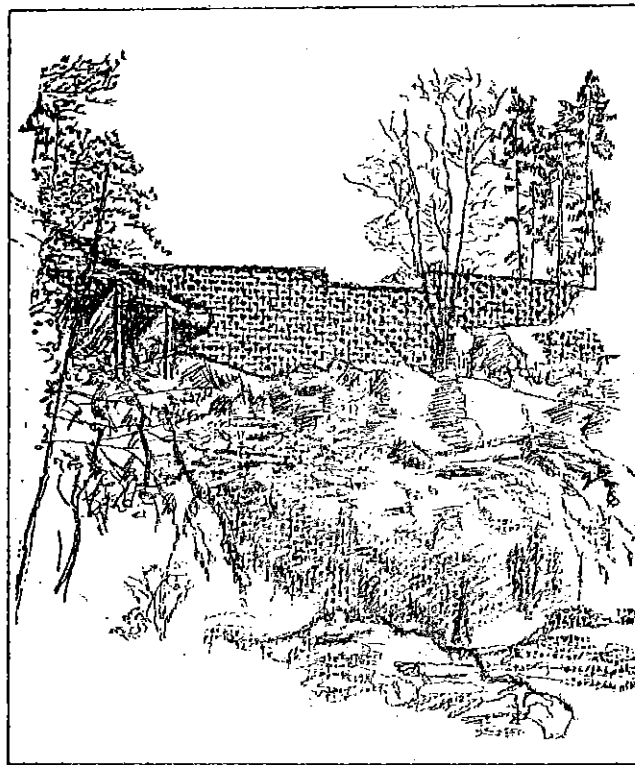


HALLSTORPS FALLET



Projektering av ett minikraftverk
av
Magnus Bengtsson och Ingvar Rhén

Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg
Institutionen för Vattenbyggnad

HALLSTORPSFALLET

Projektering av ett minikraftverk

av

Magnus Bengtsson och Ingvar Rhén

Examensarbete 1978:1

ETT VÄXANDE INTRESSE FÖR MINIKRAFTVERK

Svenska Kraftverksföreningen har genom sin stifelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST) genomfört en utredning rörande förutsättningarna för utbyggnad av minikraftverk (100-1500 kW), främst då i anslutning till befintliga dammar och tillståndsgivna dämningar (Minikraftverk. VAST. 1977.10.06). Antalet objekt uppskattades då till drygt 1000 st motsvarande en utbyggd effekt av 550 MW och en kraftproduktion av ca 2 TWh/år (inkl. renovering inom överskådlig framtid av nu i drift varande anläggningar som anlagts före 1950). Då utredningen inte var fullständig kan antalet objekt förväntas vara större.

För att anläggningskostnaderna samt kostnaderna för drift och underhåll skall kunna hållas nere är det nödvändigt att turbiner, elektrisk utrustning m.m. standardiseras och för- enklas samt att driften av anläggningen automatiseras. VAST tog därför i samarbete med bl.a. den tillverkande industrin fram förslag till standardisering av minikraftverk. 1976 installerades sex prototypaggregat i anslutning till befintliga dammar mha statligt bidrag (50% av kostnaden för mekanisk och elektrisk utrustning).

De första prototypaggregaten hade fasta skovlar och fasta led-skenor. I ett andra skede har VAST nu tagit fram förslag till standardiserade aggregat med automatiskt reglerbara löphjuls-skovlar. Med hjälp av sådana aggregat kan en mera kontinuerlig drift av verket uppnås. Två prototypaggregat av denna typ är nu i drift

Ytterligare aggregat är för närvarande under projektering och vissa av dessa förväntas tas i drift under 1979. Bland dessa finns både turbiner med reglerbara och fasta skovlar.

Inget har ännu publicerats om de installerade prototypaggre-gatens ekonomi. Preliminära resultat tyder dock på att mini-kraftverk kan producera elkraft till en redan idag acceptabel kostnad. De i föreliggande arbete, "Hallstorpsfallet", pre-senterade resultaten motsäger inte detta förhållande.

VAST avser att under 1979 ge ut informationsskrifter som dels redovisar en efterkalkyl av de 6 aggregaten med fasta löphjulsskovlar, dels ger en allmän orientering om drift- erfarenheter från minikraftverk samt de juridiska förut- sättningarna för minikraftverken.

I examensarbetet "Hallstorpsfallet" behandlas främst tek- niska-ekonomiska frågeställningar förknippade med en ut- byggnad av den aktuella fallhöjden. Det har inom ramen för tillgänglig tid ej varit möjligt att diskutera eventuella miljömässiga konsekvenser av en utbyggnad. Sådana aspekter är givetvis viktiga och de kan även påverka kraftverkets ekonomi.

Det bör påpekas att framtagna produktionskostnader ej inrymmer eventuella kostnader för skadereglering eller inlösen av mark. Dessa kostnader bedömes dock ej vara av den storleken att de signifikant påverkar det ekonomiska utfallet. Mot- svarande bedömning har gjorts vad avser miljökonsekvenserna.

Hallstorpsfallet är det första examensarbetet med inriktning mot minikraftverk som genomförts vid institutionen för vatten- byggnad, CTH. I samarbete med övering. Thorild Persson vid VAST har dock påbörjats ytterligare två examensarbeten avse- ende inventeringar av lämpliga minikraftverkslägen i Sävåån och Nossan.

Göteborg 1979-04-19

Anders Sjöberg

FÖRORD

Föreliggande rapport har utförts som examensarbete vid institutionen för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet har huvudsakligen utförts under 1978.Handledare har varit professor Anders Sjöberg och univ.lektor Steffen Häggström.

Rapporten utgör en teknisk och ekonomisk dimensionering av ett s.k. minikraftverk i Hallstorpsfallet, Torestorpsån.

Vi vill tacka Anders Sjöberg och Steffen Häggström för deras handledning samt Göta Bengtsson, som tålmodigt tolkat våra handstilar. Till sist vill vi tacka alla de personer på olika företag och andra instanser, som givit oss tips och svarat på våra frågor.

Göteborg i april 1979

INNEHÅLL	Sid.
1. SAMMANFATTNING	1
2. BAKGRUND OCH SYFTE MED UNDERSÖKNINGEN	2
2.1 Målsättning	2
2.2 Allmänna förutsättningar för minikraftverk	2
2.3 Beskrivning av Hallstorpsfallet	4
3. BESKRIVNING AV FÖRUTSÄTTNING FÖR MINI-KRAFTVERK I HALLSTORPSFALLET	8
3.1 Fallets profil	8
3.2 Hydrologi	10
3.3 Ägareförhållanden	13
4. KRAFTVERKETS UTFORMNING	17
4.1 Översiktlig beskrivning	17
4.2 Dammbyggnad	17
4.3 Vattenvägar	17
4.4 Turbin	18
5. ENERGIPRODUKTION - KOSTNAD	22
5.1 Energiuttag	22
5.2 Anläggningskostnad	23
5.3 Årskostnad	24
6. STATLIGA BIDRAG	29
7. DISKUSSION AV NYTTAN MED EN DYGNSREGLERING	30
SLUTKOMMENTAR	33
Alfabetisk lista över tagna kontakter	35
Litteraturförteckning	36

BILAGOR:

1. Hydrologisk statistik
2. Kostnader
3. Topografi kring dammläge samt diagram över magasinsarea och magasinsvolym

FIGURFÖRTECKNING

Sid.

Fig. 1	Betongdamm	4
2	Topografisk karta	6
3	Torestorpsån, fallprofil	7
4	Skisserad fallprofil över Hallstorpsfallet	8
5	Ekonomisk karta	9
6	Varaktighetsdiagram - Hallstorpsfallet	14
7	Histogram över avrinningen-Hallstorpsfallet	15
8	Average annual runoff 1931-60	16
9	Turbinuppställning	18
10	Plan över Hallstorpsfallet	21
11	Energiutbyte vid olika flöden	25
12	Histogram över kraftverkskostnader	26
	Sannolikhetsfördelning av vattenflödena- diagram	Bilaga 1
	Dammläge, Hallstorpsfallet	Bilaga 2
	Vattenmagasin-diagram över volym och area	Bilaga 3

TABELLER

Tab.1	Kostnadssammanställning DG+136,5	27
2	Kostnadssammanställning DG+138	28
3	Dygnsreglering	32

1. SAMMANFATTNING

Rapporten utreder möjligheten att bygga ett vattenkraftverk (minikraftverk) i Hallstorpsfallet, Torestorpsån, sydväst om Borås. Medelvattenflödet i denna å är $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ och bruttofallhöjden ca 18 m (mha en mindre damm). Den uttagbara effekten torde ligga mellan 300 kW och 800 kW. Motsvarande utbyggnadsvattenföringar är $2 \text{ m}^3/\text{s}$ resp. $5.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Totalt kan 1.7 - 2.6 GWh utvinnas varje år. Då tillgängliga vattenmagasin uppströms fallet är små, är möjligheterna till en reglering mycket begränsade. Det blir därför nödvändigt att köra aggregatet intermittent under dygnet. Denna typ av drift underlättas om en turbin med reglerbara löphjulskolvar utnyttjas.

Anläggningskostnader kan förväntas bli ca 1.20 kr/kWh som lägst. Detta pris är räknat på elproduktionen under ett normalår samt under förutsättning av att statligt eller annat bidrag ej har utgått vid anläggandet.

2. BAKGRUND OCH SYFTE MED UNDERSÖKNINGEN.

2.1 Målsättning

Föreliggande undersökning har utförts som examensarbete på institutionen för vattenbyggnad. Syftet har varit att undersöka förutsättningarna för ett s.k. minikraftverk i Hallstorp-fallet. Målsättningen med arbetet har varit att göra en teknisk och ekonomisk dimensionering av kraftverket.

2.2 Allmänna förutsättningar för minikraftverk.

Stigande energipriser har medfört att tidigare icke lönsamma objekt för energiproduktion blivit allt intressantare att studera och vidareutveckla. Bland dessa återfinns de s.k. minikraftverken. Minikraftverk är vattenkraftverk vars aggregatstorlek är 100-1500 kW, vilka har bedömts lämpliga för en standardiserad tillverkning.

Svenska kraftverksföreningen har genom sin stiftelse för tekniskt utvecklingsarbete (VAST) genomfört en utredning om minikraftverk, främst sådana i anslutning till befintliga dammar och tillståndsgivna dämningar. Man har därvid tagit fram fyra åtgärdsgrupper m.a.p. minikraftverk:

1. Restaurering av tidigare nedlagd anläggning
2. Renovering av i drift varande anläggning
3. Komplettering av utbyggnadsgraden i befintlig anläggning
4. Nyanläggningar i små vattendrag.

För att hålla tillverkningskostnaderna nere är en standardiserad tillverkning av turbiner och elektrisk utrustning nödvändig och planerad. Dessutom är avsikten att anläggningarna skall vara helautomatiska samt så okomplicerade att kostnader för drift och underhåll kan bringas ned till ett minimum.

I likhet med övrig vattenkraftutbyggnad har minikraftverken fördelarna:

- att krafttillgången är värdefull ur försörjnings- och beredskapssynpunkt, i synnerhet vid avspärrning eller begränsning av importen av fossila bränslen,
- att anläggningarna kan utföras och drivas utan import av valutakrävande råvaror,
- att de under anläggningstiden utgör betydande sysselsättningsobjekt både avseende byggnadsarbeten och arbeten inom den tillverkande mekaniska och elektriska industrin.

Speciellt för minikraftverken gäller dessutom

- att de utgör en kraftkälla som är fördelad över hela landet och som är tillgänglig nära konsumenterna och utan kostnadskrävande kraftöverföringar,
- att befintliga dammar i stor utsträckning kan utnyttjas vilket bidrar till att konservera en miljö som man i allmänhet är mycket mån om att få behålla,
- att de i allmänhet kan genomföras utan motstående intressen.

Bland minikraftverkens nackdelar kan nämnas,

- att trots automatisering med felindikering och signalanläggning kan det föreligga krav på viss teknisk övervakning som för dessa små kraftverk blir, relativt sett, kostsam,
- att minikraftverkens driftssätt kan fordra att korttidsreglering måste bedrivas och att detta i vissa fall inte kan ske utan problem.

En restaurering, komplettering samt renovering av befintliga små kraftverk har av VAST beräknats kunna ge ett maximalt energitillskott på 2 TWh per år. Som jämförelse kan nämnas att landets totala elproduktion 1976 uppgick till 84 TWh. Sveriges totala energikonsumtion (industri, uppvärmning, transporter etc.) är ca 450 TWh.

2.3 Beskrivning av Hallstorpsfallet

Hallstorpsfallet är beläget i Torestorpsån. Denna å rinner västerut från Holsjön till Tolken via Sävsjön. Fallet ligger ungefär 2,5 km öster om Öxabäck i Marks kommun, Älvsborgs län (se fig.2, topografisk karta sid. 6). På en längd av ca 400 m är den sammanlagda fallhöjden i naturligt tillstånd ca 17.5 m. Medelvattenföringen under året har uppskattats till 2.2 m³/s. Utesluter man de 4 torra sommarmånaderna erhålls en medelvattenföring på 2.90 m³/s.

Uppströms fallet flyter ån genom myrmark där något naturligt vattenmagasin ej finns att tillgå.

Hallstorpsfallet har tidigare utnyttjats av ett mindre sågverk men oss veterligt aldrig för elproduktion. Ovanför fallet finns idag en mindre betongdamm (fig. 1) som använts av nämnda sågverk.

