

Vebro Industri

Lillåns uppdämning

Nivåpåverkan uppströms Vessigefallen

Henrik Jacobson
2012-09-26

Innehåll

1 Inledning.....	3
2 Lillån ovan Vessigefallen.....	3
3 Vattenreglering i dammen	5
3.1 Dämnings- och regleringsrätt	5
3.2 Dämningsrätt vid kraftiga högvatten	7
3.3 Kraftverkdammens avbördningskapacitet	9
4 Regleringens nivåpåverkan uppströms fallen	10
4.1 Inga ersättningar för överdämd mark	10
4.2 Kanalprojektet i Lillån år 1930.....	11
4.3 Nivåpåverkans övre gräns	15
4.4 Försumpningen i alsbogen vid ån	17
5 Slutsatser	18
6 Referenser	19

1 Inledning

Vebro Industri planerar för en ombyggnad av Vessige Kraftverk. Vid samråd inför tillståndsprövningen framkom att markägare uppströms kraftverksdammen av och till har problem med översvämning av trädgårds- och jordbruksmark kring ån. Markägarna, liksom Länsstyrelsen, ville därför ha utrett vilken inverkan regleringen i kraftverksdammen har på dessa översvämningar. En av markägarna framförde också att ett skogsparti mellan hennes fastighet och kraftverksdammen försumpats kraftigt på senare år.

Länsstyrelsen ville ha klarlagt vilka regleringsgränser som gäller för dammen.

Dessa frågor utreds och besvaras i följande rapport.

2 Lillån ovan Vessigefallen

Lillån ringlar ner till Vessigefallen genom ett flackt landskap som är dominerat av jordbruk. Översvämningar är vanliga och förekommer ett par gånger om året. Exempel på hur det kan se ut visas i bilderna i figur 1-3 här under.



Figur 1: Drygt en kilometer uppströms kraftverksdammen korsar Sörbyvägen Lillån. Här brukar översvämningarna bli särskilt påtagliga. *Jan-Åke Jacobson 2011*



Figur 2: Nedströms Sörbyvägens bro strömmar vatten upp ur ån och ut över åkern. Flödet i ån är 6 á 7 m³/s.



Figur 3: Cirka 300 m uppströms dammen korsas ån av en mindre bro. På åns högersida finns en privatägd trädgård som översvämmas vid högre flöden. Flödet i ån är cirka 9 m³/s. *Henrik Jacobson 2012*

Åns översvämningar i området har satt tydliga avtryck i landskapet. På bilden i figur 4 kan svämplan, som är många gånger bredare än åfåran, urskiljas. På bilden skymtar även kraftverksdammen – åtminstone för den som vet att den finns där.



Figur 4: Ån ringlar från bildens nedre högra hörn mot det övre vänstra. Svämplanen framträder som brunaktiga fält kring ån. Kraftverksdammen syns uppe till vänster som en liten mörk triangel. Google Maps

Att översvämningarna inte uppkom som en följd av kraftverksdammen framgår av vittnesmål som avgavs inför Vattendomstolen år 1932 när dammen tillståndsprövades. Dammen hade uppförts år 1923 nedströms en befintlig kvarndamm vid Vessigefallens krön. År 1912 ska en ovanligt kraftig översvämning ha inträffat i ån. Hur det då såg ut strax ovan fallen och kvarndammen beskrevs enligt referatet på följande sätt (1):

Parterna anhöllo nu, att vittnena måtte få yttra sig om vattenståndsförhållandena vid [Fä-]bron, i anledning varav först Petter Magnus Carlsson hördes och berättade: Han vore 78 år gammal och hade vistats i trakten under mer än 50 års tid. [...] Det högsta vattenstånd, vittnet kunde minnas, hade inträffat vid midsommartiden år 1912, då vattnet stigit upp till grinden vid Brostugan. [...] Den av Carlsson utvisade högvattenytan vid Brostugans grind avvägdes och befanns ligga å höjden + 31,91 meter.

Härefter hördes Emil Möller (53 år), vilken uppgav, att vid det av Carlsson omvittnade flodtillfället år 1912 vattnet stigit så högt, att det varit möjligt att färdas med båt å gångstigen utmed ån mellan Fäbron och [kvarn-]dammen. [...]

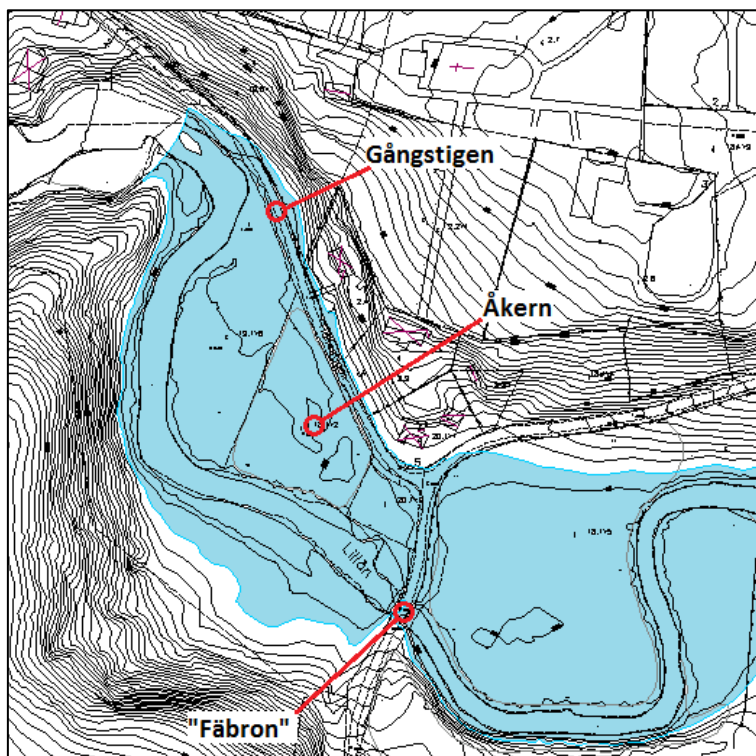
Sigfrid Molin (56 år) berättade: Han hade varit bosatt i Väby sedan 1887; alltsedan dess hade i Lillån aldrig förekommit något vattenstånd så högt som det av föregående vittnens angivna från år 1912. Molin kunde vitsorda Möllers uppgift, att vattnet då stigit över gångstigen på åns högra strand. Ett hönshus, tillhörigt Brostugans ägare och beläget mellan Brostugan och ån, hade varit fullständigt kringflutet av vattnet.

Bernhard Bengtsson uppgav [...], att han vid 1912 års flöde iakttagit, att vattnet stigit ännu högre än Petter Magnus Carlsson omvittnat. Vattnet hade sålunda nått till nedersta trappstenen på ingångstrappan vid Brostugan.

Den sålunda angivna högvattenytan hade enligt nu företagen avvägning innehaft höjdläget + 32,24 meter.

Härefter avvägdes en å höger strand nedströms Fäbron mellan gångstigen och ån belägen åker under Vessige Klockarebol. [...] De närvarande uppgåvo, att den ifrågavarande åkern brukade stå under vatten vid flodtillfällen.

