

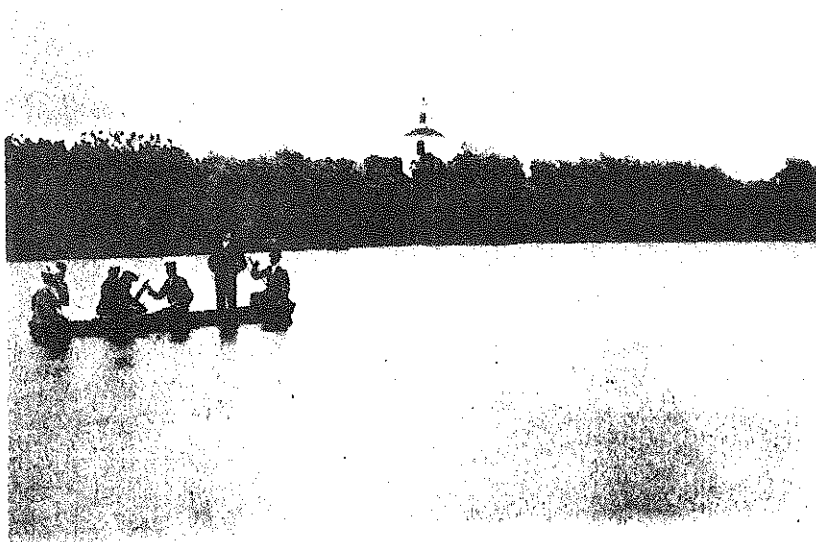
Examensarbete i vattenbyggnad 1975

LÅNGASJÖN

Tekniska förutsättningar för
att restaurera Långasjön

av

Lars-Anders Svensson Kurt Pettersson



Långasjön omkring sekskiftet.

FÖRORD

Föreliggande examensarbete har utförts inom institutionen för vattenbyggnad, sektion väg och vatten, Chalmers Tekniska högskola. Examensarbetet har utförts som ett fortsatt led i undersökningarna för att restaurera Långasjön.

Basmaterialen har kunnat tas fram dels med hjälp av litteratur inom området och dels genom egna kontakter med entreprenörer, konsulter och enskilda personer. Kostnaderna för genomförandet av detta examensarbete har bestridits av Emmaboda kommun och Långasjö Röda Korsförening.

Stor hjälp för undersökningarnas genomförande har erhållits av Emmaboda kommun, Långasjö Röda Korsförening samt länsstyrelsens naturvårdsenhet i Kalmar län.

I övrigt vill vi framföra ett varmt tack till Byr. dir. Rolf Arnemo vid naturvårdsenheten i Kalmar län samt till alla som varit behjälpliga till examensarbetets genomförande. Vår förhoppning är att detta examensarbete kan vara till hjälp för den förestående restaureringen av Långasjön.

Göteborg i mars 1976

Lars-Anders Svensson

Kurt Pettersson

1974-05-29

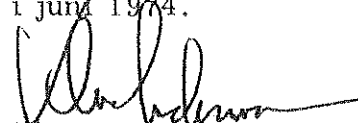
Plan för examensarbete i vattenbyggnad, sektion V.

Rubrik: Tekniska förutsättningar för ev restaurering av
Långasjön, Emmaboda kommun, Kalmar län.

Problemställning: Långasjön håller på att växa igen totalt till följd av sänkning och avloppsvattentillförsel. Närboende och andra intressenter har tagit initiativ till utredning, om trenden i sjöns utveckling kan brytas och om sjöns nuvarande utseende kan ändras genom någon form av restaurering. Limnologisk utredning har företagits 1974. Se särskild rapport! Mot bakgrund av denna rapport har intressenternas arbete fortskridit. En arbetsgrupp har bildats. Försöksmuddringar har gjorts och intresset hos berörda vattenägare att delta i restaurering har inventerats. Arbetsgruppen har uppställt önskemål om att låta undersöka förutsättningarna för att genomföra restaurering av norra delen av Långasjön. Åtgärderna skulle innebära muddring av sedimenten och uppläggning av massorna inom omgivande strandområde samt byggande av damm, varigenom vattenståndet skulle kunna höjas och naturliga förutsättningar skapas för att en beständig vegetationsfri yta skulle kunna erhållas.

Målsättning: Att utreda hur sänkningen från 1930-talet inverkat på Långasjöns avrinningsområdes hydrologi samt vilken principiell inverkan en ev restaureringsåtgärd kan ha. Att utreda de naturliga förutsättningarna för att t ex med hjälp av en damm restaurera sjön. Anvisningar skall ges beträffande dammens principiella konstruktion, och de principiella förutsättningarna för att muddra berört område. (Ett sugmudderverk med rördistribution och med pumpkapacitet upp till några hundra meter torde ev kunna användas.) En restaurerad sjö bör vara ca 2 m djup och ha en så brant strandprofil som möjligt för att minska möjligheten för övervattenväxter att breda ut sig.

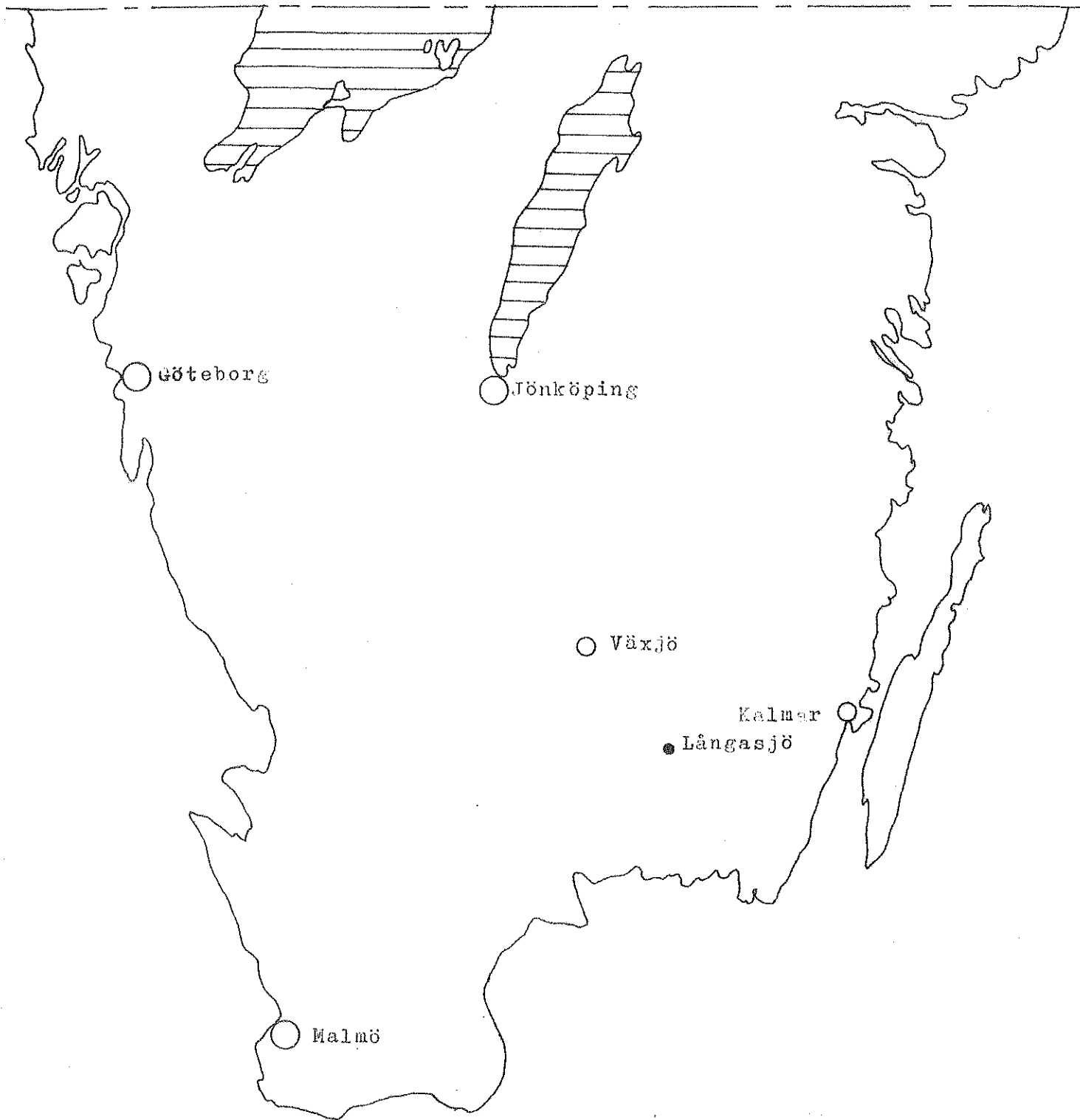
Programmet godkänt som underlag för examensarbete
i juni 1974.


Klas Cederwall

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	GEOGRAFI och GEOLOGI	6-7
1.1	Geografisk översikt	6
1.2	Geologisk översikt	7
2.	LÅNGASJÖN - En orientering	8-14
3.	RESTAURERINGSMETODER	15-17
4.	RESTAURERINGSÅTGÄRDER FÖR LÅNGASJÖN	18-19
5.	UNDERSÖKNINGAR OCH FÖRSLAG TILL RESTAURERINGSPROGRAM	20-38
5.1	Undersökningarnas målsättning	20
5.2	Undersökningarna	20
5.3	Sträckningsalternativ av vallar	22
5.4	Utförande av vallar	22
5.5	Borttagande av sediment.	26
5.6	Borttagande av rotfilt	29
5.7	Deponeringsplats	31
5.8	Utskov	32
5.9	Sedimentering av återgångsvattnet	34
6.	HYDROLOGISK ÖVERSIKT	39-41
6.1	Bedömning av en vattenståndshöjning	39
6.2	Avbördningsanordning genom vall	41
7.	EKONOMI	42-45
7.1	Ekonomisk jämförelse mellan de olika sträckningsalternativen på vallarna.	42
7.11	Sträckningsalternativ A	42
7.12	"- B	42
7.13	"- C	43
7.14	"- D	43
7.15	Deponeringsplats	43

7.16	Muddringskostnader	44
7.17	Sammanställning av kostnader	44
7.2	Jämförelse med andra restaureringsprojekt	45
8.	SAMMANFATTNING	46
	BILAGOR	
	LITTERATURREFERENSER	



Göteborg

Jönköping

○ Växjö

Kalmar

● Långasjö

○ Malmö

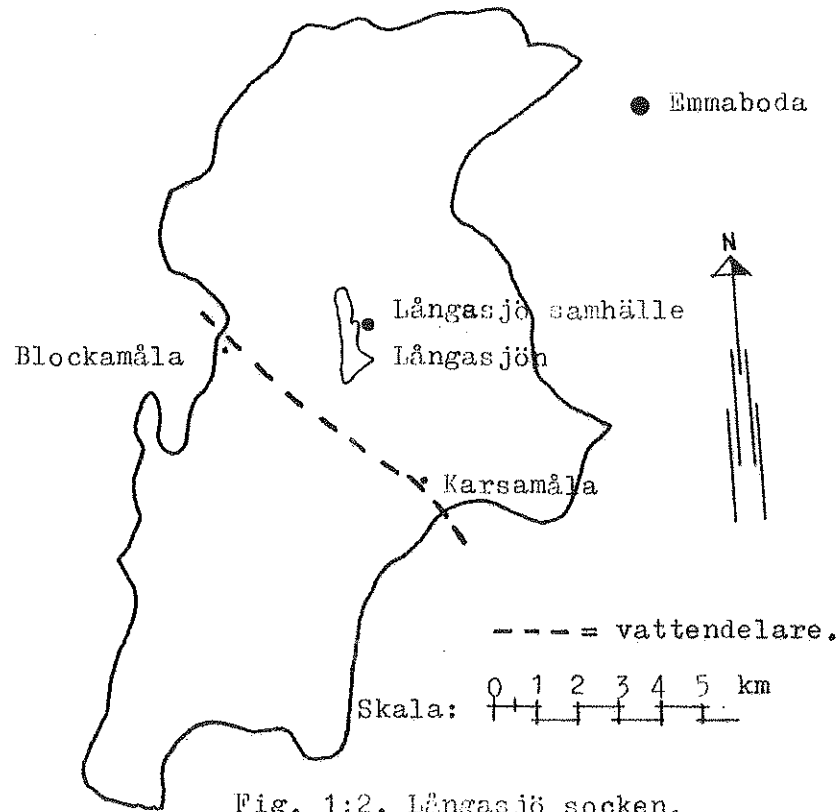


Fig. 1:2. Långasjö socken.

1. GEOGRAFI OCH GEOLOGI.

1.1 Geografisk översikt.

Långasjö socken är belägen i Kalmar läns sydvästra del, SSV om Emmaboda (se fig. 1:1). Socknen är rik på sjöar. Antalet helt eller delvis inom socknen belägna sjöar och gölar uppgår enligt topografiska kartbladet Lessebo till 47. Bland dessa sjöar är emellertid många mer eller mindre starkt sänkta eller igenväxta.

Vattendragen tillhör två helt skilda vattensystem. Vattendelaren mellan dessa vattensystem har nordvästlig - sydöstlig huvudriktning och går från socknens västra gräns i trakten av Blockamåla ned till den sydöstliga sockengränsen i trakten av Karsamåla (se fig. 1:2). I norra delen av socknen avrinner sjöarna till Lyckbyån, bl.a Långasjön, i södra delen till Nättrabyån.

Sjöarna är belägna på genomsnittligt 125 m över havet (Långasjön 129,5 m) och är övervägande små och grunda.

1.2 Geologisk översikt.

Långasjötraktens berggrund utgörs av urberg, där djupbergarterna är dominerande. Långasjö socken ligger så gott som helt och hållet inom östra Smålands granitområde. Endast i sydvästra delen inkommer en flik av blekinska graniten. Graniten har en sammansättning varierande från mörka, gråa och kvartsfattiga till ljusa, röda kvartsrika. De rester av ytbergarter som förekommer, utgörs av bildningar tillhörande smålandsporfyryrna.

De lösa avlagringarna utgörs till största delen av morän, bestående av söndersmulat material av berggrunden uppblandat med mer eller mindre kantiga block av olika storlek. Avlagringarna varierar inom olika områden från blockrik till blockfattig, där finmaterialet kan vara grusigt, sandigt eller moigt. Till övervägande delen är dock moränen moig eller fint sandig och ganska blockrik.

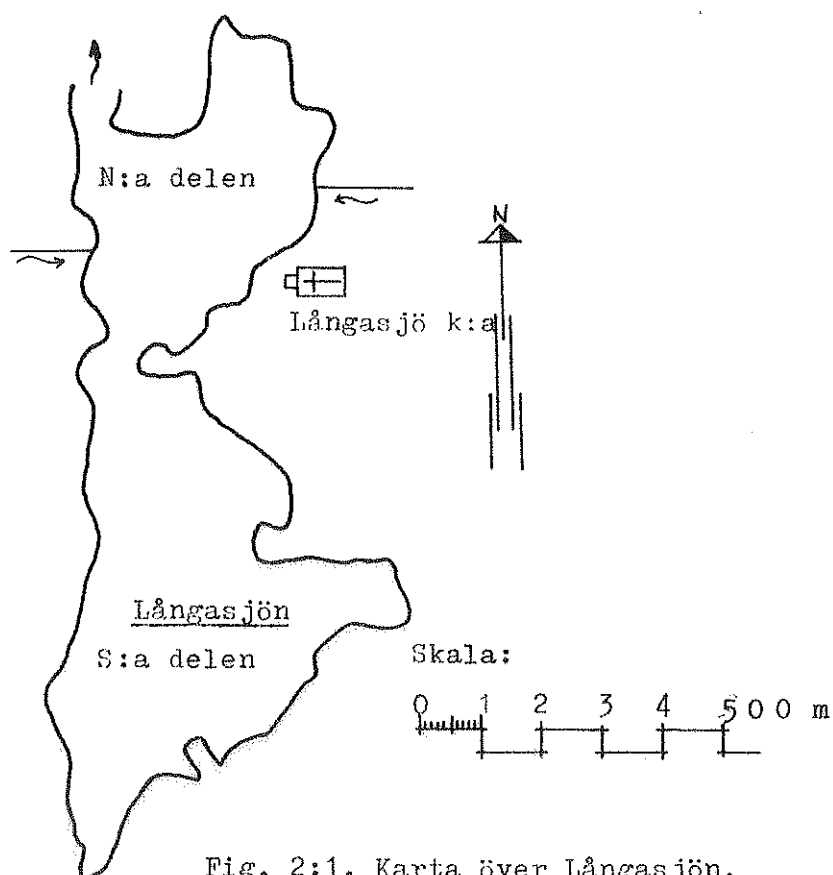


Fig. 2:1. Karta över Långasjön.

LÅNGASJÖN - EN ORIENTERING.

Långasjön utgör en källsjö till Lyckebyåns vattendragssystem. Sjön är orienterad i en nord-sydlig riktning och består idag av två delar förenade genom ett smalt sund. Dessa delar saknar förbindelser, utom vid de tillfällena på vårarna då riklig tillrinning förekommer.

Restaureringen berör endast sjöns norra del, där kyrkan och samhället är beläget. Denna del av sjön har sin tillrinning främst genom en källåder och från sitt tillrinningsområde, uppskattat till ca. 1 km². En mindre del tillförs från två mindre vattendrag belägna i sjöns nordöstra del. Frånflöde saknas, utom på vårarna, då vattenståndet i sjön är högt. Sjön avvattnas då från sin nordliga del. Som framgår av ovan, är alltså vattenomsättningen mycket låg.

Långasjön består idag av mycket små öppna vattenspeglar. På resten av sjön vilar en flytande rotfilt med en genomsnittlig mäktighet av 40 cm. På botten vilar dessutom ett tjockt lager av gyttja.



