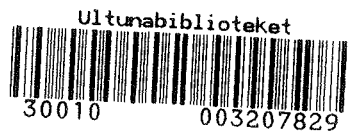


*gen. hydrot*

Lantbrukshögskolan  
01. 07. 68  
Uttunabiblioteket



**Kvismaredalsprojektet – en orientering samt  
Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra  
avkastningens beroende av högvattenstånden  
i Kvismare kanal**

**TRYGGVE FAHLSTEDT**

*Lantbrukshögskolan*

**STENCILTRYCK NR 30**

**INSTITUTIONEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK  
UPPSALA 1966**



12.4.1966

## Kvismaredalsprojektet - en orientering

av agr. T Fahlstedt

### Beskrivning av området ur geografisk, hydrologisk och historisk synpunkt

Kvismaredalen utgör en del av den centrala delen av Närkeslätten och är belägen sydväst om Hjälmarens på ömse sidor om Täljeån, som utmynnar i sjön. Nedre delen av ån är kanaliserad och kallas Kvismare kanal.

Dalen omfattar ca 7000 ha åkerjord, varav en stor del utgöres av kärrtorvjord av varierande mäktighet. Detta torvtäcke vilar på mäktiga lager av lera, varav särskilt den kalkhaltiga litorinaleran utgör förutsättningen för Närkes bördigaste jordbruksbygder. Leran har ofta inslag av gyttja, vilket ger den förnämliga egenskaper ur dräneringssynpunkt. F.ö. kan hänvisas till Sigvard Anderssons beskrivning av gyttjejordsprofiler från Örebro län, som är tagna i Mosjöbotten omedelbart uppströms Kvismaredalen. På några ställen skär mindre moränstråk igenom dalen i nordsydlig riktning och utgör på dessa platser ur arbetssynpunkt svårforcerade passager för kanalen.

Kvismaredalen utgör nedre delen av Täljeåns nederbördsområde, vilket totalt omfattar 700 km<sup>2</sup>. Täljeån upprinner på Tiveden och avvattnar förutom Kvismaredalen och Mosjöbotten bl.a. Vibysjön och Skarbysjön.

Kvismaredalen har en utsträckning i ostvästlig riktning av ca 2 mil. Kvismare kanal, som går genom detta område, har mycket svag bottenlutning, 0-0,2:1000, vilket gör att kanalen blir känslig för uppdämning samt mycket beroende av Hjälmarens vattenstånd.

Ur meteorologisk synpunkt är det främst nederbörden, som är av intresse. Denna uppgår enligt SMHI:s månadsrapporter från Örebro till i genomsnitt 696 mm/år för de senaste 15 åren. Det högsta värdet registrerades 1960, då nästan 900 mm uppmättes. De nederbördsrikaste månaderna är juli och augusti.

Historiken över Kvismaredalens torrläggning är intressant och kan ledas långt tillbaka i tiden. Jag skall här göra en kort sammanfattning och börjar då med 1800-talet, de stora sjösänkningarnas tidevarv.

Den normala variationen i Hjälmarens vattenstånd före sänkningen uppgick till 1,4 m eller 0,6 m över och 0,8 m under medelvattenståndet. Högsta uppmätta variation var 1,6 m. Sjöarnas och åarnas stränder i Hjälmaredalen är i allmänhet låglänta, och vidsträckta marker har sina höjdlägen inom gränserna för vattenvariationerna i närliggande vatten. Dessa marker måste alltså tidvis bli lidande av översvämningar. Vid högt vattenstånd har Hjälmarens yta varit omkring 15000 ha större än vid lågvattenstånd. Största arealen på detta sätt vattenskadad jord låg i Kvismaredalen och utgjordes till övervägande del av gräsbärande ängsmarker.

En starkt bidragande orsak till översvämningarnas omfattning har också den begränsade kapaciteten hos sjöns utlopp utgjort. Genom bearbetning av vattenståndsobservationer, påbörjade redan 1816, anser man sig ha utrett, att den största vattenmängd, som tillförts sjön skall ha varit  $325 \text{ m}^3/\text{sek}$ , men att det naturliga avloppet - ej ens vid högsta flöde - förmått avbörda mer än  $90 \text{ m}^3/\text{sek}$ .

Under 1800-talet inträffade katastrofala översvämningar vid ett par tillfällen och efter ett flertal undersökningar och långdragna underhandlingar fattades 1860 det viktiga beslutet att bilda bolag för sänkning av Hjälmaren och Kvismaren. Den för Hjälmarens sänkning fastställda arbetsplanen omfattade följande arbeten:

1. I Eskilstunaån, som är Hjälmarens utlopp. Fördjupning på vissa sträckor, uppförande av en regleringsdamm vid Hyndevad samt ombyggnad av broar och dammar.
2. I Hjälmare kanal. Ombyggnad på en sträcka av 1 mils längd.
3. I Hjälmaren. Fördjupning och utprickning av segelfarleden på 1,3 mils längd samt fördjupning och ombyggnad av vissa hamnar och lastplatser.

Själva sjösänkningen genomfördes successivt under loppet av flera år. Avläppningen skedde alltid vid lågvattenstånd för att förhindra alltför rikliga flöden i Mälaren. Genom sänkningen nedbringades Hjälmarens medelvattenstånd från 23,2 till 21,9 m.ö.h. dvs. en sänkning med 1,3 m. Sjösänkningen var förenad med en reglering av Hjälmaren, vilken bl.a. motiverades av hänsyn till driftförhållandena vid vattenkraftanläggningarna vid Eskilstunaån samt för sjöfarten. Genom regleringen avsåg man att minska variationen mellan hög- och lågvattenstånd till 0,6 m.

Genom sänkningen av Hjälmararen mjöliggjordes dessutom torrläggning av Kvismaresjöarna. Denna åstadkoms genom uppgrävningen av Kvismare kanal, vilken utfördes i anslutning till de övriga arbetena.

Kostnaderna för företaget uppgick till sammanlagt 4 milj. kronor. Inget statligt bidrag har utgått, men däremot ett statslån på 2 milj., vilket återbetalats med full ränta intill 1938.