För att illustrera vad det är vittnena beskriver, har kartan i figur 5 tagits fram. De avvägningar av vattenstånd som gjordes utgick från kraftverkets huvudfix, vilken har vägts in mot dagens höjdsystem. (2)



Figur 5: Vattenstånd strax ovan Vessigefallen vid översvämningen 1912. Flöde från höger till vänster. Vessigefallens krön är beläget i bildens övre vänsterkant. *Vebro Industri och Metria*

När man betraktar kartan i figur 5 är det uppenbart vad som blir problemet vid kraftiga vattenflöden: strax innan vattnet når fram till Vessigefallens krön måste det passera genom en trång sektion. En sektion där det dessutom finns en liten ö mitt i åfåran. Den kvarndamm som fanns, och som också omnämns i vittnesmålen ovan, var belägen nedströms denna sektion. Som framgår av följande avsnitt var dammuren förhållandevis låg och långsträckt, med ett krön beläget på ett höjdläge långt under den omvittnade högvattenytan. Den översvämning vittnena berättar om var således ovanlig, men fullt naturlig.

3 Vattenreglering i dammen

3.1 Dämnings- och regleringsrätt

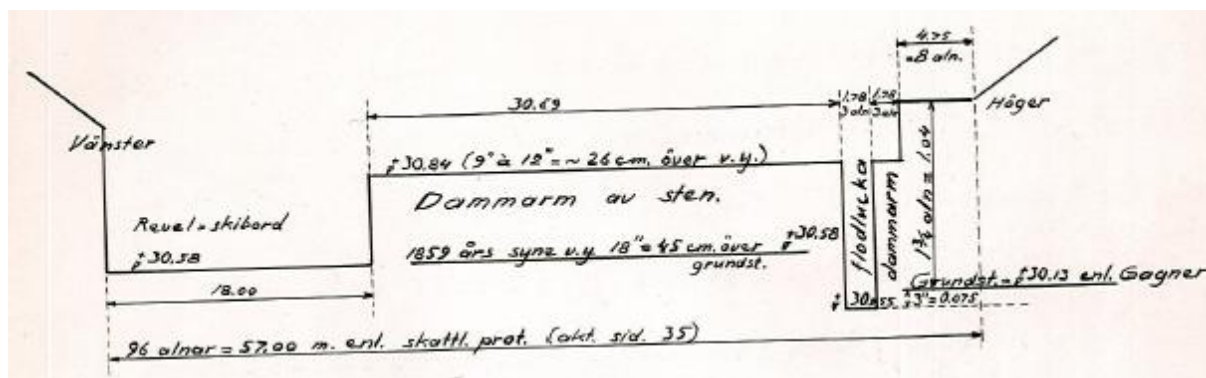
Enligt gällande vattendom medges dämning i kraftverkdammen till samma nivåer som den gamla kvarndammen kunde ge upphov till vid och uppströms Vessigefallens forsacke. Kvarndammens dämning ansågs laglig eftersom kvarnanläggningen, vattenverk och damm, hade lagligförklarats vid en häradssyn år 1859.



Figur 6: Kvarnanläggningen efter en beskrivning i ett försäljningsdokument från 1918. (3)

Någon uppmätning av vilka nivåer som faktiskt rådde i kvarndammen så länge den var i drift gjordes aldrig. Vattendomstolen utgick i stället från en beskrivning av kvarndammen utförd av Årstad häradsrätt i samband med kvarnens lagligförklaring. I beskrivningen finns uppgifter om stenmurens och revelns längd, flodluckans bredd och hur flodluckan skulle regleras. Vattendomstolen lät även utföra vissa undersökningar av kvarnens ruiner i samband med syn på plats 1932. (1)

Enligt Vattendomstolen hade kvarndammen det principiella utseende som visas i skissen i figur 7.



Figur 7: Den gamla kvarndammens principiella utseende enligt Vattendomstolens bedömning.

Utifrån denna skiss beräknade en av domstolens vattenrättsingenjörer dammens teoretiska avbördningsförmåga. (4) Resultatet presenterades i en kort tabell, se tabell 1.

Tabell 1: Kvarnens teoretiska avbördning enligt Vattendomstolen. Kvarnen hade rätt att hålla högre nivåer vid högre flöden.

Dammnivå z	Avbördning Q
+ 30,90	9,09
+ 30,86	7,18
+ 30,84	6,44
+ 30,80	5,35
+ 30,78	4,82
+ 30,68	2,59
+ 30,58	1,22

För alla vattenföringar understigande $1,22 \text{ m}^3/\text{s}$ gällde $+ 30,58$ som övre gräns. Denna nivå svarade mot överkanten på kvarndammens skibord, jämför med figur 7. Någon gräns för hur låg nivån fick vara i kvarndammen fanns inte och finns följaktligen heller inte för kraftverksdammen.

Tabellen sträcker sig inte längre än till vattenföringar om $9,09 \text{ m}^3/\text{s}$ och vad som ska gälla om tillrinningen är större än så, framgår inte av vattendomen. I följande avsnitt restaureras vattenrättsingenjörens beräkningsmodell för kvarndammen och används för att beräkna lagliga dämningarnivån även för kraftigare högvatten.

3.2 Dämningrätt vid kraftiga högvatten

Exakt hur kvarndammens avbördning har räknats ut framgår inte av handlingarna i målet, men gissningsvis har följande formel som uppskattar avbördningen över ett fritt överfall använts:

$$Q = \frac{2}{3} CL\sqrt{2g}(z - z_0)^{3/2} \quad (3.1)$$

Här är Q avbördningen, L överfallets bredd, g tyngdaccelerationen ($9,81 \text{ m/s}^2$), z vattenytans uppströms överfallet nivå och z_0 nivån för överfallets överkant. C är en koefficient som brukar anta värden kring 0,6. Koefficienten är beroende av överfallets utformning och hur högt över åbotten överkanten är placerad.

För att undersöka om (3.1) använts, beräknas lösningarna C till följande ekvation då den ansätts med värden från tabell 1 och figur 7:

$$\frac{2}{3} L\sqrt{2g}(z - z_0)^{3/2} \cdot C = Q \quad (3.2)$$

När dammens nivå var $z=30,58$ kunde enligt tabell 1 $Q=1,22 \text{ m}^3/\text{s}$ avbördas. Enligt figur 7 gällde följande för flodluckan $L=1,78$, $z_0=30,055$ vilket leder till följande:

$$\frac{2}{3} \cdot 1,78 \cdot \sqrt{2g}(30,58 - 30,055)^{3/2} \cdot C_{lucka} = 1,22 \Rightarrow C_{lucka} = 0,610$$

Denna koefficient används för att beräkna avbördningen genom flodluckan då nivån ligger mellan revelns och dammurens överkanter.

$$z = \begin{bmatrix} 30,84 \\ 30,80 \\ 30,78 \\ 30,68 \end{bmatrix} :$$

$$Q_{lucka} = \frac{2}{3} C_{lucka} \cdot 1,78 \cdot \sqrt{2g} \left(\begin{bmatrix} 30,84 \\ 30,80 \\ 30,78 \\ 30,68 \end{bmatrix} - 30,055 \right)^{3/2} = \begin{bmatrix} 2,230 \\ 2,062 \\ 1,979 \\ 1,584 \end{bmatrix}$$