Fig.2.2. Vy i sydostlig riktning den 26.6.74.



Fig.2.3. Vy i nordostlig riktning den 26.6.74.

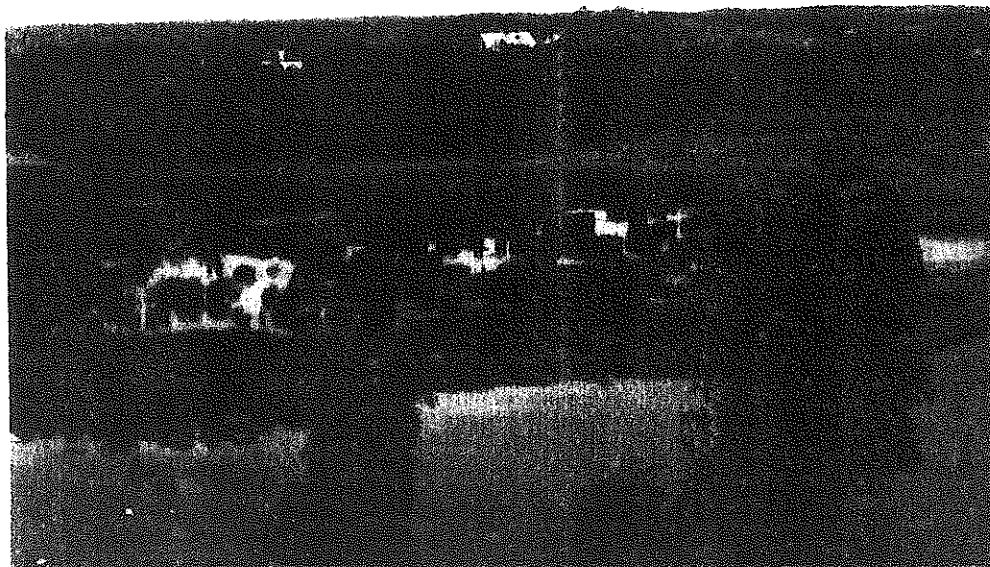


Fig.2.4. Vy i nordvästlig riktning den 27.7.74.



Fig.2.5. Vy i västlig riktning den 27.7.74.



Fig.2.6. Vy i nordvästlig riktning. Visar även resultatet från en tidigare utförd försöksmuddring.

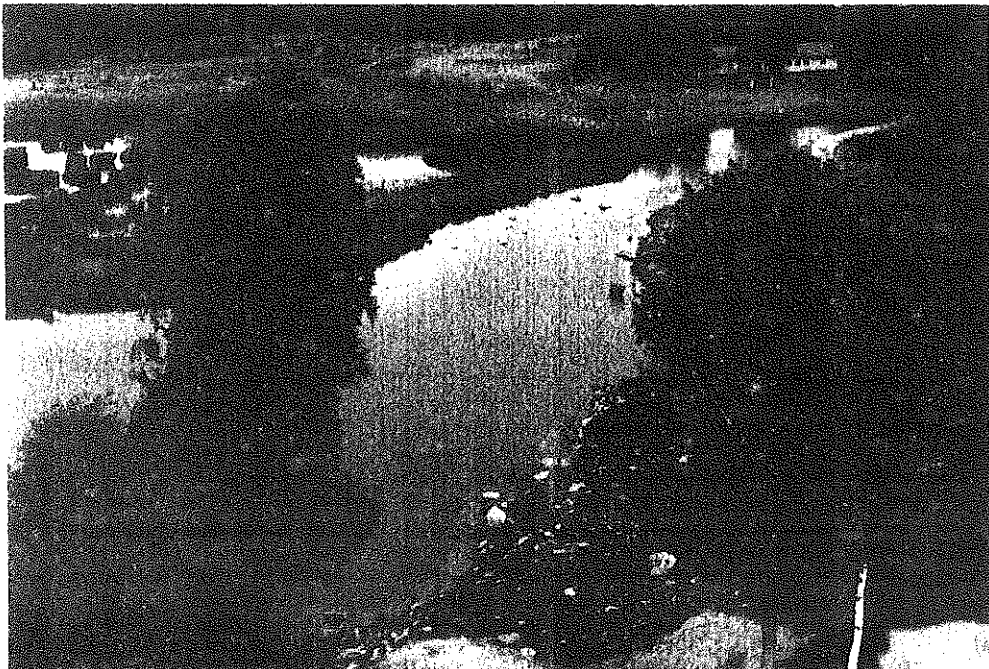


Fig.2.7. Vy i nordlig riktning. Visar även resultatet från en tidigare utförd försöksmuddring.

Vad beror då denna igenväxning på och är det möjligt att restaurera sjön?

Detta frågade sig långasjöborna och vände sig till naturvårdsenheten vid länsstyrelsen i Kalmar län och bad om hjälp. Det beslutades att man skulle företaga en limnologisk undersökning för att utröna sjöns nuvarande biologiska, kemiska och fysikaliska egenskaper. Därefter skulle en bedömning kunna ske, om det var praktiskt, ekonomiskt genomförbart att restaurera sjön och hur man lämpligast skulle kunna gå tillväga.

Undersökningen utfördes år 1971 som en 3-betygsuppsats av tre limnologer från Lunds universitet. Utredningen omfattade bl.a vegetationskartering (fig. 2:8), analys av växternas kemiska sammansättning samt kemisk-fysikalisk vatten- och sedimentundersökning.

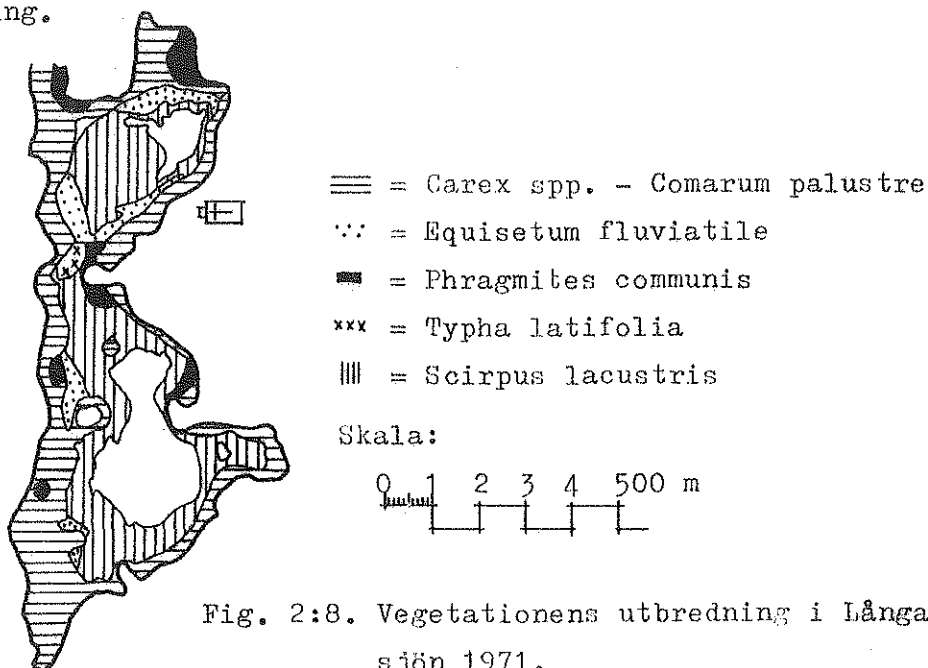


Fig. 2:8. Vegetationens utbredning i Långasjön 1971.

Parallellt med dessa undersökningar ansåg man det nödvändigt att genomföra utvecklingsarbete av maskiner för vasslätter och sönderdelning av den ca. 40 cm tjocka rotfilten.

Resultatet av denna utredning har jämte egna iakttagelser givit att igenväxningen av sjön främst beror på en företagen sjösänkning år 1934 (sänkningar förekom även åren 1852 och 1872). Syftet med denna sjösänkning var huvudsakligen att öka torr-

läggningsdjupet för omkringliggande åker- och ängsmark.

Denna metod var mycket vanlig på 20- och 30-talen i vårt land och många exempel finns på detta. Det visade sig att avkastningen till en början steg, men efterhand kom dessa delar att sätta sig, allteftersom grundvattennivån sjönk. Detta innebar att avkastningen åter sjönk och de avsänkta områdena började försumpas.

Så har även skett i Långasjön, där de grunda och flacka stränderna i förening med den dåliga vattenomsättningen samt botten-sedimentens näringsrikedom bidragit till den snabba igenväxningen.

En uppfattning om den snabba igenväxningen kan fås genom att betrakta arealförändringen av sjöns öppna vattenyta (fig. 2:9).

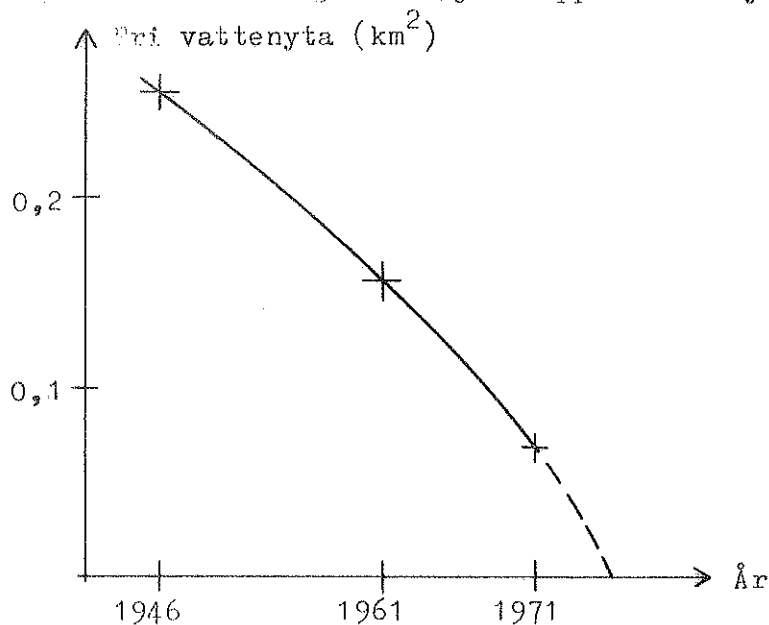


Fig. 2:9. Arealförändringen av sjöns öppna vattenyta.

En annan viktig orsak till igenväxningen av sjön är, att sjön utnyttjats som recipient för obehandlat avloppsvatten, vilket den limnologiska undersökningen bl. a gav besked om. Man fann bl. a att sedimenten i närheten av det kommunala utsläppet var näringsrikare än i övriga delar av sjön. År 1962 togs emellertid Långasjö avloppsbehandlingsverk i bruk och sjön har sedan dess ej tagit emot något kommunalt avloppsutsläpp.

Med ledning av den limnologiska utredningen kom man fram till att förutsättningarna för att restaurera Långasjön måste anses mycket goda och att denna på lång sikt skulle kunna ge ett bestående gott resultat. Förutsättningen är dock, att åtgärder vidtas inom en snar framtid.

Professor Sven Björk vid den Limnologiska institutionen i Lund, vilken också varit engagerad i utredningen om Långasjöns restaurering, slog år 1971 fast, att "sjöns tillstånd efter ytterligare 10 år kommer att vara så förändrad, att den inte går att restaurera med någon nu känd metod".

År 1972 framlade professor Björk ett förslag till restaureringsåtgärder, vilka i korthet var följande:

- Arbetet med restaureringen av sjön skulle kunna ske etappvis. Den skulle lämpligtvis påbörjas i sjöns norra del, då denna är den mest skadade och har det högsta miljövärdet.
- Den första etappen skulle innefatta en upprensning av strandområden, där sedan gyttje- och rotfiltsmassor lägges. Dessa massor avsågs tas upp med slängskopa. Härigenom skulle man få en väl definierad strand.

Med stöd av den limnologiska utredningen jämte föreslagen restaureringsmetod gjorde man år 1972 ett restaureringsförsök på ett mindre område i den norra delen av sjön (se fig. 2:6,7). Det visade sig dock, att man stötte på betydande svårigheter vid användandet av slängskopa. Man erhöll bl.a en betydande uppgrumling av bottensedimenten, vilket gjorde att en stor del av sedimenten kvarstannade i sjön.

3. RESTAURERINGSMETODER.

De metoder som kommit till användning för sjörestaurering kan uppdelas i mekaniska, kemiska och biologiska. En kombination av dessa är ofta nödvändig. Åtgärderna kan utgöras t.ex av:

- 1) Att ta bort vass och annan växtlighet i och invid sjön (vegetationsbekämpning).
- 2) Att ta bort sediment som är till skada för sjöns tillfrisknande (sedimentborttagning).
- 3) Att genom dessa åtgärder och/eller kemisk fällning minska vattnets innehåll på näringsämnen och produktionsförmåga.
- 4) Att förbättra syrebalansen genom syresättning av vattnet.
- 5) Att förbättra vattenomsättningen och därmed också påverka vattenbeskaffenheten.
- 6) Att genom inplantering av särskilda organismer (exempelvis fisk) förbättra områdets ekologiska balans.

1) Vegetationsbekämpning.

Vid val mellan mekanisk och kemisk bekämpning är den mekaniska att föredra, eftersom användning av kemiska metoder dels är förenat med vissa risker, dels ger sämre effekt. Bekämpning av en vegetationstyp kan resultera i ökad produktion av en annan växtlighet. Detta måste beaktas vid alla former av vegetationsbekämpning.

2) Sedimentborttagning.

I vattenområden med begränsad vattenomsättning och med intern cirkulation av näringsämnen, som inte kan brytas på något annat sätt, är sedimentborttagning av vissa sediment den enda effektiva restaureringsmetoden. Vanligen gäller det

då att muddra bort det översta, starkt syrekrävande sedimentlagret med mycketorganisk substans. Noggranna prognoser måste göras ifråga om den effekt på sjöns ekologi, som borttagningen av sediment kan åstadkomma. Åtgärderna måste vanligtvis vidtas för att i möjligaste mån förhindra att närsalter och eventuellt giftiga ämnen tillförs vattenområdet vid muddringsplatsen, eller från upplagsplats för massorna.

3) Kemisk fällning.

Metoden bygger på kemisk bindning av de fria näringsämnen (spec. fosfaterna) i svårlöslig form, för att därigenom förhindra att de återgår i det biologiska kretsloppet. Därigenom begränsas produktion av växtligheten, i första hand alger, samtidigt som sedimentens närsaltbindande förmåga i gynnsamma fall kan tänkas öka. Bästa resultat erhålls om kemisk fällning tillgrips direkt efter islossningen, då fosfor i huvudsak förekommer som löst, för växterna tillgängligt fosfat.

De erfarenheter man erhållit är inte helt positiva, vilket kan bero på olika omständigheter t.ex kvarvarande "icke kända" utsläpp av avloppsvatten. Ofta har man som fällningsmedel använt ett granulat av aluminiumsulfat.

4) Syresättning.

Syrebrist i ett vattenområde kan förorsaka dels olägenheter för omkringliggande områden dels utgöra ett väsentligt hinder för en återgång till för människan tillfredsställande processer i vattenområdet. Syrebrist medför även accelererad intern cirkulation av näringsämnen, som ökar vattenområdets produktivitet.

Syresättning kan alltså vara en angelägen åtgärd för att undanröja olägenheter och styra de olika processerna i gynnsam riktning.

I alla typer av vattenområden är dock syresättning ej effektiv, ibland kan negativa effekter uppstå.

5) Vattenomsättning.

Möjligheten att påverka omsättningen av vatten i ett vattenområde är mycket begränsad, varför denna metod endast förekommit i mycket liten utsträckning. Om kvaliteten på det tillrinnande vattnet är god utgör den dock i hög grad en bra metod, eftersom den gör det möjligt att bryta en "inre ond ekologisk cirkel". Härigenom förhindras igenväxningen av sjön i och med att näringstillgången blir begränsad.

6) Biologiska metoder.

Biologiska metoder innebär en inbrytning i den biologiska näringskedjan genom en medveten ändring av organismbeståndet. En metod är inplantering av fiskarter. Försök har utförts med makrofyttätande gräskarpar och planktonätande silverkarpar.

Metoden är begränsad i sin användning, då ett flertal krav på vattenområdet måste vara uppfyllda. Exempelvis måste vattenområdet sakna större till- och frånflöden, för att förhindra en spridning av fisken. Området måste också sakna rovfiskar och ha hög sommartemperatur.

4. RESTAURERINGSÅTGÄRDER FÖR LÅNGASJÖN.

De restaureringsåtgärder som förslagsvis kan vidtagas för Långasjön kan indelas i två alternativa huvudutföranden:

Utförande I innebär att man dels måste ta bort den rotfilt som flyter på sjön, dels ta bort bottensedimenten.

Ett sugmudderverk skulle därvid kunna användas för borttagande av bottensedimenten. Då fast botten är mycket blockrik, kan emellertid störningar lätt uppstå vid muddringen. I vissa fall når block på ca 7 m^3 ända upp till vattenytan och passage av ett dylikt block innebär vissa nackdelar för sedimentupptagningen.

Utförande II omfattar borttagande av rotfilten samt att man höjer medelvattenståndet hos sjön till vårvattenståndet.

Detta kan med hänsyn till omkringliggande områden endast ske med hjälp av en invallning av sjön. En höjning av vattenståndet kan ske genom naturlig tillrinning till sjön, såvida det ej uppstår exceptionellt låga nederbördsförhållanden. Beräkningar grundade på observationer av nederbörd och normala avdunstningsvärden redovisas i kap.6. Denna beräkning visar att sjön kan höjas till önskvärd nivå, för att förhindra en utbredning av övervattenväxter över sjön.

En kombination av ovanstående utföranden bygger på att man dels tar bort rotfilten, dels muddrar bort bottensedimenten. Därefter skulle en fördämning mellan södra och norra delen av sjön göras.

