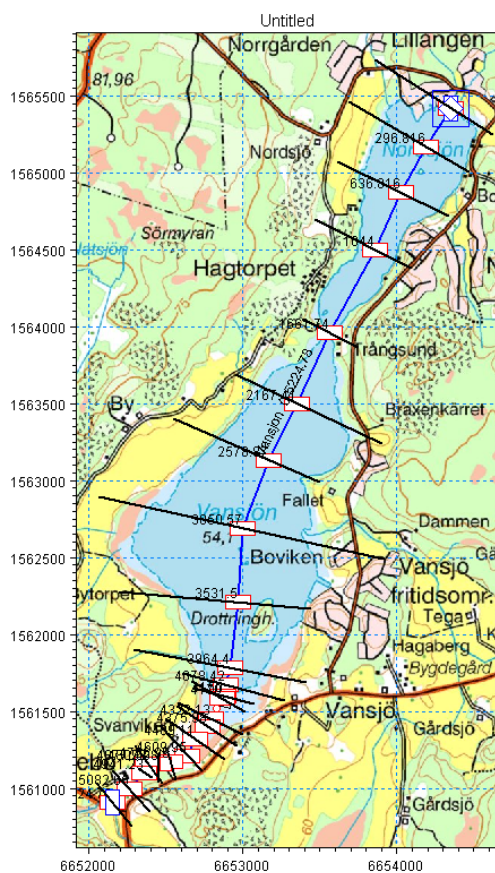


## Kammarkollegiet

### Vattenteknisk utredning och förslag till reglering av Vansjön/Nordsjön



Stockholm 2006-09-11  
 SWECO VBB AB  
 Vattenkraft och Dammar

Uppdragsnummer 2165429000

SWECO VBB  
 Gjørwellsgatan 22  
 Box 34044, 100 26 Stockholm  
 Telefon 08-695 60 00  
 Telefax 08-695 62 10

Uppdrag 2165429000; JENW  
 p:\2115\2165429\doc\05\_u2\förstudie vansjön\_2006-09-11.doc



<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b>	<b>SID</b>
<b>1 ALLMÄN ORIENTERING</b>	<b>1</b>
<b>2 FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>2</b>
<b>3 HYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>4</b>
<b>4 HYDRAULISKA BERÄKNINGAR</b>	<b>5</b>
4.1 Modellering av nuvarande förhållande	9
4.2 Modellering av föreslagen åtgärd	9
4.3 Resultat av beräkningarna	11
4.4 Slutsatser	15
<b>5 FÖRSLAG PÅ UTFORMNING AV REGLERINGS DAMM</b>	<b>16</b>
<b>6 MÄNGD- OCH KOSTNADSUPPSKATTNING</b>	<b>17</b>
<b>7 KÄLLOR</b>	<b>18</b>

# 1 Allmän orientering

Vansjön och Nordsjön är två sammanhängande sjöar och våtmarker belägna i Heby kommun, Västmanlands län. Sjöarna är källflöde till Örsundaån som rinner från utloppet i södra delen av Vansjön, genom Västmanlands samt Uppsala län och mynnar slutligen i Mälaren, **Figur 1**. Sjöarna med omgivning hyser ett rikt natur-, fågel- och friluftsliv samt omges av en väl utvecklad fritidsbebyggelse med flera fritidsområden<sup>(1)</sup>.



Figur 1. Orienteringskarta över området.

ra02s 2005-11-11

För att motverka igenväxning av sjöarna pga eutrofiering har föreningen Vansjön- Nordsjöns Vål, VNV, initierat ett restaureringsarbete för att återskapa sjöarnas livskraft. Visionen är att sjöarna på ett naturligt sätt åter ska ingå i det ekologiska kretsloppet och att särskild hänsyn tas till jordbruks- och friluftsinressen.

Sedan föreningen bildades 1996 har tid ägnats åt att identifiera problemställningarna och formerna för ett förslag till en långsiktig hållbar restaureringsplan har börjat ta form. Denna vattentekniska utredning ingår som ett underlag i restaureringsplanen och kommer också att ligga till grund för en kommande omprövning av vattendomen.

I föreliggande utredning redovisas en hydraulisk beräkning, gjord för att etablera ett samband mellan tillrinning och vattenstånd i Vansjön, samt ett förslag på en regleringsdamm avsedd att uppnå önskvärda hydrologiska variationer.

## 2 Förutsättningar

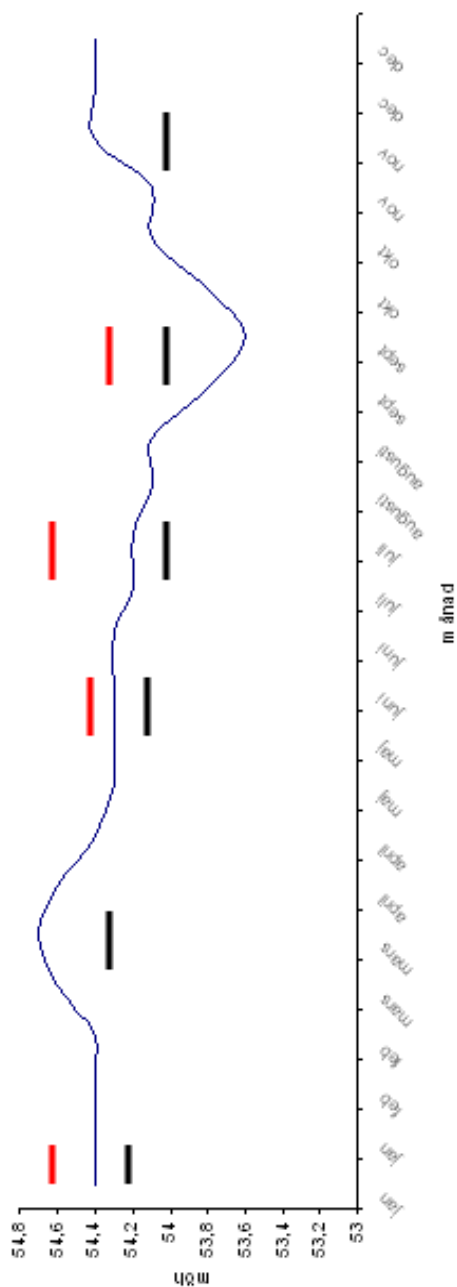
Föreningen har som underlag till denna utredning tillhandahållit diverse rapporter, utredningar och inmätningar.