Avbördningen över reveln kan därefter beräknas som:

$$Q_{revel} = Q - Q_{lucka} = \begin{bmatrix} 6,44 \\ 5,35 \\ 4,82 \\ 2,59 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2,230 \\ 2,062 \\ 1,979 \\ 1,584 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4,210 \\ 3,288 \\ 2,841 \\ 1,001 \end{bmatrix}$$

Insättning av Q_{revel} i (3.2) ger, tillsammans med data för reveln från figur 7, det överbestämde ekvationssystemet

$$\frac{2}{3} \cdot 18,00 \cdot \sqrt{2g} \left(\begin{bmatrix} 30,84 \\ 30,80 \\ 30,78 \\ 30,68 \end{bmatrix} - 30,58 \right)^{3/2} \cdot C_{revel} = \begin{bmatrix} 4,210 \\ 3,288 \\ 2,841 \\ 1,001 \end{bmatrix}$$

vilket kan lösas med minsta kvadratmetoden, varvid:

$$C_{revel} = 0,598$$

Avbördningen genom luckan och över reveln då $z = \begin{bmatrix} 30,90 \\ 30,86 \end{bmatrix}$ beräknas med (3.1) enligt:

$$Q_{lucka} = \frac{2}{3} C_{lucka} \cdot 1,78 \cdot \sqrt{2g} \left(\begin{bmatrix} 30,90 \\ 30,86 \end{bmatrix} - 30,055 \right)^{3/2} = \begin{bmatrix} 2,491 \\ 2,316 \end{bmatrix}$$

$$Q_{revel} = \frac{2}{3} C_{revel} \cdot 18,00 \cdot \sqrt{2g} \left(\begin{bmatrix} 30,90 \\ 30,86 \end{bmatrix} - 30,58 \right)^{3/2} = \begin{bmatrix} 5,754 \\ 4,710 \end{bmatrix}$$

Avbördningen över dammkrönet vid dessa dammnivåer är

$$Q_{krön} = Q - Q_{lucka} - Q_{revel} = \begin{bmatrix} 9,09 \\ 7,18 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2,491 \\ 2,316 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 5,754 \\ 4,710 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,844 \\ 0,154 \end{bmatrix}$$

Insättning av $Q_{krön}$ i (3.2) ger det överbestämde ekvationssystemet:

$$\frac{2}{3} \cdot (30,63 + 1,78) \cdot \sqrt{2g} \left(\begin{bmatrix} 30,90 \\ 30,86 \end{bmatrix} - 30,84 \right)^{3/2} \cdot C_{krön} = \begin{bmatrix} 0,844 \\ 0,154 \end{bmatrix}$$

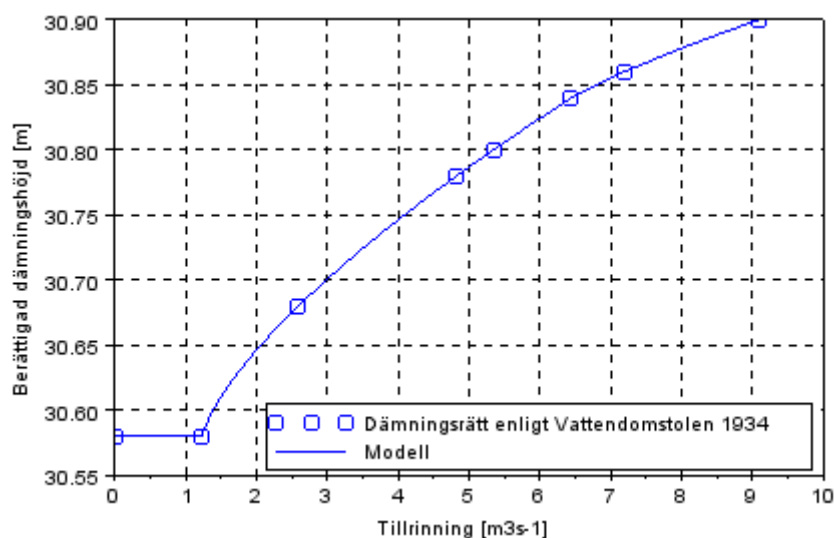
vilket efter lösning med minsta kvadratmetoden ger:

$$C_{krön} = 0,599$$

Sammanfattningsvis relateras Q och z enligt följande, då $Q > 1,22$ och $z > 30,58$:

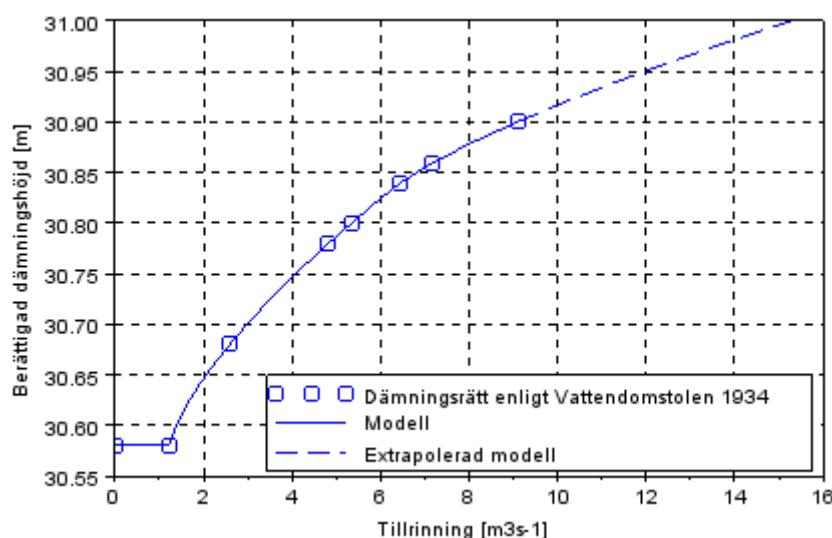
$$Q = \left\{ \frac{2}{3} \cdot 0,610 \cdot 1,78 \cdot \sqrt{2g} (z - 30,055)^{3/2} \right\} + \left\{ \frac{2}{3} \cdot 0,598 \cdot 18,00 \cdot \sqrt{2g} (z - 30,58)^{3/2} \right\} + \left\{ \frac{2}{3} \cdot 0,599 \cdot 32,47 \cdot \sqrt{2g} (z - 30,84)^{3/2} \right\} \Big|_{z > 30,84} \quad (3.3)$$

Som framgår av figur 8 är 3.3 utan tvekan den modell som Vattendomstolen använt.



Figur 8: Kontroll av modellen

Vilka dämningssgränser som gäller vid tillrinningar större än 9 m³/s beräknas genom extrapolering av modellen, se figur 9.