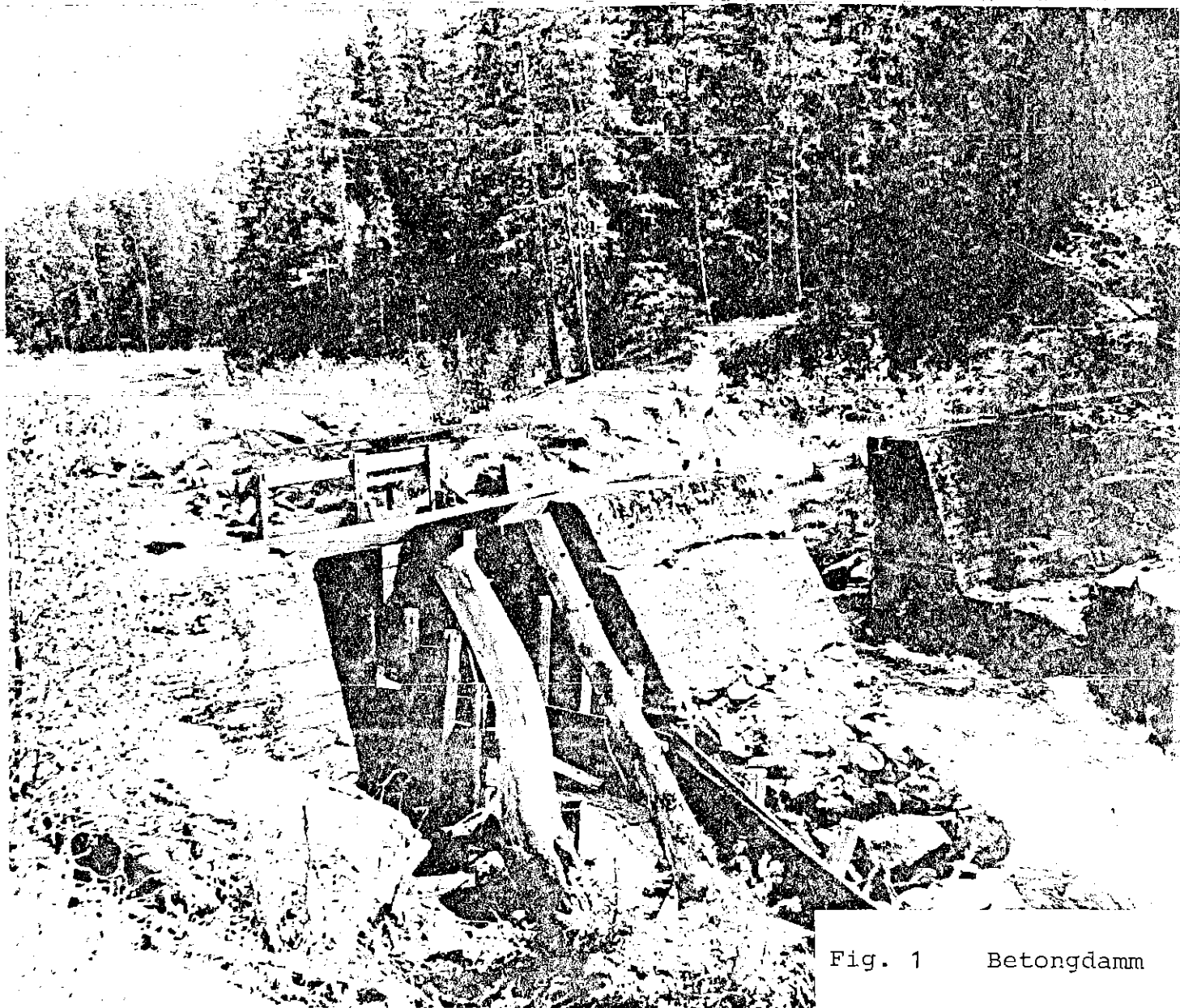


Fig. 1 Betongdamm

Dammens kondition är förmodligen inte tillräckligt god för att den skall kunna utnyttjas i en nyanläggning. Från dammen går en delvis raserad träränna som tidigare ombesörjt vattenförsörjningen till sågverket.

Två tidigare utredningar rörande Hallstorpsfallet har återfunnits. Den första är gjord av Vattenbyggnadsbyrån 1916 och den andra är från 1957, gjord av P. Johanssons Ingenjörbyrå i Växjö. Dessa utredningar har varit beställda av Borås elverk och behandlar möjligheterna för en utbyggnad av konventionella kraftverk i Hallstorpsfallet, Brokvarnsfallet, Strömmen och Svaneforsfallet, alla i Torestorpsån. (Se fig 3, Torestorpsåns fallprofil). Man har därvid förutsatt ett utnyttjande av Holsjön som regleringsmagasin. Vissa höjduppgifter samt underlag för ritningar har hämtats från dessa utredningar.

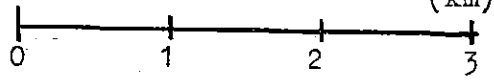
FÄLTKARTA: 6 C KINNA SV

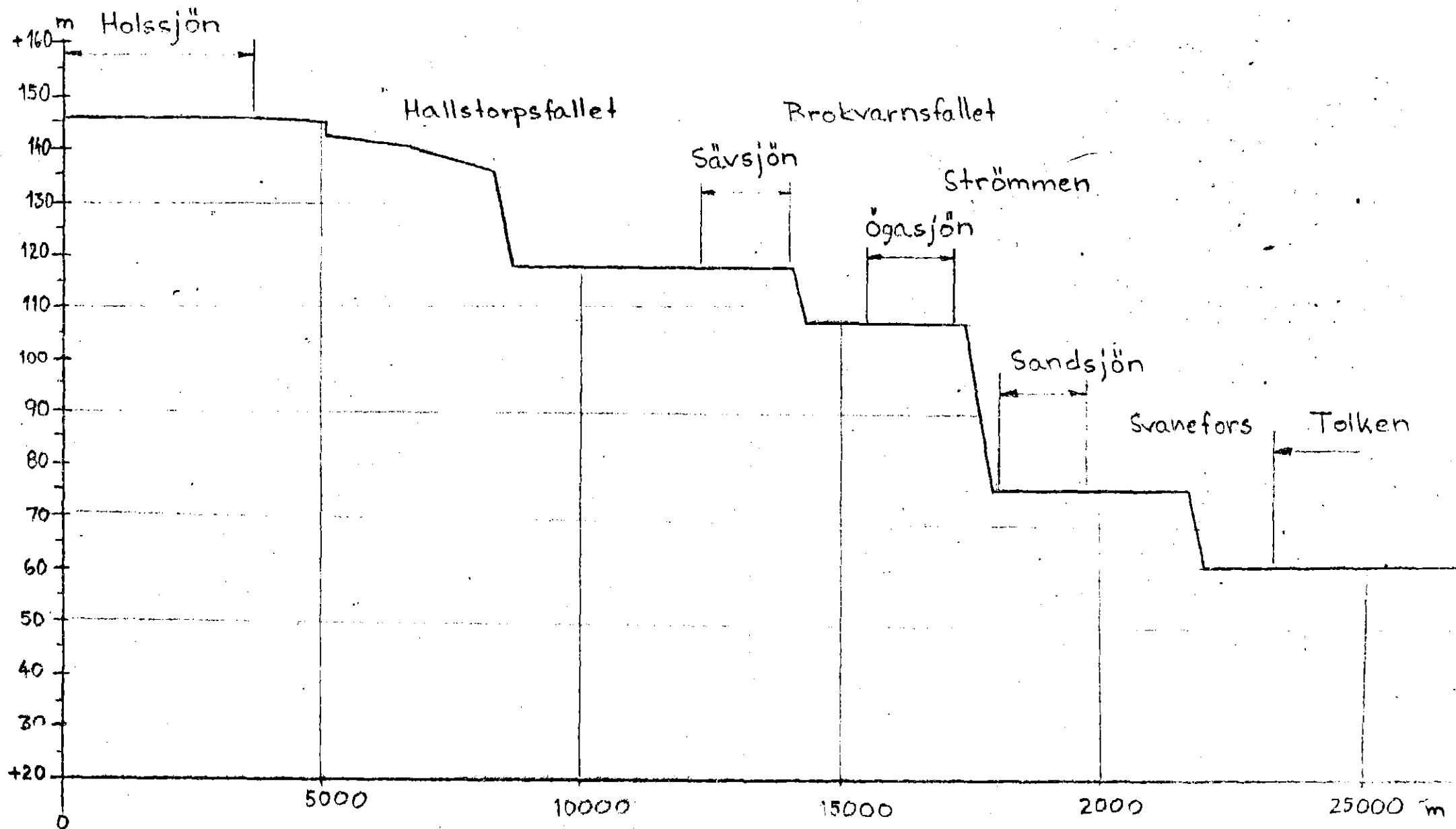
FIG. 2 TOPOGRAFISK KARTA

SKALA 1:50 000

(km)

68	69	70	e	72	73
1920					
	Hälsjöberg	MARKS K:IN Orby f:ig	Svenljunga K:IN Redslareds f:ig		
19	20	21	22	23	24





Längdskala 1:100000

Höjdskala 1:1000

FIG 3	1979-07-29	Torestorpsån, fallprofil
	Ingvar Rhen Magnus Bengtsson GTH	Examensarbete: HALLSTORPSFALLET

3. BESKRIVNING AV FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MINIKRAFTVERK I HALLSTORPSFALLET.

3.1 Fallets profil.

Uppströms vattenstånd.

Torestorpsån rinner ovan fallet genom en mosse. Åns vattenyta här har höjden + 135 m strax uppströms den gamla betongdammen.

Fallsträcka

Strax nedanför den ovannämnda betongdammen börjar fallet med ett brant stup som är ca 10.5 meter högt. 25 meter nedströms fallet rinner ån förbi en raserad kvarnbyggnad. Genom omväxlande mindre forsar och lugnvatten erhålls ytterligare 7 meter i fallhöjd. Ån rinner här mellan relativt branta stränder. Utnyttjas hela fallhöjden på 17.5 m blir fallsträckans längd totalt ca 400 meter (se fig. 4 och fig. 5).

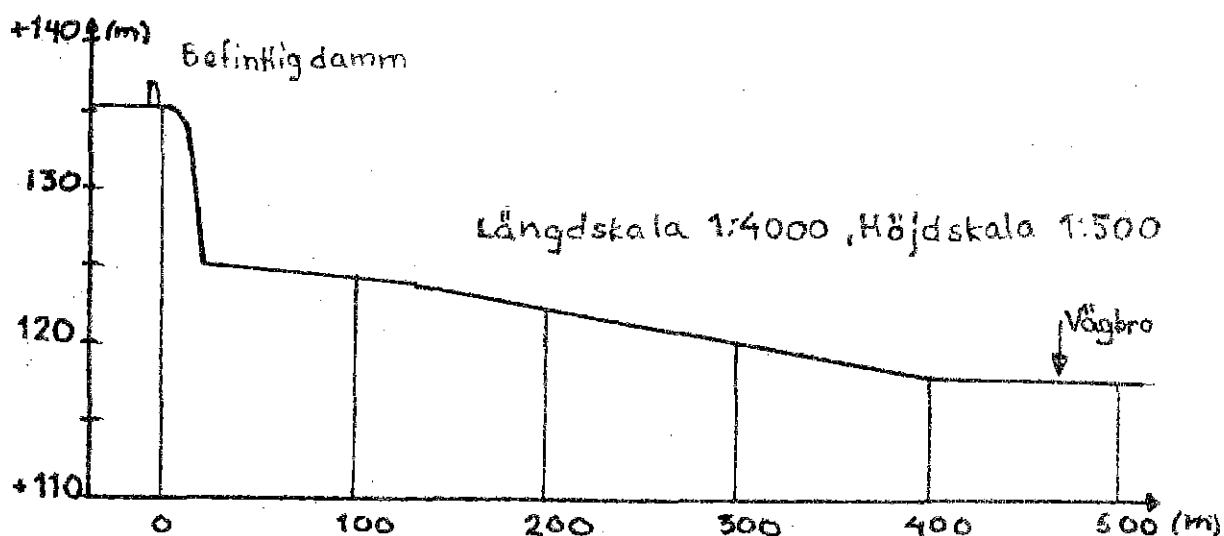


Fig. 4 Skisserad fallprofil över Hallstorpsfallet.

Nedströms vattenstånd

Fallsträckan avslutas vid det tidigare nämnda sågverket. Ån flyter därefter under en betongbro (väg upp till byn Hallstorp) och sedan genom en myr, kallad Store Mosse, och därefter ut i Sävsjön (se fig. 2, topografisk karta, sid .6). Vattenytans nivå vid fallsträckans slut är ca +117.5 meter (ca +118 vid högvatten).

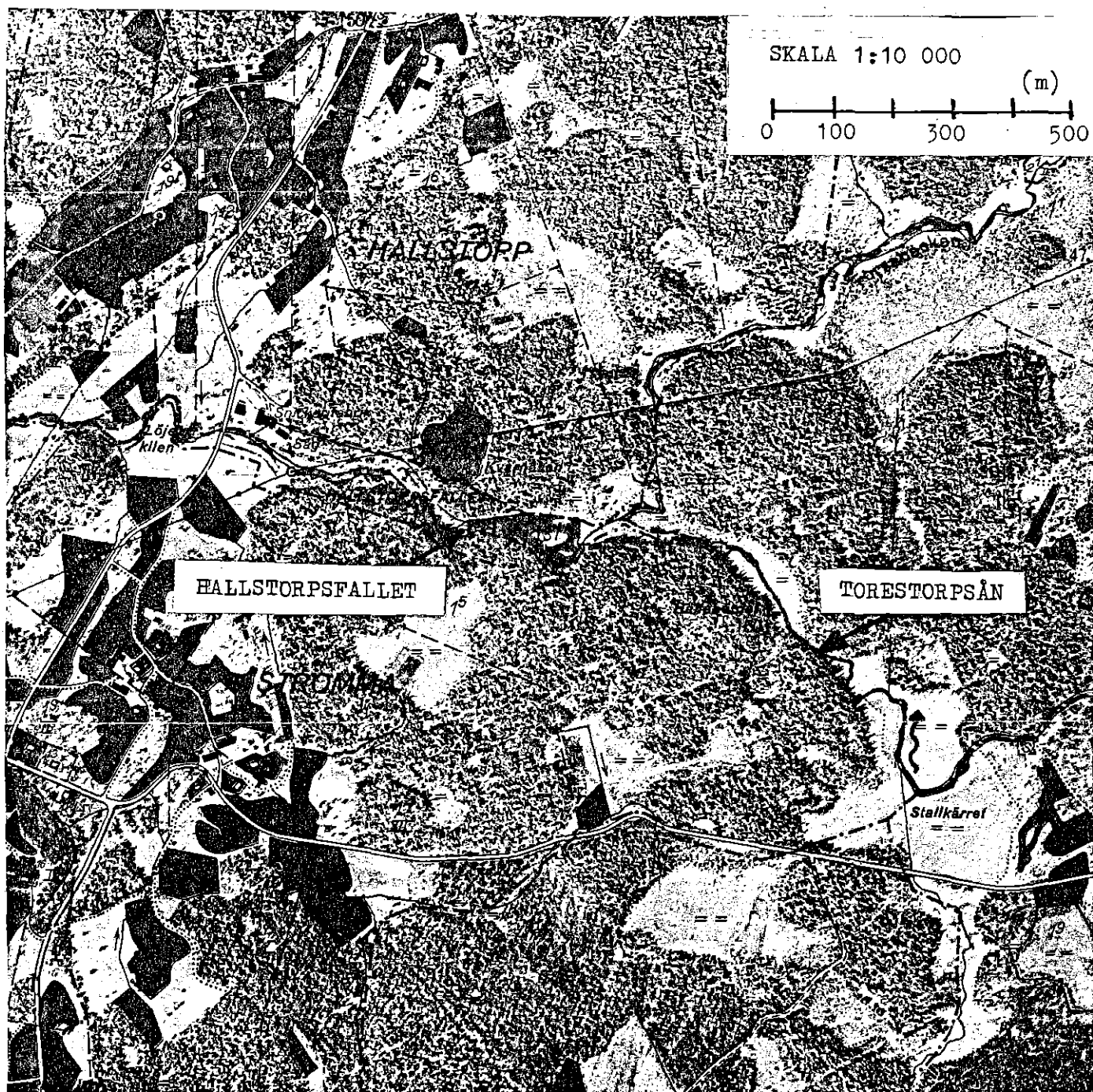


Fig. 5 Ekonomisk karta.

