UTREDNING OM EFFEKTERNA AV

VALBOÅNS UTDIKNING TÅNGELANDA – ÖNNE

SAMT FÖRSLAG TILL EROSIONSHINDRANDE ÅTGÄRDER

Andreas Eriksson
Miljö- och Byggkontoret
Färgelanda kommun
Augusti 2001

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING
FÖRORD

1 BAKGRUND 2

1.1 INLEDNING OCH SYFTE 2
1.2 OMRÅDETS GEOLOGI OCH MARKANVÄNDNING 2
1.3 VALBOÅNS HYDROLOGI 4
1.3.1 Allmänt 4
1.3.2 Hydrologins betydelse för erosion 5
1.3.3 Valboåns naturliga lopp 5
1.3.4 Dikningen av Valboån och dess inverkan på hydrologin 6
1.4 ALLMÄNT OM SLÄNTSTABILITET OCH EROSION 9
1.5 ALLMÄNT OM KRÄFTORS OCH ÖRINGARS KRAV PÅ LIVSMILJÖ 10

2 UTREDNINGENS METODIK 11

2.1 ALLMÄNT 11
2.2 ENKÄTUNDERSÖKNING 11
2.3 STATISTIK OCH BERÄKNINGAR 11
2.4 FÄLTKARTERING 12

3 RESULTAT MED DISKUSSION 14

3.1 HAR SITUATIONEN FÖRÄNDRATS? 14
3.1.1 Erosionsförhållanden 14
3.1.2 Kräft- och öringsituationen 14
3.2 MÖJLIGA ORSAKER TILL EN FÖRÄNDRING 16
3.2.1 Erosionsförhållanden 16
3.2.2 Kräft- och öringsituationen 19
3.3 MÖJLIGA ÅTGÄRDER 22
3.3.1 En stor sedimentationsbassäng 22
3.3.2 Våtmarker och reglerad avverkning uppströms 22
3.3.3 Nya tröskar 23
3.3.4 Använda gamla meanderslingor 23
3.3.5 Erosionsskydd 23
3.3.6 Stödterrass 24
3.3.7 Pålning av slänter 24
3.3.8 Avsläntning 25
3.3.9 Sammanfattning av åtgärdsalternativ mot erosion 26
3.3.10 Möjlighet till biotopförbättring 26
3.4 VAD TILLÅTER MARKÄGARNA OCH DIKNINGSFÖRRÄTTNINGEN? 26
3.4.1 Begränsningar enligt dikningsförrättningen 26
3.4.2 Markägarnas inställning 27
3.5 FÄLTKARTERINGENS RESULTAT 27
3.5.1 Skadornas omfattning 27
3.5.2 Erosionens bidrag till fosfortransporten 29
3.6 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER 30
3.7 KOSTNADSBERÄKNING FÖR ÅTGÄRDERNA 37

4 SLUTSATSER 38

REFERENSER

BILAGA 1. Enkätundersökning
BILAGA 2. Fältkarteringens resultat
BILAGA 3. Rekommenderade åtgärder

SAMMANFATTNING

Valboån dikades 1988 på sträckan Tångelanda – Önne, vilket lett till problem med erosion. Stora mängder jord för med sig fosfor ut i ån. Vattnet blir grumligt och fosforn leder till övergödning i den nedströms liggande Ellenösjön. Man har även märkt en nedgång av antalet kräftor och öring i ån under de senaste decennierna.

Denna utredning sammanställer vad som egentligen gjordes vid dikningen, dokumenterar erosionsskadornas omfattning, pekar på dikningens konsekvenser, samt ger förslag på möjliga åtgärder.

Dikningen omfattade sprängning i berg, rätning av meanderslingor samt uppgrävning av jordtrösklar längs en sträcka på 9 km. Dikningen medförde en betydande förändring av fårans form, kantvegetation, bottenmaterial, samt dess hydrologi. Förändringen av ån har påverkat livsmiljön negativt, men är troligen inte den ensamt avgörande faktorn för nedgången av kräfta och öring. Förändringar av vattnets kemiska sammansättning och ökad förekomst av fiender kan också vara betydelsefullt för det minskade antalet kräftor. Dikningen har ökat vattenhastigheten vid medelvattenföring med ca 60 %, samtidigt som ån efter sänkningen kan hålla ett högre flöde innan ån översvämmas. Detta har ökat förutsättningarna för allvarlig strömerosion. Flera av skadorna längs Valboån orsakas av strömerosion, men där strandbrinken är över 3 m hög sker många av skreden pga. svaga jordar. Den totala tillförseln av jord till ån genom erosion har i undersökningsområdet beräknats till ca 5.000 ton under perioden 1988-2001. Detta medför en utförsel av 2,4 ton fosfor, vilket motsvarar ca 5-10 % av den totala fosfortransporten i ån vid Tångelanda. För perioden 1988-1990 beräknades 67 % av fosforn i ån vid Tångelanda komma från åkermark. I denna mängd ingår fosfor från brinkerosion och denna utredning fastslår att brinkerosion i undersökningsområdet står för ungefär 1/10 av dessa 67 %.

För att motverka erosionen, utan påverkan på vattenståndet i ån, rekommenderas avsläntning och erosionsskydd till en kostnad av ca 4,4 miljoner kronor. Det är dock svårt att åtgärda alla erosionsdrabbade sträckor. De rekommenderade åtgärderna beräknas minska tillförseln av jord från brinkar i undersökningsområdet med ca 20 %. Effekten på totaltransporten av fosfor i ån blir liten, ca 1 %. För att förbättra förutsättningarna för kräftor, öring och andra organismer kan man plantera träd längs ån och låta de som rasar i ligga kvar. Man kan även, på vissa sträckor, skapa grusbottnar där öringen kan leka. För kräftornas del kan det hjälpa att minska beståndet av minkar.

FÖRORD

Undertecknad har praktiserat på Miljö- och byggkontoret i Färgelanda kommun. Det visade sig att kommunen önskade göra en utredning som passade min bakgrund väl. Mellan 9 april och 1 juni 2001 genomförde jag därför en arbetspraktik genom Arbetsförmedlingen, där det huvudsakliga arbetet resulterade i föreliggande utredning. Min förhoppning är att den är lätt att ta till sig trots en del oundvikliga facktermer och att utredningen kan komma till praktisk användning. Jag vill speciellt tacka Jan Sandell på Miljö- och byggkontoret och Curt Svenland, projektledare för Projekt Våtmarker och Skyddszoner för deras hjälp under arbetet.

Färgelanda 2001-08-15

Andreas Eriksson
Fil. Mag. Geovetenskap

1 BAKGRUND

1.1 Inledning och syfte

I början av 1990-talet konstaterades att närsalthalterna[1] i Valboån var mycket höga (Dahlbäck, 1991). Som ett resultat av detta bildades "Samrådsgruppen för Valboån". Under första hälften av 90-talet samordnade gruppen åtgärder för att motverka tillförseln av närsalter till ån. Flera rapporter (Dahlbäck, 1994; Torstensson & Eriksson 1997; Norborg & Torstensson, 2001) har konstaterat att närsalthalterna i Valboån inte har avtagit under 90-talet. Det beräknades 1991 att åkermark stod för 67 % av fosfortillförseln till ån (Dahlbäck, 1991). Under 1995 genomfördes en studie över jordbrukets påverkan på närsalthalterna i Valboån (Svenland, 1996). Studien konstaterade att erosionen[2] från vattendragens fåror och strandbrinkar var betydlig i Valbodalen. Erosionen av brinkarna leder till skred, vilket bidrar till att Valboåns vatten ofta är grumligt. Med jordpartiklarna som förs ut i ån tillförs även fosfor. Erosionen av strandbrinkarna bidrar således till höga fosforhalter och är därmed en del av övergödnings-problemet[3]. Det är möjligt att den kraftiga erosionen i området beror på utdikningen av Valboån 1988. Det är även möjligt att dikningen av ån har bidragit till att bestånden av kräfta och öring har gått ner.

I rutor som den här kommer du i utredningen att hitta sammanfattningar och viktiga slutsatser från vissa stycken.

Utredningen syftar till att fastlägga orsakerna till den kraftiga erosionen i Valboån mellan Tångelanda och Önne, samt föreslå åtgärder för att motverka den. Med förslagen ges en grov plan för genomförandet och dess kostnader. Åns förutsättningar för att hålla ett bestånd av kräfta samt öring undersöks översiktligt.

