



CALLUNA



Förstudie för sjön Yxern

Hur kan problem med vattenstånd lösas?

OM RAPPORTEN:

Titel: Förstudie för sjön Yxern / Hur kan problem med vattenstånd lösas?

Version/datum: 2017-06-09

Rapporten bör citeras såhär: Sandsten H, German J, Rasmusson M, Larfeldt Alvé A 2017. Förstudie för sjön Yxern / Hur kan problem med vattenstånd lösas?

Foton i rapporten: © Calluna AB där inget annat anges.

Omslag: bilderna föreställer Yxerns regleringsdamm i utloppet, en flygbild över södra delen av sjön (© Tino Åberg), en klippa som vid översvämningar har varit helt vattentäckt.

OM PROJEKTET:

Utfört av: Calluna AB (organisationsnummer: 556575-0675)
Adress huvudkontor: Linköpings slott, 582 28 Linköping
Hemsida: www.calluna.se
Telefon (växel): +46 13-12 25 75

På uppdrag av: Västerviks kommun, Vimmerby kommun, Botorpströmmens vattenråd, Yxerns fiskevårdsförening, Tekniska Verken.

Beställarens kontaktperson: Gun Lindberg och Björn Holm

Projektledare: Elisabeth Lundkvist (Calluna AB)

Rapportförfattare: Håkan Sandsten (Calluna AB)

Medförfattare: Jonas German och Maria Rasmusson (SMHI) och Agnes Larfeldt Alvé A (Agnes advokatbyrå)

GIS-ansvarig: Anna Koffman (Calluna AB)

Kvalitetssäkring: Elisabeth Lundkvist (Calluna AB)

Intern projektkod: ELT0073

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
2	Naturlika förhållanden och Yxerns och Yxeredsåns ekologiska status	6
2.1	Ekologisk status enligt vattenmyndigheten	6
2.2	Fisk	6
2.3	Vattenkemi i Yxeredsån (och Yxern)	7
2.4	Vattenkemi i Botorpströmmen nedströms	10
3	Höjd/djupmodell	11
3.1	En karta med vattnets utbredning i sjön vid minimi- och maximinivåerna	11
4	Fältbesök	14
4.1	Yxeredsån till Hässelstull	14
4.2	Södra Yxern	16
4.3	Jordbruksmark vid Yxern	17
4.4	Naturvärden i strandlinjen	18
5	Hydrologiska beräkningar	19
5.1	Syfte	19
5.2	Metodik	19
5.3	Resultat	23
5.4	Inverkan av reglering på kraftproduktionen	31
5.5	Utformning av tröskel	31
6	Yxerns reglering, inledande rättslig bedömning	32
6.1	Utgångspunkter	32
6.2	Rättsliga förutsättningar	33
6.3	Alternativa sätt att få till stånd en förändring av nuvarande reglering	33
7	Workshop om idéer och möjligheter till framtida hållbar utveckling i Yxern	35
8	Förslag	35
9	Referenser	36
	Bilaga 1 – Vattenkvalitet	38
	Bilaga 2 – Tappningställare för beräkning	39
	Bilaga 3 – Tappningställare förslag	40
	Bilaga 4 – Workshop	41

1 Inledning

Västerviks och Vimmerby kommun har i samarbete med fiskevårdsföreningen för Yxern, Botorpströmmens vattenråd och Tekniska verken beställt en förstudie för hur problemen med låga vattenstånd i Yxern kan lösas. Calluna har i samarbete med SMHI och Agnes Advokatbyrå fått detta uppdrag. Förstudien belyser tre olika handlingsalternativ och vilka konsekvenser dessa kan få samt ger rekommendationer om hur uppdragsgivaren kan gå vidare med frågan. De tre alternativ som utretts är:

- Nollalternativet, som innebär fortsatt reglering med utgångspunkt från gällande tillstånd.
- Regleringsalternativet, som innebär en fortsatt men förändrad reglering.
- Huvudalternativet, som innebär utrivning av Yxerns regleringsdamm vid utloppet och byggande av en ny tröskel på viss nivå.

Konsekvenser för Yxern och Yxeredsån utreds för de olika alternativen. Vattennivåer och varaktigheter av olika vattenstånd vid olika tidpunkter på året jämförs. Konsekvenser för vatten- och strandmiljöer samt för övriga intressen som identifierats bedöms översiktligt.

Förstudien inleds med en kort historisk bakgrund om vattenregleringen i Yxern och de bakomliggande orsakerna till problemen. Därefter följer en sammanställning av kunskapsläget för Yxerns och Yxeredsåns ekologiska status. Sjöns och åns vattenkemi, musslor och fisk, samt kvicksilver i fisk är undersökta sedan tidigare. Ett fältbesök med fokus på naturvärden, limnologi och litoral gjordes tidigt under förstudien.

För att kunna göra hydrologiska beräkningar för utloppet samt för att kunna bedöma hur strandlinjen skulle se ut vid olika vattenstånd har en höjd/djupmodell i GIS (geografiska informationssystem) gjorts över sjön och omgivningarna. Information från modellen användes sedan av SMHI för en hydrologisk modellering och utredning. Där användes historiska uppgifter om avbördning (förhållandet mellan vattenstånd och flöde i utloppet), samt historiska uppgifter från början av 1900-talet och nutida uppgifter om vattenstånd. Ett syfte var att svara på hur sjöns vattenstånd och åns flöde skulle kunna variera mer naturligt. Ett annat syfte var att undersöka om regleringen skulle kunna skötas på ett sätt som kan accepteras av vattenregleringsföretaget och som samtidigt skulle likna mer naturlika förhållanden. Ett tredje syfte var att ge ett förslag till utformning av en tröskel vid utloppet om den nuvarande dammen skulle rivas.

En workshop genomfördes för att informera om förstudien, samråda med olika intressegrupper runt sjön och samla in kunskap. Den insamlade kunskapen från möten med styrgrupp och workshop, den hydrologiska utredningen, biologin och höjd/djupmodellen har sedan utnyttjats för att väga samman olika intressen, bedöma påverkan på t ex jordbruket, samt bedöma hur flora och fauna i strandområden kan gynnas.

En inledande rättslig bedömning har gjorts av Agnes advokatbyrå med utgångspunkter, rättsliga förutsättningar och alternativa förfaranden. Utgångspunkterna handlar om vattendomen, regleringsföretagets rättigheter och parter. Rättsliga förutsättningar berör tillstånd, rådighet och sakägare. Alternativa förfaranden redovisar olika principiella sätt att få till stånd en förändring av regleringen av sjön Yxern, med de utgångspunkter som nu råder. Sist ges ett huvudförslag från förstudien för ett tillvägagångssätt för att genomföra huvudalternativet som kan lösa problemen i Yxern.

1.1 Bakgrund

Turerna kring Yxern är omfattande, men i korthet kan sägas att problemen härstammar från en gammal vattendom från 1938 som bestämmer att tappningen i sjöns utlopp skall regleras

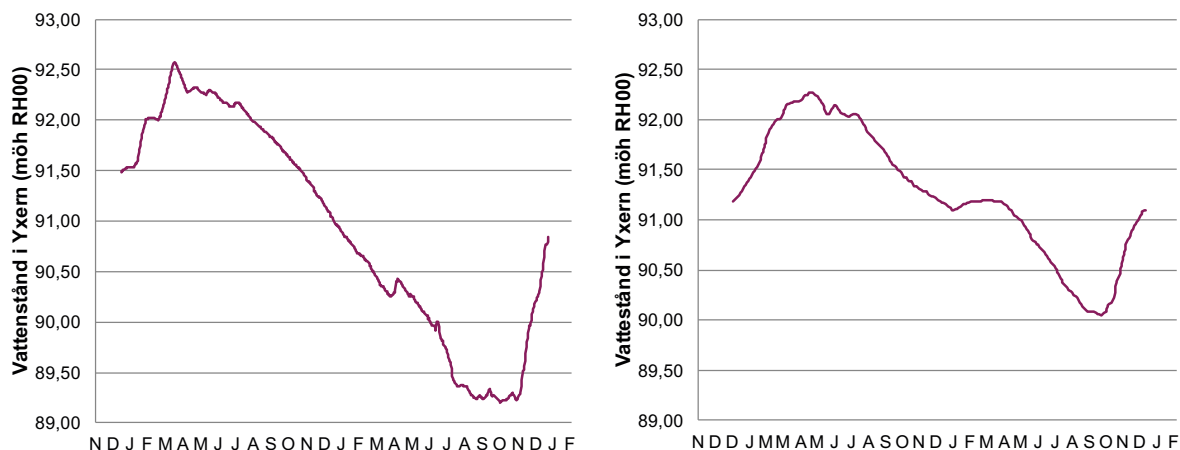
utifrån vattenståndet i sjön (Tabell 1). Det ska tappas vatten vid lågt vattenstånd och vid extremt lågt vattenstånd skall regleringsluckorna öppnas helt. Vattendomen säkerställde att vattenkraftverken som fanns nedströms alltid fick vatten. Den stora tappningen har inneburit att Yxerns vattenstånd ibland har sänkts mycket och sjöns stränder har torrlagts. I Yxern innebär vattendomen dessutom att ju lägre vattenståndet är, desto snabbare sänks det. Det naturliga är vanligtvis tvärtom, att sjöar med sjunkande vattenstånd tappar allt mindre vatten och att vattenståndet också sjunker allt långsammare.

Tabell 1. Kopia av vattendomen från 1938 som kräver att tappningen ökas stegvis med ökande vattenstånd, men med relativt hög tappning även vid lågt vattenstånd. Under ett visst, lågt vattenstånd, ska tappningen maximeras genom att öppna dammluckorna helt (Söderbygdens Vattendomstol i Linköping 1938). Höjderna är angivna i det gamla lokala höjdsystemet RH00, vilket vid Yxern ligger 0,25 m under det moderna nationella höjdsystemet RH2000.

<u>Vattenstånd:</u>	<u>Tappning:</u>	
Över + 92,50	10,0 m ³ /sek.	
+ 92,40– + 92,50	7,5 m ³ /sek.	
+ 92,29– + 92,40	5,0 m ³ /sek.	
	högst.	minst.
+ 91,60– + 92,29	4,0 m ³ /sek.	1,5 m ³ /sek.
+ 90,80– + 91,60	4,0 m ³ /sek.	1,0 m ³ /sek.
+ 90,05– + 90,80	4,0 m ³ /sek.	0,8 m ³ /sek.
under + 90,05	dammen helt öppen.	

Det var först efter andra världskriget som utloppskanalen sprängdes och regleringen enligt vattendomen började nyttjas och då märktes tidigt, redan 1949, att domen inte kunde följas utan att sjön avsänktes till mycket låg nivå (Figur 1). Sänkningen accelererade ner till en mycket låg nivå där den plötsligt avstannade. Uppgifter om att regleringsföretaget fick betala för fiskeskada till fiskerättsinnehavare runt sjön och längs med ån tyder på att även flödet i Yxeredsån nedströms påverkades kraftigt vid detta tillfälle (Söderbygdens vattendomstol i Linköping 1952).

Dessa problem uppmärksammades alltså tidigt och regleringen har, med varierande framgång, anpassats för att undvika accelererande sjunkande vattenstånd. Sjön har ändå vid ett flertal tillfällen sjunkit till mycket låga nivåer. Det hände åter 2015-2016 (Figur 1) med protester som följd när stora arealer av sjöns stränder torrlades. För att förhindra att luckorna måste öppnas, som vattendomen kräver, gav Länsstyrelsen tillåtelse att göra ett tillfälligt avsteg. Men från och med 2019 måste luckorna öppnas om vattenståndet sjunker ner till 90,05 möh. All historik redogörs inte för här, eftersom förstudien syftar till att fokusera på framtida lösningar.



Figur 1. Vattenståndets utveckling år 1948-1949 och 2015-2016.

2 Naturlika förhållanden och Yxerns och Yxeredsåns ekologiska status

Yxern sänktes rejält på 1860-talet för att vinna åkermark och sedan ytterligare 1947 när Yxerns regleringsdamm byggdes. Då sprängdes en kanal i berget och vattenytan sänktes ytterligare en halvmeter. Det är ingen som vill tillbaka till 1800-talets nivåer och det är därför som ordet naturlig, istället för naturlig, används. Vi behöver välja vilka vattenstånd och fluktuationer som kan accepteras och som kan tillgodose så många intressen som möjligt. För att bedöma de biologiska intressena sammanställs här befintlig kunskap och slutsatser dras om hur dessa värden har påverkats av lågvatten. Fokus läggs på de kvalitetsfaktorer som är avgörande för ekologisk statusbedömning inom vattenförvaltningen: fisk i sjöar, makrofyter, växtplankton, bottenfauna, näringsämnen, ljusförhållanden, syrgasförhållanden, försurning, särskilt förorenande ämnen, konnektivitet i sjöar, hydrologisk regim, morfologiskt tillstånd, samt kemisk status.

2.1 Ekologisk status enligt vattenmyndigheten

Ekologisk status i Yxern är idag måttlig enligt VISS och det är framförallt hydromorfologiska kvalitetsfaktorer som drar ner status. De måttliga kvalitetsfaktorerna är: kontinuitet och långsgående konnektivitet (vandringshinder), vattenståndsvariationer i sjön, avvikelse i sommar- och vinter vattenstånd samt vattenståndets förändringstakt i sjön. Förutom dessa bedöms även kvalitetsfaktorerna för fisk och syrgas som måttliga. Kemisk status (förutom överallt överskridande ämnen) bedöms som god.

De miljöproblem som listas av vattenmyndigheten i VISS är förändrade habitat genom fysisk påverkan, det vill säga flödesförändringar och konnektivitetsförändringar. Även miljögifter listas som miljöproblem, men det är tyvärr ett nationellt problem och inte specifikt för Yxern.

2.2 Fisk

Yxern har provfiskats på ett standardiserat sätt vid tre tillfällen 1993, 1998 och 2011 enligt elfiskeregistret och Hushållningssällskapet (2011). Den totala fångsten av alla fiskarter per nät har tydligt vikande trend mellan 1993-2011. 1993 var fångsten betydligt högre och bedömdes som hög. 1998 var fångsten låg och 2011 ännu lägre. Antalet fångade fiskar var ungefär samma 2011 som 1998 medan vikten nästan halverats. Den fångade fisken var alltså betydligt mindre i storlek i medeltal och abborre, braxen och mört dominerade stort i antal. Ett naturligt

fisksamhälle skulle sannolikt ha en jämnare fördelning av olika arter, och även en jämnare fördelning av individernas storlek.

Ål har tidigare planterats ut i Yxern och fångats i Yxeredsån, men nu är det sannolikt omöjligt för den att ta sig till och från havet på grund av bristande konnektivitet med 11 dammar mellan Yxern och havet (SMHI:s dammregister). Det finns ett starkt intresse från fiskevårdsföreningen att gynna ålen i framtiden.

Även kräftfisket är av stort intresse, men det är signalkräfta som finns och det är en invasiv art som inte får planteras ut längre. Att ersätta signalkräfta med flodkräfta i en så här stor sjö är inte praktiskt möjligt inom överskådlig framtid. Fisket av signalkräfta har varit bra de senaste åren och eftersom de äter allt från växter, sediment, till levande och döda djur är det lätt att tänka sig att de har fått tillgång till ny föda när vattenståndet sänkts och andra djur dött. I så fall är det en tillfällig och kortvarig uppgång av mängden kräftor. De bör i ett längre perspektiv, liksom andra djur som lever strandnära, gynnas av mer naturliga fluktuationer av vattenstånd och vattenföring.

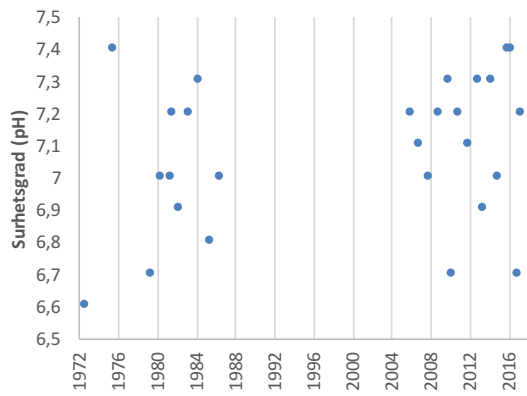
2.3 Vattenkemi i Yxeredsån (och Yxern)

Vimmerby kommun har tagit vattenprov i Yxern under många år och har även samlat data från fiskevårdsföreningen och Rikstaxeringen. Det tidigaste provresultatet som vi har tillgång till är från 1972. Provtagningspunkterna har varierat lite vilket gör att alla värden inte är direkt jämförbara, men de flesta har tagits i Yxeredsån nedströms Yxern från bron på väg 40. I figurerna nedan redovisas de jämförbara proven så att halter och trender kan åskådliggöras.