Ett tidigt regleringsförslag utarbetades av föreningen 2001 i nära dialog med berörda sakägare<sup>(2)</sup>. Målsättningen är att återställa hydrologin med så stora variationer mellan max- och min-nivåer som möjligt. Målen har uttryckts i följande 4 punkter:

1. Återskapa maximal spännvidd mellan hög- och lågvatten, cirka 1 m.
2. Minska växtligheten i sjön genom hydrologisk inverkan.
3. Skapa möjlighet att bedriva bete med nötkreatur och slätter med jordbruksredskap på strandängarna.
4. Förbättra avledningskapaciteten vid extrem väderlek.

På basis av det restaureringsförslag som utarbetats av ekolog Olof Pehrsson<sup>(3)</sup> har föreningen omarbetat sitt ursprungliga förslag. Det förslag på reglering av sjöarna som nu gäller redovisas grafiskt nedan, se **Figur 2**<sup>(4)</sup>:

Förslag till reglering av Vansjön- Nordsjön (53,6-54,7 meter över havet)



Blå kurva visar regleringsförslaget, 2005

Röd linje markerar högsta uppmätta vattennivåer sedan 1996. Det finns många vittnesmål om vårflodsnivåer högre än detta som uppträdde före den sista dikningen vid utloppet, dvs 1985. Därefter minskade skillnaderna mellan hög- och lågvatten.

Svart linje markerar lägsta uppmätta vattennivåer sedan 1996. De lägsta nivåerna är troligen även representativa för perioden före 1985, dvs före den sista dikningen vid utloppet.

Figur 2. Förslag till reglering av Vansjön-Nordsjön.

Föreningens önskemål är således en vattenståndsvariation mellan max-nivån +54,7 och min-nivån +53,6. För att få dessa variationer till stånd på ett naturligt sätt föreslås följande åtgärder:

- Schakt/muddring av en kanal genom vassruggen vid Vansjöns utlopp. Detta hade man för avsikt att utföra 1985 tillsammans med övriga sänkingsåtgärder men det kunde aldrig fullföljas pga vattensjuk mark i utloppet.
- Anläggandet av en regleringsdamm vid Vansjöns utlopp för att möjliggöra en reglering mellan angivna nivåer.

### 3 Hydrologiska förhållanden

Diverse hydrologiska och andra för projektet användbara uppgifter finns redovisade av föreningen och sammanfattas nedan<sup>(5)</sup>:

<u>Vattenstånd</u>	<u>Kommentar</u>
+55,8	Märke för vintervattenstånd i början av 1800-talet i Vansjön/Nordsjön (RH70).
+54,88	HHW, Vansjön/Nordsjön (perioden 1996-2001). Uppmätt den 28/11 2000 i RH70
+54,88	HHW, Svanviken (perioden 1996-2001). Uppmätt den 28/11 2000 i RH70
+54,4 – 54,6	MHW, gäller såväl Vansjön/Nordsjön som vid Svanviken (perioden 1996-2001).
+54,0	LLW, Vansjön/Nordsjön (perioden 1996-2001).
+53,65	LLW, Svanviken (perioden 1996-2001).
+54,4	Vassbälte vid utloppet begränsar vattenavledningen vid nivåer under denna nivå. Vid högre nivåer i sjön över silas vassruggen.
+53,6	En klack i den grävda kanalen vid Molnebo som stabiliserar vattennivån på denna nivå.

Enligt muntliga uppgifter från boende runt sjöarna, uppstod vissa år riktigt höga nivåer under vår och höst fram tills det att sista dikningen gjordes i början av 1980-talet. Efter det att föreningen påbörjat sin registrering av vattennivån i sjöarna och ån, har dessa nivåer inte inträffat.

Begränsningar i vattenavledningen:

- Vassbälte i utloppet begränsar vattenavledningen vid nivåer under +54,4. Vid högre nivåer översilas vassbältet.
- Den grävda kanalen vid Molnebo utgör den huvudsakliga begränsningen, dels pga att det är förhållandevis smalt och dels pga en klack (forsnacke) som stabiliserar vattennivåerna på +53,6.

Stora delar av sjöarna har ett djup mellan 1-2 meter, största djupet är 2,4 m. Nordsjöbassängen uppges vara något djupare än Vansjöbassängen.

Som underlag till de hydrauliska beräkningarna har SMHI tillhandahållit tillrinningsvärden för Vansjön. Dessa finns redovisade som veckomedelvärde för ett normalår, ett torrår och ett våtår samt som en hydrograf för ett beräknat högflöde, se **Bilaga 1**.