Båtnaden av åtgärderna uppskattades till 2,7 milj. och företaget skulle således enligt denna beräkning ha gått med förlust. Den gradering av jorden, som företogs, hade dock störst betydelse för fördelningen av kostnaderna på jordägarna och avsåg ej att vara en ekonomisk beräkning av företagets räntabilitet. Spannmålsproduktionen i Kvismaredalen steg från 63500 dt 1860 till 211700 dt 1900. Värdet av denna produktionsstegring torde belysa, att företagets båtnad värderats lågt.

Under senare hälften av 1800-talet genomfördes förutom Hjälmararens och Kvismaresjöarnas sänkning en rad större vattenavledningsföretag inom Täljeåns nederbördsområde. Totalt torrlades härigenom över 12000 ha.

Den på detta sätt vunna jorden krävde dock redan vid sekelskiftet nya vattenregleringar. Främsta orsaken till dessa nya torrläggningar var att torvjordarna under en 40-årsperiod blivit föremål för en avsevärd ytsänkning. Härigenom hade vissa av de vid 1800-talets mitt borttagna vattenmagasinen delvis återbildats.

Detta drog med sig en andra etapp av större vattenavledningar, som genomfördes från sekelskiftet fram till 1920.

Dimensioneringen av Kvismare kanal hade grundats på de hydrologiska förutsättningar, som var rådande på 1870-talet. Borttagandet av ovanliggande vattenmagasin medförde därför att Kvismaredalen successivt kom att drabbas av en ökning av flödestopparna.

Av denna korta sammanfattning framgår, att effekten av Hjälmararens sänkning efter hand blivit allt sämre. 1924 inträffade en svår översvämning på våren, varvid betydande arealer råg förstördes. Man antog nu, att kanalen ej blivit behörigen underhållen utan fått slamma igen, och för att få detta närmare utrett beslöt styrelsen för sjösänkingsbolaget, att en undersökning skulle verkställas, vilken uppdrogs åt dåvarande jordbrukskonsulenten Herman Flodkvist. Av denna undersökning framgick dels, att i stort sett ingen igenslamning av kanalen förelåg, dels att stora områden av Kvismaredalen låg 5-6 dm lägre än vid sänkningen 1888. Flodkvist drog slutsatsen, att orsaken till översvämningarnas ökade frekvens var dels denna marksättning, men dels också borttagandet eller förminskningen av ett flertal

vattenmagasin inom Täljeåns nederbördsområde, varigenom vattnet vid snösmältning och riklig nederbörd tillrann hastigare med högre vattenstånd i Kvismare kanal som följde. En tredje omständighet av betydelse var Hjälmarens vattenstånd. Det är för Kvismaredalen av stor vikt, att detta vattenstånd märkast före och under de stora tillrinningarna hålles tillräckligt lågt, så att det vid högvatten ej överstiger övre regleringsgränsen.

#### Redogörelse för förarbetena till företaget

Det dröjde emellertid till 1944 innan man insåg att situationen var ohållbar. Från detta år daterar sig nämligen en skrivelse från Hjälmarens och Kvismarens sjösänkingsbolag till Konungen angående viss modifiering av regleringsplanen för Hjälmaran samt anhållan om medel för utredning om åtgärder. 1949 uppdrager Kungl. Maj:t åt lantbruksstyrelsen att låta verkställa de utredningar rörande åtgärder för torrläggning av vattenskadade marker invid Hjälmaran och Kvismaredalen, som må befinnas lämpliga. - 1953 beviljas ett statsbidrag på 200.000:- till rensning av Kvismare kanal.

De genomförda utredningarna har klargjort förutsättningarna i tekniskt och ekonomiskt hänseende för förbättrad torrläggning och i anslutning därtill genomförande av rationaliseringsåtgärder av olika slag beträffande jordbruket i Kvismaredalen och Mosjöbotten. Det framgår av de ekonomiska utredningarna, att berörda områden innefattar några av de bästa jordbruksbygderna inom Närkes slättbygd. Topografiska och andra förutsättningar synes föreligga att genom yttre rationalisering i betydande utsträckning öka storleken och förbättra arronderingen av brukningsenheterna. Förbättrad torrläggning anses som en primär förutsättning för att lönsam jordbruksproduktion i framtiden skall kunna bedrivas inom området. Utebliven torrläggning uppskattas av länsstyrelsen i Örebro län komma att medföra en minskning av folkmängden med omkring 1300 personer utöver vad som följer av den normala befolkningsrörelsen. Från skilda håll har betonats, att det råder stor osäkerhet hos befolkningen i bygden beträffande framtidsutsikterna, om försumningen får fortsätta.

Sedan på detta sätt behovet klarlagt har olika alternativa förslag till lösning av torrlägningsfrågorna framlagts.

Ur den enskilde jordbrukarens synpunkt eftersträvas att få markerna befriade från översvämningar och i möjligaste mån fullt torrlagda

för att kunna bruka markerna på ett rationellt sätt. Denna målsättning har för den centrala Närkesslätten medfört stora förändringar i avrinningsintensiteten vid floden, vilken jämte den fortgående marksättningen gjort, att totaleffekten av generationers strävanden blivit synnerligen ogynnsam för dagens markägare utefter Täljeåns nedre lopp. Naturen har återuppbyggt vissa tidigare borttagna utjämnande vattenmagasin inom flodområdet. Det hade här varit av stort värde, om det inom Täljeåns nederbördsområde funnits möjlighet att ovan de översvämningsskadade markerna återskapa ett nytt vattenreglerande magasin, som med viss buffert skulle kunna kvarhålla en del av flödestopparna. Härigenom skulle ha vunnits dels minskade kanalsektioner, dels en ökning av lågvattenföringen i vattendraget. Utredningarna visar dock, att det ej torde vara ekonomiskt möjligt att genomföra ett sådant projekt. Det har även diskuterats att överleda en del av Täljeåns flödestopp till den närliggande större Svartån i kombination med viss reglering av Svartåns flöden. Överslagsberäkningar har visat, att inte heller denna lösning är ekonomiskt genomförbar.

Återstår då endast möjligheten att söka leda fram Täljeåns flödestoppar genom Mosjön och Kvismaredalen inom ett så utformat vattendrag, att lågmarkerna blir helt eller i det närmaste oberoende av högvattenstånden. Utredningarna har visat att utförande av lokalinvallningar mot en samtidigt till hela sin längd breddad kanal torde vara lämpligast och samtidigt minst kostnadskrävande. Pumpstationerna dimensioneras för tillrinningen inom respektive invallingsområde och utformas så, att den för jordbruksdriften lämpligaste vattennivån kan varieras i takt med de framtida marksättningarna inom torvjordsområdena.