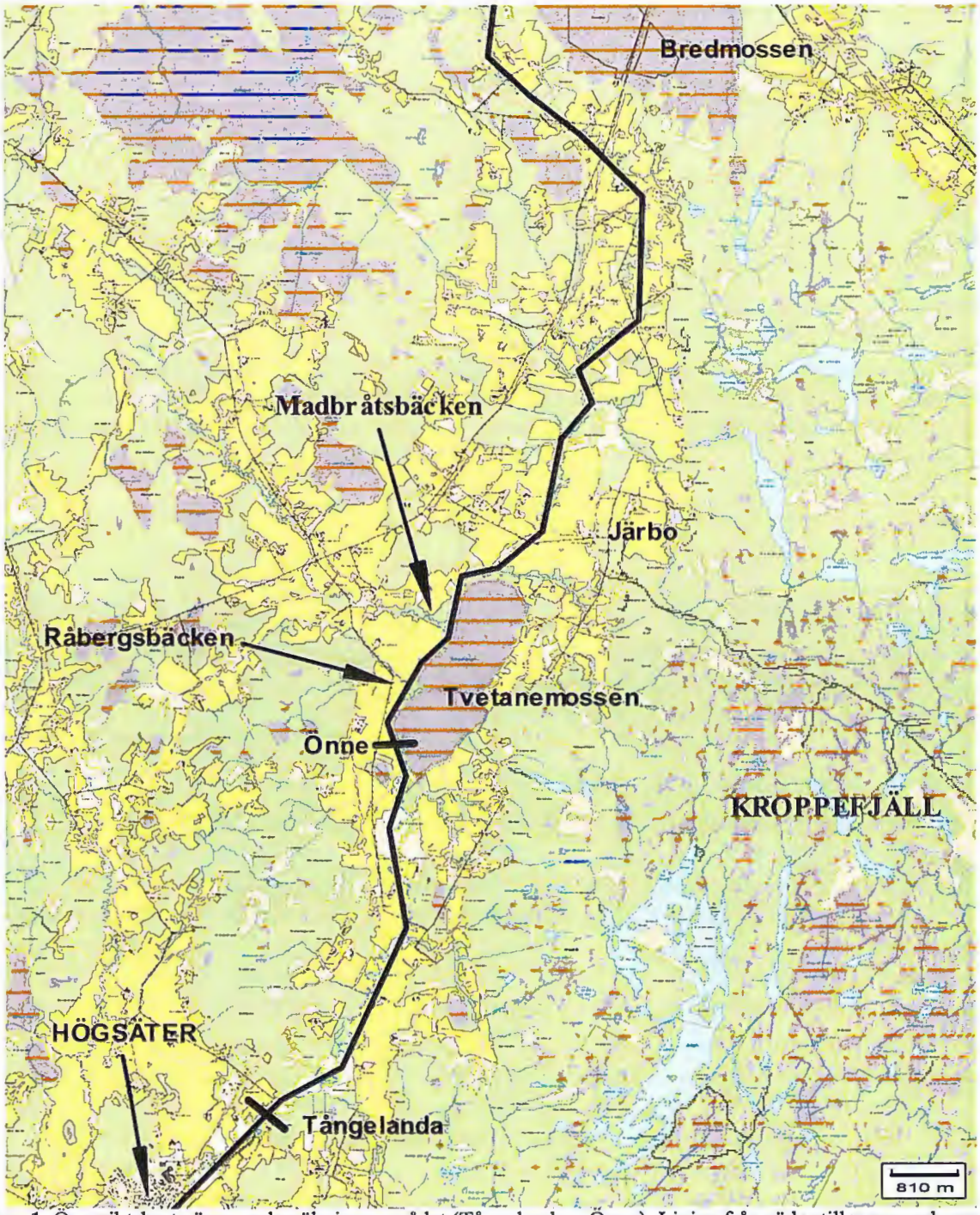
1.2 Områdets geologi och markanvändning

Utredningen begränsas till en ca 9 km lång sträcka av Valboån, norr om Högsäter i Färgelanda kommun. Området sträcker sig från bron vid Tångelanda till Önne vid södra ändan av Tvetanemossen (figur 1), det parti av ån som har dikats genom "Valboåns vattenavledningsföretag år 1973". Det är också där som erosionen har uppmärksammats vara särskilt stor.

Nuvarande jordartsfördelning och småskaliga topografi skapades för ca 11 000 år sedan då den senaste inlandsisen lämnade området. Isens tyngd hade pressat ned jordskorpan och havet kunde tränga in, i Färgelanda kommun till en högsta nivå på 165 meter över dagens havsyta vid Råggärd (Lind, 1983). Uppströms Tångelanda varierar höjden inom avrinningsområdet mellan 110 och 234 m ö.h. Således har högsta kustlinjen[4] (HK) gått genom området. I områden under HK fanns möjlighet för finkorniga jordpartiklar att bilda sediment på bottnen

[1] Med *närsalter* menas näringsämnen som växtplankton behöver för sin tillväxt, främst kväve och fosfor, som verkar övergödande på vattnet om de finns i för stora mängder.
[2] Med *erosion* menas en nednötning och borttransport av marken.
[3] *Övergödning* uppstår då det finns för mycket närsalter i vattnet. I sötvatten är det främst fosfor som skapar övergödning medan kväve är ett större problem i havet. Konsekvenser kan bli giftig algblomning och syrebrist i vattnet.
[4] *Högsta kustlinjen* är den högsta nivå som havet nådde efter den senaste istiden. Genom landhöjning har havet sedan dragit sig tillbaka. Idag är landhöjningen i Dalsland ca 3 mm/år.

av det dåtida havet. Det är i allmänhet dessa områden som är jordbruksbygd idag (mörkgult i figur 1).



Figur 1. Översiktskarta över undersökningsområdet (Tångelanda – Önne). Linjen från söder till norr markerar grovt var Valboån rinner fram. Skala 1:80 000.

I markerna närmast Valboån är jordarten lera i hela området söder om Bredmossen, ca 10 km uppströms Önne. Leran i området har i allmänhet en hög andel grövre fraktioner och endast 15-25 % ler (Svenland, 1996). Detta gör att kohesionen[5] är mindre än för en jord med högre

[5] *Kohesion* är elektrostatiska krafter som gör att finkorniga jordar, såsom lera, kan hålla ihop i klumpar. Kohesion gör att lera är svårare att erodera än sand, trots att sandpartikeln är större och tyngre.

lerhalt medan möjligheten att leda vatten är större. Vattengenomströmning möjliggör läckage av kalciumjoner som är viktiga för lerans hållfasthet. Jordar med en hög andel finkornig silt[6] är dessutom känsliga för tjäle. Det innebär att jorden kan lyftas kraftigt vid frost och sjunka vid tö, vilket leder till en störning av jordens struktur och därmed en försvagning av hållfastheten. Vid tjällossning eller framträngande grundvatten har dessa jordar en benägenhet att flyta. Omgivningarna närmast ån är omväxlande med flacka partier och böljande kullar. För att vara ett jordbruksområde är det starkt kuperat. De flacka områdena har i stor omfattning tidigare varit någon typ av våtmark som senare dikats ut och odlats upp.

Leran i området har en hög andel silt. Denna speciella sammansättning gör att jordarna är mycket känsliga för erosion.

Kullarna i området har en bergskärna, men kan på några platser domineras av morän eller isälvsmaterial med ett tunt lager lera ovanpå. Förekomsten av sådana grova jordar är dock sparsam i området och åns botten består nästan uteslutande av lera. Strandbrinken är på de flesta sträckor låg (enstaka meter), men uppgår på några ställen till mer än 5 m. Andelen åkermark i avrinningsområdet uppströms Julan är ca 14 % och den går ofta ända ner till ån (Svenland, 1996). Omfattningen och intensiteten av jordbruket i området har avtagit under senare decennier.

1.3 Valboåns hydrologi

1.3.1 Allmänt

Avrinningsområdet uppströms Råbergsbäcken (figur 1) är ca 11.100 ha (111 km^2). Ån har sina källflöden norr om Bäckefors, ett område rikt på myrmark och isälvsgrus (Lind, 1983). På vägen ned till Råbergsbäcken, som utgör det sista större biflödet uppströms undersökningsområdet, tillkommer flera mindre biflöden vars avrinningsområden har olika karaktär. Flera av dessa avrinningsområden har en hög andel myrmark, vilket ger bäcken ett klart, men humusrikt[7] vatten. Vissa av biflödena är dock mer präglade av omgivande åkermark (Svenland, 1996) och vattnet är ständigt grumligt av suspenderade[8] jordpartiklar.

Även inom undersökningsområdet tillkommer ett par biflöden av betydelse. De stora vattendragen från öster; Julan, Säterbäcken samt Svingån (figur 20, 22 respektive 23), avvattnar Kroppefjäll med dess tunna jordar och har oftast ett klart, humusrikt vatten. Tillrinnande bäckar från väster är mindre till storleken, men präglas av åkermark och är därför mer grumliga.

Medelvattenföringen vid Tångelanda är ca 2,6 m^3/s (Valboån LN253). SMHI har en provpunkt för teoretisk beräkning av vattenföringens veckomedel vid Genevi idrottsplats, strax norr om Högsäter. Under 1980-talet var lägsta respektive högsta vattenföring 0,12 och 20,2 m^3/s (SMHI). Lägst värden förekom vanligen under midvinter och sensommar och toppar vid snösmältning respektive höstregn. Motsvarande värden för 90-talet var 0,09 och 19,1 m^3/s. Vintrarna var då mildare med mer regn än snö och vattenföringen var ofta hög under stora delar av vintern.