Fördämningens uppgift skulle vara att förhindra växtligheten från södra delen av sjön att breda ut sig i norra delen.

Fördämningen skulle dels kunna utföras tät med ett utskov som reglerade södra delens nivå med hänsyn till vattendom, dels utgöras av ett vattengenomsläppligt material, t.ex sten eller makadam, varvid måste beaktas den igenväxning som kan ske efter några års användning.

Vid ett icke tätt utförande kan således en uppdämning av södra delen uppstå, vilket måste undvikas. Detta kan förhindras genom att anlägga krönet under vattenytan och därigenom låta vattnet rinna över krönet. Problem kan även vid detta utförande uppstå, då risk finnes att övervattenväxter kan få fotfäste på krönet och därigenom dels utbreda sig över norra delen, dels bli så tät att en uppdämning av södra delen uppstår. Genom årlig tillsyn och bekämpning av förekommande övervattenväxter kan detta förhindras.

I samtliga fall gäller att en slutlig justering av stränderna bör göras, så att maximal släntlutning erhålls. Detta för att försvåra utbredningen av övervattenväxter över sjön.

5. UNDERSÖKNINGAR OCH FÖRSLAG TILL RESTAURERINGSPROGRAM.

5.1 Undersökningarnas målsättning.

Målsättningen vid undersökningen var att utreda möjligheterna att utföra en vattenståndshöjning. Vidare att inventera de naturliga förutsättningarna för att bygga en vall över sjön, samt att finna den lämpligaste sträckningen av denna vall. Vallens skulle ha till uppgift att skydda de områden vid västra sidan av sjön som berörs av en vattenståndshöjning.

Vidare var målsättningen att försöka mängdbestämma de sedimentmassor som eventuellt skulle bortmuddras vid en restaurering.

5.2 Undersökningarna.

En inventering av tillgängligt kartmaterial visade att dessa ej hade den noggrannhet som var behövlig, för att få en uppfattning om sjöns storlek, strandkonturer etc. Därvid ansågs att en mera detaljerad karta över den norra delen av sjön borde göras.

Ett stornät med 30 meters sidor uppgjordes och mättes in med teodolit. Därefter mättes strandkonturer etc. in.

Djupet till fast botten bestämdes medelst sticksondering i 30-meterspunkterna, varefter nivåkurvor över bottenkonfigurationen ritades in på kartan (se fig.5:1).

Med ledning av nivåkurvorna kunde en bedömning av olika sträckningsalternativ på eventuella vallar (se kap. 5) göras. De sträckningsalternativ som därvid ansågs rimliga, viktsonderades på var 30:de meter (se bil. 5-9).

Sonderingsresultaten, tillsammans med en okulärbesiktning av omkringliggande områden, visar att fast botten består av rikblockig morän. Vallens sättningsbenägenhet på grund av dålig undergrund bedöms härvidlag vara ringa vid korrekt utförande av vallens.

Sjön har en rotfiltsmäktighet mellan 30-40 cm och täcker så gott som hela sjön, med undantag för den del där försöksmuddring med slängskopa företagits. Sammanlagda volymen av rotfiltsmassorna uppgår till ca. 25 000 m³, beroende på vilket invallningsalternativ som väljes.

Bottensedimentens mäktighet torde ligga mellan 0,3-0,9 m och utgörs till största delen av brunaktig gyttja. Sammanlagda volymen av dessa massor har uppskattats till ca. 25 000 m³.

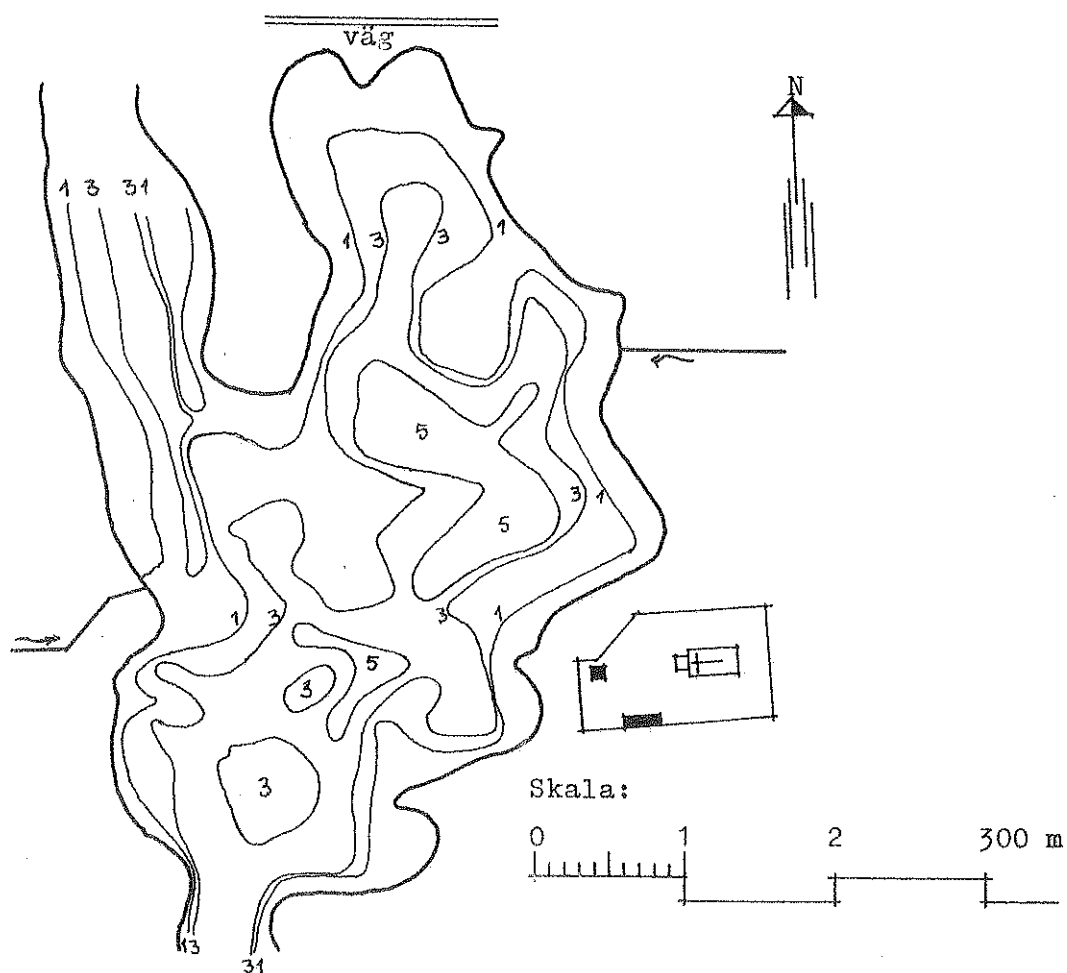


Fig. 5:1. Nivåkurvor över bottenkonfigurationen.

Dessutom har en avvägning av omkringliggande områden företagits för att utröna i vilken mån dessa berörs av en eventuell vattenståndshöjning. (se fig. 5:2).

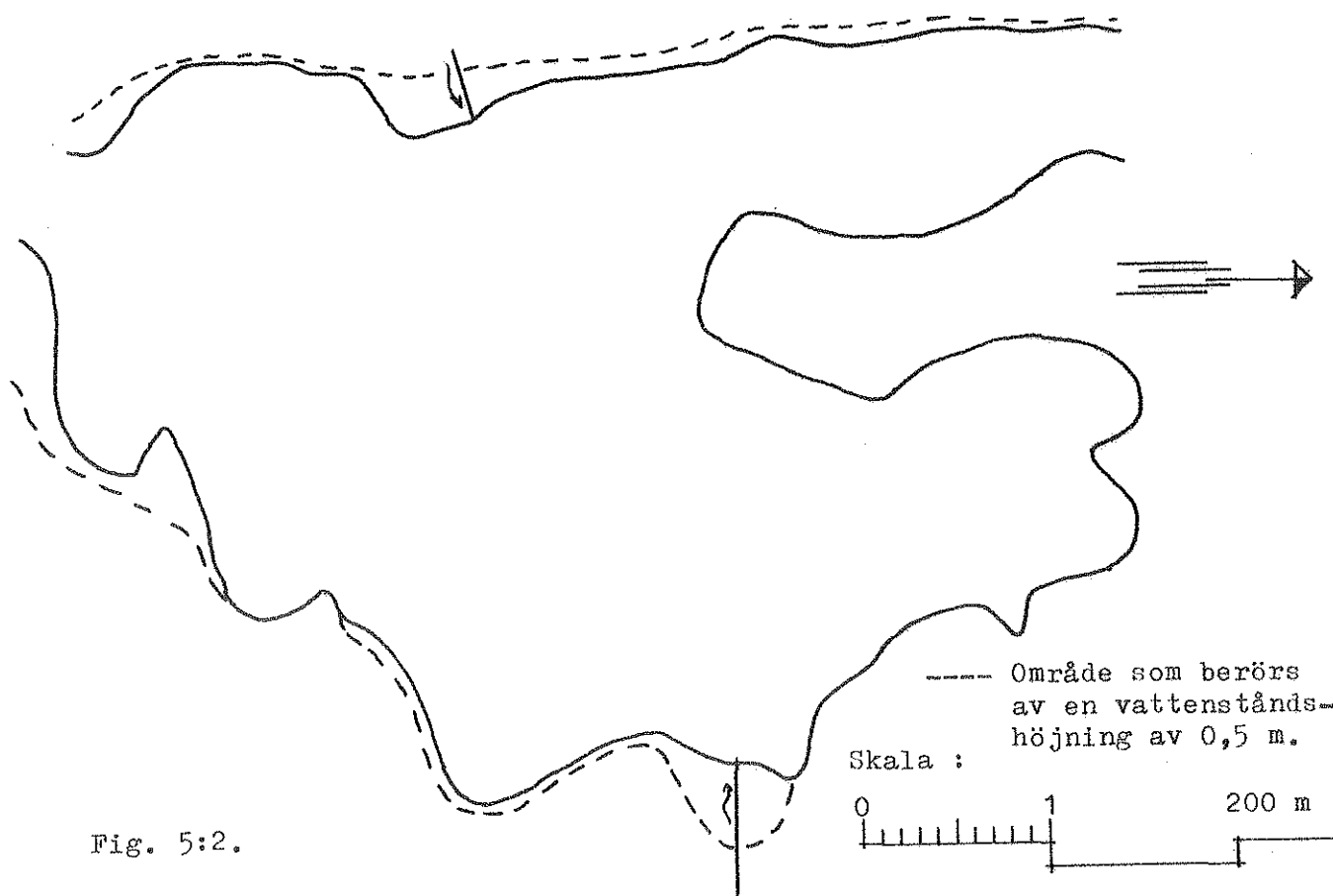


Fig. 5:2.

5.3 Sträckningsalternativ av vallar.

Vid en vattenståndshöjning måste, med hänsyn till omkringliggande markområden, vallar byggas. Härvid har 3 st. alternativ kommit i fråga: alt. A, B och C. (se fig. 5:3 - 5)

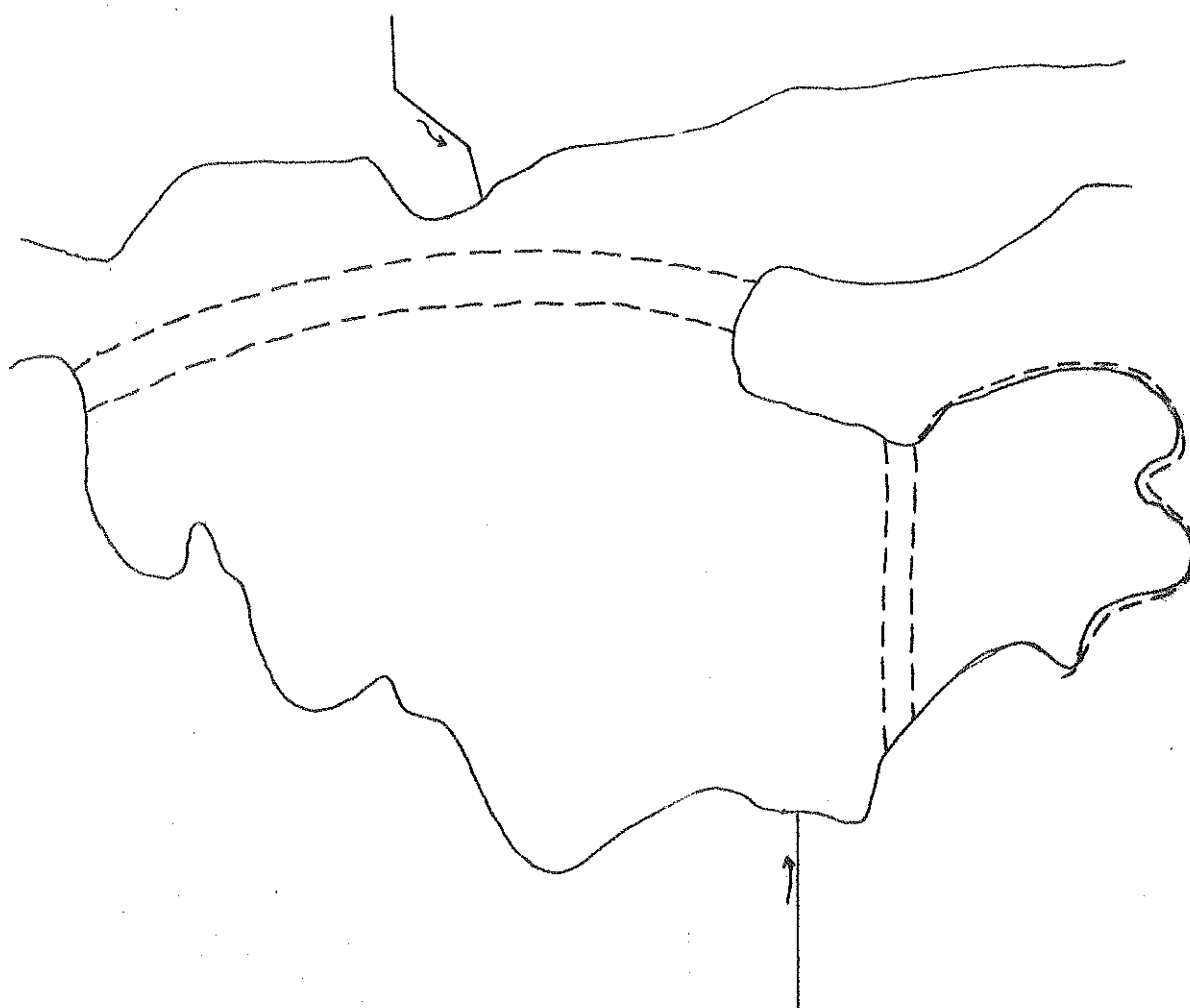
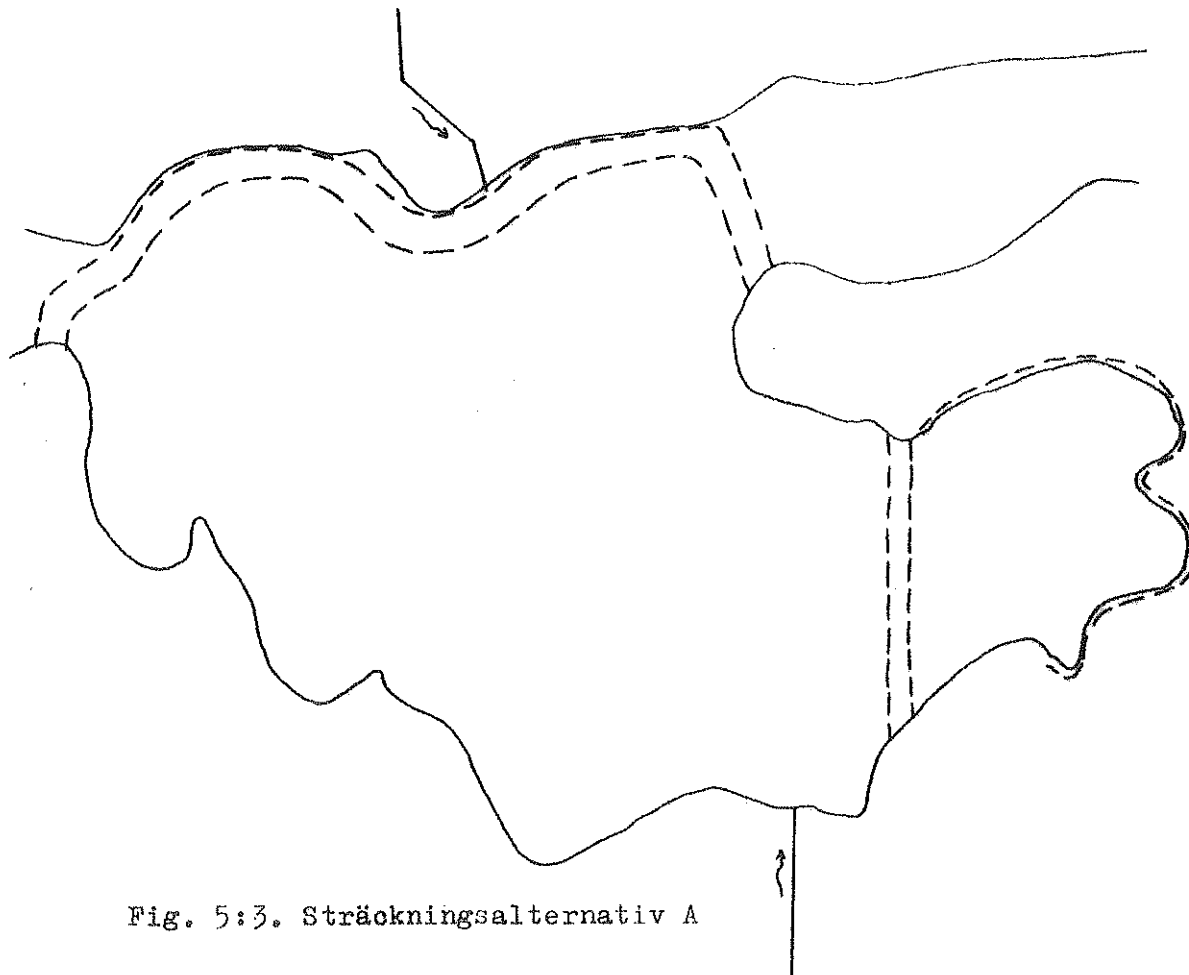
Alt. A innebär att en vall byggs kortaste vägen över sjön.