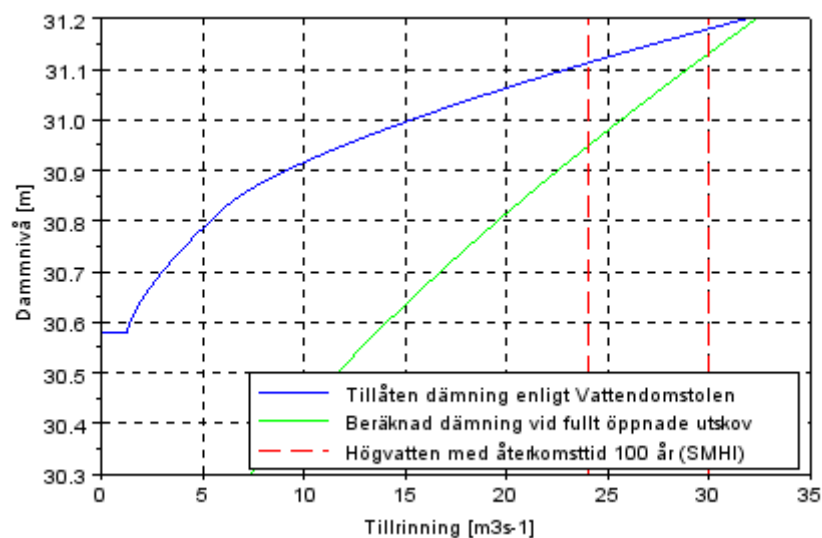


Figur 9: Gällande dämningssgränser för Vessige kraftverksdamm.

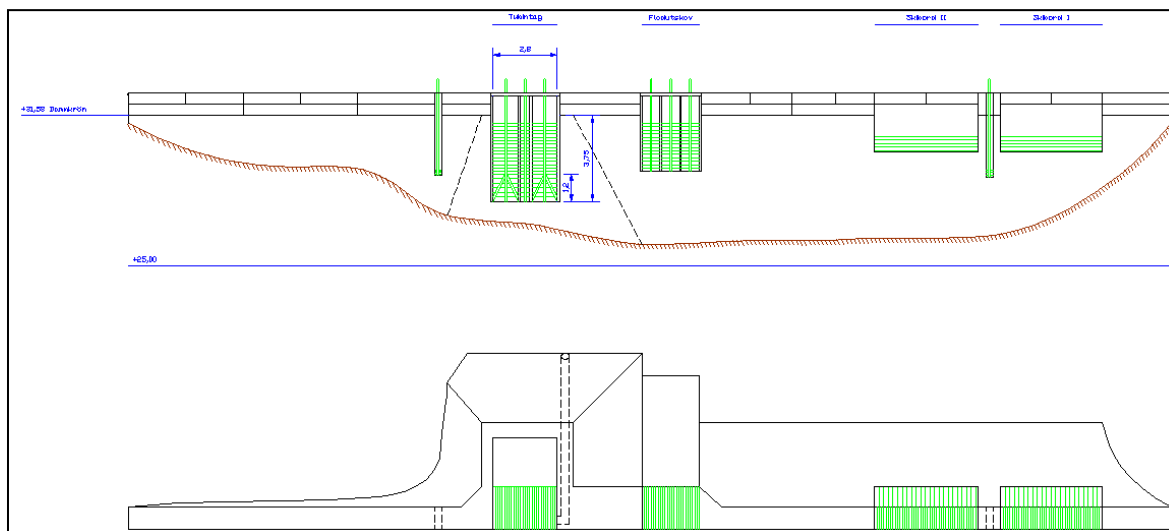
3.3 Kraftverksdammens avbördningskapacitet

För att kunna avbörda överskottsvatten är kraftverksdammen försedd med två skibord och ett flodutskov, se figur 11. Skiborden har sina bottentrösklar på +30,05 och är 4,40 respektive 4,50 m breda. Flodutskovet är 2,50 m brett och har sin bottentröskel på +29,16.

Ekvation (3.1) kan användas för att uppskatta dammens avbördningskapacitet, alltså hur mycket vatten dammen kan släppa fram med samtliga utskov fullt öppnade. Avbördningskoefficienten antas vara $C=0,6$. Resultatet visas i figur 10 tillsammans med dämningssgränsen vid olika tillrinningar. Som synes är utskoven dimensionerade för att dammen ska kunna klara ett 100-årsflöde utan att dämningssgränsen överskrids. Enligt SMHI är 100-årsflödet i storleksordningen 24-30 m³/s. (5)



Figur 10: Dämningsgränser och teoretisk avbördningskapacitet för kraftverksdammen.



Figur 11: Kraftverkets dammbyggnad.

4 Regleringens nivåpåverkan uppströms fallen

4.1 Inga ersättningar för överdämd mark

Frågan om vilken roll regleringen i kraftverksdammen spelar vid Lillåns översvämningar är inte ny. Gällande vattendom kom till efter en konflikt mellan de dåvarande kraftverksägarna och markägare uppströms dammen. Markägarna hade fått tillstånd att kanalisera ån ända ner till den trånga sektion som beskrevs i avsnitt 2 ovan. Eftersom kraftverket inte var tillståndsprövat, hävdade markägarna att uppdämningen var olaglig och eftersom man ansåg att uppdämningen skulle störa det tilltänkta kanalföretaget, begärde man ersättning av kraftverksägaren för den händelse att vattendomstolen trots allt skulle lagligförklara kraftverket. Domstolen avvisade dessa krav (6):

Då bolaget [kraftverksägaren] icke genom de i denna dom givna bestämmelser kan anses hava erhållit annan rätt till dämning eller reglering av Lillåns vatten än den, som tidigare lagligen tillkommit bolaget, varda i målet framställda skadeståndsyrkanden av vattendomstolen ogillade; det förtjänar för övrigt att anmärkas, att de nu meddelade vattenhushållningsbestämmelserna i så ringa omfattning inverka å ovanförliggande markers möjligheter till ändamålsenlig torrläggning, att någon skada å samma marker icke kan anses uppkomma till följd av företaget.

Enligt vattendomstolen var alltså kraftverket och kanalföretaget förenliga verksamheter, förutsatt att dammen sköttes enligt bestämmelserna.

4.2 Kanalprojektet i Lillån år 1930

Vattendomstolen hävdade alltså att en dämning som motsvarande den gamla kvarnens inte skulle inverka menligt på kanalföretagets möjligheter att torrlägga mark kring Lillån. För att undersöka om påståendet stämmer, beräknas i det följande hur mycket dämningen skulle påverka nivån i den nedersta kilometern av kanalen.