Det valda alternativet innebär att arbetet kommer att genomföras i två etapper. Första etappen omfattar breddning av kanalen och andra etappen utförandet av lokalinvallningar. Den senare åtgärden är att betrakta som en nödvändig fullföljdsåtgärd till den förra. Genom att de blivande vallbyggnaderna i huvudsak kommer att ligga längs Kvismare kanal har man möjlighet att utnyttja schaktmassorna från kanalarbetet till vallkroppar, vilket måste innebära en viss kostnadsbesparing. Vid full utbyggnad skulle antalet lokalinvallningar komma att uppgå till 13 st.

I detta sammanhang kan nämnas att man även räknat på ett alternativ med en för hela området gemensam central pumpanläggning vid Odensbacken. Denna lösning är dock orealistisk, eftersom det skulle krävas mycket stora avloppsdimensioner, och då man kan förvänta att anläggningen skulle komma att dra mycket höga driftskostnader.

#### Hydrotekniska institutionen inkopplas

Under det senaste året har ett samarbete tagits upp mellan förordningsmannen för företaget lantbruksingenjör Jan Aspegren, och Hydrotekniska institutionen, vilket syftat till:

1. att klargöra principerna för beräkning av högvattenbåtnaden
2. att tillämpa automatisk databehandling vid båtnadsberäkningen

Här följer nu en redogörelse för vårt arbete.

#### Principerna för båtnadsberäkningen

Vår uppgift är att beräkna den båtnad som uppkommer genom att etapp 1 vid torrläggningen av Kvismaredalen genomföres, dvs. breddningen av kanalen. Någon sänkning av medelvattenytan föreligger härvid inte, utan det blir en ren högvattenbåtnad, som skall beräknas. Sänkningen av medelhögvattenytan uppgår till maximalt 44 cm medan den största förekommande sänkningen av högsta högvattenytan uppskattats till 17 cm. Sänkningarnas storlek varierar givetvis utmed kanalen.

Vattenlagens föreskrifter om uppskattning av båtnad vid torrläggning av mark är kortfattade. I 7 kap. 22 § definieras båtnaden som en höjning i alstringsförmågan åstadkommen genom ökning av torrläggningsdjupet. Till båtnad skall också hänföras förmånen av förbättrade brukningsbetingelser. I 10 kap rörande syneförrättning stadgas i 60 § att synemännen, för utvärdering av båtnadens värde, skall undersöka markerna samt uppskatta dess värde såväl i dess skick före företaget, som i det skick den antas komma efter företagets genomförande. Dessa värden skall anges i värderingslängden.

Vid beräkningen av alstringsbåtnad för jordbruksmark enligt vattenlagen har man att utgå från att det finns ett samband mellan markytans höjd över bestämmande vattenyta samt relativt markvärde. Detta samband skall ha sin grund i förändringar beträffande skördresultaten. Den av Sällskapet för agronomisk hydroteknik tillsatta båtnadskommittén belyser sambandet mellan torrläggningsdjup och markvärde med en typkurva, som är svagt S-formad. Emellertid framhålls härvid att någon allmängiltig kurva ej torde existera. Därtill är förhållandena i praktiken alltför växlande. Det måste därför ankomma



på vederbörande synemän att på grundval av erfarenhet och kännedom om de lokala betingelserna, bedöma och ta ställning till hur avkastningen och i sista hand markens värde varierar med markytans höjdläge i förhållande till bestämmande vattenyta.

Vid båtnadsberäkningen i Kvismaredalen kompliceras problemet genom att det ej föreligger någon sänkning av medelvattenytan. Denna sänkning och därmed också den egentliga nyttan kan åstadkommas först i och med att invallningarna genomföres. Uppskattningen av den båtnad, som uppkommer genom kanalbreddningen, måste därför baseras på två båtnadskurvor, där den ena anger det relativa markvärdet före åtgärd, och den andra samma värde efter åtgärd. Skillnaden mellan dessa kurvor är ett mått på nyttan av högvattensänkningen på olika nivåer.

Hur skall man då kunna få fram utseendet på dessa kurvor?

För att först försöka klargöra avkastningens variationer under varierande betingelser har vi i samarbete med Statistiska Centralbyrån och Hushållningssällskapet i Örebro genomfört en undersökning. På grundval härav hade vi hoppats kunna belysa den effekt olika högvattenstånd har på skördeavkastningen. Med kännedom om relationen mellan skörd och markvärde skulle man sedan kunna få fram båtnadskurvorna.

Resultatet av denna undersökning blev emellertid nedslående. Materialet ger inga klara tendenser och uppvisar en enorm spridning. Den främsta anledningen till detta är förmodligen osäkerheten i primärmaterialet, vilket huvudsakligen utgöres av uppgifter om provyteskördar från Kvismaredalen ingående i den officiella skördeskadeuppskattningen. Dessutom måste man ha klart för sig, att det är ett stort antal faktorer som inverkar på det slutliga skörderesultatet. Att det föreligger ett samband mellan högvatten och skörd torde vara obestriddigt men att renodla detta samband tycks stöta på svårigheter.

Att söka stöd i undersökningar på annat håll ger dåligt utbyte. Den teoretiska kännedomen om mer eller mindre långvariga översvämningars effekt på olika grödor är tyvärr alltför ofullständig för att ge några säkra anvisningar om principerna för uppskattning av högvattenbåtnad. Den skada en viss översvämning åstadkommer på en gröda är dessutom i hög grad beroende av grödans utvecklingsstadium, dvs. tidpunkten för översvämningen.

Av tillgängliga vattenståndsdiagram från ett par observationsplatser vid Kvismare kanal framgår, att översvämningar i samband med vårflödet är vanligast. Under perioden 1950-64 har Kvismaredalen vid två tillfällen drabbats svårt av sådana översvämningar. Skadan består härvid i utvintring av höstsådda bestånd samt försening av vårbruket

med nedsatt och försenad skörd som följd. I den mån de översvämmade markerna består av lerjordar torde man också få räkna med, att den gynnsamma tjälstrukturen går förlorad. Brukningen blir härigenom avsevärt försvårad och grödan ges sämre livsbetingelser.