Fallhöjd.

Två dämningalternativ har studerats, nämligen + 136.5 och 138.0. Dämningegränsen + 136.5 är vald så att förmodligen endast mark som tillhör fastigheten Hallstorp-fallet 1¹ överdämnes. Bruttofallhöjden vid dämningegränsen + 136.5 blir ungefär 18.3 meter (nivåförändringarna ovan dammen minskar bruttofallhöjden).

Dämningens gräns + 138 är vald så att vägen österut från Öxabäck inte skall beröras av dämningen. Bruttofallhöjden blir i detta fall ca 20 m.

3.2 Hydrologi

Allmänt

Någon mätning av vattenflödet i Torestorpsån har aldrig utförts. Efter diskussion med Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) i Norrköping har vi som jämförelsevattendrag valt en annan å, nämligen Vrångebäcken (station 108-1623, Slumpåns vattendrag), där flödesmätningar har gjorts under åren 1955-1977. Månadsmedelvärden från Vrångebäcken har omräknats med hänsyn till förhållanden kring Torestorpsån (under nästa rubrik behandlas detta mer utförligt). Med hjälp av dessa omräknade flödesuppgifter har vi tagit fram varaktighetsdiagram (fig. 6), histogram och statistiska uppgifter för Hallstorpsfallet.

Data för Hallstorpsfallet är enligt följande:

Nederbördsområde	112 km ²
Sjöprocent	7.1 %
Specifik tillrinning	18 l/s·km ² .

Uppgiften om specifik tillrinning har erhållits från SMHI.

Medelvattenföringen under året uppgår till 2.2 m³/s. Av histogrammet över de aritmetiska månadsmedelvärdena (fig. 7) framgår det att tillrinningen är ojämn under året. Under juni t.o.m. september ligger flödena mellan 0.6-1.1 m³/s. Under de resterande 8 månaderna är tillrinningen ca 2.9 m³/s. Man kan vidare notera en relativt stor spridning hos flödesvärdena från februari och mars (se bilaga 1).

Hur har de hydrologiska och statistiska uppgifterna tagits fram?

Som framgår av den föregående texten så har vi efter samråd med SMHI valt ett vattendrag vars flöden lämpar sig att räkna om till sannolika värden för Torestorpsån. Vrångebäcken, vars nederbördsförhållanden, sjöprocent och storlek överensstämmer tämligen väl med Torestorpsån, har därvid valts.

Hallstorpsfallets avrinningsområde och sjöandel har med planimeter uppmätts på en karta över Holsjunga vattendragets nederbördsområde, samt på den topografiska kartan.

För Hallstorpsfallet gäller enligt föregående textavsnitt:

Nederbördsområde	112 km ²
Sjöprocent	7.1%
Specifik tillrinning	18 l/s·km ²

Motsvarande data för Vrångebäcken är:

Nederbördsområde	276 km ²
Sjöprocent	4.4%
Specifik tillrinning	12 l/s·km ²

Om nederbördens spridning i tiden är likartad för de båda områdena samt om fördröjningen i systemet (tid mellan nederbörd och flöde i mätpunkt) också är likartad, beror flödet endast av nederbördsområdets storlek samt den specifika avrinningen. En omräkningsfaktor för flödesdata erhålls enligt följande.

Medelavrinningen under året, dvs nederbördsområdets area x specifik avrinning för det aktuella området, divideras med medelavrinningen för området med uppmätta flödesdata. Omräkningsfaktorn blir således: $\frac{112 \cdot 18}{276 \cdot 12} = 0.6$ l.

Dvs. flödena i Hallstorpsfallet beräknas vara 61% av uppmätta flöden i Vrångebäcken.

Den specifika tillrinningen baseras på uppmätta flöden. Då det inte finns så många stationer för flödesmätning har SMHI använt nederbördsdata för att kunna upprätta kartor över den specifika tillrinningen i Sverige. Tillförlitligheten hos den specifika tillrinningen är beroende av hur nära en station för flödesmätning ett område ligger, samt hur tätt isolinjerna för den specifika tillrinningen ligger. Vid en omräkning enligt ovanstående kan det riktiga flödet skilja sig med upp till 10% av det framräknade flödet, enligt SMHI. Fallet ligger dock i ett område där isolinjerna ligger relativt tätt, varför 10% kan vara i underkant. Mer än 20% bör dock det aldrig avvika. Se ex. fig.8, avrinningskarta ur SMHI meddelande serie C no 7.

Det statistiska materialet som gäller Vrångebäcken är månadsmedelvärden på vattenföringen under åren 1955-1977. För att bestämma en lämplig sannolikhetsfördelning har vi plottat mätvärdena från Vrångebäcken enligt den metod som beskrivs av Sjöberg, A, 1977: "Statistik i hydrologiska sammanhang", Hydrologi för V2. Vi har valt att använda "Weibulls formel": $p(x_m) = \frac{m}{N+1}$ för uppskattning av plottningspositionerna. Vid plottningen har det visat sig att den för Vrångebäcken mest representativa sannolikhetsfördelningen är lognormalfördelningen (se bilaga 1). Framräknade sannolikhetsfördelningar för årets olika månader finns redovisade i bilaga 1 på lognormalpapper samt även i histogramform i samma bilaga.

Vi har även undersökt åren 1973-74 m a p dygnsmedelvärden kontra månadsmedelvärden. Det har då som väntat visat sig att månadsmedelvärdena ger ett mera utjämnat varaktighetsdiagram än vad dygnsmedelvärdena ger. Skillnaderna är emellertid inte stora, varför månadsmedelvärden bör kunna utnyttjas trots att driften av ett eventuellt kraftverk i hög grad kommer att styras av dygns-tillrinningen.

Om det finns möjlighet bör så många jämförelsestationer som möjligt användas. Det kan ge en uppfattning om vilka fel som kan fås vid användning av jämförelsevattendrag. I allmänhet anvisar SMHI flera vattendrag, så att detta kan göras. Vi har emellertid använt oss av endast en jämförelsestation, då det är tämligen arbetssamt att utan dator ta fram statistiska parametrar för flera stationer. När det gäller minikraftverk är varaktighetsdiagram och eventuellt ett histogram över de aritmetriska månadsmedelvärdena tillräckliga data i många fall. Det kan därför vara motiverat att ta fram varaktighetsdiagram och histogram över månadsmedelvärdena för flera jämförelsestationer och sedan vid behov ta fram statistiskt material.

3.3 Ägareförhållanden

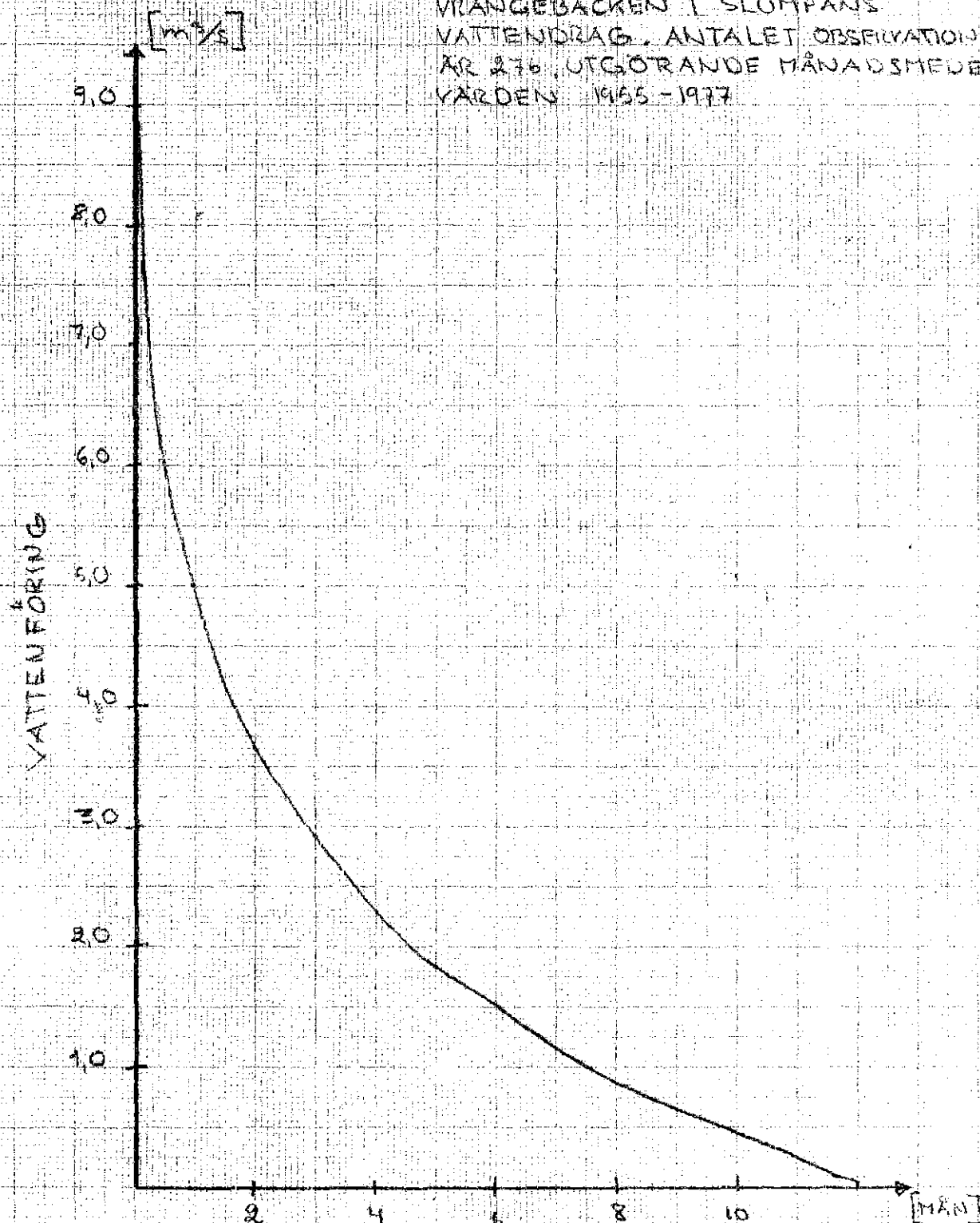
Fastigheten till vilken fallet hör är benämnd Hallstorpsfallet 1¹. Den ägs av Borås kommun. Dess totala areal uppgår till 73670 m², varav ungefär 20.000 m² återfinns ovanför fallsträcken. Bland omgivande fastigheter som kan beröras vid en eventuell utbyggnad, är ingen i Borås kommuns ägo. De omgivande fastigheterna är följande: Hallstorp 1¹⁷ och 1⁸, Strömna 1⁵, Gärsnäs 1⁵ och 1¹, Hylte 1⁹ samt Lilla Backa 1¹.

Beträffande Torestorpsåns utnyttjande för kraftproduktion har Borås kommun endast vid ett tillfälle lämnat in ansökan till Västerbygdens vattendomstol. Ärendet fullföljdes dock aldrig. Några andra ansökningar eller domar har, enligt uppgift från Borås energiverk, ej förekommit.

HÄLLSTORPSFALLET
VARIATIONSDIAGRAM
MÅNADSMEDELVÄRDEN 1955-1977

FIG. 6

DIAGRAMMET ÄR UPPRÄTTAT MED
BERÄKNADE FLODESÄRDEN
FRÅN OBSERVATIONER GJORDA I
VRÄNGBÄCKEN I SLUMPÅNS
VATTENDRAG. ANTALET OBSERVATIONER
ÄR 276, UTGÖRANDE MÅNADSMEDEL
VÄRDEN 1955-1977.

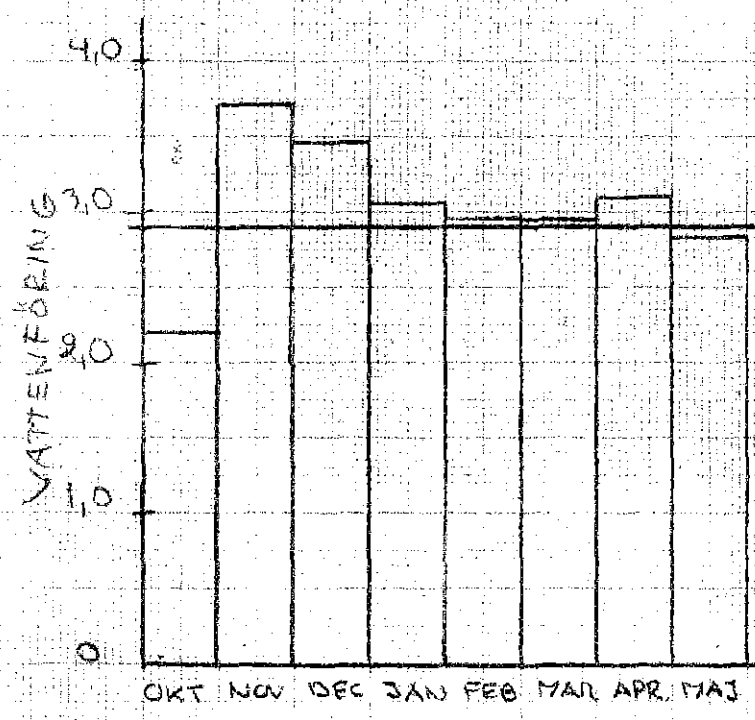
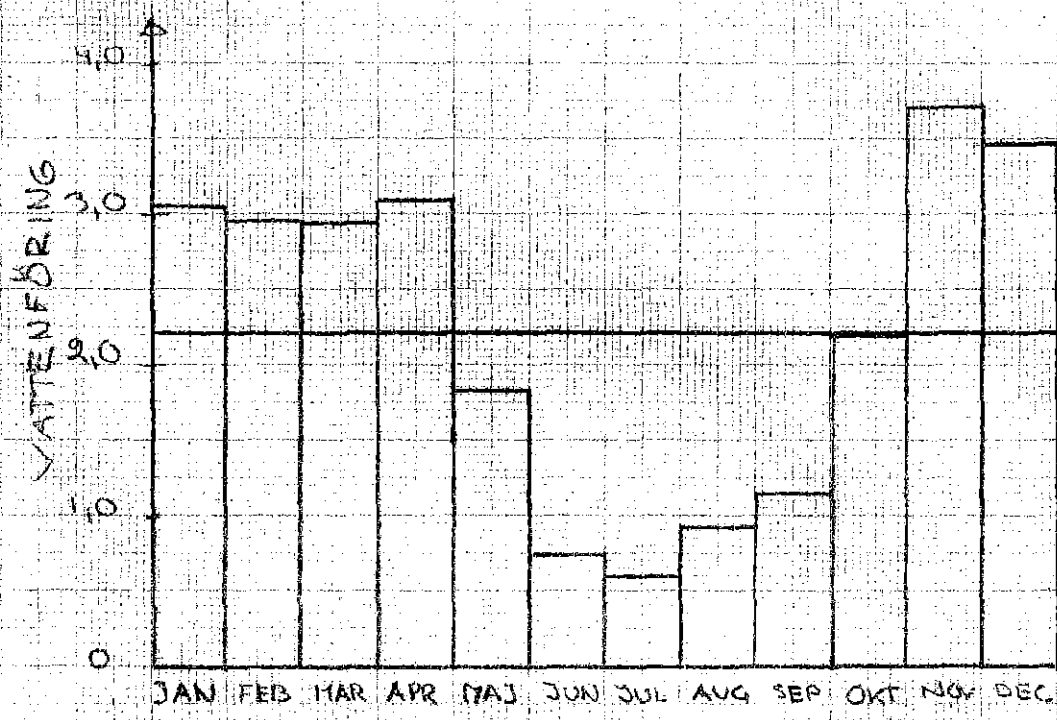


HALLSTORPSFALLET.