---

[6] *Silt* är en internationell anpassning av jordartsindelningen. Silt utgör kornstorleken mellan sand och lera (diameter 0,002-0,06 mm), dvs. det som tidigare kallades mo och mjäla (grovmo räknas dock numera som sand).
[7] *Humus* är en restprodukt vid nedbrytningen av döda växter och djur. Humus uppstår främst i barrskogs- och myrområden där mycket av materialet är svårt att bryta ned. Humus ger vattnet en klar, brunaktig färg.
[8] *Suspenderade* = "uppslammade". Små partiklar, såsom ler och silt, är så känsliga för rörelser att de nästan alltid håller sig svävande i vattnet.

1.3.2 Hydrologins betydelse för erosion

Kraftig erosion och översvämningar förekommer framförallt i vattendrag med snabba flödestoppar. En snabb flödestopp innebär att vattennivån stiger kraftigt efter regn och snösmältning, men toppen passerar också relativt snabbt. Generellt har mindre bäckar en snabb flödestopp. Detta leder dock sällan till översvämningar eftersom de oftast rinner upp i höglänta områden där bäckens omgivningar är branta. Längre ned i ett avrinningsområde finns det många mindre bäcksystem uppströms som fått sin flödestopp vid *olika* tidpunkter. Vattennivåns stigning blir därför inte så stor, utan mer utdragen i tiden ju längre nedströms man kommer.

Det som framförallt styr hur snabbt nederbörd når ett vattendrag är:

1. Hur mycket av marken som täcks av vegetation
2. Jordartens kornstorlek
3. Jordtäckets tjocklek
4. Djup till grundvattenytan
5. Sluttningens lutning
6. Sträckan till närmsta vattendrag

Då vattnet väl har nått vattendraget kan vattnets framfart bromsas om det finns mycket sjöyta i avrinningsområdet. Myrmark har liknande effekt som sjöar, men ligger oftast i vattendragens källområden. Sjöprocenten för Valboån norr om Julan är mycket låg (1,4 %), men andelen myrmark är ansenlig. Av faktorerna ovan är det främst punkterna 1 och 6 som människan påverkar. Genom jord- och skogsbruk ligger många ytor mer blottade än vad som är naturligt, vilket påskyndar avrinningen och dessutom ger *mer vatten* i vattendragen. Detta beror på att en betydande del av nederbörden normalt fastnar och avdunstar från växtlighet samtidigt som vegetation konsumerar vatten från marken. Genom dikning har man dessutom förkortat sträckan till närmsta vattendrag.

Jord- och skogsbruk har under de senaste seklen sannolikt lett till högre vattenföring, en snabbare flödestopp och därmed kraftigare erosion i Valboån.

1.3.3 Valboåns naturliga lopp

Valboån har på många sträckor i området ett meandrande[9] lopp. Ett sådant mönster uppstår främst i flacka partier av vattendrag i sandiga och siltiga jordar. Det är relativt ovanligt med meandring i en så finkornig jordart som finns i Valbodalen. Meandring bygger på att ytterkurvor, där vattnets hastighet är hög, eroderas (strömerosion[10]) samtidigt som mycket av jorden sedimenterar i innerkurvan där hastigheten är låg. På så vis kan vattendraget sakta vandra fram och tillbaka i en dalgång. I Valbodalens lättleror är merparten av jordpartiklarna för små för att kunna sedimentera i rinnande vatten. Lerpartiklarna kan endast sedimentera på angränsande mark vid översvämningar, eller då de når sjöar och hav.

Den ursprungliga fåran var variationsrik. På vissa ställen var fåran bred med en halvcirkelformad botten, på andra platser en smal (2-3 m) djupfåra med breda strandplan med grunt vatten mot sidorna. Bitvis kunde ån vara uppdelad i två djupare fåror med en bank emellan. Fårans djup varierade ofta mellan någon meter vid trösklar och upp till 3,5 m i

[9] Ett vattendrag sägs *meandra* då fårans längd är minst 1,5 gånger längre än dalgången, dvs. det slingrar sig genom landskapet.

[10] Med *strömerosion* menas här kontinuerlig erosion av strandbrinkar där vattnets hastighet är hög. Där ån svänger är vattnets hastighet högst i ytterkurvan, nära stranden. I en rak fåra är hastigheten högst mitt i ån, nära ytan, vilket ger en *låg* strömerosion.

djuphålor. Medeldjupet var 2,3 m. Fårans variation påverkade flödet som var omväxlande långsamt i djuphålor och snabbare över trösklar. Flödet skiftade även mycket i sidled pga. de många bankarna. Djur- och växtarter har olika krav på livsmiljö och ju fler olika miljöer det finns i fåran desto större förutsättningar finns det för en biologisk mångfald.

Endast 26 % av strandbrinkarnas totala längd mellan Tångelanda och Önne låg över den normala högvattennivån före dikningen (Valboån LN253). Större delen av området var därmed normalt översvämmat någon gång varje år.

Alträd är vanligt längs Valboån. Generellt skapar ett välvuxet albestånd en relativt tät trädkrona som skuggar marken och tränger bort gräs och blommor. I en sådan alskog täcks jorden mest av tunna mossor och är därför känslig för erosion (Muntligt, Per Nyström). Detta leder i slutändan till att träden faller ned i ån. Ett träd i ån dämmer givetvis vattnet och ändrar flödets riktning, men detta har en positiv effekt för livet i ån. Trädet adderar en ny typ av yta för organismer att leva på samtidigt som det samlar organiskt material från ån och kan ge skydd åt t.ex. kräftor. Ett träd i ån attraherar därmed en mångfald av organismer (Muntligt, Niklas Dahlström), vilket bör ha varit naturligt i Valboån innan några rensningar gjordes.

Valboåns naturliga lopp, dvs. innan dikningen, var varierat med omväxlande snabbt och långsamt rinnande vatten. Fårans form uppvisade en mångfald av former som tillsammans med träd i fåran skapade förutsättningar för en biologisk mångfald. Valboåns meandring kommer sig av jordens kornstorlek samt vattendragets lutning och är således naturlig i området. Därmed är även en viss erosion av brinkarna naturlig.

1.3.4 Dikningen av Valboån och dess inverkan på hydrologin

Det hävdas från markägares och kommunens sida att erosionen har varit särskilt påtaglig under 90-talet och det har framförts misstankar om att detta skulle bero på dikningen och de ingrepp som gjordes 1988.

År 1975 behandlade vattendomstolen en ansökan från jordbrukare norr om Tångelanda om att få upprätta ett markavvattningsföretag. Ändamålet var att "vinna bättre torrläggnings- och brukningsmöjligheter...för åker och ängsmark" och skulle beröra 122 ha åker samt 97 ha annan mark (Valboån LN253). Vattendomstolen godkände ansökan, men några markägare överklagade. Markavvattningsföretagets ansökan prövades igen 1986 och då gick den, med vissa justeringar, igenom.

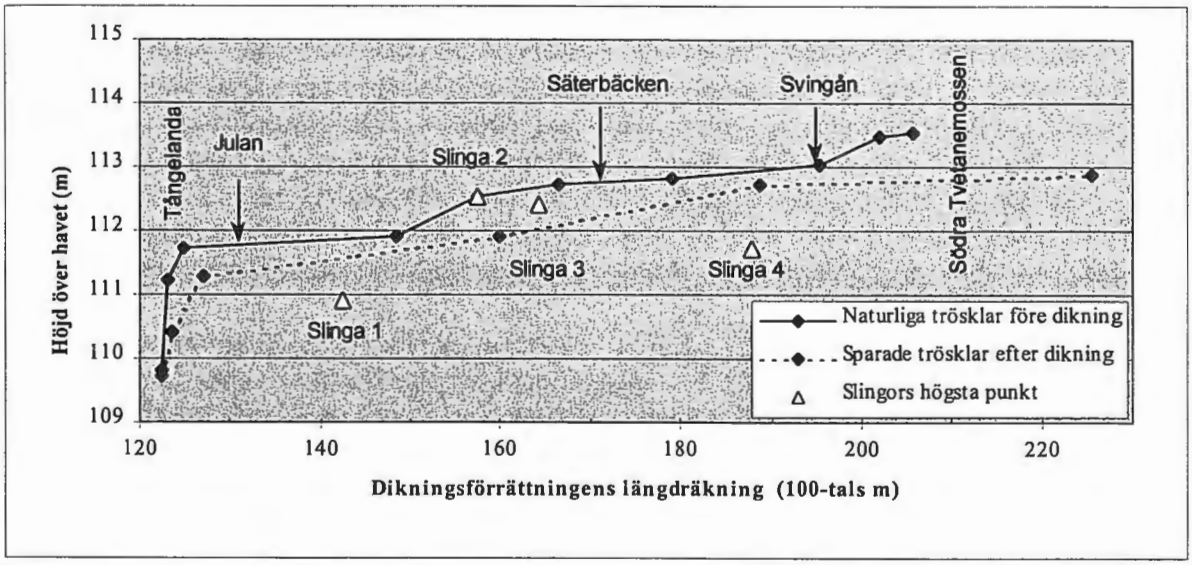
Arbetet påbörjades 1988 och innebar tre olika åtgärder. Den första var att spränga bort en del av bergströskeln vid Tångelanda. Allmänt kan en tröskel utgöras av berg eller något annat mer svåreroderat material som *kontrollerar vattennivån uppströms*. Efter en tröskel förekommer ofta forsar, men vattendraget flackar snabbt ut och kontrolleras av nästa tröskel. Trösklarna är mycket viktiga för åns vattennivå. För att förtydliga detta kan en jämförelse göras med en sjö som har en tröskel vid utloppet. Tröskelns dimensioner bestämmer hur snabbt sjön kan avvattnas. Att bredda eller fördjupa sjön på mitten påverkar inte sjöns vattenstånd (mer än temporärt vid själva grävningen). Endast genom att fördjupa tröskelns nivå kan sjön sänkas och detsamma gäller för en å. Det finns således ett par viktiga punkter längs ån – trösklarna. De bestämmer fallet på vattenytan och därmed vattnets hastighet. Bergsklackarna vid Tångelanda utgjorde trösklar och gör det fortfarande (figur 2), men den viktigaste är ca 1,5 m lägre idag (norr om Tångelanda kommer nästa fasta tröskel först vid Djupevad, 27 km uppströms, där det finns en byggd damm). Uppströms den sprängda bergsklacken finns en mängd mindre trösklar av jord.