De översvämningar, som inträffar under hösten, betingas av att nederbörden under vegetationsperioden varit riklig. Om dessutom vattenstånden i kanalen och i Hjälmaran legat högt redan under våren är riskerna för översvämning uppenbara. Följderna av dessa översvämningar blir ofta katastrofala förluster. Markens bärighet försämrats genom översvämningen så, att det ofta över huvud taget ej är möjligt att bärga grödan.

Våra ansträngningar att på teoretiska grundvalar konstruera båtnadskurvor har således ej givit något resultat. I fortsättningen har båtnadsberäkningen därför måst hängas upp på en rad antaganden och bedömningar. På denna punkt har vi resonerat oss fram stegvis och haft flera överläggningar med lantbruksingenjör Aspegren och hans medhjälpare ingenjör Ingvar Andersson i Örebro.

Först gäller det att fastställa vilket mått på högvattnet som skall användas. Vattenståndsdiagrammen för kanalen redovisar medelhögvatten (MHV) och högsta högvatten (HHV) före och efter åtgärd. Sänkningen av MHV är som tidigare nämnts ganska kraftig medan HHV påverkas betydligt mindre. Sänkningarna i båda dessa typer av högvatten anses emellertid böra inverka på båtnaden. Detta har åstadkommits genom att ett s.k. vägt högvattenstånd (VHV) konstruerats. Frekvensen av resp. högvatten ger vägledning vid val av vikter. I detta fall har de allvarliga konsekvenserna av uppträdande HHV ansetts motivera att detta högvatten får väga in med 1/3.

$$VHV = \frac{HHV + 2 MHV}{3}$$

Utslagsgivande för båtnaden för marker på en viss sträcka av kanalen blir sänkningen i detta vägda högvattenstånd. Denna sänkning varierar från 0-32 cm utefter kanalen.

Nästa steg blir att begränsa företaget. Naturlig gräns nedåt är de marker som ligger i nivå med medelvattenytan. Sådana marker skall ej påföras båtnad. I själva verket förekommer knappast marker på lägre nivåer än 4-5 dm över medelvattenytan. Begränsningslinjer för 1951 års svåra vårflöde har ansetts som lämplig övre gräns för företaget. Ser man hur denna nivå ligger i förhållande till den vägda högvattenytan före åtgärd finner man att skillnaden utgör ca 60 cm. Begränsningskurvan för företaget har därför definierats som VHV + 60 cm.

För all mark som avvattnas till en viss påle vid kanalen föreligger samma storlek i sänkningen av det vägda högvattenståndet. Men alla dessa marker har uppenbarligen inte samma nytta av högvattensänkningen. Lågt belägna marker kommer trots sänkningen att ofta besväras av högvattenskadorna. Marker, som ligger högt å andra sidan besväras däremot förhållandevis sällan av högvatten även åtgärderna förutan, varför även deras nytta framstår som relativt begränsad. Den största nyttan anses komma på marker som ligger i nivå med VHVF. Genom sänkningen kommer de vanligen att ligga ganska klart över det normala högvattnet, som de tidigare ofta översvämmats av. Marker i nivå med VHVF påföres därför maximal båtnad. Denna maximala båtnad har antagits vara direkt proportionell mot sänkningen av VHV:

$$B_{MAX} = k \times VHV_{diff}$$

Faktorn  $k$ , som har avgörande betydelse för företagets totala båtnad har efter överväganden givits värdet 0,4. Den maximala båtnaden uppgår alltså till 4 % av markvärdet vid en sänkning av VHV med 10 cm. En utförligare motivering till att  $k$  satts lika med 0,4 kommer att ges vid seminariet. För mark som ligger över VHVF får båtnaden avta rätlinjigt så, att den antar värdet 0 vid begränsningskurvan. För mark belägen lägre än VHVF får båtnaden likaledes avta rätlinjigt, så att mark i nivå med medelvattenytan får båtnaden 0. Båtnaden uttryckes i procent och beräknas på markens värde i fullt rorrlagt skick. I det fall att högvattenbåtnad faller på mark, som ej är fullt torrlagd i förhållande till medelvattenytan införes en reduktion av fullvärdet, varefter båtnaden beräknas på det reducerade fullvärdet. Reduktionen av fullvärdet sker enligt en S-formad graderingskurva av traditionell typ. Den kurva, som användes har utprovats på lantbruksnämnden i Örebro och har tillämpats i flera år inom området. Det anses därför inte finnas skäl att frångå den i detta sammanhang.

Därmed skulle båtnadsberäkningen vara klar, om det inte vore för vattenlagens bestämmelser om angivande av värde före och efter åtgärd. Den båtnadsberäkning, som här skisserats, har gjorts oberoende av dessa faktorer. Vi ha m.a.o. försökt uppskatta värdet av nyttan direkt utan att markvärdekurvan använts. Detta är också i linje med de förslag till förenklingar i syneförrättningsförfarandet som framlagts av syneförrättningsakkunniga 1964.

För att uppfylla fordringarna enligt lagtexten har emellertid den båtnadskurva, som anger värdet före åtgärd konstruerats. Denna kurva är konstruerad genom multiplikation av den tidigare nämnda S-formade grundkurvan med en högvattenkurva, där tre punkter är givna: värde vid medelvattenytan = 0 %

"	"	VHVF	= 70 %
"	"	VHVF + 60	= 100 %

Mellan dessa punkter förlöper kurvan rätlinjigt. Värdet 70 % vid VHVF anses erfarenhetsmässigt belagt.

Den kurva, som anger värdet efter åtgärd, erhålles genom addition av kurvan för värdet före åtgärd med båtnaden, beräknad på ovan angivet sätt.

Den metod, som vi här tillämpat vid båtnadsberäkningen kan kanske förefalla grovt tilltyxad. Bristen på säkra uppgifter angående skördens variationer under varierande högvattenbetingelser har emellertid gjort att vi tvingats fram på delvis nya vägar. Det använda tillvägagångssättet kan förefalla aproximativt. Så länge sambandet mellan skörd och högvatten ej är klarlagt blir man dock med nödvändighet hänvisad till något slag av skattning. Det som skiljer vår metod från de vanligen tillämpade är att vi har försökt att uppskatta nyttan direkt, medan man i vanliga fall uppskattar värdet före och efter åtgärd, varvid båtnaden blir skillnaden mellan dessa värden. För att uppfylla vattenlagens krav har vi dock försökt uppskatta värdet före åtgärd, varefter värdet efter åtgärd erhålles genom addition av båtnaden. En annan viktig skillnad är att vi här ej kan ange endast en båtnadskurva eller rättare sagt endast ett par båtnadskurvor som är tillämpligt på hela företaget. Nivåskillnaden mellan medelvattenyta och begränsningskurva, dvs. det intervall som skall påföras båtnad, varierar nämligen avsevärt utmed kanalen.