Alt. B innebär att vällen följer den grundaste och i möjligaste mån den kortaste vägen över sjön.

Alt. C följer den naturliga strandkanten på västra sidan av sjön.

5.4 Utförande av vallar.

Vid restaureringsåtgärd enligt alternativ II har, på grund av att omkringliggande mark är mycket otillgänglig för maskininsatser, krönbredden valts till 3,5 m för att lastbilar,



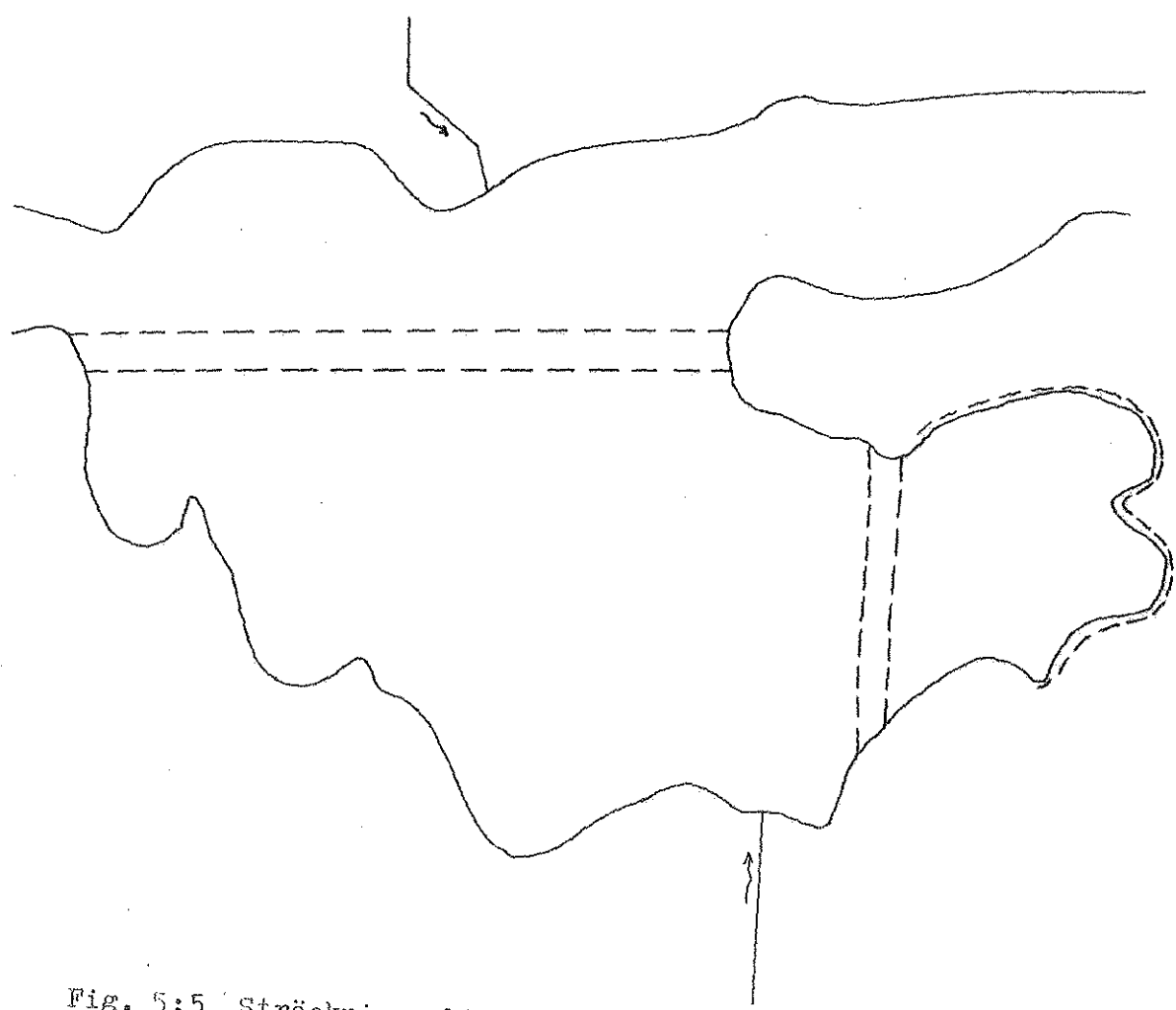


Fig. 5:5. Sträckningsalternativ C.

dumprarar etc., skall komma fram vid byggandet. De olika sträckningsalternativen på vallen (se föreg. sid.) har därför erhållit följande sektionsutförande vid sträckningsalternativ A och C (fig. 5:6 - 7).

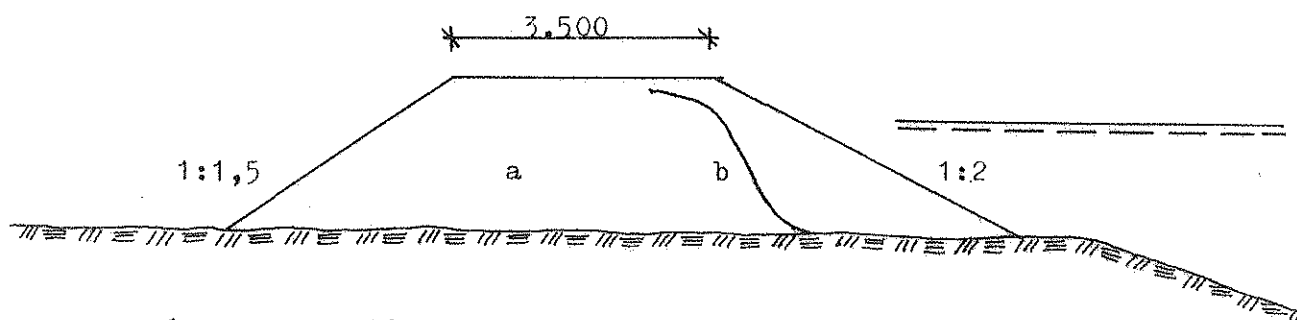


Fig. 5:6. Sektionsutförande av vall.

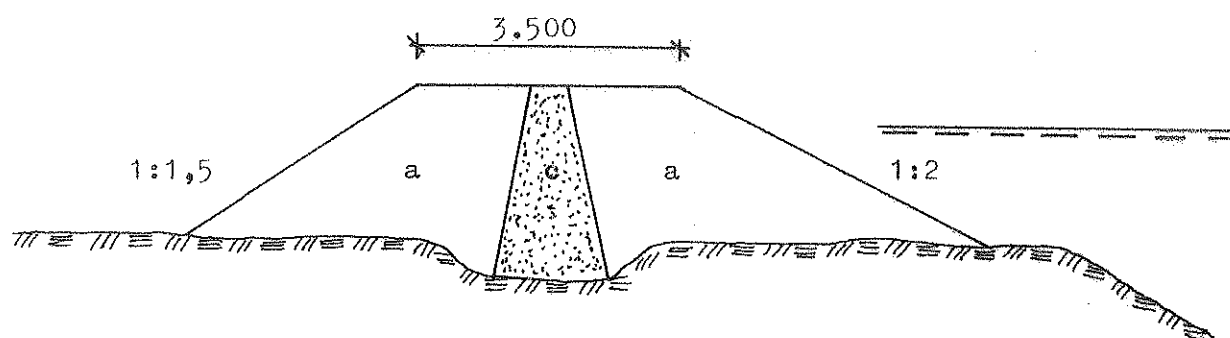


Fig. 5:7. Sektionsutförande av vall.

- a = morän
- b = tätskikt av plastduk
- c = tätjärna av t.ex lera

Val av tätskikt resp. tätkärna får bedömas på grundval av tillgänglighet på material och efter ekonomi. Det är av vikt att vid val av plstduk, förekomst av skadedjur, t.ex sorkar, undersökes. För att förhindra att erosion av vallen uppstår, bör denna bekläddas med t.ex sten, torv eller besäs med gräs.

Vid sträckningsalternativ C får vallen följande utseende (fig. 5:6).

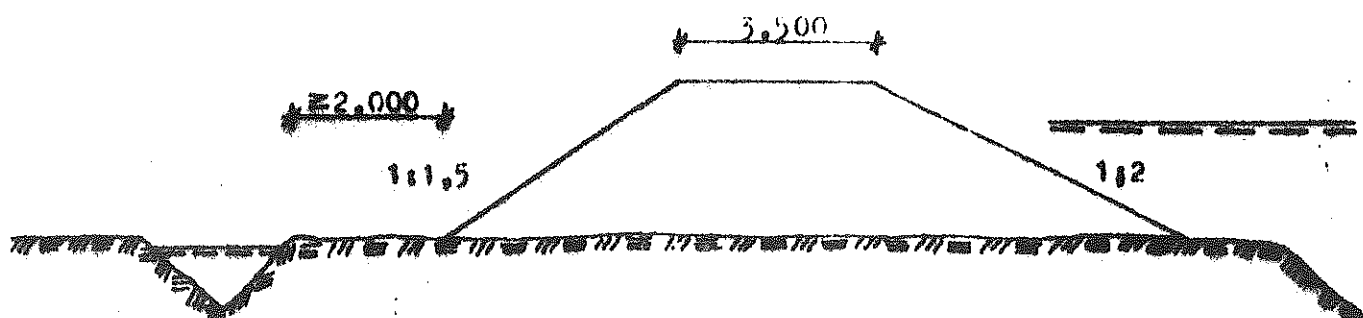


Fig. 5:6. Sektionsutförande av vall vid alt. C.

Material, tätskikt och beklädnad av vallen är lika som vid alt. A och B. Då ett dike för bortledning av vatten, dels från södra delen av sjön dels från Koppekull (västra sidan), måste grävas, gäller att bankettens bredd är 2,0 m.

5:4 Borttagande av sediment.

Borttagande av sediment utförs med någon typ av mudderverk. Det har visat sig, att skopmudderverk och liknande ej är lämpliga vid restaurering främst av två orsaker. För det första är det gyttjor och liknande material, som är aktuella, och dessa är svåra att muddra med sådana maskiner. För det andra medför användning av dessa en uppgrumling av vattnet med samtidigt utläckage av närsalter och detta kan ej accepteras. På grund av detta är sugmudderverk den enda typ, som bör användas vid sjörestaurering.

Ett exempel på ett sugmudderverk framgår av fig. 5:7. Mudderverket är pontonburet och drivs av en dieselmotor. Muddringspumpen med sitt munstycke är tillsammans med ett skärhuvud upphängd på en bom.

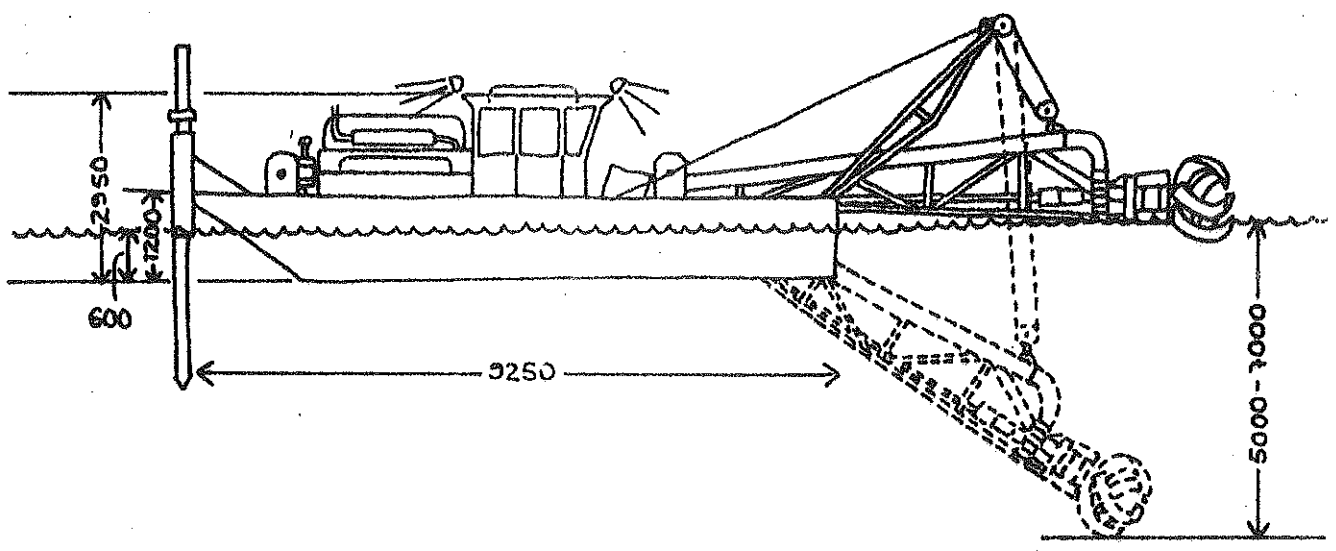


Fig. 5:9. Sugmudderverk, Werl NW 250.

I fig. 5:8 visas ett mindre amerikanskt mudderverk, Mud-Cat. Detta kan på grund av sina små dimensioner och sin ringa vikt vara speciellt lämpligt vid mindre restaureringsföretag. I stället för ett konventionellt skärhuvud används här en s.k. auger. Denna är så konstruerad, att två skruvar matar in muddermassorna mot frontbildets centrum, där pumpintaget sitter.

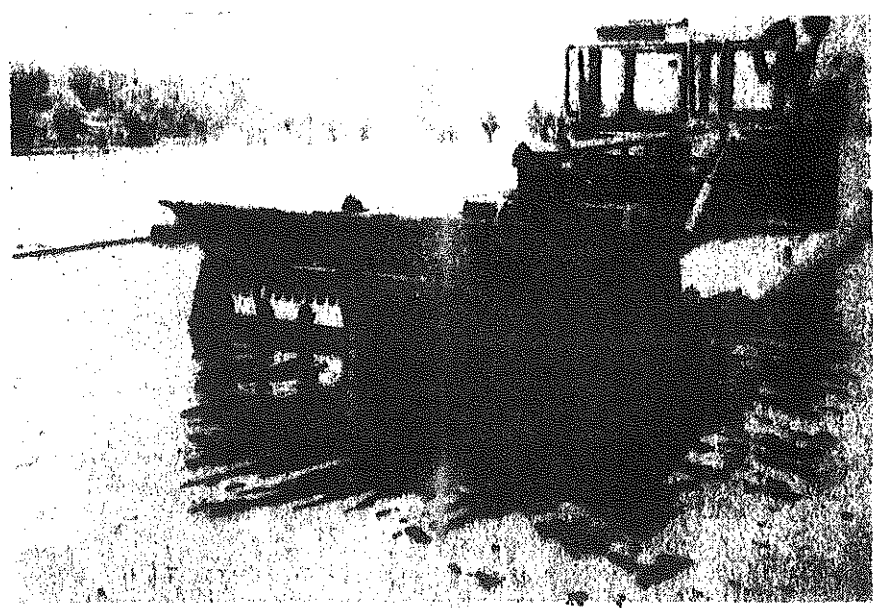


Fig. 5:10. Sugmudderverk, Mud-Cat.

I tabell nedan redovisas data för ovan nämnda typer av mudderverk.

Dimensioner och prestanda för ett mindre och ett medelstort sugmudderverk.

	Mud-Cat	Weri NW 250
Pontonlängd	7 820 mm	9 250 mm
Pontonbredd	2 400 mm	2 900 mm
Totallängd	9 200 mm	15 100 mm
Djupgående	500 mm	600 mm
Vikt	7 000 kg	16 000 kg
Motortyp	6-cylindrig diesel	12-cylindrisk diesel
Motoreffekt	175 hk	260 hk
Pumpkapacitet	450 m ³ /h	820-850 m ³ /h
Tryckledningsdiameter	200 mm	250 mm
Maximal pumpsträcka	1 500 m	1 200 m
Muddringsdjup		
normalt	-	5 000 mm
maximalt	3 200 mm	7 500 mm

Vilken storlek som väljs i det enskilda fallet, beror på en mängd olika faktorer, såsom disponibel tid, verkets djupgående, sedimentationsdammarnas volym mm.

Den tryckledning, som transporterar muddringsmassorna till sedimentationsbassängerna, flyter på vattnet genom att de är upplagda på pontoner. Tack vare detta kan mudderverket röra sig relativt obesvärat, trots att det måste dra ledningarna efter sig.

Sugmuddringens princip bygger som sagts på, att det material som muddras, blandas med vatten till en tjockflytande muddermassa. Normalt består muddermassan av 75 - 90% vatten, medan återstoden består av suspenderat organiskt och oorganiskt bottenmaterial. För att separera detta fasta material från vattnet anordnas sedimentationsbassänger.

5:6 Borttagande av rotfilt.

För borttagande av rotfilten kan olika metoder användas. Ett sugmudderverk med cutter, som skär sönder och pumpar bort rotfilten är en möjlighet. Svårigheten är att andelen fast massa med denna metod är liten, ca. 10-20 %, varvid det innebär en relativt kostsam metod räknat per m³ fast massa.

En annan metod är att montera en slätterkniv på en bogserbåt, som kan skära upp rotfilten i lämpliga storlekar och därefter bogsera iland rotfilten för slutlig deponering med hjälp av t.ex en grävmaskin.