Figur 2. Den översta bergsklacken vid Tångelanda. Tröskeln som tidigare kontrollerade vattennivån ligger 60 m nedströms, men den har sänkts 1,5 m och därmed förlorat sin betydelse. Notera hur vattnet på bilden övergår till stridare ström efter tröskeln. Längre nedströms övergår ån i en fors. Foto A.Eriksson 2001-05-11.

Den andra åtgärden berörde jordtrösklarna. Man planerade att gräva en jämn botten med gradienten 0,45 ‰[11] mellan Tångelanda och Julans utlopp, 0,27 ‰ mellan Julan och Svingån och 0,45 ‰ upp till Råbergsbäcken. De trösklar i den gamla bottenprofilen som stack upp över den planerade jämna botten grävdes bort (Muntligt, Jan Larsson). Detta skulle ha inneburit en sänkning av åns yta längs hela sträckan på ca 1,5 m. Man befarade dock att denna låga vattennivå skulle ge en alltför stor risk för skred (Entreprenad LN253) och därför sparade man jordtrösklar på tre platser; söder om Julans utlopp, samt vid slinga 2 och 4 (figur 3).

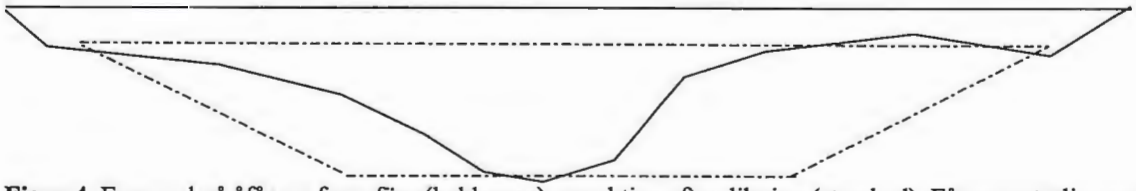
Den tredje åtgärden var att gräva av fyra meanderslingor för att korta åns lopp. Rätningarna utfördes på fastigheterna Bråsäter, Säter, Höghus samt Härsängen och kommer hädanefter benämnas slinga 1-4 räknat från söder (figur 20-21). Figur 3 visar att det tidigare fanns betydande trösklar vid Tångelanda, slinga 2 och södra spetsen av Tvetanemossen. Intressant att notera är att en av de viktigaste trösklarna låg i slinga 2. Slinga 1 och 4 har, enligt projekteringens ritning (Valboån LN253), sin högsta punkt *lägre* än den sänkta fårans och kan därför inte ha någon dämmande effekt. Det finns emellertid avvikelser mellan ritningen och verkligheten som endast har kontrollerats okulärt[12] i fält. Då framkom att det rinner vatten i slinga 4 vid normal vattenföring, medan slinga 1 och 3 endast för vatten vid högvatten (ca 0,7 m över normalnivån). Slinga 2 har numer en så hög tröskel att den aldrig är vattenförande.

[11] Tecknet ‰ (promille) betyder tusendel. En lutning på 0,45 ‰ innebär en höjdskillnad på 0,45 meter per längdkilometer.
[12] Okulärt = med hjälp av synen (utan instrument).



Figur 3. Valboåns längdprofil i undersökningsområdet från söder till norr. Pilarna markerar biflödenas utlopp. Punkterna på profilerna är de viktigaste trösklarna, dvs. de punkter som kontrollerar vattnets nivå uppströms. Linjen som sammanbinder punkterna är inte bottentopografin utan kan ses som fallet på vattenytan mellan trösklarna. Sänkningen efter dikningen uppgår till 0,2-0,8 m. Observera att den nya profilen egentligen ska vara 980 m kortare pga. rätningarna (Valboån LN253). Längdprofilerna är olika långa eftersom de punkter som idag kontrollerar vattennivån ligger glesare.

De tre ingreppen sprängning, rätning och grävning kallas hädanefter gemensamt för "dikningen". Det bör poängteras att nästan inga delar av ån lämnades orörd. Då fåran grävdes om skapades en homogent utformad kanal med en plan bottenbredd på 6 m i den södra delen och 3 m i den norra. Medelvattendjupet efter dikningen är ca 1,7 m. Förändringen illustreras i figur 4.



Figur 4. Exempel på åfårans form före (heldragen) respektive efter dikning (streckad). Fårans naturliga variation har tagits bort (Valboån LN253).

Konsekvenserna av dikningens förändringar behandlas i avsnitt 3.2. En sammanställning av dikningens åtgärder ges i tabell 1.

Tabell 1. Genomförda åtgärder i "Valboåns vattenavledningsföretag år 1973". Åtgärderna utfördes 1988 (Entreprenad LN253).

Sträcka	Sprängning (m^3)	Förkortning (m)	Grävning (antal trösklar)	Uppgrävda massor (m^3)
Tångelanda- slinga 2	760	310	6	11 040
Slinga 2 – Säterb.	-	530	11	14 050
Säterb. – Svingån	-	140	12	14 410
Svingån – Önne	-	-	16	8 770
SUMMA	**760**	**980**	**45**	**48 270**

Den ursprungliga idén, att ån skulle sänkas ca 1,5 m längs hela sträckan, skulle ha inneburit att ingen del av undersökningsområdet skulle översvämmas vid normal högvattenföring. Att man sparade tre jordtrösklar lindrade dock sänkningen till mellan 0,2-0,8 m (figur 3). Det fastställdes i dikningsförrättningen vilka som hade nytta av företaget uppströms sänkningen. Dikningens nytta bedömdes nå upp till nordspetsen av Tvetanemossen, men denna förteckning gjordes 1973, dvs. innan man kom på att spara tre trösklar.

1.4 Allmänt om släntstabilitet och erosion

Det finns en mängd olika typer av erosionsskyddande åtgärder. Vilken man väljer beror främst på vad det är som orsakar erosionen i området, men även på rent anläggningstekniska aspekter, samt kostnaderna. De faktorer som utlöser skred kan grovt delas in i faktorerna ökad stress[13] respektive minskad hållfasthet. I tabell 2 ser man att det främst är ökad stress som människan står för. Minskad hållfasthet i jorden sker framförallt genom naturliga processer.

Tabell 2. Exempel på företeelser som ökar de pådrivande krafterna (stress) på en sluttning, respektive minskar de mothållande (Selby, 1993).

Stressfaktorer	Exempel	**Minskad hållfasthet**	Exempel
Borttagande av stöd	Schaktning Underminering Sänkt vattenyta Tidigare skred	Porvatteneffekter[14]	Lyftkraft vid regn[15] Underjordisk erosion[16] Minskad friktion
Ökad belastning	Ny byggnad Tippområde Arbetande traktor	Strukturförändringar	Frosthävning[17] Avverkning[18]
Vibrationer	Trafik Jordbävning	Kemiska reaktioner	Läckage av baskatjoner[19]

Det är viktigt att poängtera att det här inte endast handlar om skred (plötslig händelse) utan även om *kontinuerlig erosion*. Den kontinuerliga erosionen nöter bort lite jord vid varje högflöde. Den kontinuerliga erosionen i ån beror framförallt på vattnets hastighet och turbulens[20].

Att minska risken för skred kan åstadkommas genom att antingen minska de pådrivande faktorerna eller undvika att de mothållande minskar. Skred kan påskyndas av strömerosion (underminering), men det avgörande är alltid jordens hållfasthet. För att minska kontinuerlig erosion är den primära åtgärden att minska vattnets hastighet och turbulens.