Den ledande principen är att båtnaden gjorts beroende av vägda högvattenstånd, vilka blir avgörande för dels vilka, marker som skall påföras maximal båtnad, dels storleken av denna båtnad. Detta förfaringssätt ger flexibilitet åt båtnadsberäkningen men ställer givetvis stora krav på förrättningsmannen. De komponenter som ingår i det vägda högvattenstånden kan varieras från företag till företag och givetvis måste det funktionssamband, som anger maximala båtnaden noga prövas vid varje företag. Med denna viktiga reservation anser vi, att den här skisserade metoden bör vara användbar vid beräkning av högvattenbåtnad..

Man kan kanske fråga sig om det inte vore möjligt att lösa problemet med båtnadsuppskattningen i Kvismaredalen på något annat och kanske enklare sätt. Det har härvid bl.a. diskuterats möjligheten att indela marken, som hör till en viss påle, i ett antal zoner med hänsyn till markens höjdläge. Man skulle sedan försöka bedöma högvattensänkningens effekt inom de olika zonerna och genom en ekonomisk kalkyl få fram värdet av förbättringen. All mark inom en viss zon skulle sedan anses ha samma förbättring, dvs. båtnad. Denna metod skulle bl.a. ha fördelen att indelningen av marken i ägofigurer ej skulle bli nödvändig. Metoden ansågs dock som ett alltför grovt instrument och förkastades därför.

#### Tillämpning av automatisk databehandling vid båtnadsberäkningen

Enligt direktiven till förrättningsmannen skulle för att så långt möjligt nedbringa projekteringstiden för företaget moderna metoder tagas i anspråk. Det mycket omfattande karteringsarbetet var vid denna tidpunkt helt genomfört enligt konventionella principer. Annars borde här goda möjligheter ha förelegat att med fotogrammetriska metoder få fram ett kartmaterial på betydligt kortare tid än vad som nu skett.

En annan väg att minska förarbetena i ett torrlägningsföretag är att mekanisera vissa moment i projekteringsarbetet med hjälp av datamaskin. Denna metod har här tillämpats vid båtnadsberäkningen och jag skall nu i korthet redogöra för vårt arbete på detta område.

Man kan givetvis tänka sig att låta datamaskinen överta även andra delar av projekteringsarbetena, exempelvis sektionering, massberäkning och kostnadsberäkning, på sådant sätt som skisserats av Berglund i Grundförbättring 1963 och som prövats i mindre skala på täckdikningsföretag. I ett företag av Kvismaredalens omfattning skulle härvid avsevärda tidsvinster kunnat göras. I detta fall var emellertid de nämnda momenten i projekteringsarbetet så långt framme, att det ej ansågs rimligt att gå över till automatisk databehandling. Båtnadsberäkningen utgjorde dock ett obearbetat fält och här ansågs fördelarna med en mekanisering uppenbara.

En övergång till automatisk databehandling förutsätter att primärdata överföres till för datamaskinen läsbar form, dvs. vanligen hålkort, samt att ett maskinprogram är skrivet, som i detalj anger vilka instruktioner som skall utföras. I detta fall utgöres våra primärdata av tre slag, nämligen data för kanalens vattenstånd, ägofigursdata och värdeedata.

Den första gruppen innebär, att för varje påle utmed kanalen stansas ett kort innehållande uppgifter om pålens nr, MVY, HHVF, HHVE, MHVF och MHVE. Härur beräknas de vägda högvattenstånden före och efter åtgärd samt sänkningens storlek.

Nästa grupp omfattar en mycket stor mängd data. Företaget omfattar ca 3000 ägofigurer. Varje sådan ägofigur representeras av ett hålkort innehållande uppgifter om ägofigurens nr, kartblad nr, identifikationsnummer på fastigheten, påle och avstånd till denna, samt ägofigurens areal, medelhöjd och värdegrupp.

Under arbetets fortgång har det visat sig, att det hade varit värdefullt om redan från början fastighetens och ägarens namn hade införts på varje ägofigurskort. Härigenom hade en senare bearbetningsomgång kunnat inbesparas.

Den tredje gruppen av data är liten och innehåller en värdekod. Varje enskild ägofigur är åsatt en värdegrupp med hänsyn till jordart och arrondering. Med hjälp av värdekoden kan dessa värdegrupper översättas till värden i kr/ha vid full torrläggning. Värderinger av marken har alltså skett i två etapper. Först har man vid syngång fastställt jordens värdegrupp och på ett senare stadium har man fixerat hektarvärden för de olika värdegrupperna. Till stöd för indelningen i värdegrupper har man haft resultatet av omfattande jordartsundersökningar där man särskilt studerat torvtäckets mäktighet.

Maskinprogrammet är skrivet i Fortran och är utprovat på terminalmaskinen CD 8090 vid Ultuna medan produktionskörningarna har gjorts på den större och betydligt snabbare CD 3600 vid Uppsala universitet.

Programmet fungerar på så sätt, att sedan data för pålar samt värdekoden inlästs i maskinens minne läses ägofigurskorten ett och ett. De beräkningar, som skall utföras för varje ägofigur utföres härvid efterhand och resultatet utskrives omedelbart. Ägofigurskorten är före bearbetningen sorterade i löpande följd med avseende på brukningsenhetens nr. Detta nummer består av en sexsiffrig kod, där första siffran anger sockennumret, de fyra följande ägarens nr i RLF-registret och den sista betecknar skilda fastigheter inom brukningsenheten. Så snart datamaskinen träffar på ett ägofigurskort, där detta identifikationsnummer avviker från det närmast föregående skrives som rubrik för nästa fastighet fastighetens namn. Om det är ny brukningsenhet utskrives dessutom ägarens namn. Efter varje brukningsenhet utföres summering av båtnad och areal samt uträknas genomsnittliga båtnaden per ha. Dessutom anges brukningsenhetens andelstal i företaget. Detta förutsätter givetvis att företagets totala båt-

nad tagits fram i en tidigare körning.