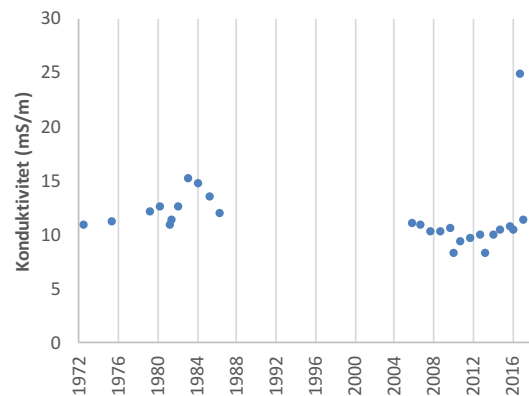
Det har under provtagningsperioden inte skett några stora förändringar av kvaliteten på Yxerns vatten, i alla fall inte för de parametrar som har mätts. Surhetsgraden (pH) har aldrig varit särskilt låg så sjön verkar inte vara försurad (Figur 2). Även alkaliniteten, som är ett mått på hur motståndskraftigt ett vatten är mot försurat vatten (från regn eller snö), har alltid varit god (Figur 3). Det finns inget som tyder på att Yxern varit försurad.

Vattenfärgen har under 2000-talet legat på ungefär samma nivå som under 1980-talet (Figur 4), vilket är bra eftersom många andra vattendrag och sjöar i framför allt sydöstra Sverige har betydligt mer färgat vatten nu än då. Konduktivitet brukar användas som ett grovt mått på hur förorenat ett vatten är. Egentligen är det den elektriska ledningsförmågan hos vattnet och beror av mängden salter. Nivån på konduktivitet i Yxern är ganska låg och det ser ut som om den är lägre under 2000-talet än tidigare, vilket tyder på en allmän förbättring av vattenkvaliteten (Figur 5).

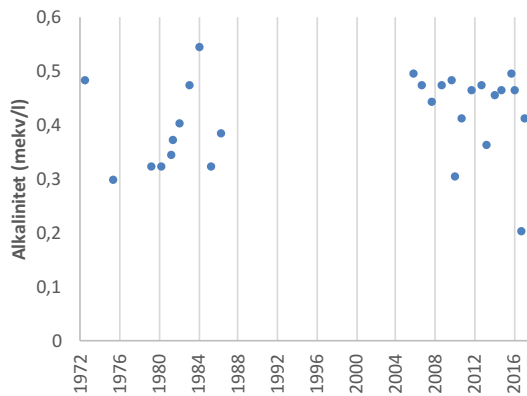
Det finns ett prov som sticker ut rejält och det är från i oktober 2016. Då var sjön sänkt när det plötsligt började regna mycket. Det ledde till sänkt pH, alkalinitet och total hårdhet vilket kan ha berott på allt regnvatten (Figur 2, Figur 3, Figur 6). Samtidigt uppmättes en fördubblad konduktivitet (Figur 5), vilket kan ha berott på att ytavrinning från torrlagda sediment gav rejält smutsigt vatten plötsligt. Vattenfärgen påverkades inte av händelsen i oktober.



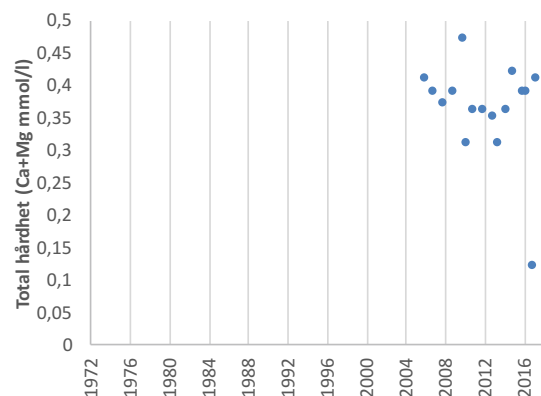
Figur 2. Surhetsgrad i Yxeredsån väg 40.



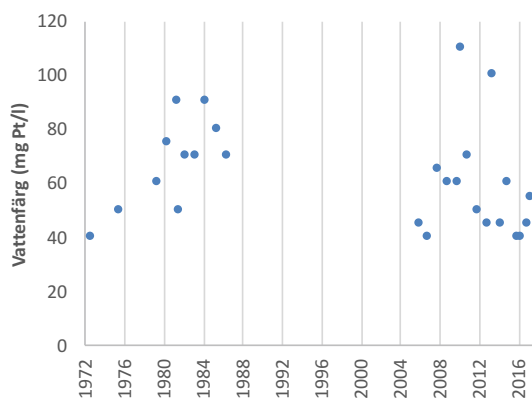
Figur 5. Konduktivitet i Yxeredsån väg 40. Visar mängden elektriskt ledande salter i vattnet, och används som ett mått på allmän föroreningsgrad.



Figur 3. Alkalinitet i Yxeredsån väg 40. Buffringsförmåga eller motståndskraft mot försurad vatten.



Figur 6. Total hårdhet i Yxeredsån väg 40.

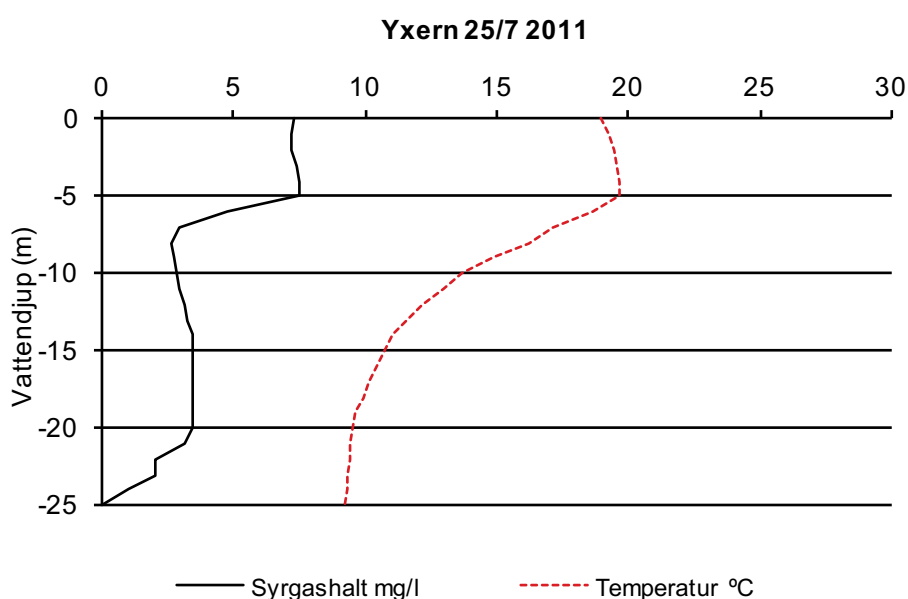


Figur 4. Vattenfärg i Yxeredsån väg 40. Visar hur brunt ett vatten färgas av mestadels humusämnen, järn- och manganföreningar.

Syrgas i vattnet mäts inte kontinuerligt i Yxern, men en mätning 2011 vid provfisket av Hushållningssällskapet visade att det var ett problem. Redan på 7 meters djup över en djuphåla på 25 meter var syrgashalten så låg att den innebar ett problem för fisk och många andra organismer (Figur 7).

Under 2016 när vattenståndet var lågt och sediment spolades ut i sjön till följd av regn, registrerades fiskdöd. En spekulering som inte går att styrka i efterhand är att nedbrytning av partiklar från de torrlagda bottenarna förbrukade all syrgas i vattnet så att fisken dog. Det är inte otroligt eller ovanligt att fisk dör av syrgasbrist.

Onaturligt stora vattenståndsfluktuationer kan leda till erosion och att organiskt material från land rinner ut i sjön. Nedbrytning av detta organiska material kan vara en orsak till sjöns låga halt av syrgas vid botten. Men det organiska materialet kan också, som i så många andra svenska sjöar, komma från torvtäkter, skogsbruk, jordbruk eller avloppsvatten.



Figur 7. Temperatur- och syrgasprofil i Yxern från ytan till 25 meters djup, uppmätt i samband med sjöprovfisket 2011.

Tabell 2. Näringsämnen (totalkväve och totalfosfor) har mätts på olika provtagningsplatser vid enstaka tillfällen.

Datum	Tot-N (mg/l)	Tot-P (mg/l)	Provplats	Utförare
1972-08-17	0,48	0,016	Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Riksinventeringen 1972
1975-06-02	0,71	0,023	Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1995-11-10	0,796	0,012	Ute på sjön	Riksinventeringen 1995
2001-01-30	0,537	0,009	Ute på sjön	Riksinventeringen 2000
2004-02-24	0,67	0,008	I utloppet	Fiskevårdsföreningen

Nivåerna av näringsämnena kväve och fosfor är låga i Yxern och det finns inget som tyder på övergödningssproblem (Tabell 2). Det går inte att dra några slutsatser om trender utifrån fem värden uppmätta på olika provtagningsplatser, under olika tider på året, av olika utförare. Att

fosforhalterna var lägre i januari och februari 2001 och 2004 än i augusti och juni 1972 och 1975 kan bero på naturlig variation.

Vimmerby kommun har även rapporterat om undersökning av kvicksilver i fisk från 1991 och 1997. Halterna i fisk var 0,47 och 0,65 mg/kg.

2.4 Vattenkemi i Botorpströmmen nedströms

Botorpsströmmens vattenråd är ett nybildat vattenråd (2014) som huvudsakligen har arbetat med samråd och information till allmänheten om Yxern. De bedriver ingen egen provtagning eller inventering av vattnet, men har diskuterat att börja med det. Det finns ett stort engagemang för Yxern och många tycker att situationen i sjön har otillfredsställande.

Den bästa tidserien med vattenkemiska data som finns i närheten av Yxern är i Botorpström Brunnsö. Det är SLU som driver den i projektet för flodmynningar. Arealen av avrinningsområdet för hela Yxern utgör en tredjedel av avrinningsområdet för Botorpström Brunnsö, så det som händer i Yxern måste till en del påverka vattenkemin i Brunnsö.

Förändringar i vattenkemin har analyserats statistiskt för att kontrollera om sådana förändringar kan förklara eller belysa något som sker med biologin i Yxern. Analyserna har gjorts med Mann-Kendall enligt Grimvall m.fl. (2011) där trender för flera parametrar kan analyseras samtidigt. För hela provtagningsperioden 1965-2015 är minskad försurning det tydligaste resultatet. Alkalinitet och pH stiger signifikant vilket enbart är positivt (Bilaga 1). Samtidigt stiger andra parametrar såsom vattenfärg, absorbans, kisel, totalt organiskt kol, kemisk syrgasförbrukning (KMnO_4), järn och mangan, alla statistiskt signifikant. Det är förväntat eftersom minskad försurning leder till förändrad markkemi. Tungmetaller såsom koppar, bly, krom, nickel, zink, kadmium och kvicksilver minskade signifikant under perioden 1965-2015. En svag minskning av totalfosfor kan ses och det var under 1960-talet som halterna var förhöjda. Därefter har sannolikt avloppsrening gjort att Botorpströmmen fått stabila låga halter.

Gamla data från 1960-talet är inte lika tillförlitliga som nya och därför undersöktes även perioden 1990-2015. Det visade sig att försurningen minskade, dock inte lika tydligt och inte för lika många parametrar.

Kisel är intressant eftersom det är ett mycket vanligt grundämne i jord och det är vanligt att hårt reglerade vattenkraftsmagasin eroderas så kraftigt att all jord och löst sediment (med kisel) sköljs bort från strandzonen. Men det har inte hänt i Yxern än, utan här verkar det istället vara minskad försurningspåverkan som ökar halterna av kisel nedströms (Lydersen & Löfgren 2000). Ökningen är stor och mycket tydlig även för närliggande åmynningar såsom Emån, Alsterån, Ljungbyån, Lyckebyån, m.fl. Den är alltså inte en lokal företeelse enbart för Yxern. Även foton från den avsänkta Yxern 2016 visar att strandzonen inte såg ut som eroderade kraftverksmagasin (Figur 8). Det finns dock en överhängande risk att lösa sediment kan komma att erodera bort om den nuvarande tappningen fortsätter i Yxern. En variation av olika typer av substrat såsom ler, silt, sand, grus sten och block är en viktig förutsättning för stränder med variationsrik vegetation och djurliv.

Figur 8. En torrlagd strand med lös sand från 2016. Sanden kommer sannolikt att erodera bort på vindexponerade stränder om Yxern fortsätter att tappas på vatten. Foto: Gun Lindberg.

3 Höjd/djupmodell

3.1 En karta med vattnets utbredning i sjön vid minimi- och maximinivåerna

En karta med vattnets utbredning i sjön vid minimi- och maximinivåerna, har producerats i förstudien. Den digitala djupkarta som vi fick av Myrica AB var i det äldre höjdsystemet RH00 (som känns igen av de flesta runt sjön) och höjdrastret som vi fick från Vimmerby och Västerviks kommuner via geodatasamverkan var i det nyare höjdsystemet RH2000. Kontakt togs därför med Tina Kempe på Lantmäteriet om omräkningsfaktor. När Lantmäteriet tar fram höjdsystemskillnader brukar de titta efter riksnätsfixar som har höjd i de efterfrågade systemen och som ligger så nära som möjligt det område där man ska arbeta. Det gäller i synnerhet när RH00 är inblandat, för det är så heterogent att det i praktiken ibland måste betraktas som en rad lokala system. Det kan vara glest med riksnätspunkter som har höjd i RH00 och de är ofta av lägsta ordningen – så även i detta fall – så höjdsystemskillnaden blir osäker.

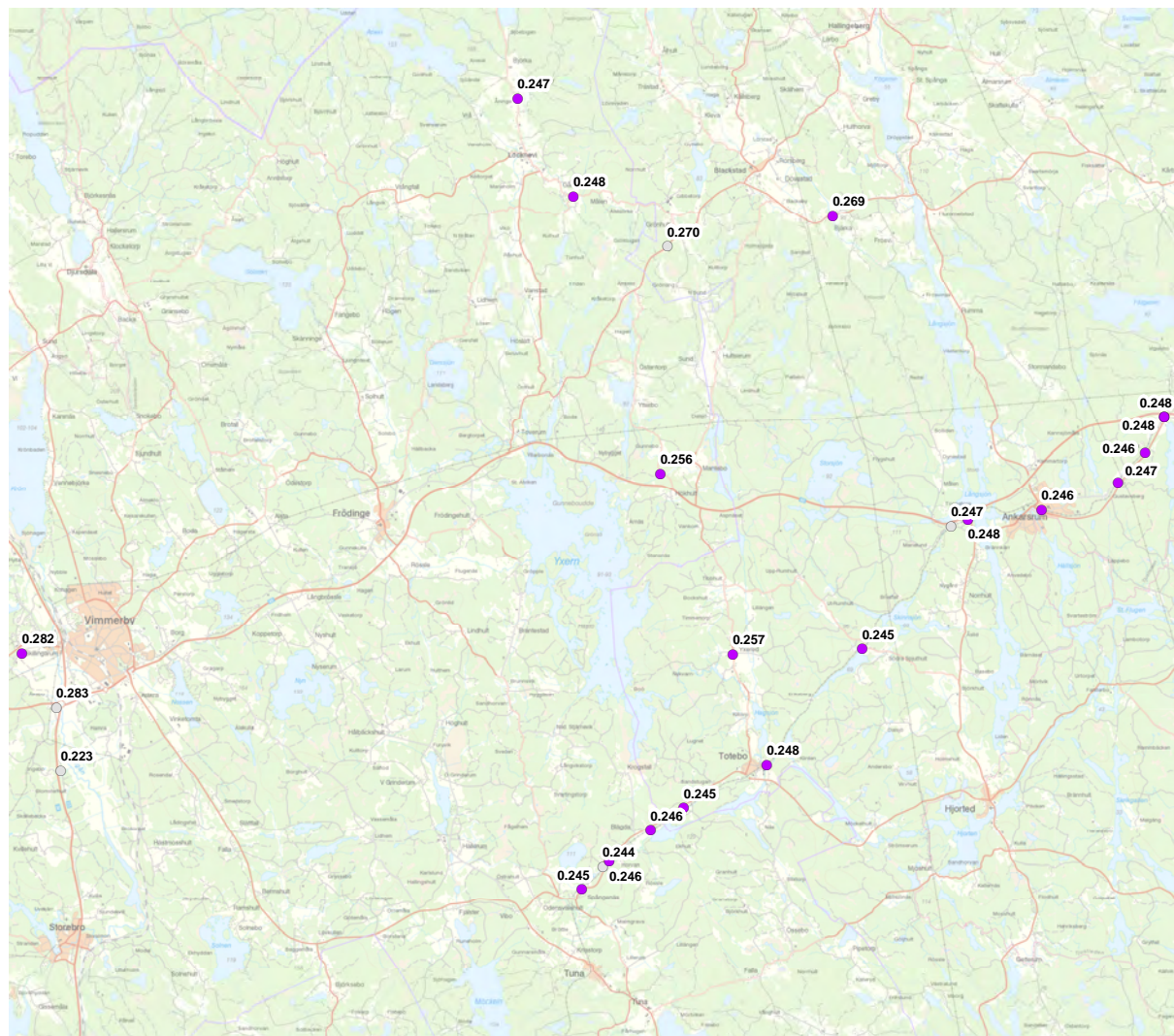
Lantmäteriet bifogade en karta (Figur 9) som visar systemskillnaden mellan RH2000 och RH00. Höjden i RH2000 är högre än höjden i RH00, så vi fick addera beloppet i kartan till våra RH00-höjder för att få RH2000. Observera att de angivna systemskillnaderna enbart gäller för de punkter som har ingått i jämförelserna. Om det finns andra punkter/höjdnät, t.ex. kommunala punkter/höjdnät i RH00, kan andra relationstal gälla för dem.