HISTOGRAM ÖVER AVRINNINGEN

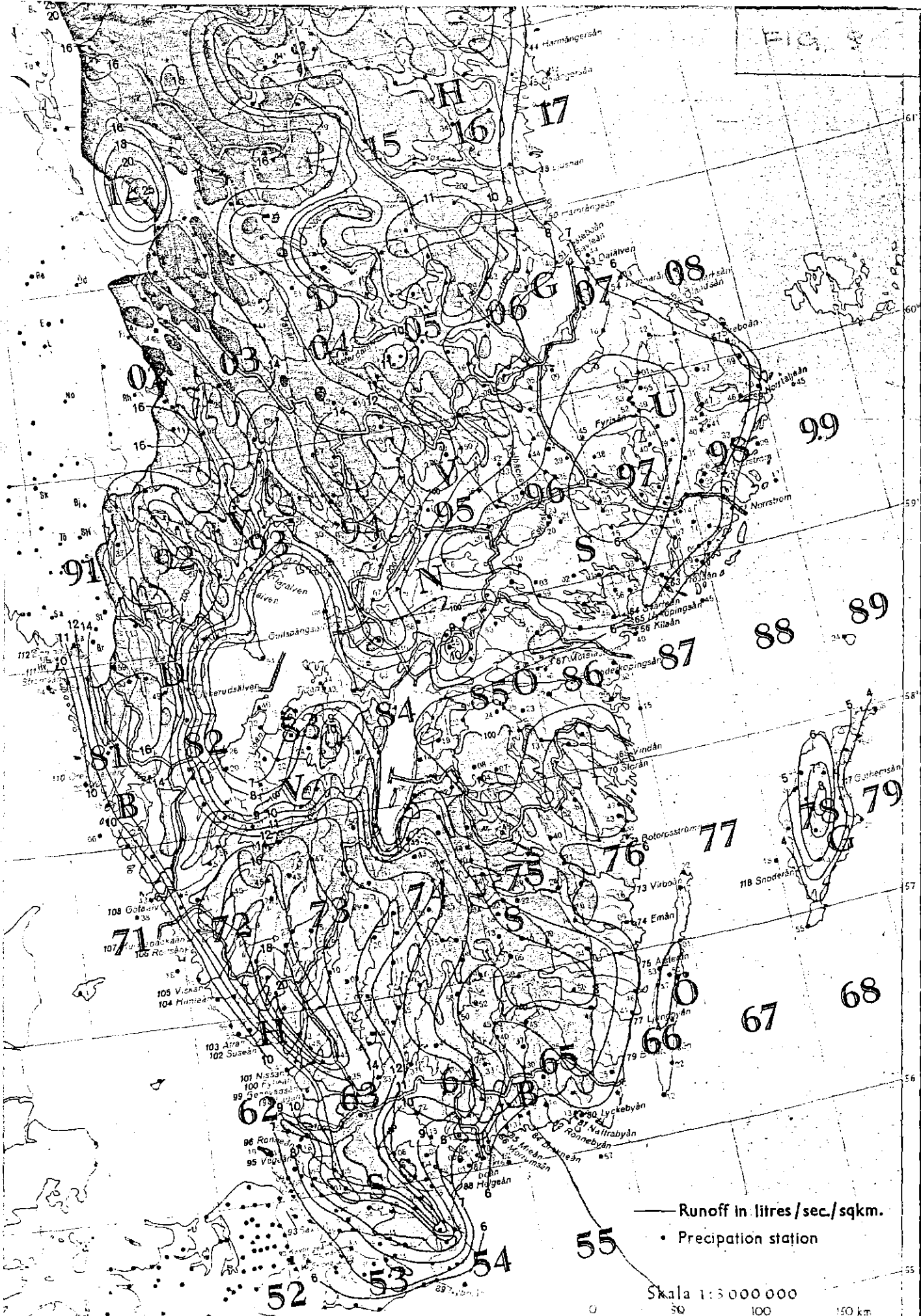
FIG. 7.

ARITMETISKA MÅNADS -
MEDEL VÄRDEN.



AVERAGE ANNUAL RUNOFF 1931 60

FIG. 8



— Runoff in litres/sec./sqkm.
• Precipitation station

Skala 1:5 000 000

0 50 100 150 km

4. KRAFTVERKETS UTFORMNING

4.1 Översiktlig beskrivning

Något ovanför fallet placeras en betongdamm, varifrån vattnet leds via en lång tub norr om ån ned till maskinstationen. I maskinstationen går vattnet genom en turbin av standardtyp för minikraftverk. Turbinen är direkt eller via växellåda kopplad till en asynkrongenerator. Från turbinen leds vattnet ut i en kort avloppskanal som mynnar i den gamla vattenfåran, se fig 10.

4.2 Dammbyggnad

Dammen konstrueras som en gravitationsdamm av betong. För en dämningssgräns av +136.5 blir dammkroppen ca 25 m lång och som högst ca 4.5 m. Vid dämningssgränsen +138 blir motsvarande siffror 40 m respektive 6 m. Vi har förutsatt att dammkroppen förlängs ca 1 m. ned i berget vilket betyder att dammkrönet kommer att befinna sig maximalt ca 3.5 resp. 5 m över befintlig markyta. Dessa siffror skall betraktas som ungefärliga och förmodligen krävs en noggrann undersökning av bergets kvalitet vid dammläget. En sådan undersökning kan förändra de angivna siffrorna.

Dammen förses med skibord samt en spetlucka vid tubintaget.

Eventuellt kan den befintliga dammen användas. Det kan finnas möjligheter att förstärka den befintliga dammkroppen genom att borra genom den och ner i berget, varefter dammen förankras med stålstag och injekteringsbetong. Om dammkroppen går att använda och ändringarna på densamma inte blir för svåra kan projektet bli förbilligat.

4.3 Vattenvägar

Från dammen till maskinstation leds vattnet i en tub norr om ån. Denna tub blir ca 400 m lång. De första 50 metrarna lägges tuben på bergförankrade betongstöd, därefter finns det möjlighet att gräva en rörgrav och lägga tuben på en sandbädd fram till maskinstationen.

Maskinstationen placeras så att tillgänglig fallhöjd utnyttjas väl utan att tublängden blir onödigt lång. Friktionsförlusterna blir nämligen förhållandevis stora pga fallsträckans längd om plasttub används, trots att vattenföringen är relativt blygsam. Detta beror av att de centrifugalgjutna plaströren till vidare inte tillverkas i större standarddimensioner än $\varnothing 1400$. Lämplig placering av maskinstationen torde vara i närheten av sågverket uppströms vägbron. Vattenflödet återleds till den gamla fåran via en kort avloppskanal som utformas så att erosionsproblem undviks i kanalen, främst vid betongbron.

Avstängning av vattenflödet sker med en uppströms turbinen placerad trottelveil. Dessutom kan vattnet även stängas av med hjälp av en spetlucka vid tubintaget i dammbyggnaden.

Tube kan erhållas i antingen stål eller som centrifugalgjutna plaströr. Plaströren tycks ha flera fördelar gentemot stålrör vad gäller såväl vikt, underhåll som inköpspris.

4.4 Turbin

Framtagna turbiner för minikraftverk (tillverkas i standardstorlekar) är av kaplantyp och kan ha vertikal- eller horisontell uppställning (se fig. 9).

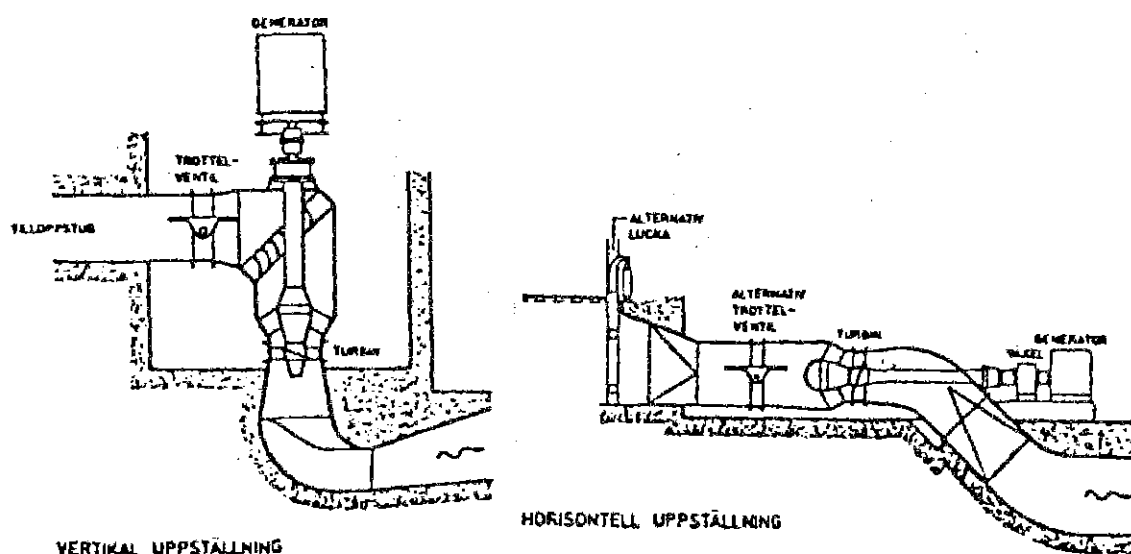


Fig. 9

Med den aktuella fallhöjden i Hallstorpsfallet bör en turbin med vertikal uppställning väljas.

Turbinens löphjulsskovlar kan vara fasta eller reglerbara. Den senare typen är under utveckling. Enligt uppgift från turbin-tillverkare bör verkningsgraden bli tämligen god för en turbin med reglerbara löphjulsskovlar även då ett starkt varierande flöde tillåts och trots att endast standardstorlekar tillverkas. En turbin med fasta löphjulsskovlar beräknas ha en verkningsgrad av ca 85%. Verkningsgraden kan uppskattningsvis sjunka 5-7% för en turbin med reglerbara löphjulsskovlar jämfört med en med fasta löphjulsskovlar om drivvattenföringen tillåts variera mellan 25% upp till 100% av maximalt drivvattenflöde, samt om löphjulet utformas för ca 3/4 av detta flöde. Men å andra sidan minskar den genomsnittliga friktionsförlusten i tuben med denna typ av turbin, då friktionsförlusten är proportionell mot kvadraten på flödet.

Med en turbin med fasta löphjulsskovlar sker öppning och stängning av trottelventil (eller lucka) via impulser från en nivågivare uppströms dammen. Vattenytan kommer därvid att variera mellan två nivåer. När reglerbara löphjulsskovlar användas regleras även dessa av en nivågivare. I detta fall styr nivågivaren löphjulsskovlarnas inställning. Flödet styrs enbart med skovlarna, då ledskenorna är fasta även i denna turbintyp. Då flödet är mindre än vårt minsta drivvattenflöde sker driften intermittert så som vid fasta skovlar. Den intermittenta driften skall enligt ASEA kunna ske med det drivvattenflöde som önskas och behöver inte nödvändigtvis vara 25% av maximalt drivvattenföring (dvs där övergång till intermittert drift sker).

Turbinval

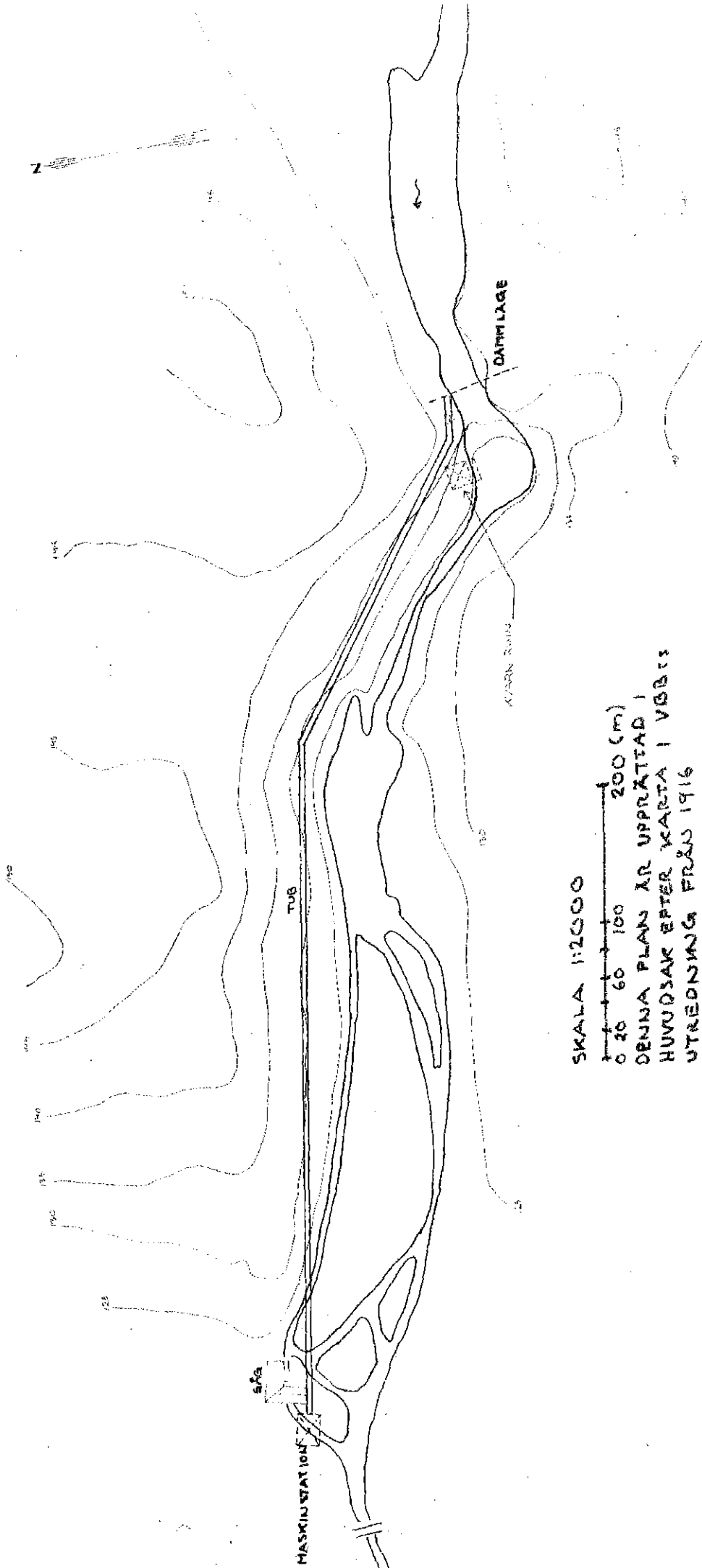
Vid dämning upp till nivån +136.5 erhålls ett mycket litet magasin, ca 10.000 m³. Då turbinen inte bör köras i alltför korta intervall medför detta krav på magasinsstorleken. Denna drifttid bör vara minst halvtimmesvis. Detta betyder att vid låg tillrinning krävs ett magasin så stort som: aktuell drivvattenföring x 0.5 h. Med fasta löphjulsskovlar och en drivvattenföring på 5 m³/s fås då en regleramplitud på ca 0.5 meter. Här föreligger risk för erosion. Används turbin med löphjulsskovlar blir minsta drivvattenföringen ca 25% av

5 m³/s vid intermittert drift. Regleramplituden blir då ca 0.1 meter.

