödosamt tar sig fram genom gungflyn för att komma ner till vattnet, samtidigt som ett par tranor spatserar långsamt över tuvorna i den igenväxta Mörtviken strax intill. Allting känns mycket nära och vi sitter knäpp tysta. Den mörknande kvällshimlen flyter ihop med det dunkla vattnet. Älgen dricker. Tranorna börjar sjunga. Det snurrar till igen, i ett lyckligt rus över att känna samhörighet med någonting mycket vackert.

Nästa minne utspelar sig ytterligare 10 år senare. Jag har studerat geovetenskap och hunnit jobba flera år som doktorand i naturgeografi. Den så kallade fältblicken finns nu med mig var jag än går, som en slags intuition för landskapets eget skriftspråk. Under ett av de otaliga strövtågen på barrskogsslätten ser jag därför plötsligt så tydligt: Ispressade strandvallar på land! Det snurrade visserligen mindre, men känslan var likväl stark. Den förkrympta sjön fanns långt därute på myren. Och vid utloppet fanns moränvallen (det var en deGeer morän) som någon för länge sedan beslutat att gräva en kanal rakt igenom.

Ytterligare några år senare får jag uppdraget att undersöka Dalkarlsåns avrinningsområde. Nu poppar de sänkta sjöarna upp ganska ofta. När någon frågar drar jag till med att det nog måste finnas minst 20 sänkta sjöar i Dalkarlsåns avrinningsområde. Men i takt med att projektet fortskrider ökar siffran till 30, 40, 50... Skulle jag få frågan idag är svaret att det nog rör sig om alla 73 hittills kända sjöar, men att några kan ha proppat igen sig själva under årens lopp.

Ytterligare något år framåt får jag uppdraget att detaljstudera avrinningsområdet till Högforsån. Denna gång är det inte bara *alla* sjöar som är sänkta. Det dyker även upp sjöar som "ingen nu levande minns" (kopplat till Tolkien-citatet som finns i början av rapporten).

På något sätt skulle man därför kunna säga att de sänkta sjöarna under många år har gjort försök att kommunisera med mig, och att jag nu äntligen har tagit mig tiden att svara. Till er läsare som vill tolka svaret, vill å ena sidan intyga att jag förstår hur det är att falla pladask, inte bara för människor, utan även för sjöar. Ja, för i mina ögon kan sjöar verkligen vara betagande vackra (att jag vågar säga detta helt öppet beror kanske på att jag ägnat ganska stora delar av mitt arbetsliv svävandes i båt över många vackra vatten, och även haft den stora förmånen att bo med sjöutsikt mot självaste Torne träsk).

Å andra sidan vilja också intyga att jag förstår det mänskliga lidande som kan springa ur sjöarnas likgiltighet inför *människan*. Ni sjöalskare som haft små barn med er ut på vattnet, har till exempel troligen mer än en gång sett framför er vilken slags fasa som ruvar under den glittrande vattenytan. Men det är inte bara det: det finns mycket mer, som sjöarna av allt att döma är fullkomligt likgiltiga inför.

Min förhoppning är därför att min långa erfarenhet av att behandla sjöar som forskningsobjekt (det har exempelvis blivit en hel doktorsavhandling om sjöars "matsmältning"), har lämnat en röd tråd av objektivitet igenom hela rapporten. Eller med andra ord, att den här rapporten visserligen har skrivits utifrån en beundran, men samtidigt också utifrån en medvetenhet om att mitt svar till sjöarna inte ska vara en kärleksförklaring, utan snarare en skiss på ett hur vi skulle kunna samarbeta genom ett ömsesidigt givande och tagande.

Inte minst Kroksjön påminner mig om just detta. På ett helt och hållet personligt plan är jag nämligen mycket tacksam för att just Kroksjön sänktes och blev en rikgivande slättersjö, eftersom den därmed kunde ge kraft och hälsa till två betydelsefulla kvinnor i mitt liv: Mina och hennes dotter Rut, min farmor.

Slutligen vill jag också meddela att jag nu efteråt har kunnat konstatera att åkern i byn Sjöbotten inte var en sänkt sjö, utan snarare ett område vid innersta änden ("botn") av sjön. Personligen tolkar jag detta som att mitt svar till de sänkta sjöarna nu visserligen har skrivits klart, men att den bild som har skisserat mycket väl kan behöva revideras i takt med att nya upptäckter görs. Vi bör helt enkel ha läst denna rapport, liksom all annan litteratur, utifrån en viss ödmjukhet inför att det som vi kallar verkligheten till stor del är ett utforskat territorium.