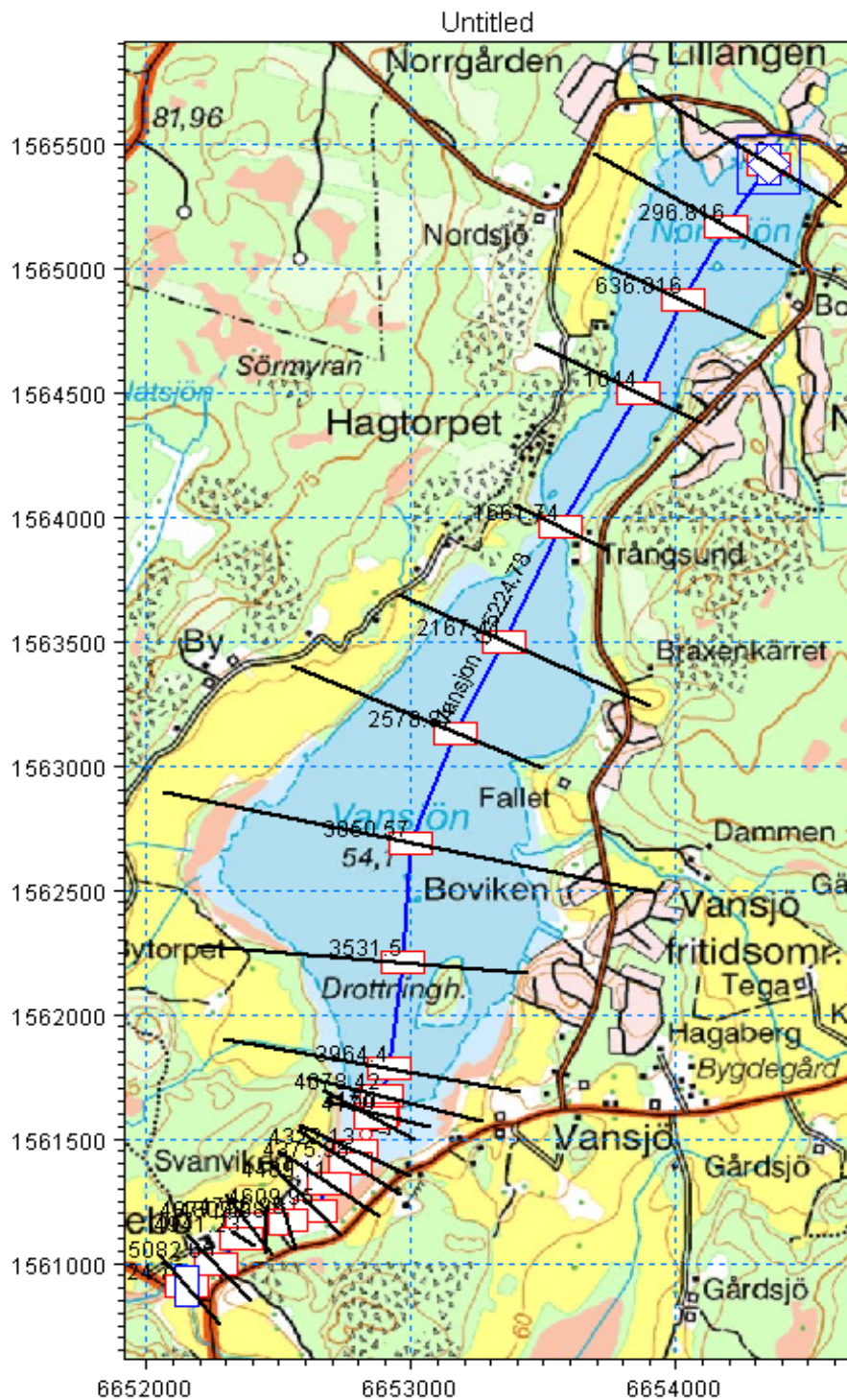
Vid beräkning av tillrinningen är temperaturen en variabel för att så gott som möjligt efterlikna naturen. Detta innebär att snö bildas under kalla perioder och avdunstning sker under varma perioder. Resultatet blir en topp under våren pga snösmältning samt negativ tillrinning (avdunstningen är större än tillrinningen) under sommaren.

## 4 Hydrauliska beräkningar

För att etablera sambanden mellan tillrinning och vattenstånd i Vansjön har hydrauliska beräkningar utförts med beräkningsprogrammet MIKE 11. MIKE 11 är ett 1-dimensionellt beräkningsprogram som ofta används för hydrauliska beräkningar, t ex. regleringsberäkningar, dammbrottsberäkningar m m.

I detta fall omfattar modellen sjöarna Nordsjön/Vansjön, vidare kallade endast Vansjön, och sträcker sig i Vansjöns utlopp ner till den inmätta forsnacken vid Molnebo gård, se **Figur 3**. För utformning av

området i och kring sjöarna har gröna kartan samt gjorda inmätningar använts<sup>(6)</sup>.



Figur 3. Modell av Vansjön/Nordsjön i beräkningsprogrammet MIKE 11.

rel02s 2005-11-11

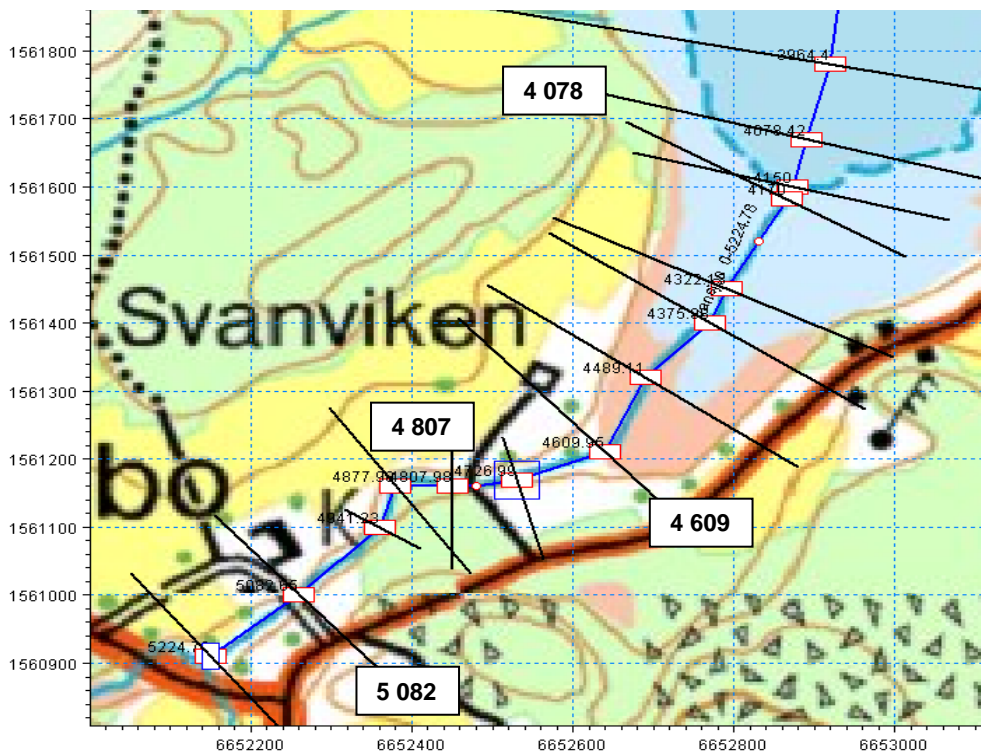


Modellen är uppbyggd av tvärsektioner längs modellens huvudlinje som tillsammans beskriver geometrin i sjöarna och Örsundaån. För att återskapa effekterna av vassruggen har ett brett överfall lagts in i modellen. Detta överfall har en tröskel på nivån +54,0. Mellan nivåerna +54,1 och 54,4 går överfallets bredd från 5 till 7 m och på nivån +54,7 antas en bredd på 15 m. På detta sätt återskapas den dämmande effekt som vassruggen har idag.