Med ett magasin upp till nivån +138 erhålls ett betydligt större magasin, totalt drygt 100.000 m³. Med samma förutsättningar som tidigare, dvs 5 m³/s i drivvattenföring och drift minst halvtimmesvis blir regleramplituden ca 0.1 m med fasta löphjulsskovlar.

Sammanfattningsvis bör alltså en turbin med reglerbara skovlar väljas vid Dg+136.5 och vid Dg+138 kan en turbin med fasta löphjulsskovlar användas (uppgifter om magasinets storlek finns i bilaga 3).

Fig. 10



SKALA 1:2000

0 20 60 100 200 (m)

DESSA PLAN ÄR UPPRÄTTAD I
HUVUDSÅK EFTER KARTA I VBB:s
UTREDNING FRÅN 1916

PLAN ÖVER HALLSTORPSFALET

5. ENERGIPRODUKTION - KOSTNAD

5.1 Energiuttag

Möjligt energiuttag för olika vattenföringar redovisas i fig. 11. Dels finns en kurva som anger ytan under varaktighetsdiagrammet vid ett visst drivvattenflöde. När tillrinningen är större än drivvattenföringen bräddas överskottet. Multiplieras avläst värde med total verkningsgrad och netto fallhöjd fås möjligt energiuttag. Dels finns en kurvskara som, med utgångspunkt från nyss nämnda kurva, anger energiproduktionen under ett normalt år. Den heldragna kurvan har upprättats med förutsättningarna, verkningsgrad 80% samt en bruttofallhöjd på 18.3 meter (18.3 m motsvarar dämmningsgränsen +136.5). De streckade kurvorna anger sedan den verkliga energiproduktionen när hänsyn tagits till friktionsförlusterna i tuben vid respektive diameter. Flöden och driftstimmar är hämtade från varaktighetsdiagrammet, diagram 1. Vidare har engångsförlusterna vid turbintaget kontrollerats, dessa ligger mellan 5 och 10% av friktionsförlusterna. I tabellen på fig. 11 finns friktionsförluster och engångsförluster summerade för olika alternativ på flöden och tubdiametrar. Tubens exakta längd kan bestämmas först när förhållandena på plats undersöks m a p lämplig dragning samt lämpligt läge av maskinstationen. I beräkningarna har vi emellertid antagit en tublängd av 400 m.

Total verkningsgrad för det mekaniska och elektriska systemet är satt till 80%, fasta löphjulsskovlar medför en något bättre verkningsgrad och reglerbara en något sämre. Någon hänsyn till en eventuell minimitappning har ej tagits. Det bör påpekas att antalet driftstimmar i fig 11 anger hur många timmar kraftverket kommer att producera elkraft med en turbin som har fasta löphjulsskovlar, samt att energiuttagen som finns i tabell 1 och 2 i kostnadsberäkningarna har bestämts som det största möjliga energiuttaget vid vald kombination av turbin och tub.

DG + 135: Mellan 1.7 och 2.4 GWh torde kunna produceras beroende på vilken utbyggnadsvattenföring, $2 < Q < 8 \text{ m}^3/\text{s}$, som väljs.

För DG + 138; ökar det möjliga energiuttaget med ca 10% för varje tubdiameter och turbinstorlek i förhållande till motsvarande kombinationer vid DG + 136.5. Den möjliga energiproduktionen vid DG + 138 blir således 1.9 - 2.6 GWh, för flödena $2 < Q < 8 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 Anläggningskostnad

Kostnader på anläggnings- och byggnadsarbeten är framtagna m h a personer verksamma dels inom entreprenadbranschen, dels på institutionen för Byggnadsekonomi och Byggnadsorganisation, CTH. Kostnader för maskinell utrustning och tilloppstub har erhållits från tillverkare och återförsäljare. Alla kostnader avser 1978 års kostnadsläge. En sammanställning av kostnaderna redovisas i fig. 12, detaljerade kostnadsuppskattningar återfinns i bilaga 2. Tubkostnaderna är framtagna för glasfiberarmerade plaströr vad avser dimensionerna t o m $\varnothing 1400$, och för stålrör vad avser $\varnothing 1600$ och $\varnothing 1800$. För att kunna jämföra olika alternativa utformningar har kostnaden för respektive alternativ dividerats med motsvarande elproduktion under ett normalår.

DG+136.5: De olika utbyggnadsalternativen är redovisade i tabell 1. Av tabellen framgår att anläggningskostnaden varierar mellan 1.11 - 1.54 kr/kWh. Tämligen många alternativ ligger runt 1.20 kr/kWh. För turbin med reglerbara löphjulsskovlar är kostnaden som lägst 1.19 kr/kWh. Den kostnaden föreligger vid alternativet med turbin $\varnothing 700$ och tub $\varnothing 1400$.

DH+138: I förhållande till DG+136.5 ökar dammkostnaden med ca 450.000 kr (se bilaga 2). Detta innebär att totala anläggningskostnaden, exklusive markersättning, ökar med 22-13%, se tabell 2. Överdämd area vid denna dämmningsgräns blir ca 130.000 m^2 varav Borås kommun äger ca 20.000 m^2 (se bilaga 3).

Anläggningskostnaden per kWh ökar jämfört med DG+136.5 med 3-11% (3% för turbin $\varnothing 1150$ och 11% för turbin $\varnothing 700$). Således blir då anläggningskostnaden för DG+138 ca 1.2-1.6 kr/kWh.

5.3 Årskostnad

Årskostnaden är framtagen enligt följande: Finansieringen av minikraftverket sker med lån till 8% ränta. Årskostnaden blir denna räntekostnad, avskrivningar samt löpande kostnader såsom reparation, underhåll, förbrukningsmaterial, personal, administration, skatt och försäkringar. Avskrivningen är beräknad med 6% ränta. Livslängden beräknas vara 60 år för byggnader, jordarbeten och damm, 40 år för elektrisk och mekanisk utrustning samt 70 år för tub (för den glasfiberarmerade tuben är detta eventuellt en något för kort tid). Framtida kostnader för olika delar av kraftverket har antagits vara desamma som i nuläget. I övrigt se bilaga 2.

DG+136.5: Som framgår av tabell 1 så är årskostnaden knappt 10% av den totala anläggningskostnaden, för alla redovisade alternativ. Årskostnaden kommer därvid att, med ovan angivna förutsättningar, vara 11-15 öre/kWh. För turbin med reglerbara skovlar blir kostnaden som lägst ca 12 öre/kWh, med turbin \emptyset 700 och \emptyset 900 och tub \emptyset 1400.

DG+138: Årskostnaden ökar med ca 18-12% där de olika turbinalternativen ger följande resultat:

Turbin \emptyset 700	Årskostnaden ökar med 15-18%
" \emptyset 900	"- 13-15%
" \emptyset 1150	"- 12-14%

Årskostnaden/kWh ökar då med 8-2%. Således blir årskostnaden per kWh 12-15 öre. I övrigt se tabell 2.

TABELL 1 (DG + 136.5)

Turbin- storlek (mm)	Tub diam. (mm)	Total an- läggn. kostnad (t kr)	Energi utbyte per år (Gwh)	Anlägg- kostnad per kwh (kr/kwh)	Års- kostnad (t kr)	Års- kostnad per kwh (kr/kwh)
∅ 700	1000	2080	1.69	1.23	205	0.121
Fasta skovlar	1200	2160	1.82	1.19	213	0.117
(2-3 m ³ /s)	1400	2240	2.01	1.11	220	0.109
	1600	2510	2.05	1.22	247	0.120
Rörliga skovlar	1000	2230	1.69	1.32	219	0.130
	1200	2310	1.82	1.27	227	0.125
	1400	2390	2.01	1.19	234	0.116
	1600	2660	2.05	1.30	261	0.127
∅ 900	1200	2460	1.98	1.24	241	0.122
Fasta skovlar	1400	2540	2.21	1.15	249	0.113
(3-5 m ³ /s)	1600	2810	2.33	1.21	276	0.118
	1800	2890	2.39	1.21	283	0.118
Rörliga skovlar	1200	2660	1.98	1.34	260	0.131
	1400	2740	2.21	1.24	268	0.121
	1600	3010	2.33	1.29	295	0.126
	1800	3090	2.39	1.29	302	0.126
∅ 1150	1200	2660	1.89	1.41	260	0.138
Fasta skovlar	1400	2740	2.21	1.24	268	0.121
(5-8 m ³ /s)	1600	3010	2.35	1.28	295	0.125
	1800	3090	2.45	1.26	302	0.123
Rörliga skovlar	1200	2910	1.89	1.54	283	0.150
	1400	2990	2.21	1.35	291	0.132
	1600	3260	2.35	1.39	318	0.135
	1800	3340	2.45	1.36	326	0.133

TABELL 2 (DG + 138)

Turbin storlek (mm)	Tub diam. (mm)	Total anläggning. kostnad (t kr)	Energi utbyte (Gwh)	Anläggning. kostnad per kwh (kr/kwh)	Års-kostnad (t kr)	Års-kostnad per kwh (kr/kwh)
∅ 700	1000	2530	1.86	1.36	242	0.130
Fasta skovlar (2-3 m ³ /s)	1200	2610	2.00	1.31	250	0.125
	1400	2690	2.21	1.22	258	0.116
	1600	2960	2.26	1.31	285	0.126
Rörliga skovlar	1000	2680	1.86	1.44	256	0.138
	1200	2760	2.00	1.38	264	0.132
	1400	2840	2.21	1.29	272	0.123
	1600	3110	2.26	1.38	299	0.132
∅ 900	1200	2910	2.18	1.33	278	0.128
Fasta skovlar (3-5 m ³ /s)	1400	2990	2.43	1.23	286	0.118
	1600	3260	2.56	1.27	313	0.122
	1800	3340	2.63	1.27	321	0.122
Rörliga skovlar	1200	3110	2.18	1.43	297	0.136
	1400	3190	2.43	1.31	305	0.126
	1600	3460	2.56	1.35	332	0.130
	1800	3540	2.63	1.35	340	0.129
∅ 1150	1200	3110	2.08	1.50	297	0.143
Fasta skovlar (5-8 m ³ /s)	1400	3190	2.43	1.31	305	0.126
	1600	3460	2.59	1.34	332	0.128
	1800	3540	2.70	1.31	340	0.126
Rörliga skovlar	1200	3360	2.08	1.62	321	0.154
	1400	3440	2.43	1.42	329	0.135
	1600	3710	2.59	1.43	356	0.137
	1800	3790	2.70	1.40	364	0.135

6. STATLIGA BIDRAG

För närvarande är maximalt bidrag 35% av anläggningskostnad. Detta innebär att totala anläggningskostnaden per producerad kWh kan komma att ligga på 0.72-1.00 kr/kWh för de olika alternativen vid Dg+136,5. Årskostnaden per kWh kommer i detta fall därvid att sänkas till 7.1-9.8 öre/kWh. (Den lägre kostnaden står för alternativet turbin \emptyset 700 och tub \emptyset 1400).

För alternativet DG+138 blir anläggningskostnaden ca 0,8-1,0 kr/kWh och årskostnaden ca 7,5-10.0 öre/kWh. (I dessa siffror ingår inte markersättning).

Det är tveksamt om så stort bidrag kan erhållas i detta fall. Ett bidrag som ger en kraftkostnad kring 10 öre/kWh är troligare.

7. DISKUSSION AV NYTTAN MED EN DYGNISREGLERING

Då tillgänglig energi i Hallstorpsfallet är relativt liten vore det önskvärt om kraftproduktionen kunde förläggas till dagtid. Detta kräver emellertid ett magasin och något sådant naturligt vattenmagasin finns inte omedelbart ovan Hallstorpsfallet. Endast Holsjön ca 5 km öster om Hallstorpsfallet erbjuder en reell möjlighet till reglering. Denna möjlighet har vi inte studerat då det förmodligen skulle ställa sig relativt kostnadskrävande om endast Hallstorpsfallet skulle bära kostnaden. Som nämnts i kap. 2.3 finns det ytterligare tre fall nedströms Hallstorpsfallet. En samordnad utbyggnad av de tre fallen skulle kanske positivt påverka möjligheterna att utnyttja Holsjön. Fallet vid Strömmen har emellertid ett naturligt magasin, Öjasjön, där en viss reglering kan ske. En mera omfattande reglering av Holsjön kan därför krävas för att förbättra kraftproduktionen i Strömmen.

Vi har trots detta studerat vad en begränsad reglering omedelbart ovan fallet innebär. Vi har därvid förutsatt att drift sker med ett bestämt flöde, dvs att turbin med fast löphjulsskovlar används.

Vid en uppdamning över nivån +136,5 kommer en relativt stor area att översvämmas, samtidigt som endast en begränsad magasinvolym erhålls på den myrmark som finns ovan fallet (se fig. 2, topografisk karta och bilaga 3). Detta medför att regleringsamplituderna riskerar att bli stora även om man bara strävar efter viss dygnsreglering. För att kunna framräkna den förädling av elkraften som dagproduktion innebär, har vi framräknat den energimängd som kan produceras dagtid med ett nattmagasin. Denna produktion baseras på den tillrinning som erhålls med minst 80% sannolikhet under ett dygn. (Oktober t.o.m. Maj har studerats, resten av året förutsätts intermittent drift. Månadsmedelvärden har använts. Ifråga om statistiska uppgifter se bilaga 1).