Referenser

- Ahlström, Johan. 2014. "Försurning och kalkning av sjöar och vattendrag i Västerbottens län. - årsrapport 2014 (delrapport 'Bure älv')". Länsstyrelsen i Västerbotten.
<http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/kalkning/Pages/arsrapport-2012.aspx?keyword=bure+%C3%A4lv>.
- Alestalo, Jouko, och Jukka Häikiö. 1979. "Forms Created by the Thermal Movement of Lake Ice in Finland in Winter 1972-73". *Fennia - International Journal of Geography* 157 (2): 51–92.
- Bydén, Stefan, Anne-Marie Larsson, Mikael Olsson, och Calle Bergil. 1996. *Mäta vatten: undersökningar av sött och salt vatten*. Göteborg: Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Göterborgs universitet.
- Cox, Erica. 2015. "Höjning av Fäbodträsket - Hur påverkas ekosystemtjänsterna om sjön höjs?" C-uppsats, Östersund: Mittuniversitetet. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:839693/FULLTEXT01.pdf>.
- Dillon, P., H. Evans, och P. Scholer. 1988. "The effects of acidification on metal budgets of lakes and catchments". *Biogeochemistry* 5 (2): 201–20. doi:10.1007/BF02180228.
- Elveland, Jan. 1979. *Dammängar, silängar och raningar: norrländska naturvårdsobjekt = Irrigated and naturally flooded hay-meadows in North Sweden: a nature conservancy problem*. SNV PM, 0346-7309; 1174. Solna: Naturvårdsverket.
- Forslund, Markus, Michael Löfroth, och Susanne Rundlöf Forslund. 1994. *Våtmarker i Västerbottens län*. Meddelande / Länsstyrelsen, Västerbottens län, 0348-0291; 1993:1. Umeå: Länsstyr.
- Frödin, John. 1952. *Skogar och myrar i norra Sverige i deras funktioner som betesmark och slätter*. Instituttet for sammenlignende kulturforskning. Serie B, Skrifter, 0332-6217; 46. Oslo: Aschehoug.
- Gustafsson, J. P. 1904. "Om stranden vid några småländska sjöar". *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 26 (2): 145–178. doi:10.1080/11035890409444353.
- Holm, Carl. 1939. "Torrlägningsverksamheten inom Lövångers socken". *Västerbottens läns hembygdsförenings årsbok Årgång 20* (1939): 101–38.
- . 1942. "Fiskar". I *Lövånger: en sockenbeskrivning under medverkan av flere fackmän. D. 1*, 166–86. Umeå.
- Holm, Gösta. 1949. *Lövånger: en sockenbeskrivning under medverkan av flere fackmän. D. 2*. Umeå;
- Högbom, A.G. 1921. "Om vitriolbildning i naturen såsom orsak till massdöd av fisk i våra insjöar." *Svensk FiskeriTidskrift* Häfte 2: 41–51.
- Högvist, Fridolf. 1991. *Jaktminnen och berättelser*. Hägnäs, [1991].
- Kalff, Jacob. 2002. *Limnology: inland water ecosystems*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Karlsson, Stig, och Torbjörn Lundmark. 1989. *Webomarks by*. Skellefteå: Artemis.
- Larsson, David. 1943. "Betydelsen av självväxande dammängar för lanthushållningens lönsamhet vid småbruk i övre Norrland." *Tidskrift för Västerbottens län* Maj-Augusti 1943: 39–48.

- . 1944. "Handlingar upprättade vid syneförättning enligt vattenlagen anående 'Västervik-Lantnäs dikiningsföretag år 1944' i bygdeå socken av Västerbottens län." Diarie nr 8871-AC4 * 5897. Umeå: Länsstyrelsen i Västerbotten.
- Lassila, Mauno. 2013. "Pehr Stenberg och Naturgeografin". I *Thule: Kungl. Skytteanska samfundets årsbok. 2013, [årg. 26]*, redigerad av Roger Jacobsson, 2013:123–32. Umeå: Kungl. Skytteanska samfundet.
- Lundgren, Henning, och Gösta Öhlund. 1990. *Estersmark: en ådalsby i Västerbottens kustland*. Skellefteå: Artemis.
- Lydersen, Espen, och Stefan Löfgren. 2000. *Vad händer när kalkade sjöar återförsuras?: en kunskapsöversikt och riskanalys*. Rapport / Naturvårdsverket, 0282-7298 ; 5074. Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-6096-1.pdf>.
- Morel, François M. M., Anne M. L. Kraepiel, och Marc Amyot. 1998. "The Chemical Cycle and Bioaccumulation of Mercury". *Annual Review of Ecology and Systematics* 29 (1): 543–66. doi:10.1146/annurev.ecolsys.29.1.543.
- Nordqvist, Oscar. 1918. "Våra sjöars fiskavkastning". *Statsvetenskaplig tidskrift* Vol 21, extrahäfte: 1–48.
- Parker, John D., Christopher C. Caudill, och Mark E. Hay. 2007. "Beaver Herbivory on Aquatic Plants". *Oecologia* 151 (4): 616–25. doi:10.1007/s00442-006-0618-6.
- Persson, Per Erik. 2005. *Botnia: landet som reser sig ur havet*. Stockholm: Prisma.
- Pollock, Michael M., Morgan Heim, och Danielle Werner. 2003. "Hydrologic and geomorphic effects of beaver dams and their influence on fish". I *The Ecology and Management of Wood in World Rivers*, redigerad av Stan V Gregory, Kathryn L Boyer, och Angela M Gurnell. American Fisheries Society Symposium Series 37. Bethesda, Maryland USA.
- Prade, Thomas, Sven-Erik Svensson, och Linda Tufvesson. 2017. "Skördad våtmarksvegetation renar vattnet bättre från närsalter!" Faktablad Info nr 2. Alnarp: SLU - Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap.
- Tjerngren, Ida M. J. 2012. "Redefining the role of wetlands as methyl mercury sources". <http://pub.epsilon.slu.se/8554/>.
- Ukonmaanaho, L, M Starr, J Mannio, och T Ruoho-Airola. 2001. "Heavy metal budgets for two headwater forested catchments in background areas of Finland". *Environmental Pollution* 114 (1): 63–75. doi:10.1016/S0269-7491(00)00207-4.
- Umeå kommun. 2013. "Sjörapport Dalsjön, en kort rapport om Dalsjöns vattenkvalitet". Umeå: Miljö och hälsoskydd. http://www.umea.se/download/18.7caabf5615275f18c5031086/1456837273662/UK_Dalsj%C3%B6n.pdf.
- Wachenfeldt, Eddie von. 2008. "Flocculation of Allochthonous Dissolved Organic Matter – a Significant Pathway of Sedimentation and Carbon Burial in Lakes". Dissertation, Universitetsbiblioteket. <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:173034>.
- Åberg, Jan. 2010. "Om det verkliga antalet sjöar i Sverige – fler än vad SMHI vill räkna?" *Tidskriften Markkontakt*.

