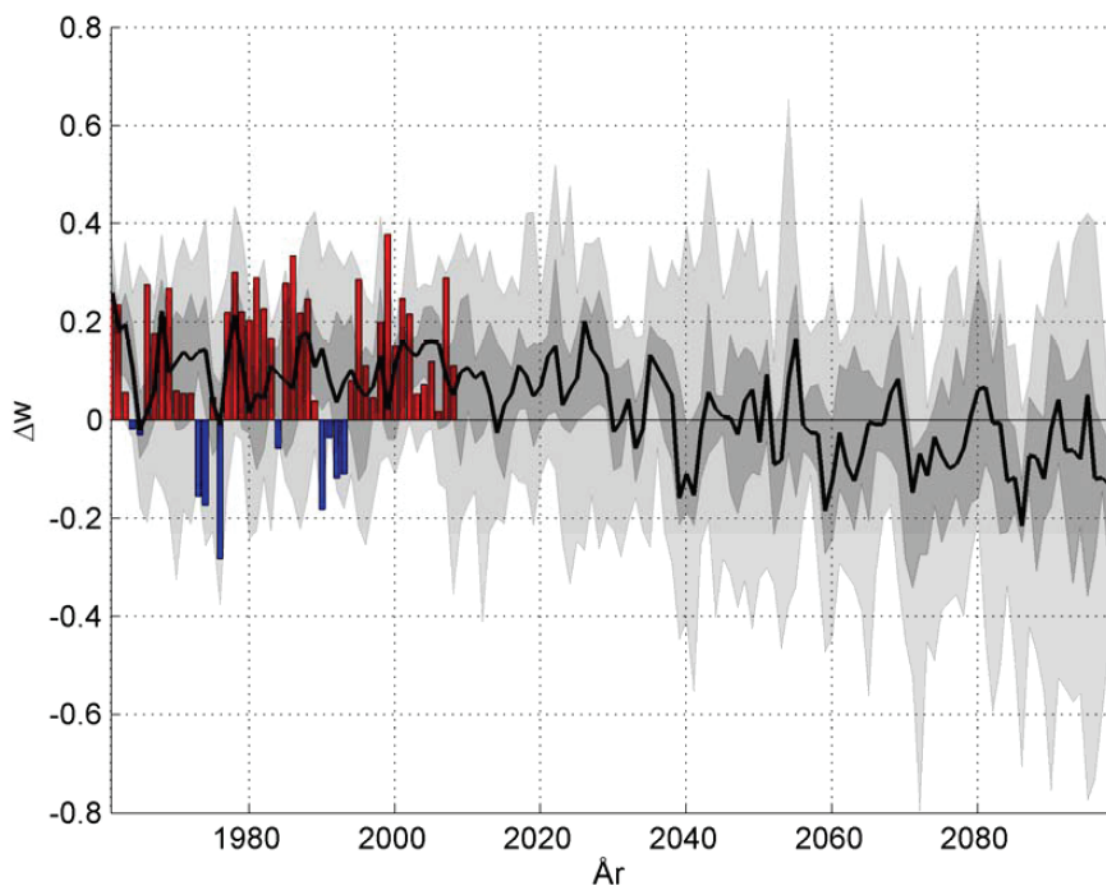




## Vätternvårdsförbundet

# Regleringen av Vättern -historiskt, nutid och framtid



Rapport nr 110 från Vätternvårdsförbundet



# Rapport nr 110 från Vätternvårdsförbundet

(Rapport 1-29 utgavs av Kommittén för Vätterns vattenvård. Kommittén ombildades 1989 till Vätternvårdsförbundet som fortsätter rapportserien från Rapport 30.)

Rapport	110
Framsida	Den framtida beräknade förändringen av årshögsta vattenstånd i Vättern (SMHI)
Utgivare	Måns Lindell (red), Augusti 2011.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 036-395000, e-post: ann-sofie.weimarsson@lansstyrelsen.se
Webbplats	<a href="http://www.vattern.org">www.vattern.org</a>
Författare	Anges i respektive rapport.
Fotografier	Vätternvårdsförbundets arkiv (om inget annat anges)
Kartmaterial	Kartkälla: Länsstyrelsen i Jönköpings län (om inget annat anges)
ISSN	1102-3791
Upplaga	150 ex.
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping 2011
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt papper och omslaget består av PET-plast, kartong, bomullsväv och miljömärkt lim. Vid återvinning tas omslaget bort och sorteras som brännbart avfall, rapportsidorna sorteras som papper.

© Vätternvårdsförbundet 2011



# Förord

Vättern omnämns oftast som en enorm tillgång och värdefull resurs för bygden runt sjön ur många perspektiv, alltifrån dricksvatten, vyer, fiske och friluftsliv mm. Men det är också en ”fiende” mot vilken bygden ofta kämpat för att besegra dess kraft och möjliggöra mänsklig boning. Dess plötsliga vändningar från stiltje till storm, vinterstormar, isbrötar och påverkan på byggnader och bryggor är omtalade genom historien. Vättern utgör onekligen både en vän och fiende för sin omgivning.

Inte minst utsatt är Jönköping och Huskvarna städer. Vid Vätterns sydligaste spets har de båda städerna fått ta emot nordliga vinterstormar då vatten och vågor obarmhärtigt slår sönder det som är i vägen. Städerna har mycket riktigt genom åren försökt på alla sätt förskansa sig mot detta genom olika skyddsbyggnationer.

Det finns dock en kraft som är svår att råda bot på nämligen det faktum att landhöjningen går snabbare i norra delen av sjön (vid Askersund) jämfört med södra delen (Jönköping).

Detta faktum gör att Vättern tippar ca 1,7 mm/år d v s sjön ”äter” på sydändan. Kanske låter detta inte särskilt mycket men sett ur ett stadsplaneringsperspektiv så är 1,7 mm/år samma som 10 cm under 100 år. Är marginalerna redan små så är detta en aktuell planeringssak för en stad som oftast har längre livstid än några hundra år. Till sjötippningen tillkommer även att Vättern är reglerad, dock enligt vattendomen ”utan att påverka det naturliga vattenståndet”.

Med anledning av att det periodvis börjar bli ”besvärande” högt vattenstånd i Jönköping har Jönköpings kommun tillsammans med SMHI och Kammarkollegiet under ca 10 års tid granskat vattendomen och utfört utredningar om hur de högsta vattenstånden vid vissa tillfällen kan minskas. Kan man sänka Vättern? Är det fel i vattendomen? Kan Östergötland ta emot vattnet utan att översvämmas? Det är bara några frågor. I föreliggande rapport redovisas en rad utredningar som alla är del i detta utredningsarbete. Vätternvårdsförbundet anser att dessa är av intresse för samtliga runt sjön. Tack till författarna och beställare som medgivit tillstånd för publicering!



Måns Lindell  
*Sakkunnig vattenfrågor*  
*Vätternvårdsförbundet*



# Innehållsförteckning

- DEL 1** Vattenstånd och landhöjning i Vättern vid Jönköping
- DEL 2** Vattenstånd i Vättern i ett ändrat klimat
- DEL 3** Alternativa regleringar i Vättern för att minska de högsta vattenstånden
- DEL 4** Förändrad regleringsstrategi för Vättern och möjligheter att klara ökade flöden genom Roxen
- DEL 5** Invallningar kring Roxen
  
- BILAGA 1** Historisk återblick – Överflödade vatten även i Jönköping
- BILAGA 2** Översvämningar och högt vattenstånd är inte unikt
- BILAGA 3** Sammanställning handlingar vattendom Vättern





DEL 1



# Vattenstånd och landhöjning i Vättern vid Jönköping

Jonas German

Uppdragstagare <b>SMHI</b>  601 76 Norrköping	Kontaktperson Jonas German 011-495 8596 jonas.german@smhi.se
Uppdragsgivare Kammarkollegiet Stockholm	Kontaktperson Gunnar Edenman 08-7000 888 g.edenman@kammarkollegiet.se
Distribution	
Klassificering	
Nyckelord	
Övrigt	

## Bakgrund

Landhöjningen är inte jämnt fördelad över landet utan den snabbaste landhöjningen sker i trakterna av Umeå för att sedan minska åt norr och söder. De sydligaste delarna av landet har t.o.m. en mindre landsänkning. Detta får effekter i våra större sjöar där de nordligare delarna av sjöarna höjer sig i snabbare takt än de södra delarna. I en sjö som Vättern som har en stor utsträckning i nord-sydlig riktning och utloppet i norra halvan av sjön resulterar landhöjnings-skillnaden i att vattenståndet stiger i de södra delarna och sjunker i norra delen. Kammarkollegiet avser därför genomföra en omprovning av Vattendomen för Vättern.

Vattenstånden ökar i Jönköping och tidigare beräkningar tyder på att nivån kan vara ca 10 cm högre än när vattendomen fastslogs år 1958. Gällande vattendom relateras till vattenståndsmätning vid pegel, SMHI Nr 154 Motala.

## Syfte

Studiens syftar till att analysera samvariationen mellan vattenstånden i Jönköping och Motala, samt storleken på landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping.

## Metodik

Befintliga data på vattenstånd i Jönköping och Motala används som dataunderlag. SMHI har data från tre pglar (vattenståndsmätare) i Vättern: Motala där data finns från 1858 fram till idag, Jönköping där data finns från 1901 till 1982, samt under några månader 1988 och Hjo där en serie mellan 1909 och 1950 finns, samtliga pglar har data med ett dygns upplösning. Som komplement har vattenståndsdata inhämtats från Jönköpings kommun som har mätningar från 1998 och framåt med dygnsupplösning. Från april 2004 finns också vattenstånd med 1-timmars upplösning från Jönköpings kommun. Mätserien från Jönköpings kommun har granskats och perioden 1998.10.02 fram till 2006.09.01 har använts, data efter detta datum visade sig vara dåliga med flera perioder med databortfall och perioder med mycket tveksamma nivåobservationer. Även under den använda perioden förekommer kortare perioder med databortfall, men i övrigt verkar den korrekt. I denna utredning har inte serien från pglen i Hjo använts då den omfattar en begränsad tidsperiod och inte tillför så mycket information om situationen i Jönköping.

För att studera landhöjningen har dels vattenståndsobservationerna i Motala och Jönköping använts, dels har uppgifter inhämtats från Lantmäteriets landhöjningsmodell som tagits fram efter senaste riksavvägningen, dessutom har systemskillnader i enskilda fixpunkter i beräknats.

## Resultat

### Landhöjningsskillnad inom Vättern

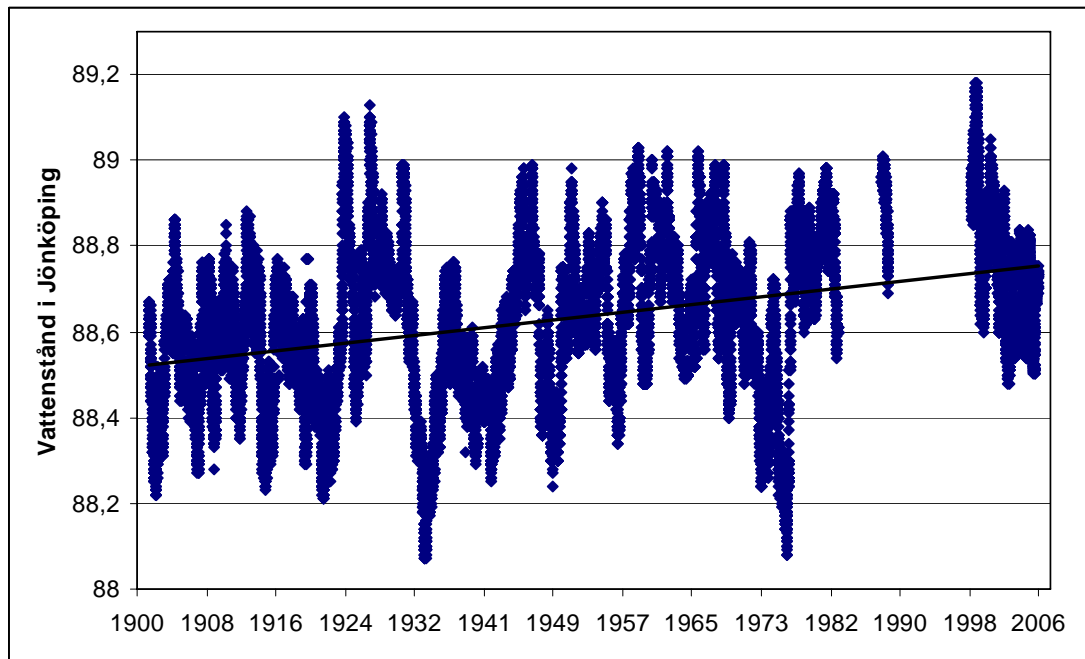
Flera tidigare utredningar av landhöjningsskillnaden i Vättern har gjorts och resultaten har varierat. Landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping har tidigare beräknats till mellan 1 och 2 mm/år beroende på utredning. Sedan dessa utredningar gjordes har ytterligare en riksavvägning utförts och nya data har framkommit. Efter den senaste riksavvägningen och införandet av ett nytt höjdsystem (RH2000) har också en landhöjningsmodell tagits fram. Denna modell ger en landhöjningsskillnad på 1,1 mm/år mellan Motala och Jönköping (Eriksson, 2007). För delar av Vättern belägna norr om Motala sker istället en sänkning vattennivån genom att landhöjningen där är snabbare än i Motala. Landhöjningsskillnaden mellan Askersund och Motala är enligt samma modell ca 0,57 mm/år (Eriksson, 2008).

Andra resultat fås om man istället för den framtagna modellen använder enskilda fixpunkter i Motala och Jönköping som är avvägda i höjdsystemet RH00 (avspeglar förhållandena vid avvägning på 1890-talet) och höjdsystem RH2000 (avspeglar förhållandet år 2000). Höjdskillnaden i Jönköping mellan RH00 och RH2000 är ca 30 cm (Eriksson, 2007). I Motala är höjdskillnaden ca 47 cm (enligt SMHIs data för två fixpunkter). Landhöjningsskillnaden skulle således vara ca 17 cm under de dryga 100 år som skiljer avvägningarna åt, alternativt uttryckt ca 1,6 mm/år. Studeras systemskillnaden mellan RH00 och RH2000 i en punkt i närheten av Askersund fås på samma sätt en systemdifferens på ca 20 cm, eller en landhöjningsskillnad på ca 0,2 mm/år.

Att använda sig av systemskillnaderna ger teoretiskt sett en bättre bild av landhöjningsskillnaderna mellan två punkter, men samtidigt blir man beroende av att dessa punkter är korrekt avvägda.

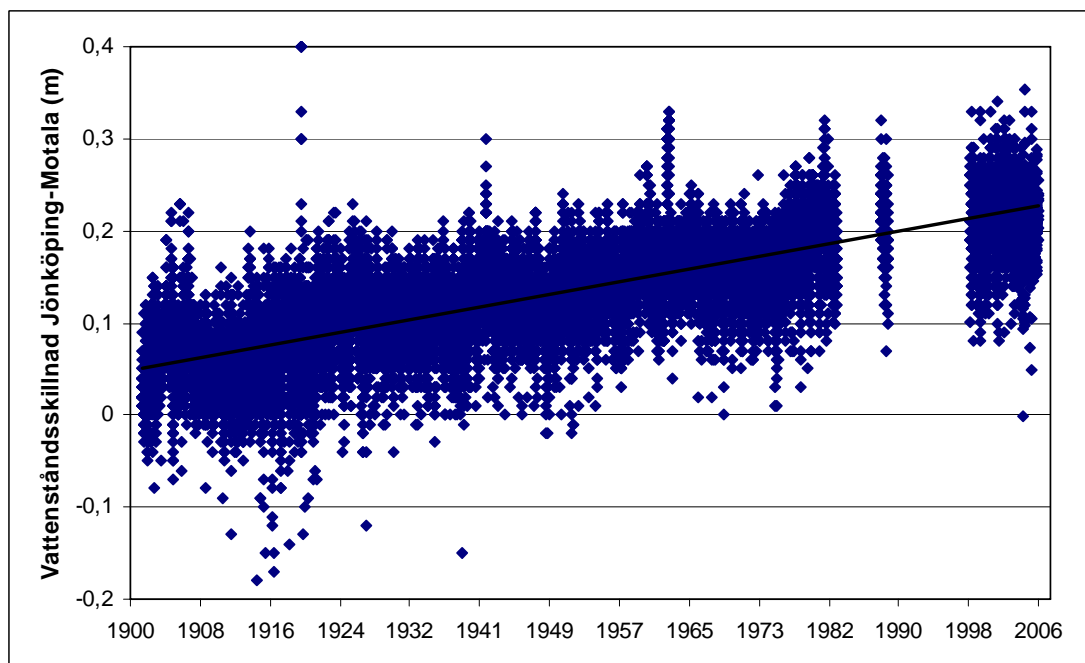
### Vattenstånd i Jönköping och Motala

Osäkerhet råder om nivåerna mätta vid pegeln i Jönköping är direkt jämförbara med nivåerna i Motala. Dels råder viss tvekan om det är RH00 som gäller i Jönköping, men även om så är fallet så finns risk för att historiska avvägningar i detta höjdsystem kan vara av tveksam kvalitet. Detta problem undviks om nivåerna inte jämförs i absoluta tal utan att istället trender och differenser mellan peglarna används.



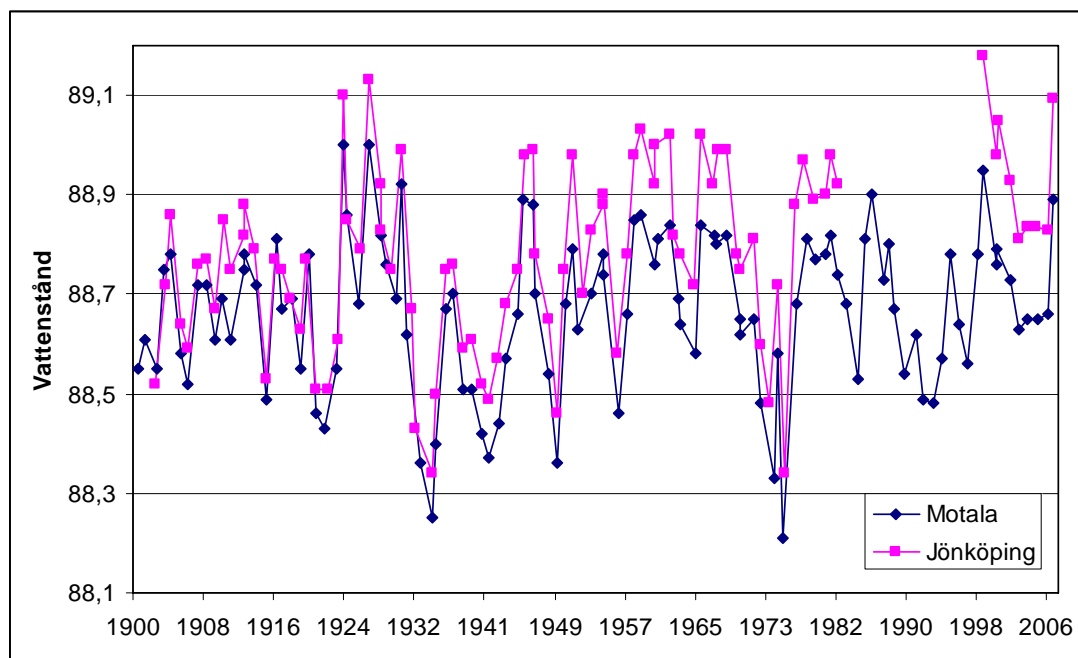
Figur 1 Uppmätt vattenstånd i Jönköping, fram t.o.m. 1988 SMHI:s data därefter Jönköpings kommuns.

Studeras data på vattenståndet i Jönköping syns en trend med stigande vattenstånd (Figur 1). Ett ökande vattenstånd i Jönköping kan bero på landhöjningsskillnaden mellan Jönköping och Motala men det skulle också kunna förklaras av att totala nivån i Vättern har stigit, t.ex. p.g.a. ökad tillrinning (klimatpåverkan) eller att regleringsförhållandena i Vättern ändrats med tiden (under tiden innan senaste domen 1958 har flera olika regleringsbestämmelser rått som kan, ha påverkat detta).



Figur 2 Vattenståndsskillnad Jönköping – Motala.

För att studera enbart landhöjningens inverkan har vattenståndsskillnaden mellan Motala och Jönköping beräknats (Figur 2). Skillnaden i vattenstånd varierar mellan +40 cm (dvs 40 cm högre vattenstånd i Jönköping än i Motala) den 28/2 1920 och -18 cm den 4/12 1914. En tydlig inverkan av landhöjningsskillnaden syns nu när vattennivån stiger med tiden i Jönköping. Vattenståndets ökning i Jönköping (landhöjningen) kan nu utifrån detta beräknas till ca 1,7 mm/år.



Figur 3 Uppmätt årshögsta vattenstånd 1901-2007 i Motala och Jönköping.

De högsta uppmätta vattenstånden (räknat på årshögsta noteringar) uppträder tidigt under mätperioderna med ett undantag, det högsta uppmätta i Jönköping är 89,18 den 10/5 1999 (registrerat i Jönköpings kommuns mätserie), annars är de högsta mätta i Jönköping 89,13 m uppmätt 20/7 1920 och 89,10 den 30/7 1924. I Motala uppmättes högsta vattenstånd redan den 5/6 1867 till 89,08, den 7/8 1924 och 25/7 1927 uppmättes 89,0 i Motala, se Figur 3. Det kan också konstateras att vattenstånden i Motala och Jönköping samvarierar i stor utsträckning och att vattenståndet i Motala förklarar vattenståndet i Jönköping till mycket stor del (regressionsanalys mellan landhöjningskorrigerade vattenstånd ger ett  $R^2$ -värde på 0,98). Enstaka extremvärden uppträder dock mycket sällan under samma dygn i både Jönköping och Motala. Mellan 1902 och 1982 (den period då SMHI har kompletta årsserier för både Motala och Jönköping) inträffar det bara en gång att årets högsta vattenstånd infaller på samma dag alternativt dagen före eller efter i Motala och Jönköping. För lägsta vattenståndet inträffar det enbart 3 gånger. Istället är den genomsnittliga skillnaden mellan årshögsta noteringarna i Motala och Jönköping 45 dygn.

En trolig förklaring till detta är att de högsta och lägsta vattenstånden uppträder vid kraftiga vindar som ger upphov till höga eller låga vattenstånd i Jönköping eller Motala.

## Slutsats och diskussion

Den snabbare landhöjningen i Motala jämfört med Jönköping gör att vattennivån i Jönköping stiger med mellan 1,1 och 1,7 mm/år, sannolikt ligger nivåhöjningen i den övre delen av detta intervall, då flertalet studier pekar på det. Det betyder att nivån i Jönköping stigit med ca 8 cm sedan vattendomen för Vättern senast reviderades (1958). På samma sätt sjunker vattennivån i de norra delarna av Vättern, SMHI har inga vattenståndsobservationer här, men landhöjningsskillnaden är mellan 0,2 och 0,6 mm per år eller mellan 1 och 3 cm sedan vattendomens fastställande.

De genomsnittliga vattenstånden i Motala och Jönköping samvarierar i mycket stor grad, medan enstaka extremvärden i mycket liten grad förekommer samtidigt.

En kompensering av vattenståndsökningen i Jönköping med en avsänkning av Vätterns nivå motsvarar "Alternativ B. Färförskjutning nedåt av nuvarande gränser..." (sida 9) i utredningen om alternativa regleringar av Vättern av Sanner och Losjö (2000). De konstaterade då att en färförskjutning innebär: "Samtliga gränser sänks med x cm och även avbördningskurvan för beräkning av naturligt vattenstånd måste färförskjutas i motsvarande grad. Resultatet av detta överensstämmer med dagens dynamik i vattenstånd, men på en x cm lägre nivå." För att återställa 1958 års förhållanden i Jönköping skulle färförskjutningen behöva vara ca 8 cm och på motsvarande sätt ca 17 cm för komma till den nivå som rådde vid 1900-talets början.

En färförskjutning påverkar inte vattenflödena i Motala Ström (mer än initialt under sänkingsfasen) jämfört med dagens reglering. Enligt Sanner och Losjö (2000) kan dock en färförskjutning innebära problem att upprätthålla tappningskraven vid låga vattenstånd i Vättern eftersom avbördningskapaciteten vid låga vattenstånd inte är känd utan kräver en separat utredning.

Negativa konsekvenser av en sänkning av Vätterns vattenstånd ingår inte i denna utredning, men kortfattat kan några konsekvenser tänkas såsom en fallhöjdsförlust (och därmed minskad elproduktion) i Motala Kraftverk, Göta Kanals eventuella krav på lägsta vattenstånd för att kunna upprätthålla sjöfart, andra konsekvenser för sjöfarten, fiskeriintressen.

## Referenser

Eriksson, Per-Ola. Lantmäteriet, E-post kontakt 2007.10.31.

Eriksson, Per-Ola. Lantmäteriet, E-post kontakt 2008.01.08.

Sanner, Håkan och Losjö, Katarina (2000). Alternativa regleringar av Vättern för att minska de högsta vattenstånden. SMHI rapport 2000 nr. 10.



DEL 2



## Vattenstånd i Vättern i ett ändrat klimat

Jonas German och Björn Stensen

Uppdragstagare <b>SMHI</b> 601 76 Norrköping	Kontaktperson Jonas German 011-495 8596 jonas.german@smhi.se
Uppdragsgivare Jönköpings kommun	Kontaktperson Bengt Martinsson 036-10 56 60 bengt.martinsson@jonkoping.se
Distribution	
Klassificering (x) Affärssekretess	
Nyckelord	
Övrigt	

# Innehållsförteckning

<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	1
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	2
<b>BAKGRUND</b> .....	2
<b>METOD 2</b>	
<b>Scenarier för ett förändrat klimat</b> .....	2
<b>HBV-modellen</b> .....	5
<b>RESULTAT</b> .....	7
<b>Klimatförändring inom Vätterns avrinningsområde</b> .....	7
<b>Kalibrering HBV-modellen</b> .....	8
<b>Vattenståndsförändringar i framtida klimat</b> .....	9
<b>SLUTSATSER</b> .....	12
<b>REFERENSER</b> .....	13

## Sammanfattning

En studie har gjorts över hur framtida klimatförändringar kan påverka Vätterns vattenstånd. HBV-modellen har satts upp och kalibrerats för att beskriva Vätterns vattenstånd med historiska klimatdata. Sedan har data från 16 klimatscenarier använts för att beräkna vattenståndsutvecklingen för dessa 16 scenarier. Resultaten pekar på minskande vattenstånd för det stora flertalet av de 16 scenarierna.

## Bakgrund

På grund av landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping stiger Vätterns vattenstånd i Jönköping. Sedan nuvarande vattendom för Vättern trädde i kraft 1958 beräknas vattenståndet ha ökat med omkring 8 cm (German, 2008). Detta gör att Jönköping långsiktigt får problem med översvämningar vid höga vattenstånd. För att minska problemen önskar Jönköpings kommun en omprövning av vattendomen för att minska påverkan vid höga vattenstånd. Under början av 2000-talet gjordes flera utredningar om möjligheter att förändra regleringsstrategin för att hålla nere de högsta vattenstånden i Vättern (Sanner och Losjö, 2000). 2010 återupptogs utredningsarbetet efter initiativ av Jönköpings kommun. En fortsättning av tidigare studie av Vätterns reglering gjordes där grundprinciperna i regleringen ligger kvar, men där tappningen ökas vid högre vattenstånd (German *m.fl.* 2010). Förutom landhöjningsskillnaden kan klimatförändringen tänkas påverka framtida nyttig tillrinning till Vätterns och därmed vattenstånden. I denna studie ska förändringar av *naturligt vattenstånd* i ett framtida klimat analyseras.

## Metod

För att kunna beräkna framtida scenarier för vattenståndsutvecklingen i Vättern krävs först en modell som kan beskriva vattenståndsförändringen uppsatt och kalibrerad mot uppmätta data i dagens klimat. Denna modell används sedan med temperatur och nederbördsdata från klimatmodeller. Nedan följer beskrivning av klimatscenarier och den hydrologiska modell (HBV-modellen) som använts i denna studie.

## Scenarier för ett förändrat klimat

För att få en översiktlig bild av framtidens klimat använder man sig av globala klimatmodeller (GCM). Dessa drivs bland annat med antaganden om framtidens utsläpp av växthusgaser, så kallade utsläppsscenarier. För mer detaljerade regionala analyser krävs en bättre beskrivning av detaljer som påverkar det regionala klimatet. Därför kopplas de globala klimatberäkningarna till regionala klimatmodeller (RCM) med bättre upplösning och beskrivning av detaljer såsom exempelvis Östersjön och den Skandinaviska bergskedjan. Den regionala klimatmodellen drivs av resultat från den globala modellen vid utkanten av sitt modellområde. Det gör att valet av global modell får stor betydelse för slutresultatet även regionalt. Regionala klimatmodeller finns bland annat vid forskningsenheten Rossby Centre på SMHI:s forskningsavdelning.

För att kunna räkna på framtidens klimat krävs antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser. Här brukar man använda utsläppsscenarier som utarbetats av FN:s klimatpanel, IPCC. Dessa bygger på antaganden om världens utveckling fram till år 2100 (Nakićenović *m.fl.*, 2000). I utsläppsscenarierna görs olika antaganden om jordens folkmängd, ekonomisk tillväxt, teknologisk utveckling m.m. Utifrån dessa antaganden har man sedan uppskattat hur mycket klimatpåverkande gaser och partiklar som kommer att släppas ut. Dessa utsläpp ger upphov till förändringar i atmosfärens sammansättning, som till exempel mängden koldioxid i luften, vilket i sin tur har en inverkan på klimatet.