Det finns vissa begränsningar i MIKE-modellen som kräver en kommentar. Den negativa tillrinningen har nollats. Det innebär alltså att nivån i Vansjön kan bli ännu lägre än vad som framgår av beräkningarna. Detta gäller främst under torr- och medelår.

För kalibrering och tolkning av resultaten är följande sektioner särskilt intressanta, se **Figur 4**:

- 4,078 - motsvarar sjöarnas vattenyta och därmed nivåerna vid Båtrännan och Braxenkärret.
- 4,609 - motsvarar nivån i höjd med vägens lågpunkt.
- 4,807 - motsvarar nivån i strax nedströms bron som leder till fastighet Svanviken.
- 5,082 - motsvarar nivåerna vid forsacken vid Molnebo gård.

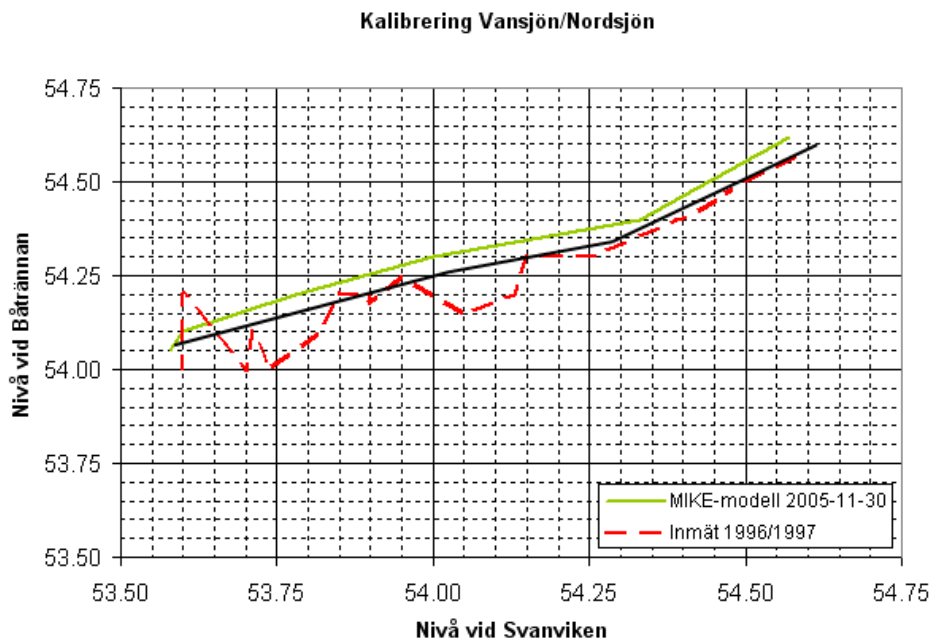


Figur 4. Sektioner av särskilt intresse.

Kalibrering av modellen har gjorts med hjälp av inmätningar av nivåerna i Vansjön och vid Svanviken under åren 1996/1997<sup>(7)</sup>. Dessa inmätningar visar tydligt den dämmande inverkan som vassruggen har. När nivån i Vansjön ligger på sitt minimum +54,0 är motsvarande nivå vid Svanviken +53,6. När nivån i sjön stiger ökar även nivån vid Svanviken och då nivån i sjön överstiger +54,4 har skillnaderna utjämnats så att nivåskillnaden mellan sjön och Svanviken uppgår till någon enstaka centimeter.

De inmätta värdena har plottats tillsammans med resultatet från beräkningarna, se **Figur 5**. Särskilt på de lägre nivåerna är det något osäkert hur nivån vid Svanviken varierar med nivån i sjön, för de högre nivåerna råder däremot en god överensstämmelse. Det bedöms att beräkningarna är tillförlitliga och att den variation i nivåer som uppträder i inmätningarna, troligtvis beror på osäkerhet i mätnoggrannhet, snedställning i sjön, varierande växtlighet (dämmande inverkan) i utloppet m m.

Kalibrering av riktigt höga nivåer har inte kunnat göras men det antas följa samma mönster.



Figur 5. Inmätta värden från åren 1996/1997 samt beräkningsresultat från modellen i MIKE 11.

#### 4.1 Modellering av nuvarande förhållande

Som utgångspunkt för vidare resonemang och jämförelse av eventuella åtgärder har vattennivåer samt vattenföring beräknats för de olika typåren (normalår, torrår, våtår samt högflödet) under nu rådande förhållanden.

Samtliga resultat finns redovisade i **Bilaga 2**, Beräkningsresultat – nuvarande förhållanden.