För att få så liten djupgång som möjligt bör man använda en flatbottnad båt. För framdrivning av båten kan en konventionell propeller troligen ej användas. Rotfilten skulle då lätt kunna fastna i en sådan. I stället bör en skruvformad propeller eller skovelhjul användas

På marknaden finns en rad olika tillverkningar på slätterbåtar. Därvid förekommer två olika principer på skärapparatens utförande. Antingen användes en slätterbalk som klipper av vegetationen strax ovanför botten eller användes en skärkniv som arbetar i botten enl. "skyffeljärnsprincipen". Se fig. nedan.

I Långasjön torde endast den förstnämnda typen vara användbar, eftersom rotfilten "flyter" på sjöns yta.

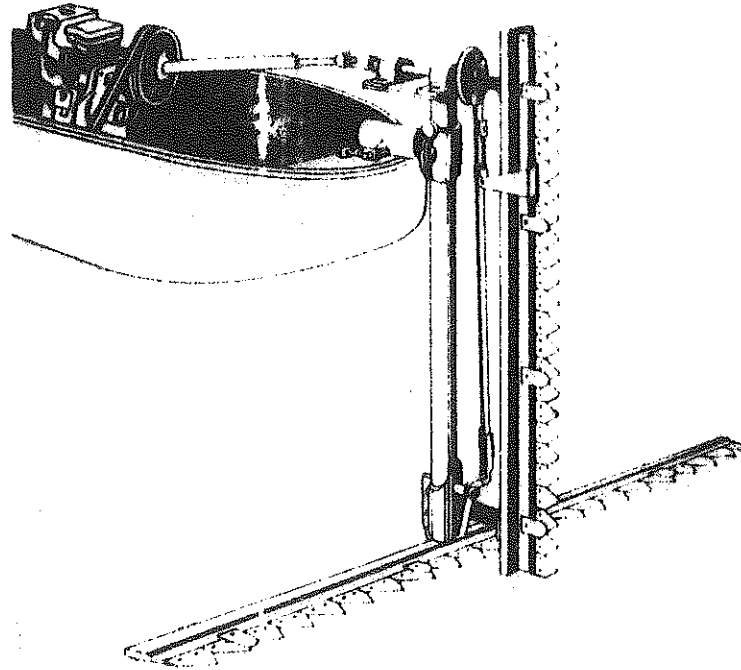


Fig. 5:11. Slätteraggregat med slätterbalk.

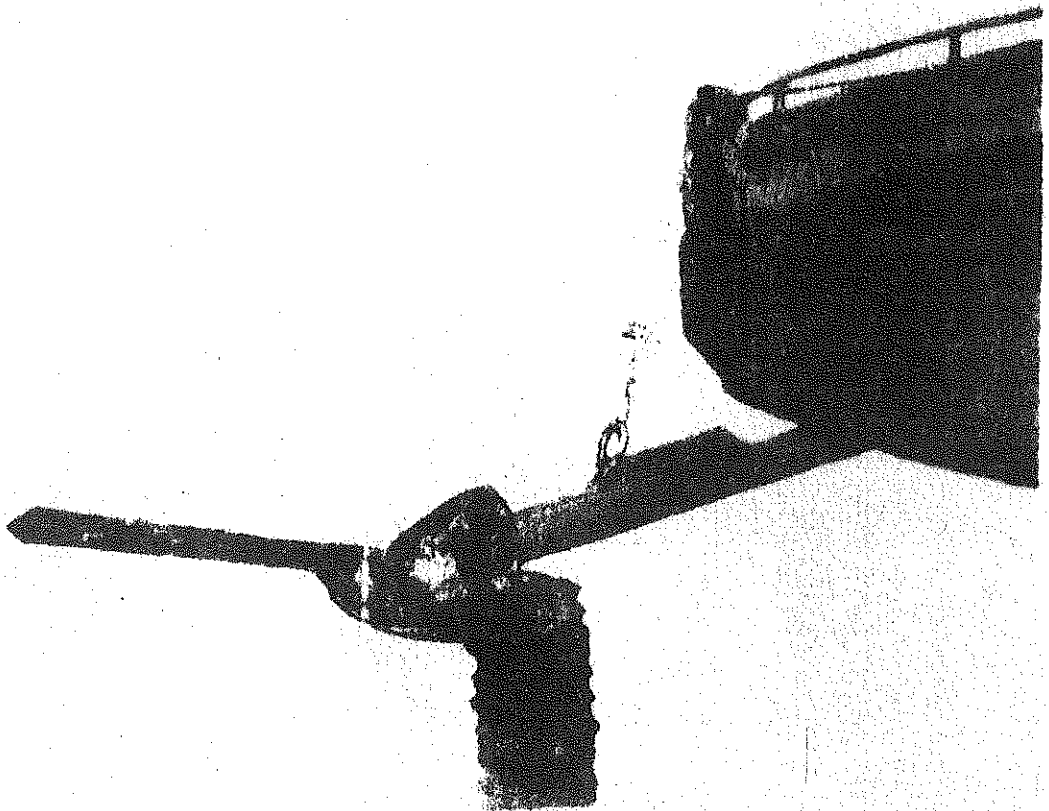


Fig. 5:12. Slätteraggregat enl. "skyffeljärnsprincipen".

5.7 Deponeringsplats.

För deponering av rotfilt och eventuellt bottensediment föreslås den i nordöstra delen av sjön belägna viken, som är igenväxt av en mycket tjock och styv rotfilt och där en restaurering inte vore lönsam (se fig. 5:3-5 samt 5:13 nedan)

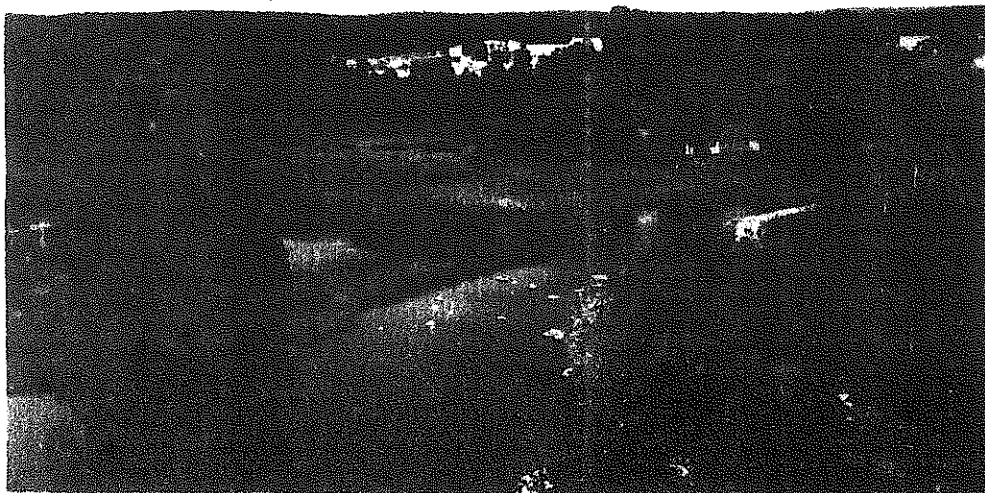


Fig. 5:13. Nordöstra delen av sjön med föreslagen deponeringsplats inritad.

Om ett sugmudderverk användes för borttagande av bottensedimenten, bör det vatten som är uppblandat med sedimenten återföras till sjön. Återgångsvattnet bör därvid vara så fritt från partiklar som möjligt. För att förhindra att återgångsvattnet tar "icke önskvärda vägar", bör en invallning runt deponeringsplatsen göras.

Vallen mot sjön utförs som i föregående sidor anvisade sektioner och skall dessutom innehålla ett utskov för återgångsvattnet, som bör vara regleringsbart i höjddled. För att få ett effektivt borttagande av eventuella flytande partiklar, bör även en skumavskiljare anordnas framför utskovet.

5.8 Utskov.

Utskovet bör förläggas till den djupaste delen av vallen mot sjön, för att erhålla liten strömningshastighet hos återgångsvattnet framför utskovet och därigenom nedbringa risken att partiklar "rycks" med av återgångsvattnet.

Vid dimensioneringen av utskovet har antagits att sugmudderverkets maximala flöde är $450 \text{ m}^3/\text{h}$ och att det arbetar kontinuerligt. Maximala flödet ligger även till grund för en bedömning av sedimentationsförhållandena.

För utskovet har ett skarpkantat överfall ansetts vara det mest ekonomiska alternativet, då en justering av överfallet i höjdlid är relativt lätt att anordna samt för att kunna reglera vattenflödet så att maximal sedimenteringseffekt uppnås. Dimensioneringsberäkningarna redovisas nedan:

$$\text{Avbördningsformel: } q = \frac{2}{3} \cdot b \cdot 2g \cdot h^{3/2} \cdot \mu$$

där q = flödet i m^3/s

$$\mu = \text{avbördningskoefficient} = 0,611 + 0,08 \frac{h}{h_0}$$

b = överfallets bredd i m

h = höjd i m över överfallet (se fig. 5:14)

h_0 = höjd i m från botten till överfallet.

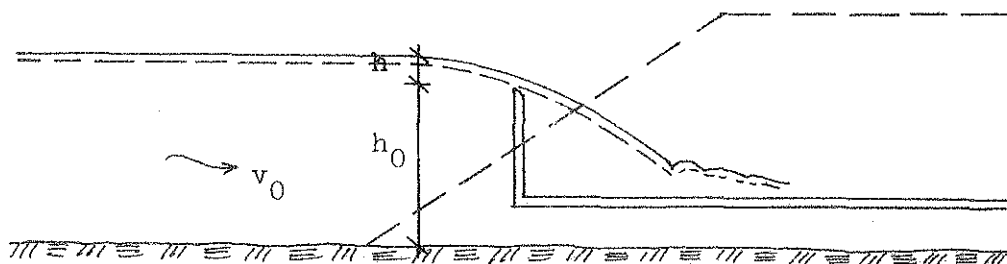


Fig. 5:14 Utskov med beteckningar.

Då igenslamning framför överfallet kan ske, sättes $h_0^{\min} = 1,0$ m.
 $q^{\max} = 450 \text{ m}^3/\text{h}$.

Löses h ut ur avbördningsformeln erhålles med insatta värden:

$$h = \frac{0,04233^{2/3}}{b} ;$$

$$\mu = 0,611 + 0,08 \frac{h}{h_0} ;$$

Antages vidare bredden $b = 1,0$ m erhålles $h = 0,167$ m.

Ett förslag på hur utskovet kan utföras redovisas nedan.

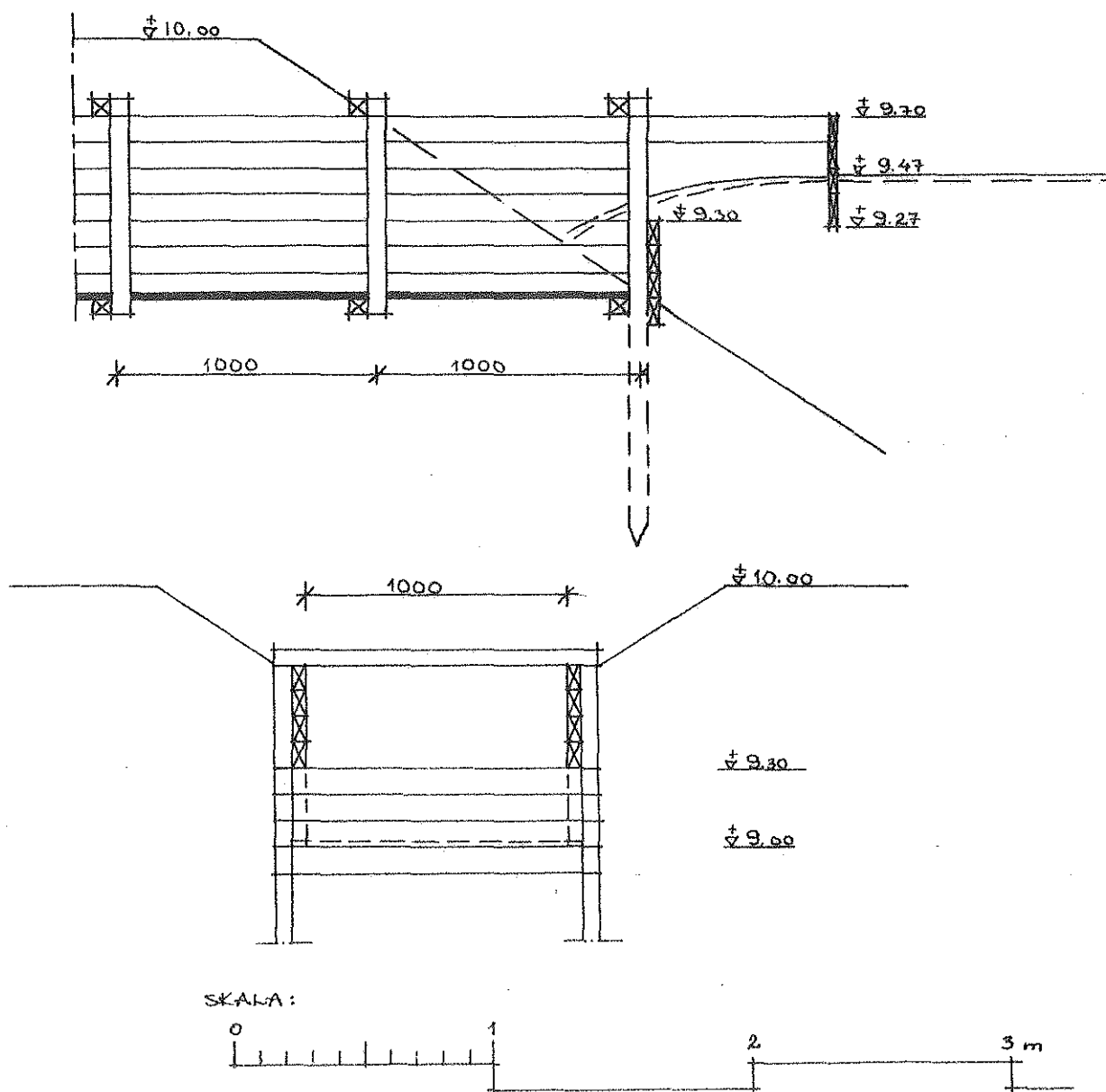
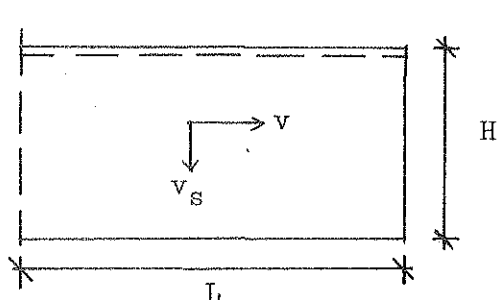


Fig. 5:14. Utskov.

5.9 Sedimentering av återgångsvattnet.

Vid bedömning av sedimentationsförhållandena har antagits att frivattenytan framför utskovet uppför sig som en rektangulär sedimenteringsbassäng. Då detta innebär en approximation på säkra sidan, bör vid verkliga förhållanden en bättre sedimenteringseffekt kunna uppnås. Bedömningen är gjord dels med hjälp av teoretiska resultat dels med praktiska försök på sandkorn.

Vid en rektangulär bassäng med konstant djup råder följande förhållande mellan flödeshastighet (v), sjunkhastighet (v_s) hos en partikel och bassängens längd (L) och höjd (H), (dimensionering enligt den s.k. ytbelastningsteorin):



$$\frac{v}{v_s} = \frac{L}{H} \quad \dots \quad (1)$$

Fig. 5:15. Beteckningar.

För att få en uppfattning av hur stor längd en partikel med densitet (ρ_s) och diameter (d), behöver för att sedimentera, användes Stoke's fallformel:

$$v_s = \frac{g}{18} (\rho_s - \rho_w) \frac{d^2}{\eta} ;$$

ρ_w = vattnets densitet (1.000 kg/m^3)

η = dynamiska viskositeten = $1,31 \cdot 10^{-3}$ vid 10°C

g = tyngdkraftaccelerationen = $9,81 \text{ m/s}^2$

Hastigheten v_o hos vattnet framför utskovet kan beräknas med hjälp av formeln:

$$v_o = \frac{q}{b(h_o + h)} ;$$

$$q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$b = 1,0 \text{ m (se föreg. kap.)}$$

$$h_o = 1,0 \text{ m}$$

$$h = 0,167 \text{ m}$$

Om dessa värden insättes i föregående formel erhålles:

$$v_o = \frac{450}{3600 \cdot 1,0(1,0 + 0,167)} = 0,11 \text{ m/s}$$

V_0 sättes lika med flödes hastigheten v och insättes i ekv.(1):

$$L = \frac{0,11 \cdot H}{v_s} \dots\dots(2)$$

Om partikelns densitet sättes till den densitet som grus har, dvs $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ och kornstorleken $d = 0,1 \text{ mm}$, kan sjunkhastigheten beräknas med Stoke's fallformel till:

$$v_s = \frac{9,81}{18} (2650 - 1000) \frac{(0,1 \cdot 10^{-3})^2}{1,31 \cdot 10^{-5}} = 0,00686 \text{ m/s} ;$$

Insättes $v_s = 0,00686 \text{ m/s}$ i ekvation (2) erhålles den längd(L) som sökes:

$$L = \frac{0,11 \cdot 10^2}{0,686} = 16 \text{ m} ; \quad (1,0 \text{ m fallhöjd})$$

Enligt amerikanska försök baserade på praktiska försök med sandkorn ($\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$) och temperatur = 10°C , kan enligt Bygg kap. 972:55 sjunkhastigheten skrivas till $v_s = 154 \cdot d^2$ (cm/s), d i mm. Insättes $d = 0,1 \text{ mm}$ fås med hjälp av ekvation (2) en längd $L = 0,11 / 154 \cdot 0,1^2 \cdot 10^{-2} = 7,1 \text{ m}$.