När Vimmerby kommuns höjdnät utjämnades i RH2000 inför deras höjdsystemsbyte, så togs också relationstal fram för kommunens olika höjdnät. Enligt uppgift användes RH00 i Frödinge och Tuna. För Frödinge är den genomsnittliga systemskillnaden 0,243 m, med avvikelser på upp

till 8 mm. För Tuna är den genomsnittliga systemskillnaden 0,246 m, med avvikelser upp till några få mm.

För Västerviks kommun pågår arbete med att beräkna höjdnäten i RH2000, men eftersom det ännu inte är färdigt finns inga höjdsystemskillnader framtagna. I Totebo, som tycks vara det av kommunens höjdnät som ligger närmast Yxern, uppger kommunen att RH70 används idag.

Det beslöts att använda ett värde för hela sjön. Faktorn sattes till 0,25 och det värdet har adderats till RH00 värdena för att få RH2000.



Figur 9. Skillnader i höjdsystemen RH00 och RH2000. Höjden i RH2000 är högre än höjden i RH00, så beloppet i kartan adderas till RH00-höjder för att få RH2000. Observera att de angivna systemskillnaderna enbart gäller för de punkter som har ingått i jämförelserna.

Ett sömlöst raster med djupvärden skapades först. Datasetet hade djupvärden som anger meter under referensnivån 91,8 i RH00, det vill säga under referensnivån 92,05 m RH2000. Djupvärde i RH2000 räknades ut och punkter som ger kompletterande djupvärden skapades mellan djuplinjerna.

Utifrån nationella höjddatabasen från laserscanning skapades ett sammansatt raster och det visade sig då att vattenytans höjdvärden låg på 91,57 (i RH2000). Detta tyder på att det var lågvatten vid laserscanning och alltså var 0,48 m under medelvattenståndet/referensytan. Detta gör att vassar och strandängar har fått höjdvärden, vilket är bra för våra syften att undersöka

hur strandlinjen ser ut vid olika vattenstånd. Den strandlinje som var från tillfället då laserscanningen gjordes användes sedan som högsta djupkurva.

Vi hade också studerat fastighetskartans strandlinje och det skikt som fanns från Myrica som hette strandlinje för att undersöka om dessa kunde vara referensnivån/medelvattenståndet. De två strandlinjerna skiljde sig ganska mycket och vi bestämde därför att använda nivån 91,57 som den översta kurvan i datasetet med djupkurvor.

Ett sömlöst raster sammanfogades mellan djup och höjder ovanför vattenytan (för dagen då laserscanningen gjordes. Därefter kunde volym- och arealuträkningar göras vid olika vattenstånd. I uträkningen inkluderas både helt sammanhängande svämytor och mindre ytor separerade från vattenytan som uppstår vid svämning av strandängar och andra våtmarker/sänkor.. Arealer och sjövolymen vid olika vattenstånd redovisas i Tabell 3. Arealerna utnyttjades sedan av SMHI i det fortsatta arbetet.

Tabell 3. Yxerns arealer och sjövolymen vid olika vattenstånd.

Nivå m (RH2000)	Nivå m (RH00)	Yta m ²	Volym m ³
90.0	89.8	9 385 744	45 599 092
90.1	89.9	10 062 440	46 572 650
90.2	90.0	10 164 080	47 583 966
90.3	90.1	10 266 544	48 605 499
90.4	90.2	10 371 072	49 637 349
90.5	90.3	10 492 324	50 680 219
90.6	90.4	10 628 568	51 736 264
90.7	90.5	10 769 988	52 806 189
90.8	90.6	10 906 500	53 890 054
90.9	90.6	11 042 552	54 987 469
91.0	90.7	11 181 284	56 098 654
91.1	90.8	11 321 976	57 223 801
91.2	90.9	11 464 820	58 363 104
91.3	91.0	11 608 928	59 516 763
91.4	91.1	11 756 412	60 685 002
91.5	91.2	11 905 236	61 868 014
91.6	91.3	12 057 184	63 066 084
91.7	91.4	12 927 684	64 279 165
91.8	91.5	12 930 076	65 572 049
91.9	91.6	12 933 440	66 865 233
92.0	91.7	12 938 112	68 158 820
92.1	91.8	12 947 792	69 453 048
92.2	91.9	12 967 240	70 748 583
92.3	92.0	13 003 004	72 046 933
92.4	92.1	13 076 300	73 350 987
92.5	92.2	13 173 456	74 663 847
92.6	92.3	13 303 664	75 987 128
92.7	92.4	13 473 988	77 324 748
92.8	92.5	13 673 832	78 681 918
92.9	92.6	13 928 612	80 062 995
93.0	92.7	14 226 368	81 471 769
93.1	92.8	14 598 388	82 912 888
93.2	92.9	14 943 860	84 388 289
93.3	93.0	15 263 480	85 898 555
93.4	93.1	15 645 904	87 445 711
93.5	93.2	16 052 052	89 032 493
93.6	93.3	16 514 880	90 660 804
93.7	93.4	16 912 348	92 330 541
93.8	93.5	17 224 224	94 037 770
93.9	93.6	17 514 724	95 776 616
94.0	93.7	17 767 940	97 542 166

4 Fältbesök

4.1 Yxeredsån till Hässelstull

Yxerns vattenyta regleras vid Yxerns regleringsdamm och vid besöket 13 mars 2017 var vattenståndet i sjön 91,49 (RH00). Omedelbart nedströms dammen var nivån 89,85. Yxeredsån såg inte ut att falla mycket i den första sprängda kanalen, inte heller i den gamla sprickdalssjön och endast lite i den andra sprängda kanalen där det vid sprickdalssjöns utlopp finns en otydlig pegel som visade 89,50 samma dag. Ovanför damm nummer två, Nykvarn, fanns en fors som på avstånd såg ut att vara en halv meter hög.

Generalstabskartan från 1883 visar ingen regleringsdamm vid Yxern utan den första dammen då var Nykvarn (Västervik J243-37-1). Yxeredsåns sträckning såg likadan ut på 1880-talet som idag. Inte heller på ekonomiska kartan från 1944 finns det någon regleringsdamm vid Yxerns utlopp utritad (Yxered J133-6G8e46), vilket stämmer bra med uppgifterna att den byggdes 1947.



Åviken i Yxern med automatisk avläsning av vattenstånd i sjön nära regleringsdammen vid utloppet. Vid tillfället var vattenståndet 91,49.



Yxerns regleringsdamm sett nedifrån. Här var vattenståndet 89,85 på en pegel.



Yxerns regleringsdamm. Här ställs tappningen utifrån vattendomen. Tappningens storlek i m³/s bestäms utifrån både vattenstånd ovan och omedelbart nedanför regleringsdammen.



Yxeredsåns start omedelbart nedanför regleringsdammen. Den sprängda kanalen är 10 meter bred och 3-6 meter hög, och 60 meter lång.



Kanalen svänger efter 60 meter och stränderna blir flackare. Det finns mycket död ved (björk) på svämplanet.



Det finns en gångbro över den andra sprängda kanalen (10 meter bred, 200 m lång och 4 m under omgivande markyta). Nedanför bron verkar det finnas lite fallhöjd och snabbare rinnande vatten.



Kanalen leder till en 500 m lång sprickdalssjö utan fallhöjd och med stilla vatten.



Vid Nykvarn faller Yxeredsåns vatten ca en halvmeter i en fors (se bakgrunden) till en spegeldamm.



I sprickdalssjöns utlopp finns en otydlig pegel som visade 89,5. En sprängd kanal leder Yxeredsån vidare.



Luckorna vid Nykvarn är sönder och vattenståndet bestäms av betongklackar på olika nivåer. Enligt tekniska verken är det här som vattenståndet nedanför regleringsdammen bestäms och det verkar troligt med tanke på att Yxeredsån i fält ser ut att ha någon eller några meters fallhöjd därifrån och till Nykvarn.



Nykvarn sett nedifrån. Det är flera meters fallhöjd på forsen nedanför dammen. Kanske är det rester av ett gammalt ålhus som syns till höger.



Yxeredsån vid Hässeltull sett nedifrån. Här finns en spegeldamm, en damm med luckor och en turbin som inte är i drift. Det finns en referenspunkt på berget vid luckorna nära spegeldammens vattenyta som enligt den ekonomiska kartan från 1944 kan vara 82,97.



Nykvarn har kulturvården med kvarnränna, husgrund, kvarnstenar, kuggjul och andra maskindelar.



Spillvattenfåran eller Yxeredsån nedanför Hässeltull.

4.2 Södra Yxern

Det är i södra Yxern som de största arealerna av grunda områden finns och här syntes det i fält att stränderna har vuxit igen med breda vassar, viden, björk och al. Vid Krogsfall fanns det på 1900-talet en ångbåtsbrygga som besöktes och därifrån syntes en del av detta igenväxande grundområde av södra sjön.!

I fält såg det ut som om Yxerns naturliga utlopp har varit söder om sjön vid Krogsfall. Ortsnamnet liknar ett vattenfall och allt som sågs vid sjön och i terrängen såg ut som ett sjöutlopp, samtidigt som sjön och terrängen vid Yxeredsån inte ser ut som ett naturligt utlopp. Även på terrängskuggningskartan hos Skogsstyrelsen finns det en tydlig ravin från Krogsfall söderut mot Blägda (Figur 10), där vattendraget troligen har runnit förr. För att försöka ta reda på om sjöns utlopp har gått där i historisk tid eller om det är flera tusen år sedan har historiska kartor över området studerats hos Lantmäteriet.

Ekonomiska kartan från 1944 visar inget utlopp söder om Yxern från Krogsfall till Blägda och vidare till Blägdasjön. Genaralstabskartan från 1875 visar en järnväg från Krogsfall (Yxern stn)

till Blägda, men inget vattendrag längs samma sträcka (Oskarshamn J243-29-1). Järnvägen gick där en enskild väg går idag. Storskifteskartan från 1825 visar inget utlopp söderut till Blägda. Storskifteskartan 1796 över Blägda är tydlig, men visar inget vattendrag från Yxern (Frödinge socken Blägda nr 1). I avmätningsskarta från 1696 syns ett tjockt svart streck söderut från Krogsfall, men det rinner nog till och inte från sjön där (Frödinge socken Krogsfall nr 1, avmätning) eftersom det idag rinner till sjön där. Vattendelaren enligt SMHI:s vattenweb i dalen söder om Yxern (se terrängskuggningskartan) går nära Blägda och ligger på en höjd som är ungefär 108 m enligt laserdata. Det betyder att sjön måste översvämmas mer än 15 meter för att vattnet ska rinna mot Blägda vilket är osannolikt. Inget tyder på att sjöns utlopp har varit söderut i historisk tid. Om det någonsin har runnit ditåt är det mycket länge sedan. Det är alltså ingen risk att vattnet plötsligt skulle ta den vägen vid en översvämningskatastrof om det byggs en tröskel istället för nuvarande regleringsdamm.

Figur 10. Både på terrängskuggningskartan och i fält såg det ut som om sjöns utlopp har gått söderut tidigare när nivån var mycket högre än idag. Vattendelaren ligger dock på så hög höjd att det inte är någon risk att Yxern skulle börja avtappas söderut.

4.3 Jordbruksmark vid Yxern

Vid Yxerns norra strand finns översvämningskänslig jordbruksmark som skulle kunna drabbas av en ny reglering av sjön. När höjd/djupmodellen var klar träffades Henrik Petersson, lantbrukare i Toverum, Håkan Sandsten, Calluna och Magnus Danlid, Yxerns fiskevårdsförening i fält. Vi åkte runt och jämförde modellen med verkligheten. Det visade sig att strandlinjen vid översvämning i modellen stämde bra med de åkrar som Henrik vet är översvämningskänsliga.

I Figur 11 visas det högsta vattenstånd som lantbruket kan tåla åtminstone några år då och då. Det är 92,25 och visas även de marker som vid det vattenståndet blir så sankta att de inte har bärighet för en traktor. Den största skadan av översvämning skulle därför ske om den inträffar under vårbruk eller höstskörd.



Figur 11. Översvämningskänslig åkermark vid Toverum söder om väg 40 (vägen syns uppe till vänster). Blått är 92,25 möh i RH00 och rödstreckat område är de låglänta områden som då är så sanka att de har för dålig bärlighet för en traktor.

Även norr om sjön, nära Toverums gård, finns det några översvämningskänsliga åkrar. Ett av de större inloppen till sjön är Gröppleån, och längs den finns det också jordbruksmark, men ån faller ner mot sjön, vilket gör att det inte finns någon översvämningsrisk där som skulle påverkas av högre vattenstånd i Yxern. Inte ens vid den översvämmning som nådde upp till 93,2 1966, skulle Gröppleån påverkas av vattenståndet i Yxern. Det finns dock jordbruksmark vid Brantestad som skulle påverkas vid så höga nivåer. Vid 92,25 påverkas dessa i liten omfattning. Vid Krogfall i söder finns ett par hektar betesmarker där bärligheten för maskiner skulle påverkas vid nivån 92,25. Yxerns östra strand utmärks av höglänt bergig terräng och där finns ingen jordbruksmark som är känslig för översvämmning.

4.4 Naturvärden i strandlinjen

Sjöar, stränder och vattendrag har alltid ett naturvärde, men i Yxern är det inte högt på grund av den reglerade vattenytan. Det har inte kunnat utvecklas värdefulla sumpskogar, våtmarker eller strandzoner. Det finns sällsynta arter som kan dyka upp på sjöstränder med extremt lågt vatten, men det har vi inte kunnat undersöka eftersom vattnet hade stigit när förstudien startades. Vissa av dessa arter är hotade av att reglering brukar hålla uppe en jämn hög nivå på vattenståndet. Så har det inte fungerat i Yxern.

De naturvärden som finns är naturskogsartade lövskogar med naturvårdsavtal (Skogsstyrelsen), främst på Hästö centralt i sjön men också runt det som kallas insjön i nordöstra Yxern. Vid Toverum finns en ädellövskog med naturvårdsavtal. Det finns fem-sex biotopskyddsområden nära stranden, men inga naturreservat nära Yxern. Naturvärdena vid Yxerns strand är idag inte beroende av ett naturligt varierande vattenstånd, men sådana värden kan utvecklas i framtiden.