I det fall att företagets totala kostnad fastställts, kan givetvis kostnaden per brukningsenhet beräknas och utskrivnas. Möjlighet föreligger att redovisa brukningsenheterna blad för blad ifall en sådan redovisning önskas.

Sedan på detta sätt samtliga ägofigurkort genomgått skriver maskinen ut en sammanfattning innehållande uppgifter om antalet brukningsenheter med båtnad, företagets totala båtnadsareal, företagets totala båtnad samt totala andelstalet. Vidare återfinnes en summering av antalet ägofigurer på de olika kartbladen, vilken ger möjlighet till vissa kontroller. Slutligen har införts en tabell, som återger antalet brukningsenheter, antal ägofigurer, areal och båtnad inom de olika socknarna.

Vid seminariet kommer ett blockdiagram att presenteras, som schematiskt visar programmets uppbyggnad. Sådana diagram, är till god hjälp vid programmeringen och gör, att man tvingas till en fullständig och detaljerad utredning av vad som skall göras. Blockdiagrammen är problemorienterade och utgör en utmärkt möjlighet till kommunikation mellan uppdragsgivare och de som direkt är engagerade på dataavdelningarna. Den grafiska framställningen är mera lättöverskådlig än den massa av siffror, bokstäver och specialtecken varav en programlista består. Detaljrikedomen i blockdiagrammet är dessutom avsevärt mindre än i själva programmet.

Införandet av maskinell databehandling vid båtnadsberäkningen torde medföra väsentliga fördelar. Datamaskinen visar tydligast sin överlägsenhet då det blir fråga om stora datavolymer. Ett minimum av mänsklig arbetsinsats krävs sedan systemet väl kommit i produktion. Komplicerade vägval kan genomföras i programmet och mycket invecklade beräkningar kan utföras. Samtliga operationer sker med mycket hög hastighet. Som exempel kan nämnas att båtnadsberäkningen av hela Kvismaredalen tar drygt två minuter.

Datamaskinen ger också möjlighet att genom små ingrepp i programmet studera effekten av olika förutsättningar. Man kan t.ex. ge regionalt olika tillägg (båtnadsfall) på kanalens medelvattenyta för pålar utmed kanalen, man kan höja eller sänka läget för den maximala båtnaden, justera markvärdekurvorna, höja eller minska företagets totala båtnad, etc. Detta ger förrättningsmannen vidgade möjligheter till en allsidig prövning av de problem han har att ta ställning till.

Uppdelningen av primärdata på tre olika grupper medför att systemet blir flexibelt. Det är t.ex. ingenting som hindrar att markvärdet för en eller flera jordartsklasser ändras i sista stund eller att någon ytterligare jordartsklass införes. I sådant fall är det enkelt att ändra och eventuellt komplettera värdekoden. På samma sätt förhåller det sig med data för pålar, om det t.ex. skulle visa sig att MHV felberäknats.

Sammanfattningsvis kan sägas att införandet av datamaskinsbearbetning vid projektering av torrlägningsföretag torde medföra stora fördelar. Tidsödande rutinarbeten kan elimineras och förrättningsmännen ges betydligt bättre möjligheter att överblicka sitt material. Det bör dock understrykas att båtnadsberäkningen blott utgör en av många flaskhalsar när det gäller projektering och genomförande av ett torrlägningsföretag av Kvismaredalens omfattning. För att på ett redikalt sätt kunna förkorta de långdragna syneförrättningarna krävs insatser på flera områden. Efter hand som fotogrammetrin och datamaskinstekniken utvecklas torde dessa verksamhetsgrenar komma att erbjuda goda hjälpmedel att nå detta mål. För att dessa tekniska hjälpmedel skall komma till sin rätt krävs dock för det första att så långt möjligt kontroller byggs in i systemet, eftersom de manuella kontrollerna delvis bortfaller, och för det andra krävs av förrättningsmannen förmåga att ställa om sig själv och sin personal till en annan arbetsrutin.

#### Dagens situation

Slutligen skall i korthet redogöras för arbetenas nuvarande ståndpunkt rörande Kvismaredalen.

Sedan erforderliga förundersökningar verkställtts ordnades för berörda markägare en serie informationsmöten, där man redogjorde för de åtgärder som planerats för ernående av erforderlig torrläggning. Man redovisade också preleminära kostnadsberäkningar och klargjorde de offentliga myndigheternas inställning till det planerade företaget. Statligt bidrag kommer att utgå med 50 % av kostnaden för utförande av kanalbreddningen och 25 % kommer att bestridas av berörda kommuner. Alla undersökningar och projekteringsarbeten bekostas med statsmedel. För fullföljdsåtgärderna dvs. invallningar och eventuellt täckdikning inom invallningarna gäller bestämmelserna i rationaliseringskungörelsen dvs. statligt bidrag utgår normalt med 25 %, medan förhöjda bidrag på 40 och 50 % utgår om åtgärderna genomföres i samband med yttre rationalisering.



Med denna information som bakgrund uppmanades markägarna att anteckna sig som sökande till företaget. Så skedde också och med mycket god uppslutning. Då tillräckligt många sökande ställt sig bakom företaget förordnades förrättningsman med biträde av gode män. Efter ca två års arbete med värdering, identifiering av mark, kostnads- och båtnadsberäkning kallades sakägarna till förrättningsammansammanträde 23/3 1966. Här lämnades en orientering om företagets tekniska utformning och redogjordes för preleminära kostnader samt principerna för båtnadsberäkningen. Markägare och övriga berörda parter fick härefter komma med frågor och yrkanden. Dessa yrkanden skall sedan prövas av förrättningsmannen varjämte kostnads- och båtnadsberäkning skall kontrolleras. Man räknar med ett nytt sammanträde till hösten 1966 och att man vid denna tidpunkt skall kunna enas om ett utlåtande. Efter sedvanlig tid för klagan skall arbetena sedan kunna utbjudas på entreprenad och påbörjas 1967. Arbetet med kanalbreddningen beräknas ta tre år. Härefter återstår genomförandet av de lokala invallningarna. Många av markägarna är angelägna om att dessa genomföres så fort som möjligt, så man kan förvänta sig stora insatser i kampen mot vattnet i Kvismaredalen de närmaste åren.