Genom att köra klimatmodellerna med växthusgaskoncentrationer som motsvarar dagens förhållanden respektive för framtida förhållanden får man en bild av den framtida förändringen av klimatet. Det är viktigt att komma ihåg att resultatet från alla beräkningar av det framtida klimatet baseras på antaganden om världens utveckling som är ganska pessimistiska. Man räknar normalt inte med effekterna av eventuella lyckosamma politiska förhandlingar för att minska utsläppen globalt, det betyder att det så kallade 2-gradersmålet som diskuteras som en rimlig målsättning inte antas uppnås. Under senare tid har dock även sådana beräkningar börjat göras.

















Under flera år användes huvudsakligen fyra regionala klimatscenarier för de flesta studierna av klimateffekter i Sverige inklusive av den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU, 2007). Dessa fyra klimatscenarier bygger på en global klimatmodell från Hadley Centre i England (HadCM3/AM3H) och en från Max-Planck-institutet i Tyskland (ECHAM4/OPYC3). Dessa globala modeller har körts med utsläppsscenario A2 respektive B2 som de beskrivs av Nakićenović m.fl. (2000). Den regionala klimatmodellen från Rossby Centre, som då användes för tolkning av de globala modellernas resultat till svenska förhållanden, benämndes RCAO-modellen.

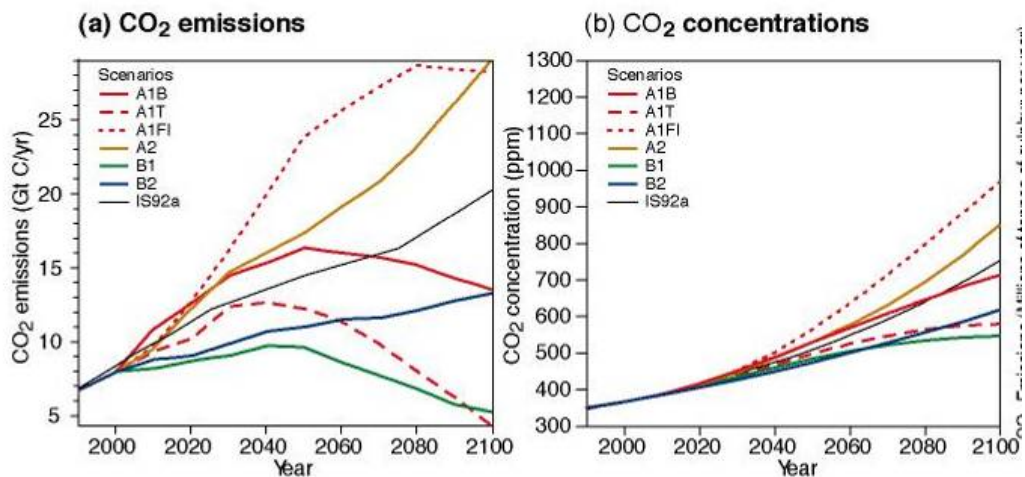
Numera finns det tillgång till ett stort antal regionala klimatscenarier beräknade med nyare globala och regionala klimatmodeller. Det europeiska ENSEMBLES-projektet syftar till att utveckla ett system för samordnade beräkningar av klimatförändringar baserat på ett antal europeiska och några utomeuropeiska globala och regionala klimatmodeller. Rossby Centre deltar i ENSEMBLES-samarbetet med den regionala klimatmodellen RCA3. Dessutom finns det ytterligare regionala modellberäkningar tillgängliga vid Rossby Centre (se Tabell 1.). Det utsläppsscenario som huvudsakligen används inom ENSEMBLES benämns A1B (Nakićenović & Swart, 2000), men ett scenario med kraftigare utsläpp, A2, och ett med lägre utsläpp, B1, har också använts. Närmare beskrivning av dessa finns i Figur 1. Där framgår att B1-scenariet närmast kan tolkas som ett scenario där koncentrationerna av växthusgaser stabiliseras.

Den globala klimatmodellen ECHAM5 kommer från Max-Planck-institutet för meteorologi i Tyskland och HadCM3 från Hadley Center i England. Resultat baserade på ECHAM5 finns också från tre simuleringar som har startats från olika initialtillstånd i slutet på 1800-talet, vilka betecknas ECHAM5(1), ECHAM5(2) respektive ECHAM5(3). ECHAM5(3) är den simulering av de tre som har bäst överensstämmelse med faktisk klimatutveckling i Europa under slutet av 1900-talet och har därför pekats ut som huvudalternativ för ENSEMBLES-projektets beräkningar.

Även HadCM3 har använts med två olika initialtillstånd, men då har också modellen varit parametriserad med olika klimatkänslighet. En av dessa simuleringar refereras som Q0 och betraktas som mest trolig. Den version som har högre klimatkänslighet, Q16, ligger dock även den inom vad som klimatforskarna betraktar som rimliga gränser.

Tabell 1 Sammanställning av använda klimatscenarier. Nationsflaggorna avser instituten som har genomfört den regionala nedskalningen (RCM). Den globala klimatmodellen (GCM) ECHAM5 kommer från Max Planck Institute i Tyskland, ARPEGE från CNRM i Frankrike, HadCM3 från Hadley Centre i England och BCM från METNO i Norge. CCSM3 är en nordamerikansk modell som körts vid SMHI.

Nr	Nation	Institut	Scenario	GCM	RCM	Upplösning	Period (fr.o.m.-t.o.m.)
1		SMHI	A1B	ECHAM5(1)	RCA3	50 km	1961-2099
2		SMHI	A1B	ECHAM5(2)	RCA3	50 km	1961-2099
3		SMHI	A1B	ECHAM5(3)	RCA3	50 km	1961-2099
4		SMHI	A1B	ECHAM5(3)	RCA3	25 km	1961-2099
5		SMHI	B1	ECHAM5(1)	RCA3	50 km	1961-2099
6		SMHI	A1B	CNRM	RCA3	50 km	1961-2099
7		SMHI	A1B	CCSM3	RCA3	50 km	1961-2099
8		CNRM	A1B	ARPEGE	Aladin	25 km	1961-2050
9		KNMI	A1B	ECHAM5(3)	RACMO	25 km	1961-2099
10		MPI	A1B	ECHAM5(3)	REMO	25 km	1961-2099
11		C4I	A2	ECHAM5(3)	RCA3	25 km	1961-2050
12		HC	A1B	HadCM3(Q0)	HadRM3	25 km	1961-2098
13		C4I	A1B	HadCM3(Q16)	RCA3	25 km	1961-2098
14		METNO	A1B	BCM	HIRHAM	25 km	1961-2050
15		METNO	A1B	HadCM3(Q0)	HIRHAM	25 km	1961-2050
16		DMI	A1B	ECHAM5(3)	HIRHAM	25 km	1961-2099



Figur 1 Antagande om framtida utsläpp av CO<sub>2</sub> och resulterande CO<sub>2</sub>-koncentrationer enligt olika scenarier (modifierad från IPCC, 2001)

Följande analyser bygger på klimatscenerierna i Tabell 1. Observera att endast 12 av dessa 16 klimatscenerier sträcker sig ända fram till år 2100.

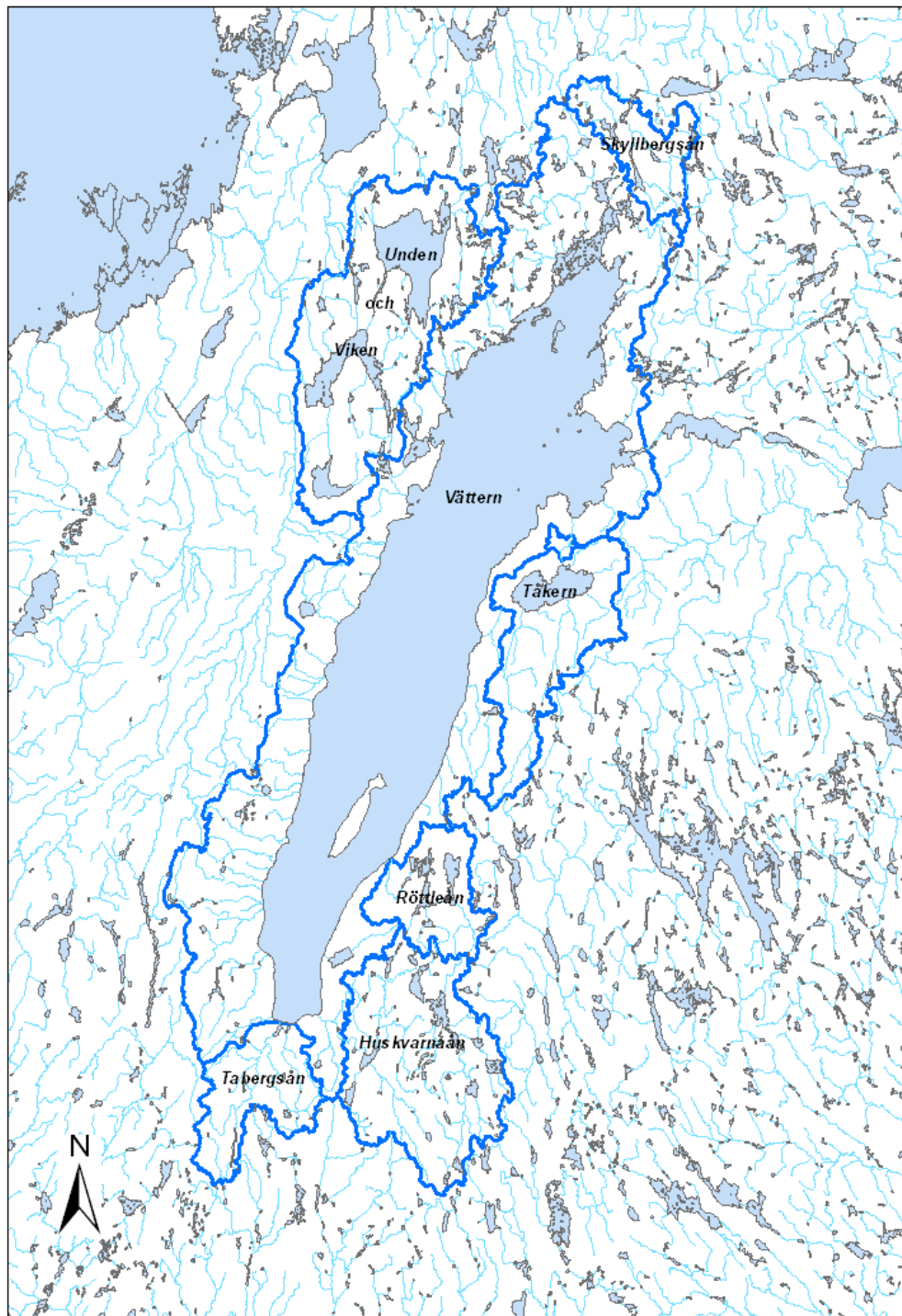
## HBV-modellen

Den hydrologiska avrinningsmodell som används för beräkningar av de hydrologiska effekterna av ett ändrat klimat i Sverige är normalt HBV-modellen. Den har utvecklats vid SMHI sedan början av 70-talet (Bergström, 1995, Lindström m.fl., 1997). Modellen är begreppsmässig, d.v.s. den bygger på en förenklad fysikalisk beskrivning och kalibreras till specifika vattendrag.

HBV-modellen har en enkel struktur och är i grunden 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 hur flödesförloppet påverkas av yttre faktorer såsom sjöar och dammanläggningar. Modellen är semidistribuerad vilket innebär att avrinningsområdet delas in i delområden inom vilka höjder och vegetationszoner (skog, öppet landskap, glaciär och sjöar) klassificeras. Den har dessutom speciella funktioner för att hantera sjöar och regleringsrutiner.

I denna studie har HBV-modellen satts upp för avrinningsområdet fram till Motala kraftverk, se Figur 2. Vättern är speciell på så sätt att den har en stor sjöyta i förhållande till avrinningsområdet, 30 % av Vätterns avrinningsområde utgörs av Vättern själv och totalt är det 35 % sjöytor i avrinningsområdet. Indata till modellen utgörs av observerad nederbörd och temperatur som hämtats från SMHIs databas med areellt fördelad temperatur och nederbörd med data från 1961. För att kalibrera HBV-modellen har naturligt vattenstånd för Vättern hämtats in tillsammans med beräknad tillrinning (samma data använts av German m.fl. 2010). Det avbördningssamband (sambandet mellan vattenstånd och vattenföring) som gäller för beräkningen av naturligt vattenstånd i Vättern har också använts för att beskriva avbördningen från Vättern i modellen. Modellen har sedan kalibrerats för att kunna beräkna tillrinning och det naturliga vattenståndet till Vättern från temperatur och nederbörd.



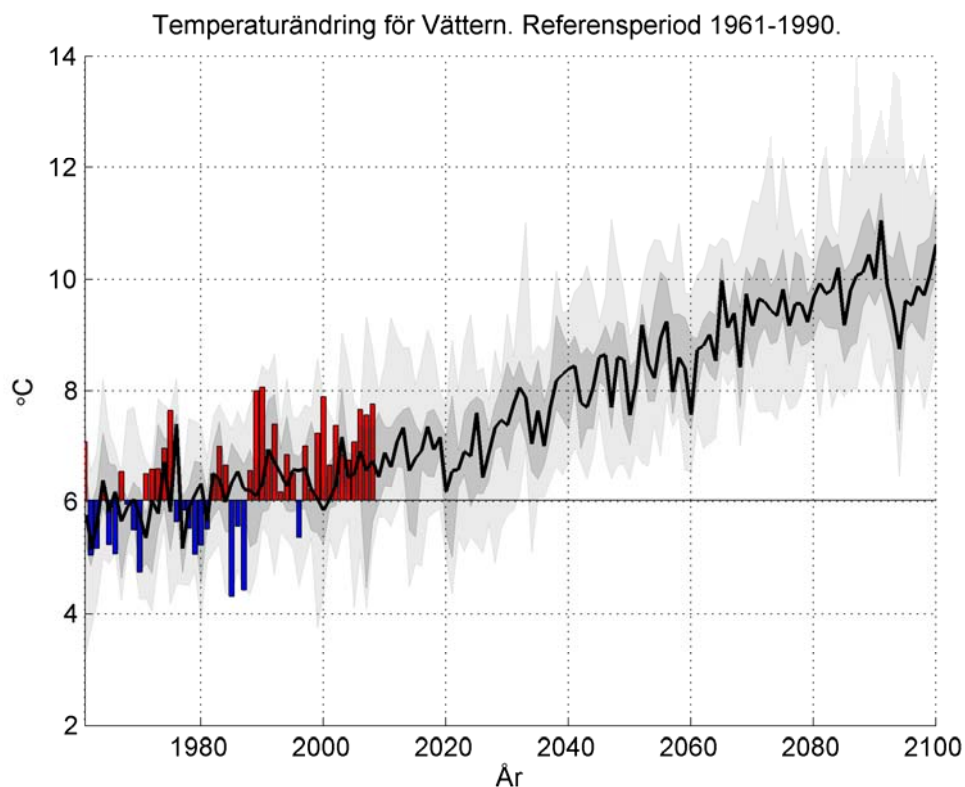


*Figur 2 Delavrinningsområden i HBV-modellen som har använts i studien.*

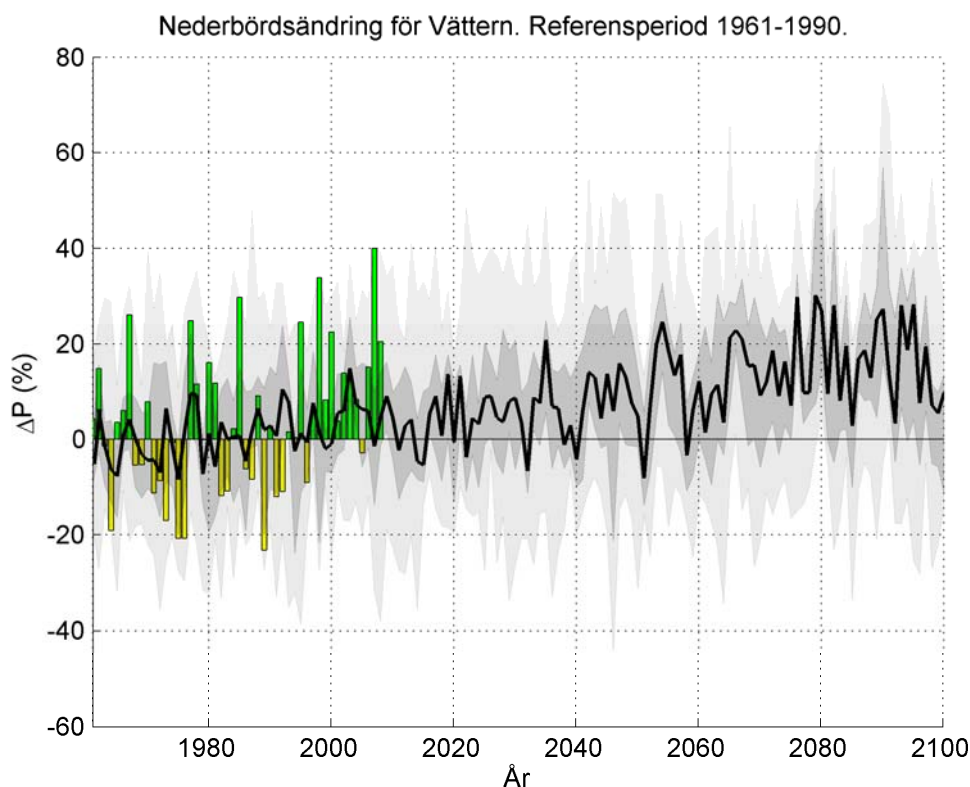
## Resultat

### Klimatförändring inom Vätterns avrinningsområde

Som indata till HBV-modellen används lufttemperatur- och nederbördsdata. Hur dessa indata ser ut och beräknas variera under perioden 1961-2100 visas i Figur 3 och Figur 4. Observera att figurerna visar årsmedel för hela Vätterns avrinningsområde. Det kan konstateras att lufttemperaturen beräknas öka markant. Nederbörden beräknas också öka, men ökningen är mer moderat.



Figur 3 Den framtida beräknade utvecklingen av luftens årsmedeltemperatur inom Vätterns avrinningsområde. Helden svart linje representerar medianen av samtliga tillgängliga scenarier, de skuggade fälten representerar maximivärdet, 75% percentilen, 25% percentilen och minimivärdet av de tillgängliga klimatberäkningarna. Staplarna representerar observerad årsmedeltemperatur från 1961 till 2009. Positiv avvikelse från medelvärdet 1961-1990 visas som röda staplar och negativ som blå staplar.



Figur 4 Den framtida beräknade nederbördsutvecklingen av årsnederbörden för Vätterns avrinningsområde. Heldragen svart linje representerar medianen av samtliga tillgängliga scenarier, de skuggade grå fälten representerar maximivärdet, 75% percentilen, 25% percentilen och minivärdet av de tillgängliga klimatberäkningarna. Staplarna representerar hur observerad årsnederbörd från 1961 till 2009 avviker från medelvärdet för 1961-1990. Positiv avvikelser från medelvärdet 1961-1990 visas som gröna staplar och negativ som gula staplar.

### Kalibrering HBV-modellen

HBV-modellen har kalibrerats mot uppmätta data för Vättern (tillrinning och vattenstånd). Kalibreringen försvaras av det faktum att Vättern dels är en djup sjö (som istäckes sällan), dels att sjön utgör en så stor del av avrinningsområdet, men slutresultatet är en tillfredsställande kalibrering som bedöms beskriva vattenståndsvariationen i dagens klimat på ett rimligt sätt och ska kunna hantera framtida klimat bra.

Exempel på kalibreringsresultat visas i Figur 5. Medelfelet för det modellberäknade naturliga vattenståndet under perioden 1961-2009 är 2 cm, medel av absolutfelet är 5 cm, största avvikelserna mellan observerat och modellerat vattenstånd är 31 cm. Studerar man enbart nivåer högre än 88,70 är fortfarande medel av absolutfelet 5 cm, men största avvikelserna minskar till 18 cm. Det ska i den här jämförelsen komma ihåg att naturliga vattenståndet räknas fram utifrån observerat vattenstånd och tappning i Motala och att beräkningen har ändrats så att det från februari 1995 sker som veckomedelvärde, medan de här gjorda jämförelserna avser största fel på dygnsbasis.

Eftersom denna studie syftar till att studera skillnader i vattenstånd mellan olika scenarier så kommer kalibreringsfelet till stor del försvinna vid subtraktionen mellan dagens och framtida vattenstånd.



Figur 5 Exempel på resultat för HBV-modellen. Grön linje observerat naturligt vattenstånd under perioden mars 1998 till augusti 2001 och röd linje modellerat vattenstånd. Det observerade vattenståndet är visat som veckomedel, medan det beräknade är dygnsmedel.

### Vattenståndsförändringar i framtida klimat

Resultat från vattenståndsberäkningar med HBV-modellen för de 16 scenarierna i Tabell 1 har bearbetats för att analysera förändringar av medelvattenstånd och förändring i hur stor del av tiden som vattenståndet överstiger en viss nivå. Bearbetningar har gjorts för 41-årsperioden 2011-2050 och 50-årsperioden 2051-2099 (i två fall är istället de 49 åren 2050-2098 använda, se Tabell 1). Förändringarna är relaterade till 50-årsperioden 1961-2009. Resultaten sammanställs i Tabell 2, där det kan konstateras att det stora flertalet scenarier pekar på minskande medelvattenstånd och minskat antal dagar med vattenstånd över 88,70 för båda de studerade tidsperioderna. JONAS: Kanske ska man skriva något om att modellberäkningarna visar att den ökade nederbörden ”äts upp” av den ökade avdunstning som kommer av att tempen ökar, annars kan någon bli förvirrad

Jämförs minskningen i medelvattenstånd med landhöjningsskillnaden mellan Jönköping och Motala så är landhöjningsskillnaden i samma storleksordning eller i vissa fall t.o.m. mindre, d.v.s. Jönköping kan komma att uppleva ett minskande medelvattenstånd.

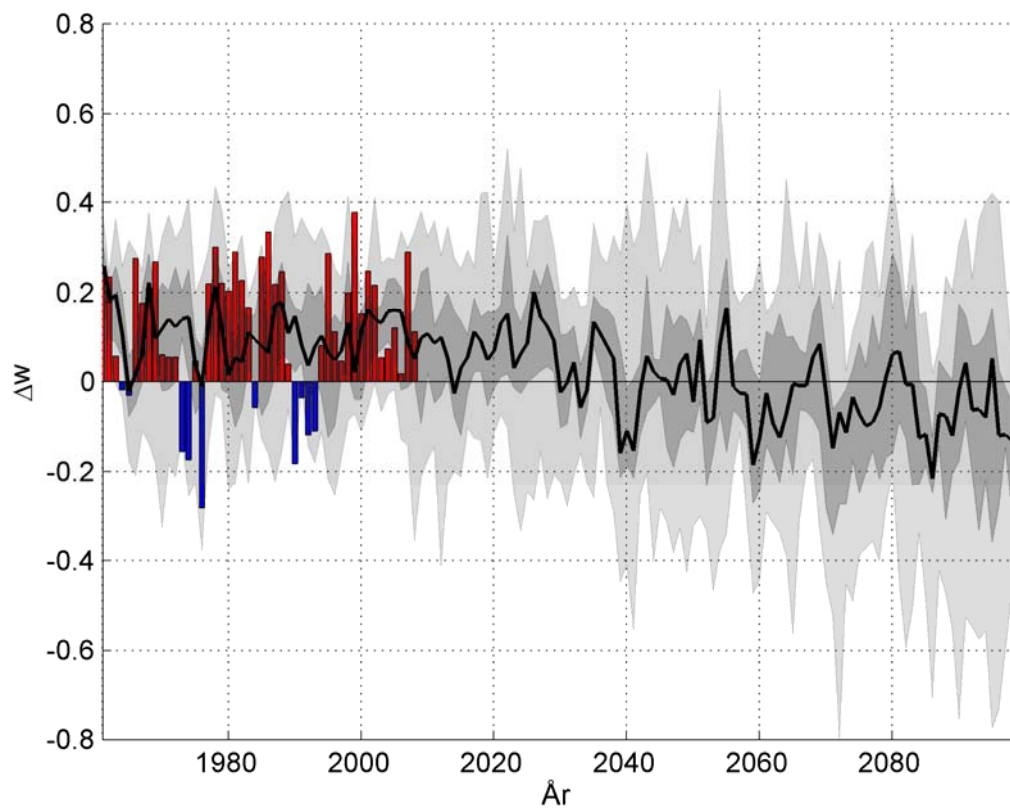
Tabell 2 Förändringar i medelvattenstånd för perioderna 2011-2050 och 2051-2098 jämfört med perioden 1961-2009 samt samma jämförelse för andel av perioderna då vattenståndet överstiger 88,70 (RH00 i Motala).

Scenarie nr	Förändring av medelvattenstånd (m)		Förändring av andel dagar med W>88,70	
	2011-2050	2051-2098(2099)	2011-2050	2051-2098(2099)
1	-0.05	-0.28	-30%	-100%
2	-0.05	-0.21	-70%	-90%
3	-0.06	-0.15	-40%	-60%
4	-0.06	-0.15	-50%	-80%
5	-0.05	-0.22	-90%	-100%
6	-0.02	-0.18	-10%	-70%
7	-0.11	-0.11	-70%	-70%
8	-0.09		-40%	
9	-0.08	-0.14	-50%	-60%
10	-0.17	-0.37	-80%	-90%
11	-0.06		-80%	
12	-0.27	-0.44	-100%	-90%
13	0.01	-0.22	30%	-90%
14	-0.07		-40%	
15	-0.17		-100%	
16	-0.01	0.09	0%	130%

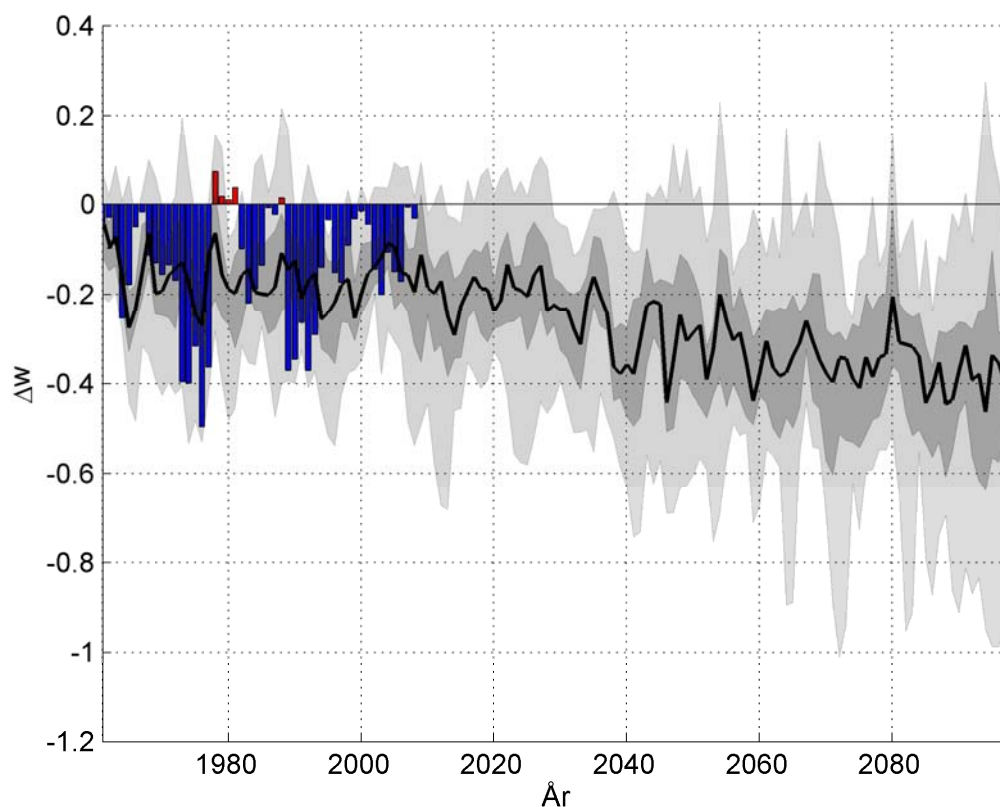
Studeras istället högsta och lägsta vattenstånd pekar resultaten fortfarande på minskande nivåer. I Figur 6 visas hur det HBV-beräknade årshögsta vattenståndet beräknas avvika från medelvattenståndet och i Figur 7 visas motsvarande för årslägsta vattenstånd. Observera att figurerna alltså visar hur varje års högsta respektive lägsta vattenstånd avviker från medelvattenståndet, det är alltså därför kurvorna för det mesta ligger över nollan för maximala vattenståndet och under för minsta vattenstånd. Intressant att notera är att Vättern flera år i rad kan ligga på vattenstånd som aldrig går över respektive under medelvattenståndet.

Trenden för klimatscenerierna är att det pekar långsamt neråt både för höga och låga vattenstånd. Om resultaten för enskilda scenarier studeras så ger det att för perioden 2051-2098 är det 10 av 12 scenarier som pekar på minskande maxvattenstånd. För perioden 2011-2050 är 10 av 16 scenarier som pekar på minskande maxvattenstånd.