[13] Med *stress* menas pådrivande faktorer i jorden, sådana som utövar ett ökat tryck på något sätt.
[14] *Porvatten* är det vatten som finns i de små hålrummen mellan jordpartiklarna i marken.
[15] Vid regn kan en *lyftkraft* skapas genom att mycket vatten leds ner i marken från högre liggande områden och sedan bromsas mot en finare jordart.
[16] Vid kraftig urlakning av jorden kan den försvagas så mycket att den kollapsar under markytan. Liknande effekter uppstår ofta vid täckdikning.
[17] Is tar mer plats än vatten och marken lyfter sig då den fryser. Lyftningen sker parallellt med markytan. Då marken tinar "faller" jorden mot Jordklotets mittpunkt. Om marken sluttar innebär detta en liten nettoförflyttning nedför. Många sådana rörelser försvagar jorden.
[18] Trädens rötter binder jorden och förhindrar erosion. Då träden avverkas dör rötterna och förlorar sin positiva effekt inom något decennium. Observera att en *tät* skog kan ha motsatt effekt (avsnitt 1.3.3).
[19] Lerpartiklar är platta till skillnad från andra jordpartiklar. Dess uppbyggnad i en jord kan liknas vid ett korthus där *baskatjoner* (främst kalcium) "verkar som ett kladdigt tuggummi" i kortens skarvar. Om kalciumjonerna lakas ut blir "korthuset" mer instabilt.
[20] Ett *turbulent* vatten har mycket virvlar. Virvlarna river med sig bottenpartiklar mer effektivt än ett lugnt strömmande vatten. Turbulens ökar vid höga hastigheter, ojämn botten och svängande vattendrag.

1.5 Allmänt om kräftors och öringars krav på livsmiljö

Kräftan är ett känsligt djur som är beroende av vissa förhållanden för sin överlevnad. Då det gäller vattenkemi är det svårt att sätta generella gränsvärden, men riktvärden för de viktigaste parametrarna är (Persson, 2000):

- pH över 6,5
- Alkalinitet över 0,1 mekv/l
- Kalciumjoner över 4 mg/l
- Lösta järnjoner under 0,5 mg/l

Om dessa värden uppfylls bör det finnas förutsättningar för ett välmående kräftbestånd sett till vattenkemi. Det är dock viktigt att poängtera att ingen parameter får "vara fel" under någon del av året. Det räcker alltså inte med att konstatera bra medelvärden eller enstaka bra stickprov. Samtliga av ovanstående parametrar är kopplade till försurning. Vid långvarig försurning minskar pH och alkalinitet och markens förråd av kalciumjoner minskar. Ett lägre pH ökar utlösandet av metalljoner som är bundna i marken, däribland järn.

Kräftorna är som känsligast under följande perioder (Persson, 2000):

- Oktober-november (parning och romsättning)
- Juni-juli (romkläckning och skalbyten hos yngel)
- Maj-september (flera skalbyten för alla växande kräftor)

De känsliga perioderna skiljer sig givetvis mellan olika individer och år, men generellt är maj-november en känsligare tid för kräftan då det är viktigt att vattenkemin är god.

Förutom vattnets kvalitet är även *tillgång på föda och gömslen* mycket viktiga faktorer för kräftan (Persson, 2000). Den bor under stenar eller gräver bon i strandbrinkar av lera. Kräftans föda består främst av vattenvegetation samt nedfallande löv och insekter från överhängande träd. Trädens rötter och nedfallande träd erbjuder även gömslen för kräftan. En dikning där träden avverkas kan därmed förmodas ha en negativ inverkan på möjligheterna till ett välmående kräftbestånd.

Kräftan har fiender och den värsta är minken. En ensam mink kan minska antalet kräftor mycket kraftigt. I detta sammanhang är det mycket viktigt för kräftan att ha gömslen. Om det finns mink i området kan det vara nödvändigt att sätta ut minkfällor för att rädda kräftan. Andra faktorer som kan minska kräftbeståndet är tjuvfiske och med det risken för sjukdomsspridning (Persson, 2000).

Öringen är också känslig för försurning. Vad gäller fysisk miljö är lekbottnar av grus där öringen kan lägga sin rom viktigt.

2 UTREDNINGENS METODIK

2.1 Allmänt

Utredningen syftar till att besvara följande fem frågor:

1. Hur har skredaktiviteten och kräftbeståndet förändrats de senaste decennierna? Frågan undersöktes genom en enkät.
2. Vad har orsakat en eventuell förändring? Svaren söktes i vattenkemiska data, samt hydrologiska beräkningar och statistik.
3. Vilka möjligheter finns för att förbättra situationen? Svaret ges genom en teoretisk genomgång kopplat till områdets karaktär.
4. Vilka åtgärder är möjliga utifrån markägarnas vilja och dikningsförrättningens bestämmelser? Frågan besvaras genom en enkät till markägare och samtal med sakkunniga.
5. Var ska åtgärderna sättas in och hur ska de utformas? Frågan besvaras genom resultatet av en fältkartering och diskussioner med konsulter.

2.2 Enkätundersökning

Den 17 april skickades en enkät (bilaga 1) till de 33 delägarna i dikningsföretaget. Syftet med enkäten var framförallt att få en bild av hur skredaktivitet och kräftbestånd har varierat i området. Eventuellt kunde även indikationer på vad som är de skredutlösande faktorerna i området komma fram. Syftet var även att undersöka hur markägarna var inställda till olika åtgärdsalternativ. Svarstiden var pga. tidsbrist satt till 5 dagar (inklusive en helg). Med enkäten följde ett brev med förklarande text.

2.3 Statistik och beräkningar

Hydrologisk statistik från SMHI granskades för att se om det finns anledning att förvänta sig en ökad erosion pga. klimatförändring. Vattenkemiska data (Dahlbäck, 1991; Dahlbäck, 1994; Torstensson & Eriksson, 1997; Norborg & Torstensson, 2001) studerades för att spåra eventuella förändringar som kan hämma kräftan. Även miljörapporter för verksamheter längs ån (Råsjö torv AB; Årsrapport Skällsäter) lästes igenom. För att försöka bestämma dikningens effekt på vattnets hastighet i området gjordes beräkningar med hjälp av Mannings formel (Gordon et al., 1992). Formeln beräknar vattnets medelhastighet (v) enligt:

$$v = (R^{2/3} \times S^{1/2}) / n \qquad \text{(ekvation 1)}$$

där

R (hydraulisk radie i m) = A/P

A = fårans tvärsnittsarea (m^2)

P = den sträcka av fårans botten i ett tvärsnitt som har kontakt med vatten (m)

S (vattendragets lutning i m/m)

n (Mannings tal)

Uppgifterna hämtades från dikningsförrättningen (Valboån LN253). Mannings tal är ett mått på friktionen i fåran. Talet bestämdes med hjälp av Cowans metod där man bedömer ett antal fysiska parametrar för fårans form (Gordon et al., 1992). Beräkningen ser ut så här:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \qquad \text{(ekvation 2)}$$

där n_0 = Bottenmaterialets natur
n_1 = Bottnens ojämnhet
n_2 = Bottendjupets variation tvärs över fåran
n_3 = Mängden hindrande föremål i vattnet
n_4 = Mängden vegetation i vattnet
m_5 = Vattendragets meandringsgrad

Fårans utseende (R och n_2) och lutning (S) hämtades från de ritningar som medföljer dikningsförrättningen (Valboån LN253). Meandringen (m_5) mättes i kartdataprogrammet AutoKa-Vy. Övriga värden (n_0, n_1, n_3, n_4) kommer från bedömningar som gjordes efter fältkarteringen där den nya fåran såväl som de gamla slingorna studerades. Det bör poängteras att alla beräknade värden är osäkra och resultatet får bedömas därefter. Vattnets hastighet bedöms ändå ha en såpass stor betydelse för utredningen att beräkningen anses som viktig. Mannings formel är trots allt den mest tillförlitliga som finns att tillgå eftersom direkta mätningar från tiden innan dikningen saknas.