5 Hydrologiska beräkningar

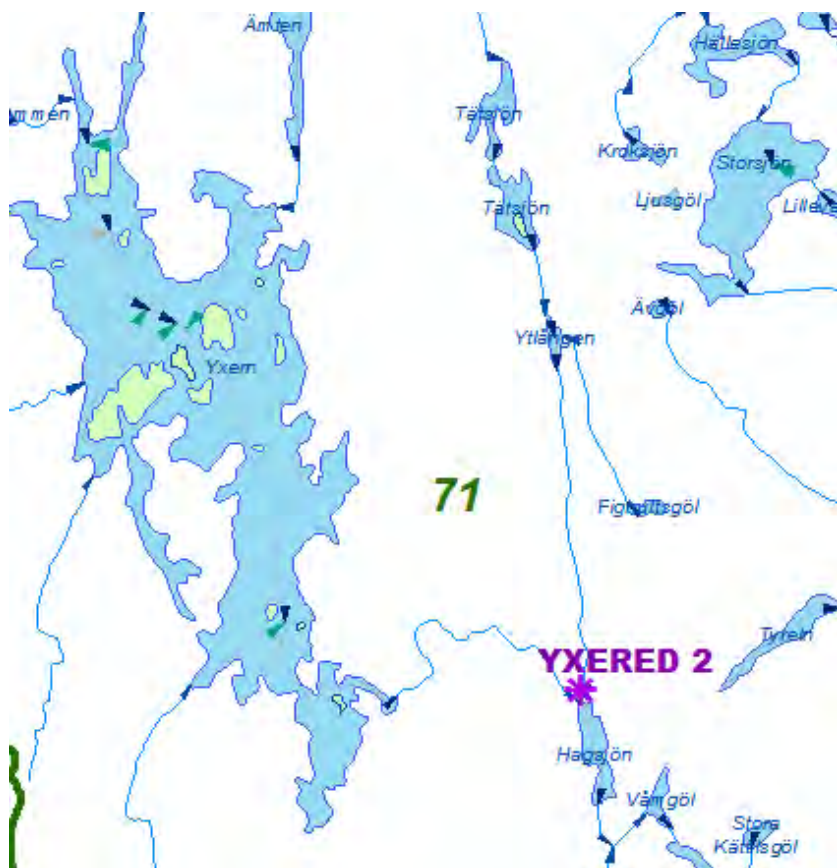
5.1 Syfte

SMHI har baserat på det underlag som presenteras i sektion 5.2.1 nedan beräknat vattenstånds- och vattenföringsutveckling (utflöde) för sjön Yxern under perioden 1997-2016 för två olika regleringsstrategier, s.k. naturlig och alternativ. Med naturlig vattenstånds- och vattenföringsutveckling avses här en rekonstruerad vattenståndsserie som speglar de vattenstånd som skulle ha uppkommit i Yxern om de hydrologiska förhållanden som rådde före sjön reglerades år 1947 gällt. Med alternativ reglering avses en av regleringsföretaget föreslagen tappningsstrategi som tolkats av SMHI. De två regleringsstrategiernas beräknade vattenstånds- och vattenföringsutveckling har därefter jämförts med observerad under samma period. SMHI har även beräknat de två regleringsstrategiernas inverkan på kraftproduktionen vid tre nedströms kraftverk (Totebo, Hässelstull och Uddekvärn). Slutligen diskuteras en utformning av tröskel som kan användas vid naturlig reglering

5.2 Metodik

5.2.1. Dataunderlag

För de hydrologiska beräkningarna har uppgifter om vattenföring hämtats från SMHIs mätstation Yxered 2 (station nr 2290), belägen nedströms Yxern (Figur 12).



Figur 12. Mätstationen Yxered 2 nedströms Yxern.

SMHI har erhållit uppgifter om Yxerns vattenstånd och tappning från Tekniska verken och Gunnar Björup för perioden 1997-2016. Erhållen vattenståndsdata var av varierande tidsupplösning. SMHI har bearbetat vattenståndsserien så att en kontinuerlig mätserie med dygnsupplösning erhållits. För perioder där dygnsvärden saknades har dessa erhållits genom interpolering mellan mättillfällena. Det verkar även som att mätserien för några enstaka perioder har bearbetats på liknande sätt innan den inkommit till SMHI. För en period i dataserien verkar det dock som att interpolering har frångåtts och man istället valt att låta observerat värde ligga kvar för alla dygn fram till nästa avläsning. SMHI har inte korrigerat annat än mycket uppenbara fel i mätserien.

Den magasinsskurva, d.v.s. samband mellan sjöareal och vattenstånd, som har använts vid de hydrologiska beräkningarna har tagits fram av Calluna utifrån Myricas vattendjupsmätningar och nationella höjdmodellen (Tabell 3).

För beräkningarna har det avbördningssamband, d.v.s. förhållande mellan vattenstånd och vattenföring, som gällde innan reglering infördes år 1947, och som baseras på mätningar i sjön Yxern utförda under perioden ca 1920-1946 hämtats från SMHIs arkiv.

För beräkningarna har SMHI även erhållit uppgifter från Västerviks kommun om fallhöjder vid kraftverken Totebo, Hässeltull och Uddekvärn, samt uppgifter om kraftverkens reglerbarhetsintervall från Tekniska verken och Gunnar Björup.

5.2.1.1. Avbördningssamband och alternativ tappningsställare

För att rekonstruera den naturliga vattenstånds- och vattenföringsutvecklingen har kunskap om förhållandet som rådde mellan vattenstånd och vattenföring i Yxern innan sjön reglerades år 1947 inhämtats från SMHIs arkiv. Vattenståndsmätningar i Yxern genomfördes under 1920-talet och fram till år 1946, året innan regleringen. Vattenföringsmätningar genomfördes under samma period vid SMHIs mätstation Junkerhorva (station nr 175) och en avbördningstabell upprättades som beskrev sambandet mellan vattenstånd och vattenföring för Yxern. Tabell 4 visar avbördningstabellen från 1900-talets första hälft samt Figur 13 den upprättade avbördningskurvan. Det höjdsystem som har använts är R00.

Vid beräkning av vattenstånds- och vattenföringsutvecklingen för alternativ reglering har den tappningsställare som visas i Bilaga 2 använts. Denna tappningsställare är en tolkning gjord av SMHI (som tagits fram efter diskussion med Tekniska verken) av den tappningsställare som vattenregleringsföretaget föreslagit och som visas i Bilaga 3. Tappningsställaren specificerar vilken tappning som ska ske vid olika förhållanden; vattenstånd, tider på året, och snöförekomst. Skillnaderna mellan tappningsställarna i Bilaga 2 och Bilaga 3 är att tappning av tillrinning (dock inom samma tappningsintervall som i Bilaga 3) används, vilket möjliggör kontinuerlig beräkning utan dagliga/veckovisa avväganden (av tappning) som regleringsföretaget kan göra.

Tappningsställaren i Bilaga 2 är därmed en möjlig tolkning av den något friare tappningsställaren i Bilaga 3. En annan skillnad är regleringen vid snö (vid vattenstånd 90,8 - 91,3 möh under november-april), denna används dock aldrig för perioden 1996-2016 då vattenståndet i sjön aldrig faller inom detta intervall.

Tabell 4. Avbördningstabell från 1900-talets första hälft för stationen Junkerhorva hämtad från SMHIs arkiv.

STATENS
METEOROLOGISK-HYDROGRAFISKA
ANSTALT
HYDROGRAFISKA BYRÅN

Avbördningstabell

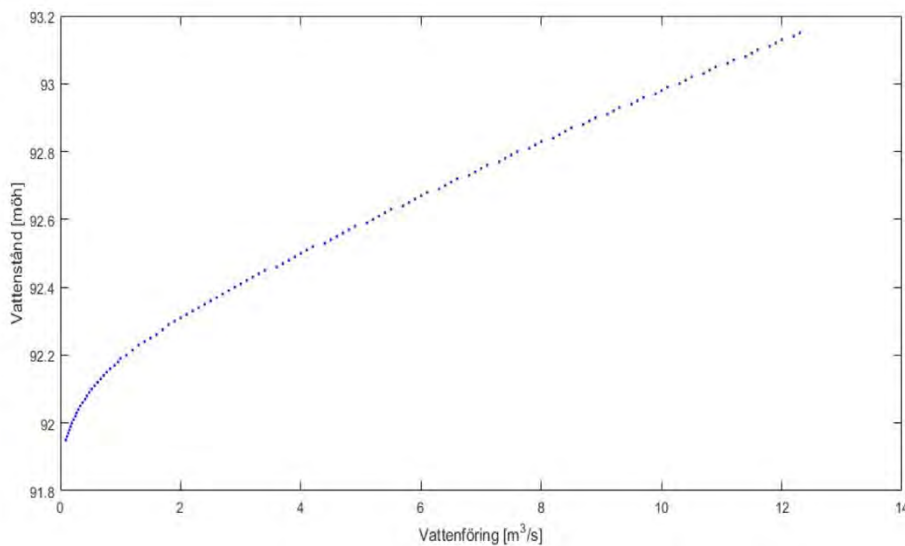
71 - 175

Kurva nr _____

Flodområde: Böstaströmmen Station: Junkerhorva
 Vattendrag: Yxern Pegelns nollpunkt: +91.05

Vattenmängd i kbm per sekund.

Vattenstånd dm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 cm
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										8.07
9	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.25	0.27	0.30
10	0.33	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52	0.57	0.62	0.67	0.72
11	0.77	0.83	0.90	0.96	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4
12	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3
13	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3
14	3.4	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5
15	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.7
16	5.8	5.9	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.6	6.8	6.9
17	7.0	7.1	7.3	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.2
18	8.3	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.5
19	9.6	9.7	9.9	10.0	10.1	10.3	10.4	10.5	10.7	10.8
20	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6	11.8	11.9	12.0	12.2
21	12.3									
22										
23										
24										



Figur 13. Avbördningskurva för stationen Junkerhorva som ett resultat av avbördning i Tabell 4.

5.2.2. Beräkning av vattenstånd och vattenföring

Inledningsvis har observerad tillrinning, d.v.s. mängden vatten som runnit in till Yxern varje dygn minus avdunstningen från sjön, beräknats med hjälp av vattenförings-, vattenståndsdata och magasinskurva för perioden 1997-2016. Den observerade tillrinningen och magasinskurvan har sedan använts för att bestämma rekonstruerat, naturligt vattenstånd, vartefter avbörnings-sambandet har använts för att bestämma tillhörande naturlig vattenföring. Det erhållna resultatet är den förväntade, naturliga vattenståndsutvecklingen och vattenföringen för Yxern om sjön avbördats enligt det samband som rådde innan regleringen år 1947.

Vid beräkning av vattenstånds- och vattenföringsutveckling för den alternativa regleringsstrategin som innefattar ändrad tappning beroende på vattenstånd, årstid, och snöförekomst har HBV-modellering använts för att beräkna snömängd. HBV-modellen (version 7.3) är en hydrologisk konceptuell avrinningsmodell som alltsedan början av 70-talet utvecklats vid SMHI (Bergström, 1995; Lindström m.fl., 1997). HBV-modellen bygger på en förenklad fysikalisk beskrivning av de hydrologiska processerna och är uppbyggd av tre huvudmoduler, en för beräkning av snöns ackumulation och avsmältning, en för beräkning av avdunstning och markfuktighet och en tredje rutin för beräkning av flödesförloppet påverkan av yttre faktorer såsom sjöar och dammanläggningar. Dessutom har HBV-modellen speciella funktioner som hanterar sjöar och regleringsrutiner. Modellen är semidistribuerad vilket innebär att vattendragets avrinningsområde delas in i delområden inom vilka höjder och vegetationszoner (t.ex. skog, öppet landskap och sjöar) klassificeras. I denna studie har HBV-modellen satts upp för sjön Yxern och uppströms liggande vattendrag, d.v.s. modellen innefattar avrinningsområdet fram till mätstationen Yxered 2 nedströms Yxern. Den geografiska informationen för avrinningsområdet har hämtats från SMHIs databas SVAR. Indata till modellen i form av observerad nederbörd och temperatur har hämtats från SMHIs klimatdatabas PTHBV med areellt fördelad temperatur och nederbördsdata (Johansson, 2000, Johansson och Chen 2003 och 2005). Kalibrering har genomförts på tillrinning.

Initiala vattenstånd för beräkning av naturlig och alternativ vattenståndsutveckling (92,4 möh, respektive 91,8 möh) erhöles genom att starta vattenståndsberäkningen för dessa regleringar redan ett år innan den aktuella period (1997-2016) som skulle rekonstrueras. Detta tillvägagångssätt används för att erhålla stabila och troliga startvärden, och möjliggjordes genom att förlänga dataserier för år 1996 med data för år 1997.

5.2.3. Beräkning av regleringens inverkan på kraftproduktionen

Påverkan av naturlig och alternativ reglering på kraftproduktionen nedströms Yxern har beräknats för kraftverken Totebo, Hässeltull och Uddekvärn. Beräkningarna har baserats på observerad, samt beräknad naturlig och alternativ vattenföring. Påverkan, d.v.s. eventuella tappningsförluster för de tre kraftverken vid naturlig och alternativ reglering, redovisas som en kraftproduktionsförändring relativt den produktion som beräknats för observerad vattenföring. Beräkningen av kraftproduktionsförändring har baserats på de antaganden som visas i "#\$%&#!" (*!+, *'#!-'! . +' '-!,) (/ , !*#0#*# , 123\$\$-4.

Tabell 5. Antaganden vid beräkning av produktionspåverkan.

Kraftverk	Totebo	Hässeltull	Uddekvärn
Fallhöjd [m]	4,1	4,0	8,5
Reglerbarhetsintervall ¹ [m ³ /s]	1,2-3,0	1,0-3,2	0,0-3,5 ²

¹ Vattenföring utanför detta intervall antas som spill.

² Reglerbarheten för Uddekvärn baseras på antagandet om uppfyllning av magasin som sedan tappas av med full verkningsgrad under en begränsad tid.

För varje dygn under perioden 1997-2016 har spillet (d.v.s., icke produktionsbar vattenföring) beräknats genom att jämföra beräknad samt observerad vattenföring med reglerbarhetsintervallen för kraftverken. Produktionsbar vattenföring har sedan beräknats som skillnaden mellan total vattenföring och totalt spill över perioden 1997-2016 för observerad, naturlig och alternativ vattenföringsserie. Kraftproduktionsförändringen har därefter beräknats som skillnaden i effekt erhållen för observerad och naturlig reglering, respektive observerad och alternativ reglering, normaliserad för kraftproduktionen vid observerad vattenföring.

Vid beräkning av den effekt, P [W], ett kraftverk kan producera kan formeln nedan användas:

$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

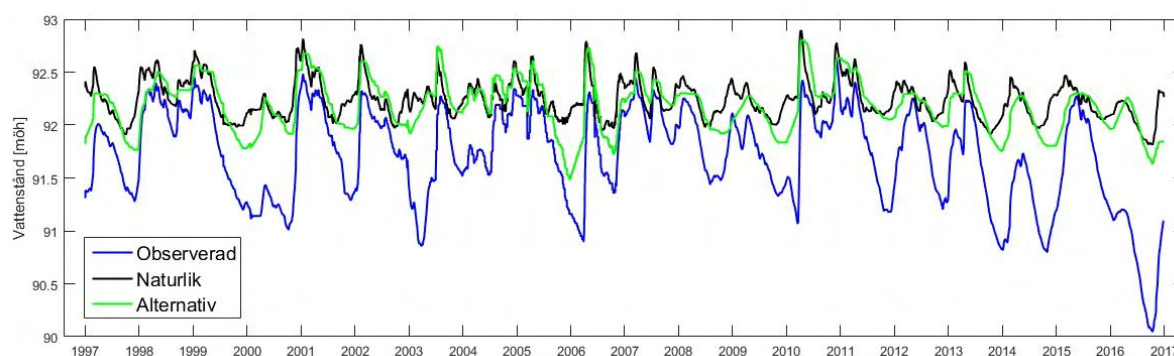
där η [-] är turbinens verkningsgrad, ρ [kg/m³] är vattnets densitet, g [m/s²] är gravitationskonstanten, h [m] är fallhöjden och Q [m³/s] är produktionsbar vattenföring.

Formeln ovan kan förenklas då de tre första termerna kan antas konstanta, t.ex. reduceras formeln till $P \approx 0,008 \cdot h \cdot Q$ för ett kraftverk med totalverkningsgrad 0,8. Antagande om totalverkningsgrad och fallhöjd kommer dock inte att inverka på slutresultatet eftersom en normaliserad produktionsförändring beräknas för kraftverken.

5.3 Resultat

5.3.1. Vattenstånd

Den observerade, samt beräknade naturlika och alternativa vattenståndsutvecklingen för sjön Yxern visas i Figur 14 för perioden 1997-2016. Ett generellt högre vattenstånd vid naturlig reglering jämfört med observerat vattenstånd beror på att beräkningen av naturlikt vattenstånd baseras på det avbördningssamband (d.v.s. förhållande mellan vattenstånd och vattenföring) som gällde innan sjön reglerades och sänktes år 1947. De vattenstånd (förhöjda i förhållande till nuvarande nivå) som redovisas för naturlig och alternativ reglering ska därför inte tolkas som absoluta vid ett eventuellt införande av liknande regleringar i framtiden. Vattenståndskurvan kan parallellförskjutas neråt till valfri nivå. Figur 14 indikerar även att observerat vattenstånd uppvisar en större variation (amplitud) över den aktuella perioden än vad som beräknats för naturlig och alternativ vattenstånd (innan sänkning av sjön).



Figur 14. Observerad, naturlig och alternativ vattenståndsutveckling för sjön Yxern för perioden 1997-2016.