Alla beräkningar är gjorda för det naturliga vattenståndet och förändringarna gäller förändringar i naturligt vattenstånd. Ingen hänsyn har således tagits till regleringen av Vättern. För vattenstånd över 88,70 får inte det naturliga vattenståndet överstigas, så för dessa nivåer kan beräkningen betraktas som ett scenario med de högsta tillåtna vattenstånden enligt dagens reglering



Figur 6 Den framtida beräknade förändringen av årshögsta vattenstånd i Vättern. Figuren visar avvikelserna av respektive års högsta vattenstånd från medelvattenståndet för Vättern under perioden 1961-2009. Helt dragen svart linje representerar medianen av samtliga tillgängliga scenarier, de skuggade gråa fälten representerar maximivärdet, 75% percentilen, 25% percentilen och minimivärdet av de tillgängliga klimatberäkningarna. Staplarna representerar hur årshögsta för HBV-beräknat vattenstånd med observerat klimat från 1961 till 2009 avviker från medelvattenståndet för 1961-2009.



Figur 7 Den framtida beräknade förändringen av årslägsta vattenstånd i Vättern. Figuren visar avvikelserna av respektive års lägsta vattenstånd från medelvattenståndet för Vättern under perioden 1961-2009. Helldragen svart linje representerar medianen av samtliga tillgängliga scenarier, de skuggade gråa fälten representerar maximivärdet, 75% percentilen, 25% percentilen och minimivärdet av de tillgängliga klimatberäkningarna. Staplarna representerar hur årslägsta för HBV-beräknat vattenstånd med observerat klimat från 1961 till 2009 avviker från medelvattenståndet för 1961-2009.

## Slutsatser

Det stora flertalet av klimatscenerierna pekar på en minskning av de framtida naturliga vattenstånden, både vad gäller medel, min och maxvattenstånd. Ett fåtal av scenarierna pekar dock mot en viss ökning. Spridningen i resultaten visar på de osäkerheter som gäller för klimatmodellering. Den genomsnittliga minskningen ligger i samma storleksordning som ökningen av vattenytan i Jönköping p.g.a. landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping.

## 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.

German, Jonas (2008). Vattenstånd och landhöjning i Vättern vid Jönköping. Rapport nr 29, diarienummer SMHI 2007/2214/183

German, Jonas; Gustavsson, Hanna och Eklund, Dan (2010). Förändrad regleringsstrategi för Vättern och möjligheter att klara ökade flöden genom Roxen. Rapport nr 31, diarienummer SMHI 2010/103/183.

IPCC (2001) Climate Change 2001: *The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

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.

Nakićenović, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler, A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H.-H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N., Dadi, Z. (2000) *IPCC Special Report on Emission Scenarios*. Cambridge Univ. Press, 599 pp.

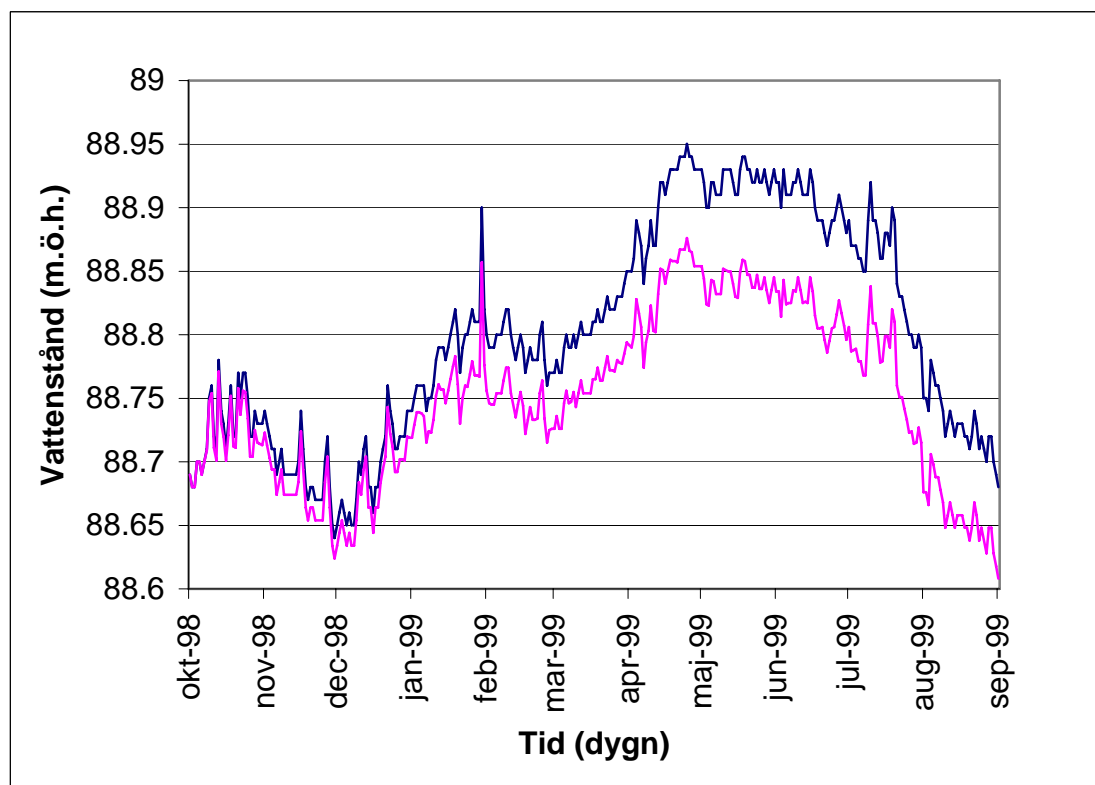
Sanner, Håkan och Losjö, Katarina (2000). Alternativa regleringar av Vättern för att minska de högsta vattenstånden. Rapport nr 10, diarienummer SMHI 2000/198/204



DEL 3



## Rapport



## Alternativa regleringar av Vättern för att minska de högsta vattenstånden



Uppdragsgivare: Kammarkollegiet

Rapportnummer: 2010 Nr. 10

## **Alternativa regleringar i Vättern för att minska de högsta vattenstånden.**

Diariernr: 2000/198/204

Författare

Håkan Sanner och Katarina Losjö

Datum

2010-10-06

Marknadschef

Sture Ring

Granskad / Godkänd

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Metodik</b> .....	<b>5</b>
3.1 Vattenståndets återkomsttider.....	5
3.2 Hydrologisk modell .....	5
3.2.1 Beräkning av maximalt snötäcke .....	6
3.3 Regleringar .....	6
3.3.1 Sammanfattning av nuvarande vattenhushållningsbestämmelser .....	6
3.3.2 Beräkning av förändrad reglering .....	6
<b>4 Resultat</b> .....	<b>7</b>
4.1 Vattenståndets återkomsttider.....	7
4.2 Samvariation mellan höga vattenstånd och årligt högsta snömängd .....	7
4.3 Förändrade regleringar.....	8
4.3.1 Alternativ A. Sänka gällande gräns för förhandstappning från 88.80 till 88.70 .....	8
4.3.2 Alternativ B. En fasförskjutning nedåt av nuvarande gränser med 5 till 10 cm. ....	9
4.3.3 Alternativ C. En föreskrift om ökad tappning vid vattenstånd över 88.75.....	10
<b>5 Slutsatser</b> .....	<b>12</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>13</b>
<b>Bilagor</b> .....	<b>14</b>
Bilaga 1. Årligt högsta snömagasin och högsta vattenstånd.....	14
Bilaga 2. Damm- och kraftverksinformation för Motala Ströms huvudfåra. ....	15
Bilaga 3. Fysiska gränser för avbördningen ur sjön Vättern.....	16

# Sammanfattning

SMHI har av kammarkollegiet fått i uppdrag att undersöka vilka konsekvenser 3 alternativa förändringar av vattenhushållningsbestämmelserna, vid höga vattenstånd, får på avrinning från och vattenstånd i sjön Vättern

Av de analyserade tappningsförändringarna visar sig två ge lägre vattenstånd i sjön Vättern utan att samtidigt öka de högsta flödena från sjön. Det ena fallet innebär en sänkning av vattenytan i Vättern från nuvarande nivåer, medan det andra alternativet innebär ökad förhandstappning.

## 1 Bakgrund

De höga vattenstånden i Vättern 1999 och de skador som uppkom då föranleder Kammarkollegiet att se över vilka möjlighet det finns att minska risken för framtida höga vattenstånd. Skadorna uppkom framförallt i Vätterns södra delar där vattenståndet redan ökat ca 14 cm, jämfört med Motala, de senaste 100 åren p.g.a. att landhöjningen är snabbare i norr än i söder.

SMHI har av kammarkollegiet fått i uppdrag att undersöka vilka konsekvenser 3 alternativa förändringar av vattenhushållningsbestämmelserna, vid höga vattenstånd, får på avrinning från och vattenstånd i sjön Vättern. I uppdraget ingår inte andra konsekvensbeskrivningar, så som kraftförluster/vinster, miljöeffekter mm.

## 2 Syfte

Syftet med utredningen är att se vilka konsekvenser på avbördning från och vattenstånd i Vättern följande 3 alternativa vattenhushållningsbestämmelser får. Målet är att undvika vattenstånd högre än det som hittills förekommit med en återkomsttid av 10 år.

- A) Sänka gällande gräns för förhandstappning från 88.80 till 88.70.
- B) En fashöjning nedåt av nuvarande gränser med 5 till 10 cm.
- C) En föreskrift om ökad tappning vid vattenstånd över 88.75.

Syftet är också att ta fram bakgrundsinformation, så som:

- Vattenstånd med 10 och 100 års återkomsttid.
- Undersöka samband mellan höga vattenstånd och snömängd.
- Turbinkapacitet och dammarnas avbördningsförmåga i Motala Ströms huvudfåra.
- Möjlighet att få ut önskad tappning från Vättern via en älvsträcka och vidare genom Motala kraftverks luckor och turbiner.

## 3 Metodik

### 3.1 Vattenståndets återkomsttider

I SMHI:s arkiv finns registreringar av vattenståndet i Vättern sedan 1858. För den reglerade perioden efter 1940 finns värden på naturligt vattenstånd framräknade. Respektive års högsta värde plockades ut, och denna tidsserie på 142 års oreglerade maxvärden användes som underlag för en statistisk analys, kallad frekvensanalys, med syfte att få fram med vilken sannolikhet olika vattenståndsvärden kommer att inträffa.

I stället för sannolikheten används ofta begreppet återkomsttid. Med återkomsttid menas den tid i år det i genomsnitt skulle ta för att ett givet värde skall överträffas. Återkomsttiden är det inverterade värdet av sannolikheten för händelsen i fråga under ett år.

Metoden går till så att olika fördelningsfunktioner anpassas till den aktuella tidsserien, och därefter testas vilken av dessa som bäst beskriver seriens utseende. En viktig förutsättning är att värdena är sinsemellan oberoende. Detta kan inte sägas vara fallet om ena årets högsta vattenstånd inträffade under årets sista månader och nästa års högsta värde inträffade under årets första månader. Detta har för Vätterns del inträffat 2 gånger. Därför har 4 värden plockats bort, och analysen har gjorts på de resterande 138 värdena.

### 3.2 Hydrologisk modell

SMHI:s hydrologiska modell (HBV-modellen) utvecklades under 1970-talet vid SMHI (Bergström, 1976) och (Bergström, 1992). Avsikten var att skapa ett redskap för omräkning av meteorologiska observationer till vattenföring som kan användas för hydrologiska prognoser. HBV-modellen har senare varit med i internationella jämförelser av hydrologiska prognosmodeller i WMO:s regi och placerat sig bland de bästa modellerna (WMO, 1992). Modellen är halvempirisk vilket innebär att den innehåller ett antal parametrar som fastställs genom kalibrering mot en observerad mätserie.

Indatakravet till modellen har begränsats till de data som normalt finns tillgängliga vid klimatologiska stationer. Dagliga värden på lufttemperatur och nederbörd samt månadsmedelvärden på potentiell evapotranspiration utgör i nuvarande version indata till modellen. Oftast används tidssteget ett dygn för beräkningarna.

Vattenföringen kan presenteras som tillrinning eller utflöde från en sjö/damm både lokalt inom avrinningsområdet eller totalt för flera delavrinningsområden. Med hjälp av avbördningskurvor eller regleringsrutiner kan även vattenståndet i en sjö eller i ett magasin presenteras.

### **3.2.1 Beräkning av maximalt snötäcke**

HBV-modellen har kalibrerats för Vättern vid damm-dimensioneringsberäkningar för Motala Ströms Samfällighetsförening. Vid dessa beräkningar togs också den största snömängden för varje år fram, under perioden 1969 –1994.

För åren 1995-1999 har den årligt största snömängden hämtats från SMHI:s vattenbalanskarta som beräknar bl.a. snömängden med hjälp av HBV-modellen för meteorologiska stationer i området.

## **3.3 Regleringar**

### **3.3.1 Sammanfattning av nuvarande vattenhushållningsbestämmelser**

Konsult Ingvar Erlandsson har gjort följande sammanfattning av vattenhushållningsbestämmelserna för Vättern. Det har varit SMHI:s utgångspunkt i beräkningsarbetet.

#### Rätt till dämning:

Det reglerade vattenståndet får icke överstiga det naturliga med mer än 9 cm när det naturliga vattenståndet skulle ha varit högst +88,30 m. Vid naturliga vattenståndet +88,70 eller högre nivåer, skall dämning icke få förekomma. Vid naturliga vattenstånd mellan +88,30 och +88,70 skall dämningen minskas rätlinjigt från 9 cm till 0.

#### Föreskrift för vattenhushållning:

När det verkliga vattenståndet är högre än 88,80 och samtidigt med mindre än 15 cm understiger det naturliga, skall i medeltal per vecka tappas minst den naturliga avbördningen. Sådan skyldighet föreligger ej då det naturliga vattenståndet är i sjunkande och det verkliga vattenståndet samtidigt är lägre än 88,85.

### **3.3.2 Beräkning av förändrad reglering**

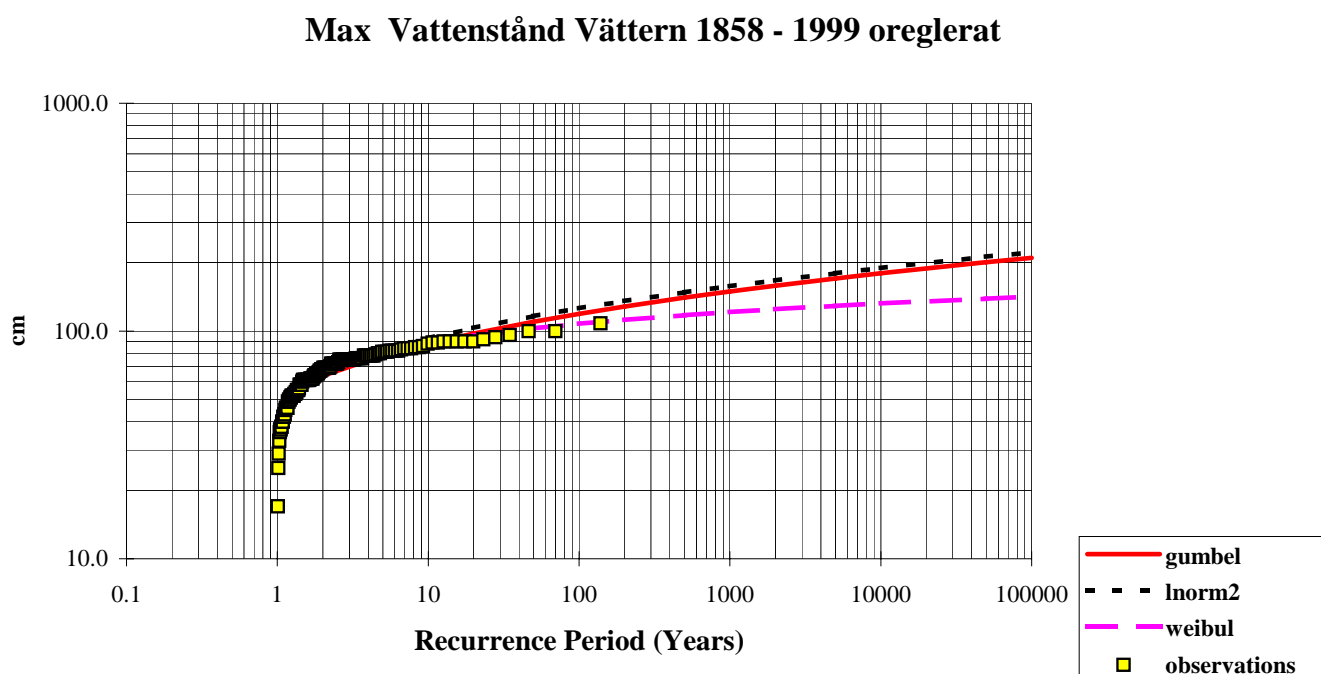
En enkel budgetmodell har skapats för att beräkna hur en förändrad tappning skulle ha påverkat de högsta vattenstånden i Vättern. I beräkningarna har vi antagit konstant area vid olika vattenstånd i Vättern, på samma sätt som det idag görs vid beräkning av naturligt vattenstånd. Vidare har antagits att den reglerade tappningen är densamma nedanför nivåerna 88.70 resp. 88.75 som den registrerade aktuella dag. Beräkningarna har endast gjorts för perioder med höga vattenstånd.



## 4 Resultat

### 4.1 Vattenståndets återkomsttider

Frekvensanalysen visade att ingen av de testade fördelningsfunktionerna (Gumbel, Lognormal2 och Weibul) beskriver serien med Vätterns högsta vattenstånd tillfredsställande. En uppritning av vattenståndsserien jämfört med de tre fördelningsfunktionerna visar att serien ändå följer Weibul-fördelningen tillfredsställande för återkomsttider större än ca 7 år. Se figur 1. Därför har de värden som Weibul-fördelningen ger använts som 10-årsvärdet och 100-årsvärdet i föreliggande rapport.



Figur 1. Resultat av frekvensanalysen av Vätterns högsta vattenstånd

Vattenståndet med 10 års återkomsttid blir med ovan redovisade resonemang 88.89 m.ö.h. och vattenståndet med 100 år återkomsttid blir 89.08 m.ö.h.

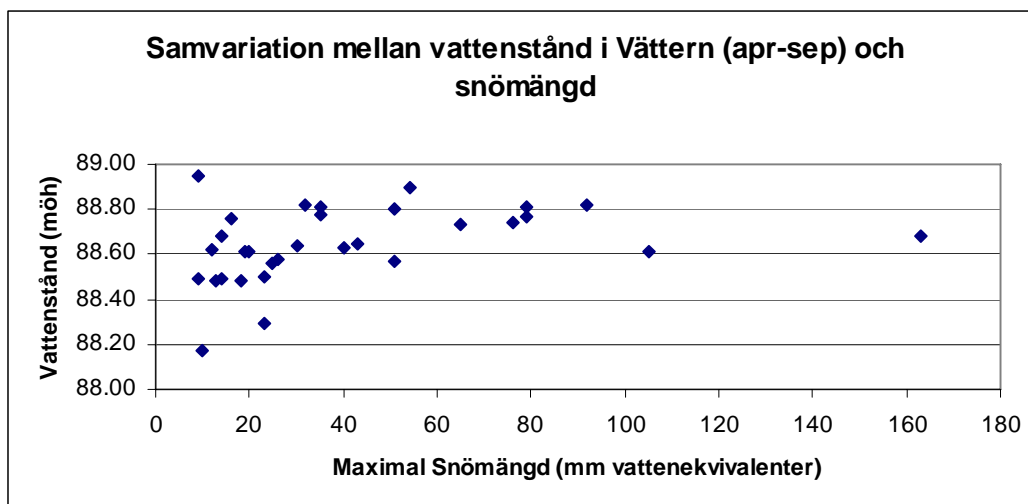
### 4.2 Samvariation mellan höga vattenstånd och årligt högsta snömängd

För att se vilken möjlighet det finns att långt i förväg prognosera höga vattenstånd i Vättern har högsta snömängd varje år jämförts med det högsta vattenståndet under den period som kan ha påverkats av snösmältningen (1/4 – 30/9).

Snömagasinets vatteninnehåll har beräknats med HBV-modellen, fullständiga data redovisas i bilaga 1.

Sambandet mellan höga vattenstånd i Vättern och snömagasinet är i princip obefintligt, som kan ses i figur 2. Korrelationskoefficienten för alla 31 åren är 0.34 och för år med vattenstånd högre än 88.70 är korrelationen  $-0.38$ , d.v.s. ju lägre snömängd ju högre vattenstånd. Vi ser också de två extremåren: 1977 med en snömängd större än 160 mm när endast vattenståndet 88.68, och 1999, vid periodens högsta vattenstånd, är snömängden under 10 mm.

Slutsatsen blir att det är omöjligt att försöka förutse vattenståndet i Vättern med hjälp av snömängden i avrinningsområdet.



Figur 2. Samvariation mellan vattenstånd i Vättern (april-september) och snömängd (1969-1999).

### 4.3 Förändrade regleringar

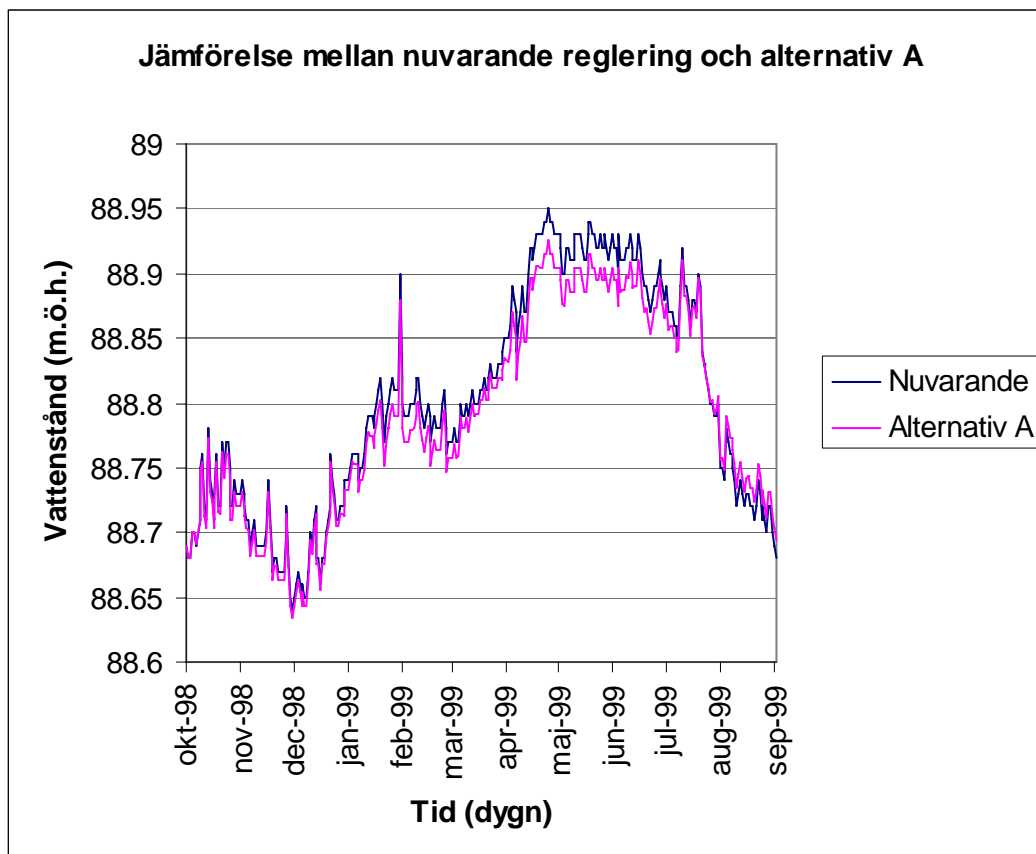
Under tidsperioden 1944–1999 har Vätterns vattenstånd vid två tillfällen överstigit nivån 88.89 (10 års återkomsttid). Dessa två tillfällen (1986 och 1999) har analyserats enligt nedanstående 3 alternativa tappningar.

#### 4.3.1 Alternativ A. Sänka gällande gräns för förhandstappning från 88.80 till 88.70

När det verkliga vattenståndet är högre än 88.70 och samtidigt med mindre än 15 cm understiger det naturliga, skall i medeltal per vecka tappas minst den naturliga avbördningen.

Den tidigare förhandstappningen i alternativ A minskar det högsta vattenståndet den 29 april 1999 med drygt 2 cm från 88.95 till 88.93, se figur 3. Under 1986 års flöde minskade det högsta vattenståndet med 4 cm från 88.90 till 88.86. Effekten

av alternativ A blir också att de högsta tappningarna blir något lägre (2-4 m<sup>3</sup>/s) än vid nuvarande reglering, till följd av det lägre vattenståndet.



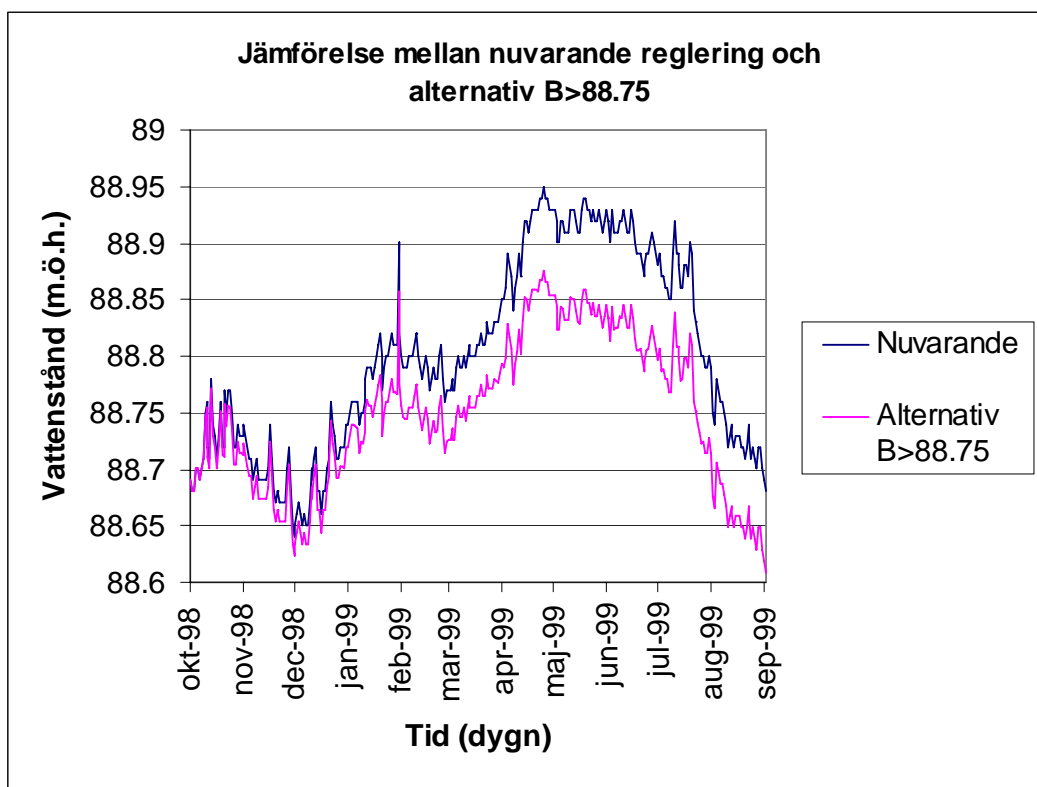
Figur 3. Effekter på vattenståndet i Vättern av en reglering enligt alternativ A under 1999. Det reglerade vattenståndet med nuvarande reglering visas också som jämförelse.

#### 4.3.2 Alternativ B. En fasförskjutning nedåt av nuvarande gränser med 5 till 10 cm.

En ren fasförskjutning av nu gällande dom innebär följande: Samtliga gränser sänks med x cm, och även avbördningskurvan för beräkning av naturlig avbördning och vattenstånd måste fasförskjutas i motsvarande grad. Resultatet av detta överensstämmer med dagens dynamik i vattenstånd, men på en x cm lägre nivå. Om vi vill sänka 1999 års högste vattenstånd (88.95 cm), som har en återkomsttid på ca 20 år, till vattenståndet 88.89 med 10 års återkomsttid, innebär det en fasförskjutning med 6 cm. En förutsättning för att det skall vara möjligt att fasförskjuta nuvarande gränser nedåt är att tillräckligt mycket vatten kan passera älvsträckan mellan själva sjön Vättern och Motala kraftverk vid ett lägre vattenstånd (t.ex. 6 cm) än i dag. Detta gäller också för turbiner och avbördningsanordningar vid Motala kraftverk. I bilaga 3 redovisas en översiktlig genomgång av genomförda och beräknade tappningar vid Motala kraftverk. Resultaten visar att vid högre vattenstånd är det inga problem att få ut vattnet och vid vattenstånd ned till 88.02 går det att sänka med 10 cm. För lägre vattenstånd krävs en mer omfattande utredning om alternativ B skall utredas vidare.

Ett annat alternativ är att behålla dagens gränser, men vid vattenstånd > 88.75 förhandstappas enligt naturlig vattenstånd +6 cm. Det är detta alternativ som utvecklas vidare i nedanstående analys och kallas alternativ B>88.75

Den tidigare förhandstappningen i alternativ B>88.75 minskar det högsta vattenståndet den 29 april 1999 med drygt 7 cm från 88.95 till 88.88, se figur 4. Under 1986 års flöde skulle det högsta vattenståndet ha minskat med 8 cm från 88.90 till 88.82. Effekten av alternativ B>88.75 blir också att de högsta tappningarna blir något högre (6-7 m<sup>3</sup>/s) än vid nuvarande reglering.