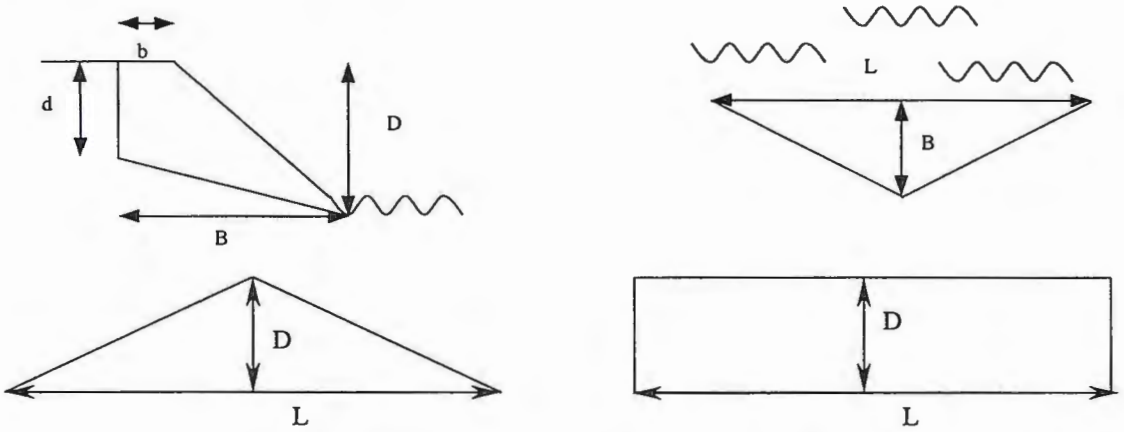
2.4 Fältkartering

Efter ett rekognoserande fältbesök den 11 april utformades enkäten, bakgrundsfakta samlades in och en planering av kommande kartering gjordes. Karteringen utfördes under 9-11 maj och inleddes med en enkel mätning av vattenföringen (flottörmetoden) vid Genevi IP. Flödesmätningen gjordes för att kunna jämföra den aktuella vattennivån med åns medelnivå. Därefter tillryggalades båda sidorna av ån med kartering av följande:

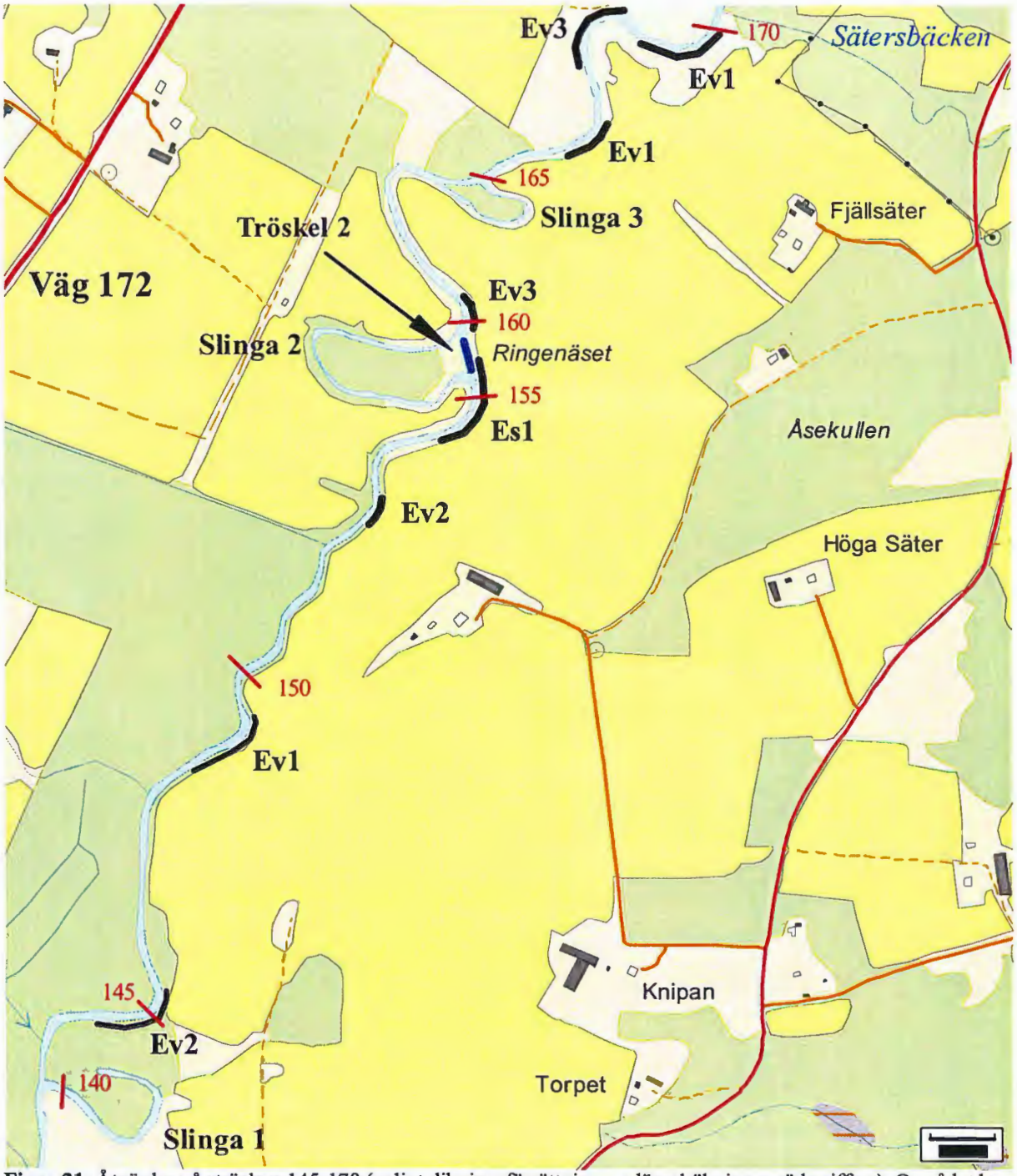
1. *Inmätning av erosionsskadornas dimension.* Skadorna klassificerades antingen som skred eller kontinuerlig erosion. Dessa förekommer ibland parallellt och bedömningen blir då svår, men det är inte av stor vikt att skilja dem åt. Skadornas utseende "modellerades" och antogs kunna beskrivas med fem mått enligt figur 5. Inmätningen utfördes med hjälp av latta (en 3-meters linjal) och måttband.
2. *Fotografering av de viktigaste erosionsskadorna.* Foton togs med digitalkamera.
3. *Bedömning av åtgärdsbehov.* Åtgärderna som är aktuella (se avsnitt 3.3-3.4) är erosionsskydd och avsläntning. Bedömningen gjordes efter prioritetsordningen:
   - Akut prioritet. Området har utsatts för kraftig erosion som står för en stor del av jordtillförseln till ån. Erosionen bedöms bli fortsatt stor utan åtgärder.
   - Hög prioritet. Områden som utsatts för något mindre kraftig erosion.
   - Normal prioritet. Områden med måttlig erosion, eller områden som utgör ett potentiellt riskområde i framtiden.

   Utifrån brinkarnas dimensioner gjordes en beräkning av schaktbehov och andra förberedelser för de skyddsåtgärder som behövs. Platser som är svårtillgängliga för arbetsmaskiner valdes bort eftersom de innebär en kraftig kostnadsökning.

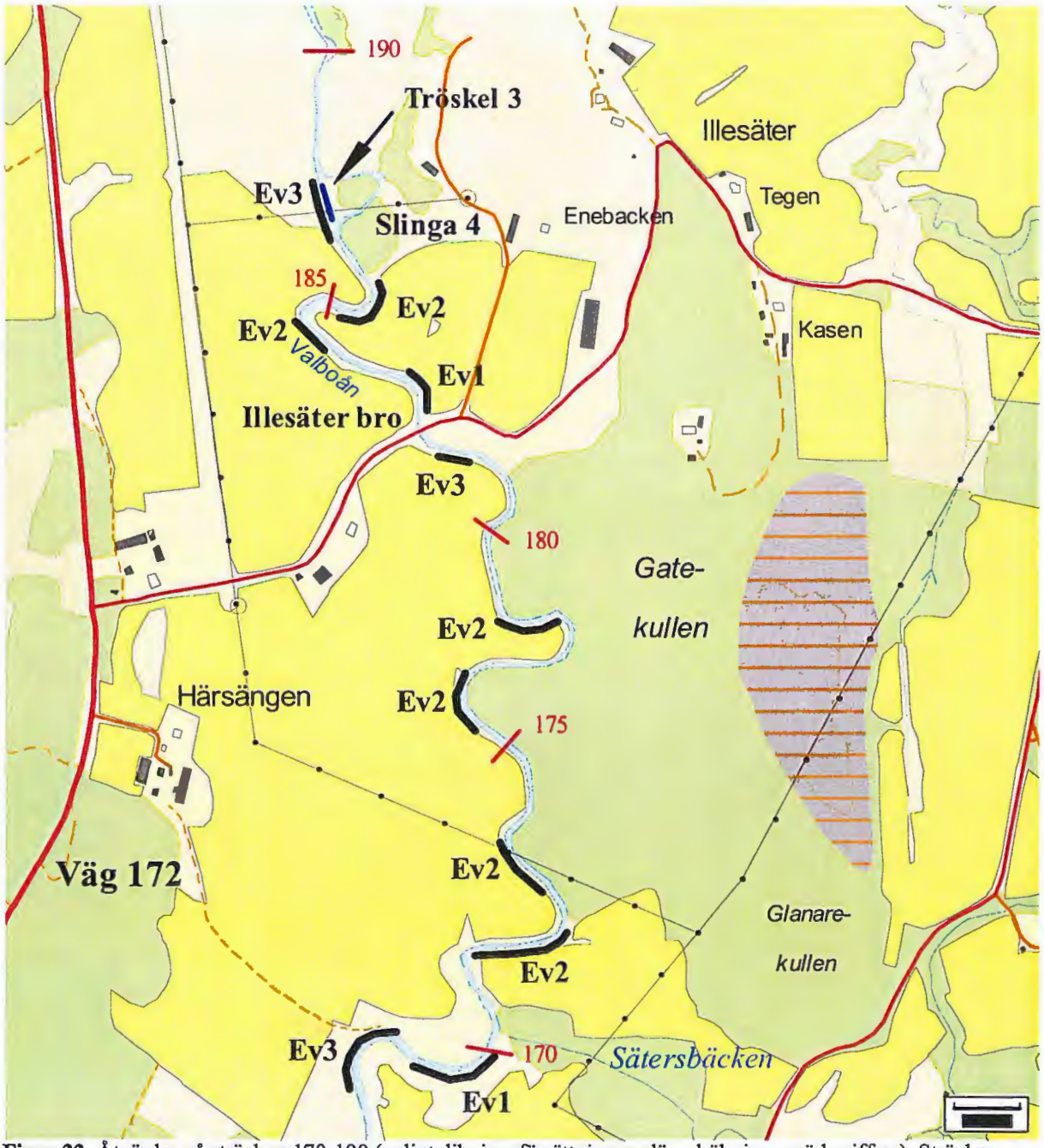
Den 30 maj gjordes en jordprovtagning i skredärren för att bestämma fosforhalten. Prov togs på 6 lokaler och blandades till ett samlingsprov. Tre av lokalerna hade åker ovanför krönet, två hade ängsmark och en hade skog. Prov togs på tre olika nivåer från skredärrets överkant: 0,15 m, 0,5 m samt 1,0 m. Resultatet användes för att beräkna den totala tillförseln av fosfor genom erosion.