- . 2012a. "Dalkarlsån - fiskdöd, fiskliv och vattenvård". Robertsfors kommun. <http://janaberg.se/dalkarlsan/>.
- . 2012b. "Högforsån - ett kustnära småvatten som undersökts för att finna förslag på åtgärder som minskar negativa effekter av sura sulfatjordar". Arbetsrapport. Länsstyrelsen i Västerbotten.
- . 2012c. "Angående sänkningen av Fäbodträsket och Vallträsket". Arbetsrapport. Mellanbygdens vattenråd.
- Åberg, Jan, Mats Jansson, Jan Karlsson, Klockar Jenny Naas, och Anders Jonsson. 2007. "Pelagic and benthic net production of dissolved inorganic carbon in an unproductive subarctic lake". *FRESHWATER BIOLOGY* 52 (3): 549–60. doi:10.1111/j.1365-2427.2007.01725.x.

Bilaga 1. Raningar och vattenängar – ett nästan bortglömt sätt att bruka vattnet.

Raningar och reglerade vattenängar

De självväxande ängar som uppstår på röjda områden längs vattendrag – så kallade raningar – är troligen ett av de mest pålitliga och enkla system för foderproduktion som kan tänkas, eftersom gödsling, insådd och bevattning sköts helt naturligt. Vissa raningar har därför troligen kunnat brukas kontinuerligt ända sedan jordbrukets införande i norra Norrland under järnåldern (Elveland 1979, 12).

Reglerade vattenängar i sänkta sjöar eller dammängen, är däremot troligen inte lika gamla system, eftersom raningar var enklare att sköta så länge konkurrensen om marken var liten. Men genom att reglerade vattenängar i praktiken fungerar på samma sätt som raningar, kan slutsatsen dras att även sådana system kan vara hållbara så länge det finns människor som sköter om dem (Frödin 1952).

Det bör poängteras att syftet med reglerade vattenängar inte var bevattning¹⁸, utan istället att 1) gynna fastläggningen av näringsrikt sediment på vattenängens botten 2) gynna tillväxten och kvaliteten på foderväxterna, samt 3) underlätta skörden (Frödin 1952; Elveland 1979). En foderproducerande sjö kunde visserligen skördas utan att nivåerna reglerades, men den blev oftast betydligt värdefullare med reglering. Följande punkter ger exempel på hur regleringar användes för att optimera systemet:

- Vid de tillfällen som urtappning krävdes, eftersträvades alltid långsamma och varsamma urtappningar för att förhindra att de värdefulla sedimenten rördes upp och spolades bort från vattenängen (Frödin 1952).
- Vinterdämning praktiserades på de flesta vattenängar i Norra Norrland (Elveland 1979, 23). Detta innebar att nivån hölls så hög som möjligt under vintern, vilket i vissa system innebar högre vattenstånd än naturligt. Vinterdämningen bidrog först och främst till att hålla vattenängen tjälfri vilket gynnade den önskvärda floran av slåtterväxter (Elveland 1979, 24). I synnerhet starren var känslig för isbränna (Frödin 1952, 152). I system där bottenfrysning inte kunde förhindras, som t.ex. i Brånsjön söder om Vännasby, missgynnades därför starren, vilket ledde till en lägre volymproduktion av främst fräkenhö (se vidare nedan).
- I ett system med vinterdämning kunde vitmossor hållas borta från vattenängen genom att tillfälligt tappa ur vattnet så att iskakan satte sig

18 Uppkomsten av uppdämda vattenängar är inte fullt klarlagd. Likheten med bevattningsanläggningar på fast mark är dock så liten att de dämde vattenängarna bör ses som en fristående teknik (Frödin 1952). Det har bland annat diskuterats att kunskapen om dämde vattenängar skulle kunna uppstå spontant i områden med bäverförekomster, eller som en utveckling av den mycket gamla kulturen kring slåtter-raningar längs vissa vattendrag.

mot underlaget och tryckte eller rev sönder de känsliga mossorna (Elveland 1979, 24).