Figur 12: Kanalprojektets nedersta del. Jämför med bilden i figur 4. Länsstyrelsen i Hallands Län

Enligt beskrivningen av företaget skulle kanalen från Sörbyvägen och nedåt ha följande egenskaper (7):

Bottenlutning, S_0	0,0003
Bottenbredd	6,75 m
Sidolutning	1/1,5
Motståndstal, n	0,0272
Avbördningsförmåga	5,95 m ³ /s vid 1,2 m djup

I en kanal drivs vattnet fram av kanalens bottenlutning, det vill säga av gravitationen. När vattnet rör sig i kanalen uppstår friktion mot kanalens väggar, vilket får till följd att vattnet bromsas upp och ett visst djup uppstår i kanalen. Dimensionering av kanaler handlar i princip om att balansera gravitation mot friktion. Det djup som inställer sig i kanalen vid balans kallas normaldjup. Vid balans tillförs vattnet lika mycket fallhöjd som går förlorad i fallförluster. Längs en kanalsträcka med lutning $S_0 = \frac{\Delta z}{\Delta s}$

och fallförlust $S_f = -\frac{\Delta H}{\Delta s}$, är alltså $S_0 = S_f$. Det finns olika sätt att beräkna S_f . För kanaler används traditionellt Mannings formel, vilken beräknar vattnets medelhastighet, V , i kanalen som:

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{D_H}{4} \right)^{2/3} S_f^{1/2}$$

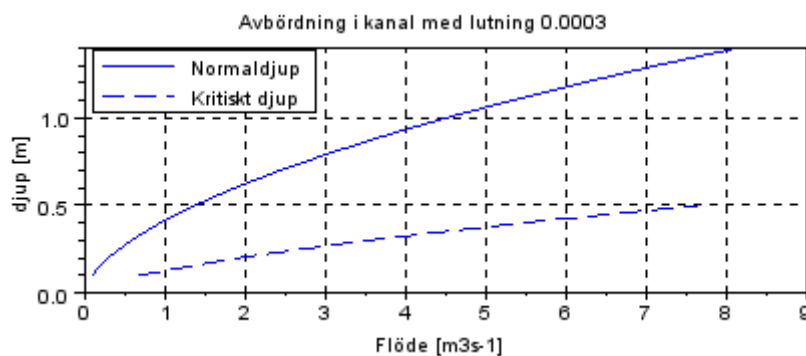
Här betecknar D_H kanalens hydrauliska diameter. n , motståndstalet, är ett tal som är beroende av kanalväggens beskaffenhet.

En annan viktig egenskap är kanalens kritiska djup, som är det djup vid vilket flödet går från långsamt strömmande, subkritiskt, till hastigt stråkande, superkritiskt (eller tvärtom). Kanaler bör dimensioneras antingen för djup större än eller mindre än det kritiska. Om djupet i kanalen kommer för nära det kritiska, uppstår oönskade nivåpendlingar. Det kritiska djupet för ett visst flöde i en kanalsektion uppkommer då:

$$\frac{A^3}{T} = \frac{Q^2}{g}$$

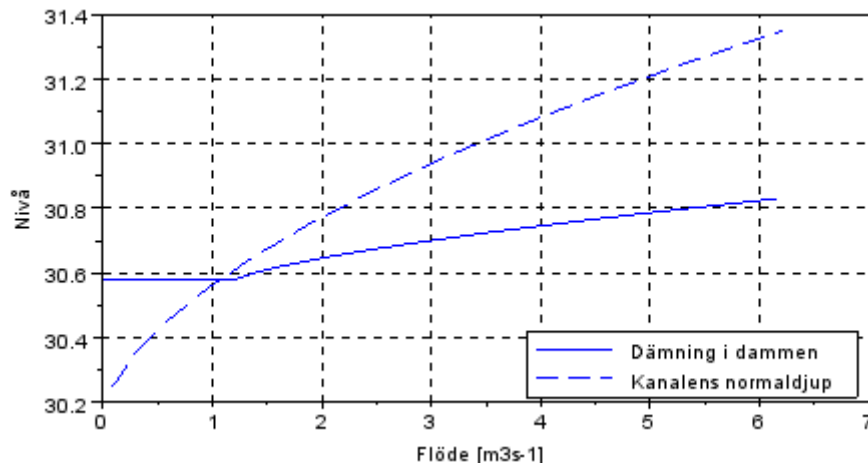
där Q är flödet, A våta arean och T fria bredden.

Med data enligt ovan skulle den nedre delen av Lillåns kanal ha haft karakteristik enligt diagrammet i figur 13. Kanalen skulle vid djupet 1,2 m avbörda 5,95 m³/s, vilket stämmer med diagrammet.



Figur 13: Teoretisk avbördningskurva för kanalföretagets nedre del. Normaldjupet hamnar väl över det kritiska.

Kanalen skulle sträcka sig ända ner till en punkt strax ovan läget för den gamla kvarndammen. Kanalens botten skulle här hamna på nivån + 30,15. Med hjälp av denna uppgift blir det möjligt att jämföra kanalens avbördningsförmåga med kvarndammens, vilket i sin tur gör det möjligt att se vilken påverkan kraftverkdammens dämning skulle ha fått på nivån i kanalen.



Figur 14: Jämförelse mellan avbördningskurvorna för kvarndammen och kanalen. Vid höga flöden ökar dammens avbördningsförmåga betydligt snabbare än kanalens.

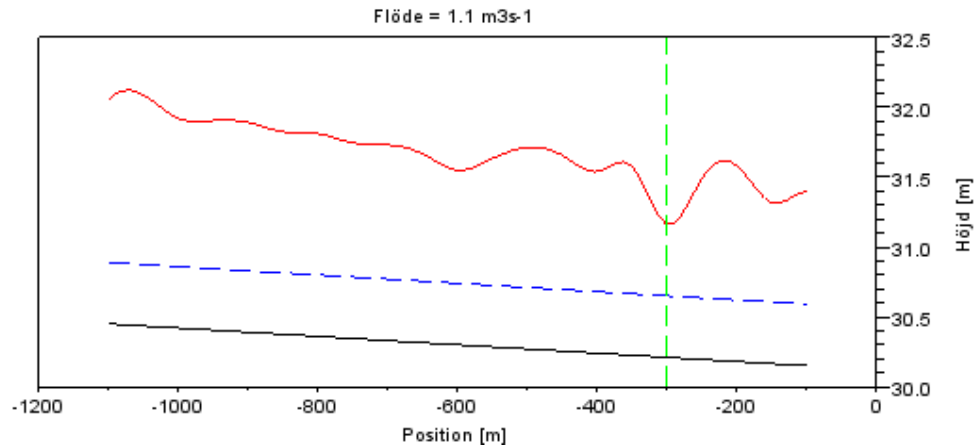
Jämförelsen presenteras i diagrammet i figur 14. Som synes uppstår nivåpåverkan i kanalen endast vid flöden understigande 1,05 m³/s. Vid flöden större än 1,22 m³/s började vatten rinna över den gamla kvarndammens revel. Reveln, som var längre än åfåran var bred (jämför figur 6 i avsnitt 3), höll effektivt nere nivån i kvarndammen. Diagrammet bekräftar vad Vattendomstolen påstod: ingen inverkan på markägarnas möjligheter att torrlägga mark kring Lillån, åtminstone inte vid höga flöden.