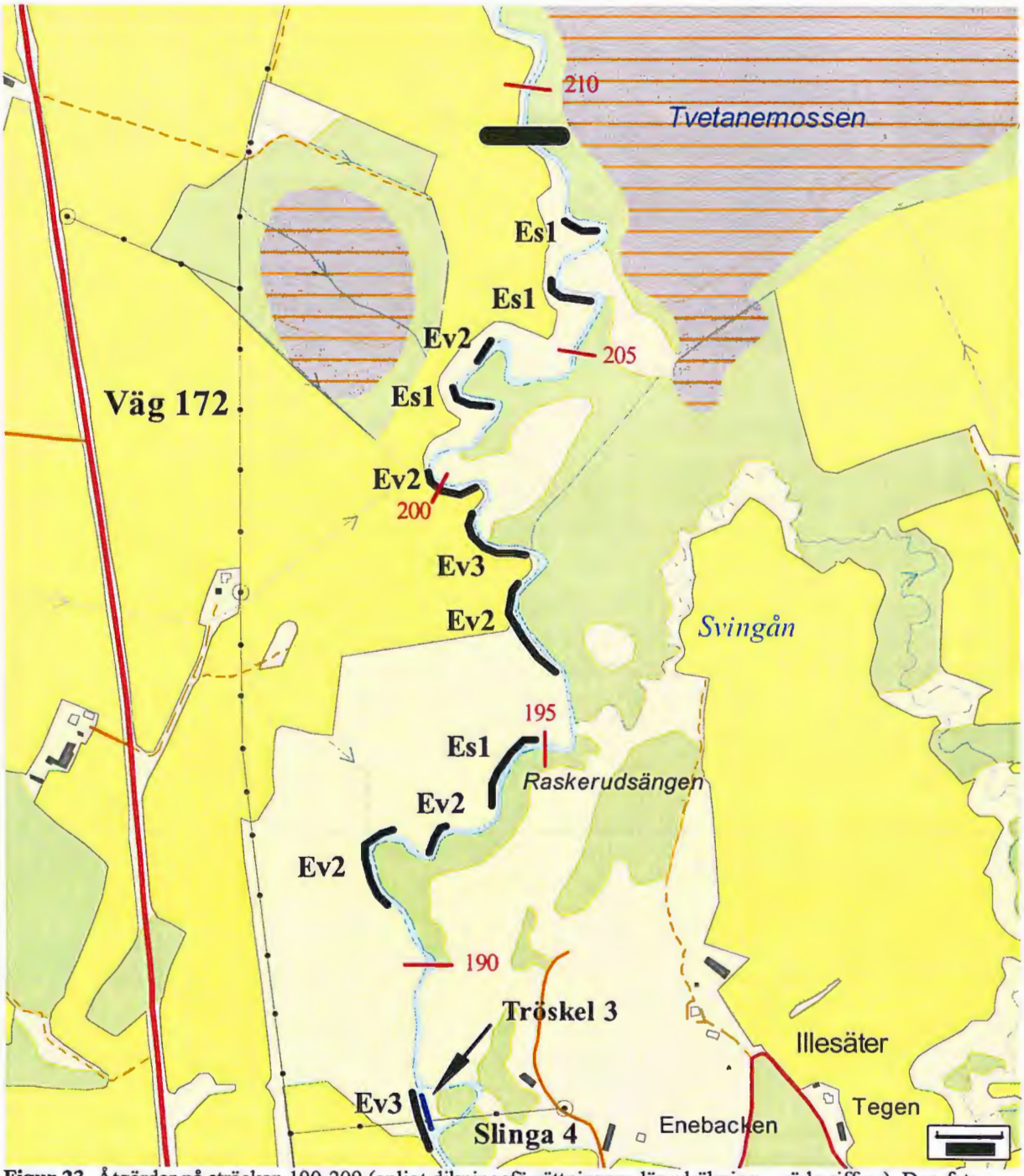
Figur 5. Principskiss över de mått som mättes i erosionsskadorna: från sidan (övre vänstra bilden) och från ovan (övre högra bilden). Den vågiga ytan representerar ån och den inneslutna ytan är den volym jord som försvunnit. De nedre bilderna visar skadan sett framifrån. Här finns två fall. För skred avtar höjden linjärt ut till dess begränsning i längd (vänstra nedre bilden) medan skador från kontinuerlig erosion har beräknats ha samma djup över hela dess längd (högra nedre bilden). D = djupet från erosionsärrets överkant till nedersta glidytan/erosionsytan, d = djupet till den karakteristiska "knycken", B = bredaste bredden, b = bredden av f.d. markyta i samma nivå som försvunnit (b är ofta 0), L = skadans längd längs ån.



Figur 21. Åtgärder på sträckan 145-170 (enligt dikningsförrättningens längdräkning = röda siffror). Området har höga brinkar och därmed en stor mängd och andel skred. Ån kantas långa sträckor av brukad åker, vilket innebär att den är ganska lättillgänglig. För förklaring av åtgärdernas beteckningar, se text 3.6.



Figur 22. Åtgärder på sträckan 170-190 (enligt dikningsförrättningens längdräkning = röda siffror). Sträckan söder om Illesäter bro har höga brinkar och många skred. Västra sidan är lättillgänglig, men inte den östra. För förklaring av åtgärdernas beteckningar, se text 3.6.



Figur 23. Åtgärder på sträckan 190-209 (enligt dikningsförrättningens längdräkning = röda siffror). Den feta linjen markerar undersökningsområdets norra gräns. Området har låga brinkar, men snäva svängar som leder till kraftig kontinuerlig erosion. Åns västra sida är lättillgänglig, men inte den östra. För förklaring av åtgärdernas beteckningar, se text 3.6.

3.7 Kostnadsberäkning för åtgärderna

Ungefärliga mängdberäkningar och á-priser för anläggandet av respektive erosionsskydd redovisas i bilaga 3. En sammanställning av kostnaden för att anlägga skydden ges i tabell 5. Det är svårt att kvantifiera nyttan med åtgärderna. Som en approximation kan vi använda oss av längden skyddad sträcka multiplicerat med erosionsintensiteten från tabell 4. Om alla åtgärderna genomförs skulle tillförseln av jord i så fall kunna minska med 96 ton/år. Detta ska jämföras med medeltillförseln under 1988-2001 som var 398 ton/år. Beräkningen är högst teoretisk, men ger ändå en fingervisning. Man ska också hålla i åtanke att erosionen vid denna typ av insatser tenderar att öka på de sträckor som inte är skyddade. Därmed skulle man kanske uppnå en minskning av jordtillförseln på ca 20 %, vilket motsvarar 1 % av den totala fosfortransporten.

Tabell 5. Sammanställning av de rekommenderade åtgärdsklasserna och deras anläggningskostnader.

Prioritet	Akut	Hög	Normal	**SUMMA**
Kostnad (kkr)	1.496	1.924	538	**3.958**
Uppskattad nytta (ton/år)	31	44	21	**96**

Utöver kostnaderna i tabell 5 och bilaga 3 kan ytterligare kostnader tillkomma. För samtliga åtgärder kan det krävas en viss avverkning av skog och träd (110 kr/st för träd med diameter större än 0,05 m 1,3 m över marken), röjning (15 kr/m^2, mindre än "träd"), samt stubbrytning (140 kr/st av träd och sly). Prisuppgifterna kommer från Christer Halleröd. Även om priserna troligen är lägre hos en mindre skogsentreprenör förstår man att det är viktigt att området är lätt att nå utan avverkning.