- Ispressning genomfördes vanligen så att den delvis smältande isen – ännu tjock och tung, fast ej fastfrysande mot underlaget (vilket kunde skada starrens frostkänsliga rötter) – kunde pressa och jämna ut ängen. Detta ökade i sin tur bärigheten på ängen och minskade risken för uttorkning under skördeperioden, samt skapade ett mera homogent substrat (Elveland 1979, 24).
- En annan användning av isen vid vinterdämning var så kallad rotryckning, då oönskade vedartade växter (sly) fick frysa fast i isen varefter nivån höjdes så mycket att växterna rycktes upp med sina rötter (Elveland 1979, 83).
- En successiv höjning av nivåerna under tillväxttiden praktiserades i vissa fall för att stimulera längdtillväxten på fodret (Frödin 1952, 142–59) Starren på sådana ängar kunde bli åtminstone 1,3 m hög (Frödin 1952, 144).
- Skördetidpunkten inföll vanligen omkring starrens blomning för att maximera näringsinnehållet i höet, eller något senare på säsongen om slåttarna inte hade avslutats på land (Larsson 1943).
- En relativt lång stubb på omkring 8–10 cm var viktig för att inte rotsystemen skulle ruttna efter skörden (Elveland 1979, 94).
- Vattenängarna urtappades vanligen så mycket som möjligt några veckor före skörden, som inföll under första halvan av augusti i Norra Norrland (Elveland 1979). Detta var viktigt för att möjliggöra slåtter på så torr mark som möjligt, eller åtminstone minska andelen djupt vatten som måste skördas (Frödin 1952). Perioden efter midsommar och innan den torrläggande urtappningen eftersträvades nivåer där starrens toppskott stod något över vattenytan (Frödin 1952, 160). Även en successiv höjning kunde ske i detta skede och fram till den urtappning som skördearbetet krävde.
- Så kallad *rötning* praktiserades som en slags träda då vattenängen överdämades så mycket som möjligt i minst ett år, vilket fick till följd att vitmossa och lägre buskar kvävdes och dog (Elveland 1979). Vid en långt gången misskötsel av vattenängen kunde även längre tids rötning krävas.
- Om årliga skördar inte var hållbara slogs ängen med 2-åriga eller ännu längre intervall, så att den naturliga gödslingen gav tillräcklig effekt för att arbetsinsatsen per ytan kunde motiveras rent ekonomiskt (Larsson 1943).
- Starren gynnades av att vattenängen inte bottenfrös, medan sjöfräken tog över på den typ av bottenfrysande vattenängar som t.ex. Brånsjön tidigare var (Persson 2005). Förekomsten av sjöfräken har också uppgetts gynnas av årlig skörd, vilket enligt Frödin (Frödin 1952) var en faktor som bidrog till att många vattenängar slogs endast vart annat år.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att en vattenäng i en sänkt sjö var ett komplext system som krävde kunniga skötare med god kunskap om hur, och när, olika åtgärder skulle vidtas.

Vattenängar gav en pålitlig avkastning år efter år

Ett kanske särskilt viktigt hållbarhetsperspektiv gällande vattenängar är att gårdar med både vattenängar och brukad fastmark oftast klarade sig bättre än gårdar med enbart fastmark:

- Eftersom vattenängarnas produktion var smaklig för husdjuren kunde biomassan omvandlas till gödsel som i sin tur kunde förbättra fastmarkens odlingsjord mer än på gårdar utan vattenängar.
- Vattenängarna kunde skördas något senare än fastmarkens vallar och ängar, vilket minskade den sammanlagda arbetsintensiteten under slåttern (Larsson 1943). Detta minskade i sin tur gårdens sårbarhet i händelse av tillfällig arbetsbrist på grund av t.ex. sjukdom.
- Vattenängarna användes som försäkringar mot missväxt på grund av torka på fastmarken. I vissa områden brukades därför dammängena långt in på 1900-talet, trots det större behovet av mänsklig arbetskraft, jämfört med de alltmer mekaniserade vallodlingarna (Frödin 1952).

Att slåttersjöarnas produktion av vattenväxter kunde sjunka med tiden är dock också omtalat och omskrivet (Larsson 1944), vilket skulle kunna tolkas som att vattenängarna hade bäst-före-datum. En sådan slutsats är dock troligen förhastad, vilket visas av följande resonemang:

- I vissa områden var de initiala förråden av näring i sjösedimenten troligen mycket stora, vilket innebar att de första årens slåtter medförde en större näringsutarmning än vad tillförseln bidrog med (Larsson 1943). När denna utarmning pågått ett tag, tycks dock en betydligt stabilare jämvikt ha uppstått, genom att brukarna anpassade skörden efter den långsiktigt hållbara produktionen (exempelvis genom att lägga hela eller delar av vattenängen i träda vissa år)
- I takt med att allt fler vattenängar togs i bruk inom ett och samma vattensystem, minskade mängden sediment och näring som transporterades genom systemet, vilket successivt kan ha påverkat skörden negativt i system med liten sedimenttransport. Utifrån dagens synsätt kan man säga att vattendragen drabbades av näringsbrist (*undergödning* istället för *övergödning*).
- Den tilltagande mekaniseringen av jordbruket i början av 1900-talet innebar en omställningsperiod för hela slåtterkulturen, vilket medförde att skötseln av slåttersjöarna allra minst blev nedprioriterad, och i vissa fall rent av motarbetad (Karlsson och Lundmark 1989). Genom att vattenängarna krävde god precision vid skötseln ledde detta i de flesta fall till påtagligt sämre avkastning.
- Många sjösänkningar var subventionerade av staten med dels direkta stöd¹⁹, dels med statliga lån. Vissa sjösänkningar hade därför troligen

19 I enbart Lövångers socken torrlades 11 079 hektar våtmarker och sjöar inom perioden 1844-1938 till en kostnad av 1 303 013 kr (grovt räknat ca 60 miljoner kr i dagens penningvärde, räknat för inflation från år 1910) varav hälften (645 434 kr) i form av direkt statligt bidrag (G. Holm 1949). Totalt andelen statliga lån av den övriga summan framgår ej tydligt, men kan antas ha varit betydande på grund av den allmänna penningbristen under perioden.

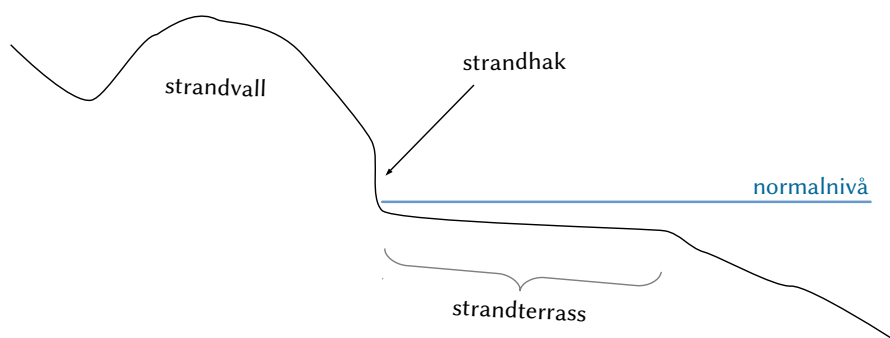
snarare som syfte att skapa arbetstillfällen och social stabilitet än att säkerställa en långsiktigt hållbar produktion. Att sjön inte var lämplig som slåttersjö, eller inte hade en självklar brukare efter att sänkningen utförts, var troligen alltså inte alltid ett självklart hinder för exploatering, ur statens perspektiv²⁰.