För fullständighets skull ska även dammens påverkan på djupet i kanalen vid låga flöden undersökas. Vid nivåpåverkan kommer djupet i kanalen att bli allt större ju närmre dammuren man kommer. Ett sätt att se på situationen är att fallhöjd, alltså energi, som annars skulle gå förlorad i fallförluster, istället ackumuleras i kanalen. Analyseras de energisamband som gäller för flöden i kanaler, kan man, efter vissa förenklande antaganden, ställa upp följande differentialekvation:

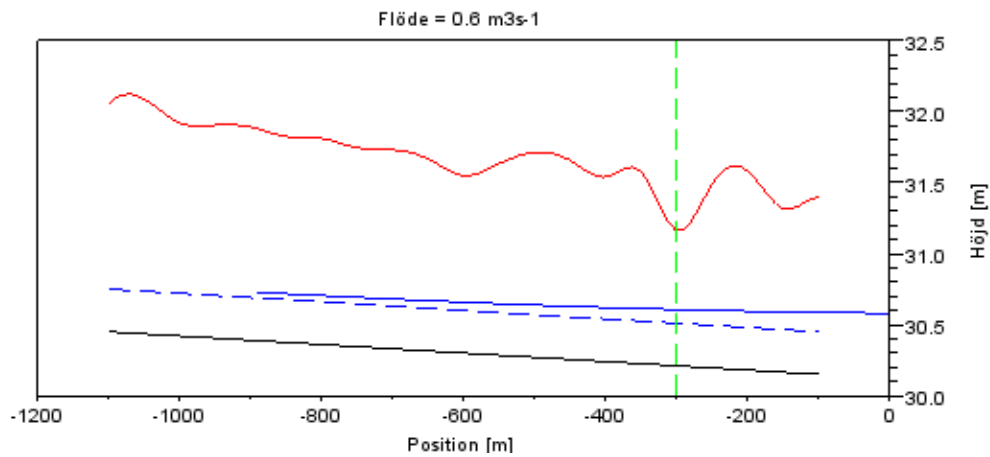
$$\frac{\partial d}{\partial s}(1 - Fr^2) = S_0 - S_f$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gd}}$$

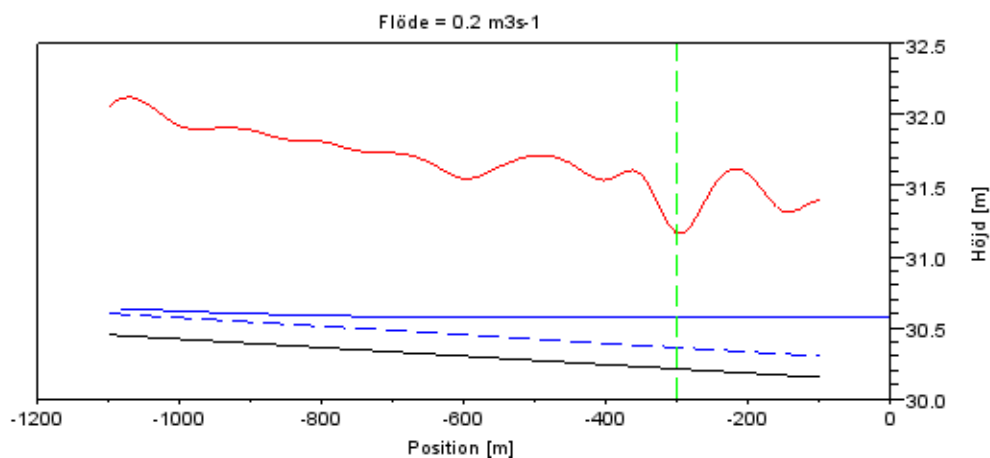
där d betecknar hydrauliska vattendjupet och s positionen. Fr, Froudes tal, relaterar vattenhastighet och djup. Vid subkritisk strömning är $Fr < 1$. Genom att lösa differentialekvationen ovan med lämpliga randvillkor, kan man få fram hur nivåprofilen avviker från normaldjupet om vattnet däms upp i slutet av kanalen. Ekvationen löses med fördel numeriskt och den algoritm som använts finns i bilaga 1. Några olika lösningar till ekvationen redovisas i diagrammen här under.



Figur 15: Teoretisk nivåprofil vid tillrinning om $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Den uppdamda nivån är lika med normaldjupet i kanalen. Den svarta linjen representerar kanalbotten, den röda kurvan kanalväggens överkant. Den blå, streckade linjen är kanalens normaldjup, det vill säga vattenytan i denna flödessituation. Den lodräta, gröna, streckade linjen visar var strömfallsfastighetens övre gräns går. Kraftverksdammens dammbyggnad står i position 0. Sörbyvägen korsar ån ungefär i position -1200.



Figur 16: Flödet har minskat och dammens nivåpåverkan skulle börja märkas. Vattenytan går nu längs den heldragna, blå kurvan. Genomsnittliga avvikelsen från normaldjupet uppströms fastighetsgränsen skulle ha varit av storleksordningen 5 cm.



Figur 17: Maximal nivåpåverkan skulle ha uppstått vid lågvatten. Vattenytan är nu nästan plan ända från dammen upp till Sörbyvägen. Genomsnittliga nivåpåverkan uppströms fastighetsgränsen skulle ha varit cirka 1 dm.

Dessa nivåprofilberäkningar ger ytterligare stöd för Vattendomstolens påstående. Visserligen sträcker sig nivåpåverkan mer än 1 km uppströms dammen, men även vid maximal påverkan skulle det ha funnits en marginal om åtminstone 1 m innan vattenytan kom i närheten av kanalens överkant.

4.3 Nivåpåverkans övre gräns

Som framgick av föregående avsnitt var konflikten mellan kraftverksägarna och markägarna uppströms dammen omotiverad. Konflikten tog med överklaganden fem-sex år att reda ut och en konsekvens av detta tycks ha varit att kanalföretaget inte genomfördes, åtminstone inte i sin helhet eller i vart fall inte helt enligt planerna. Enligt dessa skulle exempelvis kanalsträckan 6-800 m uppströms dammen klara att avbörda åtminstone $6 \text{ m}^3/\text{s}$ innan den översvämmades. I själva verket klarar den inte ens $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (fig. 18).



Figur 18: 750 m uppströms kraftverksdammen svämmas ån över redan vid en vattenföring om $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Åfåran till höger i bild.



Figur 19: Strömfallsfastighetens gräns 300 m uppströms dammen vid $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Vattnet strömmar obehindrat och börjar nästan forsa nedströms bron.

Även om kanalen hade genomförts enligt planerna, så hade den inte löst problemet med de årliga översvämningarna. Kanalen dimensionerades med tanke på ett årligt högvatten om $4\text{-}5 \text{ m}^3/\text{s}$. (7) I själva verket är årliga högvattnet dubbelt så stort, eller över $9 \text{ m}^3/\text{s}$. (5)



Figur 20: Översvämning 700 m uppströms dammen vid en tillrinning om ca $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Ån rinner normalt under alarna i bakgrunden.



Figur 21: Den trånga sektionen vid inloppet till dammen vid högvatten om $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Vattnet forsar kring ön mitt i åfåran. Lägg märke till den lugna vattenytan uppströms ön: naturen har tagit kommandot över regleringen av nivån.

Redan vid ett årligt högvatten börjar effekterna av den trånga sektionen vid Vessigefallens krön att märkas (fig. 21). I handlingarna till kanalföretaget talas det om sprängning av block i den nedersta kanalsträckan. Förmodligen var det tänkt att den lilla ön vid kanalens slut skulle utplånas.