Resultaten visar, att om en fri vattenyta, med en radie av ca. 16 m och ett djup på ca. 1,0 m, utförs framför utskovet kan en godtagbar sedimenteringseffekt uppnås på de grus- och sandkorn som finns i återgångsvattnet.

Vid en utredning om Välen, gjord av institutionen för vattenbyggnad CTH, har mudderslammets sedimenteringsegenskaper undersökts. Då sjunkhastigheterna för slammets betydligt understiger de hastigheter som ovan beräknats, behöver sålunda slammets längre tid för att kunna sedimentera under i övrigt lika förhållanden. Detta medför i sin tur, att betydligt större ytor måste tas i anspråk för att en godtagbar sedimenteringseffekt skall kunna uppnås.

Om en koncentration av slam hos rejecktvattnet om 10% av den ursprungliga tillåtes, erhållesur nämnda utredning; en medel-sjunkhastighet $v_s = \text{ca } 0,06 \text{ m/h}$.

En beräkning enligt den sk. ytbelastningsteori för bassäng av genomströmningstyp och med data enligt föregående ger:

$$v_o = \frac{450}{3600 \cdot B \cdot H} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{L}{H} \dots\dots\dots(2)$$

Då maximala längden på bassängen är begränsad till 120 m av utrymmensskäl, erhålles om ekv. (1) insättes i (2) :

$$B = \frac{450}{L \cdot v_s} = \frac{450}{120 \cdot 0,06} = 62,5 \text{ m} .$$

Antages en höjd $H = 2 \text{ m}$ i sedimenteringsbassängen, kan uppehållstiden beräknas enligt följande:

$$T = \frac{V}{q} = \frac{2 \cdot 62,5 \cdot 120}{450} = 33 \text{ timmar} .$$

Enligt erfarenhet bör dock $\frac{L}{B} \geq 6$ för att ytbelastningsteori skall gälla. Risk för att "kortslutningsströmmar" och därmed betydligt kortare uppehållstider kan erhållas om detta förhållande ej uppfylles. En annan nackdel är , att om bassängen måste rensas, måste muddringsarbetet avbrytas dessutom är förhållandena i Välen något olika dem i Långasjön, bl.a. är Välen's salthalt högre än i Långasjön, vilket sannolikt medför att sedimentationshastigheten är högre än i Långasjön.

Med hänsyn till ovanstående föreslås ett utförande med två parallella bassänger. Beräkningar enligt följande:

$$L = 120 \text{ m.}$$

$$\frac{L}{B} \geq 6. \quad B = 20 \text{ m.}$$

$$H = 2 \text{ m.}$$

$$T = \frac{L \cdot B \cdot H}{q} = \frac{120 \cdot 20 \cdot 2}{450} = 10 \text{ timmar.}$$

$$v_s = \frac{v_0 \cdot H}{L} = \frac{450 \cdot 2}{20 \cdot 2 \cdot 120} = 0:19 \text{ m/h.}$$

Då muddervattnet innehåller ca 15% fast massa, erhålles efter 1 timma ett medeldjup ΔH på slammet i sedimenteringsbassängen botten till:

$$\Delta H = \frac{450 \cdot 1 \cdot 0,15}{20 \cdot 120} = 0,03 \text{ m.}$$

För att bassängerna skall fungera friktionsfritt, bör slammet ej tillåtas stiga högre än $\Phi, 0$ m under utskovet. Detta medför att rensning måste företagas för var

$$\frac{1,0}{0,03} = 33:e \text{ timma} \quad \text{var } 4:e \text{ skift.}$$

Vid varje rensning har

$$20 \cdot 120 \cdot 1 = 2400 \text{ m}^3 \text{ slam bortpumpats. Således behövs}$$

$$\text{ca. } \frac{25.000}{2.400} = 10 \text{ rensningar utföras om ej några driftsstörningar skall uppstå.}$$

Ett annat alternativ ges, om man väljer att arbeta med två sedimenteringsbassänger intermittent på så sätt, att man låter slamvatten sedimentera utan genomströmning i den ena bassängen, under det man fyller den andra. Om man förutsätter att en bassäng skall kunna fyllas under 1 skift(8 h), kan bassängernas dimensioner beräknas enligt följande:

$$V = 450 \cdot 8 = 3.600 \text{ m}^3.$$

$$L \leq 120 \text{ m.}$$

$$B_{\text{max}}^{\text{tillgängl.}} = 50 \text{ m.}$$

$$H = \frac{V}{B \cdot L} = \frac{3.600}{50 \cdot 120} = 0,6 \text{ m.}$$

Välj $H = 1 \text{ m.}$

Förutsättes att man arbetar 2- skift, kan alltså slamvattnet sedimentera under 8 timmar.

Sjunkhastigheten för de partiklar som sedimenterar under denna tid blir då:

$$v_s = \frac{0,6}{8} = 7,5 \text{ cm/h.}$$

En jämförelse med utredningen om Välen ger, att rejektivatt- net vid denna sjunkhastighet innehåller ca. 10 - 15% av den ursprungliga halten av slam. Detta kan anses som ett gott resultat.

I själva verket blir sedimenteringseffekten något bättre, eftersom i sedimenteringstiden ovan inte medräknats den tid det tar att fylla och tömma bassängerna. Detta alternativ är att föredra, eftersom man då ej behöver göra några rensningar.

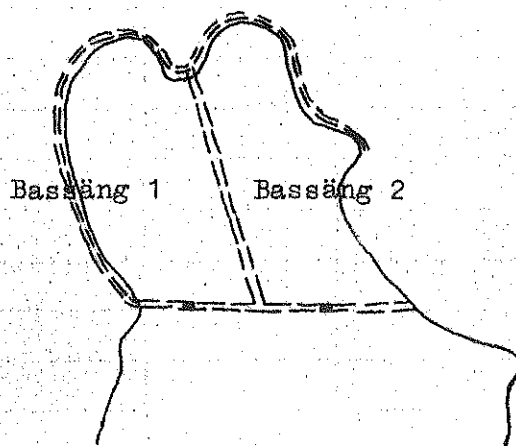


Fig. 5:16. Deponeringsplats med sedimenteringsbassänger.

=== vallar

=== utskov

6. HYDROLOGISK ÖVERSIKT

6.1 Bedömning av en vattenståndshöjning.

En vattenståndshöjning genom naturlig tillrinning är att föredra framför ett överledande av vatten från södra delen av sjön, bl.a därför att ett näringsfattigare vatten tillförs.

Frånflöde från sjön kan i första hand tänkas ske genom läckage under vallen, varför en storleksbedömning av denna har gjorts. Fältbestämning av permeabiliteten hos undergrunden har inte kunnat göras inom ramen för detta examensarbete. Grunden består av fast morän och för detta material varierar permeabiliteten enligt tillgängliga tabeller mellan $1,5 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Om det senare värdet användes i beräkningarna erhåller man det största värdet på läckaget under vallen och därmed den minsta höjning av vattennivån som kan erhållas. Medelhöjden hos vallen vid sträckningsalternativ A och B är ca. 2,3 m (se fig. 6.1). Beräkningar enligt nästa sida:

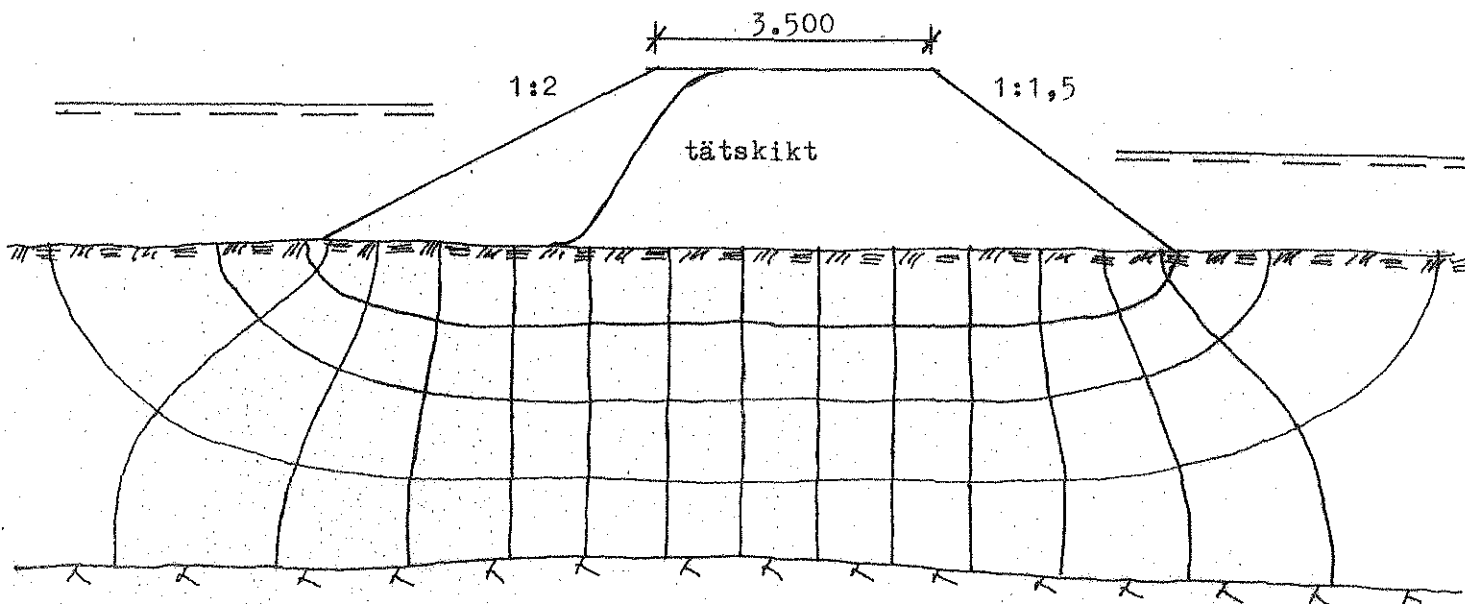


Fig.6:1. Strömningsbild under vall.

Ur figuren erhålles:

Antal strömrör $m = 4$
 Antal potentialfall $n = 14$
 Höjdskillnad H mellan vattenytorna $H = 1.0 \text{ m}$

Totala flödet erhålles ur $q = m \cdot k \cdot H / n$, där

$q =$ flödet i $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$

$k =$ permeabiliteten $= 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Med insatta värden erhålles totala flödet från vallen på ett år, om vallens längd är 300 m:

$$Q_f = q \cdot L = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 1,0 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 300 / 14$$

$$Q_f = 27 \cdot 10^3 \text{ m}^3 / \text{år}.$$

Tillrinning:

Data för storleksbedömning av tillrinningen:

Sjöyta norra delen	$F_s = 99.000 \text{ m}^2$
Tillrinningsområde	$F = 0,4 \text{ km}^2$
Årsmedelnederbörd	$N = 692 \text{ mm}$
Avdunstning från land	$A = 390 \text{ mm/år}$
Avdunstning från sjöyta	$A_s = 600 \text{ mm/år}$
Läckage under vall	$Q_f = 27 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{år}$

Tillrinningen under ett normalår kan beräknas med formeln

$$Q^{\text{till}} = F(N-A) + F_s(N-A_s) - Q_f$$

Med insatta värden fås

$$Q^{\text{till}} = 103.000 \text{ m}^3/\text{år}$$

Detta innebär en vattenståndshöjning (h) på:

$$h = \frac{Q^{\text{till}}}{F_s} = 1,04 \text{ m}.$$

Dessa beräkningar gäller under förutsättning att vallen eller botten under densamma är tät. Om så inte är fallet skulle en helt annan strömbild erhållas och läckaget öka under vallen. I ogynnsammaste fall skulle läckaget kunna öka till uppskattningsvis 5 ggr. ovan beräknade läckage, dvs. till samma storleksordning som tillrinningen. Man skulle då vara tvungen att utföra någon form av tätning på vallens uppströmssida.

I praktiken torde man dock kunna räkna med en mindre permeabilitet för grunden än vad ovan förutsatts och därmed en möjlig vattenståndshöjning enligt ovan.

6.2 Avbördningsanordning genom vall.

För att förhindra att en överspolning av vallen sker, bör den förses med en avbördningsanordning som dimensioneras för maximal tänkbar tillrinning och ett försumbart läckage.

Avbördningen kan förslagsvis ske genom två stycken ledningar av betongrör \varnothing 300, som lägges i vallens tredjedelspunkter. Totala avbördningskapaciteten genom dessa är ca. $6.200 \text{ m}^3/\text{dygn}$.

För att kontrollera att denna kapacitet räcker till, redovisas en beräkning enligt nedan:

$$Q^{\text{till}} = F_s \cdot N + \psi \cdot F \cdot N$$

$$F_s = \text{sjöytan} = 99.000 \text{ m}^2$$

$$N = \text{nederbörd}$$

$$\psi = \text{avrinningskoefficient} = 0,1$$

$$F = \text{tillrinningsområdet} = 0,4 \text{ km}^2$$

Antages att nederbörden är N_x mm/dygn, är tillrinningen

$$Q^{\text{till}} = 99.000 N_x 10^{-3} + 0,1 \cdot 0,4 \cdot 10^6 N_x 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dygn}$$

Denna tillrinning skall kunna avbördas genom ledningarna. Således sättes tillrinningen (m^3/dygn) lika med avbördningen

$$Q^{\text{avb.}} = 6.200 \text{ m}^3/\text{dygn}. \text{ Detta ger } N_x = 45 \text{ mm/dygn}.$$

Denna nederbördsmängd överträffas endast i medeltal 0,3 dygn per år enligt tillgänglig statistik (SMHI).

För att en överspolning av vallen skall kunna ske, erfordras alltså en orealistisk stor nederbördsmängd. En annan säkerhet är, att krönhöjden på vallen bör ligga ca. 0,5 m över det nya medelvattenståndet när höjningen är verkställd.

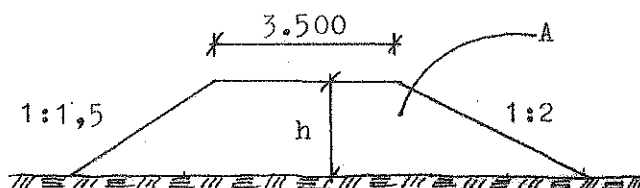
7. EKONOMI

7.1 Ekonomisk jämförelse mellan de olika sträckningsalternativen.

För jämförelsen mellan de olika sträckningsalternativen har antagits att vallarna kan byggas för ett pris på 15 kr/m³ fyllnadsmaterial. Detta fyllnadsmaterial utgörs lämpligen av morän, som finns i nära anslutning till sjön. Vidare har antagits att tätskiktet utgörs av en plastduk, som kan utläggas för ett pris på 30 kr/m², samt då dikesomgrävning krävs, att detta kan utföras till ett pris på 10 kr/m dikeslängd.

Sektionsarean för vällen blir med beteckningar enligt figur:

$$A = 3,5(h + h^2/2) \text{ m}^2.$$



7.11 Sträckningsalternativ A.

Fig. 7:1

Total längd 340 m.

Enligt profilritning (se bilaga nr.1) kan en sammanlagd volym på fyllnadsmaterialet uppmätas till 9.400 m³. Med jämförelsepriser enligt ovanstående erhålles:

Morän	9.400 m ³ á 15 kr/m ³	141.000 kr
Tätskikt	1.700 m ² á 30 kr/m ²	51.000 kr
		<u>Totalt: 192.000 kr</u>

7.12 Sträckningsalternativ B.

Total längd 420 m.

Enligt profilritning (se bilaga nr.2) kan en sammanlagd volym på fyllnadsmaterialet uppmätas till 10.400 m³. Med jämförelsepriser enligt ovanstående erhålles:

Morän	10.400 m ³ á 15 kr/m ³	156.000 kr
Tätskikt	1.800 m ² á 30 kr/m ²	54.000 kr
		<u>Totalt: 210.000 kr</u>

7.13 Sträckningsalternativ C.

Total längd 450 m.

Enligt profilritning (se bilaga nr3), kan en sammanlagd volym på fyllnadsmaterialet uppmätas till 9.400 m³. Med jämförelsepriser enligt ovanstående erhålles:

Morän	9.400 m ³ á 15 kr/m ³	141.000 kr
Tätskikt	1.850 m ² á 30 kr/m ²	57.000 kr
Dikesomgrävning	400 m á 10 kr/m	4.000 kr
		<u>Totalt: 202.000 kr</u>

7.14 Sträckningsalternativ D (kombination av utförande I och II enligt 5:1) .

Volymen har uppskattats till 1.850 m³ fyllnadsmaterial. Beroende på vilket val av material som väljes, kan ett pris vid detta sträckningsalternativ endast antagas. Vi har valt att sätta 35 kr/m³, vilket täcker ett val av makadam som fyllnadsmaterial.

Makadam	1.850 m ³ á 35 kr/m ³	65.000 kr
		<u>Totalt: 65.000 kr</u>

7.15 Deponeringsplats.

Kostnaderna nedan hänför sig till fig.5:16 och bil. 4. Här har valts att räkna på alternativet med två sedimenteringsbassänger utan genomströmning.

Vall mot sjön	5.300 m ³ á 15 kr/m ³	79.500 kr
Förstärkningsvallar	1.000 m ³ á 15 kr/m ³	15.000 kr
Tätskikt	1.000 m ² á 30 kr/m ²	30.000 kr
Vall mellan bassänger	2.600 m ³ á 15 kr/m ³	39.000 kr
Utskov		2.000 kr
		<u>Totalt: 165.500 kr</u>

7.16 Muddringskostnader.

Kostnaderna hänför sig till den kontakt som tagits med Terratest AB, Bromma, som använder ett sugmudderverk "Mud Cat" med lågt djupgående och vars referenser angående användbarhet i detta fall är god.