- Genom industrialiseringen blev det konkurrens om vattentillgången. Både den tilltagande flottningsverksamheten och vattenkraften blev allt viktigare i samhället, vilket i flera fall medförde sämre skötsel av vattenängarna. Detta gäller t.ex. Brånsjön i slutet av 40-talet (Persson 2005, 98). Ett annat exempel finns i Dalkarlsåns avrinningsområde där både sågverk och kraftverk byggdes nedströms Västervikssjöns och Fällforsjöns utlopp på 1800-talet. Ägarna till dessa verksamheter overtok i praktiken lokalbefolkningens rätt på att nyttja vattnet i slåttersjöarna, vilket medförde sämre än optimala förutsättningar för vattenängarnas skötsel.

20 För den som vill dra paralleller till dagens samhälle finns otaliga exempel på hur staten medfinansierar verksamheter inte säkert är hållbara i längden, med motiveringen att de visserligen inte är fullt hållbara, men ändå kommer gynna den rådande situationen i landet fram tills hållbarare lösningar har uppfunnits eller tagits i bruk.

Bilaga 2. Mer om hur strandformer kan tolkas

På en sjöstrand kan man i bästa fall hitta tre tydliga strandformer: strandvallen, strandhaket och strandterrassen (Figur 12). Av dessa är strandhaket den form som i stort sett alltid kan förväntas vid en någorlunda stabil strand som möter vågor (av detta följer sedan att den som hittar ett strandhak på land, har hittat en sänkt sjö, eller spåren av en damm eller liknande).



Figur 12. Schematisk bild över de tre tydligaste strandformerna vid en sjöstrand som är opåverkad av nivåförändringar. Notera att förutsättningarna för strandvallar ganska sällan uppfylls, medan strandhak kan förväntas förekomma i de flesta sjöar. Se vidare resonemang i texten, samt bilden på en strandvall i Figur 2, bilden på en strandterrass i Figur 13, samt bilden på ett strandhak i Figur 14.

Tiden som krävs för bildningen av ett strandhak beror på faktorer som både kan kopplas till vattnets eroderande kraft och strandens motståndskraft mot erosion. Generellt sett är vegetationsklädda moränständer mera motståndskraftiga mot vågerosion än sandstränder och finkornigare material.

Den sänkta sjön Gärdefjärden i Lövånger är ett exempel på en stor sjö med kraftig vågerosion mot lätteroderade stränder. Längs denna sjö finns tre nivåer av strandhak ovanför nuvarande nivå. Man kan i det fallet konstatera åtminstone två saker: 1) att den ursprungliga nivån kan ha sänkts i upp till 3 etapper, och 2) att den ursprungliga nivån visserligen har den mest markerade strandlinjen, men att strandhak har bildats även under de relativt sett kortare perioderna av etappvis nivåsenkning eller tillfälliga tillbakahöjningar. I mindre sjöar kan man däremot utgå från att de strandformer som bildas efter en senkning blir betydligt mindre uttalade än formerna vid ursprungsnivån – även i lätteroderat material (vilket exempelvis Västervikssjön uppvisar).

Den erosion som sker vintertid är kopplad till ispressning (Gustafsson 1904), snarare än vågerosion. Ispressningens kraft är helt och hållet beroende av väderförhållanden som gynnar termisk expansion av isen. Sådana förhållanden inträffar långt ifrån varje vinter. Spår av ispressning är därtill mest framträdande i stora sjöar, där isens expansion verkligen kan leda till en märkbar kraft mot

stranden (Alestalo och Häikiö 1979). I mindre sjöar saknas de fysiska förutsättningarna för stor expansion, men däremot bidrar ispressningen även där till att strandhakets form i någon mån accentureras.



Figur 13. Den populära sandstranden vid Bjännsjön söder om Åkullsjön är en gammal strandterrass som blottades när sjön sänktes ca 1 meter omkring år 1900. Fram tills flottningsepokens slut år 1929 torde denna terrass ha översvämmats regelbundet, men efter det sänktes nivån sannolikt permanent till sitt nuvarande läge. Slitaget av badgästerna har därefter bidragit till att stora delar av den gamla strandterrassen hålls öppen. Foto: Jan Åberg

I Västerbottens kustland är Stora Lövvattnet ett bra exempel med tydliga ispressade strandvallar mot de flesta stränder. Här finns goda förutsättningar för ispressning genom att sjön är 3 km lång och upp till 1 km bred om främst omges av morän. Den närliggande sjön Aron-Olsaträsket däremot är visserligen också ganska lång (2 km) men flikig och långsmal, och med delvis torvklädda stränder, som minskar den motkraft som behövs för att isen ska kunna bilda strandvallar. Lantmäteriets terränglutningskartor visar ganska tydligt att den öppna vattenytan ofta är omkring 600-800 meter lång i sjöar med stora strandvallar (så som i Stora Lövvattnet), och att materialet i sjön och på stranden måste vara morän för att vallen ska behållas. Sjöar som omges av finkorniga sediment eller torv verkar inte alls på samma sätt bilda uppstickande strandvallar, men däremot i de flesta fall ett tydligt strandhak.