Som framgår av tabell 3 kan ungefär hälften av genomsnittliga årsproduktionen produceras dagtid. Vad som emellertid är mycket betänkligt är den regleringsamplitud som uppstår på ca 0.5 m vid de givna förutsättningarna.

Möjligheterna att förlägga någon större del av energiproduktionen under dagtid är således små, för att inte säga obefintliga, med hjälp av ett magasin ovan Hallstorpsfallet.

Vi har i ovanstående resonemang begränsat dämningens gräns till +138, då en högre dämning kräver en omläggning av vägen som går öster ut från Öxabäck. Detta skulle förmodligen ställa sig mycket dyrt, varför vi inte studerat ett ännu större magasin.

Dygns reglering

Dg +138, bruttofallhöjd 20m, tubbdiameter Ø 1400, verkningsgrad 80%, fasta löphjulsskovlar.

Utbyggnads vattenförling (m ³ /s)	Magasins volym (m ³)	Tillrinning (1) (m ³ /s)	Varaktighet hos utbyggnads vattenförlingen (h)		kwh prod. dagtid med reglering (4)	kwh prod. i genomsnitt under hela året	Översväm- mad area (m ²)	Max regl. ampl. (m)
			Regl.dagtid (2)	Oregl.dagtid (3)				
2,5	60 000	0,7 (i 3 mån.)	6,7	17,6	235 000	1 900 000	130 000	0,5
		1,0 (i 1 mån.)	9,6	24	112 000			
		1,37 (i 4 mån.)	13,2	24	618 000			
					+			
					965 000			
5,0	80 000	0,7 (i 3 mån.)	3,4	8,8	223 000	2 400 000	130 000	0,6
		1,0 (i 1 mån.)	4,8	14,2	104 000			
		1,37 (i 4 mån.)	6,6	14,6	576 000			
					+			
					903 000			

- (1) Den tillrinning som med 20% sannolikhet underskrids under vissa månader. (De 3 mån. är: Okt., Mars, Maj, den med 1m³/s : Feb., de 4 mån. är: Nov., Dec., Jan., April.)
- (2) Den tid per dag som kraftproduktion kan ske med en tillrinning enligt (1)
- (3) " " " " " " " " " medel tillrinningen (enl. den månad av de i (1) angivna som ger det lägsta värdet på medel tillrinningen.)
- (4) Energiproduktion med endast tillrinning enligt (1)

SLUTKOMMENTAR

I nuläget torde det vara svårt att företagsekonomiskt motivera ett kraftverksbygge i Hallstorpsfallet utan någon form av statligt bidrag, då anläggningskostnaden per producerad kWh som lägst ligger på ca 1.20 kr vilket motsvarar en årskostnad per kWh på 12 öre. Det är dock möjligt att erhålla statligt bidrag till anläggandet, vilket skulle ge en anläggningskostnad på som lägst ca 0.7 kr/kWh med en energikostnad på 7 öre per kWh. Bidraget blir dock troligtvis mindre.

Det förefaller enligt beräkningarna redovisade i tabell 1 och 2 som om alternativet med löphjulsreglerad turbin, storlek \varnothing 700 och \varnothing 900, samt plasttub \varnothing 1400, är det mest ekonomiska alternativet. Vidare ger dämmningsgräns vid +136,5 en något billigare energikostnad än alternativet med dämmningsgräns vid +138.

Enligt uppgift från bl.a. kraftproducerade företag är energi med varierande tillgänglighet på det sätt som blir aktuellt vid Hallstorpsfallet med intermittent drift dåligt betald, ca 6-7 öre/kWh.

En fördel som bör framhållas är att när en turbin med reglerbara löphjulsskovlar utnyttjas kan en tämligen kontinuerlig drift uppnås under vinterhalvåret. Dessutom betalar ju trots allt de flesta energikonsumenter ett betydligt högre pris än 6-7 öre/kWh, varför detta kanske är en undervärdering av energin.

Energipriserna har under 70-talet stegrats avsevärt, och en fortsatt trend är inte på något sätt omöjlig. Detta kan i så fall få till följd att lönsamheten i projektet relativt snabbt förändras. En sådan utveckling skulle i förekommande fall gynna en hög utbyggnadsgrad. I detta perspektiv torde samhället ha intresse av att stödja en utbyggnad inte minst med tanke på de samhällsekonomiska aspekterna. Även företagsekonomiskt blir projektet attraktivt ur en sådan synvinkel inom en inte alltför avlägsen framtid.

Förslag till vidare undersökningar

Som nämnts tidigare har vissa höjduppgifter tagits från tidigare gjorda rapporter. Fallhöjden kan behöva kontrolleras. (Aktuella flygfoton finns över området, varför höjden kan bestämmas fotogrametriskt). Både berget vid dammläget samt den befintliga dammen förefaller något dåliga varför en kunnig person bör bedöma deras kvalitet.

Alfabetisk lista över tagna kontakter

Ragnar Askling, Armerad Betong Vägförb. Gbg:s avd.
 Sten Bengtsson, Byggorg., CTH
 Kurt Ehlert, Hydrologiska avd., SMHI
 Holger Fredriksson, Viskans Kraft, Kinna
 Steffen Häggström, Inst.f.vattenbyggnad, CTH
 Lars Johanson, HOBAS RÖR, Emmaboda
 Ingemar Lennerås, Armerad Betong Vägförb Gbg:s avd.
 Bo Lundberg, Utbildningsradion SR
 Thorild Persson, VBB, Falun
 Anders Sjöberg, Inst.f.vattenbyggnad, CTH
 Ivan Stark m.fl. NOHAB, Trollhättan
 Alf Sämgård, Borås Elverk

Övriga, företag och myndigheter

ASEA

Borås kommun, fastighetskontoret

 "- lantmäterikontoret

Distriktslantmätarmyndigheter, Marks kommun

Glafs fjordens maskin o. svets AB, dammluckor

Guldhedens Pizzabutik, Gbg

Gränges Hedlund, Stockholm

KMW, Kristinehamn

Lantbruksnämndens täckdikningsavd., Uddevalla

Myhrberg, Erik, bliv. arkitekt

Ottoson AB, Klippan, plaströr

Sjuhäradsbygdens tingsrätt, inskrivningsmyndighet

Överlantmätarmyndigheten, Vänersborg

LITTERATURFÖRTECKNING

Cederwall, K., Larsen, P.: Hydraulik för Väg-
och vattenbyggare. Liber Läromedel. Lund 1976.

Hobas rör, Produktkatalog.

Hveding, Vidkunn, Vassbygging (Forelesningar ved NTH).
Tapir 1970

Johansson, P. Ingenjörbyrå, Promemoria beträffande
utbyggnad av Torestorpsåns vattenkraft. Växjö 1957.

Rapport från Ekoteket, nr 4, 1977. Stockholm

Sjöberg, A. m.fl. Hydrologi för V2, Inst.f.vattenbyggnad,
CTH, Undervisningsskrift nr 1978:06. Göteborg 1978.

Stoner, Carol: Producing your own power. Rodale Press, Inc.
1974.

Tryselius, Olof, Runoff map of Sweden, Average annual
runoff for the period 1931-60, SMHI, Meddelande
serie C nr 7. Stockholm 1971.

VAST, Minikraftverk 1977-10-06 (utredning av Svenska
Kraftverksföreningen).

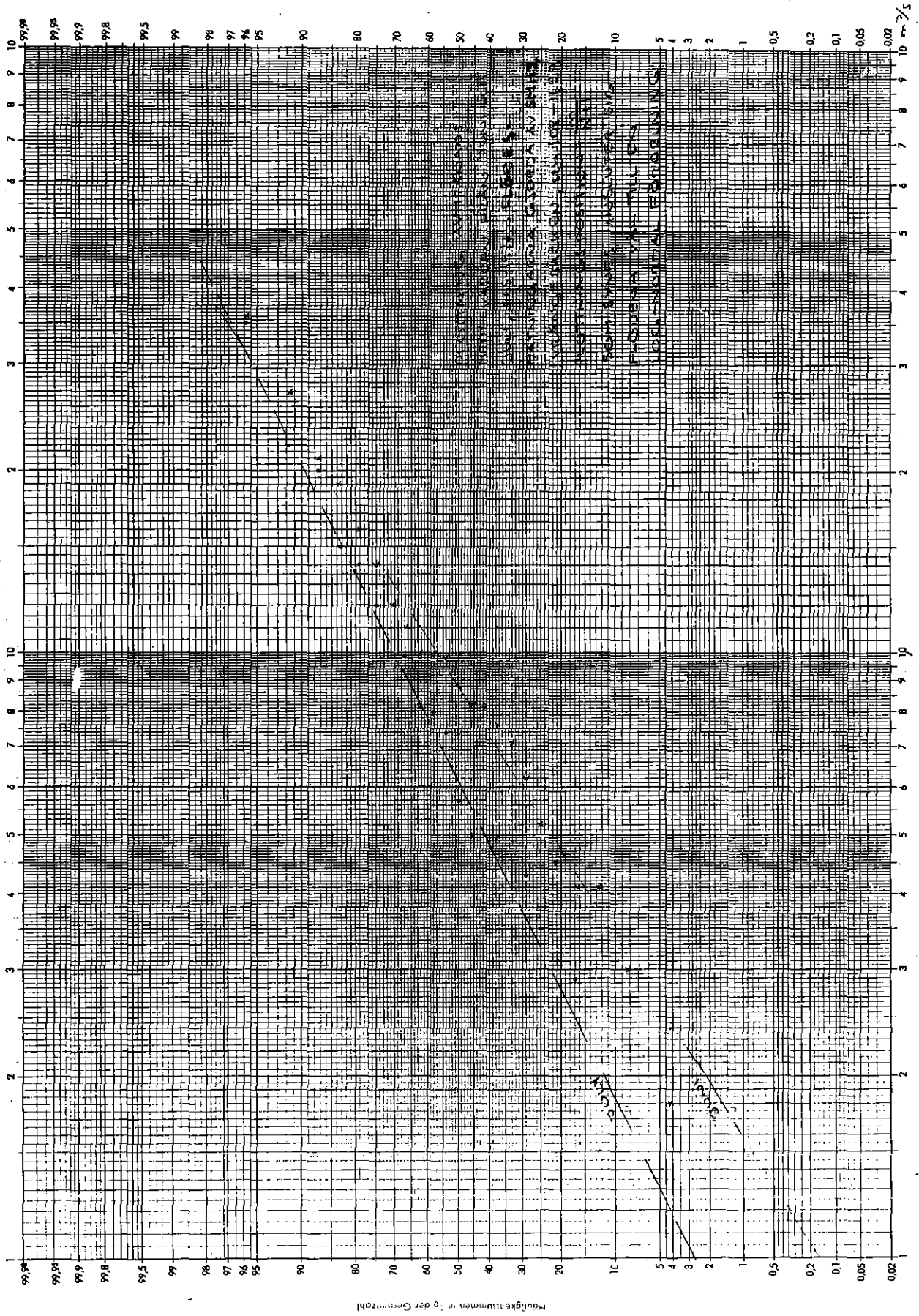
VBB, Utredningar angående 6 olika minikraftanläggningar
(Håtorp, Stormyrforsen, Kålsäter, Knislinge,
Furudal och Fredriksfors).

VBB, Preliminärt förslag till Hallstorps Vattenkraftverk, 1916.
(Flera delar finns som behandlar andra fall i Torestorpsån).

BILAGA 1.

HYDROLOGISK STATISTIK.

Wahrscheinlichkeitsnetz



Abzissensches logarithmisch, Ordinatenachse nach dem Gauß'schen Integral, geteilt

Merkmalsgrenzwert g

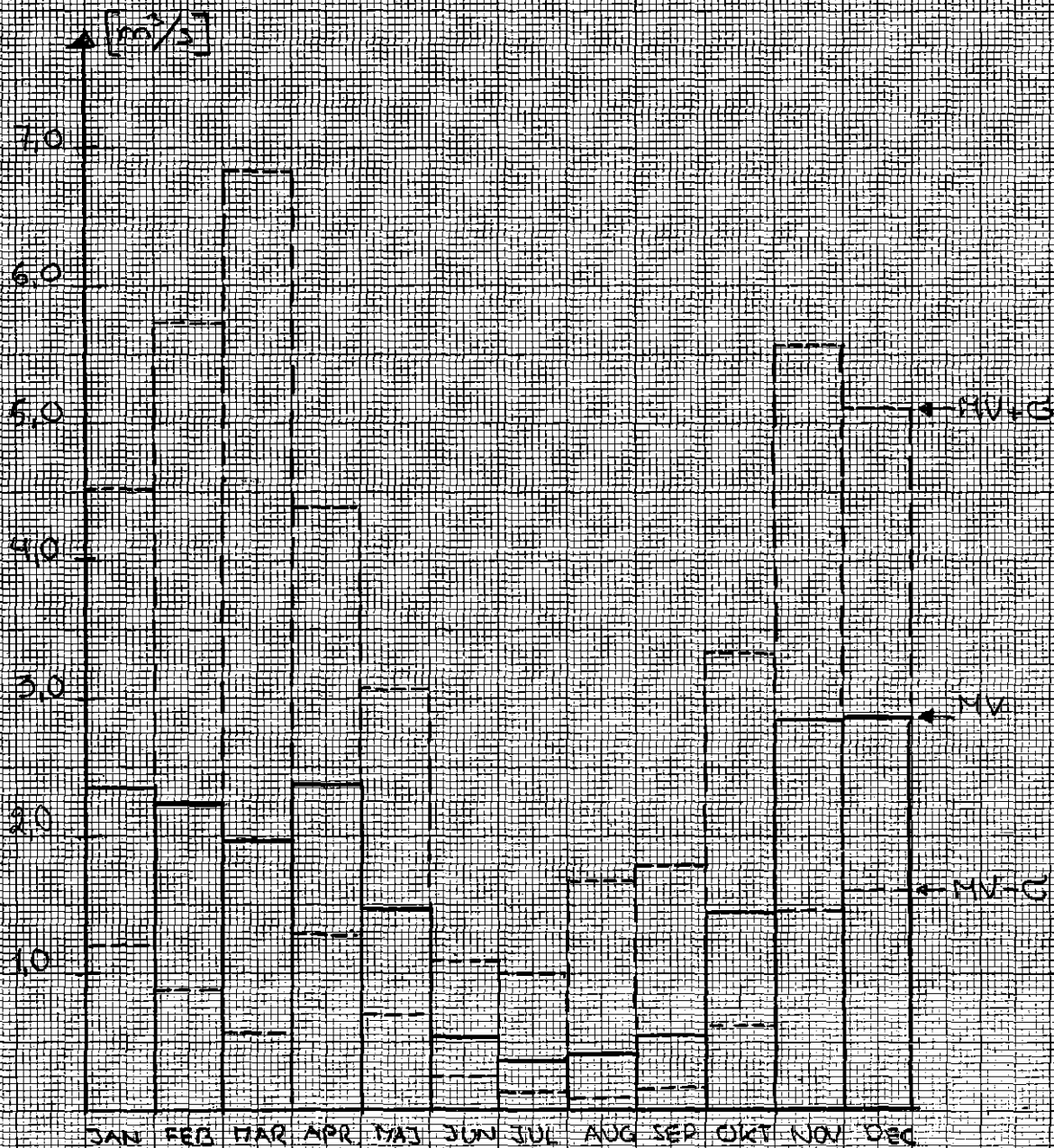
Bestell-Nr. 667 462, Nr. 4213, A3

COPYRIGHT SCHLEICHER & SCHÜLL, 3862 EINBECK



HALLSTORDB FALLET
 HISTOGRAM ÖVER AVRINNINGEN.
 (LOG-NORMAL)

VÄRDENA PÅ AVRINNINGEN GRUNDAR SIG PÅ
 AV SMHI SJÖRDS OBSERVATIONER 1955-1977
 (276 VÄRDEN) I VRANIGE RÄCKEN. DESSA ÄR
 SEDAN ÖMRÄKNADE TILL TORRESTORPSÄN.