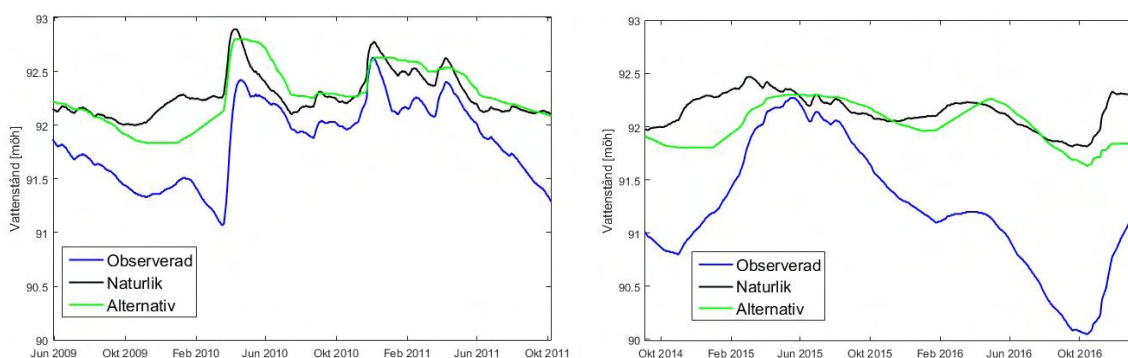
Sammanfattande statistik för vattenståndsserierna ges i Tabell 6. Skillnaden i medelvattenstånd mellan observerat och naturligt vattenstånd är 0,5 m.

Tabell 6. Statistik över vattenstånd i sjön Yxern vid olika regleringar för perioden 1997-2016.

	Observerad [möh]	Naturlik [möh]	Alternativ [möh]
Medelhög vattenstånd ¹	92,24	92,61	92,50
Medelvattenstånd	91,71	92,24	92,18
Medellåg vattenstånd ¹	91,15	92,01	91,84
Max	92,63 (2010, dec)	92,90 (2010, apr)	92,80 (2010, apr)
Min	90,05 (2016)	91,81 (2016)	91,49 (2005, dec)

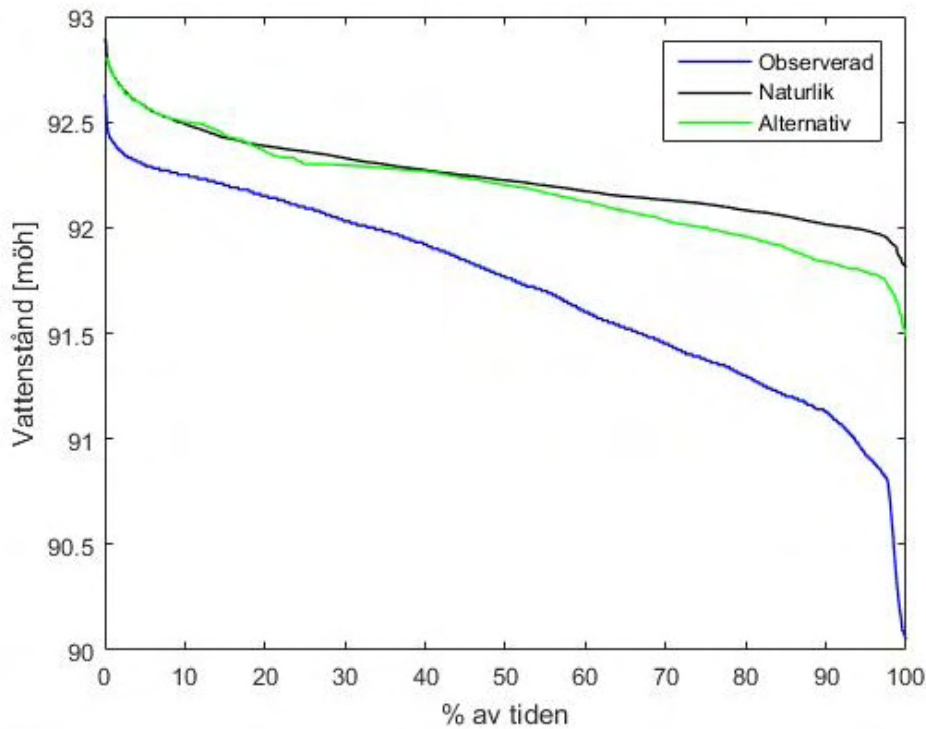
¹ Medelvärde av varje års högsta, respektive lägsta vattenstånd.

De tillfällen som identifierats i Tabell 6 som tidpunkter för min- och maxvattenstånd under perioden 1997-2016 visas i Figur 15. Maxvattenstånd inföll år 2010, ett år med mycket snörik vinter. Observerat och beräknat naturligt minvattenstånd inföll år 2016 efter en torr sommar, medan beräknat minvattenstånd för alternativ reglering inföll år 2005.



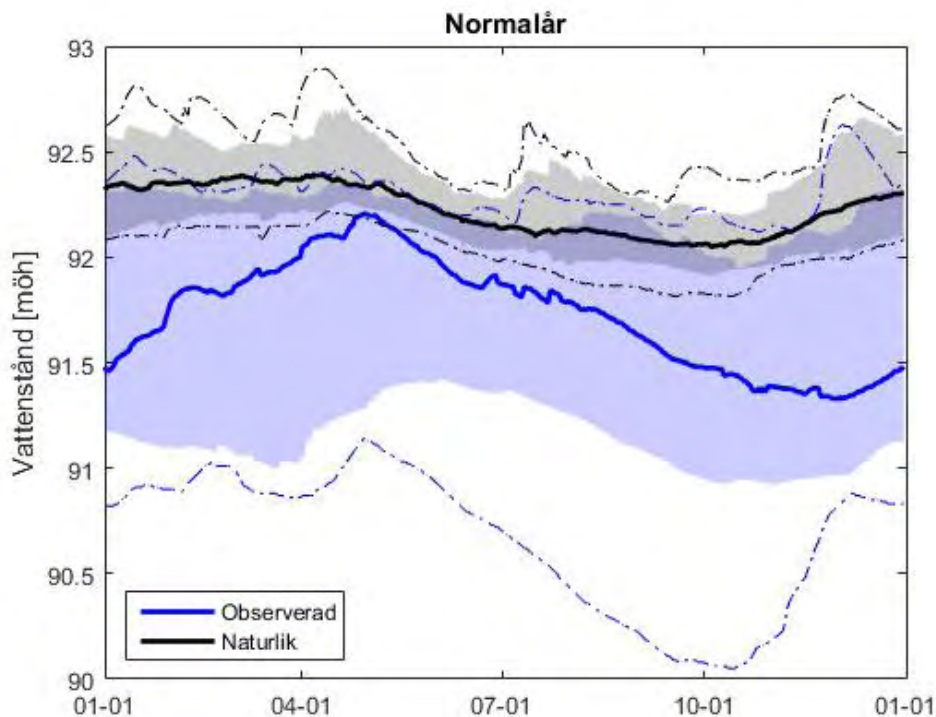
Figur 15. Närbilder på vattenståndsserierna vid tidpunkterna för maxvattenstånd (till vänster) och minvattenstånd (till höger) angivna i Tabell 6.

Varaktigheten för olika vattenstånd under perioden 1997-2016 visas i Figur 16 för observerad, samt beräknad naturlig och alternativ vattenståndsserie. De absoluta vattenståndsvärdena beräknade för naturlig och alternativ reglering är inte av störst vikt då dessa kan parallellförskjutas till valfri nivå (se resonemang på föregående sida). Däremot ger jämförelser av kurvornas form användbar information, då en flackare kurva indikerar mindre variation i vattenstånd. Således visar Figur 16 att om Yxern ej reglerats år 1947 skulle sjöns vattenstånd under perioden 1997-2016 ha varierat inom ett betydligt snävare intervall än vad som nu observerats. Figur 16 visar också att varaktigheten för höga vattenstånd (över 92,2 m) är väldigt lik mellan naturlig och alternativ reglering, men att varaktigheten vid lägre vattenstånd skiljer sig något åt. För alternativ reglering är vattenståndet något lägre ~50% av tiden, jämfört med vid naturlig reglering.

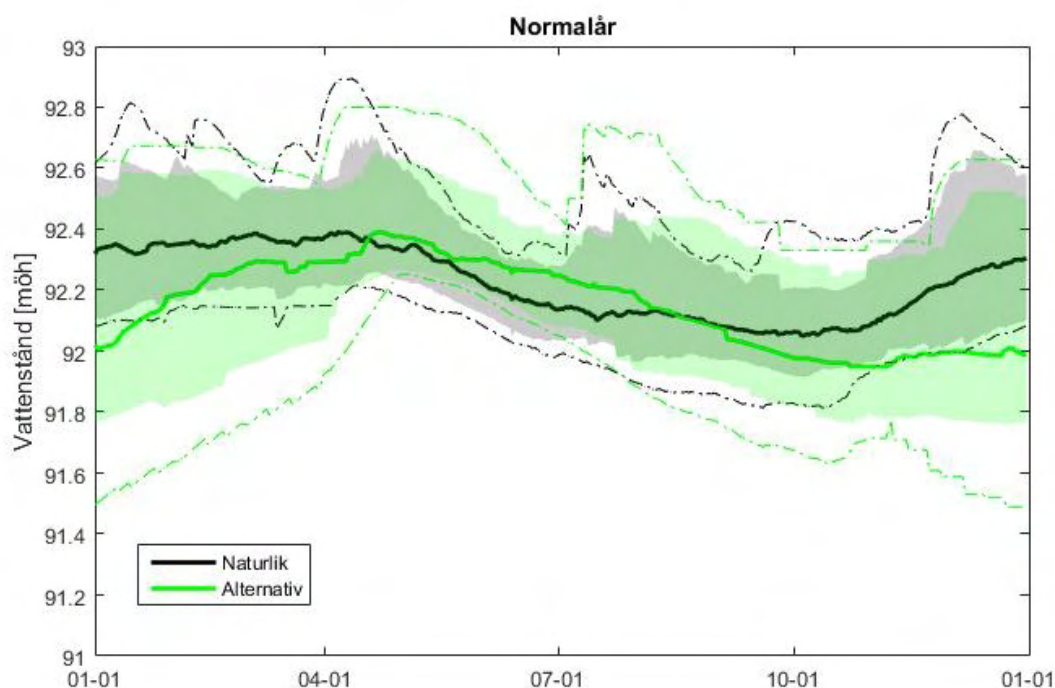


Figur 16. Vattenståndets storleksfördelning över tiden, d.v.s. varaktighet, för perioden 1997-2016.

Vattenstånd beräknat för ett normalår (d.v.s., vattenföringens dygnsmedianvärden för perioden 1997-2016) visas i Figur 17 för observerad och naturlig vattenståndsserie, och i Figur 18 för observerad och alternativ vattenståndsserie. För att underlätta jämförelse visas även beräknade normalårsvärden för naturlig och alternativ vattenståndsserie i Figur 19.



Figur 17. Vattenstånd beräknat för normalår; median- (heldragen linje), max- och minvärde (streckade linjer) samt 90-10 percentilintervallet (färglagt fält) visas.

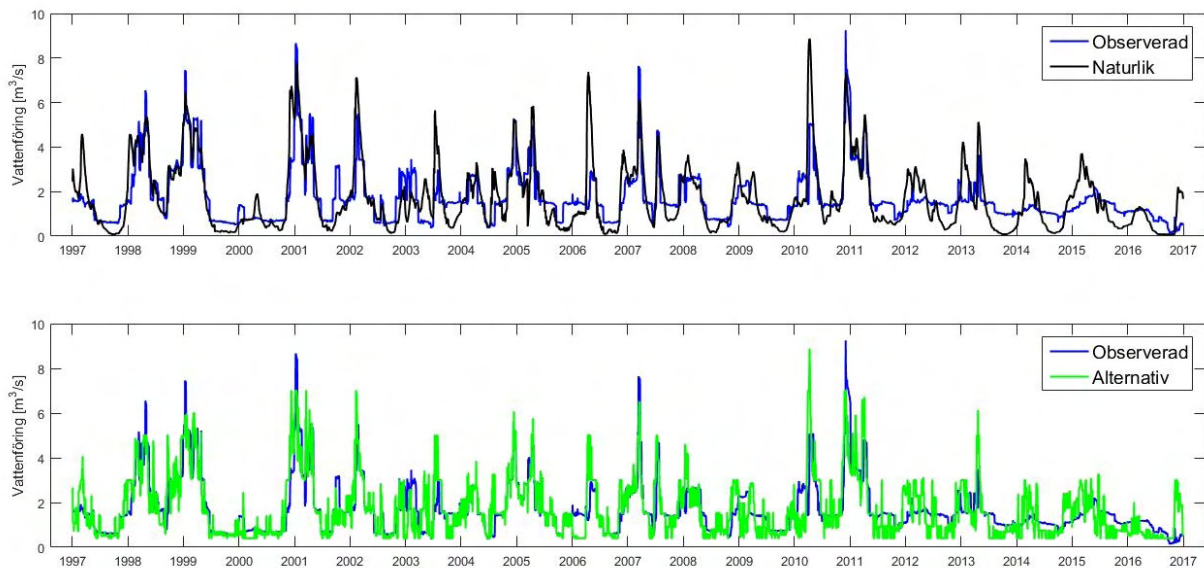


Figur 18. Vattenstånd beräknat för normalår; median- (heldragen linje), max- och minvärde (streckade linjer) samt 90-10 percentilintervallet (färglagt fält) visas.

Vid beräkning av vattenstånd för ett normalår (under perioden 1997-2016) användes dagliga vattenståndsvärden. Exempelvis beräknades det observerade vattenståndets medianvärde den 3:e januari i Figur 16 baserat på de vattenstånd som uppmätts det aktuella datumet, varje år under perioden 1997-2016. Figur 18 visar att Yxerns vattenstånd under ett normalårs vintermånader kan förväntas vara generellt lägre vid bruk av alternativ reglering jämfört med vid naturlig reglering. Däremot ger alternativ reglering generellt högre vattenstånd under sommarmånaderna jämfört med vid naturlig reglering. Figur 18 visar även att maxvattenstånd under vårfloden som förväntat reduceras vid alternativ reglering jämfört med vid naturlig reglering.

5.3.2. Vattenföring

I Figur 19 visas den observerade, samt beräknade naturlika och alternativa vattenföringen (d.v.s. flöde till Yxeredsån) för perioden 1997-2016. För tydlighetsskull visas endast två serier i varje graf i Figur 19. För alternativ reglering som under långa perioder tappar tillrinning, vilket resulterar i en beräknad snabbt fluktuerande vattenföring, visas 2-dygnsmedelvattenföringen för att ge en mer verklighetstrogen representation av vattenföringen. Sammanfattande statistik för vattenföringsserierna ges i Tabell 7.



Figur 19. Observerad, naturlig och alternativ vattenföring för perioden 1997-2016. För alternativ reglering visas ett 2-dygnsmedelvärde av vattenföringen.

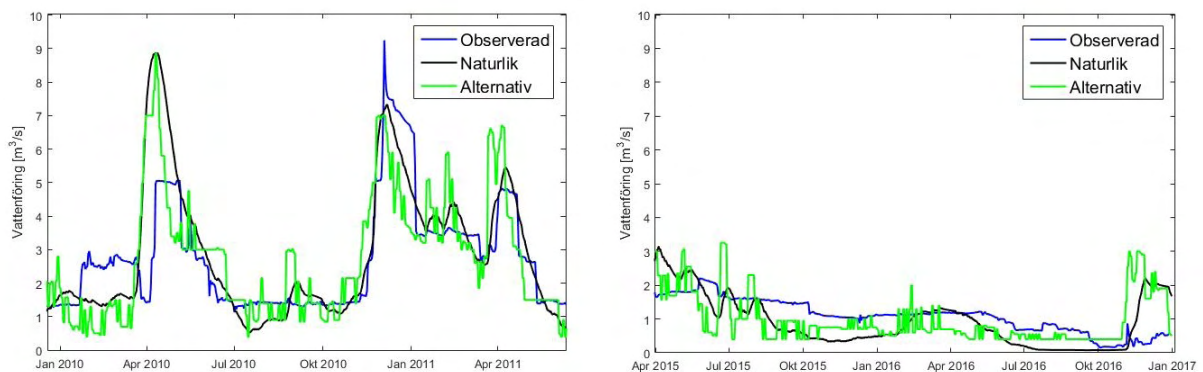
Tabell 7. Statistik över vattenföring vid olika regleringar för perioden 1997-2016.