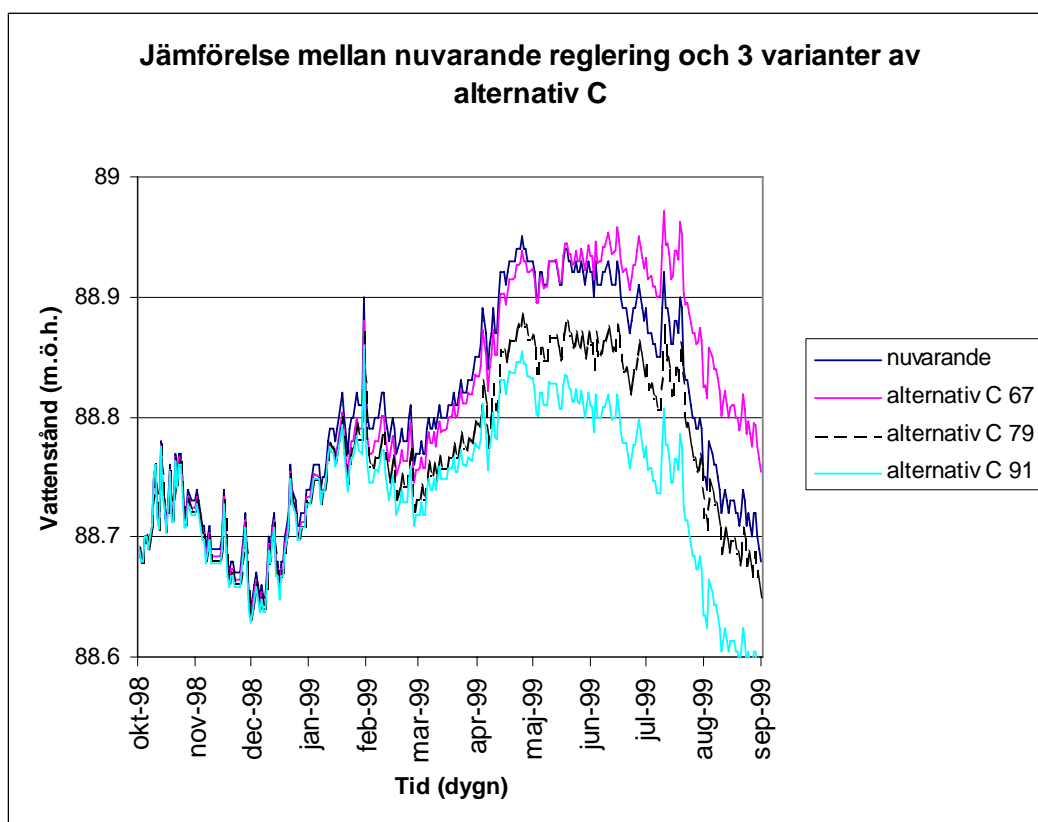
Figur 4. Effekter på vattenståndet i Vättern av en reglering enligt alternativ B>88.75 under 1999. Det reglerade vattenståndet med nuvarande reglering visas också som jämförelse.

#### 4.3.3 Alternativ C. En föreskrift om ökad tappning vid vattenstånd över 88.75

Vid vattenstånd över 88.75 fastställs en minimi-tappning, som testas fram så att vattenståndet 88.89 (10 års återkomsttid) ej överskrids under år med höga vattenstånd.

Här har vi experimenterat med 3 konstanta tappningar. Vi kan direkt konstatera att detta alternativ behöver kompletteras med en återgång till avbördningskurvan vid ett givet vattenstånd för att säkerställa att vi inte får värre vattenstånd än det naturliga vid framtida eventuellt ännu extremare situationer. Det syns tydligt i

figur 5 alternativ C 67, där den konstanta tappningen förvärrar vattenståndet jämfört med nuvarande reglering. Alternativ C 79 verkar vara det rimligaste alternativet som ger önskat vattenstånd (vid dessa flöden) och samtidigt lägre högsta tappning från Vättern än nuvarande reglering. Detta skulle i så fall kunna kombineras med avbördningskurvan och endast gälla vid vattenstånd mellan 88.75 och 88.90. Mer detaljer redovisas i tabell 1 och 2.



Figur 5. Effekter på vattenståndet i Vättern av en reglering enligt 3 varianter av alternativ C under 1999. Det reglerade vattenståndet med nuvarande reglering visas också som jämförelse.

- Alternativ C 67 innebär konstant tappning av  $67 \text{ m}^3/\text{s}$  vid  $\text{vst} > 88.75$
- Alternativ C 79 innebär konstant tappning av  $79 \text{ m}^3/\text{s}$  vid  $\text{vst} > 88.75$
- Alternativ C 91 innebär konstant tappning av  $91 \text{ m}^3/\text{s}$  vid  $\text{vst} > 88.75$

Datum	Nuvarande (m.ö.h.)	Naturligt (m.ö.h.)	Alternativ C 67 (m.ö.h.)	Alternativ C 79 (m.ö.h.)	Alternativ C 91 (m.ö.h.)
1986-05-25	88.90	88.89	88.87	88.84	88.82
1999-04-29	88.95	88.94	88.94 (88.97)	88.89	88.86

Tabell 1. Vattenstånd vid de 2 högsta vattenstånden i Vättern under perioden 1944 till 1999.

- Nuvarande reglering
- Beräknat naturligt vattenstånd
- Alternativ C 67 innebär konstant tappning av 67 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75, inom parentes har redovisats det högsta vattenståndet under perioden eftersom det avviker från övriga fall.
- Alternativ C 79 innebär konstant tappning av 79 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75
- Alternativ C 91 innebär konstant tappning av 91 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75

Datum	Nuvarande (m <sup>3</sup> /s)	Naturlig (m <sup>3</sup> /s)	Alternativ C 67 (m <sup>3</sup> /s)	Alternativ C 79 (m <sup>3</sup> /s)	Alternativ C 91 (m <sup>3</sup> /s)
1986-05-25	77	77	67	79	91
1999-04-29	87	84	67	79	91

Tabell 2. Vattenföring ut ur Vättern vid de 2 högsta vattenståndstillfällena under perioden 1944 till 1999.

- Nuvarande reglering. Naturlig vattenföring anger minsta föreskriven tappning
- Beräknat naturlig vattenföring
- Alternativ C 67 innebär konstant tappning av 67 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75
- Alternativ C 79 innebär konstant tappning av 79 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75
- Alternativ C 91 innebär konstant tappning av 91 m<sup>3</sup>/s vid vst > 88.75

## 5 Slutsatser

Alternativ B, B > 88.75 och alternativ C med 79 eller 91 m<sup>3</sup>/s ger som resultat att Vätterns maximala vattenstånd kan fås under 10-årsvärdet 88.89 m. Däremot skulle inte en sänkning av gränsen för förhandstappning från nuvarande 88.80 m till 88.70 m fått vattenståndet 1999 att bli lägre än 88.89 m. Alternativ B innebär ingen förändrad tappning och alternativ C 79 t.o.m. en minskad högsta tappning ur Vättern, i övriga fall ökas den högsta tappningen.

I SMHI:s beräkningar har de två tillfällena som överskrider 10 års värdet, under perioden 1944-1999 analyserats. Det högsta av dessa tillfällena 1999 har endast en återkomsttid på ca 20 år, vilket skiljer sig från 100 årsvärdet med 13 cm (1867 års värde).

Endast beräkningar av vattenståndet i och tappning från Vättern har ingått i uppdraget till denna rapport. Eftersom nedströms liggande områden är känsliga för hur mycket som tappas från Vättern, måste även detta vägas in i den slutliga bedömningen av hur Vättern ska regleras.

## Referenser

Amrén A. (1996). Motala Ström- vattenståndsberäkningar vid dimensionerande flöde. Uppdragsrapport gjord av SMHI på uppdrag av Motala Ströms Samfällighetsförening.

Bergström S. (1976). Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments. SMHI RHO 7.

Bergström S. (1992). The HBV model - its structure and applications. SMHI RH No 4.

World Meteorological Organization, WMO (1992). Simulated real-time intercomparison of hydrological models. Operational hydrology report No. 38. WMO No. 779.

# Bilagor

## Bilaga 1. Årligt högsta snömagasin och högsta vattenstånd.

År	snömagasin (mm)	Högsta vst (möh) (april-sept)
1969	92	88.82 (1/6)
1970	105	88.61 (3/9)
1971	20	88.61 (9/8)
1972	43	88.65 (20/7)
1973	13	88.48 (10/6)
1974	23	88.29 (10/4)
1975	26	88.58 (21/5)
1976	10	88.17 (21/6)
1977	163	88.68 (24/7)
1978	35	88.81 (17/9)
1979	79	88.77 (13/9)
1980	40	88.63 (20/8)
1981	32	88.82 (31/7)
1982	76	88.74 (1/5)
1983	14	88.68 (3/6)
1984	23	88.50 (12/7)
1985	79	88.81 (11/8)
1986	54	88.90 (16/5)
1987	65	88.73 (11/9)
1988	51	88.80 (5/5)
1989	19	88.61 (10/5)
1990	14	88.49 (4/4)
1991	12	88.62 (10/7)
1992	9	88.49 (7/5)
1993	18	88.48 (13/8)
1994	51 (50 )	88.57 (22/6)
1995	35	88.78 (4/7)
1996	30	88.64 (14/7)
1997	25	88.56 (5/7)
1998	16	88.76 (21/9)
1999	9	88.95 (40/4)

*Tabellen visar den största snömängden varje år under perioden 1 januari till 31 maj och det högsta vattenståndet i Vättern under perioden 1 april till 30 september.*

Snömagasinet har beräknats för hela avrinningsområdet med HBV-modellen för 1969-1994 och för närliggande meteorologiska stationer för åren 1994-1999. Det överlappande året 1994 har tagits fram som jämförelse mellan de två metoderna.

*Vattenstånden har hämtats från SMHI:s pegel Motala(Nr.67-154) och datumet för högsta vattenstånd anges inom parentes.*



## Bilaga 2. Damm- och kraftverksinformation för Motala Ströms huvudfåra.

<i>Kraftverk</i>	<i>Utskovskapacitet (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Vattenstånd (möh)</i>	<i>Dim. Q (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Turbinkap. (m<sup>3</sup>/s)</i>
<b>Motala</b>	135	88.7	148	120
	140	89.1		
	160	90.0		
<b>Borensberg</b>	155	73.65	148	92
<b>Malfors</b>	260	65.5-65.7	148	95
	270	66.04		
	275	66.2-66.5		
<b>Nykvarn</b>	200	37.59	148	92
<b>Älvås</b>	285	33.62	769	90
	322	35		
	388	36		
	454	37		
<b>Skärblacka</b>	360	30.56	769	150
	456	31.5		
	552	32.5		
<b>Grunddamm</b>	300	26.5		
	330	26.7		
	495	27.7		
<b>Fiskeby</b>	384	22.4	796	170
	400	22.5		
	416	22.6		
	432	22.7		
	512	23.2		
	695	24.2		
<b>Holmen: Grytdammen</b>	360	18.22	680	165
	736	20.22		
<b>Bergsbrodammen</b>	360	16.4	680	
	760	18.4		
<b>Bergsbron-Havet</b>	360	12.1	680	40
	788	14.1		
<b>Hästkodammen</b>	20.9	3.555	680	
	300	4.9		
	500	6.9		

**Tabellen visar damm- och kraftverksinformation för Motala Ströms huvudfåra.**

- *Utskovskapaciteten (känd och extrapolerad ) svarar mot resp. vattenstånd.*
- *Dim. Q är dimensionerande vattenföring beräknad enligt flödeskommitténs riktlinjer.*
- *Turbinkapacitet är maximal vattenföring som kan gå igenom turbinerna.*

*Informationen har hämtats från utredningen ” Motala Ström- vattenståndsberäkningar vid dimensionerande flöde ” (A. Amrén 1996). Utredningen är gjord av SMHI på uppdrag av Motala Ströms Samfällighetsförening.*

### Bilaga 3. Fysiska gränser för avbördningen ur sjön Vättern

Tabellen visar att det är fullt möjligt att fasförskjuta vattenstånden i Vättern 10 cm nedåt och ändå kunna avbörda fastställda mängder. Vid en sådan fasförskjutning måste det vid nivån 87.92 gå att avbörda den naturliga avbördningen vid nivån 88.02, d.v.s. 10.8 m<sup>3</sup>/s. Under nivån 87.92 är det osäkert vad som går att avbörda och därför bör en noggrannare analys göras för dessa vattenstånd om det blir aktuellt med en fasförskjutning av nuvarande regleringsbestämmelser.

Vattenstånd i Vättern (m.ö.h.)	Naturlig avbördning (m <sup>3</sup> /s)	Registrerad reglerad avrinning från Vättern, vid låga vst. (m <sup>3</sup> /s)	Tappningsförmåga luckutskov (m <sup>3</sup> /s)
90.20			160 (90.00)
89.30	120		140 (89.10)
89.10	104		
89.05	97		
89.00	91		
88.95	85		
88.90	79		135 (88.70)
88.85	73		
88.80	67		134 (88.60)
88.75	61		
88.70	55		132 (88.50)
88.60	45		131 (88.40)
88.50	37		130 (88.30)
88.40	30		129 (88.20)
88.30	24		128 (88.10)
88.20	19		126 (88.00)
88.12		61	
88.10	14		125 (87.90)
88.04		42	
88.02	10.8		
88.00	10		124 (87.80)
87.98		21	
87.92	7.4	10.7	
87.90	6.9		
87.80	4.2		
87.70	2.1		
87.6	0		

*Tabellen visar möjliga flöden från Vättern vid olika vattenstånd.*

- *Naturlig avbördning: Det finns en avbördningskurva för naturlig avbördning från Vättern 1928, men efter det har det skett rensningar på sträckan mellan sjön Vättern och Motala kraftverk. Detta innebär att kurvan inte gäller för dagens situation.*
- *Registrerad reglerad avrinning från Vättern, vid låga vst: Vid höga vattenstånd > 88.70 är det dokumenterat att tappningsförmågan vid luckutskoven stämmer väl med den verkliga avbördningen, men för låga vattenstånd har vi inte funnit sådana uppgifter. Därför redovisas här dokumenterad tappning. T.ex. tappades 10.7 m<sup>3</sup>/s som dygnsmedelvärde vid vattenståndet 87.92 under torrperioden 1996.*
- *Tappningsförmåga luckutskov: Det finns bra data för avbördning från Motala kraftverk. Vid höga flöden har uppgivits att fallförlusten mellan sjön Vättern och Motala kraftverk är mellan 10 och 20 cm (Amrén, 1996). Vi antagit att fallförlusten är 20 cm vilket för de lägre flödena är en kraftig övervärdering, men vi överskattar i varje fall inte tappningsförmågan. Vattenståndet vid Motala krv har angivits inom parantes. Förutom luckutskoven kan 120 m<sup>3</sup>/s tappas genom turbinerna.*

DEL 4



## Förändrad regleringsstrategi för Vättern och möjligheter att klara ökade flöden genom Roxen

Jonas German, Hanna Gustavsson och Dan Eklund

Uppdragstagare <b>SMHI</b>  601 76 Norrköping	Kontaktperson Jonas German 011-495 8596 jonas.german@smhi.se
Uppdragsgivare Jönköpings kommun	Kontaktperson Bengt Martinsson 036-10 56 60 bengt.martinsson@jonkoping.se
Distribution	
Klassificering (x) Affärssekretess	
Nyckelord	
Övrigt	

## **Innehållsförteckning**

<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>1</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>2</b>
<b>BAKGRUND</b> .....	<b>2</b>
<b>MÖJLIGHETER ATT KLARA ÖKADE FLÖDEN GENOM ROXEN</b> .....	<b>2</b>
<b>Metodik</b> .....	<b>2</b>
<b>Resultat</b> .....	<b>3</b>
<b>FÖRÄNDRAD REGLERINGSSTRATEGI FÖR VÄTTERN</b> .....	<b>4</b>
<b>Dagens reglering</b> .....	<b>4</b>
<b>Ny regleringsstrategi</b> .....	<b>4</b>
<b>Beräkningsmodell</b> .....	<b>5</b>
<b>Resultat och diskussion</b> .....	<b>6</b>
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>12</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>12</b>

## Sammanfattning

Jönköpings kommun är intresserad av en förändrad reglering av Vättern för att minska de högsta vattenstånden i sjön. I denna studie har effekten av en förändrad avtappning vid höga vattenstånd undersökts. Resultaten visar att det är möjligt att minska de båda de högsta vattenstånden och varaktigheten av perioder med höga vattenstånd genom en förändrad avtappning.

Vid tidigare studier har det rått osäkerhet om möjligheterna att klara av att hantera mer vatten genom Roxen utan att bryta mot befintlig vattendom. Detta har också undersökts och ett ökat flöde går att klara utan problem med vattendomen.

## Bakgrund

På grund av landhöjningsskillnaden mellan Motala och Jönköping stiger Vätterns vattenstånd i Jönköping. Sedan nuvarande vattendom för Vättern trädde i kraft 1958 beräknas vattenståndet ha ökat med omkring 8 cm (German, 2008). Detta gör att Jönköping långsiktigt får problem med översvämningar vid höga vattenstånd. För att minska problemen önskar Jönköpings kommun en omprövning av vattendomen för att minska påverkan vid höga vattenstånd. Under början av 2000-talet gjordes flera utredningar om möjligheter att förändra regleringsstrategin för att hålla nere de högsta vattenstånden i Vättern (Sanner och Losjö, 2000). Man identifierade några möjliga alternativa tappningsstrategier som skulle kunna minska de höga vattenstånden 1986 och 1999, dock slutfördes aldrig utredningen med beräkningar på längre tidsserier. Det gjordes också en utredning av nedströms effekter av en ökad tappning för att kontrollera om det skulle vara möjligt att klara ökade flöden genom Roxen utan att bryta mot vattendomen där (Losjö, 2001). Vattendomen för Roxen bygger på att vattennivån i princip ska följa den naturliga nivån, som skulle ha rått om Roxen var oreglerad. Vid måttligt höga vattenstånd tillåts dock nivån att avvika något från den naturliga för att möjliggöra korttidsreglering av flöden till förmån för kraftproduktionen nedströms. Slutsatsen från utredningen 2001 var att man skulle få svårt att klara ett extra flöde på 35 m<sup>3</sup>/s, det utreddes dock aldrig hur mycket högre flöden man skulle kunna klara genom Roxen inom befintlig vattendom. 2007 var återigen ett år med högt vattenstånd i Vättern och 2009 initierade Jönköpings kommun att fortsätta med utredningsarbetet. Det bestämdes då att först gå vidare med nedströmseffekter i Roxen för att se hur mycket högre flöden som den klarar och sedan undersöka hur det ökade flödet kan användas för att minska Vätterns vattenstånd. Föreliggande rapport redovisar dessa två delstudier.

## Möjligheter att klara ökade flöden genom Roxen

### Metodik

Under 2008 gjordes en översvämningsskartering för bland annat Roxen på uppdrag av Linköpings och Norrköpings kommuner (Björn *m.fl.* 2008). Inom detta projekt lodades sträckan från Roxens utlopp vid Norsholm ner till regleringsdammen i Älvås (Kimstad). Indata från lodningen användes vid uppsättning av en hydraulisk modell som sedan kalibrerades mot flödesuppgifter och vattenståndsuppgifter i Roxen och Älvås. Resultatet är en modell med bättre beskrivning av vattendraget än den modell som användes i utredningen från 2001. Denna nya modell kontrollerades mot de kalibreringsdata som fanns att tillgå 2001 och befanns återskapa fallförlusterna tillfredsställande. Den användes sedan för att beräkna hur höga flöden som kan gå genom Roxen vid olika nivåer utan att vattendomen bryts.

## Resultat

Modellen testades mot mätdata för Roxen. Resultat för tre olika tillfällen redovisas i Tabell 1. För extremtillfället 1966 finns ingen uppgift om nivån vid Älvås utan den har ansatts efter vad den bör ha varit utifrån kunskapen om avbördningskapaciteten i dammen.

Tabell 1 Modellerat vattenstånd jämfört med uppmätt vattenstånd för tre olika flödestillfällen.

Flödestillfälle	Flöde (m <sup>3</sup> /s)	Uppmätt nivå Älvås (RH70)	Uppmätt nivå Norsholm (RH70)	Beräknad nivå Norsholm (RH70)
2007.10	70	33,22	33,30	33,38
2007.07.29	190	33,59	34,27	34,25
1966	247	(33,70*)	34,56	34,60

\*Nivån är inte mätt utan ansatt i efterhand.

Vid studien över nedströmseffekter 2001 plockade man fram fallförluster mellan Norsholm och Älvås för att kalibrera och verifiera modellen. Fallförlusterna visade på en spridning varierade över tiden vid samma flöden. Dessa fallförlustkurvor användes nu för att jämföra med modellberäknade fallförluster för 2008 års modell och befanns ligga inom det uppmätta intervallet för de testade tillfällena.

2008 års modell användes sedan för att testa hur höga stationära flöden som kan passera genom Roxen vid den naturliga vattennivån. Resultaten för 5 olika nivåer, varierande från under medelvattennivån (medelvattenföringen/medelvattenståndet är fall 2 med naturligt flöde på 74 m<sup>3</sup>/s) till en högvattennivå redovisas i Tabell 2. Det antogs att vattenståndet vid Älvås kunde hållas konstant vid sänkingsgränsen 32,84. Det kan konstateras att så länge som inte flödet från Vättern ökas med mer än omkring 40 (m<sup>3</sup>/s) vid i övrigt normala förhållanden så klaras flödesökningen av Roxen. Vid höga naturliga flöden kan större flöden än så hanteras.

Tabell 2 Sammanställning av avbördningsförmåga från Roxen.

Tillåtet vattenstånd Roxen (RH70)	Modellerad nivå i Roxen (RH70)	Modellerad vattenföring från Roxen (m <sup>3</sup> /s)	Naturligt flöde enligt avbördningskurva (m <sup>3</sup> /s)	Motsvarar flöde/vattenstånd
33,22*	33,22	90	52	
33,45*	33,44	120	74	MW
34,01	34,01	195	130	MHW
34,74	34,74	303	208	HHW
35,15	35,14	370	256	HHQ (1966)

\*Hänsyn tagen till att viss dämning är tillåten vid dessa nivåer



# Förändrad regleringsstrategi för Vättern

## Dagens reglering

Dagens reglering av Vättern bygger på att vattennivån vid höga vattenstånd tillåts följa den naturliga men inte överstiga den och tillåts följa det naturliga vid låga vattenstånd men inte understiga det. Vid vattenstånd kring det normala tillåts en avvikelse från naturligt vattenstånd. När vattenståndet stiger över vissa nivåer finns också ett krav på en minsta tappning. Villkoren för Vätterns reglering vid höga vattenstånd är:

Om  $W_n > 88.70$  så skall  $W \leq W_n$

och om

$W > 88,8$  samt  $W_n - W < 0,15$  skall  $Q \geq Q_n$ , dock ej om  $W \leq 88,85$  och  $W_n$  är i sjunkande

Där

$W_n$  = naturligt vattenstånd

$Q_n$  = naturlig avbördning

$W$  = observerat vattenstånd

$Q$  = verklig tappning

Det naturliga vattenståndet räknas fram som veckomedel och finns arkiverat hos SMHI.

## Ny regleringsstrategi

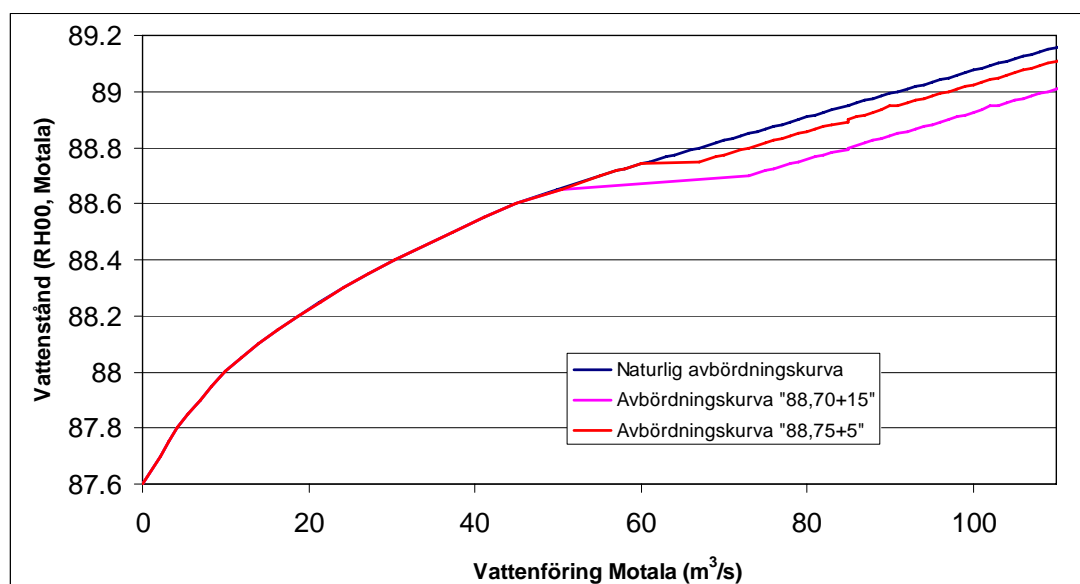
Ansatsen vid denna studie har varit att försöka hålla kvar grundläggande regleringsprinciper, men att tvinga fram högre tappningar vid höga vattenstånd. Målsättningen har varit att inte ändra på förhållanden vid vattenstånd kring medelvattenytan eller lägre. Vid tidigare studier har två olika ansatser visat sig vara möjliga att använda, dels att förhandstappa en fast tappning vid vattenstånd över en viss nivå, dels att tappa enligt den naturliga avbördningskurvan men för ett vattenstånd som är X cm högre än det naturliga. Den första metoden har olägenheten att den kan tvinga fram stora tappningsökningar vid en måttlig vattennivå för att hålla nere det högsta vattenståndet. Används naturliga avbördningskurvan istället fås visserligen en ökning av tappningen när den föreskrivna tappningen träder i kraft, men den är mindre än för en fast tappning och trappas sedan upp med stigande vattenstånd. Två olika vattennivåer då tappning enligt fastställd kurva skall ske har testats, nämligen dels vid 88,75 (RH00, pegel i Motala) som är den nivå som användes av Sanner och Losjö (2000), dels vid 88,70 som är den nivå då Vättern enligt dagens dom inte får överstiga den naturliga vattennivån. Tappningar som testats är med en tappning enligt naturlig avbördningskurva men för en nivå som är 5, 10 eller 15 cm högre än det naturliga vattenståndet, enligt:

Om  $W > 88.70$  (alternativt 88,75) så ska  $Q \geq Q_n$  för en nivå 5, 10 alternativt 15 cm över  $W_n$

Se också exempel på avbördningskurvor i Figur 1. Av de 6 olika regleringarna kommer alternativet ”88,70+15” vara den som ger störst ökning av avtappningen. Jämfört med

naturlig avbördning från Vättern kommer flödet öka med ca 18 m<sup>3</sup>/s. Skillnaden mellan verkligt uppmätt tappning och tappning enligt det nya alternativet kan bli betydligt större beroende av hur regleraren valt att tappa.

Indata vid beräkningen har varit en tillrinningsserie för Vättern som beräknats utifrån tappning vid Motala samt observerat vattenstånd i Motala, den naturliga avbördningskurvan för Vättern, observerat vattenstånd samt beräknat naturligt vattenstånd.



Figur 1 Naturliga avbördningskurva för Vättern, jämfört med två av de parallellförflyttade avbördningskurvor som har provats.

Beräkning har gjorts för 50-årsperioden 1958-2007. Dessutom har en beräkning för ett regleringsalternativ gjorts för 150-årsperioden 1858 (så långt tillbaka som SMHI har data) till och med 2007.

## Beräkningsmodell

För att testa olika regleringsmöjligheter har en beräkningsmodell använts som matematiskt beskriver Vätterns tappning. Då den i tidigare studier använda tappningsmodellen inte längre finns tillgänglig så har hela modellen programmerats om i en ny mjukvara (MatLab). Detta arbete har i huvudsak genomförts inom en studie av Mälarens reglering och kunnat återanvändas med viss modifikation för Vättern.

Indata till modellen är tillrinning till Vättern för perioden 1976-2005. Vätterns nivå beräknas genom att det tillrinnande vattnet i modellen magasineras i Vättern och släpps ut ur Vättern genom den beskrivning av sambandet mellan vattennivå och tappning som finns i den naturliga avbördningskurvan. Eftersom Vättern är reglerad, men vid de flesta tillfällen med höga nivåer har följt den naturliga vattennivån, tas ingen hänsyn till vattenhushållarens möjligheter att reglera vid måttliga vattenstånd. Förenklat kan den aktuella vattennivån i Vättern beskrivas som:

Vattennivån i Vättern i dag = (Tillrinning – Tappning )/Vätterns area+ Vattennivån igår.

Vätterns area har vid beräkningarna antagits vara konstant 1893 km<sup>2</sup>.