Man kan konstatera att de stora strandvallar i morän som finns på lite högre nivåer ovanför havsytan, har bildats under flera tusen år. Sådana vallar finns längs exempelvis Stora Lövvattnet. En stor strandvall i morän skulle därför kunna antas vara ett säkert tecken på långvarigt sjöstadium. Troligen är dock saken inte så enkel, eftersom det också finns tydliga ispressade strandvallar som markerar den ca 500 år unga sjön Gärdefjärdens ursprungliga nivå, samt därtill

samt mindre vallar som har bildats även under de olika etapperna av sänkning i denna sjö.

I de sänkta sjöar som har flera nivåer av strandformer finns flera olika möjliga förklaringar till uppkomsten:

- att sänkningar har gjorts successivt och med relativt långa mellanrum i tiden, så att flera nivåer av strandhak och strandvallar har hunnit bildas. Exempel: Gärdefjärden i Mångbyåns avrinningsområde.
- att utloppet består av erosionskänsligt material, i vilket utloppet kan hitta djupare fåror vid extrema flöden. Exempel: Bjännsjön i Dalkarlsåns avrinningsområde.
- att vinterdämningar, eller långa perioder av rötning gjordes med högre nivåer än ursprungsnivån. Exempel: Svansele dammängar.
- att strandhak har bildats i lätteroderad mark under enstaka extrema vädersituationer med höga vattennivåer i kombination med stark vind mot en erosionskänslig miljö (en flack sandig sluttning t.ex.). Exempel: spår av en sådan händelse indikeras ca 1 meter över den ursprungliga normalnivån i Vallsträsket i Bureälvens avrinningsområde.

Sammanfattningsvis antyder detta att 1) den långvariga medelnivån i en sjö kan utläsas säkrast i morän, eftersom moränen ger en säkrare bild av sjöns långvariga medelnivå än former i mera lätteroderad jord 2) att medelnivån mot



Figur 14. Strandhak i den icke-sänkta Bäcksjön söder om Sävar i Västerbottens Mellanbygd. Om denna sjö hade varit sänkt en meter skulle eventuellt en liknande sandstrand som i Bjännsjön funnits här (jfr Figur 13). Foto: Jan Åberg.

ett strandhak i morän kan förväntas ligga några centimeter ovanför strandterrassen.

Ett alternativt sätt att utläsa tidigare medelnivåer är att studera påväxten på större block som stuckit upp ur vattnet. Om sjön är sänkt finns gamla och stora lavar ovanför ursprungsnivån, medan lavar av samma art är yngre och mindre nedanför ursprungsnivån.



Figur 15. Ett block som har stora lavar på den del som stack upp ur sjön före sänkningen. Nedanför ursprungsnivån är lavarna av samma art yngre och mindre. De gamla lavarna är drygt 0,5 meter över nuvarande sjönivå, vilket också stämmer väl med det gamla strandhakets position. Bilden är tagen vid Vänforssjön i Högforsåns avrinningsområde. Foto Jan Åberg.

Bilaga 3. Var Bjurforsdammen ursprungligen en naturlig sjö?

Inledning

Eftersom tolkningen av Bjurforsdammen visade sig vara komplicerad, kommer här en separat beskrivning av det underlag som ligger till grund för avsnittet om Bjurforsdammen. Material och metoder är samma som för huvudrapporten, med både litteraturstudier och fältundersökningar i Bjurfors och Bjurforsdammen som grund. En viktig del av det teoretiska underlaget även i detta fall är lantmäteriets nya höjddatabas "Höjddata 2+".

Resultat och diskussion

Finns gamla kartor som visar en sjö?

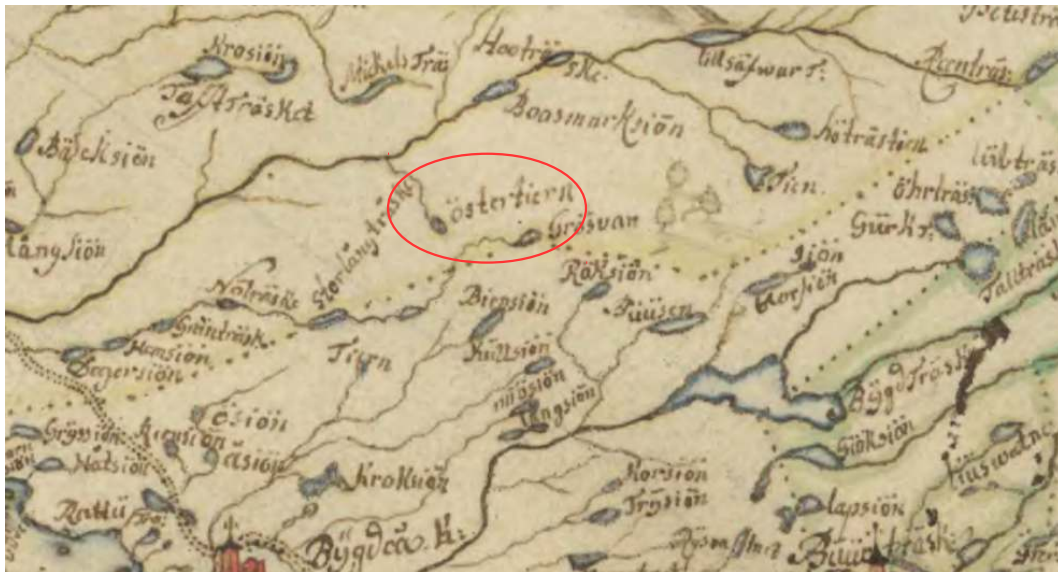
På Landskapskartan över Västerbotten från slutet av 1600 talet markeras en sjö med namnet 'Östertiern', i Gravåns vattensystem, mellan Bjännsjön och Botsmarkssjön *vid den position som Bjurforsdammen idag har*. Det kan också noteras att vägen upp mot Bjurforsdammen ännu i dag heter Östermarksvägen, och att den aktuella tjärnen därmed troligen brukades av Sävarådalens folk. En sjö vid samma position finns även utritad på Anton Swabs karta från år 1796 "Charta öfver Wästerbottn och Svenske Lappmarcken". Däremot verkar det saknas tidiga 1800-tals kartor över just detta område. Vid laga skiftet av Gravmarks by år 1891 innefattas området i dammens norra del, i vilken marken benämns som "Äng vid Grafvån", och inte som vatten. Generalstabskartan "56 Degerfors" (uppmätt drygt ett decennium senare åren 1902-1907) visar inte heller någon vattenspegel i området. Däremot finns en stor vattenspegel på ekonomiska kartan från 1959 "21 k ROBERTSFORS 6 e BERGDAL" (fotograferad år 1954). På denna flygbild syns också tydligt en tidigare ännu större utbredning vatten i området – i form av ljusare fält (gammal sjö-/dammbotten) som kontrasterar mot omgivande mark.