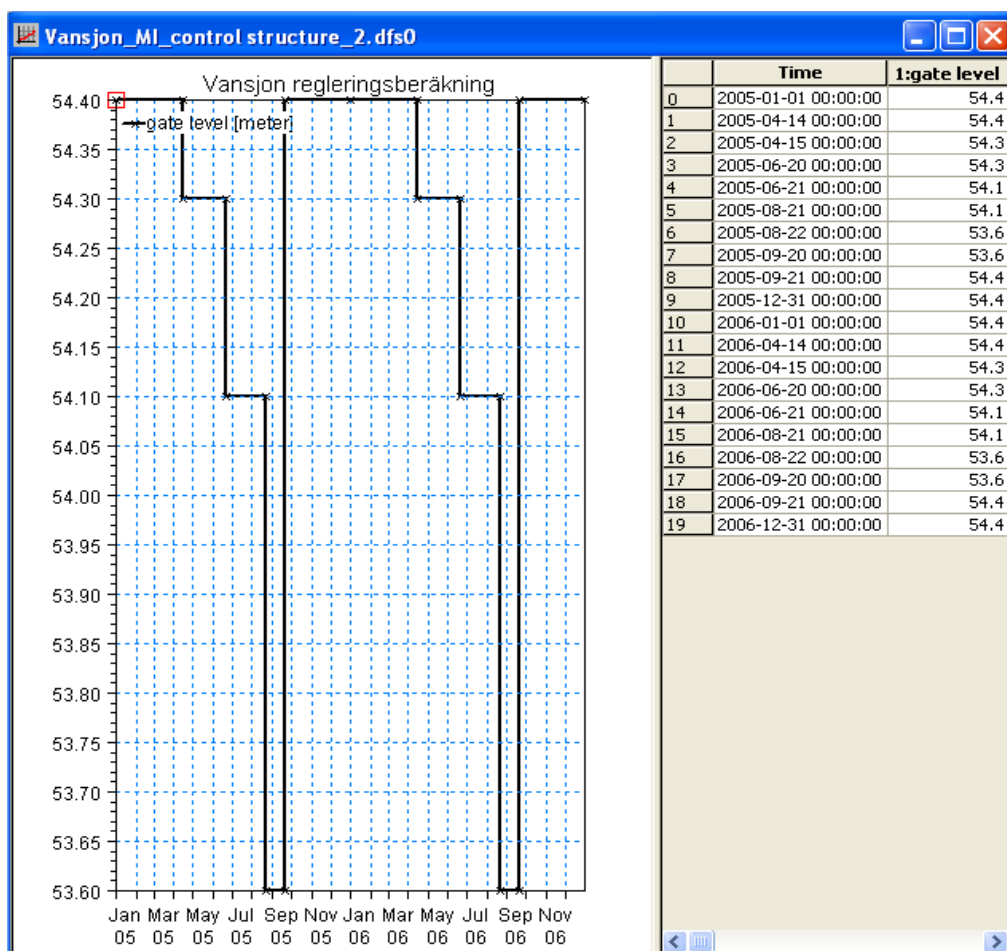
#### 4.2 Modellering av föreslagen åtgärd

För modellering av de föreslagna åtgärderna har samma modell använts med följande modifieringar:

- En **kanal muddras** genom vassruggen. Bottennivån har antagits till +53,4 och bredden 10 m. På nivån +53,8 har bredden ökat till 14 m. Denna kanal är en förutsättning för att vattennivån i sjön ska kunna sänkas under nivån +54,0.
- En **regleringsdamm** har modellerats i Vansjöns utlopp för att simulera en reglering. I ett första skede antas att reglering utförs

4 gånger per år, genom en ändring av krönnivåerna vid regleringsdammen, se **Figur 6**. I praktiken kan reglering ske oftare då vädret och situationen så kräver, t ex kan krönnivån sänkas om kraftiga regn inträffar. Därigenom ökar avbördningsmöjligheterna från sjön så att vattenytan inte stiger till för hög nivå.

- En **kulvert** genom regleringsdammen för att säkerställa en minsta mängd vatten som släpps vidare i vattendraget. Denna kulvert antas släppa igenom cirka 10 l/s.



Figur 6. Reglering av krönhöjden för två på varandra följande beräkningsår.

Samtliga resultat finns redovisade i Bilaga 2, Beräkningsresultat – förslag på åtgärder.

### 4.3 Resultat av beräkningarna

Målet med beräkningarna har varit att, med det hydrologiska underlag som finns, undersöka rimligheten med den föreslagna regleringen.

Av särskilt intresse är att fånga upp och besvara de funderingar som framförts till VNV från berörda sakägare under de samråd som genomförts under hösten 2005. I huvudsak rör dessa funderingar nivån vintertid för att undvika bottenfrysning samt att säkerställa en tillräcklig avbördningskapacitet under högflödessituationer.

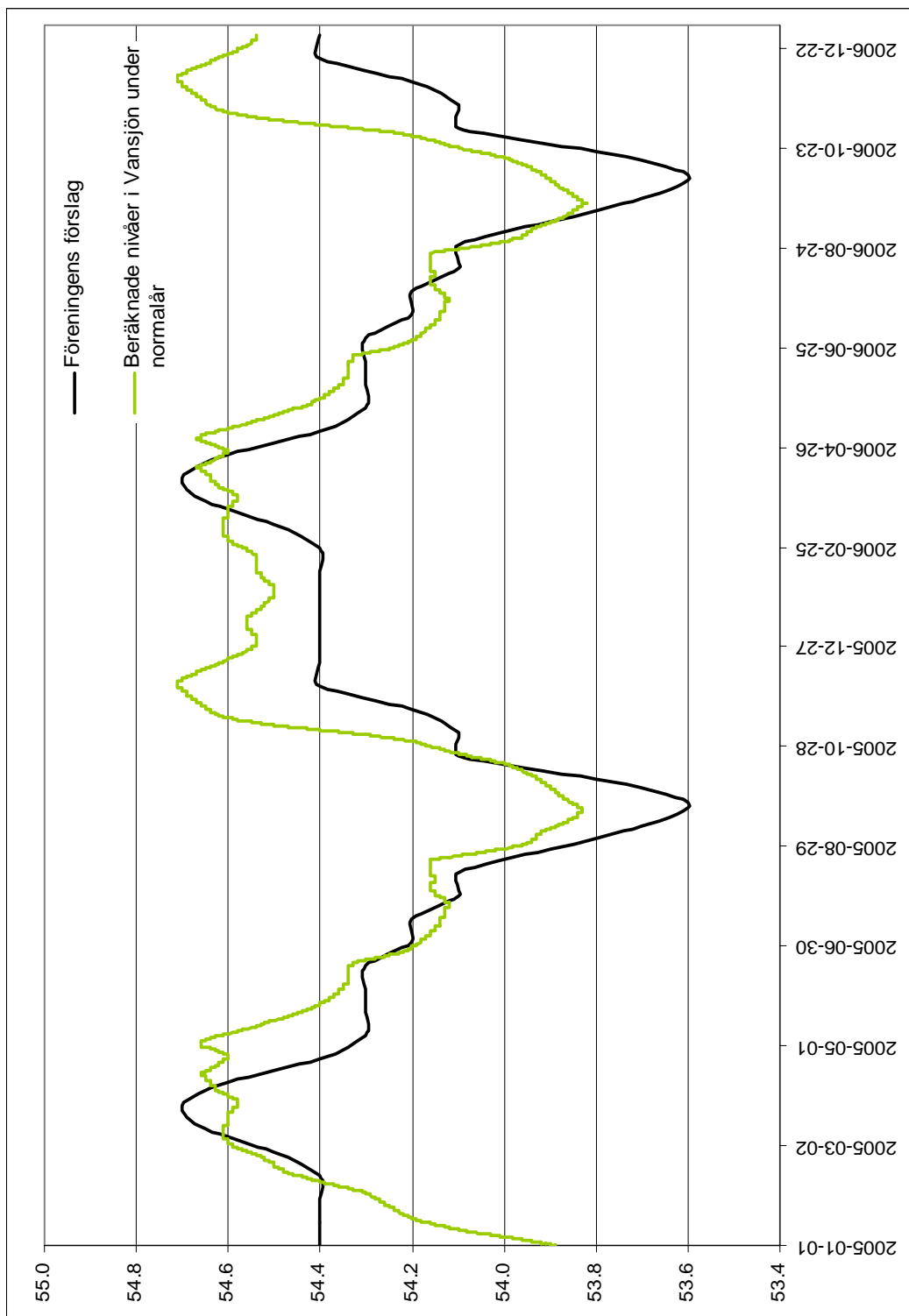
Allmänt uppstår högsta nivåerna under sen vår och sen höst, lägsta nivåerna uppstår under sensommarmånaderna augusti och september.