Tillrinning kan inte mätas direkt utan den beräknas utgående från uppmätt tappning och observerad vattenståndsförändring. En centimeter på Vätterns totala yta motsvarar en dygnstappning på ca 220 m<sup>3</sup>/s. Av denna anledning ger små mätfel i observerat vattenstånd upphov till mycket stora fel i den beräknade tillrinningen. Då Vätterns vattenstånd mäts i Motala, får effekter som exempelvis vindpåverkan stor betydelse. Ett fel i Vätterns vattenstånd på 5 cm ger i sin tur ett fel i beräknad tillrinning på 5\*220m<sup>3</sup>/s = 1100 m<sup>3</sup>/s. Utslaget över några dagar tar dessa fel ut varandra, men kan för enstaka dagar ha stor betydelse. I de här redovisade beräkningarna har därför en justerad tillrinningsserie beräknad med rullande medelvärde m.h.a. Pascals triangel använts. Detta ger en jämnare beräknad tillrinning.

Utvärderingen sker dels genom statistik för hela 50-års perioden dels genom ett urval av bilder för tillfällena med högt vattenstånd i Vättern. För ett av alternativen beräknas också statistik för 150-årsperioden 1858-2007.

## Resultat och diskussion

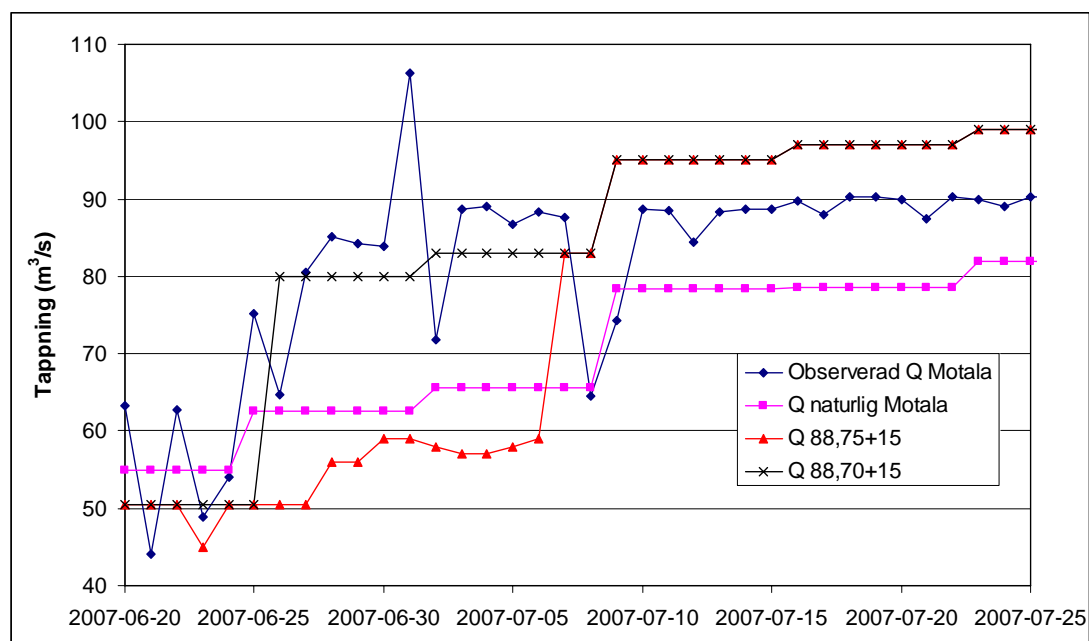
I Tabell 3 redovisas vattenståndsstatistik för 50-års perioden 1958-2007, dels observerade data för dagens vattenstånd, dels beräknat för 6 olika regleringsalternativ. Det framgår att den effektivaste strategin för att hålla nere vattennivån är alternativet 88,70+15 vilket sänker maxvattenståndet med 7 cm. Det maximala vattenståndet inträffar för den observerade serien den 30/4 1999, då det är 88,95. Med ny reglering enligt alternativet "88,70+15" skulle Vättern 1999 kulminera på 88,81 (den 23/4-1/5). Maxvattenståndet för de nya regleringarna inträffar istället den 27/7 2007 (på nivån 88,88 med reglering enligt alternativet "88,70+15"). Observerat högsta vattenstånd 2007 var 88,89 den 27-29/7.

Sammanställningen för vattenstånd på nivån över 88,85 visar att antalet dagar med vattenstånd över 88,85 faktiskt tycks öka för alternativen 88,70+10 och 88,70+15 jämfört med 88,75+10 och 88,75+15, dessutom skulle maxvattenståndet 2007 enbart minska med 1 cm enligt diskussionen ovan. Detta förklaras av händelser vid högvattensituationen 2007. Vid beräkningen av vattenstånd för nya regleringen antas att regleringen, och därmed vattennivån i Vättern, sköts identiskt med dagens situation fram till dess att det observerade vattenståndet överskrider tröskelvärdet. Vid vattenstånd över tröskelvärdet tappas enligt den nya avbördningskurvan. Det som hände 2007 var att regleraren valde att frivilligt tappa mer än nödvändigt från Vättern under en period i juni 2007 och att denna tappning var högre än den som fås i den nya avbördningskurvan, därför minskar tappningen under en period då den nya avbördningskurvan gäller istället för den verkliga tappningen, se Figur 2.

Jämfört med den verkliga vattenståndsutvecklingen skulle Vättern under de år då vattenståndet överstigit 88,70 respektive 88,75 ha kulminerat på en lägre nivå än den observerade för samtliga nya avbördningskurvor.

Tabell 3 Observerade vattenstånd med dagens reglering och beräknade vattenstånd för alternativa regleringar under 50-årsperioden 1958-2007.

1958-2007	Observerat	Beräknat med ny reglering					
		88,75+5	88,75+10	88,75+15	88,70+5	88,70+10	88,70+15
maxvattenstånd:	88.95	88.89	88.88	88.87	88.9	88.89	88.88
Vattenstånd > 88.7							
Antal dagar:	2550	2539	2526	2510	1664	1469	1283
Antal dagar/år:	51.0	50.8	50.5	50.2	33.3	29.4	25.7
Antal år:	25	25	25	25	22	22	22
Antal tillfällen/år >	2.9	2.9	3.0	3.0	1.3	1.4	1.3
Längsta sammanhängande period:	252	252	222	215	215	206	121
Vattenstånd > 88.75							
Antal dagar:	1160	656	576	494	575	434	313
Antal dagar/år:	23.2	13.1	11.5	9.9	11.5	8.7	6.3
Antal år:	22	14	14	14	11	10	8
Antal tillfällen/år >	2.0	0.8	0.7	0.8	0.5	0.4	0.4
Längsta sammanhängande period:	203	145	139	108	135	97	59
Vattenstånd > 88.8							
Antal dagar:	411	224	155	119	210	124	56
Antal dagar/år:	8.2	4.5	3.1	2.4	4.2	2.5	1.1
Antal år:	13	5	5	4	7	4	2
Antal tillfällen/år >	0.6	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
Längsta sammanhängande period:	131	113	70	47	83	51	43
Vattenstånd > 88.85							
Antal dagar:	154	67	14	7	45	18	10
Antal dagar/år:	3.08	1.34	0.28	0.14	0.9	0.36	0.2
Antal år:	4	2	1	2	2	1	1
Antal tillfällen/år >	0.26	0.04	0.02	0.04	0.12	0.06	0.04
Längsta sammanhängande period:	94	64	14	5	14	9	6

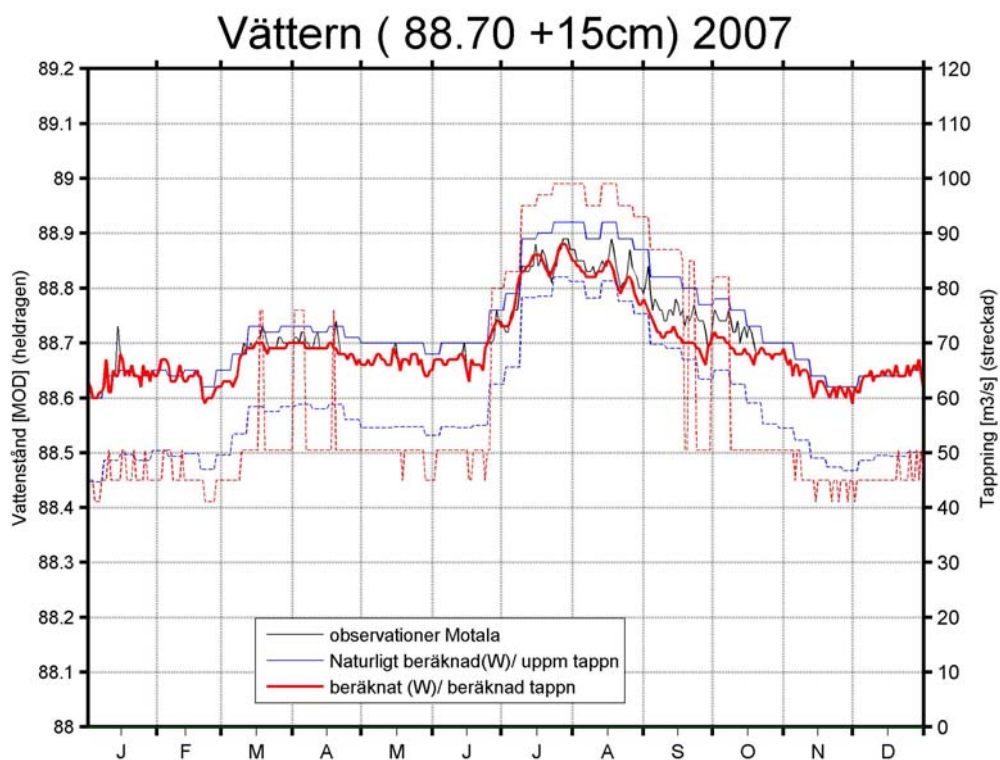


Figur 2 Tappning i Motala för juni/juli 2007.

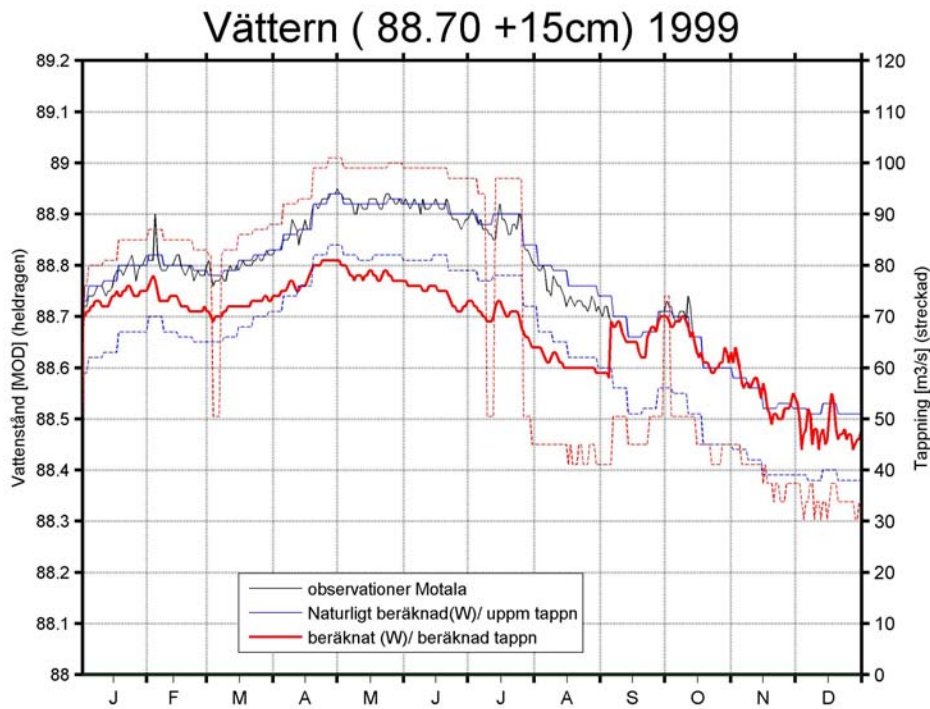
I Figur 3 till Figur 5 visas vattenståndsutvecklingen för det mest extrema av de olika regleringsstrategierna, ”88,70+15”, för de tre åren 2007, 1999 och 1966. De visar tre olika situationer. 2007, som diskuterats ovan, där det redan i dagens situation valdes att tappas mycket när nivån var i stigande vilket resulterar i en måttlig effekt av en ny regleringsstrategi. 1999, det år under perioden 1958-2007 som har det högsta registrerade

vattenståndet. Det ska också noteras att vattenståndet var högt redan vid ingången av 1999. 1966 är med eftersom det vattenståndet steg väldigt snabbt det året (i samband med den kraftiga vårfloden). I Figur 6 visas sedan som jämförelse vattenståndsutvecklingen under 1999 för den regleringsstrategi som ger minst ökning av tappningen ("88,75+5").

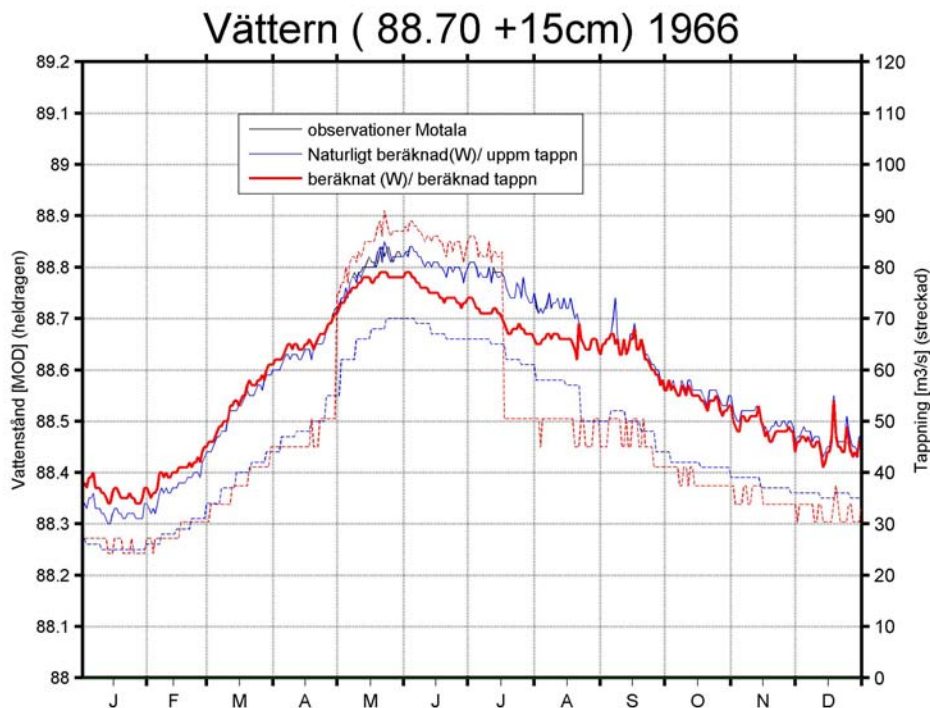
Att notera i figurerna är att tappningen (röd streckad kurva) ibland ändras upp och ner snabbt. Detta orsakas av det momentana hopp i avbördningskurvan vid den nivå då den parallellförflyttas (se Figur 1), vid en verklig reglering skulle regleraren, om så önskades, kunna undvika detta genom att fortsätta med en hög tappning lite längre. När vattenståndet sjunkit ner och regleringen ska återgå till den normala fås också ett hack i vattenstånds-kurvan, ses extra tydligt i slutet av augusti 1999 (Figur 4). Redan i slutet av juli 1999 släpps egentligen kravet på extra tappning och det som händer i slutet av augusti är att beräkningen enligt den nya avbördningskurvan avbryts och det antas då att observerade vattenståndet är det som gäller fram tills nästa tillfälle då observerat vattenstånd överstiger 88,70. Detta påverkar inte de nu gällande vattenhushållningsföreskrifternas regler vid låga vattenstånd, eftersom de börjar gälla först vid nivån 88,41.



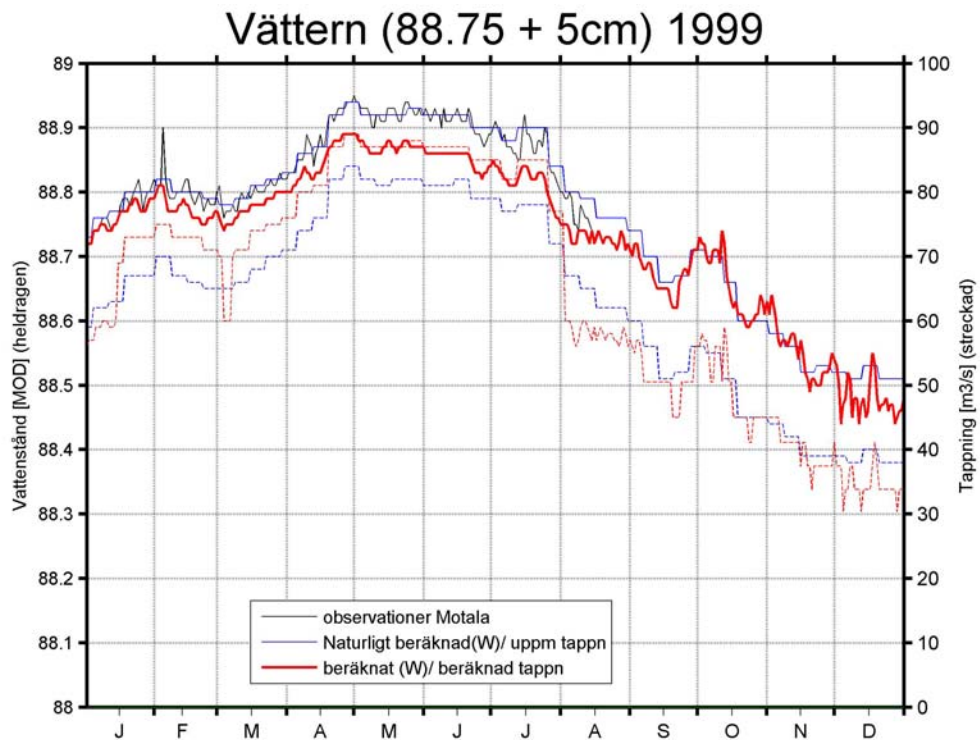
Figur 3 Vattenståndsutveckling under 2007 för tappningsalternativet "88,70+15. Streckade linjer visar avbördningen och den streckade blå linjen visar naturlig avbördning, d.v.s. gällande minimitappning för nivåer över 88,8, inget hindrar dock regleraren från att tappa mer.



Figur 4 Vattenståndsutveckling under 1999 för tappningsalternativet "88,70+15".  
 Streckade linjer visar avbördningen och den streckade blå linjen visar naturlig avbördning, d.v.s. gällande minimitappning för nivåer över 88,8, inget hindrar dock regleraren från att tappa mer.



Figur 5 Vattenståndsutveckling under 1966 för tappningsalternativet "88,70+15".  
 Streckade linjer visar avbördningen och den streckade blå linjen visar naturlig avbördning, d.v.s. gällande minimitappning för nivåer över 88,8, inget hindrar dock regleraren från att tappa mer.



Figur 6 Vattenståndsutveckling under 1999 för tappningsalternativet "88,75+5". Streckade linjer visar avbördningen och den streckade blå linjen visar naturlig avbördning, d.v.s. gällande minimitappning för nivåer över 88,8, inget hindrar dock regleraren från att tappa mer.

I Tabell 4 redovisas statistik för hela 150-årsperioden 1858-2007 dels observerade vattenstånd, dels för den alternativa regleringen "88,70 +15" på samma sätt som i Tabell 3. De högsta registrerade vattenstånden i Vättern är från maj och juni 1867 då nivån gick över 89,0 vid flera olika tillfällen och som högst noterades 89,08. Med regleringsstrategin "88,70+15" hade istället nivån kulminerat på 88,92 vid två tillfällen i maj respektive juni 1867.

Inför denna analys gjordes en ny beräkning av naturliga vattenståndet för hela perioden och den är därför inte helt igenom jämförbar med resultaten i Tabell 3. Under början av denna tidsperiod fanns heller ingen aktiv reglering med möjlighet att öka tappningen vid stigande vattenstånd vilket kan resultera i högre vattenstånd och längre varaktigheter än under senare reglerade förhållanden. Resultaten pekar dock på samma sätt som för perioden 1958-2007 att en tappning enligt denna strategi tvingar ner de högsta vattenstånden och minskar varaktigheten av högnivåsituationer kraftigt.

I samtliga fall skall den ökade tappningen kunna klaras genom Roxen utan att komma i konflikt med den befintliga domen, enligt diskussion under stycket "Ny regleringsstrategi" ovan. I ett fall, 2007, har redan regleraren valt att under en period tappa mer än vad som skulle vara fallet enligt de testade avbördningskurvorna. I denna studie har det inte inkluderats att kontrollera hur ofta höga nivåer(och därmed flöden) i Vättern sammanfaller med höga flöden nedströms och på så sätt kan skapa problem och produktionsförluster för kraftverksägare.

Tabell 4 Observerade vattenstånd med dagens reglering och beräknade vattenstånd för den alternativa regleringen "88,70 +15" under 150-årsperioden 1858-2007.

<b>1858-2007</b>	Observerat	Beräknat med regleringsstrategin 88,70+15
maxvattenstånd:	89.08	88.92
<b>Vattenstånd &gt; 88.7</b>		
Antal dagar:	6009	3301
Antal dagar/år:	40.1	22.0
Antal år:	70	51
Antal tillfällen/år >	2.0	0.9
Längsta sammanhängande period:	289	186
<b>Vattenstånd &gt; 88.75</b>		
Antal dagar:	2689	959
Antal dagar/år:	17.9	6.4
Antal år:	49	29
Antal tillfällen/år >	1.2	0.3
Längsta sammanhängande period:	252	146
<b>Vattenstånd &gt; 88.8</b>		
Antal dagar:	1337	381
Antal dagar/år:	8.9	2.5
Antal år:	29	12
Antal tillfällen/år >	0.5	0.1
Längsta sammansatta period:	230	124
<b>Vattenstånd &gt; 88.85</b>		
Antal dagar:	790	110
Antal dagar/år:	5.3	0.7
Antal år:	16	3
Antal tillfällen/år >	0.3	0.1
Längsta sammanhängande period:	204	36

I de här redovisade resultaten har ingen hänsyn tagits till kommande landhöjningsskillnader som gör att vattenstånden i Jönköping stiger i förhållande till vattenstånden i Motala. En möjlighet som fullt ut kompenserar för detta är att flytta pegeln som styr regleringen från Motala till Jönköping. Detta kommer dock att orsaka problem med sjunkande nivåer för hela Vättern norr om Jönköping och på lång sikt skapa problem för t.ex. Göta kanal. Ett annat alternativ är att fortsätta kompensera genom att öka tappningarna vid höga nivåer. Hur detta fungerar och vad det får för resultat för de höga vattenstånden kan illustreras genom att studera skillnader mellan resultaten för de olika tappningsalternativen. Här kan man se effekten av en sänkning av nivån då den ökade tappningen ska ske, eller effekten av en ytterliggare förskjuten avbördningskurva. På riktigt lång sikt kommer naturligtvis en successiv justering leda till antingen att flödesökningarna i Motala ström orsakar problem nedströms eller att Vätterns nivå påverkas redan vid så låga nivåer att det kan leda till seglationsproblem i delar av Vättern. Ska en successiv justering utredas bör hänsyn tas inte enbart till landhöjningsskillnader, utan också till hur tillrinningen beräknas förändras i samband med klimatförändringen.



## Slutsatser

Det går att klara ökade flöden genom Roxen inom ramen för befintlig vattendom om inte flödena ökar med 40 m<sup>3</sup>/s eller än mer.

Det är möjligt att hålla nere de högsta vattenstånden i Vättern genom en ny reglering med ökade krav på tappning vid höga nivåer utan att tappningen ökar så mycket att problem uppkommer i Roxen. Varaktigheten på perioder med riktigt höga vattenstånd minskar också med upp till 90 % i de mest kraftfulla av de studerade alternativen.

## Referenser

Björn, Hans; Eklund, Dan; Andréasson, Johan och Lindahl, Sture (2008) Detaljerad översvämningskartering längs Motala ström, Roxen och Stångån. Rapport nr 44, diarienummer 2008/189/204.

German, Jonas (2008). Vattenstånd och landhöjning i Vättern vid Jönköping. Rapport nr 29, diarienummer SMHI 2007/2214/183

Losjö, Katarina (2001). Nedströmseffekter av förändrad tappning från Vättern. PM daterat 2001.04.18, diarienummer SMHI 2000/198/204

Sanner, Håkan och Losjö, Katarina (2000). Alternativa regleringar av Vättern för att minska de högsta vattenstånden. Rapport nr 10, diarienummer SMHI 2000/198/204



DEL 5





# Invallningar kring Roxen

Grunddata, nuläge och framtid



AN INTERREG PROJECT PART-FINANCED BY EU

*This report is a transnational document issued within Work Package No 2 in Milestone 6 according to **BIRD** project BSR Interreg III B.*

THE REPORT REFLECTS THE  
AUTHORS VIEWS AND NO EU  
AUTHORITY IS LIABLE FOR ANY  
USE THAT MAY BE MADE OF THE  
INFORMATION CONTAINED

**Titel:** Invallningar kring Roxen - Grunddata, nuläge och framtid

**Författare:** Stig Svenmar

**Omslagsbild:** Pumphus vid Skrukeby invallningsföretag. Den uppstickande betongdelen visar hur mycket vallen har sjunkit. Genom att vallen betas och trampas av betesdjur minskar risken för skador av sorkar och trädrötter.

**Foto:** Stig Svenmar omslagsbild samt sid 5 och 27. Sverker Kärrsgård sid 17.

**Tryckt:** Linköping maj 2007

**Rapport nr:** 2007:10

**ISBN:** 978-91-7488-191-4

**[www.eurowetlands.org](http://www.eurowetlands.org)**

# Innehållsförteckning

Projektet BIRD.....	4
Bakgrund.....	4
Studerade invallningar kring Roxen.....	4
Beskrivning av grunddata för samtliga invallningsförrättningar.....	7
Grunddata för olika invallningar.....	8
0A. Säby-Ullevi if 1941 (grunddata).....	8
0B. Tornby if 1931 (grunddata).....	8
0C. Gärstad if 1940 (grunddata).....	9
0D. Kallerstad if 1931 (grunddata).....	9
1. Idingstad if 1934 (grunddata).....	10
2. Holmens if 1975 (grunddata).....	10
3. Harg-Mörby if 1941 (grunddata).....	10
4. Mylinge-Flodsta if 1941 (grunddata).....	11
5. Knylinge if 1942 (grunddata).....	11
6. Skvällinge if 1942 (grunddata).....	11
7. Skvällinge if 1970 (grunddata).....	12
8. Förråd if 1948 (grunddata).....	12
9. Förråd if 1939 (grunddata).....	12
10. Skrukeby if 1940 (grunddata).....	13
11. Berga-Värila if 1939 (grunddata).....	13
12. Grimstad if 1937 (grunddata).....	13
13. Grimstad if 1939 (grunddata).....	14
14. Fröö-Rännefjälla if 1937 (grunddata).....	14
15. Rännefjälla-Lundby if 1943 (grunddata).....	14
16. Lundby if 1951 (grunddata).....	15
16B. Åby-Ulberstad if 1896 (grunddata).....	15
17. Ulberstad if 1935 (grunddata).....	16
18. Norsholm if 1941 (grunddata).....	16
19. Sättra kärr-Visskärrrets if 1942 (grunddata).....	16
Exempel på en plankarta över en invallning.....	17
Sammanfattning av data för invallningar kring Roxen.....	17
Sammanställning av uppgifter för invallningar kring Roxen.....	18
Jordbrukets utveckling kring södra Roxen.....	18
Roxeninvallningarnas styrkor och svagheter.....	19
Styrkor.....	19
Svagheter.....	19
Vallar och vattenstånd i Roxen.....	20
Förvaltningsregler och underhåll av invallningar.....	21
Ändrad markanvändning, överföring till våtmark.....	22
Invallningar som har övergått till våtmark.....	23
Synen på jordbruk och jordbruksmark.....	24
Markägarnas inställning till den invallade åkermarken.....	25
Bekymmer för vallstatus.....	25
Marksjunkning ett problem.....	25
Gamla pumpstationer.....	25
Spannmål och oljevaxter dominerar växtföljden.....	26
Tveksamhet inför energigrödor.....	26
Andra intressen som berör invallningarna.....	26
Enkel förvaltning ett dilemma.....	27
Försiktig optimism inför framtiden.....	27
Tveksamhet inför våtmarkssatsningar.....	28

## Projektet BIRD

Länsstyrelsen Östergötland deltar i ett internationellt Östersjöprojekt tillsammans med 5 andra Östersjöländer (Finland, Estland, Lettland, Litauen och Tyskland) benämnt BIRD. Detta projekt, som är delfinansierat av EU, syftar till att belysa frågor om landsbygdsutveckling i anknytning till våtmarker, naturreservat och kulturlandskap. Med hänsyn till de stora arealer mark som är invallad kring Roxen har länsstyrelsen sett det som värdefullt att få belyst såväl omfattningen av invallningar vid Roxen, som i vilket skick de befinner sig idag, samt hur ägare till invallad mark ser på invallningarnas framtid och deras nyttjande.

## Bakgrund

Roxens södra och västra stränder är mycket flacka. Detta i kombination med att vattenståndet i Roxen under ett normalår varierar med ca 1,0 m har inneburit och innebär även idag att stora delar av Roxens stränder årligen svämmar över vid högvattenstånd. Under århundraden var detta någonting som man fick leva med, och översvänningsmarkerna kunde på sin höjd användas som betesmarker, och för madslåtter. I slutet på 1800-talet fanns det åtminstone en lantbrukare, som försökte invalla ett större översvänningsområde som skydd mot högvattenstånden i Roxen. Med hjälp ångmaskin och vindpump skulle han sedan pumpa bort vattnet från det invallade området. Men denna invallning fungerade inte så bra, och 1896 avslutades en förrättning som innebar att vallarna gjordes mer robusta och en vinddriven pump skulle svara för pumpningen. Såvitt är känt genomfördes sedan denna förrättning. Därefter dröjde det flera årtionden innan ytterligare förrättningar genomfördes, som syftade till att genom invallningar överföra översvämmade madmarker till åkermark.