Finns gamla strandlinjer i morän?

Vid ca 153,5 meter över havet finns strandhak och strandterrasser i morän, som passar in med utbredningen av en insjö, förutsatt att det nuvarande utloppet vore grundare. Särskilt de vind- och vågutsatta öarna i sjön bär tydliga spår av denna nivå, med höga strandhak och stora strandterrasser. Även mindre vindutsatta lägen visar spår av denna nivå i form av strandhak, med mindre strandterrasser (Figur 19). Denna nivå passar väl in med den torrlagda ljusa sjöbotten som flygfotot från år 1954 visar spår av.

Vid ca 152 meter över havet finns ett ytterligare strandhak, fast mindre, som antagligen speglar den nivå som hölls i dammen under stora delar av 1900-talet (denna nivå dokumenterades t.ex vid flygfotograferingen för ekonomiska kartan år 1954).

Spår av eventuella strandlinjer över 154 m kan inte ha bildats i en insjö, utan i stället den havsvik som fanns här för mer än 9300 år sedan (enligt SGU:s strandförskjutningsmodell).



Figur 16. Utsnitt från Lantmäteristyrelsens arkivs Landskapskarta [över Västerbotten](#) från "sent 1600-tal".

Finns spår av tidigare högre liggande utlopp från sjön?

Vid nivån for den tydeligaste strandlinjen i morän runt sjön (ca 153,5 meter över havet) finns ett utlopp i form av en torrlagd vattendragsfåra som ligger ca 350 meter nordväst om nuvarande utlopp (Figur 17). Fåran är ungefär lika bred som nuvarande Gravån, vilket viser på relativt stora och langvariga flöden, snarare än enstaka perioder av spillvatten vid hög dämning i huvudutloppet. Vid nivåer i sjön som är lägre än 153,5 blir avrinningsområdet till fåran mycket litet i forholdende till formen på fåran, hvilket viser att fåran bara kan ha bildats av en hög nivå i dammen/sjön. Fåran är inte grävd, eftersom vallar saknas og formen är naturlig. Maxdjupet från den igenväxande vattenytan i fåran ner till den sand- og stembundne botten er åtminstone 1 m, utan næmneværd torvpålagring.

Diskussion

Stöd for hypotesen att Bjurforsdammen er en konstgjord sjö:

1. Namnet antyder at vannet er skapat, eftersom dammænger vanligvis forknippas med skogs- eller myrmark som overdæms (Frödin 1952).

Problematisering: De bæsta slåttermarkerna i vatten var enligt Frödin, citerad ovan, dammænger som skapats genom at sænka sjöar, så kallade sænkta sjölogar. Naturnamnet Bjurforsdammen kan lika gärna ursprungligen ha syftat på själva dammbyggnaden, eller – hvilket kanskje er ænnu troligare – det mindre, og helt sækert *konstgjorda*, dammænge

som det finns spår av i Bjurforsens forsnacke, närmare nybygget Bjurfors.

2. Den norra fåran finns endast till samma nivå som den nedre dammens dämningnivå. Om den nedre dammen är konstgjord indikerar detta att det norra utloppet också är konstgjort, eftersom norra utloppet annars rimligen hade uppvisat en tydligare erosionsform även under den nedre dammens nivå.

Problematisering: de kraftiga urtappningar som gjorts från Bjurforsdammen förde enligt muntliga uppgifter med sig mycket slam nedströms, som kan mycket väl ha bidragit till igenslamning och förändringar av morfologin i den nedre dammen.

Stöd för hypotesen att Bjurforsdammen är en sänkt sjö:

1. Landskapskartan från 1600-talet visar en sjö i Gravån vid ungefär samma position som Bjurforsdammen. Denna sjö finns även kvar på kartan från år 1796.

Problematisering: I den mera detaljerade 1600-talskartan finns exempel som visar att informationen inte alltid stämmer. Vissa vattendrag kopplas t.ex. inte ihop rätt i vattensystemen (exempelvis Göksjön och Gravåns källsjö Stor-Gravusjön). Kanske kan närvaron av en sjö i Gravån vid Bjurforsdammen därmed vara ett misstag? Tittar man närmare på den frågan visar det sig dock att *sjöar* inte är påhittade på samma sätt som vattendragen mellan sjöarna. Snarare verkar sjöarna ha *valts* ut. Pålböleåns sjöar (varav de flesta var slåttersjöar) är t.ex. mycket väldokumenterade på kartan i förhållande till deras relativa storlek.