Redogörelse för undersökning i syfte att klargöra avkastningens beroende av högvattenstånden i Kvismare kanal.

Av agr. T Fahlstedt

Rubr. undersökning har på uppdrag av lantbruksingenjör J Aspegren verkställt vid Institutionen för Lantbrukets Hydroteknik för att ge underlag till konstruktion av båtnadskurva avsedd att ligga till grund för kostnadsfördelningen i pågående torrlägningsföretag.

Indelningsvis skall en kortfattad information lämnas om detta företag.

Torrläggningen i Kvismaredalen och de angränsande områdena Mosjöbotten och Västra Mosjön har under de senaste decennierna successivt försämrats beroende främst på ökad tillrinning genom eliminerade vattenmagasin samt på den kraftiga marksättning som ägt rum i området. Frågan om förbättrad torrläggning i området väcktes för drygt tjugo år sedan och sedan dess har omfattande utredningar och undersökningar verkställt. Den tekniska projekteringen av företaget är nu slutförd. Själva förrättningsarbetet är påbörjat, och det är som ett led i detta som denna undersökning kommit till stånd. Den mark, som beräknas få båtnad av företaget, uppgår till ca 6000 ha.

Hjälmarens vattenstånd innebär en begränsning av fallförhållandena i Kvismaredalen så att därigenom helt omöjliggöres en sänkning av medelvattenståndet i Kvismare kanal genom en fördjupning av kanalen. De åtgärder som kommer att vidtagas i kanalen blir i stället breddning kombinerad med ett antal invallningar. Medelvattenytan i kanalen kommer således ej att påverkas utan endast högvattnet. Detta medför speciella och delvis nya problem vid båtnadsberäkningen.

Avsikten med föreliggande undersökning är att belysa högvattenståndens inverkan på avkastningen av olika grödor i Kvismaredalen. För att få grepp om avkastningens variationer inom området under olika år har olika vägar beträffats. Inom Statistiska Centralbyrån har sålunda en bearbetning gjorts av provyteskördarna inom området under åren 1961-64, vilket material ställts till förfogande och utnyttjats. Vidare har en inventering av Hushållningssällskapetets försök inom området för perioden 1950-64 utförts. Som ett tredje

sätt att insamla grunddata har prövats möjligheten att genom intervjuer med ett antal jordbrukare få uppgifter om avkastningen för enskilda fält under olika år. Härvid har dock endast ett begränsat material kunnat insamlas p.g.a. dels att skördestatistiken på gårdarna antingen är helt obefintlig eller ej tillräckligt detaljerad för det ändamål den här var avsedd att användas, dels att de moderna skörde- och torkningsmetoder, som alltmera vunnit insteg, ej möjliggör redovisning för enskilda fält.

Materialet från Statistiska Centralbyrån omfattar avkastningsuppgifter för höstvetete, höstråg, korn, havre, vårvete, slättervall, blandsäd, mat- och fabrikspotatis. De tre sistnämnda grödorna har dock uteslutits, då materialet ansågs alltför litet. Skördevärdena avser den biologiska skörden per hektar, således utan avdrag för spillförluster. Uppgifterna för slättervall innefattar ej avkastningen från återväxten.

De övriga två metoderna för datainsamling har begränsats till att omfatta havre och korn, som synes vara de mest frekventa grödorna inom området. Beträffande försöksresultaten härrör dessa från gödslings- och sortförsök. För varje försök anges en avkastningssiffra uträknad som ett medeltal av skörden från de enskilda parcellerna, varvid dock ogödslade parceller ej medräknats.

De punkter, för vilka skördeuppgifter föreligger, har markerats på karta. Med hjälp av i samband med företagets projekterande gjorda ytavvägningar har sedan provplatsens nivå kunnat fastställas. Skördeuppgifter har medtagits endast för platser belägna innanför företagets begränsningskurva.

Vattenståndens variationer i Kvismare kanal är klarlagda genom kontinuerliga vattenståndsobserverationer vid Odensbacken och Kvismare järnvägsbro. De vattenståndsdiagram, som härvid upprättats, har använts för att ställa skördeavkastningen i relation till högvattenståndet under resp. år. Härvid har angivits antingen antalet översvämningdygn eller nivån i dm över h.v.y. Båda uppgifterna hänför sig till vegetationsperioden, som ansetts sträcka sig från 1/4-30/9.

Den helt övervägande delen av materialet hänför sig till åren 1961-64, vilket är en nackdel, därigenom att under dessa år allvarligare översvämningar ej inträffat, varför det torde bli svårt att få fram klara utslag för högvattnets variationer. Antalet

observationer och medelskörden för olika år framgår av nedanstående sammanställning.

Gröda	1961		1962		1963		1964		1950-64	
	Ant. obs.	m. skörd	Ant. obs.	m. skörd	Ant. obs.	m. skörd	Ant. obs.	m. skörd	Ant. obs.	m. skörd
Korn	16	3200	11	2460	20	2520	24	3280	79	3000
Havre	14	3010	14	2570	21	2090	21	3010	80	2610
Vårvete	7	3290	9	2130	9	2520	9	2990	34	2720
Höstvete	5	2610	6	2710	7	3150	8	3190	26	2960
Höstråg	2	3800	4	1950	-	-	2	4360	8	3000
Slåttervall	14	4970	10	4970	16	3950	9	4730	49	4600

Av tabellen framgår, att de olika grödorna uppvisar varierande årlig variation. 1964 synes för samtliga grödor ha varit ett mycket gynnsamt år. Vattenståndsdiagrammet för Kvismare kanal för detta år visar att vattenstånden vid de tre observationsplatserna under vegetationsperioden varit ovanligt låga och legat vid eller högst ett par dm över nedre regleringsgränsen för Hjälmaren. Nederbörden under 1964 var den lägsta under de senaste 15 åren eller 535 mm mot 696 som medeltal för hela perioden. 60 % av nederbörden föll under vegetationsperioden. 1964 års goda skörd trots relativt måttlig nederbörd bekräftar Kvismarjordarnas överlägsenhet under torra år. Detta sammanhänger med att det organogena inslaget är stort med ett stort växttillgängligt vattenmagasin som följd. Förekomsten av stabil sprickbildning p.g.a. gyttjeinslag i alven gör däremot att vid högt vattenstånd i Kvismare kanal grundvattnet hastigt stiger i de omgivande jordarna. Då högvattenytan åter sänkes kan man emellertid förvänta att grundvattnet genom den höga genomsläpligheten snabbt återgår till en lägre nivå. Vilka möjligheter gives då att ur här föreliggande material dra några slutsatser om effekten av dessa periodiskt återkommande översvämningar?