I och med att landsbygden elektrifierades öppnades dock tekniska möjligheter att på ett relativt enkelt och säkert sätt kunna pumpa bort vatten från en invallning. Mot denna bakgrund tillkom, under 1930-talet och framför allt under 1940-talet, inte mindre än ett 20-tal förrättningar som syftade till att tillskapa invallningar runt Roxen. Den areal som kom att beröras av dessa invallningsförrättningar omfattade ca 1500 hektar och den sammanlagda vallängden för att skydda markerna uppgick till drygt 45 km! Den helt övervägande delen av den areal som kom att beröras av dessa invallningar utgjordes från början ej odlade kärrtorvmarker.

De invallningar som skapades utmed Roxens stränder kom att bli betydelsefulla åkermarker och utgjorde i många fall ett mycket värdefullt tillskott av odlingsmark för en rad berörda jordbruksfastigheter. Samtidigt kräver dessa invallade åkermarker avsevärt större underhålls- och driftskostnader än åkermarker som inte är invallade.

## Studerade invallningar kring Roxen

Den nu genomförda studien omfattar invallningar som tillkommit i samband med formella förrättningar enligt vattenlagen. Några invallningar tillkomna utan förrättning förekommer inte såvitt är känt.



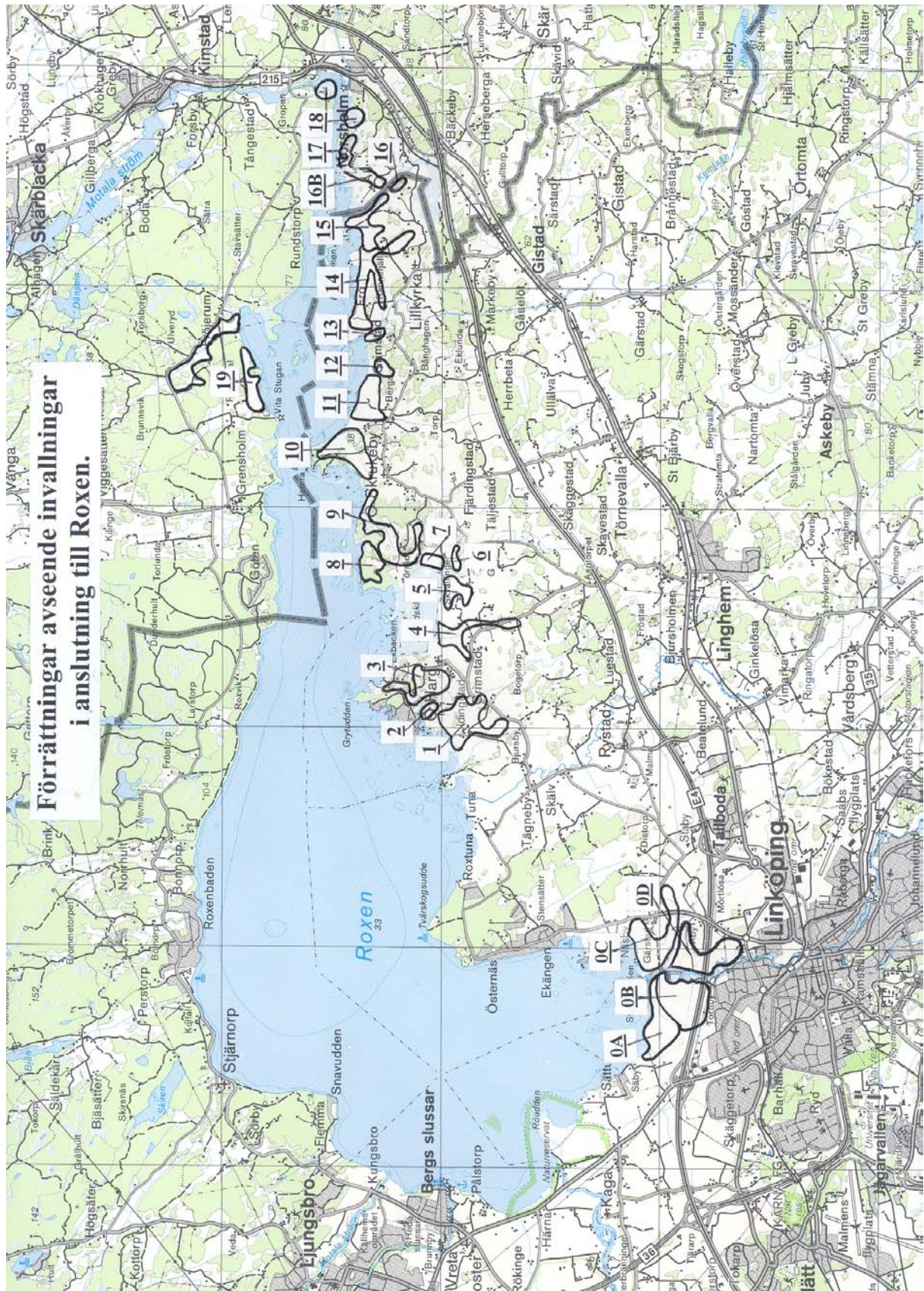
På redovisad kartbild av Roxen (sid. 6) finns samtliga invallningsförrättningar ungefärliga läge och storlek inlagda. Varje invallningsförrättning har givits ett individuellt löpnummer omfattande serien 0A-0D samt 1-19. Anledningen till att invallningarna i direkt anslutning till Linköpings stad givits en egen nummerserie beror på att de med sin nära anknytning till staden inte kan sägas utgöra en del av den landsbygd som man vill fokusera sitt intresse på inom projektet BIRD. Mot denna bakgrund har grunddata för invallningarna 0A-0D redovisats för att få en fullständig bild av samtliga invallningsförrättningar kring Roxen. Däremot har berörda markägare inte intervjuats angående nuläge och framtidsvisioner för invallningarna 0A-0D. Vad avser invallningarna 1-19 så har alla utom en, nämligen nr 18, kommit att genomföras.



**Bild 1.** Pumphus vid Skrukeby invallningsföretag.

## Samtliga invallningsförrättningar belägna kring sjön Roxen

Svart begränsningslinje anger ungefärlig omfattning av invallningen



## Beskrivning av grunddata för samtliga invallningsförrättningar

Här följer en beskrivning av grunddata för samtliga invallningsförrättningar kring Roxen. Uppgifterna är hämtade från officiellt arkivmaterial som finns hos länsstyrelsen i Östergötlands län. Varje invallningsförrättning har ett officiellt namn, och för varje förrättning har även angivits gällande arkivnummer i den arkivserie som omfattar markavvattningsförrättningar inom Östergötlands län. För att enklare kunna redovisa varje förrättning på en karta har varje invallning getts ett eget nummer (0A-0D samt 1-19) som är knutet enbart till denna studie. Dessa nummer redovisas på kartbilden över invallningar kring Roxen.

De parametrar som redovisas för varje invallningsföretag är följande:

Tidpunkt när företaget var slutprojekterat dvs. när förrättningen slutfördes. Denna uppgift framgår regelmässigt av företagets namn. Namnet på ett företag anger vanligtvis namnet på den eller de största fastigheter som är berörda av invallningen liksom det år när förrättningen avslutades. Detta innebär t.ex. att för *Mylinge-Flodsta invallningsföretag av år 1941* avslutades förrättningen 1941 samt att fastigheter med registerbeteckningen Mylinge respektive Flodsta har båtnadsmark (mark som får nytta av invallningen). Även andra fastigheter med andra registernamn än Mylinge och Flodsta kan ingå i förrättningen.

Antal deltagare har betydelse när det gäller fortsatt drift och underhåll av företaget. Ju fler deltagare i ett företag desto fler viljor när det gäller ambitionen att göra underhållsåtgärder, eller radikala förändringar som t.ex. att överföra en invallning till en våtmark. Angivet antal markägare hänför sig till det antal som gällde när invallningsförrättningen genomfördes. Därefter har i de flesta fall antalet deltagare minskat på grund av den storleksrationalisering som skett inom jordbruket.

Hektar åker tidigare anger hur många hektar åker som fick en förbättrad dränering av den projekterade invallningen. Tillkomsten av en ny invallning betyder inte enbart att man överför helt ny översvämningssmark eller mark som är alltför blöt för att kunna odlas till åkermark, utan själva invallningen kan även innebära att befintlig åkermark som varit dåligt dränerad får en fullvärdig dränering.

Hektar annan mark tidigare anger hur många hektar våtmark eller betesmark som tidigare inte kunnat brukas som åker, men som nu tack vare invallningen har blivit åker.

Summa hektar båtnadsmark anger totala arealen mark som får nytta av den invallningsförrättning som genomförts.

Valllängden anges för att den ger en indikation om vilka underhållskostnader och risker som är förknippade med en invallning. Ju längre vall man har desto större underhållskostnader, risk för läckage och eventuella vallbrott i framtiden, speciellt om vallarna består av organogent material som är fallet för de flesta invallningar kring Roxen.

Avrinningsområdet är en intressant parameter för en invallning, speciellt om man ställer detta i relation till hur stort avrinningsområdet är som man måste pumpa vatten från för att kunna dränera själva båtnadsmarken. Idealet vore ju att man bara behövde pumpa vatten från själva

båtnadsområdet. Regelmässigt har man dock en tillrinning av vatten från högre belägna områden till båtnadsområdet som också måste pumpas. Ju större avrinningsområdet är i förhållande till båtnadsområdet, desto större blir pumpkostnaden och investeringskostnaderna för pumpar räknat per hektar båtnadsmark.

Energibehovet styr en kostnadspost som man normalt saknar i samband med dränering av ”vanlig åkermark”. För ”vanlig åkermark” sker ju avrinningen genom självfall, och det krävs ingen energitillförsel för att bli av med det överskottsvatten som uppstår på all mark i vårt land på grund av det nederbördsöverskott som vi alltid har på årsbasis. Ju större avrinningsområde som skall pumpas i förhållande till båtnadsarealen, desto större blir energikostnaden per hektar båtnadsmark. Energibehovet som är angivet för respektive invallningsföretag är det teoretiska energibehovet som anges i förrättningshandlingarna. I praktiken kan det dock vara avsevärt större på grund av valläckage med mera.

## Grunddata för olika invallningar

Här följer en redovisning av grunddata avseende invallningarna kring Roxen.

### 0A. Säby-Ullevi if 1941 (grunddata)

1. Nr: 0A
2. Namn, socken, arkivnummer: Säby-Ullevi invallningsföretag av år 1941 i S:t Lars socken, arkivnr. 815
3. Båtnadsareal ha: 97
4. Tidigare åker ha: 9
5. Tidigare annan mark ha: 88
6. Vallängd: 2.100 m
7. Avrinningsområde ha: 494
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 7
10. Pumpstorlek i kW: tre pumpar om sammanlagt 25 kW
11. KWh/år: 10.000
12. Övrigt: Linköpings utbyggnad har inneburit att en del av avrinningsområdet har letts ut i ett öppet dike till Stångån.

### 0B. Tornby if 1931 (grunddata)

1. Nr: 0B
2. Namn, socken, arkivnummer: Tornby invallningsföretag av år 1931 i S:t Lars församling, arkivnr. 1730
3. Båtnadsareal ha: 126
4. Tidigare åker ha: 23
5. Tidigare annan mark ha: 103
6. Vallängd: 1.300 m
7. Avrinningsområde ha: 162
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1

10. Pumpstorlek i kW: 6
11. KWh/år: 4.500
12. Övrigt: Tornby invallningsföretag och Säby-Ullevi invallningsföretag är idag sammanlänkande till ett företag i den meningen att här saknas en skyddsvall mellan de båda företagen. Detta innebär att om man skulle få ett vallbrott i den ena invallningen kommer även den andra invallningen att svämmas över. Inom Tornby invallningsområde finns idag viss bebyggelse samt vägar parkeringsplatser i anslutning till en större båthamn för fritidsbåtar.

### **0C. Gärstad if 1940 (grunddata)**

1. Nr: 0C
2. Namn, socken, arkivnummer: Gärstad invallningsföretag år 1940 i Rystad socken, arkivnr. 826
3. Båtnadsareal ha: 99
4. Tidigare åker ha: 14
5. Tidigare annan mark ha: 85
6. Vallängd: 3.800 m
7. Avrinningsområde ha: 200
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 10
10. Pumpstorlek i k: 4.7 kW
11. KWh/år: 5.500
12. Övrigt: Invallningen ligger i direkt anslutning till Linköpings stad, och omfattar mark, där industri och andra tätortsintressen föreligger. Mot denna bakgrund har inte markägare till denna invallning intervjuats med avseende på nuläge och visioner om framtida utnyttjande.

### **0D. Kallerstad if 1931 (grunddata)**

1. Nr: 0D
2. Namn, socken, arkivnummer: Kallerstad invallningsföretag år 1946 Linköpings stad, arkivnr. 973
3. Båtnadsareal ha: 126
4. Tidigare åker ha: 50
5. Tidigare annan mark ha: 76
6. Vallängd: 4.600 m
7. Avrinningsområde ha: 200
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 4
10. Pumpstorlek i kW: Två pumpar sammanlagd effekt 16
11. KWh/år: 7.200
12. Övrigt: Kallerstad invallningsföretag ligger i direkt anslutning till Linköpings stad, och omfattar mark, där industri och andra tätortsintressen föreligger. Mot denna bakgrund har inte markägare till denna invallning intervjuats med avseende på nuläge och visioner om framtida utnyttjande.

## 1. Idingstad if 1934 (grunddata)

1. Nr: 1
2. Namn, socken, arkivnummer: Idingstad invallningsföretag år 1934 i Östra Harg och Rystad socknar, arkivnr. 1739.
3. Båtnadsareal ha: 115
4. Tidigare åker ha: 50
5. Tidigare annan mark ha: 65
6. Vallängd: 3.700 m
7. Avrinningsområde ha: 140
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 3
10. Pumpstorlek: 7.6 kW
11. KWh/år: 3.900
12. Övrigt: i anslutning till själva invallningen dikades även ett östra och ett västra område ut dock inte via pumpning. Innanför dessa yttre områden ligger själva invallningen.

## 2. Holmens if 1975 (grunddata)

1. Nr: 2
2. Namn, socken, arkivnummer: Holmens invallningsföretag år 1975 i Östra Hargs socken, arkivnr. 304
3. Båtnadsareal ha: 19
4. Tidigare åker ha: 0
5. Tidigare annan mark ha: 19
6. Vallängd: 550 m
7. Avrinningsområde ha: 22
8. Jordart: organogen jord underlagrad av lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: 3 kW
11. KWh/år: 600
12. Övrigt: 1953 avslutades en förrättning. Denna kom dock inte till utförande. Under första halvan av 1970-talet aktualiserades frågan på nytt när en yngre brukargeneration, ville utnyttja gårdens odlingspotential, varför en ny förrättning genomfördes.

## 3. Harg-Mörby if 1941 (grunddata)

1. Nr: 3
2. Namn, socken, arkivnummer: Harg-Mörby invallningsföretag av år 1941 i Östra Harg socken, arkivnr. 811
3. Båtnadsareal ha: 75
4. Tidigare åker ha: 22
5. Tidigare annan mark ha: 53
6. Vallängd: 1.700 m
7. Avrinningsområde ha: 132
8. Jordart: organogen jord underlagrad av lera
9. Antal deltagare: 10
10. Pumpstorlek: 9 kW

11. KWh/år: 3.300
12. Övrigt: Här finns viss fritidsbebyggelse som tillkommit på själva invallningen, som innebär att det inte bara är berörd åkermark som är beroende av invallningens underhåll och framtida utnyttjande.

#### **4. Mylinge-Flodsta if 1941 (grunddata)**

1. Nr: 4
2. Namn, socken, arkivnummer: Mylinge-Flodsta invallningsföretag av år 1941 i Östra Harg socken, arkivnr 813
3. Båtnadsareal ha: 90
4. Tidigare åker ha: 43
5. Tidigare annan mark ha: 47
6. Vallängd: 1.500 m
7. Avrinningsområde ha: 360
8. Jordart: organogen jord underlagrad av lera
9. Antal deltagare: 12
10. Pumpstorlek: 2 pumpar 8 kW respektive 11 kW
11. KWh/år: 7.900
12. Övrigt:

#### **5. Knylinge if 1942 (grunddata)**

1. Nr: 5
2. Namn, socken, arkivnummer: Knylinge invallningsföretag år 1942 i Östra Harg socken, arkivnr. 812
3. Båtnadsareal ha: 64
4. Tidigare åker ha: 30
5. Tidigare annan mark ha: 34
6. Vallängd: 2.200 m
7. Avrinningsområde ha: 100
8. Jordart: organogen jord underlagrad av lera
9. Antal deltagare: 11
10. Pumpstorlek: 1 pump 7 kW
11. KWh/år: 2.100
12. Övrigt: Närmare hälften av den båtnadsareal som ingår i detta invallningsföretag bestod av mark som redan brukades som åker.

#### **6. Skvällinge if 1942 (grunddata)**

1. Nr: 6
2. Namn, socken, arkivnummer: Skvällinge invallningsföretag år 1942 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 832
3. Båtnadsareal ha: 25
4. Tidigare åker ha: 9
5. Tidigare annan mark ha: 16
6. Vallängd: 250 m
7. Avrinningsområde ha: 50

8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 2
10. Pumpstorlek: 3 kW
11. KWh/år: 1.000
12. Övrigt:

### **7. Skvällinge if 1970 (grunddata)**

1. Nr: 7
2. Namn, socken, arkivnummer: Skvällinge invallningsföretag år 1970 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 287
3. Båtnadsareal ha: 17
4. Tidigare åker ha: 0
5. Tidigare annan mark ha: 17
6. Vallängd: 1300 m
7. Avrinningsområde ha: 20
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: 5,5 kW
11. KWh/år: 550
12. Övrigt:

### **8. Förråd if 1948 (grunddata)**

1. Nr: 8
2. Namn, socken, arkivnummer: Förråds invallningsföretag år 1948 i Östra Skrukeby socken, arkivnr 969
3. Båtnadsareal ha: 20
4. Tidigare åker ha: 0
5. Tidigare annan mark ha: 20
6. Vallängd: 320 m
7. Avrinningsområde ha: 44
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: 4 kW
11. KWh/år: 1.400
12. Övrigt: En delägare innebär att markägaren till invallningen helt på egen hand kan bestämma hur invallningen skall skötas.

### **9. Förråd if 1939 (grunddata)**

1. Nr: 9
2. Namn, socken, arkivnummer: Förråds invallningsföretag år 1939 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 1859
3. Båtnadsareal ha: 78
4. Tidigare åker ha: 9
5. Tidigare annan mark ha: 69
6. Vallängd: 1700 m



7. Avrinningsområde ha: 180
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 3
10. Pumpstorlek: Två pumpar den ena på 6 kW och den andra på 3.5 kW
11. KWh/år: 4.200
12. Övrigt: Pumpstationen har byggts om.

### **10. Skrukeby if 1940 (grunddata)**

1. Nr: 10
2. Namn, socken, arkivnummer: Skrukeby invallningsföretag år 1940 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 805
3. Båtnadsareal ha: 97
4. Tidigare åker ha: 8
5. Tidigare annan mark ha: 89
6. Vallängd: 1.850 m
7. Avrinningsområde ha: 68 resp. 116 ha
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 7
10. Pumpstorlek: Totalt tre pumpar om vardera 4, 4.5 respektive 3 kW
11. KWh/år: 4700
12. Övrigt: invallningsområdet består av två delområden, Höringeområdet och Skrukebyområdet. Invallningen avvattnas via 2 olika pumpstationer den ena med en pump och den andra med två pumpar.

### **11. Berga-Värla if 1939 (grunddata)**

1. Nr: 11
2. Namn, socken, arkivnummer: Berga-Värla invallningsföretag år 1939 i Östra Skrukeby socken, arkivnr 1860
3. Båtnadsareal ha: 60
4. Tidigare åker ha: 15
5. Tidigare annan mark ha: 45
6. Vallängd: 2.600 m
7. Avrinningsområde ha: 86
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 5
10. Pumpstorlek: 4.2 kW
11. KWh/år: 2.100
12. Övrigt: Stort vallbrott 1985 i samband med högvatten i Roxen.

### **12. Grimstad if 1937 (grunddata)**

1. Nr: 12
2. Namn, socken, arkivnummer: Grimstad invallningsföretag år 1937 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 1825
3. Båtnadsareal ha: 19
4. Tidigare åker ha: 4

5. Tidigare annan mark ha: 15
6. Vallängd: 1.200 m
7. Avrinningsområde ha: 45
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 2
10. Pumpstorlek: 3.7 kW
11. KWh/år: 930
12. Övrigt:

### 13. Grimstad if 1939 (grunddata)

1. Nr: 13
2. Namn, socken, arkivnummer: Grimstad invallningsföretag år 1939 i Östra Skrukeby socken, arkivnr. 1861
3. Båtnadsareal ha: 11
4. Tidigare åker ha: 3
5. Tidigare annan mark ha: 8
6. Vallängd: 1.000 m
7. Avrinningsområde ha: 27
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: 2 kW
11. KWh/år: 660
12. Övrigt:

### 14. Fröö-Rännefjälla if 1937 (grunddata)

1. Nr: 14
2. Namn, socken, arkivnummer: Fröö-Rännefjälla invallningsföretag år 1937 i Lillkyrka socken, arkivnr. 1826
3. Båtnadsareal ha: 102
4. Tidigare åker ha: 28
5. Tidigare annan mark ha: 74
6. Vallängd: 2.400 m
7. Avrinningsområde ha: Fröö 120 ha, Rännefjälla 85 ha
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 4
10. Pumpstorlek: Fröö 4.7 kW och Rännefjälla 6.7 kW
11. KWh/år: Fröö 3.300 och Rännefjälla 2.300
12. Övrigt: invallningen är indelad i två avdelningar, Fröö invallning och Rännefjälla invallning. En översvämning på den ena avdelningen innebär dock att även den andra avdelningen svämmer över.

### 15. Rännefjälla-Lundby if 1943 (grunddata)

1. Nr: 15
2. Namn, socken, arkivnummer: Rännefjälla-Lundby invallningsföretag år 1943 i Lillkyrka socken, arkivnr. 865

3. Båtnadsareal ha: 71
4. Tidigare åker ha: 12
5. Tidigare annan mark ha: 59
6. Vallängd: 2.800 m
7. Avrinningsområde ha: 100
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 8
10. Pumpstorlek: 8 kW
11. KWh/år: 3.300
12. Övrigt:

### 16. Lundby if 1951 (grunddata)

1. Nr: 16
2. Namn, socken, arkivnummer: Lundby invallningsföretag år 1951 i Lillkyrka socken, arkivnr. 1354
3. Båtnadsareal ha: 15
4. Tidigare åker ha: 7
5. Tidigare annan mark ha: 8
6. Vallängd: 450 m
7. Avrinningsområde ha: 30
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 2
10. Pumpstorlek: 2.3 kW
11. KWh/år: 650
12. Övrigt: Denna invallning har nu överförs till våtmark efter överenskommelse mellan berörda markägare.

### 16B. Åby-Ulberstad if 1896 (grunddata)

1. Nr: 16 B
2. Namn, socken, arkivnummer: "Åby-Ulberstad invallningsföretag år 1896" i Skärkind socken, arkivnr. 10
3. Båtnadsareal ha: 44
4. Tidigare åker ha: 2
5. Tidigare annan mark ha: 42
6. Vallängd: 1800 m
7. Avrinningsområde ha: 153 ha
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: Vindmotor som vid laber bris kan lyfta ca 170 l/sek
11. KWh/år: -
12. Övrigt: Under början av 1890-talet byggdes en invallning som dock efter ett par år svämmades över två år i sträck varför man begärde en förrättning liksom statsbidrag för en robustare invallning. Denna förrättning resulterade Åby-Ulberstad invallningsföretag. Sedermera byttes vindmotorn ut mot en eldriven pump. Detta företag har under 2000-talet överförs till våtmark.

### 17. Ulberstad if 1935 (grunddata)

1. Nr: 17
2. Namn, socken, arkivnummer: Ulberstad invallningsföretag år 1935 i Skärkind socken, arkivnr. 1788
3. Båtnadsareal ha: 24
4. Tidigare åker ha: 2
5. Tidigare annan mark ha: 22
6. Vallängd: 1.200 m
7. Avrinningsområde ha: 83
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: 4 kW
11. KWh/år: 2.200
12. Övrigt:

### 18. Norsholm if 1941 (grunddata)

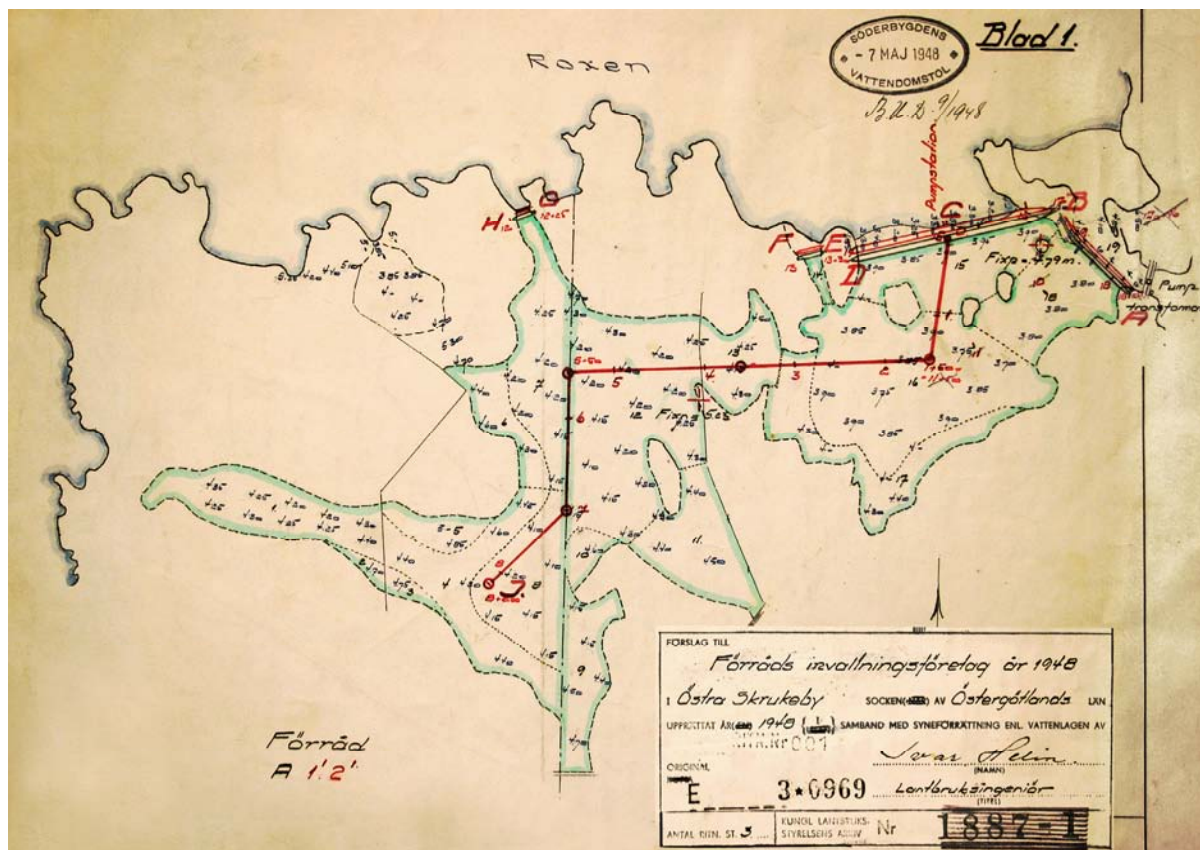
1. Nr: 18
2. Namn, socken, arkivnummer: Norsholms invallningsföretag nr 1 och 2 av år 1941 i Kimstad socken, arkivnr. 846
3. Båtnadsareal ha: 2 områden nr. 1 med 17 ha och nr. 2 med 16 ha
4. Tidigare åker ha: Område nr. 1 0 ha och område nr. 2 1 ha
5. Tidigare annan mark ha: 32 ha
6. Vallängd: 1.500 m
7. Avrinningsområde ha: område 1 = 100 ha område 2 = 25 ha
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 1
10. Pumpstorlek: område 1 = 4 kW, område 2 = 1.5 kW
11. KWh/år: 2.700
12. Övrigt: Statligt stöd beviljades till denna invallning, men den kom aldrig att utföras och man meddelade att man inte avsåg att ta statligt stöd i anspråk. Idag är delar av den invallning som projekterades naturreservat.