Etableringskostnad			15.000 kr
Muddring av bottensediment	ca 25.000 m ³	a'7 kr/m ³	175.000 kr
Muddring av rotfilt	ca 25.000 m ³	a'20 "-	<u>500.000 kr</u>
		Totalt :	690.000 kr

Om rotfilten, som utgör den dominerande kostnaden, borttages enligt tidigare förslag, kommer muddringskostnaden att stanna vid 190.000 kr.

Härvid tillkommer då kostnaden för borttagande av rotfilt enligt ovan. Denna kostnad kan ej med säkerhet fastställas, men torde ligga mellan 50.000- 60.000 kr.

7.17 Sammanställning av kostnader

Arbete	Alternativ		
	A	B	C
Vallkostnader	192.000	210.000	202.000
Deponeringsplats	165.000	165.000	165.000
Muddringskostnader	190.000	190.000	190.000
Rotfilt	50.000	50.000	50.000
TOTALKOSTNAD	<u>597.000kr</u>	<u>615.000 kr</u>	<u>607.000 kr</u>

Sträckningsalternativ D ger en kostnad av:

Muddringskostnad	190.000
Vallkostnad	65.000
Rotfilt	50.000
TOTALKOSTNAD	<u>305.000 kr</u>

7.2 Jämförelse med andra restaureringsprojekt.

Nedanstående sjöar är ur restaureringssynpunkt ungefärligen jämförbara med Långasjön och ger en grov uppfattning av totalkostnaden för sjörestaurering. För att kunna jämföra kostnaderna redovisas dessa efter indexuppräkningsnivå till 1975 års nivå.

Trehörningen i Huddinge kommun, restaureringstid sommaren 1975 och sommaren 1976.

(kalkylerade kostnader)

Restaureringskostnad		6 885 000 kr
total muddrad volym	315 000 m ³	22 kr/m ³
total muddrad yta	65 ha	106 000 kr/ha

Trummen i Växjö kommun, restaurerad 1971.

(verkliga kostnader)

Restaureringskostnad		3 266 000 kr
total muddrad volym	550 000 m ³	6 kr/m ³
total muddrad yta	60 ha	55 000 kr/ha

Kocktorpssjön

(verkliga kostnader)

Restaureringskostnad		771 500 kr
total muddrad volym	21 000 m ³	37 kr/m ³
total muddrad yta	ca 4 ha	200 000 kr/ha

Rocksta träsk i Stockholms kommun.

(verkliga kostnader)

Restaureringskostnad		806 000 kr
total muddrad volym	28000 m ³	29 kr/m ³
total muddrad yta	ca 3 ha	270 000 kr/ha

Jämförelse med Långasjön.

(kalkylerade kostnader)

Restaureringskostnad		597 000 kr (alt. A ovan)
totalt muddrad volym	25 000 m ³	24 kr/m ³
totalt muddrad yta	90 ha	7 000 kr/ha

8. SAMMANFATTNING

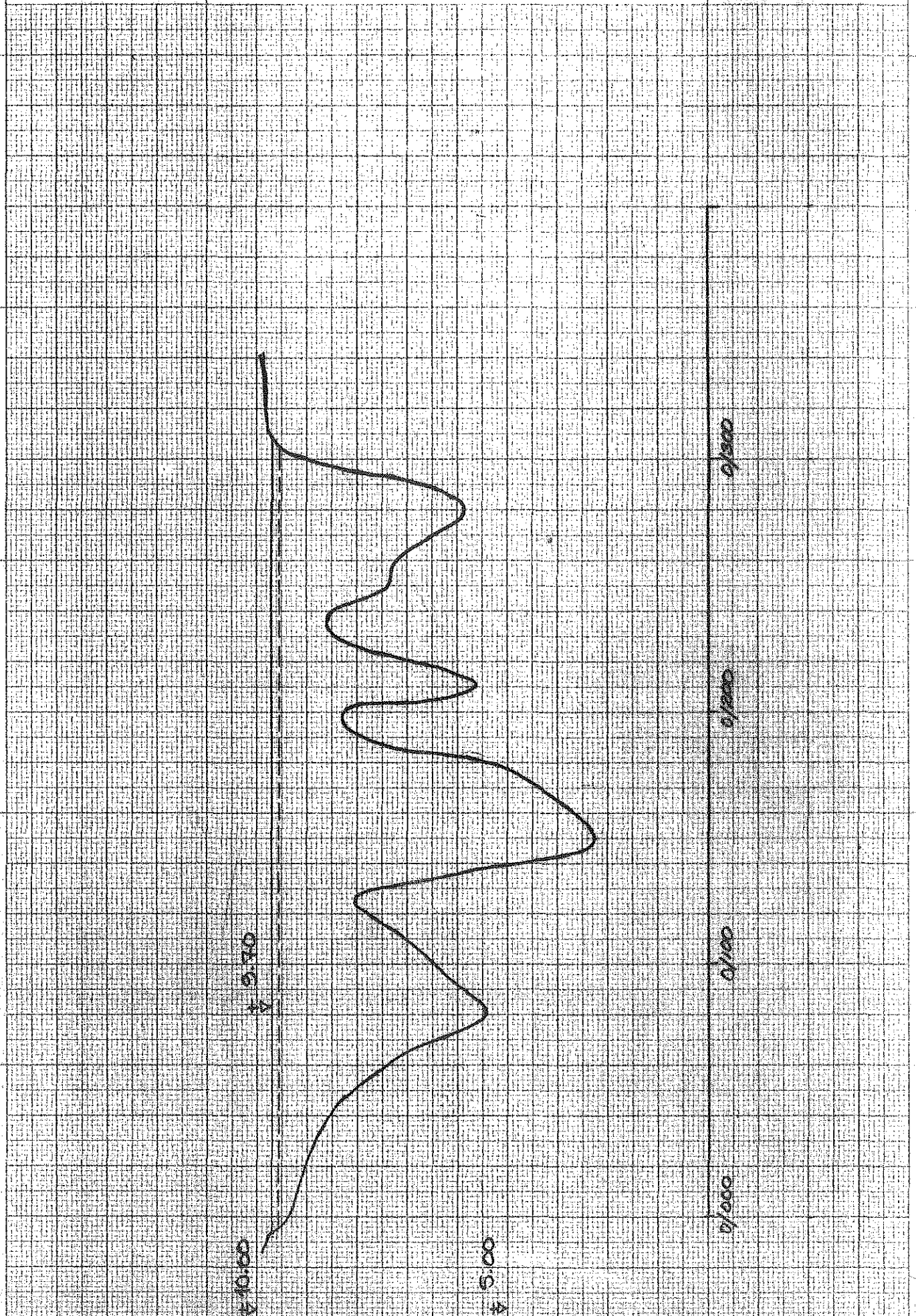
Som en sammanfattning kan sägas att en restaurering av Långasjön bör ske enligt förut nämnda utförande I (borttagande av sediment). Detta torde både ge ett snabbare och ett mera långsiktigt bestående resultat än vad endast en vattenståndshöjning skulle ge.

Vad gäller vallsträckning, bör alternativ A förordas, då detta alternativ ger minst åverkan på sjöns naturliga utseende. Även en vattenståndshöjning med ca. 50 cm bör ske för att förhindra en utbredning av övervattenväxter invid stränderna.

Hänsyn måste dock, vid val av restaureringsmetod, tas till de ekonomiska resurser som kan ställas till förfogande. Härvid kan nämnas att det finns möjligheter till statsbidrag för bestridande av kostnader vid sjörestaurering.

Bottenprofil över sträcknings-
alternativ A

Bilaga 1
Skala:
Höjd 1:100
Längd 1:2000



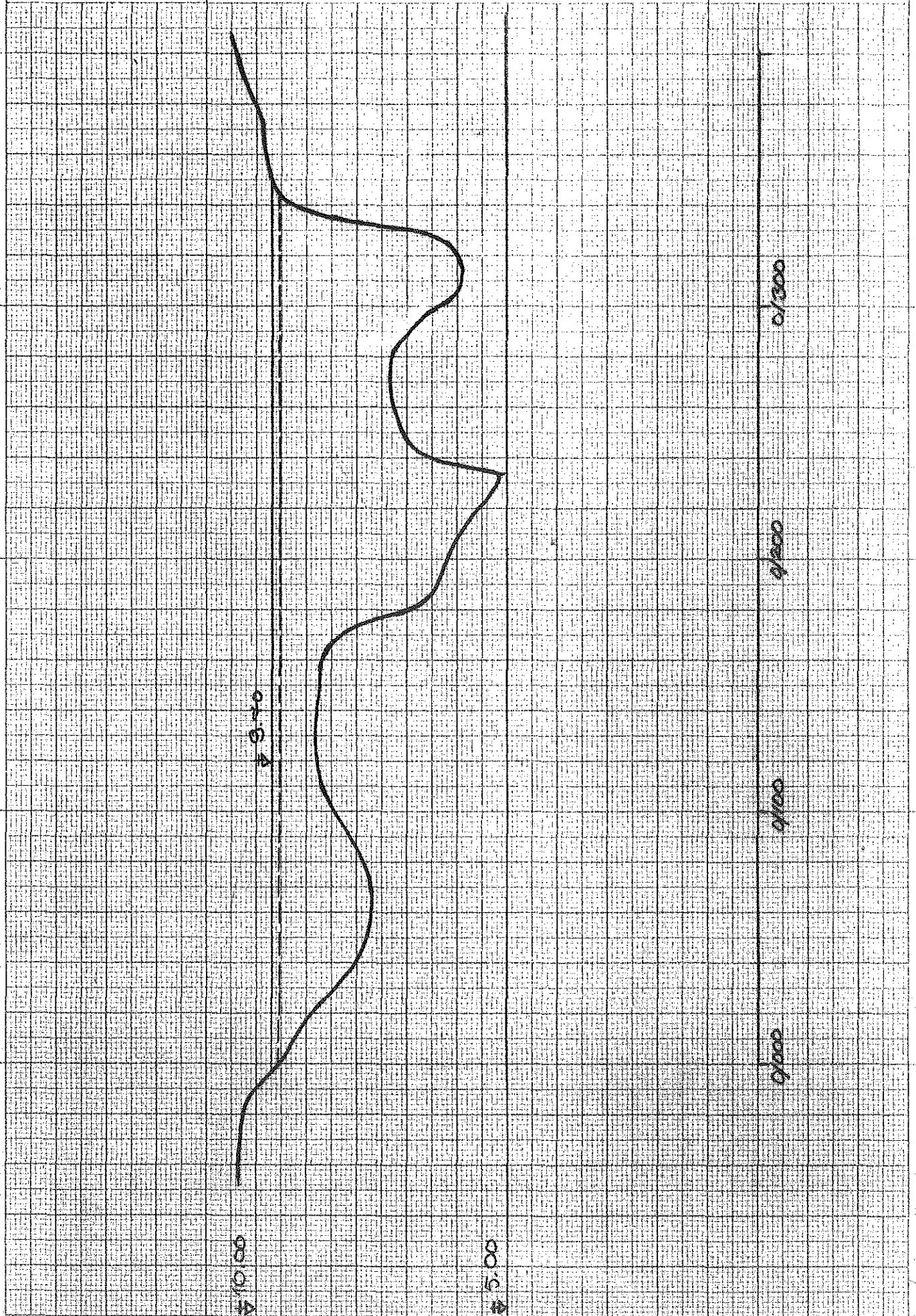
988 702501 500 34 1 x 1 mm

Botteprofil över sträcknings-
alternativ B

Skala:

Höjd 1:100

Längd 1:2000



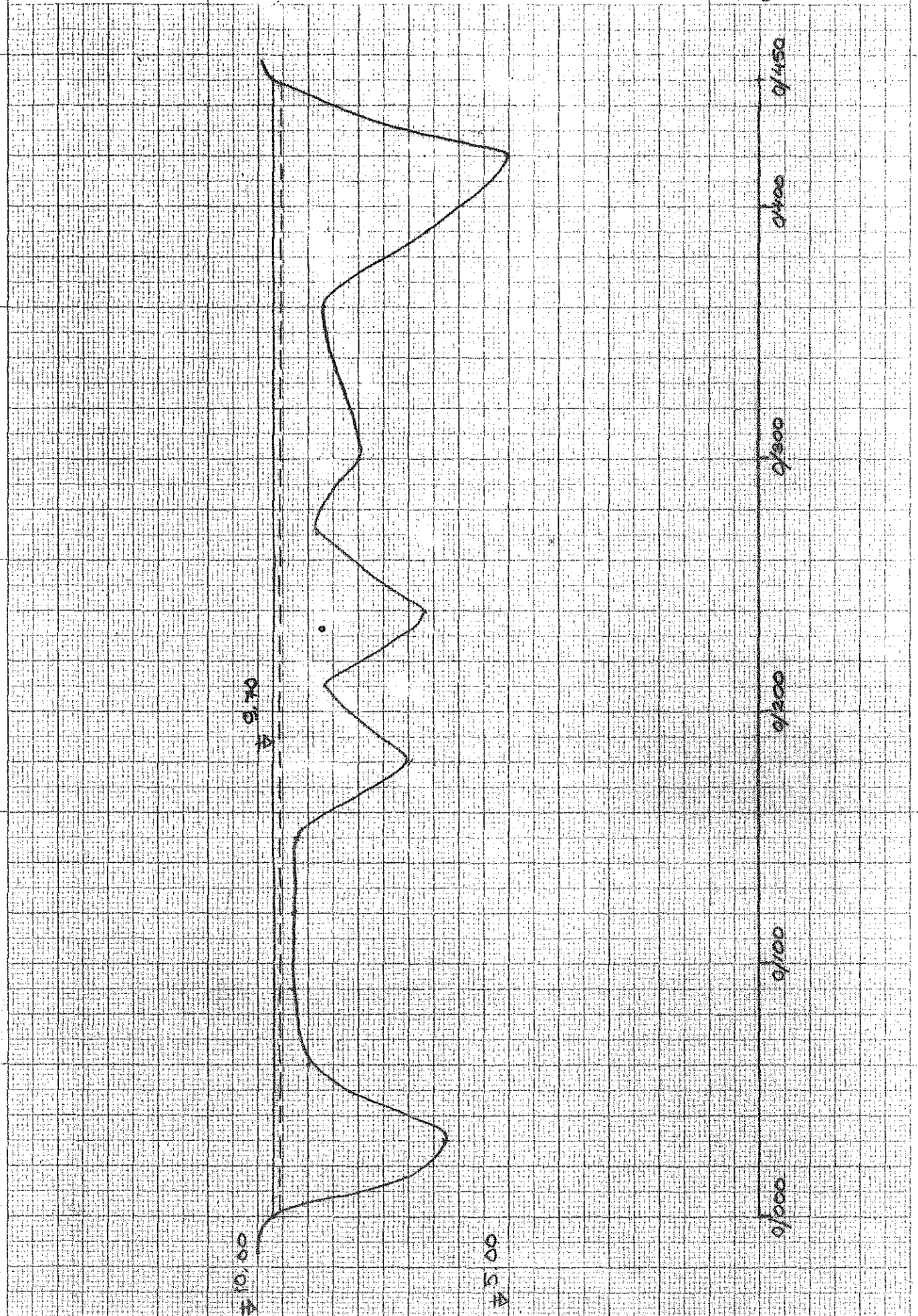
Bottenprofil för sträcknings-
alternativ C

Bilaga 3

Skala:

Höjd 1:100

Längd 1:2000



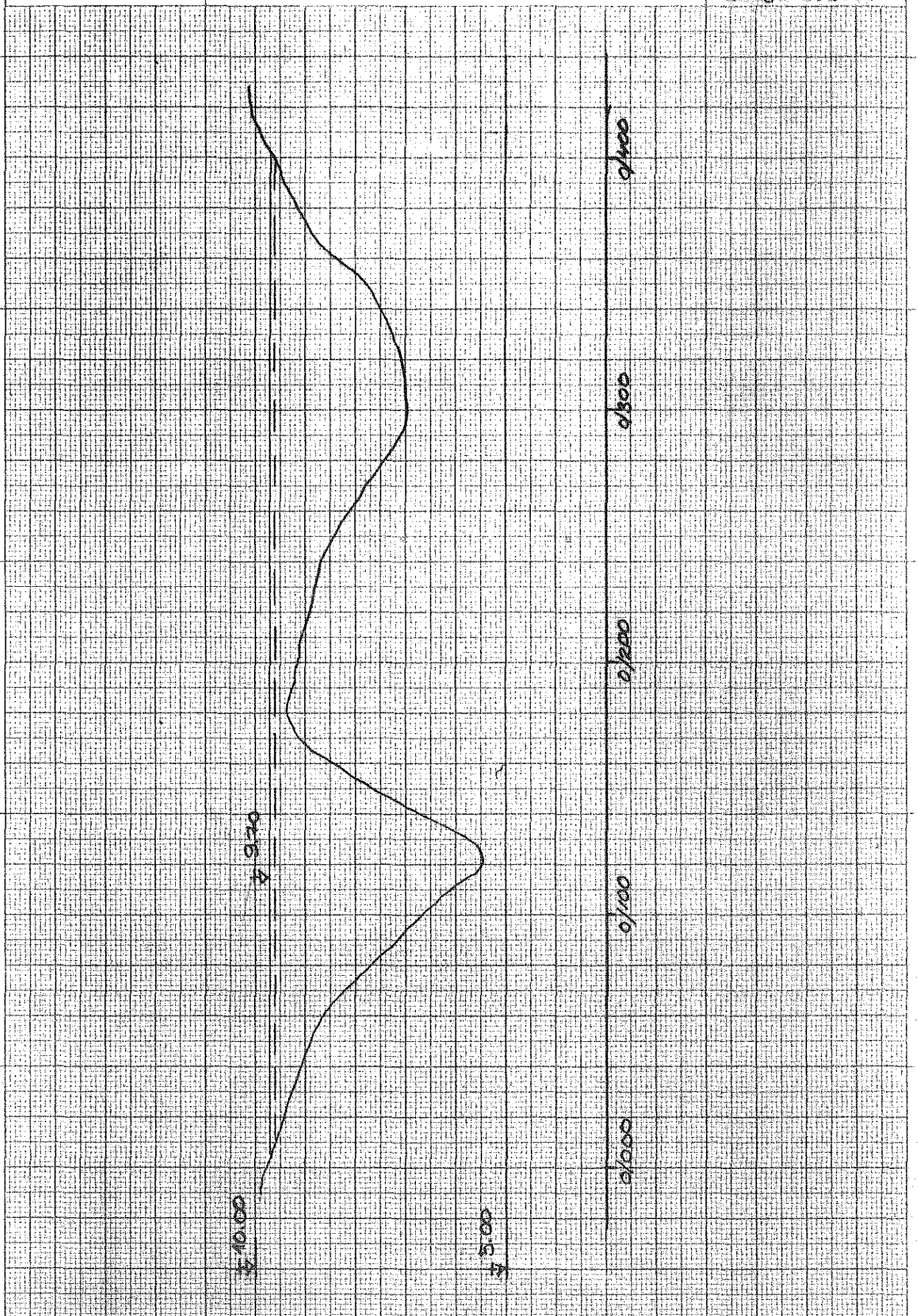
Bottenprofil över vall mot
Deposeringsplats