	Observerad [m ³ /s]	Naturlig [m ³ /s]	Alternativ ² [m ³ /s]
Medelhögvattenföring ¹	4,6	5,4	5,3
Medelvattenföring	1,7	1,7	1,7
Medellågvattenföring ¹	0,6	0,3	0,4
Max	9,3 (2010, dec)	8,9 (2010, apr)	8,8 (2010, apr)
Min	0,2 (2016)	0,1 (2016)	0,4

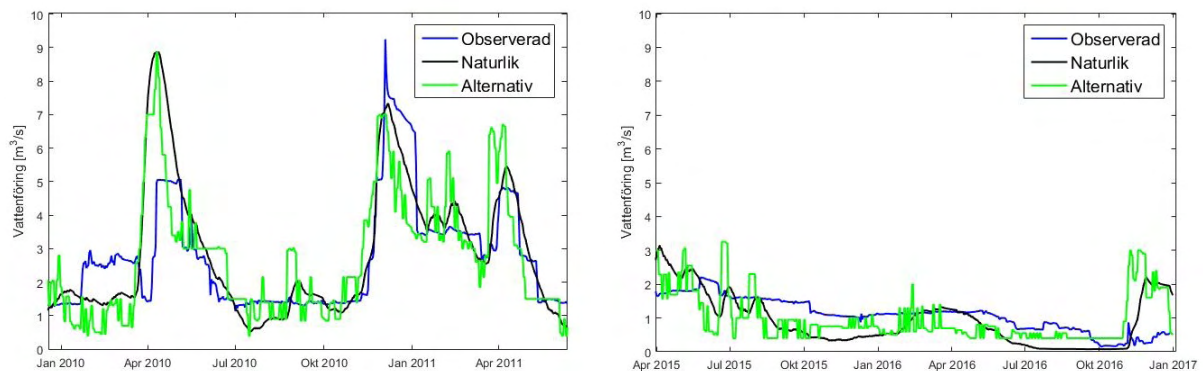
¹ Medelvärde av varje års lägsta, respektive högsta vattenföring.

² Beräknat för 2-dygnsmedelvattenföring.

De tillfällen som identifieras i Tabell 7 som tidpunkter för minvattenföring och maxvattenföring under perioden 1997-2016 visas i

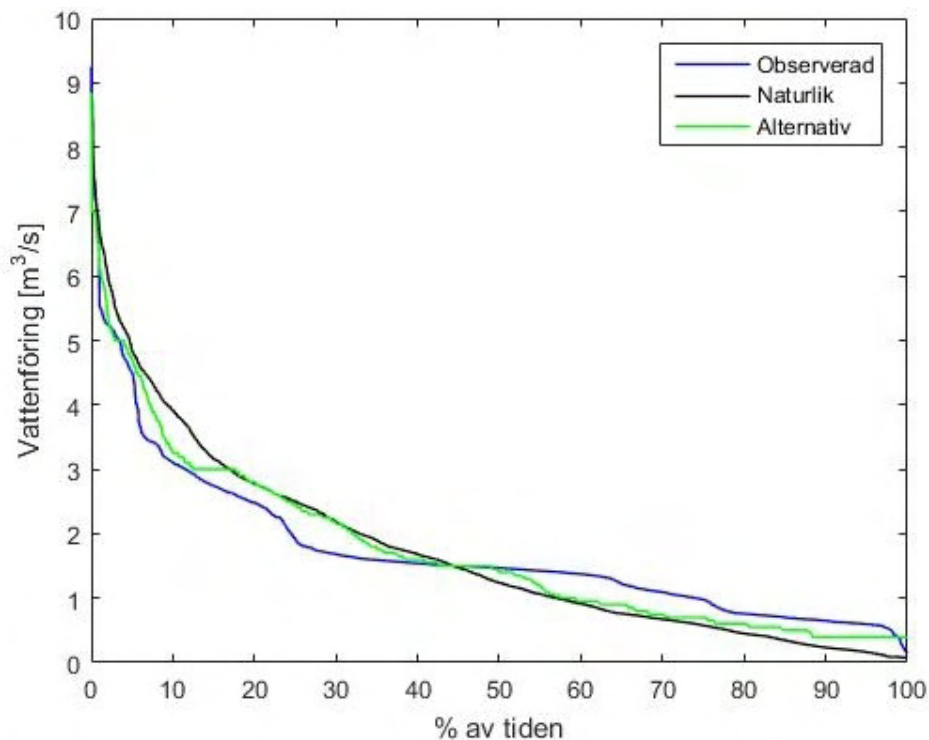


Figur 20. Maxvattenföringen inföll år 2010, ett år med snörik vinter. Observerad och beräknat naturligt minvattenföring inföll år 2016, ett mycket torrt år. Minvattenföringen, 0,4 m³/s, för alternativ reglering i Tabell 7 är regleringsstrategins mintappning och beräknas ske vid flera tillfällen under perioden 1997-2016.



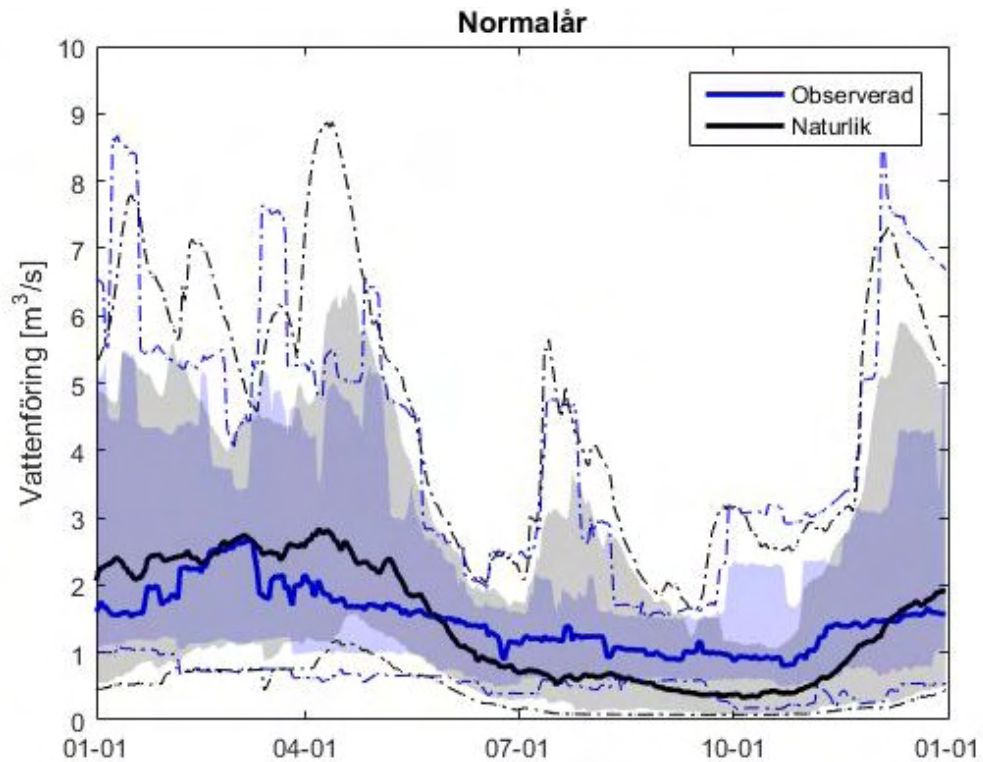
Figur 20. Närbilder på vattenföringsserierna vid tidpunkterna för maxvattenföring (till vänster) och minvattenföring (till höger). För alternativ reglering visas 2-dygnsmedelvattenföring.

I Figur 21 visas beräknad varaktighet hos vattenföring under perioden 1997-2016 för observerad, samt beräknad naturlig och alternativ vattenföringsserie. Figur 22 visar att naturlig reglering ger den jämnaste spridningen av vattenföringens storlek över tiden. Följaktligen återfinns även de lägsta värdena på vattenföring vid naturlig reglering. Vid alternativ reglering försvinner de allra lägsta flödena och ersätts med mintappning, ~10% av tiden. I övrigt uppvisas liknande varaktighet i vattenföring för naturlig och alternativ reglering upp 3 m³/s.

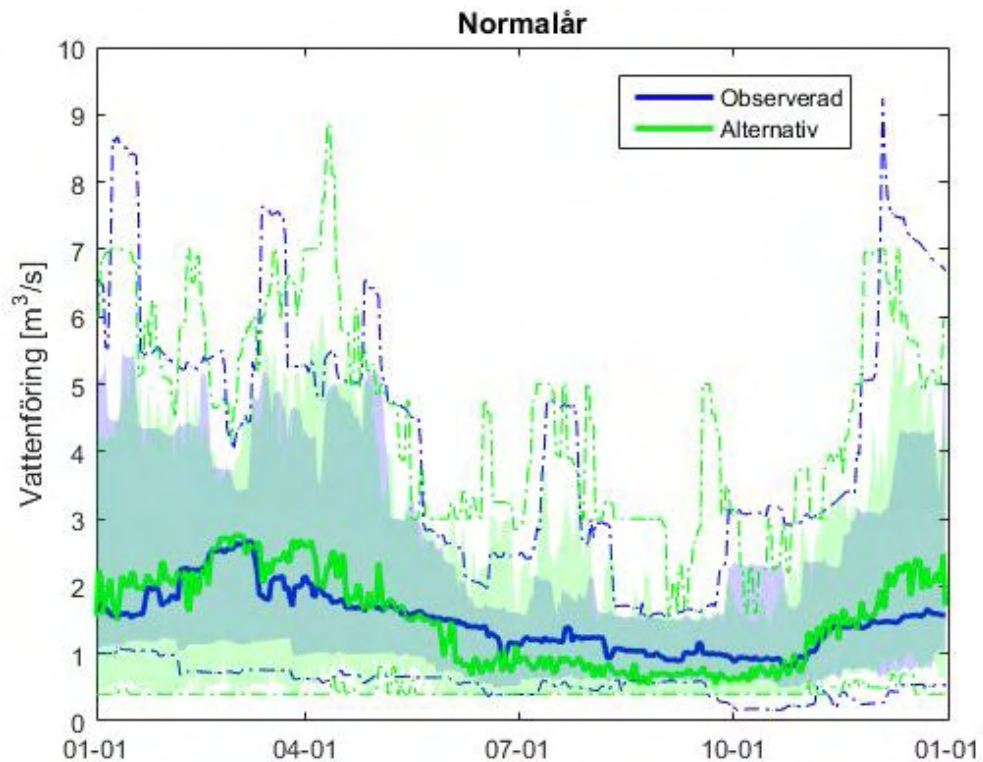


Figur 21. Vattenföringens storleksfördelning över tiden, d.v.s. varaktighet, under perioden 1997-2016. För alternativ reglering visas 2-dygnsmedelvattenföring.

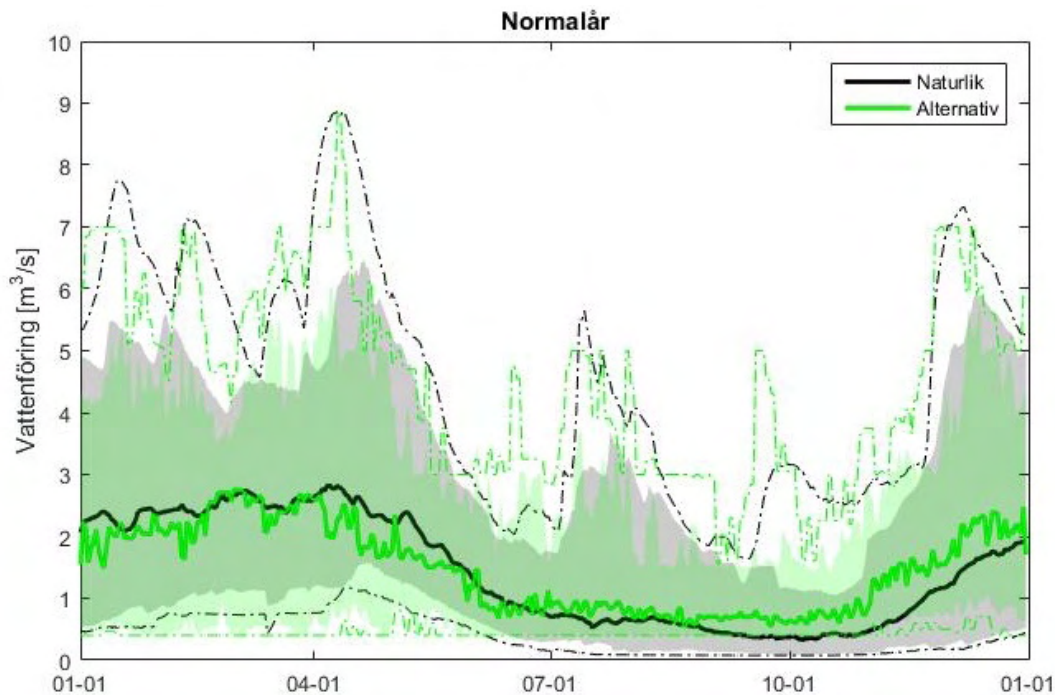
Vattenföring beräknat för normalår för observerad och naturlig vattenföringsserie visas i Figur 22, och i Figur 1 för observerad och alternativ vattenståndsserie. För att underlätta jämförelse visas även beräknade normalårsvärden för naturlig och alternativ vattenståndsserie i Figur 24.



Figur 22. Vattenföring beräknad för normalår; median- (heldragen linje), max- och minvärde (streckade linjer) samt 90-10 percentilintervallet (färglagt fält) visas.

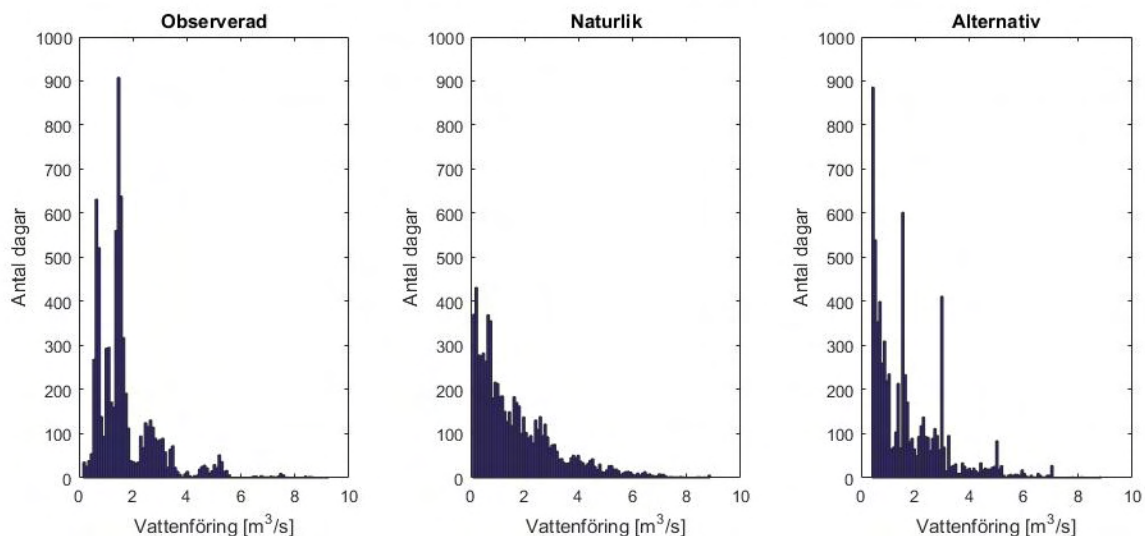


Figur 23. Vattenföring beräknad för normalår; median- (heldragen linje), max- och minvärde (streckade linjer) samt 90-10 percentilintervallet (färglagt fält) visas. För alternativ reglering visas 2-dygnsmedelvattenföring.



Figur 24. Vattenföring beräknad för normalår; median- (heldragen linje), max- och minvärde (streckade linjer) samt 90-10 percentilintervallet (färglagt fält) visas. För alternativ reglering visas 2-dygnsmedelvattenföring.

I Figur 24 visas en normalårsvattenföringskurva med spikigare karaktär för alternativ reglering än en för naturlig reglering, vilket är förväntat och beror på den alternativa tappningsstrategins utformning med specifik tappning inom olika vattenståndsintervall. Figur 24 visar dock att naturlig reglering generellt ger högre vattenföring under årets första halva (t.ex. under vårflod), och lägre vattenföring under andra halvan, jämfört med alternativ reglering.



Figur 25. Histogram över vattenföringens storleksfördelning under perioden 1997-2016 för observerad, naturlig och alternativ reglering. För alternativ reglering används 2-dygnsmedelvattenföring.

5.4 Inverkan av reglering på kraftproduktionen

Regleringens inverkan på vattenföringen nedströms Yxerns och dess påverkan på kraftproduktionen visas nedan. Histogrammen i Figur 25 visar antalet dagar under period 1997-2016 som en vattenföring av en viss storlek beräknats inträffa. Resultatet indikerar att en naturlig reglering medför en mer jämn storleksfördelning av vattenföring, jämfört med nuvarande reglering (införd år 1947).