Vid högvatten hamnar kraftverksdammen i skuggan av den trånga sektionen vid inloppet till dammen (fig. 22). Regleringen av dammluckorna sker då främst för att skona den egna fastigheten från översvämning. Vattendomen medger visserligen allt högre dämning när tillrinningen ökar, men det vore omdömeslöst att inte hålla nere nivån så länge det finns luckor att öppna. Luckorna är handmanövrerade och blir svåra att få upp om nivån hunnit stiga för mycket. I praktiken tillämpas + 30,9 till + 31,0 som övre dämningssgräns vid högvatten.

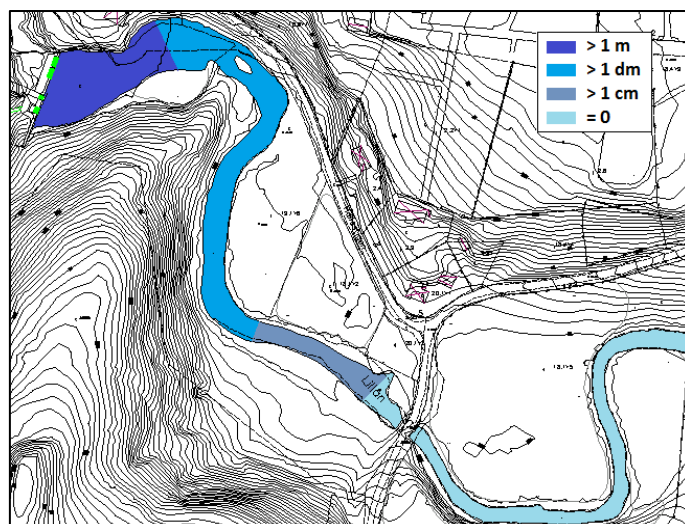


Figur 22: Inloppet till dammen sett från dammbyggnaden vid tillrinning om $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Vattnet faller ett par dm från den trånga sektionen ner i dammen. Nivån i dammen är fullt lagliga + 30,86.

Det finns alltså anledning att tro att åns avbördningsförmåga idag är betydligt sämre än vad som planerades av kanalföretaget 1930. En konsekvens av detta är naturligtvis att dämningen i dammen spelar ännu mindre roll än vad som redovisades i avsnitt 4.2. Om vattnet känner av mer friktion när det rör sig längs kanalen än vad som var beräknat, blir den naturliga vattennivån högre. Följaktligen skulle dammnivån behöva hållas betydligt högre än vad Vattendomstolens bestämmelser tillåter för att någon nivåpåverkan ska uppkomma uppe i kanalen.

För att slutgiltigt få svar på hur långt upp i ån nivåpåverkan av dammen sträcker sig, har Vebro utfört ett par enkla nivåmätningar. Vid tillrinningar understigande $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ och laglig dämning i dammen slogs ett antal mätstavar i årbrinken i höjd med vattenlinjen längs åsträckan mellan första bron uppströms dammen och dammbyggnaden. Därefter sänktes dammnivån så mycket att normaldjup uppenbart ¹ rädde i ån uppströms dammen och avståndet mellan mätstavarna och vattenlinjens nivå mättes på nytt. Detta avstånd svarade mot uppdämningen i mätpunkten före avsänkning. Resultatet av mätningarna sammanfattas i figur 23.

¹ Vattnet forsade över Vessigefallens övre fallkrön.



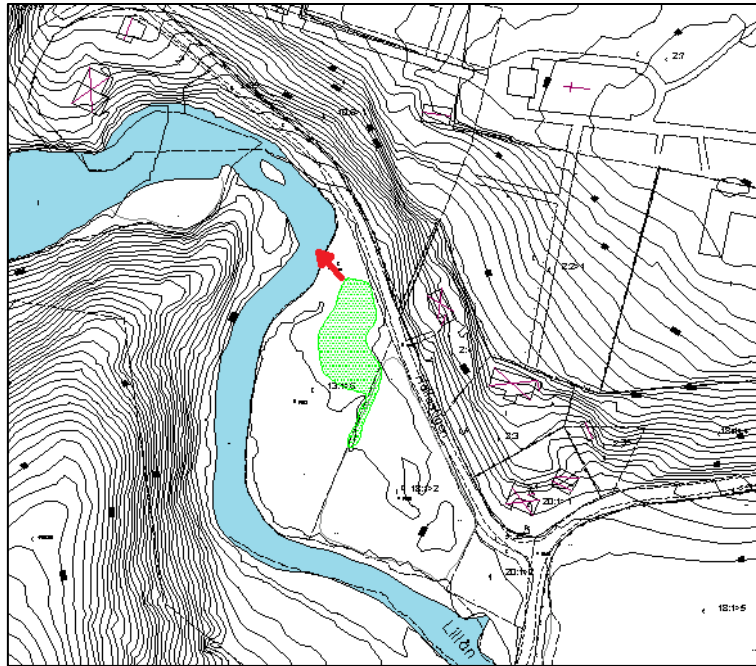
Figur 23: Uppdämningens nivåpåverkan vid tillrinningar understigande medelvattenföring. Vid högvattenföring begränsas påverkan till det mörkblå området, jämför med fig. 21 och 22.

Mätningarna bekräftar att åns avbördningsförmåga är sämre än vad kanalföretaget avsåg. Vid låga vattenföringar skulle lagliga dämningen teoretiskt ha medfört nivåpåverkan åtminstone 1 km upp i ån, men i själva verket når påverkan inte ens fram till bron 300 m uppströms dammbyggnaden. Vid högre vattenföringar förskjuts gränsen för nivåpåverkan nedströms mot dammbyggnaden. Något samband mellan åns översvämningar och dämningen i dammen finns alltså inte.

4.4 Försumpningen i alsbogen vid ån

Omedelbart uppströms Vessigefallen passerar ån genom ett skogsparti. På åns högra sida finns en låglänt strand som är bevuxen med höga alar. Enligt en fastighetsägare intill skogen har denna strand försumpats kraftigt under det gångna decenniet och som en konsekvens av detta, har det sommartid blivit allt mera mygg i området.

Efter undersökning på plats, kan det konstateras att vatten tränger upp ur marken och, framförallt i samband med regn, bildar stora vattensamlingar kring trädstammarna i ett område beläget mellan ån och vägen, se figur 24. Med undantag för tillfällen med kraftigare vattenföring i ån, finns alltid en nivåskillnad mellan vattensamlingarnas och åns ytor. Vid de tillfällen vattenytan i vattensamlingarna är särskilt hög, rinner vatten från samlingarna ner i åkröken vid vägen. Vatten rinner alltså av egen kraft ut i ån i den del av skogspartiet där ån är som mest nivåpåverkad. Det är alltså uteslutet att det är dämningen i dammen som tvingar upp vatten ur marken i skogen.



Figur 24: Det försumpade området markeras med grönt. Den röda pilen markerar var vatten rinner ut från området.

Studerar man kartan i figuren blir det troligt att det vatten som tränger upp ur marken med all sannolikhet är ytvatten från kyrkbacken norr om skogen. Dämningen är alltså inte den direkta orsaken till försumpningen, men skulle möjligen kunna medverka till den genom att fördröja avrinningen från stranden. Frågan är då varför problemet inte givit sig till känna förrän först under senare år.