### 19. Sätra kärr-Visskärrets if 1942 (grunddata)

1. Nr: 19
2. Namn, socken, arkivnummer: Sätra kärr-Visskärrets invallningsföretag år 1942 i Kimstad och Vånga socknar, arkivnr. 835
3. Båtnadsareal i ha: 101 som ligger inom två av varandra helt fristående områden, Sätra kärr och Visskärret.
4. Tidigare åker ha: Sätra kärr 39 och Visskärret 1
5. Tidigare annan mark ha: Sätra kärr 30 och Visskärret 31 ha
6. Vallängd: 2.000 m
7. Avrinningsområde ha: 820
8. Jordart: organogen jord på lera
9. Antal deltagare: 3

10. Pumpstorlek i kW: tre pumpar för Sätra Kärr och en pump för Visskärret, sammanlagd pumpeffekt på 34 kW
11. KWh/år: sammanlagd förbrukning för bägge områdena 14.600
12. Övrigt: De båda fristående områdena är nu överförda till våtmarker det ena området 2003 och det andra området 2006.

### Exempel på en plankarta över en invallning



## Sammanfattning av data för invallningar kring Roxen

För att få en samlad bild av vilka arealer som kommit att invallas kring Roxen har följande sammanställning gjorts. Man kan här bland annat konstatera att ca 45 km skyddsvallar byggts för att till huvudsaklig del möjliggöra uppodling 1150 hektar annan mark dvs. översvämningssmark (våtmark). Dessutom har invallningarna medfört att man förbättrad dränering av ca 380 hektar åkermark, som nu fått fullgoda dräneringsmöjligheter. Rent teoretisk har den årliga strömförbrukningen som krävs för att pumpa ut vatten från alla dessa invallningar beräknats till ca 90.000 kilowattimmar. I praktiken har man dock fått betydligt större energiförbrukning på grund av läckage genom vallarna samt att pumparna har lägre verkningsgrad än beräknat på grund av slitna pumphjul. I några fall har man under senare år valt att lyfta det pumpade vattnet över vallarna istället för att transportera det i utloppsledningar som mynnar under Roxens vattenyta, vilket också leder till ökade pumpkostnader.

## Sammanställning av uppgifter för invallningar kring Roxen

Nr på invallningen	Antal deltagare	Ha åker tidigare	Ha annan mark tidigare	Summa ha båtnadsmark	Vallängd i m	Avrinningsområde i ha	Energibehov i kWh/år
0A	7	9	88	97	2100	490	10000
0B	1	23	103	126	1300	162	4500
0C	10	14	85	99	3800	200	5500
0D	4	50	76	126	4600	200	7200
1	3	50	65	115	3700	140	3900
2	1	0	19	19	1100	22	600
3	10	22	53	75	1700	132	3300
4	7	43	47	90	1500	360	7900
5	11	30	34	64	2200	100	2100
6	2	9	16	25	250	50	1000
7	1	0	17	17	1300	20	550
8	1	0	20	20	1400	44	1400
9	3	8	69	78	1700	180	4200
10	7	8	89	97	1850	185	4700
11	5	15	45	60	2600	86	2100
12	2	4	15	19	1200	45	930
13	1	3	8	11	1000	27	660
14	4	28	74	102	2300	205	5600
15	8	12	59	74	2800	100	3300
16	2	7	8	15	450	30	650
16b	1	2	42	44	1800	153	
17	1	2	22	24	1200	83	2200
18	1	1	32	33	1500	125	2700
19	3	40	61	101	2000	820	14600
<b>Summa</b>	<b>96</b>	<b>380</b>	<b>1147</b>	<b>1531</b>	<b>45350</b>	<b>3959</b>	<b>89590</b>

## Jordbrukets utveckling kring södra Roxen

Går man tillbaka i tiden utgjorde jord- och skogsbruk basen för landsbygdens näringsliv. Landsbygden omedelbart söder om Roxen utgör en del av Östgötaslätten och här var jordbruket basen för näringslivet. Antalet hektar åkermark i kombination med markens bördighet utgjorde grunden för hur mycket som kunde produceras. Ser man på Östergötlands län som helhet, hade man den största odlade arealen i länet omkring 1930. Därefter skedde en successiv nedläggning av dåligt arronderade och svagproducerande åkrar i framförallt skogs- och mellanbygden. Men när det gäller jordbruket utmed Roxens stränder utvidgade man här successivt åkerarealen under första halvan av 1900-talet och hade som störst åkerareal efter andra världskriget, det vill säga i mitten på 1900-talet. Detta tack vare den rad invallningar som till huvudsaklig del genomfördes under 1930 och 1940-talet, med hjälp av statligt stöd. Den helt övervägande delen av den åkermark som fanns i anslutning till södra Roxen vid mitten av 1900-talet brukas fortfarande som åker. Däremot har djurhållningen minskat drastiskt, och antalet brukningsenheter har även minskat successivt på grund av den sammanslagning av jordbruksfastigheter som skett, en process som fortfarande pågår och i många fall är en nödvändig förutsättning för att kunna bedriva en lönsam produktion. Tidigare odlades på invallningarna specialgrödor som t.ex. potatis, men dessa odlingar har nu i det närmaste helt upp-

hört. Däremot ligger en hel del av invallad mark i träda på invallningarna. Trädan ger i dagsläget rätt till EU-stöd i form av arealersättning.

## Roxeninvallningarnas styrkor och svagheter

### Styrkor

Grundförutsättningarna för Roxens invallningar är mycket likartade. För i princip samtliga invallningar gäller att i den mån matjorden inte redan består av lerjord, underlagras den befintlig organogen jord. Detta i sin tur innebär att när den organogena jorden ”odlas bort” kommer leran upp i dagen och utgör ett bra odlingsunderlag.

Den vattenmängd som behöver pumpas ut från invallningarna är relativt begränsad på grund av att tillrinningsområdet (det område som avvattnas till pumpstationen) vanligtvis är litet i relation till båtnadsområdets (den areal som har direkt nytta) storlek. Detta innebär relativt låga investeringar i pumpar och för energikostnader.

Invallningsområdena är regelmässigt välarronderad och anknyter till åkermark som för sin dränering inte är beroende av pumpning. Resultatet av detta blir stora välarronderade åkrar. Med dagens krav på ständigt större jordbruksmaskiner är detta en viktig faktor för att kunna bedriva en rationell produktion, speciellt om växtodlingen består av ”bulkproduktion” av spannmål och oljeväxter.

### Svagheter

För huvuddelen av invallningarna gäller att det område som invallades hade ett betydande lager (0,5-1,5 m) organogen jord (jord som till helt övervägande del består av förmultnade växtdelar) som överlagrade den underliggande leran. Eftersom vallarna regelmässigt byggdes upp av lokalt material som grävdes upp i direkt anslutning till vallen kom denna ofta att innehålla en betydande mängd organogent material. Detta material har en relativt låg hållfasthet vad gäller att stå emot vattentryck och är lätt för sorkar att gräva gångar i. Dessutom ”förintars” det organogena materialet genom oxidation när det utsätts för luftens syre. Detta innebär att vallarnas höjd och volym under årtiondena har minskat på ett oroväckande sätt. Även om inga avvägningar av vallarna skett i anslutning till denna utredning, är det allmänt känt att huvuddelen av invallningarna idag har vallar som inte når upp till fastställda nivåer. Lägsta partierna av vallarna kan ligga 0,5-1,0 m under fastställd nivå. Detta innebär att huvuddelen av invallningarna inte bedöms klara de högsta vattenstånd, som kan förväntas inträffa i Roxen vid extremt stora flöden!

Stora arealer av den invallade marken består eller har bestått av organogen jord. Bortodling av organogent material i kombination med en kompression av jordlagret har inom stora områden inneburit att markytan sjunkit mellan 0,5-1,0 m. Detta har på den del ställen inneburit att man plöjer upp befintlig täckdikning, medan den på andra ställen ligger mycket grunt. Resultatet av detta är att man inom mindre områden redan täckdikar om marken (en investering på 15.000-20.000 kronor per hektar) medan det på betydande arealer inom en inte alltför snar framtid krävs omtäckdikning för att marken skall kunna dräneras ordentligt. Dessutom kan det vara så att marksjunkningen nu gått så långt att man med nuvarande bottenläge på pumpstationer inte kan sänka ner vattennivån så lågt som krävs för att kunna genomföra en omtäckdikning till fullt djup (0,9-1,3 m).

Huvuddelen av alla pumpar i invallningarna är idag utbytta mot nya, medan man fortfarande utnyttjar befintliga pumpstationer. Flera av dem är dock i ett dåligt skick och kan behöva en mer eller mindre grundlig renovering kombinerat med en eventuell fördjupning.

## Vallar och vattenstånd i Roxen

Vattenståndet i Roxen varierar ett normalår inom intervallet ca +32.9-33.9 m (höjdsystem RH 00), dvs. med en meter. Men torrår kan vattennivån sjunka ned till nivån ca +32.35 m medan det högsta högvattenstånd som invallningarna ursprungligen är dimensionerade för ligger på nivån ca +34.85 m. Detta innebär att amplituderna mellan högsta högvattennivå och lägsta lågvattennivå uppgår till 2.5 m! Vallarna som skyddar åkermarken mot översvämningar har en fastställd krönhöjd på ca +35.4 m.

Följande karaktäristiska vattenstånd gäller för Roxen:

Högsta kända vattenstånd (1867)	+35.43
1924 års vattenstånd	+34.84
1985 års vattenstånd	+34.34
Medelhögvatten (MHW)	+33.93
Medelvatten (MW)	+33.30
Medellågvatten (MLW)	+32.90
Lägsta lågvattenyta	+32.35

Med hänsyn till de vattenstånd man kan förvänta sig vid extrema flöden, inställer sig lätt frågan varför inte markägarna lägger på sina vallar till fastställd vallhöjd. Anledningen till detta är att det normalt knappast finns några ytterligare massor att få tag på i anslutning till befintliga vallar. Ofta har man redan tagit så mycket massor både på utsidan och på insidan av vallen som är möjligt att ta ut med en konventionell grävmaskin. En förstärkning och höjning av vallen kräver därför att man hämtar massor från massuttag utanför invallningen eller hämtar massor längre ut sjösidan med en amfibiegående maskin. Dessa alternativ för att få tag i ytterligare massor är dock förenat med mycket större kostnader än om man kan få tag i massor i direkt anknytning till vallen. Ytterligare ett annat alternativ för att återskapa en vall med fastställda dimensioner kan vara att helt enkelt flytta den befintliga vallen inåt på invallad mark så att man i anslutning till den nya vallen finner tillräckligt med massor för att erhålla en som håller fastställda mått.

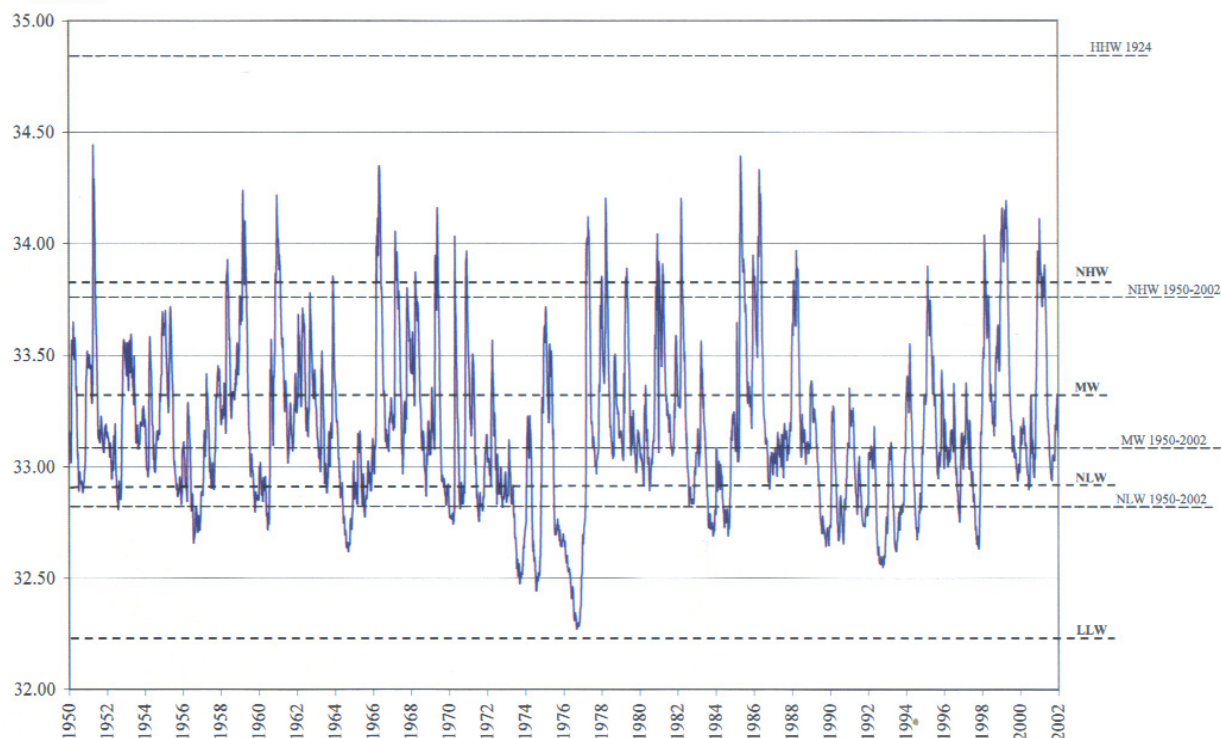
Det finns regleringsbestämmelser för Roxen. Dessa regleringsbestämmelser har tillkommit i anslutning till vattenkraftverksanläggningarna nedströms Roxen. Huvudprincipen för regleringsbestämmelserna är dock så utformade att vattenstånden i Roxen inte skall avvika från vad som gällde innan Roxen reglerades. För att kontrollera att denna dom efterlevs skall den regleringsförening som ansvarar för regleringen av Roxen regelmässigt lämna in uppgifter om vattenföringar och vattenstånd i Roxen till SMHI som sedan har ett kontrollansvar för att regleringen sker på ett korrekt sätt.

Vid samtal med en rad markägare har man ställt sig frågande till om regleringen inte förändrats under senare år för att optimera kraftproduktionen. Huruvida dessa farhågor är korrekta eller inte har inte analyserats i denna utredning. Däremot har Jordbruksverket tagit fram ett



diagram (se nedan), som visar hur vattenståndet i Roxen har varierat under tiden 1950-2002, och detta uppvisar inte några tydliga trender till att man innehåller mer vatten i Roxen under senare årtionden i förhållande till 1950 och 1960-talet. Vattenståndsvariationerna tycks istället vara styrda av aktuell nederbördssituation.

Vattenstånd i Roxen 1950-2002  
Höjdsystem RH00



## Förvaltningsregler och underhåll av invallningar

Samtliga invallningar har utförts före tillkomsten av 1983 års vattenlag. Detta innebär att förvaltningsbestämmelserna styrs av 1918 års vattenlag. Där fastställs att om ett markavvattningsföretag har fler än två delägare, skall skötseln av företaget och med detta förenade angelägenheter handhas av en styrelse med en eller flera ledamöter. Dessutom finns det detaljerade regler om hur kallelse skall gå till, rösträtt, styrelsens ansvar osv.

Inte för något av de invallningsföretag där delägare intervjuats, finns någon formellt vald styrelse. Istället sköter någon delägare förvaltningen av gammal hävd. I något fall har sonen till den person som var drivande i samband med invallningens tillkomst tagit över faderns roll som ansvarig för invallningsföretaget. Vid lämpligt tillfälle träffas delägarna för att diskutera invallningens skötsel. Detta innebär att i praktiken kan man bara genomföra underhållsåtgärder som samtliga parter är överens om. Detta torde innebära att den delägare, som har de lägsta underhållsambitionerna blir den som bestämmer omfattningen på underhållet.

I praktiken kan man göra på detta sätt, man har ju de facto hanterat förvaltningen på detta sätt under många år. En nackdel med denna ”förenklade” förvaltningsform är att det inte finns någon styrelse som har det direkta ansvaret för underhållet av invallningen, om någon part

skulle vara missnöjd. Inte heller finns det direkt formella möjligheter att kräva en förändrad underhållsstrategi utan att först kräva styrelseval samt att därefter registrera styrelsevalet vid länsstyrelsen. Skulle ett uteblivet underhåll leda till att det uppstår betydande skador på en invallning på grund av t.ex. dåligt pumpunderhåll eller bristande underhåll av vallar och diken, finns ingen styrelse att vända sig till och klaga på, eller i extremfallet att ställa till ekonomiskt ansvar. Lika litet finns det en möjlighet att mot övriga delägares vilja genomföra underhållsåtgärder, som man anser ligger inom ramen för själva tillståndsbeslutet för invallningen. I en nyligen avkunnad dom vid miljödomstolen vid Växjö Tingsrätt, ålades ett invallningsföretag att betala ett betydande skadestånd till en delägare i ett invallningsföretag på grund av bristande underhåll av det dike som leder fram vattnet till pumpstationen.

En invallning som tillkommit i samband med en förrättning är i princip ett tillstånd som gäller för all framtid med de rättigheter och skyldigheter som gäller för företaget. Enda möjligheten att formellt ändra detta tillstånd med dess rättigheter och skyldigheter är att antingen ”riva ut” anläggningen eller ompröva den om det inträtt ändrade förhållanden. För en tillståndsgiven anläggning gäller att den för framtiden skall underhållas så att det inte uppkommer någon skada för allmänna eller enskilda intressen på grund av dåligt underhåll. För att tillståndshavaren skall komma ifrån detta ansvar kan denne vid domstol begära att anläggningen ”rivs ut”. Om domstolen medger utrivning (vilken den i princip alltid är skyldig att göra) har anläggningen inte längre någon rättskraft, och ingen kan i framtiden ställa krav på underhåll eller ersättning för uppkommen skada på grund av bristande underhåll.

## Ändrad markanvändning, överföring till våtmark

Alla invallningar kring Roxen har ju tillkommit genom att man tagit i anspråk våtmark. Genom att pumpa bort vatten från denna våtmark samt skydda marken från översvämningar genom att bygga skyddsvallar har våtmark på detta sätt överförts till åkermark. Nu har den allra mesta marken odlats under mer än ett halvsekel, och inom betydande arealer har marken sjunkit i förhållande till vad som gällde vid invallningarnas tillkomst. Samtidigt vet man att de flesta vallar inte underhållits i tillräcklig omfattning, varför man idag löper en påtaglig risk för att vattnet skall svämma över vallarna om man skulle få extremt höga vattenstånd i Roxen. Dessutom krävs på flera håll mer eller mindre omfattande underhållsåtgärder i form av täckdikningar och restaurering av befintliga pumpstationer för att invallningarna skall erhålla den dräneringsstatus som gällde efter det att de utförts.

Underhållet av en invallning kan bli alltför betungande beroende på att t.ex. marken sjunkit så kraftigt att det inte går att klara en fortsatt dränering utan att fördjupa pumpstationen. Vallarna kan kräva mycket stora tillskott av jordmassor för att klara invallningen mot översvämning även vid extrema högvattensituationer. Då kan ett alternativ vara att helt enkelt ”överge” själva invallningen. För detta krävs att berörda markägare är överens om ett sådant ställningstagande, samt helst också att man rent formellt begär att invallning ”rivs ut” så att ingen i framtiden kommer med krav på att invallningen skall sättas i stånd, med hänvisning till det förrättningsbeslut som en gång fattades.

Eftersom invallningarna består av lågt liggande marker, innebär enbart det faktum att man slutar att pumpa bort vattnet från en invallning att den kommer att övergå till en våtmark. Staten har idag skapat ett regelsystem som gör att man vill underlätta för jordbrukare att överföra

jordbruksmark till våtmark, om det bedöms medföra en naturvårdsnytta. Genom att teckna ett 20-årigt avtal med staten kan en markägare under en 20-årsperiod få en årlig ersättning om denne överför åkermark till våtmark. Knappast någon annan åkermark än invallad sådan, kan rent tekniskt på ett enklare sätt överföras till våtmark. I princip gäller i det enklaste fallet att man enbart stänger av pumparna samt tar upp ett hål i vallen, som innebär att denna inte dämmer upp vatten och skapar översvämningar på högre liggande marker i anslutning tiol själva invallningen.

Det bedöms att vi har en brist på våtmarker i vårt kulturlandskap och med hänsyn till att invallad mark tekniskt sett enkelt kan överföras till våtmark, har det bedömts intressant att få ett grepp om hur markägare som äger invallad åkermark ser på denna mark i ett kortare och längre perspektiv.

## Invallningar som har övergått till våtmark

Som redan framgått under rubriken grunddata för invallningar kom de två områden vid Norsholm (område 18), aldrig till utförande. Idag är delar av det område som en gång avsågs att bli invallat naturreservat.

Den stora invallningen Sätra kärr-Visskärrets invallningsföretag (område 19) har i två steg nu övergått till våtmark. Motivet för detta var bland annat att delområdet Visskärret hade en mycket lång vall mot Roxen, där man hade problem med läckage, samt att marken sjunkit. Stora investeringar krävdes såväl i en fördjupad pumpstation som i ny täckdikning. För det andra område, Sätra kärr, som till stora delar består av djup organogen jord, var marksjunkningen mycket kraftig och även här krävdes en fördjupning av pumpstationen liksom nytäckdikning av betydande områden för att man fortsatt skulle kunna utnyttja marken som åkermark. Dessutom gällde för detta område att det totala avrinningsområdet i förhållande till båt-nadsområdet var relativt ogynnsamt, dvs. det tillkom vatten som måste pumpas från ett mycket större område än själva båt-nadsområdet. Därför krävdes inte mindre än tre pumpar för att klara pumpningen från Sätra kärr invallningen. De investeringar, som skulle krävas för att återföra de invallade områdena till väl-dränerad åker, var alltså mycket betydande. Dessutom innebar det stora avrinningsområdet fortsatt stora drifts- och underhållskostnader i anslutning till pumpstationen. Marken inom området består fortfarande av djup organogen jord som fortsatt skulle fortsätta att sjunka kraftigt om man fortsatte att bruka den som åker. Mot denna bakgrund beslöt de tre berörda markägarna att överföra invallningen till våtmark, och har nu fått våtmarksstöd i samband med att man förbinder sig att överföra marken till en våtmark under en period av minst 20 år.

Även den minsta invallningen, nämligen Lundby invallningsföretag (område 16) har idag överförts till våtmark. Denna invallning har under en längre tid fungerat dåligt med översvämningar och mot den bakgrunden beslöt sig markägarna här för att överföra denna till en våtmark, och har också erhållit våtmarksstöd för detta.

Slutligen har Åby-Ulberstad invallningsföretag (område 16B) för något år sedan överförts till våtmark. Detta invallningsföretag var det äldsta av invallningarna kring Roxen, med en mer än 100-årig historia bakom sig. Även här hade invallningens status sjunkit successivt genom åren och det krävdes omfattande investeringar för att ånyo sätta den istånd så att marken kun-

de dräneras ordentligt. Mot den bakgrunden har man även överfört denna invallning till våtmark, och i anslutning till detta erhållit ett våtmarksstöd.



**Bild 2.** Åby-Ulberstad invallningsföretag har överförs till våtmark.

## Synen på jordbruk och jordbruksmark

En grundläggande inställning hos flertalet lantbrukare till åkermark är, att den utgör en naturresurs som man ska brukas och bevaras. Åkermarken skall kunna lämnas över till kommande generationer på samma sätt som skett tidigare. Denna grundsyn har styrt och styr åtskilliga lantbrukare i sitt handlande. Att lämna över en fastighet till nästa generation efter att den dikats och ytterligare mark eventuellt odlats upp, ser man inte bara som långsiktiga investeringar, utan även som etiskt riktiga satsningar. På samma sätt som det åligger en skogsägare att både plantera och röja sin skog, även om han själv aldrig kommer att vara med om att få slutavverka den, på liknande sätt vill många markägare slå vakt om odlad mark för kommande generationer.

Andra lantbrukare kan se mera ekonomiskt kalkylmässigt på åkermarken, utan känslomässiga bindningar.

Under den andra halvan på 1900-talet har framtidstron vad gäller jordbrukets framtid varierat. Mycket odlad mark i skogs- och mellanbyggd har fått överges, därför att det inte funnits ekonomiska förutsättningar att driva jordbruket vidare. Inom andra områden har en rad mindre fastigheter köps upp av grannar, eller arrenderats ut och därmed har de aktiva brukarna kunnat utöka sin åkerareal, och därmed kunnat fortsätta som jordbrukare. Jordbrukskonjunkturen har gått upp och ned i cykler, men efter inträdet i EU, då vi kommit att omfattas av dess jordbrukspolitik, har priserna på åkermark stigit mycket kraftigt.

Priserna på spannmål har stigit mycket kraftigt under slutet av år 2006. Skenande oljepriser, en snabbt växande köpkraft hos världens två folkrikaste länder (Kina och Indien) i kombination med ett alltmer påtagligt hot om kommande klimatförändringar, som på ett drastiskt sätt kan komma att påverka prisbilden för både livsmedel och bioenergi, har påverkat många lantbrukare.

## Markägarnas inställning till den invallade åkermarken

Muntlig kontakt har tagits med minst en person i varje invallningsföretag med numreringen 1-19. De flesta kontakterna har skett via längre telefonintervjuer. Med något undantag när, har de personer som kontaktats villigt ställt upp för längre intervjuer. Förutsättningen för de genomförda intervjuerna, som avser invallningar som fortfarande drivs vidare för jordbruksproduktion, har varit att svar och synpunkter som lämnats inte skall redovisas separat för respektive invallning, utan att redovisade fakta och synpunkter skall redovisas översiktligt.

### Bekymmer för vallstatus

Genomgående finns en oro för i första hand vallarnas status. Man är medveten om att de inte håller fastställda höjder. Några lantbrukare pekar också på det faktum att när nu nötkreaturen mer eller mindre försvunnit på gårdarna har också möjligen till att vallarna betas i huvudsak försvunnet. Att vallarna betas av nötkreatur innebär dels att vass och slyvegetation på vallar och bankett hålls nere på ett mycket effektivt sätt, dessutom att vallarna genom klövtrampen packas till och sorkhål och spricker också trampas igen. En betydande anledningen till att man inte i större utsträckning underhållit vallarna beror att det inte går att få tag i kompletterande vallmassor i direkt anslutning till vallen, och att kostnaderna för att på annat sätt få tag i massor och stärka vallen innebär mycket betydande kostnader. För att hindra läckage genom vallen vid i första hand högvattenstånd har en del invallningsföretag ”grävt ned” en plastfolie i vallen, som skall täta den. I det långa loppet har det dock visat sig att sorkar även tar sig igenom en sådan spärr.

### Marksjunkning ett problem

Åkermarken på invallningarna har på grund av det stora organogena inslaget sjunkit i betydande utsträckning på stora arealer. Befintlig täckdikning har slagits ut eller fungerar dåligt. Frågan om att då täckdika om åkern är ett ställningstagande, som varje delägare har att göra, och som alltså inte skall hanteras av invallningsföretaget. Några lantbrukare har täckdikat om sin mark, medan flertalet avstått och kanske lagt marken i träda. De lantbrukare som valt att investera i en ny täckdikning har självfallet ett mycket stort intresse av att invallningen skall underhållas väl och har planerat för att invallningen skall bestå under överskådlig tid. Andra lantbrukare kan vara mer tveksamma till stora investeringar på invallningen och vill se tiden an innan man är beredd att göra några större satsningar. Mot denna bakgrund finns ibland olika ambitionsnivåer mellan olika markägare att göra några större satsningar, och ofta blir resultatet att bara göra det allra nödvändigaste underhållsåtgärderna.

### Gamla pumpstationer

De flesta pumpstationer är nu sextio till sjuttio år gamla. Att underhålla pumparna så att de alltid fungerar mer eller mindre bra har hela tiden varit en tvingade nödvändighet. Så fort pumparna inte fungerar försämras dräneringen mycket snabbt, och resulterar i att invallningen snart översvämmas. Flera pumpstationer börjar bli i ett dåligt skick både vad gäller intagsled-

ning och utloppsledning. Till detta kommer att marksjunkningen har inneburit att för att kunna dränera marken till fullt djup krävs en sänkt intagsledning och djupare botten i pumpstationen. Ett enkelt sätt att komma förbi problematiken med en dålig utloppsledning där klaffluckan som skall förhindra att vattnet trycks tillbaks från utsidan när pumpningen upphör, är att i en ny ledning leda allt vatten över vallkrönet och låta utloppsledningen sluta över normal högvattenyta. Denna lösning, som valts på några håll innebär dock större energiförbrukning än den ursprungliga tekniska lösningen.

### **Spannmål och oljevaxter dominerar växtföljden**

De organogena jordarna som finns på de flesta invallningarna skulle möjliggöra specialodlingar av t.ex. potatis och morötter. Tidigare har en sådan produktion funnits men den har idag helt upphört. Dels är specialproduktionen riskfylld med mycket stora prisfluktuationer på produkterna mellan enskilda år, dels innebär den fortsatta rationaliseringen att det krävs avancerade specialmaskiner, som kräver mycket stora kapitalinvesteringar. Det bedöms inte ekonomiskt möjligt att bära dessa kostnader, om man inte har stora specialodlingar eller kan samarbeta med andra lantbrukare. Dessutom innebär specialproduktion på organogen jord att marksjunkningen ökar på grund av intensivare jordbearbetning och intensivare gödsling.

Istället dominerar de traditionella grödorna spannmål och oljevaxter helt, kompletterat med en viss vallproduktion på några fastigheter. Många lantbrukare har dock lagt betydande arealer i träda, som ju ger trädesersättning, men inte ger någon produktion. Ett omfattande trädesbruk innebär ofta, att man är osäker inför jordbrukets framtida möjligheter. Men samtidigt vill man hålla öppet för en fortsatt växtodling.