Bilaga 4

Skala:

Höjd 1:100

Längd 1:1000

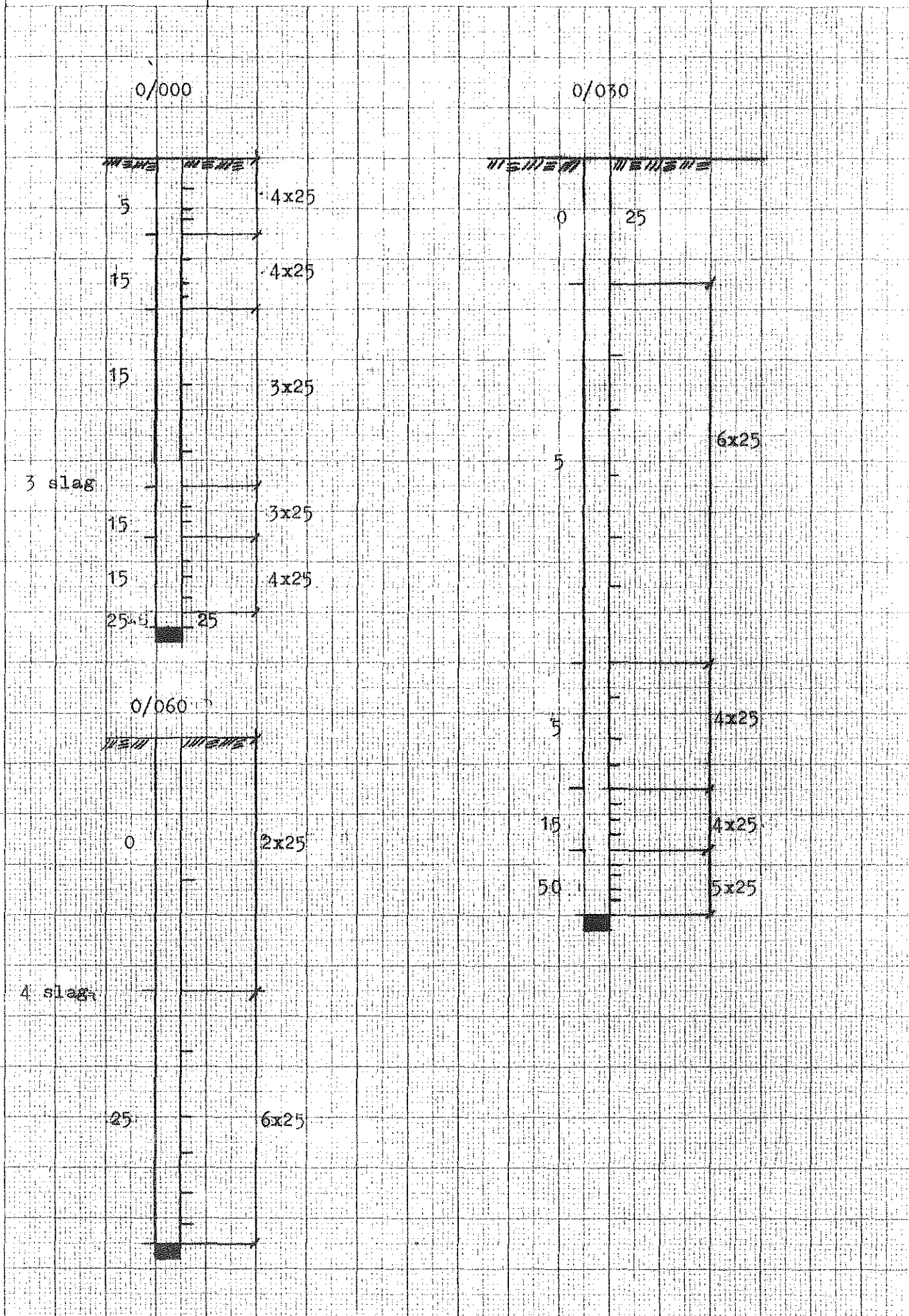


Sonderingsdiagram.

Sektion 0/000 - 0/060

Bilaga 5

Höjdskala 1:10

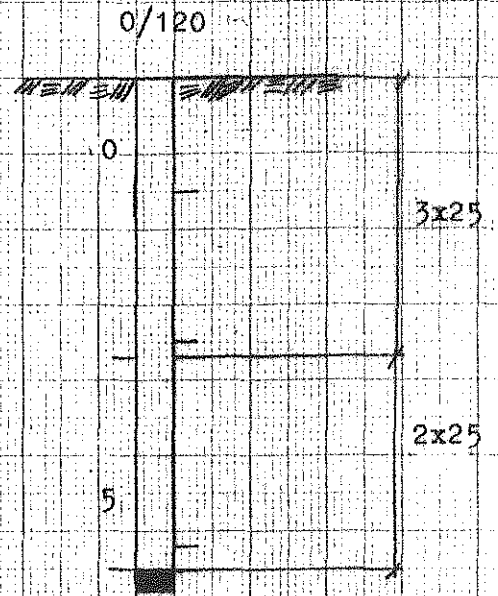
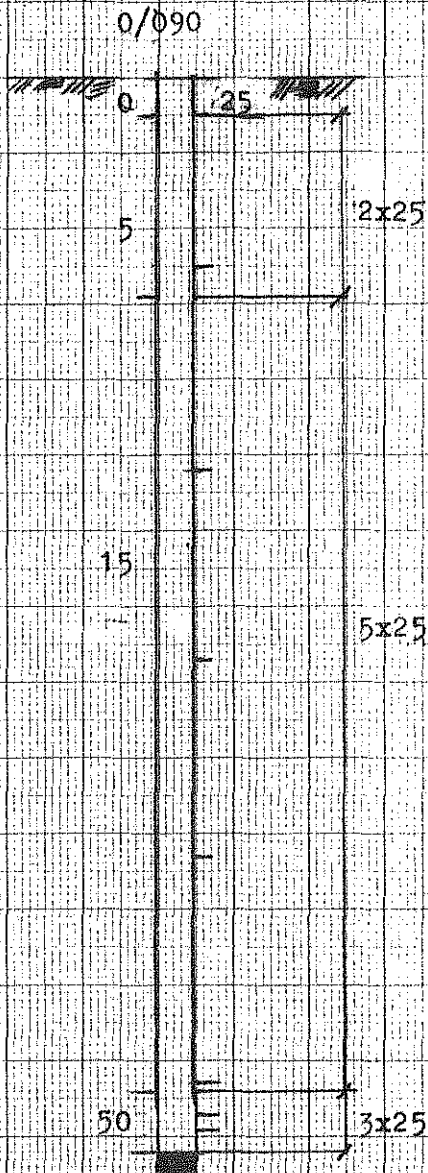


Sonderingsdiagram.

Bilaga 6

Sektion 0/090 - 0/120

Höjdskala 1:10

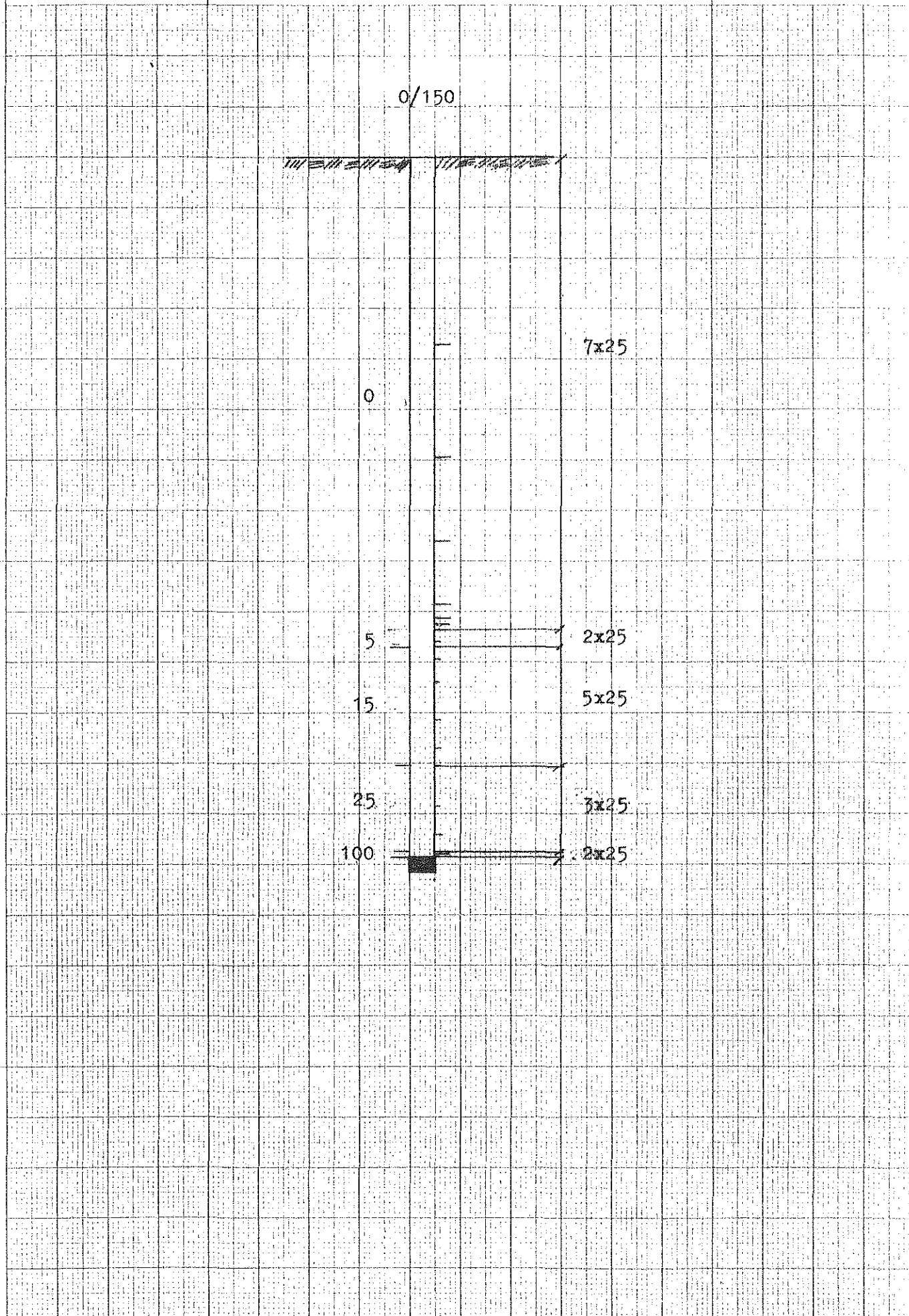


Sonderingsdiagram.

Bilaga 7

Sektion 0/150

Höjdskala 1:20

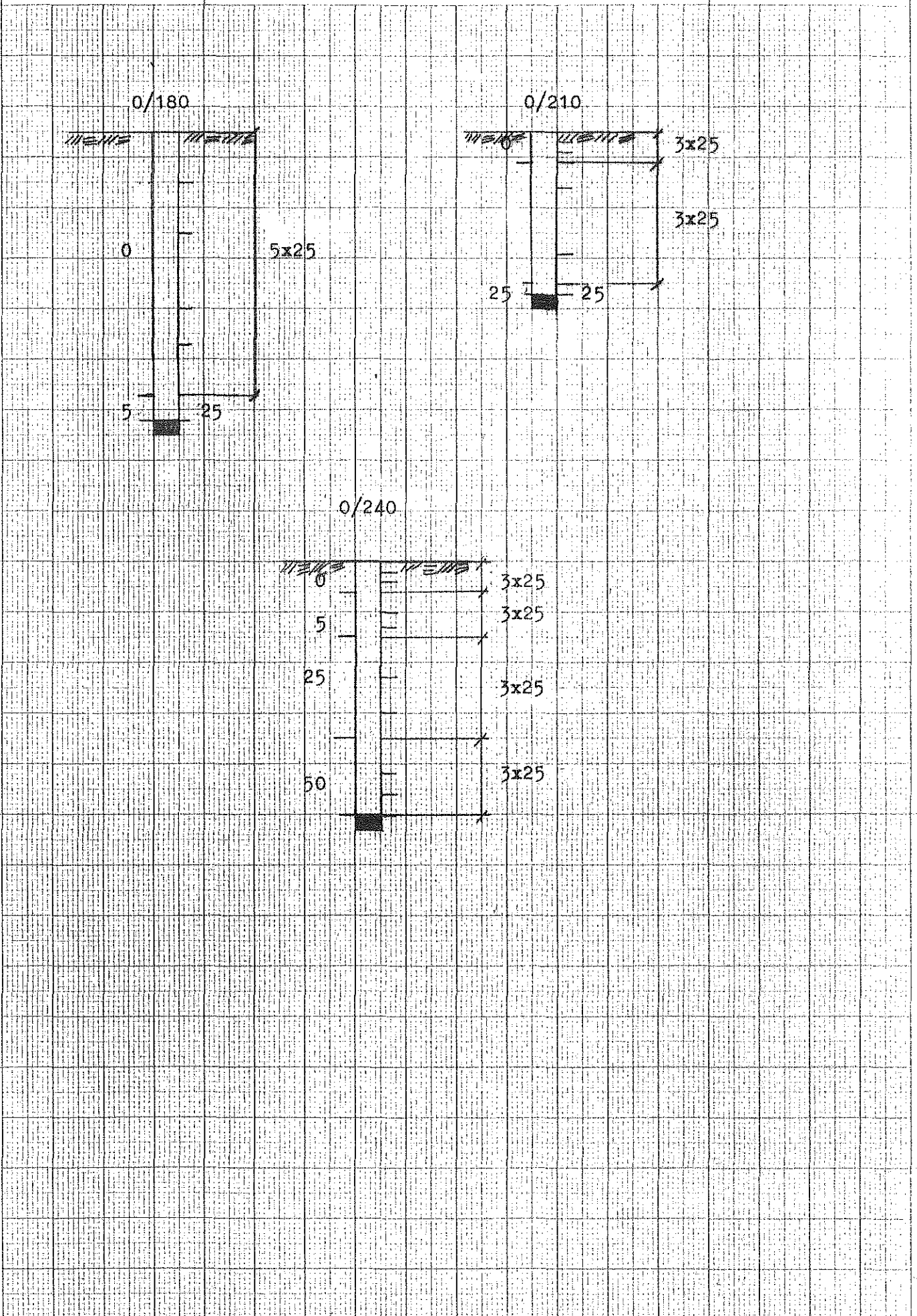


Sonderingsdiagram.

Bilaga 8

Höjdskala 1:10

Sektion 0/180 - 0/240



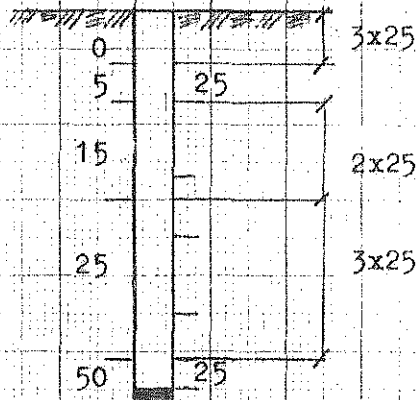
Sonderingsdiagram.

Bilaga 9

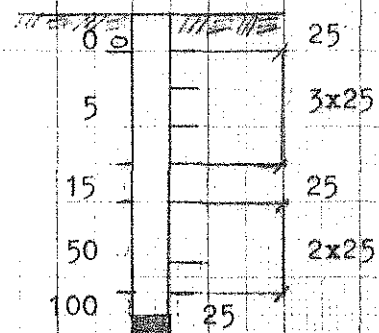
Sektion 0/270 - 0/300

Höjdskala 1:10

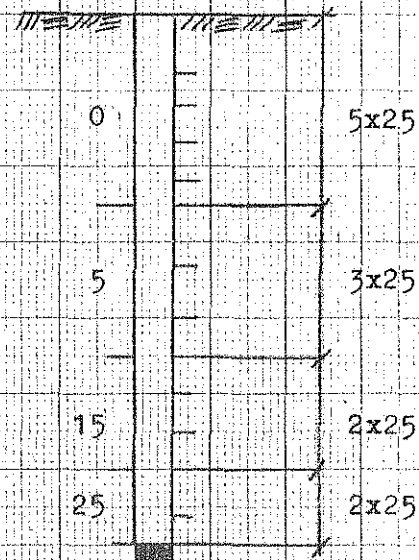
0/270 alt. B



0/300 alt. B



0/270 alt. C



0/300 alt. C