MV = MÅNADS MEDELVÄRDE
 G = STANDARD AVVIKELSE
 ANPASSNING ENLIGT LOG-NORMAL FÖRDELNINGEN

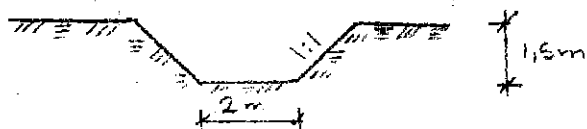
BILAGA 2.

KOSTNADER.

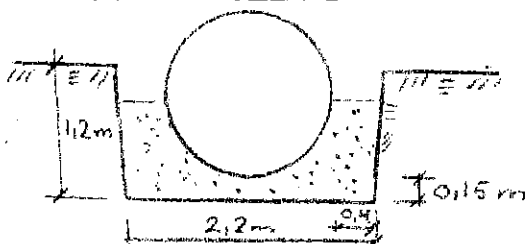
BYGGNADSARBETEN

Turbinhus

ca 5 x 6 å 8500 kr/m ³		
Btg.arb., inga bergarb.	250 000	
Överbyggnad - allutr. inkl. belysn., måln. etc		
ca 150 m ² å 1500 kr/m ²	225 000	
Grundlägg.n.risk, schakter	50 000	
Wellpoint	<u>25 000</u>	550 000

Kanal nedanför turbinhus

Rensningslängd 50 m å 30 kr/m ³	8 000	
Erosionsskydd å 40 kr/m ²	<u>12 000</u>	20 000

Arbeten med tubgrav

Grävning med 1 grävmaskin och 2 man, 50 m/dag. 2000 kr/dag	16 000	
Sand inkl. utlägg.n. och trpt. + utlägg.n. av rör	44 000	
Återfyllning inkl. erf. sortering	25 000	
Tubstöd å 1000 kr/st de första 50 m vid damm	<u>15 000</u>	100 000

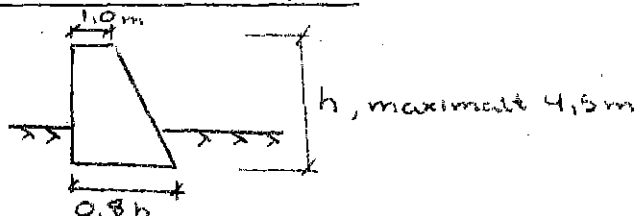
Transportväg till damm

Morän - 30 cm bärlagergrus 600 m totalt varav nybyggn. ca 100 m	30 000	30 000
---	--------	--------

Trpt

700 000

Trpt 700 000

Damm (DG + 136,5)

ca 1500 kr/m³ (inkl. Btg., Arm.,
Form och Bergdubb.

Dammkrön +137, Dammlängd 23 m
150 m³

225 000

Losshållning av berg, 50 kr/m² +
50 kr/m³ inkl. borttransport

7 000

Spettlucka

8 000240 000Byggnadsarbeten

940 000

Administration, projektering
och kontroll - ca 5% av an-

läggn.kostn.+tubkostn 1 200 000

60 000

Oförutsett, ca 4% av 1 200 000

50 000

Räntor under byggnadstid

10% under 3 mån av 1 200 000

30 000

140 000

Byggnadskostnad exkl. tubkostnad

1 080 000

Damm DG + 138

Btg.damm - volym 470 m³
å 1300 kr/m³

610 000

Losshållning av berg

25 000

Spettlucka

8 000

Jorddamm ca 250 m³
(Södra stranden)

32 000

675 000

dvs dammkostnaden ökar med ca 450 000 kr. Det innebär att totala kostnaden för kraftverket exkl. kostnad för markersättning ökar 25,6 - 16,0%. Energiutbytet ökar med ca 10% oberoende av tubdiameter och turbinstorlek.

Tubkostnader

Glasfiberarmerade rör - frifallsrör
tublängd 400 m

Ø 1000 å 500 kr/m	200 000	
Ø 1200 å 700 kr/m	280 000	
Ø 1400 å 900 kr/m	360 000	

Priserna inkl. transport.

Tubkostnader - stålrör

Godstjocklek 8 mm, 5 kr/m inkl.
skyddsbehandling och montage,
tublängd 400 m

Ø 1600 å 1580 kr/m	630 000	
Ø 1800 å 1780 kr/m	710 000	

Mekanisk och elektrisk utrustning

Vertikal turbinuppställning

1. Fasta löphjulsskovlar

Ø 700 turbin, ventil, montage	500 000	
generator 300 kW	<u>300 000</u>	800 000
Ø 900 turbin, ventil	650 000	
generator 700 kW	<u>450 000</u>	1 100 000
Ø 1150 turbin, ventil	800 000	
generator 1000 kW	500 000	1 300 000

Väl utnyttjad turbin vid nettofallhöjd 17 m
ger generatorstorlek

2. Reglerbara löphjulsskovlar

Turbinkostnaden blir ca 30% större

Ø 700 turbin, ventil, montage	650 000	
generator 300 kW	<u>300 000</u>	850 000
Ø 900 Turbin, ventil, montage	850 000	
generator 700 kW	<u>450 000</u>	1 300 000
Ø 1190 Turbin, ventil, montage	1 050 000	
generator 1000 kW	<u>500 000</u>	1 550 000

ÅRSKOSTNAD (+136,5)

A. Turbinhus, damm, oförutsett		833 000
B. Administration, projektering, räntor under byggnadstiden, sprängning		97 000
C. Transportväg till damm, kanal, arbeten med tubgrav		150 000
D. Tubkostnad	∅ 1000	200 000
	∅ 1200	280 000
	∅ 1400	360 000
	∅ 1600	630 000
	∅ 1800	710 000
E. Mekanisk och elektrisk utrustning		
Fasta skov-		
lar	∅ 700	800 000
	∅ 900	1100 000
	∅ 1150	1300 000
Reglerbara		
skovlar	∅ 700	950 000
	∅ 900	1300 000
	∅ 1150	1550 000

Summa anläggningskostnad = A + B + C + D + E

Avsättning till förnyelsefond (räntan = 6%)

På A, B och C under 60 år	(0.19%)	2050
På D under 30 år	(1.26%)	0.0126 · D
På E under 40 år	(0.65%)	0.0065 · E

Reparation och underhåll

Av A (0.4%)	3350
Av C (0.2%)	300
Av D (0.7%)	0.007 · D
Av E (0.8%)	0.008 · E

Förbrukningsmaterial

2 000

Personal, administration

10 000

Skatt och försäkringar

5 000

22 700 + D·0.0196 + E·0.0145

Räntor på lån (8%)

På A, B, C, D och E

0.08 (1080 000 + D + E)

Årskostnad:

109 100 + D·0.0996 + E·0.0945

Då årskostnaden till ca 3/4 består av räntebetalningar medför detta att lånevillkoren påverkar kostnaden mycket kraftigt.

ÅRSKOSTNAD (+138)

A. Turbinhus, damm, oförutsett		1 218 000
B. Administration, projektering, räntor under byggnadstiden, sprängning		115 000
C. Transportväg till damm, kanal, arbeten med tubgrav		182 000
D. Tubkostnad	Ø 1000	200 000
	Ø 1200	280 000
	Ø 1400	360 000
	Ø 1600	630 000
	Ø 1800	710 000
E. Mekanisk och elektrisk utrustning		
Fasta skovlar	Ø 700	950 000
	Ø 900	1100 000
	Ø 1150	1300 000
Reglerbara skovlar	Ø 700	950 000
	Ø 900	1300 000
	Ø 1150	1550 000

Summa anläggningskostnad = A + B + C + D + E

Avsättning till förnyelsefond (6%)

På A,B,C under 60 år	(0.19%)	2900
På D under 30 år	(1.26%)	0.0126 · D
På E under 40 år	(0.65%)	0.0065 · E

Reparation och underhåll

Av A	(0.4%)	4900
Av C	(0.2%)	370
Av D	(0.7%)	0.007 · D
Av E	(0.8%)	0.008 · E
Förbrukningsmaterial		2 000
Personal administration		10 000
Skatt och försäkringar		5 000

25 200 + D·0.0196 + E·0.0145

Räntor på lån (8%)

På A, B, C, D och E

0.08 (1515 000 + E + D)

Årskostnad:

146 400 + D · 0.0996 + E · 0.0945

BILAGA 3

TOPOGRAFI KRING DAMMLÄGE

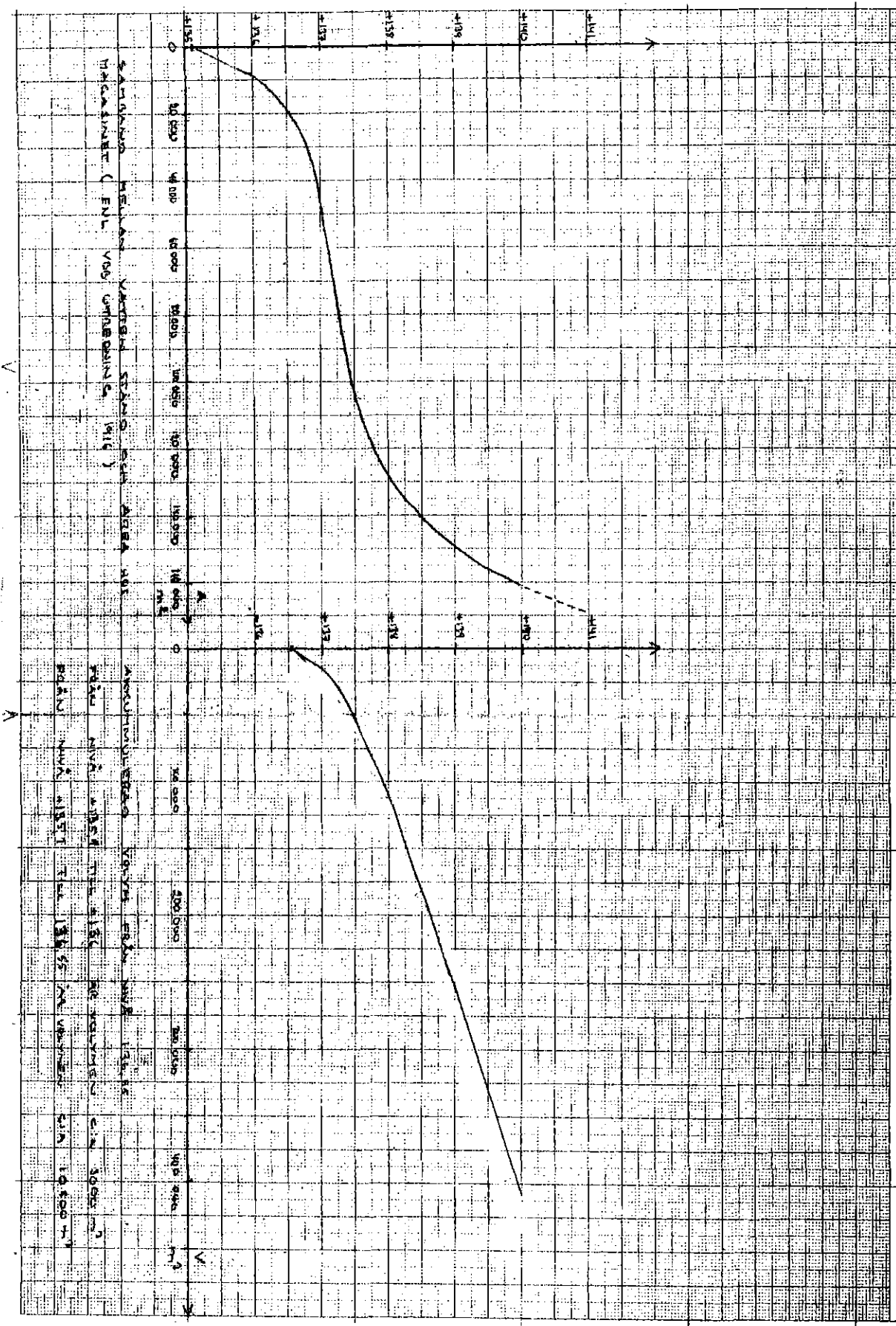
samt

DIAGRAM ÖVER MAGASINSAREA

OCH MAGASINSVOLYM

VÄRMEFÖRÅSIN OVA FÖR
HALLSTORPS FÄLLET.