### **Tveksamhet inför energigrödor**

Under många år har man fört fram energigrödor som ett alternativt odlingsalternativ till konventionell växtodling. I praktiken odlas inte några energigrödor på invallningarna om man bortser från att några markägare tecknat avtal om leverens av spannmål för etanolproduktion. I praktiken är detta en energigröda, men odlingsmässigt skiljer den sig knappast alls från spannmålsproduktion avsett för djurfoder eller humankonsumtion. En markägare har i upprättat arrendekontrakt ställt som villkor att energiproduktion på invallad mark, i form av Salix eller liknande grödor inte får ske. Motivet för detta är att salixproduktion, som har en omloppstid på ca 3-5 år, innebär stora risker för att salixrötterna tränger in i dräneringsledningarna och kan sätta igen dem, med påföljd att hela täckdikessystem slås ut. Är det däremot att så att prisbilden för energiråvaror ytterligare kommer att förbättras, ser många markägare produktion av energigrödor som ett intressant framtidsalternativ för att utnyttja av den invallade marken.

### **Andra intressen som berör invallningarna**

På en invallning har det tillkommit viss bebyggelse av fritidshus. Detta kan i framtiden skapa vissa problem. Ägarna av fritidshus är inte delägare i invallningsföretaget, men har kanske det allra största intresset av att invallningen underhålls på ett sådant sätt att det inte uppstår några översvämningar. Hur kommer dessa tillkommande intressen att påverka hanteringen av invallningens framtid? Frågorna finns men svaren saknas. Detsamma gäller när man har vägar, som går över invallad mark, både till sommarstugor och till fastigheter med permanentboende. Även här gäller att på den invallade marken tillkommit intressen som är mycket beroende av invallningarnas underhåll och framtida utnyttjande.

## Enkel förvaltning ett dilemma

En grundregel som gäller för de invallningar som idag har fler än 2 deltagare (om en fastighet har fler än en delägare, räknas den som en deltagare) är att företagets angelägenheter skall handhas av en styrelse, som sedan har förvaltningsansvaret. De nu studerade invallningarna saknade dock samtliga en formellt vald och registrerad styrelse. Detta kunde upplevas som besvärande, då en sådan hantering försvårade en mer systematisk analys av hur en invallning skall skötas. Detta kan i sin tur innebära osäkerhet inför hur man skall våga investera i t.ex. täckdikning, eller hur invallningen på sikt kommer utnyttjas. Likaså kan det vara svårt att kräva ett stramare underhåll i överensstämmelse med intentionerna i den ursprungliga invallningsförrättningen.

## Försiktig optimism inför framtiden

De flesta känner en ovisshet inför framtiden. Kommer nästa generation kunna ta över gården och driva den vidare eller kommer den att köpas upp och slås samman med en grannfastighet? Kommer arealstöden efter 2012 att mer eller mindre försvinna utan att produktpriserna höjs nämnvärt? Skulle detta inträffa, blir det mycket svårt att bedriva växtodling med någon lönsamhet. Dessa frågor gnager, men samtidigt har utvecklingen globalt under 2005 och 2006 varit sådan att det ur ett producentperspektiv inger hopp. Högre priser och beskattning av fossil energi, öppnar upp för produktion av bioenergi till intressanta priser. En ökad bioproduktion på åkermark, inte minst globalt sett, innebär minskad jordbruksproduktion, med stigande världsmarknadspriser på bulkvaror som spannmål och oljeväxter som följd. En höjning av världsmarknadspriserna bedöms slå igenom på nationell nivå. Sammantaget uttrycker de flesta en försiktig optimism vad gäller förutsättningarna för en framtida lönsam jordbruksproduktion på invallad mark.



**Bild 3.** Sätra kärr, ett invallningsföretag som idag är våtmark.

## Tveksamhet inför våtmarkssatsningar

Att överföra en invallning till våtmark är tekniskt mycket enkelt. På frågan om man idag ville överföra sin invallade åkermark till våtmark, var det inte någon som direkt förordade detta. Däremot hade man funderat på detta alternativ med tanke på att många invallningar de facto inte har skyddsvallar som skyddar mot extrema högvatten, och att det krävs omfattande investeringar för att på nytt få fullgoda invallningar. Sedan flera år utgår statligt stöd om man väljer att överföra åkermark till våtmark. Samtidigt gäller att ett årligt arealstöd utgår till all åkermark antingen den odlas eller inte.

Ett annat mycket påtagligt dilemma när det gäller att överföra invallad åkermark till våtmark är att det i princip krävs samtliga berörda markägares acceptans för en sådan förändring. Så länge det bara finns en markägare till en invallning, finns ju inte denna komplikation, men så snart det finns fler innebär det att man måste kunna komma överens om att ge upp invallningen för överskådlig framtid. Detta innebär att i praktiken kan någon delägare med mycket liten delaktighet i ett invallningsföretag, i princip sätta stopp för att invallningen överförs till våtmark. Detta att invallningen tillkommit i samband med en förrättning innebär att invallningen skall behållas för framtiden, om man inte väljer att ompröva hela förrättningen eller att riva ut invallningen. Såväl omprövning som utrivning kräver miljödomstolens prövning, och är markägarna inte överens i en sådan hantering kan en sådan domstolsprövning bli både komplicerad och kostsam förutom att en sådan process tar tid.

Generellt bedömdes att om man en gång överfört invallad åkermark till våtmark i anslutning till att man erhållit våtmarksstöd, skulle det sedan inte vara möjligt att på nytt återföra marken till åkermark. Att ta steget att omföra åkermarken för gott till våtmark kändes som alltför svårt. Man ville behålla sin handlingsfrihet tills vidare. Dock var man öppen för att mycket kan komma att förändras. Framtiden kan innebära att efterfrågan på jordbruksmark stiger och produktpriserna höjs så mycket att man framgångsrikt kan bedriva ett jordbruk utan arealstöd. Å andra sidan kan man med dagens produktpriser knappast bedriva ett lönsamt jordbruk utan arealstöd. Skulle arealstödet försvinna liksom våtmarksstödet samtidigt som produktpriserna ligger kvar på dagens nivå, då kan nog vissa invallningar komma att överges, vilket innebär att de övergår till att bli våtmarker.





## PARTNERS IN BIRD PROJECT



### **Estonia**

Peipsi Center for Transboundary Cooperation,  
Tartu County Environmental Department,  
Haaslava municipality, Alatskivi Municipality,  
Vara Municipality

### **Finland**

Metsähallitus, Municipality of Rantasalmi,  
Rantasalmi Institute of Environmental Educa-  
tion, Municipality of Parikkala, Regional  
Council of South Karelia

### **Germany**

State Agency for Nature and Environment  
Schleswig-Holstein

### **Latvia**

Talsi District Council, Liepāja District Council

### **Lithuania**

Marijampolė State Forestry Enterprise, Nature  
Heritage Fund, State Service for Protected  
Areas, Lithuanian State Department of Tour-  
ism, Žuvintas Biosphere Reserve, Alytus  
District Municipality, Marijampolė Municipality,  
Lazdijai District Municipality, Meteliai Regional  
Park

### **Sweden**

County Administration Board of Västra Göta-  
land, County Administration Board of Öster-  
götland, Swedish Environmental Protection  
Agency, Skövde University College, Muni-  
cipality of Falköping, Municipality of Mariestad,  
Municipality of Skara, Municipality of Skövde,  
Municipality of Töreboda, Municipality of Mo-  
tala, Municipality of Mjölby, West Sweden  
Tourist Board, East Sweden Tourism Council



# BILAGA 1



### Syndaflooder i Jönköping

Medan folket i Arvika plumsar fram i vattenmängderna har Per Ericsson på Folkörörelsearkivet i Jönköping läst om alla de översvämningar som från 1600-talet och fram till mitten av 1800-talet drabbade Jönköping. Orsakerna till katastroferna är i många fall kända. Det var människorna själva som orsakade syndaflooder.  
SIDAN 6

JP

Tisdag 5 december 2000

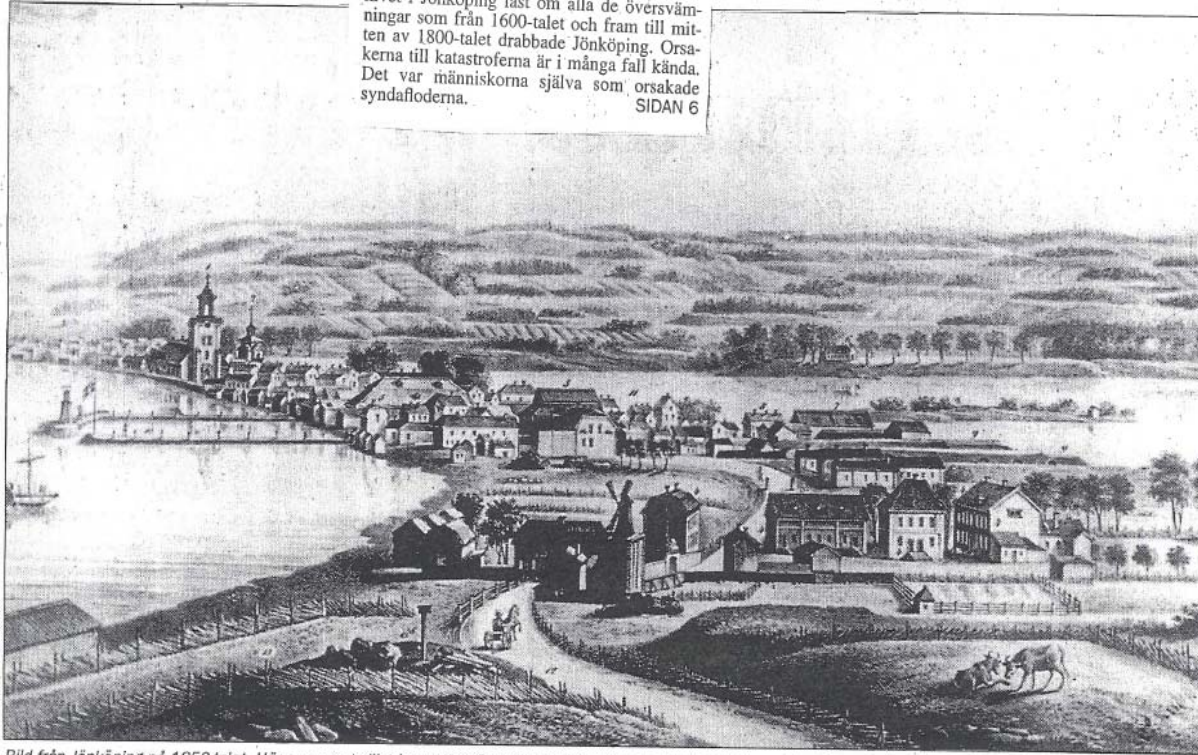


Bild från Jönköping på 1850-talet. Här ser man tydligt hur vatten överallt omgärdar staden. Risken för översvämningar var överhängande.

# Överflödade vatten även i Jönköping

*”Det var så att folk med möda kunde in och ut ur staden komma”*

UNDER översvämningarna i Mellansverige har man frågat sig om de är naturliga variationer i vädret eller om människorna själva är ansvariga. Om det senare är fallet beror det på att man orsakat en klimatförändring och i så fall på vad sätt: genom bilavgaser, kol- och oljeeldning, skogsavverkning och utdikning? Eller har människorna, drivna av ekonomiska eller andra intressen, bortsett från historiska erfarenheter och genom att bosätta sig på fel platser utsatt sig för katastrofer?

JÖNKÖPING har från 1600-talet fram till mitten av 1800-talet drabbats av återkommande översvämningar. 1649-1650 steg vattnet i Vättern och staden översvämmades.

"Husen på ena sidan är omkullkastade och tomtstenarna uttagna. Alla träd- och kålgårdar utanför staden, som man anlagt med stor kostnad på moaset är fördärvade av vattnet och även gårdar vid Smedjegatan har tagit skada. Hus och gårdar på maden är alldeles i vatten sänkta, så att en del övergivit sina hus och tomter och utflyttat på landsbygden, helst emedan där av vattnet en sådan slem stank begyner uppstiga, att man där utan stor vederböda icke kan vistas".

I FEBRUARI 1650 hade Vättern genom osedvanligt stora vågor fördärvat magasinshusen vid Stora gatan mot sjön och omkullslagit hörnstenar och

byggningar. Även på andra sidan vindbron hade vattnet åstadkommit skada. Utanför Förborgens slottsport var vägen mellan sjön och slottsmuren så fördärvad att man inte kunde komma fram.

1661 och 1673 hotade åter översvämningar och 1697 steg vattnet i källarna och Kristine kyrkas gravar stod under vatten.

SOMMAREN 1708 "överflödade" vattnet så att "det icke allenast går upp på gatorna utan ock i kålgårdarna, så att man näppeligen dit eller dädan komma kan, ja ock uppstiger i källarna.... det uppstiger ock så högt vid stadsportharna, varest det på västra sidan skadar vallarna, så att folk med möda kan ut och in i staden komma, utom det fara är för kyrkan att vattnet skär sig därunder, som gravarna därav uppfyllda varda och således skäligen befruktas, att där det ej förekommes lærer det staden i tiden ruinera och fördärva". Vattnet stod då en halv aln högre än det någonsin förr gjort.

HÖSTEN 1767 uppstod den starkaste storm från norr som man erfart sedan den nya staden anlades. Den 30 november kl 10 på kvällen åstadkom den vågor som dels "uppkastade starka och med pålar väl befastade varbryggor samt dels uppkastade själva husbyggnaderna, varuti timmervirke och materieler uppdrivit uti ovanför belägna

Munke eller Lille sjön och på stranden kringströdd blivit."

Under de första årtiondena av 1800-talet stod vattnet också ofta mycket högt under långa tider och översvämningar av stadens lägst liggande delar omtalas 1817, 1824 och 1830.

DE VAR DOCK obetydliga jämfört med översvämningen 1831. Redan i maj och juni detta år stod vattnet högt i såväl Vättern som Munksjön och Rocksjön och maderna började översvämmas. Den 17 juli kom ett häftigt åskregn som fortsatte till nästa dags eftermiddag och vid tiotiden på kvällen nådde vattnet Hovrättstorget och Smedjegatan och fortsatte att stiga till knähöjd. Junebäcken sönderbröt bron vid Talavid, Björnebergs- och Dunkerhallavägarna skadades svårt och vattnet vid Jordbron nådde på natten en bredd av 300 alnar. Vattennivån kulminerade vid 10-tiden morgonen den 19 juli. Stora delar av stadens södra delar kunde då bara nås med båt och vattnet stod högt över golvet i många hus. Kämnersrättens sammanträde uppsköts, men assessorna tog sig plikttröget till hovrättshuset på plankor upplagda på bockar eller med båt.

MUNKSJÖN HADE stigit med tre fot och fyra decimaltum och kanalen ut i Vättern kunde inte svälja de utströmmande vattenmassorna, inte minst på grund av att den ett tag blockerades av

en vedflotte. Man grävde därför utlopp på flera ställen för kanalen vid Österport och efter några dagar hade det mesta vattnet sjunkit undan. Allt försvann dock först när Vättern sjunkit till tidigare nivå.

En allmän rengöring från den gytta och smuts som avsatt sig överallt beordrades därefter, en åtgärd som man ansåg vara livsnödvändig på grund av den koleraepidemi man visste var i ankande från kontinenten. Den nådde dock Sverige och Jönköping först 1834.

ORSAKERNA till dessa återkommande katastrofer är i flera fall kända. 1649-1650, 1661 och 1673 orsakades de av att bönderna vid Motala ström för sitt fiske byggt fördämningar, som snabbt åstadkom att Vätterns tömning genom Motala kanal förhindrades. I början av 1900-talet beräknades att den vattenmängd som strömmar ur Vättern vid Motala ett normalår var 3,5 miljoner kubikmeter per dygn.

1697 var orsaken naturlig uppgrundning av strömmen och 1707 sågs den vara uppkommen genom "det ringa utsläppet och avflytningen vid Motala". Men 1767 torde orsaken ha varit att effekten av ett troligen förhöjt vattenstånd i Vättern förstärktes av stormväder.

1831 års översvämning utlöstes av ett kortvarigt, men osedvanligt intensivt regnväder som kom efter en lång-

re tids ett högt vattenstånd orsakat av att Motala ström dämns upp av dels ett ras vid en reparation, dels byggda fördämningar.

ATT ÖVERSVÄMNINGAR med jämna mellanrum inträffade i Jönköping berodde i grunden på att staden, i enlighet med Gustaf II Adolfs befallning 1612 och mot befolkningens vilja, flyttats från sin relativt högt och säkert belägna plats till den låga, smala sandbanken öster om kanalen, där den kom att bli utsatt för den höjning av Vätterns vattenstånd som östgötarna då och då ofrivilligt förorsakade.

Först sedan invånarna under mer än två århundraden avsiktligt och oavsiktligt höjt marknivån och den anlagda järnvägsvallen blivit en skyddande vall mot Vättern fick jönköpingsborna någorlunda säkra förhållanden. Dock inträffade ännu vid 1900-talets början att de södra delarna av kålgårdsområdet översvämmades, när vattnet steg i Munksjön.

I fallet Jönköping torde alltså människorna själva orsakat sina syndaflooder.

Fotnot: 1 aln = cirka 60 centimeter, 1 fot = cirka 30 centimeter, 1 decimaltum = 3 centimeter.

PER ERICSSON

# BILAGA 2





Fredagen den 23 april 1999

**Översvämningar och högt vattenstånd är inte unikt**

# ”Vätterns vrede värre än Oceanen”

Vättern, eller Store sjön som den kallades förr, är en både högt beundrad och djupt respekterad granne.

Diktare har hänförs av dess skönhet. ”Där ligger Jönköping som en vattenfågel på näset och speglar sig i Götas medelhav, i Vättern, det underbara, det romantiska vattnet” (Esaias Tegner 1838).

”Då låg framför honom Vätterdalen, en ljus, ofantligt lång djupsträcka, norrut förenad med synranden och fylld, tyckte han, med förtätad, kornblå, vattrad vårluft, varur i öster reste sig en förtonande strandremsa i skiftande, händöende kvällsskimmer.” (Viktor Rydberg 1891).

Det stora vattnet har också respekterats för sin lynnighet och Vätterns erfarna fiskare har alltid varit uppmärksamma på vädrets skiftningar.

Vattenspegelns krusningar kan på en mycket kort stund övergå i en, även för större fartyg farlig, krabb sjö, som kan tvinga dem söka hamn.

Men innan Vinnebron på 1760-talet fick en klaff måste råbockar med limsten från Närke ofta ankra vid kanalens inlopp, där de oskyddade mot stormväder

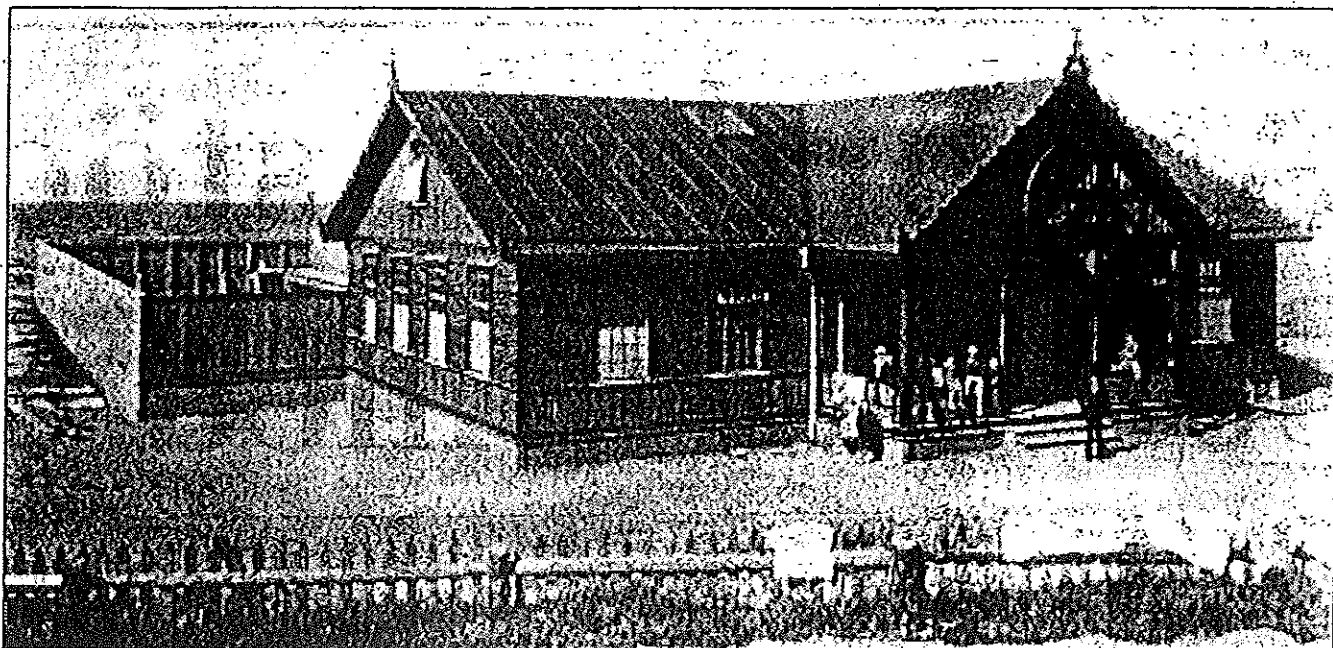
ibland gick under. Små barn, som varma somrardagar på 1930-1940-talet plaskade i Vätterns långgrunda vatten, upptäckte senare med skräckblandad förtjusning, när de under skolresa till Yisingsö med Motala Express blickade ner i det glasklara, grönaktiga vattnet, hur hisnande djup sjön var.

## Men en kär vän?

Då de blev ännu äldre förläde de mestadels badandet till Rocksjön - där var ju vattnet för övrigt varmare och det fanns tillgång till glasskiosk.

Jönköpings strandlinje mot Vättern var genom seklerna späckad med tvättbryggor, likt taggarna på en igelkott. Och i århundraden svor gårdsägare ve och förbannelse över sjön, som höstar och vintrar genom stormar eller skruvis förstörde dessa bryggor.

Mäktiga isbildningen medförde också andra besvär. I januari 1771 fann magistraten att emedan här vid staden utmed Vätterstranden så hög is vallat sig, att svårligen någon kan däröver utkomma efter vatten, och omöjligt synes för brandvakterna att så snart som nödigt densamma uthugga kunna”, måste byfogden



Östra badhuset i Jönköping fick rivas i början av 30-talet till en följd av slitage från oräkneliga stormar. Uppådda folk att hugga brandvagnar.

### Översvänningsgisslet

Den 15 juni 1708 meddelade borgmästare Carl Eklund bekymrat att vattnet "snart en halv aln högre står, än det någonsin tillförne vanligen varit". Tre dagar senare skrev landshövding Märten Lindhielm till Kungl. Majt och berättade om "... den stora olägenhet, som denna stads invånare här i Jönköping av det myckna överflödande vattnet för tiden måste lida".

Vattnet i Vättern hade stigit "över det vanliga; att det icke allenast går upp på gatorna utan ock i kålgårdarna, så att man näppeligen dit eller dädan komma kan, ja ock uppstiger i källarna ... Det uppstiger ock så högt vid stadsportarna, varest det på västra sidan skadar vallarna, så att folk med möda kan ut och in i staden komma, utom det fara är för kyrkan att vattnet skär sig därunder, som gravarna därav uppfyllda varda och således skäpligen befruktas, att, där det ej förkommés, lär det staden i tiden ruinera och fördärva".

Förklaringen ansågs vara "det ringa utsläppet och avflytningen

vid Motala, som nu är öppen till 12 alnar".

Den 2 december 1767 noterades i rådhuset att "sedan den 30de i sistlidna november månad kl. 10 om aftonen uppväxt av Stora sjön Vättern så starkt nordanväder (vars) ... like icke varit sedan staden utmed samma strand anlades, då den (dels) uppdrov icke allenast till en ansenlig höjd, utan uppkastade ock starka och med pålar väl befästade varbryggor samt dels uppkastade själva husbyggnaderna, varav timmervirke och materiel uppdrevit uti ovanför belägna Munk- eller Lille sjön och på stranden kringströdd blivit..."

Översvämningen 1830, kanske den värsta genom tiderna, ansågs även den primärt ha orsakats av att en fördämning i Motala ström lett till högt vattenstånd.

När detta förvärrades av ett ihållande störtregn den 18-19 juli steg vattnet i bottenvåningarna i husen på maderna över sängarna och man kunde färdas i staden endast med hjälp av båt.

### Järnvägen - en befriare

Järnvägens ankomst 1864 upp-

levdes därför förmodligen inte bara som en kommunikationsteknisk innovation utan, också som en befrielse från de illasinnade naturkrafterna - nu fick man en skyddande vall mellan sig och Vättern.

Sedan dess har jönköpingsbornas minne av sin grannes mindre, behagliga sidor börjat falla i glömska och det är förstaeligt att man framför sig gärna ser möjligheten av en sydländsk playa med konstgjorda laguner och strandbarer.

Då stadsfullmäktige 1901 i förlitan på modern byggnadsteknik, trots erfaret folks varningar - "När Vättern blir vred, är han mycket värre än oceanen, ska herrarna se", sade skeppsfournerare A. Andersson - lät bygga ett badhus på stranden vid Östra folkskolan demolerades det av återkommande vinterstormar och måste rivas i början av 1930-talet.

Huruvida samhällets styrpinnar idag anser sig behöva ta den vresiga Vättern i beaktande vid planeringen för framtidens järnväg genom Jönköping är okänt.

Text: Per Ericsson

# BILAGA 3



## Sammanställning av handlingar kring Vattendom Vättern

1	1958	Vattenreglering i Vättern och i Motala Ström t o m Roxen	Dom medd. 9 april 1958
2	1999-11-26	Vättern reglering-hemställen till Kammarkollegiet	Ks beslut
3	1999-12-01	Skrivelse till Kammarkollegiet	
4	2000-12-05	Överflödande vatten även i Jönköping	Artikel
5	2000	Alternativa regleringar av Vättern för att minska högsta vattenstånden	SMHI Rapport 2000 nr 10 Håkan Lanner och Katarina Losjö
6	2001-04-18	Delrapport till projekt: Beräkning av nedstömseffekter av förändrad tappning från Vättern	SMHI Katarina Losjö
7	2001	Inverkan på stranderosion i vättern av varierande vattenstånd	Kungliga tekniska Högskolan Tenisk rapport 3086 Hans Bergh
8	2001	Alternativa regleringar i Vättern för att minska de högsta vattenstånden	Vattenvårdsförbundet svar på remiss
9	2001-10-23	Översiktlig översvämningskatering längs Tabergsån	Räddningsverket rapport 21, 2001-10-23
10	2001-11-28	Ändring av vattendom för Vättern	Tekniska utskottet
11	2001	Vattenståndsmätningar i vättern	Artikel från SMHI Väder och Vatten 1/2001
12	2002-04-02	Leverens av resultat av simulering av tre vattenstånd i Vättern i komb med ett 50 års flöde	SMHI Gustav Carlsson
13	2002-04-26	Översvämningsrisker	Lars Wennerberg
14	2003-03-24	Framtida extremvattenstånd i Jönköping på grund av sjöstjälpling; förstudie	SMHI 2002/1884/204
15	2004-12-21	PM ang behovet av ändring av vattendomen för Vättern	Hirsmark/Wennerberg/Andersson
16	2004-12-22	Skrivelse till Kammarkollegiet	
17	2006-11-14	Anteckningar överläggningar Jönköpings kommun-Kammarkollegiet	L11 194
18	2007	Vattenstånd och landhöjning i Vättern vid Jönköping	SMHI Jonas German
19	2008-04-01	Omprovning av Vätterns reglering Skrivelse till Kammarkollegiet	AB Göta kanalbolagen
20	2008-05-30	Skrivelse till Kammarkollegiet	
21	2008-07-04	Omprovning av Vätterns vattenreglering	Skrivelse från Kammarkollegiet Dnr 22-8498-99
22	2009-01-12	Protokoll	Ks ledningsutskott §3
23	2009-08-03	Skrivelse till Kammarkollegiet	Fr Ks
24	2009-08-10	Vattendom Vättern	Kommunstyrelsens Ledningsutskott §111
25	2009-08-17	Svar från Kammarkollegiet	
26	2010-05-25	Förändrad regleringsstrategi För Vättern och möjligheter att klara ökade flöden genom Roxen	SMHI German, Gustavsson och Eklund
27	2010-09-13	Vattenstånd i Vättern i ett ändrat klimat	SMHI

## Sammanställning av handlingar kring Vattendom Vättern

			German och Stensen
<b>28</b>	<b>2010-09-13</b>	Produktionsförluster i Motala Ström p g a ändrad reglering av Vättern	SMHI German
<b>29</b>	<b>2010-08</b>	Regleringsstrategi Vättern	SMHI German, Gustavsson och Eklund
<b>30</b>		Jönköpingsöversvämningen 1831	Natural Hazards Group
<b>31</b>			

<b>1</b>	<b>2010-10-05</b>	Vattenstånd i och reglering av Vättern OH mtrl vid redovisning 2010-10-05	SMHI German, Gustavsson och Eklund Losjö, Sanner
<b>2</b>		<b>Tappningsstrategi Vänern</b>	Länsstyrelsen Västra Götaland
<b>3</b>		Materiel från Länsstyrelsen Jönköping Bl a Erlandsson	Måns Lindell
<b>4</b>		Invallning kring Roxen Grunddata, nuläge och Framtd	
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>			
<b>8</b>			
<b>9</b>		Förutsättningar och riktlinjer för anpassning till Klimatförändringar	Jönköpings kommun 2009-05-28
<b>10</b>			