I **Figur 7 - Figur 9** ges en sammanfattning av beräkningarna avseende förhållanden med en regleringsdamm vid Svanviken.

I Figur 7 redovisas nivåerna i Vansjön enligt föreningens förslag samt med föreslagen regleringsdamm. Beräkningen är gjord för två på varandra följande normalår. Skillnaden mellan högsta och lägsta nivån är cirka 0,9 m (+54,7 - +53,8).

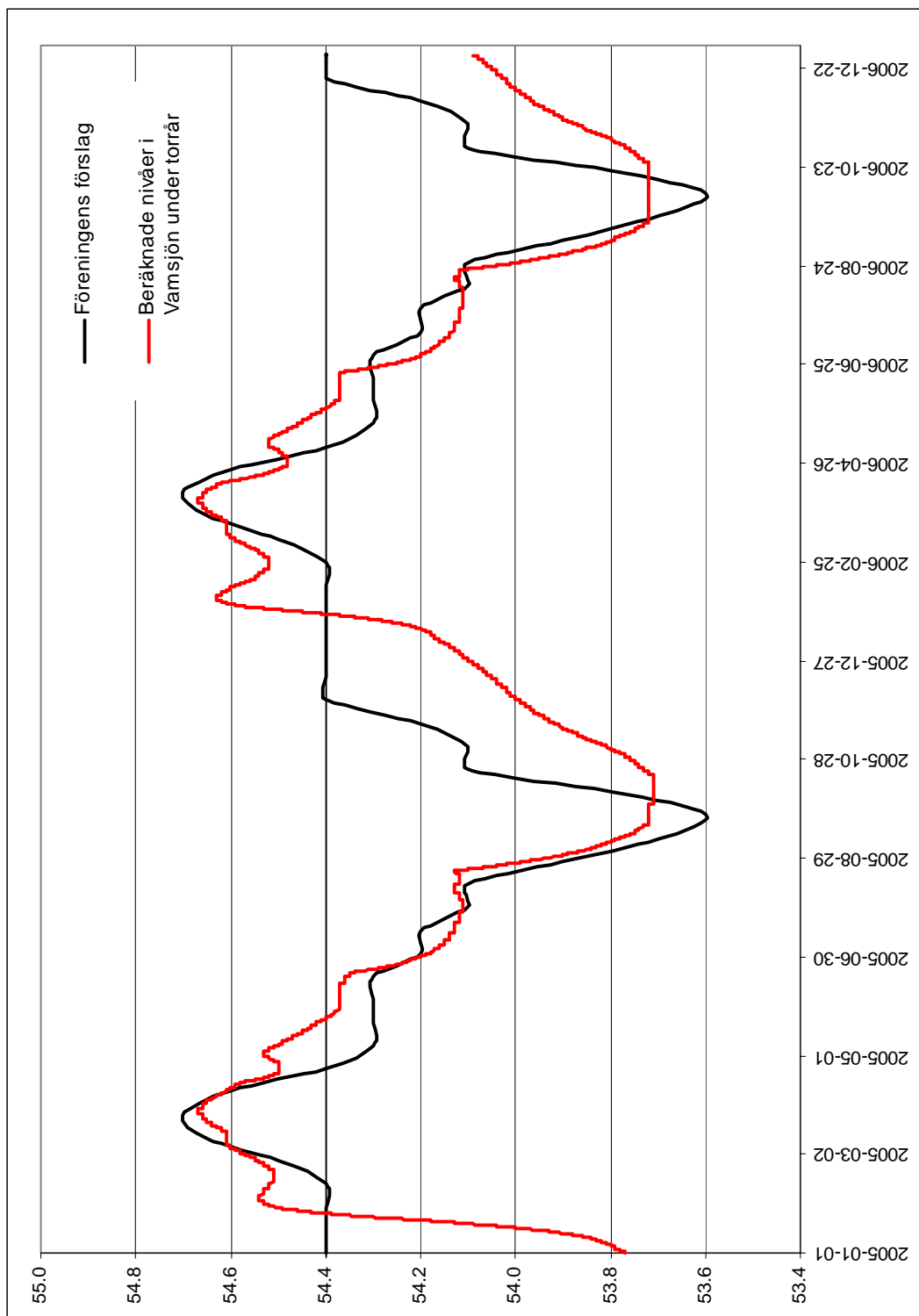
I Figur 8 redovisas samma kurvor som ovan under två på varandra följande torrår. Skillnaden mellan högsta och lägsta nivån är cirka 1,0 m (+54,7 - +53,7).