Den beräknade inverkan på kraftproduktionen till följd av naturlig och alternativ reglering visas i Tabell 8. Det ska tilläggas att den beräknade inverkan på kraftproduktionen visar stor känslighet för antagandet om mingräns för reglerbarhet vid Uddekvärns kraftverk. Det bör även tilläggas att i den alternativa regleringen finns en optimeringspotential (under den dagliga driften) som inte beaktas vid beräkningen vilket gör att den beräknade produktionsförlusten sannolikt överskattas.

Tabell 8. Kraftproduktionsförändring vid olika regleringar (i % jämfört med kraftproduktion för observerad vattenföring) för perioden 1997-2016.

Kraftverk	Totebo	Hässeltull	Uddekvärn	Totalt
Naturlig reglering	-8	-9	-4	-6
Alternativ reglering ¹	-3	-7	-2	-3

¹ Beräknat för 2-dygnsmedelvattenföring.

5.5 Utformning av tröskel

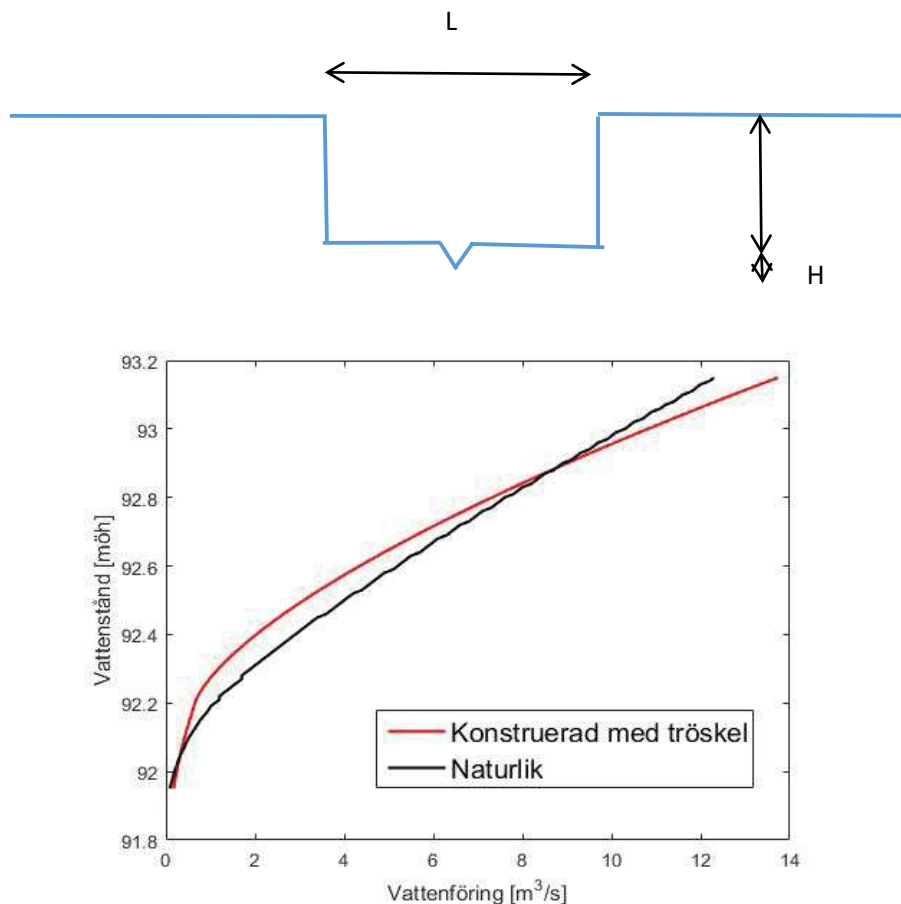
För att praktiskt åstadkomma en naturlig reglering gäller det antingen att undersöka och fastslå om den nuvarande dammkonstruktionen kan uppnå de effekter på vattenstånd och vattenföring som beskrivs i den naturliga reglering, eller om en tröskel behöver anläggas.

Återskapande av en tröskel som ger vattenståndsförhållanden motsvarande de som rådde innan nuvarande reglering kan göras genom att utnyttja inmätningar och foton från platsen från tiden före regleringen.

Finns inte detta att tillgå kan en tröskel utformas för att ge de avbördningsförhållanden som rådde före regleringen år 1947. Tröskeln före reglering hade en nollpunkt på 91,05 möh, men är längst beskriven ner till 91,95 möh (då avbördningen är 0,09 m³/s) enligt SMHIs information. Beräkningarna som presenterats här bygger på att den nivån ligger kvar.

Under förutsättning att det finns tillräckligt fall i ån nedströms kan också nivån sänkas. Utifrån de uppmätta vattenstånd nedströms dammen som regleringsföretaget tillhandahållit SMHI kan det konstateras att nivån nedströms varit som högst 90,75 möh under högflödena år 2010 och 2007. Det betyder att tröskeln kan sänkas upp till 30 cm utan risk för påverkan nedströms ifrån för de flödesförhållanden som rått under perioden med mätningar. Det är också troligt att påverkan blir liten vid en ytterligare sänkning, men risken ökar för att Yxerns nivå vid höga flöden i någon mån kommer kunna påverkas av nedströms förhållanden.

Den skisserade geometrin i Figur 26 gör inte anspråk på att vara en detaljerad utformning utan syftar till att visa att det går att åstadkomma en tröskel som efterliknar förhållandena före regleringen. En mer detaljerad utformning behöver göras, men då behöver ett antal frågeställningar redas ut först. Det kan handla om behov av fiskvandringväg som påverkar vattenföringen på olika sätt vid höga och låga vattenstånd. Det handlar om sänkningar av tröskelnivån som i olika grad kan göra att nedströms förhållanden kan behöva vägas in. Då behövs inmätta sektioner över Yxeredsån nedströms dammen från utvalda ställen. För detaljutformning behöver också förhållanden för högre flöden än de som observerats under den studerade 20-årsperioden kontrolleras.



Figur 26. Överst exempel på tröskel, $L=7,5$ m, $H \sim 0,25$ m med en vinkel på 120° . Nederst tröskelns inverkan på avbördningssambandet.

6 Yxerns reglering, inledande rättslig bedömning

Nedan följer en övergripande beskrivning av möjliga utformningar av den juridiska prövningen för ändring av vattenhushållningsbestämmelserna för sjön Yxern.

6.1 Utgångspunkter

- Dammbyggnaden och rätten att reglera Yxern innehas av Yxerns regleringsföretag genom domen 1938, enligt vilken tillstånd till dammbyggnad och reglering meddelades samt samfälligheten bildades.
- I regleringsföretaget ingår alla som har nytta av regleringen, vilket idag är fem olika parter. Nedströms dammen finns ett antal kraftstationer som drar nytta av regleringen, men de som i första hand påverkas är småskaliga och saknar delvis moderna miljötillstånd.
- Det finns en samsyn hos berörda rörande behovet av förändring av regleringen av Yxern. Västerviks och Vimmerby kommuner (nedan benämnda kommunerna) ser gärna att regleringen av sjön helt upphör och att befintlig damm rivs ut och ersätts med en enkel överfallsdamm eller motsvarande.

6.2 Rättsliga förutsättningar

- ! "##\$%&' (krävs enligt 11 kap miljöbalken för vattenverksamhet, däribland ändring eller utrivning av vattenanläggningar. För att ansöka om tillstånd till vattenverksamhet krävs vattenrättslig rådgighet samt en rätt att förfoga över mark- eller vattenområdet som berörs. I många fall sammanfaller detta, men det finns bestämmelser som ger rådgighet i vissa situationer och till vissa subjekt utan att dessa förfogar över området. I sådana fall får man även ansöka om att ta området i anspråk med tvångsrätt.
- Rådgighet tillkommer i första hand den som äger eller på annat sätt förfogar över vattnet där verksamheten ska bedrivas, dvs ägaren eller nyttjanderättshavare. Kommuner har dock rådgighet enligt en särskild bestämmelse för att bedriva sådan vattenverksamhet som är önskvärd från allmän miljö- eller hälsosynpunkt eller som främjar fisket (se 2 kap 5 § LSV¹).
-) * +, - . ' " / 01.0. "##23, för ett tillstånd kan ske enligt 24 kap miljöbalken, och det finns även bestämmelser i 7 kap LSV som ger bl a kommuner rätt att ansöka om fastställande av nya eller ändrade regleringsbestämmelser för ett tillstånd (7 kap 13 § LSV) samt bestämmelser som gäller för regleringssamfälligheter där någon som vill ansluta sig som deltagare kan göra detta, samt rätt för befintliga deltagare att ansöka om omprövning m m.
- 4125/1,6 i ansökningsmål om vattenverksamhet, dvs såväl tillståndsmål som omprövningsmål, utgörs av två olika kategorier: en bredare krets, de så kallade processuella sakägarna, som har rätt att föra talan och överklaga en dom samt en smalare krets som är så kallade vattenrättsliga sakägare eller materiella sakägare. Dessa senare sakägare har egendom som kan beröras av verksamheten, såsom ägare till strandfastigheter eller kraftstationer vid en reglering, eller kan beröras av grumling eller dylikt från muddringsarbeten. !
- De materiella sakägarna har som huvudregel rätt till ersättning av sökanden i ett ansökningsmål för såväl rättegångskostnader som eventuell egendoms- eller förmögenhetsskada. Vissa särregleringar finns när det gäller kostnadsansvaret vid omprövningar, om det är fråga om omprövning från myndigheternas sida pga säkerhetsskäl eller villkor till skydd för fisket eller när det gäller vissa ändringar i samfälligheter.!

6.3 Alternativa sätt att få till stånd en förändring av nuvarande reglering

a) Regleringsföretaget agerar som sökande

Enklast ur ett processuellt perspektiv är om regleringsföretaget, som är ägare av dammen och rätten att reglera Yxern, ansöker om omprövning av villkoren för regleringen och/eller tillstånd till utrivning av regleringsdammen.

Vill man att regleringsföretaget ska upphöra, t ex om dammen överläts till kommunerna, räcker det med en överenskommelse mellan deltagarna i regleringsföretaget om att företaget (samfälligheten) ska upphöra, som fastställs av mark- och miljödomstolen.

Det finns naturligtvis inget hinder mot att kommunerna tar fram underlagsmaterial m m och bekostar åtgärderna men att regleringsföretaget formellt står som sökande för att underlätta hanteringen.

¹ lagen (1998:812) med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet

b) Delägare i regleringsföretaget agerar som sökande

En delägare i regleringsföretaget kan ansöka om omprövning av villkoren för regleringsföretaget med stöd av 7 kap 17 § 2 st. En sådan omprövning kan endast ske avseende frågor som rör själva samfälligheten och inte tillståndet eller villkoren i detta. Det är inte möjligt för en delägare att genom omprövning ansöka om upphörande av samfälligheten. Omprövningen kan dock ske samtidigt som tillstånd söks till eventuell vattenverksamhet, om delägaren kan åberopa någon rådighetsgrund. Möjligen kan argumenteras för att rådighet föreligger då det är fråga om "vattenreglering" och att tvångsrätt kan utverkas på denna grund.

Genom övertagande av någon av kraftstationerna nedströms kan kommunerna bli delägare i regleringsföretaget.

c) Kommun agerar som sökande

Kommunerna har möjlighet att – antingen separat eller i en och samma handling – ansöka till mark- och miljödomstolen om omprövning enligt 7 kap 13 § LSV av gällande vattenhushållningsbestämmelser i domen från 1938, att regleringsföretaget ska upphöra med stöd av 7 kap 17 § 1 st LSV samt tillstånd enligt 11 kap miljöbalken till utrivning av befintlig regleringsdamm och anläggande av ny överfallsdamm.

Det har ingen betydelse om en av kommunerna eller båda ansöker om omprövning och tillstånd, annat än att den som söker också får ett ansvar för skötsel och drift av den nya anläggningen. Rådighet att ansöka om tillstånd till utrivning samt anläggande av ny damm på annans mark tillkommer kommunen genom 2 kap 5 § LSV, men kommunen måste då ansöka om tvångsrätt enligt 28 kap 10 § miljöbalken för att förfoga över området om man inte träffar en överenskommelse med ägaren. Huruvida tvångsrättsbestämmelsen faktiskt kan utnyttjas för att riva ut annans anläggning har såvitt känt inte prövats. Även om detta bör anses möjligt kommer det ställas höga krav på ansökan och alternativredovisning för att visa att intrånget uppvägs av nyttan. Det kan förväntas underlätta processen om överenskommelser kan träffas med berörda intressen.

Regleringsföretaget är i egenskap av ägare till regleringsdammen och nuvarande tillståndshavare materiell sakägare i tillståndsprocessen och därmed ersättningsberättigad. Hur förhållandet mellan enskilda kraftverksägare nedströms samt regleringsföretaget ser ut i processen har inte utretts närmare. Kraftverksägare kan ha rätt till ersättning för den ekonomiska skada de lider av ansökt verksamhet. Övriga materiella sakägare i processen utgörs av boende/nyttjanderättshavare runt sjön. Dessa har rätt till ersättning för rättegångskostnader i målet men endast skadeersättning för faktisk skada som kan påvisas. Skadereglering kan ske i efterhand när man kunnat konstatera hur den nya regleringen fungerar.

d) Stegvis process

En ansökan om omprövning av vattenhushållningsbestämmelser är en enklare process än att ansöka om tillstånd (vilket krävs för utrivning och anläggande av ny damm). I en omprövningsprocess krävs till skillnad från en tillståndsprocess ingen MKB eller samrådsförfarande och domstolen håller normalt inte huvudförhandling.

Ett förfarande för att så snart som möjligt få till stånd en förbättring av förhållandena i Yxern kan vara att i en första etapp (Etapp 1) ansöka om omprövning av vattenhushållningsbestämmelserna, antingen från kommunens sida med stöd av 7 kap 13 § LSV eller av regleringsföretaget eller deltagare i detta. Ansökan kan utformas som en tidsbegränsad rätt att göra avsteg från nu gällande vattenhushållningsbestämmelser i avvaktan på en ansökan för en permanent lösning, t ex utrivning av befintlig damm och upplösning av vattenregleringsföretaget (Etapp 2). Omprövningen ger då även möjlighet att utvärdera konsekvenserna av en ny vattenhushållningsregim för Yxern och kan ligga till grund för reglering av ersättningsfrågor i Etapp 2.

Alternativet med uppdelning i etapper gör det möjligt att agera förhållandevis snabbt samtidigt som hänsyn kan tas till de många intressen och aspekter av olika karaktär som berörs av Yxerns reglering. För att domstolsprocessen vid en omprövning ska kunna genomföras smidigt är det betydelsefullt att antalet sakägare minimeras genom överenskommelser eller genom utformningen av ansökan (dvs de åtgärder som ansökan om omprövning innebär medför inte ersättningsgill skada för tredje man).