1



11.5
11.0
10.5
10.0
9.5
9.0
8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 1050 1100 1150 1200 1250 1300 1350 1400 1450 1500 1550 1600 1650 1700 1750 1800 1850 1900 1950 2000

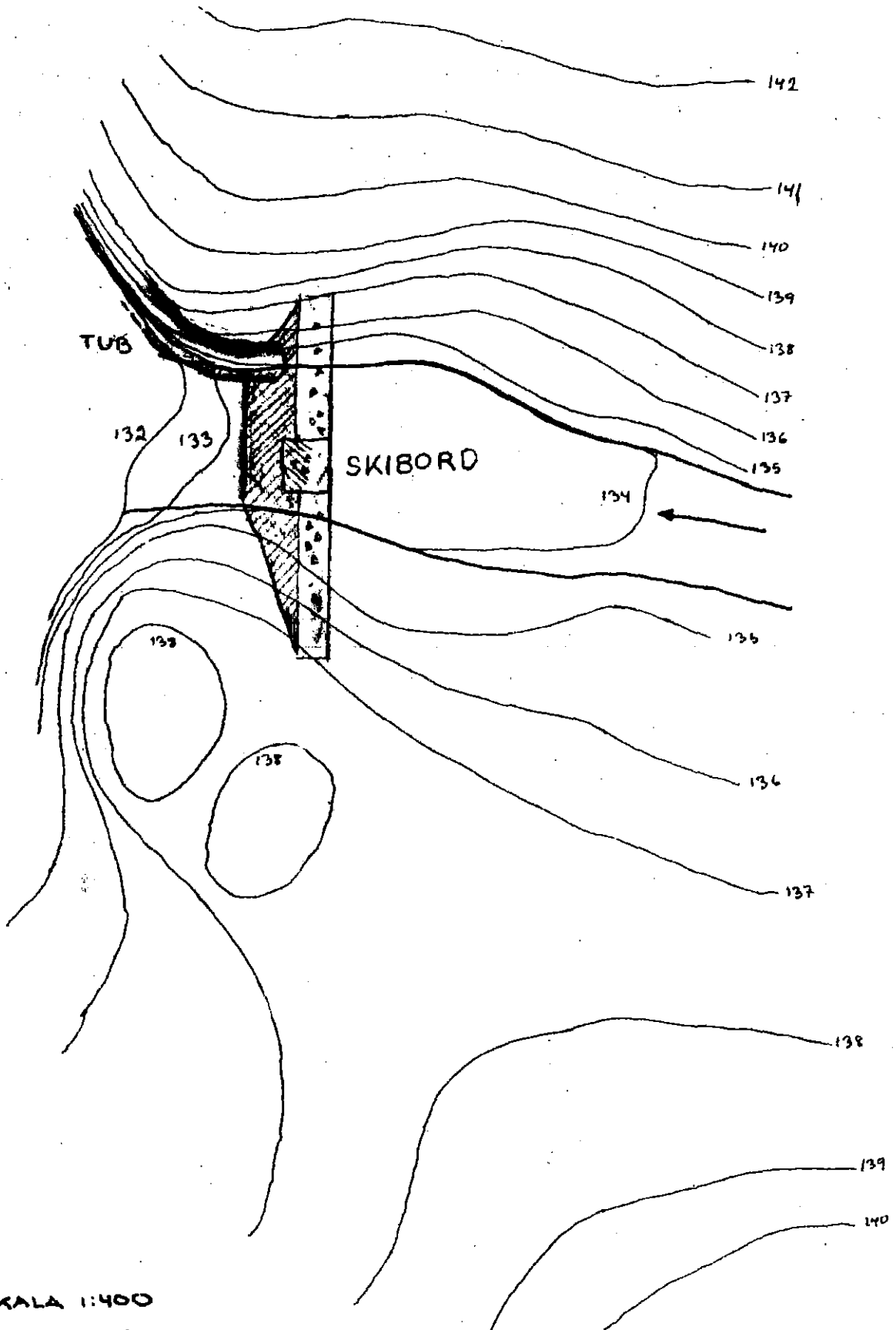
SÄLLSKAPEN HALLSTORPS VÄRMEFÖRÅSIN OVA FÖR HALLSTORPS FÄLLET.
 HALLSTORPS FÄLLET. VÄRMEFÖRÅSIN OVA FÖR HALLSTORPS FÄLLET.

11.5
11.0
10.5
10.0
9.5
9.0
8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 1050 1100 1150 1200 1250 1300 1350 1400 1450 1500 1550 1600 1650 1700 1750 1800 1850 1900 1950 2000

DESSA PLAN ÄR UPPRÄTTAD I
HUVUDSAK EFTER KARTAN I VBB:s
UTREDNING FRÅN 1916

3:2



SKALA 1:400

1979 - 01 - 29	HALLSTORPSFALLET, DAMMLÄGE
MAGNUS BENGTSSON INGVAR RHEN	EXAMENS ARBETE: HALLSTORPSFALLET

ÅRSKOSTNAD (+136,5)

A. Turbinhus, damm, oförutsett		833 000
B. Administration, projektering, räntor under byggnadstiden, sprängning		97 000
C. Transportväg till damm, kanal, arbeten med tubgrav		150 000
D. Tubkostnad	Ø 1000	200 000
	Ø 1200	280 000
	Ø 1400	360 000
	Ø 1600	630 000
	Ø 1800	710 000
E. Mekanisk och elektrisk utrustning		
Fasta skov-		
lar	Ø 700	800 000
	Ø 900	1100 000
	Ø 1150	1300 000
Reglerbara		
skovlar	Ø 700	950 000
	Ø 900	1300 000
	Ø 1150	1550 000

Summa anläggningskostnad = A + B + C + D + E

Avsättning till förnyelsefond (räntan = 6%)

På A, B och C under 60 år	(0.19%)	2050
På D under 30 år	(1.26%)	0.0126 · D
På E under 40 år	(0.65%)	0.0065 · E

Reparation och underhåll

Av A (0.4%)	3350
Av C (0.2%)	300
Av D (0.7%)	0.007 · D
Av E (0.8%)	0.008 · E

Förbrukningsmaterial

2 000

Personal, administration

10 000

Skatt och försäkringar

5 000

22 700 + D·0.0196 + E·0.0145

Räntor på lån (8%)

På A, B, C, D och E

0.08 (1080 000 + D + E)

Årskostnad:

109 100 + D·0.0996 + E·0.0945

Då årskostnaden till ca 3/4 består av räntebetalningar medför detta att lånevillkoren påverkar kostnaden mycket kraftigt.

ÅRSKOSTNAD (+138)

A. Turbinhus, damm, oförutsett		1 218 000
B. Administration, projektering, räntor under byggnadstiden, sprängning		115 000
C. Transportväg till damm, kanal, arbeten med tubgrav		182 000
D. Tubkostnad	Ø 1000	200 000
	Ø 1200	280 000
	Ø 1400	360 000
	Ø 1600	630 000
	Ø 1800	710 000
E. Mekanisk och elektrisk utrustning		
Fasta		
skovlar	Ø 700	950 000
	Ø 900	1100 000
	Ø 1150	1300 000
Reglerbara		
skovlar	Ø 700	950 000
	Ø 900	1300 000
	Ø 1150	1550 000

Summa anläggningskostnad = A + B + C + D + E

Avsättning till förnyelsefond (6%)

På A,B,C under 60 år	(0.19%)	2900
På D under 30 år	(1.26%)	0.0126 · D
På E under 40 år	(0.65%)	0.0065 · E

Reparation och underhåll

Av A	(0.4%)	4900
Av C	(0.2%)	370
Av D	(0.7%)	0.007 · D
Av E	(0.8%)	0.008 · E
Förbrukningsmaterial		2 000
Personal administration		10 000
Skatt och försäkringar		5 000

25 200 + D·0.0196 + E·0.0145

Räntor på lån (8%)

På A, B, C, D och E

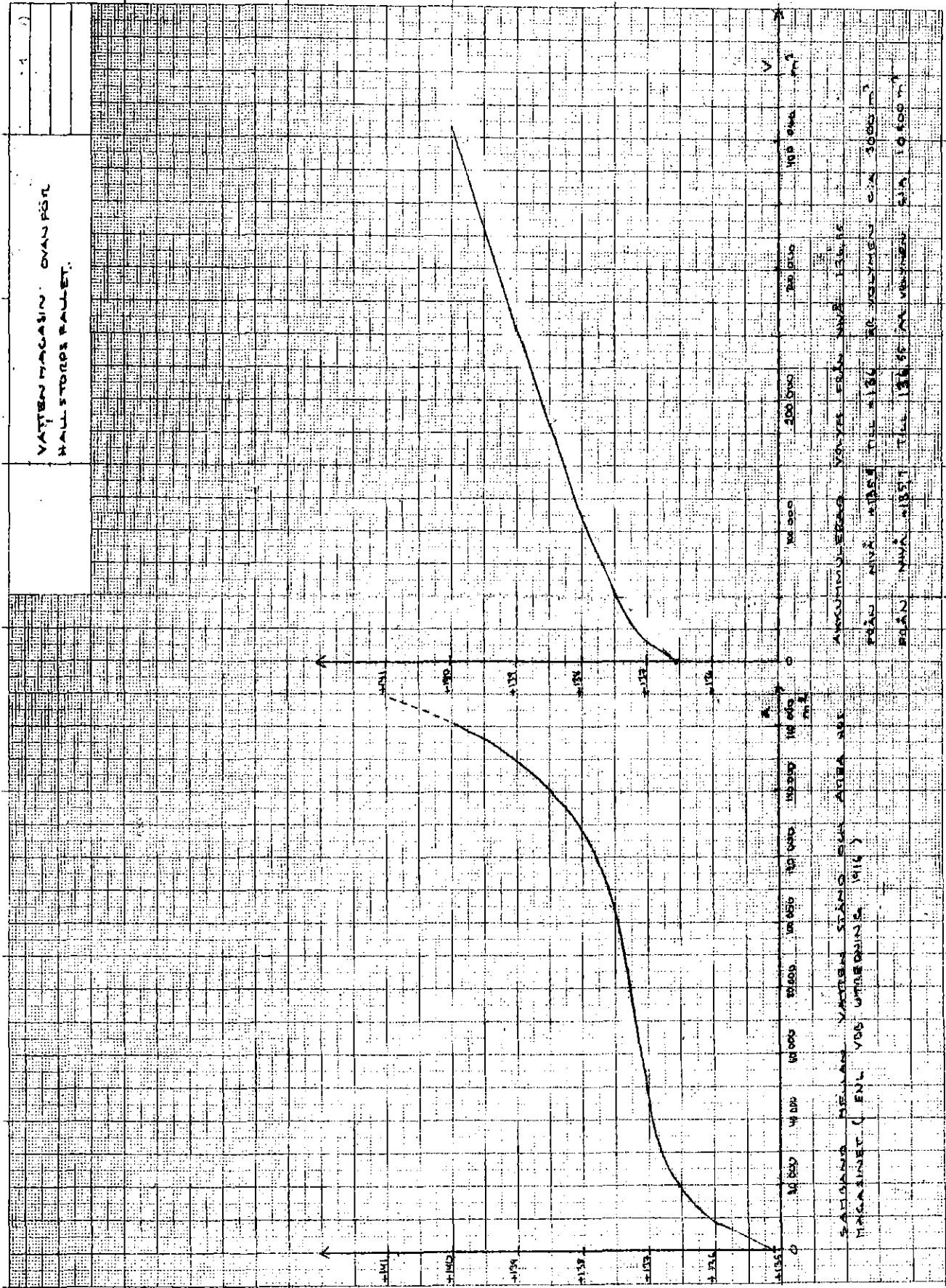
$$0.08 (1515\ 000 + E + D)$$

Årskostnad:

$$146\ 400 + D \cdot 0.0996 + E \cdot 0.0945$$

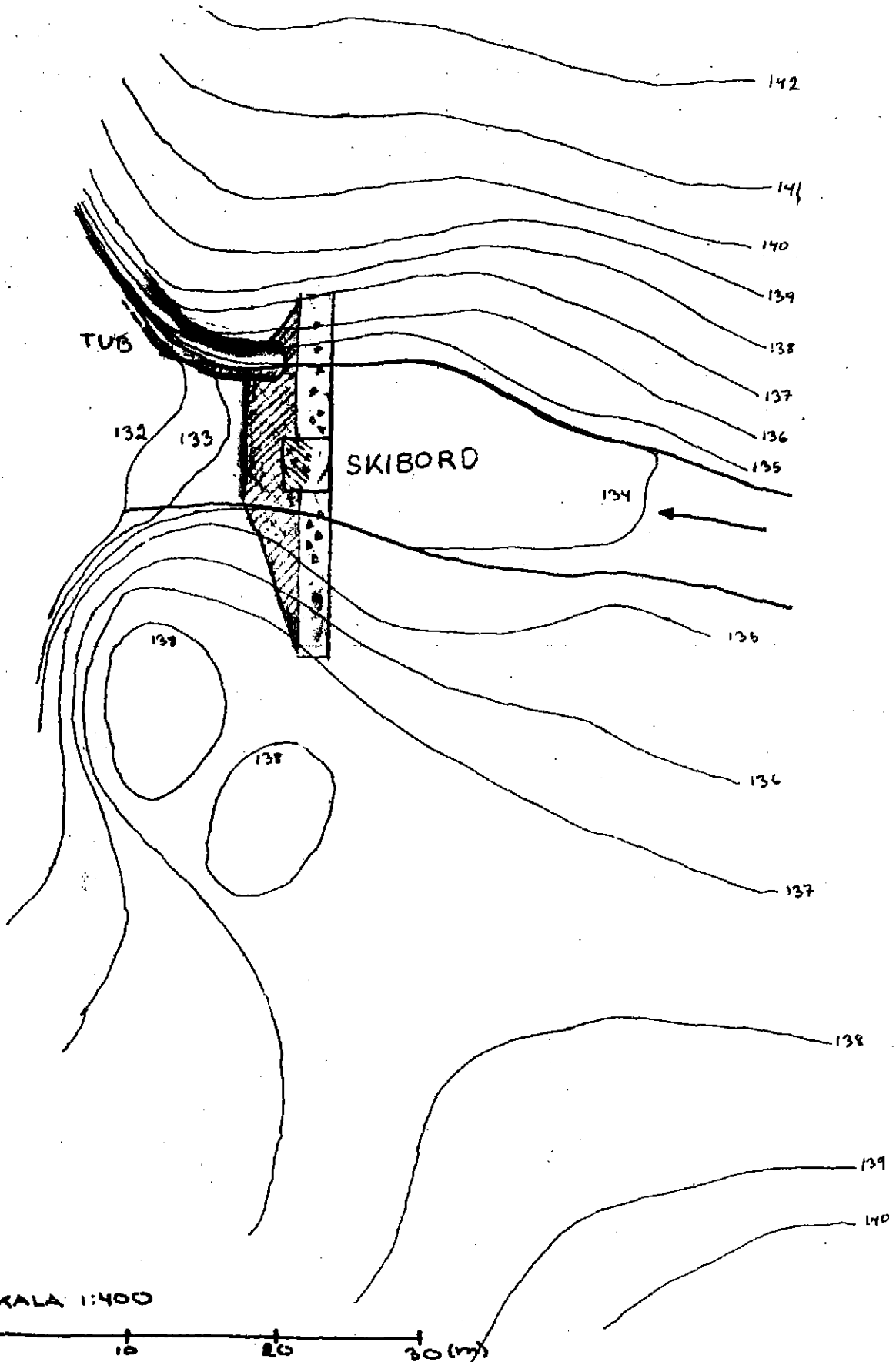
BILAGA 3

TOPOGRAFI · KRING DAMMLÄGE
samt
DIAGRAM ÖVER MAGASINSAREA
OCH MAGASINSVOLYM



DESSA PLAN ÄR UPPRÄTTAD I
HUVUDSAK EFTER KARTAN I VBB:s
UTREDNING FRÅN 1916

3:2



SKALA 1:400



1979 - 01 - 29	HALLSTORPSFALLET, DAMMLÄGE
MAGNUS BENGTSSON INGVAR RHEN	EXAMENS ARBETE: HALLSTORPSFALLET