2. De stora erosionsformerna på moränöarna, samt de något ispressade strandhaken i morän i övrigt, vid 153,5 meter över havet, tyder på långvarig erosion vid en fixerad vattennivå. Morän eroderas endast med svårighet av vatten, vilket antyder att formerna skapats av en lång period av vågpåverkan som troligen också förstärkts av ispressning av strandformerna.

Problematisering: Det saknas (åtminstone än så länge) information om hur länge Bjurforsdammen har funnits och hur länge den höga nivån kan ha upprätthållits. Ju längre tid som dämningen till högstanivån har pågått desto större är sannolikheten att stora erosionsformer hinner skapas. Ibland kan det dock också gå ganska fort: Man skulle t.ex. kunna anföra argumentet att artificiellt höjda regleringsmagasin så som t.ex. Skinnmuddselet och Vojmsjön, under ganska kort tid har skapat tydliga erosionsformer längs stränderna. Även sänkta slåttersjöar så som Gärdefjärden i Lövånger har flera nivåer av markerade strandformer som måste ha bildats inom loppet av några årtionden.

3. Det nordvästra utloppet korsas av en stendamm (Figur 18), som antyder att anläggandet av dammånget inte skapade detta utlopp, utan snarare bidrog till att torrlägga det. Syftet med stendammen kan ha varit att hålla ännu högre vinternivåer än naturliga nivån. Sådan dämning var

eftersträvansvärd för att minska tjälbränna på vattenängarna, och genomfördes troligen i de flesta fall där intressekonflikter kring omkringliggande odlingsmarker inte fanns (Bjurforsdammen är ett solklart sådant exempel).

Problematisering: Norra fåran kan ha bildats om dammen vid nuvarande huvudutloppet stoppade hela flödet, och under långa tidsperioder tvingade över Gravåns flöde till detta utlopp. Detta förutsätter att stendammen skapades senare än dammen över nuvarande huvudutloppet, eftersom det rimligen bör ha krävts ett långvarigt flöde för att bilda den typ av fåra som finns nedströms.

4. Morän är generellt sett en svåreroderad jordart, i vilket det snarare skapas forsar än djupa erosionsfåror. Den djupt nedskurna formen i nuvarande utloppet antyder därför att den ursprungliga moränryggen och sjötröskeln är fördjupad av människan.

Problematisering: Platsen för utloppet är omgrävd och schaktad vid flera tillfällen, varav senast med en grävmaskin år 2004 när alla rester av dammen togs bort. Den ursprungliga formen och innehållet i moränen vid utloppet kan därför eventuellt missbedömas idag.

Försvårande omständigheter vid tolkningen är att det saknas kartor från större delen av 1800-talet i Lantmäteriets databas Historiska kartor.

Slutsats (för bilaga 3)

Med ovanstående underlag kan det inte med 100% säkerhet sägas om Bjurforsdammen är den sänkta sjön Östertjärnen. Stödet för hypotesen att Bjurforsdammen var en sänkt sjö är snarare ungefär lika stort som att det var ett konstgjort vattenmagasin.

Det råder dock ingen tvekan om att det under ganska en lång period funnits ett stort vatten i området. Nivån för detta vatten låg på ca 153,5 meter över havet. Detta motsvarar en vattenyta på ca 90 hektar. Om det var en faktisk sjö hade den i så fall funnits i drygt 9000 år innan sänkningen, eller i stort sett alltsedan inlandsisen drogs sig tillbaka. Att en sådan sjö skulle klarat sig från igenväxning är inte särskilt uppseendeväckande, eftersom flera närliggande sjöar uppvisar samma tendens till relativt stabil balans mellan erosion och igenväxning, trots omkringliggande torvmarker. Ispressade strandvallar saknas i stort sett runt sjön, vilket är helt i linje med vad som kan observeras i andra sjöar med omgivande torvmarker.

Att Östertjärnen omnämndes på Landskapskartan från slutet av 1600-talet verkar särskilt rimligt om den var en betydelsefull slåttersjö (i annat fall får det snarare betraktas som en slump att den kom med). Likaså är det ett rimligt antagande att samma slåtterområde, oavsett om ursprunget var en sjö eller en våtmark, sedan förbättrades med både dammar och ett fördjupat utlopp under 1800-talet (vilket skedde i de flesta slåttersjöar av betydelse i Västerbotten).



Figur 17: Nordöstra utloppet är överväxt av flytande växtmattor/mycket lös torv ner till ca 1 meter djup där en hårbotten återfinns. Bilden är tagen strax nedanför den torrlagd forsacken som höll nivån på ca 153,5 m över havet. Foto: Jan Åberg



Figur 18: Stendammen vid nordöstra utloppet. Denna damm dämde till nivåer som troligen var något över +153,5. Foto: Jan Åberg



Figur 19: Gammal båt ved strandhaket på +153,5 m över havet. Foto: Jan Åberg



Figur 20: Nuvarande utlopp, som troligen fördjupades något vid dammutrivningen år 2004. Foto: Jan Åberg

"Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser."

– Riksdagens definition av generationsmålet.

Mellanbygdens vattenråd är en lokal "sambandscentral" som främjar lokala diskussioner kring hur vattnets miljöproblem ska kunna lösas på bästa sätt.

Mellanbygdens vattenråd

<https://mellanbygdensvattenrad.wordpress.com/>

Kontaktperson: Naturgeograf Jan Åberg, 072 - 205 92 68