I Figur 9 redovisas samma kurvor som ovan under två på varandra följande våtår. Skillnaden mellan högsta och lägsta nivån är cirka 0,9 m (+54,85 - +53,95).



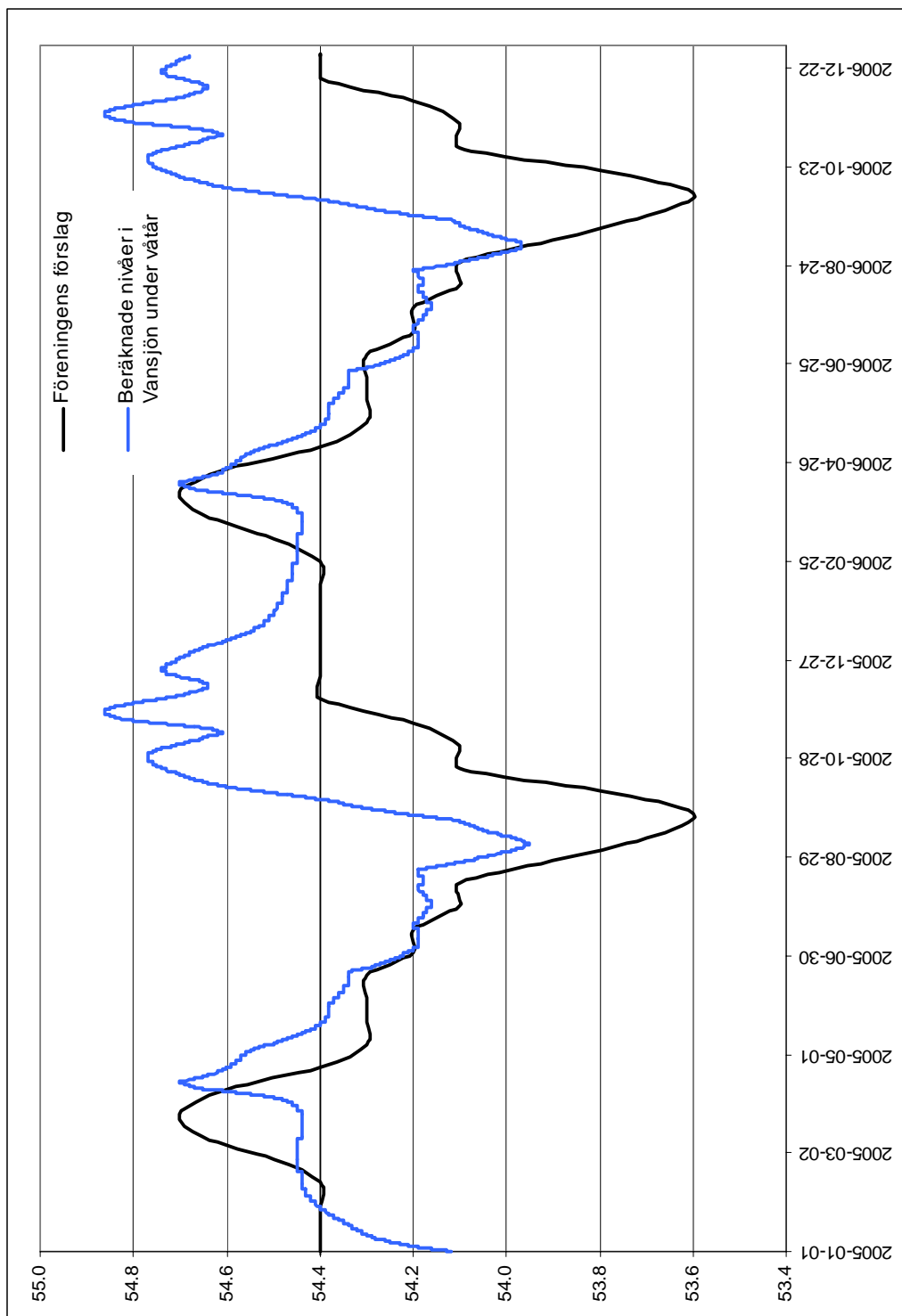
Figur 7. Sammanfattning av beräkningsresultat för två på varandra följande normalår.

ra02s 2005-11-11



Figur 8. Sammanfattning av beräkningsresultat för två på varandra följande torrår.

ra02s 2005-11-11



Figur 9. Sammanfattning av beräkningsresultat för två på varandra följande våtår.

ra02s 2005-11-11



#### 4.4 Slutsatser

Den topp som är önskvärd i samband med snösmältningen är i alla avseende beroende på hydrologin. Krönnivån på dammen antas vara fix på nivån +54,4 tom mitten av april vilket i kombination med snösmältningen borde vara tillräckligt för att relativt frekvent nå önskvärt höga vattenstånd under våren men ändå klara en avsänkning till vårsådden.

Avsänkningen under de olika typåren följer det mönster som är föreningens mål. Den riktigt låga sensommarnivån, som redovisas i förslaget till reglering, nås endast i fallet med det hydrologiska torråret. En avsänkning under september månad sker även under de andra åren men de riktigt låga nivåerna nås inte. Detta beror dels på den relativt korta period som är aktuell (krönnivån på dammen är +53,6 endast under september månad). Denna begränsning i tid ges av de starka fritids- och badintressen som råder under sommaren och under vintern är det på motsvarande sätt fiskeintressen som vill ha nivåer över +54,1.