Som beskrevs i avsnitt 2 och 3, byggdes kraftverksdammen år 1923 och dessförinnan fanns en kvarndamm som varit verksam åtminstone sedan 1859. På laga skifteskartan över Vessige By, som ritades 1829, finns en damm utritad på samma ställe som den senare kvarndammen. Ån har alltså varit nivåpåverkad i området i över 180 år.

Av de vittnesmål som återgavs i avsnitt 2 framgick att marken nedströms bron och till höger om ån under 1930-talet användes som åker. Längst ner i alsbogen, vid den vinkel som bildas av ån, finns fortfarande ett par stängselstolpar nerslagna i marken, vilket tyder på att betesdjur hållits på platsen. Marken vid ån är alltså övergiven jordbruksmark. Det är därför troligt att området tidigare varit dikat eller dränerat. Eftersom inget jordbruk bedrivs på marken längre, är det förstås heller ingen som sköter torrläggningen av området. Problemet med försumpningen och därmed myggen skulle sannolikt kunna åtgärdas genom att området dikas eller dräneras på nytt.

5 Slutsatser

Det kan konstateras att Vessige Kraftverk inte orsakar några översvämningar uppströms dammen och att nivåpåverkan är begränsad till strömfallsfastighetens vattenområde.

Försumpningen av alsbogen öster om dammen är inte orsakad av dämningen i dammen.

6 Referenser

1. **Västerbygdens Vattendomstol.** Protokoll inför Västerbygdens vattendomstol. *Prövning av lagligheten av en Industriaktiebolaget Vessigebro tillhörig vattenkraftanläggning m.m.* Vänersborg : Västerbygdens Vattendomstol, 1934. ss. 75-101.
2. **Wennerlund, Jessica.** *Avvägning punkt vid damm, Vessige 13:1, Falkenbergs kommun.* Falkenberg : Metria, 2011. M101079CE.
3. **Hellman, Gustaf.** *Instrument över saluvärdering av 1/4 mtl No 10 Wessige kyrkokvarn.* Falkenberg : Domänintendenten i Hallands län, 1918.
4. **Larsson, H.** P.M. rörande Vessigebro /Lillån/. *Prövning av lagligförklaring av en Industriaktiebolaget Vessigebro tillhörig vattenkraftanläggning, m.m.* Vänersborg : Västerbygdens Vattendomstol, 1934. ss. 128-129.
5. **Lindell, Sten.** *Vattenföringsberäkning, 103- Lilla å.* Norrköping : Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 1998.
6. **Västerbygdens Vattendomstol.** Dom meddelad å vattendomstolens kansli i Vänersborg den 21 september 1934. *Prövning av lagligheten av en Industriaktiebolaget Vessigebro tillhörig Vattenkraftanläggning, m.m.* Vänersborg : Västerbygdens Vattendomstol, 1934. ss. 119-127.
7. **Grönwall, Hjalmar.** *Syneförrättning angående nygrävning av Lillån för torrläggning av mark till Vessige, Väby och Bräcke byar i Vessige socken, Årstads härad och Hallands län.* Halmstad : Länsstyrelsen i Hallands län, den 13 juni 1930.

Bilaga 1: Scilab-kod använd vid kanalberäkningarna

```
clear
scf(0)
clf

// ---- Kanaldata ----
Sw = 1/1.5; //kanalväggens lutning
B = 6.75; //Kanalens bottenbredd
n = .0272; //Mannings tal
S0 = .0003; //Kanalbottnens lutning

// ---- Beräkning av normaldjup ----
dn = [1:1:1.4]; //Normaldjup
Tn = B+2*dn/Sw; //Fria bredden
An = .5*(Tn+B)*dn; //Trärsnitt
Dn = An./ Tn; //Hydrauliskt djup
Pn = B+2*dn*(1+1/Sw^2)^.5; //Våta perimetern
Dhn = 4*An./Pn; //Hydraulisk diameter
Qn=S0^.5/n*An.*(Dhn/4).^(2/3); //Flöde vid normaldjup

// ---- Beräkning av kritiska djup ----
dc = [1:1:1.5]; //Kritiskt djup
Tc = B+2*dc*Sw;
Ac = .5*(Tc+B)*dc;
Qc = (9.81*(Ac^3)/Tc)^.5; //Flöde vid kritiska förhållanden

clf
subplot(2,1,1)
plot(Qn,dn);
plot(Qc,dc,'--');
title('Avbördning i kanal med lutning ' + string(S0));
xlabel('Flöde [m3s-1]');
ylabel('djup [m]');
legend('Normaldjup','Kritiskt djup',2);
a = gca();
a.grid = [1,1];

// ---- Plottning av kanalen ----
zr=[-1100 1.6; //Kanal djup vid olika positioner längs ån
-1050 1.65;
-1000 1.5;
-950 1.5;
-900 1.5;
-850 1.45;
-800 1.45;
-750 1.4;
-700 1.4;
-650 1.35;
-600 1.25;
-550 1.35;
-450 1.4;
-400 1.3;
-350 1.35;
-300 .95;
-250 1.3;
-200 1.4;
```

```

-150 1.15;
-100 1.25;
-94 1.25;
-86 1.25];

//subplot(2,1,2)
scf(1)
clf
plot([-1100 -100], [(30.15+S0*1000) 30.15], 'k'); //Kanalbotten
dy=splin(zr(:,1),zr(:,2));
x=linspace(-1100,-100);
y=interp(x,zr(:,1),zr(:,2),dy);
//plot(zr(:,1),30.15-S0*(zr(:,1)+100)+zr(:,2), 'o');
plot(x,30.15-S0*(x+100)+y,'r'); //Kanalens överkant
a = gca();
a.y_location = "right";

// ---- Beräkning av gradvis varierad nivå orsakad av dammen ----
d = [.15:.01:.43]; // Normaldjup:delta:Uppdämt djup
T = B+2*d/Sw;
A = .5*(T+B).*d;
D = A./T;
P = B+2*d*(1+1/Sw^2)^.5;
Dh = 4*A./P;
Q = S0^.5/n*A(1)*(Dh(1)/4)^(2/3); //Flöde vid normaldjup
V = Q./A; //Vattenhastighet
Fr = V./(9.81*D)^.5; //Froudes tal
Sf = n^2*(V.^2)./(Dh./4).^(4/3); //Fallförlust
Sf_mean = .5*(Sf(1:$-1)+Sf(2:$));
Fr_mean = .5*(Fr(1:$-1)+Fr(2:$));
d_E = diff(D).*(1-Fr_mean.^2);
d_s = d_E./(S0*ones(Sf_mean)-Sf_mean);
s = -flipdim(cumsum([0 flipdim(d_s,2)]),2);

i=find(s>-1200);

plot(s(i),30.15-S0*s(i)+d(i));
plot([-1100 -100], [30.15+S0*1000+d(1) 30.15+d(1)], '--');
plot([-300 -300], [30 32.5], 'g--');
title("Flöde = " + string(round(10*Q)/10)+" m3s-1");
xlabel("Position [m]");
ylabel("Höjd [m]");

```