7 Workshop om idéer och möjligheter till framtida hållbar utveckling i Yxern

4 maj 2017 hölls ett informationsmöte om förstudien för allmänheten i Frödinge bygdegård. Calluna, SMHI och Agnes advokatbyrå berättade om hur arbetet hade gått hittills och därefter genomfördes en workshop bordsdiskussioner om hur deltagarna önskade att Yxern skulle vara om 10 år och vilka mål som var viktiga. Fokus var på framtida hållbar utveckling i och runt sjön och det blev många konstruktiva diskussioner. Därefter fortsatte diskussionen om vilka viktiga steg som man såg som vägen fram till målen. Mötet avslutades med redovisningar från alla borden och det märktes att engagemanget är stort för Yxerns hållbara utveckling. I Bilaga 4 redovisas minnesanteckningar från varje bord. Många tyckte att:

- läget är akut
- vattenståndet måste upp
- det inte får sjunka så mycket
- omprövning av vattendomen med tidsbestämda villkor verkar vara en snabb och bra väg
- tillståndsprövning för utrivning bör starta så fort som möjligt

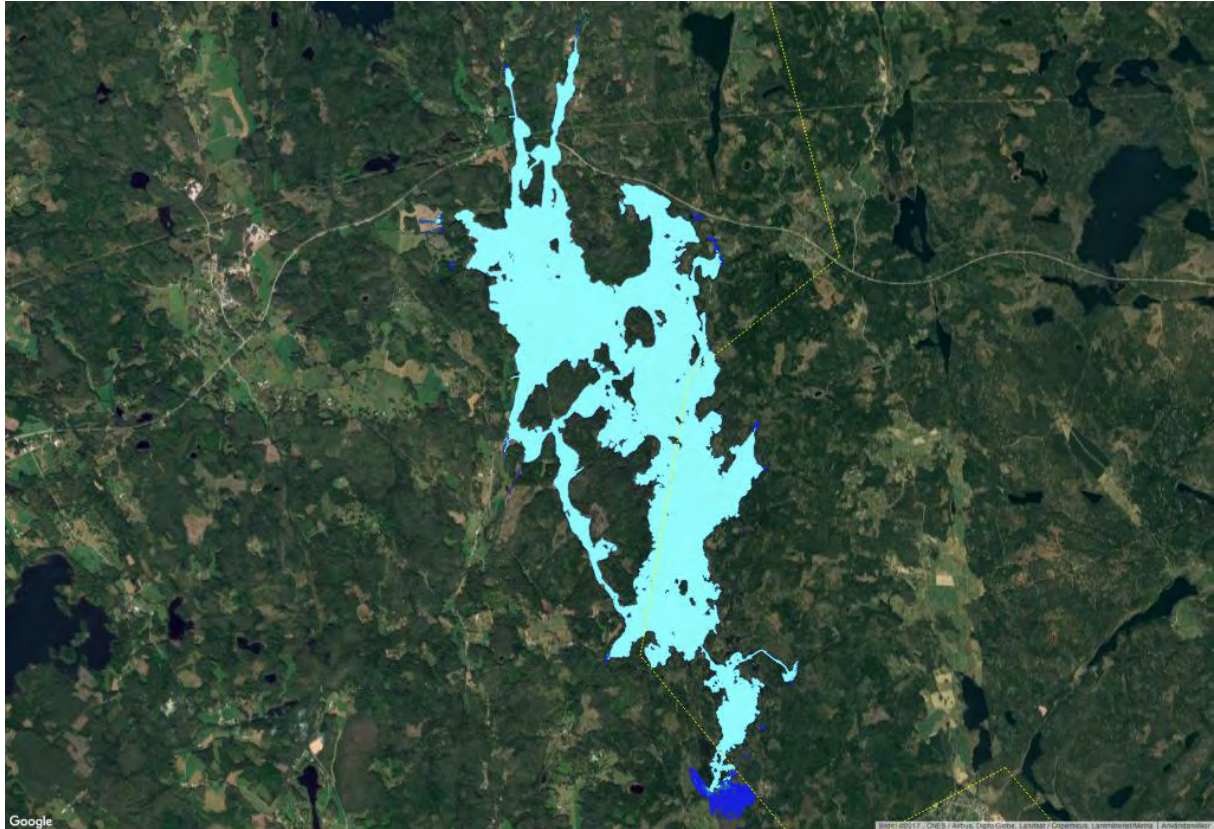
8 Förslag

De förhållanden som rådde före 1947 skulle idag innebära 36 cm högre medelhögvattenstånd (92,61, Tabell 6) än vad som fungerar för jordbruket (92,25). Att sänka medelvattenståndet med 36 cm i alternativet för naturlig reglering med tröskel till 91,88 föreslås därför (Figur 27). Det skulle innebära ett medellågvattenstånd på 91,65. Detta huvudförslag, som förstudien ger, innebär på lång sikt en utrivning av Yxerns regleringsdamm och byggande av en tröskel som är naturlig och fungerar för passage av svagsimmande fiskar vid medelvattenföring. Medelhögvattenföring i Yxeredsån skulle öka och medellågvattenföring skulle minska, men de momentana stora förändringarna i vattenföring skulle försvinna, vilket vore positivt för livet i ån. Medelvattenföring skulle inte förändras. De extremt låga vattenstånden i Yxern skulle försvinna, vilket också vore positivt.

För att nå dit föreslår vi två steg:

- 1 Omprövning av vattendomen med tillfälliga villkor. De vattenstånd och vattenföringar som SMHI har visat för alternativ reglering ovan liknar till stor del den naturliga regleringen, med skillnaden att faunapassage inte fungerar. I ett längre perspektiv är alltså inte den alternativa regleringen bra eftersom den inte gör att Yxeredsåns ekologiska status förbättras (konnektiviteten är utslagsgivande här). Vi föreslår inte ytterligare utredningar före omprövning av villkoren för vattendomen.
- 2 Tillstånd för ny vattendom söks med syfte att riva ut regleringsdammen och anlägga en tröskel. Det är en längre och större process än omprövning av vattendomen och i den processen behöver en miljökonsekvensbeskrivning göras och detaljer om hur tröskeln ska utformas och fungera arbetas fram.

Ett alternativförslag skulle kunna vara högre nivåer med ersättning till jordbruket för de förlorade bruksarealerna. Det är gammal sjöbotten som brukas och marken kommer sannolikt att sjunka förr eller senare. Det är mycket möjligt att man även vid huvudförslaget behöver ersätta för förlorad bruksareal. En tröskel går inte att reglera som en regleringsdamm och översvämningar kan bli vanligare i framtiden med det nya klimatet.



Figur 27. Huvudförslag för Yxern med utrivning av regleringsdammen och byggande av en naturlig tröskel i utloppet. Medellågvattenstånd (ljusblå), medelvattenstånd (mellanblå) och medelhögwaterstånd (mörkblå).

9 Referenser

- Bergström, S. (1995) The HBV Model. In: Singh, V.P. (ed.). Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources publications, Highlands Ranch, Colorado, pp. 443-476.
- Johansson, B. 2000 Areal precipitation and temperature in the Swedish mountains. An evaluation from a hydrological perspective. *Nordic Hydrology*, 31, 207-228.
- Johansson, B. and Chen, D. 2003 The influence of wind and topography on precipitation distribution in Sweden: Statistical analysis and modelling. *International Journal of Climatology*, 23, 1523-1535.
- Johansson, B. and Chen, D. 2005 Estimation of areal precipitation for runoff modelling using wind data: a case study in Sweden. *Climate Research*, 29, 53-61.
- Lindström, G., Johansson, B., Persson, M., Gardelin, M. and Bergström, S. (1997). Development and test of the distributed HBV-96 model. *Journal of Hydrology* 201, 272-288.
- Lydersen E & Löfgren S 2000. Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunskapsöversikt och riskanalys. Naturvårdsverket Rapport 5074

Söderbygdens vattendomstol i Linköping 1938. Vattendom 1938. Protokoll, hållet vid sammanträde med Söderbygdens vattendomstol i Linköping den 18 maj 1938. Stämplat av Växjö Tingsrätt Vattendomstolen.

Söderbygdens vattendomstol i Linköping 1952. Utdrag ur Söderbygdens Vattendomstols dom. Bestämmelser och uttalanden i utslaget år 1938 rörande den med utslaget avsedda regleringen.

Bilaga 1. Vattenkvalitet i Yxern och utloppet

År	Månad	Dag	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mg Pt/l)	Kond (mS/m)	Ca+Mg (mmol/l)	Siktdjup (m)	Tot-N (mg/l)	Tot-P (mg/l)	Hg i fisk (mg/kg)	Provplats	Utförare
1972	8	17	6,6	0,48	40	10,8		2,05	0,48	0,02		Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Riksinventeringen 1972
1975	6	2	7,4	0,295	50	11,1		2,9	0,71	0,02		Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1979	5		6,7	0,32	60	12,0						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1980	4		7,0	0,32	75	12,4						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1981	4		7,0	0,34	90	10,8						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1981	7	22	7,2	0,37	50	11,2						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1982	4		6,9	0,4	70	12,4						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1983	4		7,2	0,47	70	15,0						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1984	4		7,3	0,54	90	14,6						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1985	2	5	6,9	0,44	60	13,5	0,48					Ute på sjön	Riksinventeringen 1985
1985	5		6,8	0,32	80	13,4						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1986	5		7,0	0,38	70	11,8						Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
1987	5	6	6,9	0,33	50	10,8	0,40					I utloppet	Vimmerby kommun
1988	4	18	6,8	0,35	80	14,7	0,41					I utloppet	Vimmerby kommun
1989	4	23	7,3	0,36	50	10,3	0,41					I utloppet	Vimmerby kommun
1990	2	22	7,1	0,442		13,7						Ute på sjön	Riksinventeringen 1990
1991	1	1									0,47	Sjön	Vimmerby kommun
1992	4	23	7,1	0,52	40	14,7	0,57					Vid sjökanten	Vimmerby kommun
1995	3	1	6,4	0,49	60	14,2	0,54					Vid sjökanten	Vimmerby kommun
1995	11	10	7,4	0,503		13,8	0,54		0,8	0,01		Ute på sjön	Riksinventeringen 1995
1997	1	1									0,65	Sjön	Vimmerby kommun
2001	1	30	6,8	0,455		12,1			0,54	0,01		Ute på sjön	Riksinventeringen 2000
2004	2	23	6,8	0,47	50	11,4	0,44					I utloppet	Vimmerby kommun
2004	2	24	7,7			12,0			0,67	0,01		I utloppet	FVOF
2005	12	12	7,2	0,49	45	10,9	0,41					Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
2006	10	31	7,1	0,47	40	10,7	0,39					Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
2007	10	22	7	0,44	65	10,1	0,37					Vid väg 40-bron (dåvarande v33)	Vimmerby kommun
2008	11	4	7,2	0,47	60	10,2	0,39					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2009	11	25	7,3	0,48	60	10,5	0,47					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2010	3	30	6,7	0,3	110	8,2	0,31					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2010	11	15	7,2	0,41	70	9,3	0,36					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2011	11	30	7,1	0,46	50	9,5	0,36					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2012	11	12	7,3	0,47	45	9,8	0,35					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2013	4	16	6,9	0,36	100	8,2	0,31					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2014	4	7	7,3	0,45	45	9,8	0,36					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2014	11	24	7	0,46	60	10,3	0,42					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2015	12	10	7,4	0,49	40	10,6	0,39					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2016	4	18	7,4	0,46	40	10,3	0,39					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2016	11	2	6,7	0,2	45	24,7	0,12					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun
2017	3	27	7,2	0,41	55	11,2	0,41					Vid väg 40-bron Kiltorpström	Vimmerby kommun

Bilaga 2. Tappningsställare använd för beräkning av vattenstånd och vattenföring vid alternativ reglering

10,0 m³/s		92,8 möh
Tillrinningen tappas, dock minst 3,0 och max 7,0 m³/s		92,5 möh
Tillrinningen tappas, dock minst 1,5 och max 5,0 m³/s		92,3 möh
Vinter (nov-april) Tillrinningen tappas, dock minst 0,4 och max 3,0 m³/s*	Sommar (maj-oktober) Tillrinningen tappas, dock minst 0,4 och max 3,0 m³/s	91,8 möh
	Sommar (maj-oktober) 0,4 m³/s	91,3 möh
Vinter (nov-april) 1,7 m³/s om snömängd i smält form (snö) > 50 mm annars 0,95 m³/s , nov-dec 0,95 m³/s , jan-april, om snö > 25 mm 0,4 m³/s , jan-april, om snö < 25 mm		90,8 möh
0,4 m³/s		90,05 möh

*) Sträva efter att nå 92,29 möh 30/4.

Bilaga 3. Förslag till tappningsställare för tidsbegränsad alternativ reglering.

10,0 m³/s		92,8 möh
3,0-7,0 m³/s *		92,5 möh
1,5-5,0 m³/s *		92,3 möh
0,4-3,0 m³/s **		91,8 möh
Vinter (nov-april) 0,4-3,0 m³/s	Sommar (maj-oktober) 0,4 m³/s	91,3 möh
Vinter (nov-april) 0,4-3,0 m³/s om snömängd i smält form (snö) är > 50 mm annars 0,4-1,5 m³/s, nov-dec 0,4-1,5 m³/s, jan-april, om snö > 25 mm 0,4 m³/s, jan-april, om snö < 25 mm		90,8 möh
0,4 m³/s		90,05 möh

*) Inom dessa tappningsintervall ska tappningen anpassas så att vattenståndet ej ökar vid tappning inom intervallen.

***) Sträva efter att nå 92,29 möh 30/4.

Bilaga 4. Workshop i Frödinge 4 maj 2017. Minnesanteckningar från bordsdiskussioner om hur Yxern ser ut om 10 år och vilka mål som deltagarna på workshopen vill se. I en andra omgång diskuterades vilka steg som man tror krävs för att nå målen.

Hur ser Yxern ut om 10 år? Mål?

Jämnare nivå på vattenståndet	Boende, friluftsliv, fiskare ska kunna trivas	undvikas med en tröskel eftersom man får acceptera det som händer då.
Lax- och åltrappa	Bryggor ska fungera	
Jämnare nivå på vattenstånd	Klimatförändringar	Mål att inte ha så jättestora variationer
Plantera in ål	Avdunstning	Ganska hög miniminivå
Mer fiskgjuse	Stor vattenspegel	Tröskel som tillåter hög avrinning vid översvämning
Hägerkolonin tillbaka	±30 cm	Natur- och kulturvärdet i trakten utvecklas och lyfts fram
Rördrom och havsörn	40-60 cm fluktuation	
Rekreation och fiske ska fungera lika bra som förr	Fast konstruerad tröskel	
Ån måste få leva	Minimiflöde	Jämnare vattenstånd än idag
Undvik nolltappning i ån	Fiskevårdsåtgärder	Anpassad reglering för att kunna motverka kraftiga vårflooder
Avvägning mellan åns och sjöns välbefinnande	Naturlika regleringen vill vi ha	Bättre vårflooder för biologisk mångfald och fisket
Fiskvandring	Badplatser ska fungera	Vandringsvägar från havet
Naturlik reglering ville vissa i gruppen ha och anpassad reglering ville andra	Bättre vattenstånd för djur och människor	Det viktigaste fisket i ån och sjön är kräftfisket och det ska vara bra
Jämnare vattenstånd	Information längs väg 40 för att lyfta fram Yxern bättre	
Möjlighet att tappa sjön vid kraftig vårfloed	Inte så lågt intervattenstånd	Naturliga fluktuationer mellan 91,5 och 92
Fiskväg	Ingen reglering	Inte under 91,5
Gynna Yxeredsån	Sjön ska fortsätta att vara Kalmar läns största sjö, inte fyra olika sjöar	Lekplatser för fisk måste komma igång och fungera
Gynna biologisk mångfald	Den ska vara oreglerad	Ökad biologisk mångfald
Högre vattenstånd	Naturliga säsongsvariationer	Kolla kvicksilver i fisk
Vattendraget ska få vatten	Viss översvämning får accepteras	Naturlig avrinning
Ån och sjön kommer att må bäst av naturlig reglering	Det ska vara öppet för fisk från havet hela vägen till Yxern	Ökat samarbete mellan kraftverksägare och övriga berörda
Vill ha en frisk och livskraftig sjö	Mänsklig reglering kräver att någon har ansvar och då kan det komma krav på förändrat vattenstånd. Konflikter kan	

Viktiga steg framåt, hur kan målen nås?

Starta både omprövning och tillståndsansökan samtidigt

Undersökningar, vattenkvalitet verkar vara bra, men kanske fågelinventeringar

Påverka kommunerna att omprövning av villkor genomförs, för sjön tål inte en sommar till som 2016

Omprövning med mindre regleringsamplitud

Vinna erfarenheter under en tidsbegränsad period för att gå vidare med annat alternativ

Temporär akut kortsiktig lösning måste komma nu

Tidsbegränsade villkor är en bra idé

Men långsiktig lösning får inte glömmas bort

Förslag gällande nivåer och flöden i Yxeredån som så

många som möjligt kan komma överens om

V-formad naturlig tröskel

Mycket är repetition av vad andra sagt

Hög nivå på vattenståndet

Efterfrågar en konkret åtgärdsplan

Från ord till handling

Bort med dammluckorna

Ettapp 1 (omprövning av villkor i vattendom)

Testa annan reglering

Sen naturlig avrinning

Frågan om finansiering måste lyftas

Tillfällig dispens

Inte mycket under 91,5

Nedåt 91 går det inte att köra båt

Intressenter måste försöka nå en enig linje

Styrgrupp och arbetsgrupp ska fortsätta sitt arbete

Snarast minska tappningar

Akut!

Bråttom

Måste göra något direkt

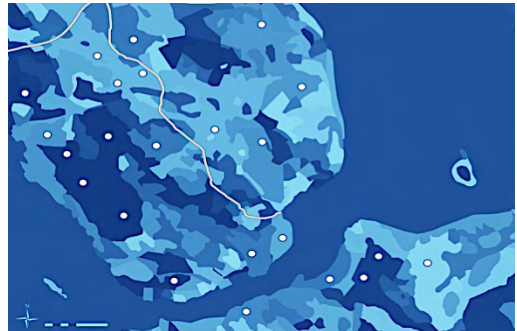
Sedan söka om tillstånd

Inget att tillägga, håller med andra grupper

Ekonomi. Vad kostar det att lägga ner kraftverket?

Årlig uppföljning

Bara det blir rätt



Hemsida: www.calluna.se • E-post: info@calluna.se • Telefon växel: 013-12 25 75

Huvudkontor: Calluna AB, Linköpings slott, 582 28 Linköping