För att under hösten åter få upp nivån i sjön till över +54,4 krävs en tillrinning motsvarande åtminstone ett normalår. Under torråret är tillrinningen så låg under hösten att nivån +54,4 inte nås. För att inte riskera att sjön blir allt för syrefattig och i värsta fall bottenfryser bör nivån +54,1 nås innan vintern och under det modellerade torråret inträffar detta i mitten/slutet av december månad. Det är således något osäkert vad som händer under vintern och hur sjön klarar detta. För att minska risken för syrebrist föreslås att lägsta nivån +53,6 höjs till +53,8. Detta går i linje med rekommendationer som gjorts av Vansjö-Nordsjö fiskevårdsområdesförening efter både fisk- och kräftprovfiske.<sup>(8, 9)</sup>

Ytterligare en problemspekt har varit höga flöden under hösten. Om ett kraftigt regn inträffar när nivån +54,4 redan nåtts uppstår höga nivåer runt sjöarna enligt den fixa reglering som använts i beräkningsmodellen. Med det högflöde som SMHI redovisat nås nivåer strax under +55,0 i beräkningsmodellen, se Bilaga 2, Figur 20. Utan regleringsdamm och med nuvarande förhållande blir motsvarande nivå cirka +54,7, se Bilaga 2, Figur 19. Den föreslagna regleringen tillåter dock viss flexibilitet eftersom dammens krönnivå kan justeras (sänkas). I det modellerade fallet inträffar maxnivån kring den 28 oktober. Om krönnivån sänks från +54,4 till +54,2 kring den 26 oktober, då nivån +54,8 överskrids, blir resultatet av den påföljande flödestoppen en maxnivå på strax över +54,8. Sänkningen av krön-

nivån med 0,2 m ger alltså motsvarande sänkning av maxnivån i Vansjön, se Bilaga 2, Figur 21.

Denna typ av flexibilitet i regleringen ger en möjlighet att utnyttja en så stor regleringsamplitud som möjligt med beaktande av intressen runt sjöarna.

Genom att den föreslagna kanalen görs genom vassruggen erhålls även ett direkt samband mellan nivåerna i sjön och regleringsdammen. Dvs avbördningskapaciteten har ökats och en sänkning av dammkrönet ger en direkt återverkan på nivån i sjön vilket inte är fallet så länge vassruggen har så stor dämmande effekt.

Detta gäller så länge kanalen inte täpps igen av eventuella flyttuvor eller andra eventuella dämmen som kan uppkomma till följd av vassklippning och liknande aktiviteter.

I detta fall har ingen särskild hänsyn tagits till framtida klimatförändringar då en eventuell påverkan är svår att kvantifiera.

## 5 Förslag på utformning av regleringsdamm

En så enkel dammanläggning som möjligt är att eftersträva med hänsyn dels till anläggningskostnader och dels till drift- och underhåll av anläggningen.

Det bedöms att dammen kan anläggas strax uppströms den idag befintliga bron till Svanviken. Enligt inmätningarna som gjordes 2003 är bottenbredden här cirka 5 m (+53,15 - +52,95). På nivån +54,9 är vattendragets bredd cirka 6 m vilket innebär att sidorna är relativt branta.

Dammen föreslås vara en betongdamm med tröskel och strandanslutningar i platsgjuten betong, se **Bilaga 3**. Tröskelns bredd är 6 m och fria bredden uppgår då till cirka 5,5 m.

Beroende på markens beskaffenhet krävs mer eller mindre omfattande tätningsåtgärder runt betongkonstruktionen. En spont antas ansluta i anfangen och eventuellt också drivas ner under betongtröskeln för att få en tätskärm på sidorna och under dammen. I tröskeln ingjuts vertikala balkar (gåtar) av typ HEB för att hålla horisontellt liggande sättar/träplank. Dessa staplas sedan på var-

andra så att önskvärd nivå på krönet erhålles. Betongtröskelns överkant bör förläggas någon decimeter under lägsta önskvärda krönnivå (+53,6 alt +53,8) för att ha en flexibel konstruktion med möjlighet att göra justeringar i framtiden.

Betongkonstruktionen sträcker sig ett stycke i strömriktningen för att skydda mot erosion vid avbördning över dammen. Därefter förstärks botten och slänter med större sten av samma skäl.

I anfangen och ut mot kanterna kommer tätande jordvallar att behövas. Vallarnas omfattning redovisas i Bilaga 3.

För att försäkra sig om att ett visst minimiflöde alltid passerar förbi dammen föreslås ett rör genom tröskeln. Dimensionen 0,1\*0,1 m innebär att cirka 10 l/s släpps förbi.

Exakt läge och slutlig utformning av dammen med anslutningsvallar kan enbart göras efter att grundundersökningar och kompletterande inmätningar utförts.

## 6 Mängd- och kostnadsuppskattning

För att så gott som möjligt klargöra projektets ekonomiska förutsättningar har två kostnadsalternativ beaktats, ett där allt material och all arbetsinsats köps utifrån och ett där visst material och viss arbetsinsats ombesörjs på annat sätt. Som grund till det senare alternativet ligger de uppgifter som framkommit angående planerna vid Svanviken (anläggning av dammar, höjning av tomtmark samt breddning av utloppet från Vansjön).

1) Projektets totalkostnad i detta fall uppgår till 1,986,000 kr.

mtrl.kostnad	1,379,000
oförutsett (20%)	276,000
entreprenörsarvode (20%)	331,000

2) Projektets totalkostnad i detta fall uppgår till 1,014,000 kr.

mtrl.kostnad	704,000
oförutsett (20%)	141,000
entreprenörsarvode (20%)	169,000

Kompleta mängder och anläggningskostnader för projektets olika delar redovisas i **Bilaga 4**.

## 7 Källor

1. *Vansjön och Nordsjön – två sjöar som inte får bli ett dike...*, folder.
2. *Restaurering av Nordsjön och Nordsjön*, VNV, december 2001.
3. *Förslag till restaureringsåtgärder vid Vansjön och Nordsjön, Heby Kommun, Västmanlands län*, Olof Pehrsson, 2003-08-22.
4. <http://www.vnval.se/sidor/dokument/regleringsforslag2005.doc>, VNV, hemsida 2005-12-29.
5. *Hydrologi för avrinningsområdet Vansjö- Nordsjö*, VNV, 2001.
6. *PM - Kontroll av marknivåer kring Vansjön*, SWECO VBB AB, Mätningsteknik (K. Englund), 2003-07-04.
7. *Vansjö- Nordsjö 1996/1997*, VNV.
8. *Utredning av förutsättningar för en återinplantering av flodkräfta i Vansjön-Nordsjön*, Rapport 2005:xx, Naturvatten i Roslagen AB, Tommy Odelström, 2005.
9. *Provfiske i Vansjön-Nordsjön 2005*, Rapport 2005:25, Naturvatten i Roslagen AB, Tommy Odelström, 2005