Det enligt vattenståndsdiagrammen besvärligaste av de fyra senaste åren har varit 1962. Detta år, då årsnederbörden uppgick till 770 mm, inträffade två högvattenstoppar, en i april och en i september, som båda gick upp till nivån 23,00 m.ö.h. vid Kvismare järnvägsbro. Varaktigheten av högvattnet för exv. nivån 22,80 var 14 resp. 10 dagar. En blick på medelskördarna för 1962 visar att

jämförelsevis svaga skördar erhållits detta år med undantag för slåttervallen, som detta år uppvisar den högsta avkastningen. Den direkta inverkan av de två högvattentopparna har blivit försenat vårbruk och försvårad skörd. För slåttervallen tycks vårflödet haft en klart positiv effekt.

1963 års skördeavkastning skiljer sig ej markant från 1962. Årsnederbörden var även detta år hög, 689 mm, men allvarligare flöden har ej förekommit. Det synes därför svårt att ange de relativt låga avkastningssiffrorna som ett resultat av högvattnets variation. Man kan dock konstatera att frekvensen höstsådda grödor 1961 och 1963 är 30 % mindre än 1962 och 1964, vilket troligen beror på högt vattenstånd och regnig väderlek höstarna 1960 och 1962. Antalet observationer är dock litet. (7, 10, 7, 10)

1961 uppvisas enligt tabellen nästan lika hög skörd som 1964. Undantag utgör höstsåden, som givit ca 5 dt/ha högre avkastning det senare året. Årsnederbörden uppgick till 657 mm och vattenstånden i kanalen låg på en jämn och ganska låg nivå.

I den fortsatta analysen av materialet har avkastningen på varje enskild lokal direkt ställts i relation till högvattenytan vid närmaste observationsplats. Resultatet har inprickats i diagram, ett för varje gröda (se diagram 1-4). Härvid konstaterar man för det första att materialet uppvisar en enorm spridning, för det andra att direkta översvämningar endast inträffat vid tre tillfällen. Den stora spridningen gör att man på grundval av föreliggande material ej kan ange något direkt samband mellan de båda variablerna. Det är möjligt, men ingalunda säkert, att någon klarare tendens kunnat spåras om någon ur jordbrukets synpunkt besvärligare översvämning inträffat under perioden. Vidare finns det här all anledning att reservera sig mot primärmaterialet, som till huvudsaklig del utgöres av uppgifter om provyteskördarna enligt Statistiska Centralbyråns skördeuppskattning. Dessa provytor utlägges nämligen helt slumpmässigt, med två provytor per fält för de gårdar som lottats att ingå i undersökningen. De hektarvärden som anges för provytorna kan därför starkt avvika från den verkliga skörden på fältet, vilket också betonats från S.C.B. Hektarskördarna för provytorna utgör inget säkert mått på fältets avkastning, medan de däremot som medeltal för ett större område torde ge mera tillförlitliga resultat.

I den fortsatta bearbetningen har materialet differentierats dels på olika år dels på jordarter för att om möjligt eliminera en del av den stora spridningen. Bearbetningen i denna del har begränsats till upprättande av diagram för korn.

En uppdelning på år visar att skördevärderna ligger på olika nivå på olika år samt att spridningen tycks något mindre än i det odifferentierade materialet (se diagram 5-6).

Differentieringen med avseende på jordarter grundar sig på de ingående markundersökningar som utgjort en del av förarbetet till företaget. Jorden har där indelats i tre huvudklasser: fästmarksjord, organogen jord och övergångsjord, inom vilka sedan en ytterligare uppdelning skett med avseende på bonitet och arrondering. Som organogen betecknas den jord där det organogena skiktet överstiger 35 cm. I övergångsjorden består matjorden av organisk substans och alven av mineraljord.

Medelskördarna för de olika grödorna inom de olika jordartsklasserna redovisas i nedanstående sammanställning.

---

Jord- artsklass	Korn	Havre	Vårvete	Höstvete	Slåttervall
Fästmarksjord	3430	2950	2630	3390	4680
Organogen jord	2500	2300	2000	2860	4710
Övergångsjord	3570	2770	3240	2830	4520

---

Uppdelningen på jordarter ger klara skillnader i avkastningen. Den organogen jorden synes i allmänhet underlägsen de andra två typerna. Undantag utgör slåttervallen, där skillnaderna är små för de olika jordartsklasserna. Den s.k. övergångsjorden anses i praktiken som mycket värdefull, då den påstås besitta den organogena jordens fördelar men ej dess nackdelar. För de vårsådda grödorna framträder denna överlägsenhet i viss mån, medan höstvetet och slåttervallen i detta material snarast givit utslag i motsatt riktning. Såsom framgår av de diagram, som upprättats för korn, är spridningen stor inom jordartsklasserna; särskilt gäller detta övergångsjorden (se diagram 7-8).

Möjligheterna att eliminera spridningen tycks därför små och det måste tyvärr bedömas som mycket vanskligt att på grundval av föreliggande material ange ett preciserat samband mellan skörd och högvattenyta. Alltför många ovidkommande faktorer torde inverka och bidra till den stora spridningen. Förutom årsmån, jordart och osäkerhet beträffande primärmaterialets tillförlitlighet som redan berörts, kan såsom starkt inverkan anges dikning, gödsling, brukning, ogräsbekämpning, växtföljd och andra faktorer som sammanhänger med jordens hävd och brukarens personliga kvalifikationer.

Härmed är det inte sagt att högvattnet skulle sakna inverkan på skördens storlek. Svåra översvämningar inträffade två gånger under 1950-talet och om en sådan översvämning inträffar vid en olämplig tidpunkt blir följderna katastrofala. Mer normalt högvatten kan den enskilda jordbrukaren kanske bemästra genom anpassning och påpasslighet. Att i detta material visa ett samband mellan högvatten och skördeavkastning, som varit avsikten i denna undersökning, har emellertid ej varit möjligt.