Det blir stora schaktmängder och dessa kan bli nödvändiga att köra bort, vilket blir dyrare. Vidare ska markägarna kompenseras för produktionsbortfall på åker under odlingssäsongen. Ersättningen här brukar ligga på ca 3.000 kr/ha (Muntligt, Curt Svenland). Ett snabbt överslag över hur stor den ersättningen kan bli resulterar i ca 250.000 kronor. Dessutom kommer avsläntningen medföra att mark måste tas ur odling för gott. Detta rör sig dock endast om ca 0,3 ha totalt. Som tidigare nämnts (avsnitt 3.6) kan vissa geotekniska undersökningar behövas (eventuellt ca 150.000 kr).

Kostnaderna i bilaga 3 summeras till ca 4 miljoner och med vissa merkostnader enligt ovan kan slutnotan hamna på ca 4,4 miljoner kronor. Förmodligen kan priserna pressas ned vid ett anbudsförfarande och kostnaden kan ses som en hög beräkning. I den summan ingår dock inga biotopförbättrande åtgärder.

4 SLUTSATSER

Föreliggande utredning har kommit fram till följande:

- Mängden skred efter dikningen har inte gått att jämföra med tiden före.
- Markägarna som svarade på enkäten ansåg att tillgången på kräftor var god i början på 1970-talet, för att sedan sjunka successivt fram till slutet av 1980-talet, då alla tyckte att tillgången var dålig.
- Dikningen beräknas ha ökat vattnets hastighet med 60 % vid medelvattenföring.
- Dikningen har medfört att vattnet numer får en högre hastighet i fåran innan ån svämmar över omgivande mark.
- Där brinken är lägre än 3 meter orsakas skadorna främst av strömerosion. Denna typ av erosion ökar vid den ökade hastighet som dikningen orsakat.
- Då brinken är högre än 3 meter är svaga jordar, kopplat till lerans speciella karaktär i området, en viktigare faktor för uppkomsten av skred.
- Dikningen har minskat förekomsten av träd i och längs ån. Detta leder till mer likartade strömningsförhållanden i hela området, samtidigt som skuggningen och tillförseln av löv och insekter till ån blir mindre.
- Kräftornas nedgång bedöms bero på ett flertal faktorer där mink, vattenkemi och en utarmad variation med avseende på föda och livsmiljöer kan vara de mest betydande.
- De eventuella grusbottnar som fanns i undersökningsområdet före dikningen har grävts bort. Det bedöms dock att mängden grusbottnar var låg redan innan dikningen.
- Erosionen är hög med en genomsnittlig jordtillförsel till Valboån på ca 400 ton/år i undersökningsområdet.
- Brinkerosionen i undersökningsområdet beräknas stå för ca 5 % av totalfosforn i ån och 10 % av den partikulära fosforn vid Tångelanda.
- För att förbättra förutsättningarna för kräftor föreslås främst minkfällor och en samsyn från markägarnas sida vad gäller en ökad förekomst av träd i och längs ån.
- Förutsättningarna för öring kan eventuellt förbättras genom att återskapa grusbottnar. Utformning och placering av dessa bör göras i samråd med fiskevårdsexpertis.
- Dikningsförrättningen stadgar att avvattningen av marken inte får försämras i området. Detta begränsar de möjliga åtgärderna mot erosion till sekundära ingrepp som endast behandlar symtomen och inte källan till problemen.
- De åtgärder som slutligen rekommenderas mot erosion är avsläntning samt skydd av stränder och jordtrösklar. Skydden bör byggas av vegetation eller sprängsten.
- Om alla de rekommenderade åtgärderna genomförs beräknas jordtillförseln till Valboån minska med ca 20 % i undersökningsområdet.
- En minskad jordtillförsel på 20 % i undersökningsområdet beräknas innebära att totaltransporten av fosfor i ån vid Tångelanda minskar med 1 %.
- Kostnaden för att genomföra alla de rekommenderade åtgärderna mot erosion beräknas bli ca 4,4 miljoner kronor.

Referenser

Dahlbäck J., 1991. Ellenösjön-Östersjön, tillstånd och närsaltsbelastning 1985-1990. Länsstyrelsen Älvsborgs län 1991:5.

Dahlbäck J., 1994. Undersökningar i Valboåns avrinningsområde 1991-1993. Färgelanda kommun.

Entreprenad LN253. Entreprenadföreskrifter för avgivande av anbud på "utförande av Valboåns vattenavledningsföretag år 1973" LN253 i Högsäter och Järbo socknar, Älvsborgs län. Bengt Gustafsson, Önne.

Gordon N.D., McMahon T.A., Finlayson B.L., 1992. Stream Hydrology. John Wiley & Sons Ltd, England.

Lind B., 1983. Översiktlig jordartskarta över Färgelanda kommun. Färgelanda kommun.

Naturvårdsverkets hemsida. www.environ.se. 2001-05-25.

Norborg A-C. & Torstensson H., 2001. Örekilsälven 1997-99. Länsstyrelsen Västra Götaland.

Persson M., 2000. Flodkräfta i Örekilsälven – etablering och hållbart nyttjande. Hushållningssällskapet Uddevalla.

Råsjö torv AB. Miljörapport för 1999 enligt Miljöskyddslagen, torvtäkten Bredmossen vid Bäckefors, Färgelanda kommun.

Selby M.J., 1993. Hillslope Materials and Processes, 2nd edition. Oxford University Press, England.

SLU:s hemsida. http://www-markinfo.slu.se/. 2001-05-23.

SMHI. PULS-modellen, Biblioteket på Miljö- och Byggkontoret, Färgelanda kommun.

Svenland C., 1996. Jordbruket och vattendragen i Färgelanda kommun – förslag till skyddszoner, våtmarker och andra åtgärder. Länsstyrelsen i Älvsborgs län meddelande 1996:1.

Torstensson H. & Eriksson U., 1997. Valboån och Lerdalsälven 1994-96. Färgelanda kommun.

Valboån LN253. Valboåns vattenavledningsföretag år 1973, Jordbruksverket Skara.

Årsrapport Skällsäter. Årsrapport för avloppsreningsverk 1999, Färgelanda kommun.

Muntliga källor

Gunnar Barrefors. Biträdande miljöskyddsdirektör, Länsstyrelsen Västra Götaland. Muntlig kontakt och e-post 28 maj.

Niklas Dahlström. Doktorand naturgeografi, Mitthögskolan. Muntlig kontakt 1 juni.

Niklas Egriell. Fiskevård, Naturvårds- och fiskeenheten, Länsstyrelsen Västra Götaland. Muntlig kontakt 31 maj.

Bernt Eriksson. Miljöansvarig Råsjö torv AB, Hudiksvall. Muntlig kontakt 30 maj.

Christer Halleröd. Christer Halleröd Projektledning, Uddevalla. Muntlig kontakt och fax 31 maj. Tel.nr 0522-669686

Christer Johansson. Markägare Härsängen 1:3. Muntlig kontakt 19 april och 25 maj 2001.

Jörgen Johansson. Skogsvårdsstyrelsen Bäckefors. Muntlig kontakt 29 maj.

Jan Larsson. Ingenjör på dåvarande Lantbruksnämnden. Muntlig kontakt 19 april och 25 maj 2001.

Bengt Leking. Bohusgeo AB, Uddevalla. Muntlig kontakt 6 augusti. Tel.nr 0522-39045.

Leif Lettesjö. 1:e länsfiskekonsulent, Länsstyrelsen Västra Götaland. Muntlig kontakt 31 maj.

Fredrik Nilsson. Kalkningsuppföljning, Naturvårds- och fiskeenheten, Länsstyrelsen Västra Götaland. Muntlig kontakt och e-post 31 maj.

Per Nyström. VD på företaget Veg Tech. Muntlig kontakt 31 maj. Tel.nr 070-3991025.

Curt Svenland. Projektledare för Projekt Våtmarker och Skyddszoner, Färgelanda kommun. Muntlig kontakt ett flertal gånger under april och maj.

Bilaga 1. Enkät

1. Din gårds namn _____ Hur länge har du bott på gården? _____ år

2. Vilken typ av erosionshindrande åtgärder kan du tillåta på din mark? (Du kan ange flera)

Strandskoning Avsläntning Mindre dämning Förlänga fåra

Kommentar:

3. Vad är din uppfattning om dikningens effekter?

	Ja	**Nej**
Har du färre översvämningar nu?		
Varar översvämningarna kortare tid idag?		
Tycker du att dikningens effekt är positiv?		
Är du för en återställning av åns ursprung?		

Kommentar:

4. Vilka *år* har din mark drabbats av skred? Om du inte minns exakt är det bättre att du gissar än att inte skriva något alls (då vet jag ungefärlig tid).

Årtal	Antal

Kommentar:

5. Under vilka *väderförhållanden* sker skred på din mark (du kan kryssa flera)?

Under period med kraftigt eller ihållande regn

Perioden efter (inom några veckor) en kraftig högvattensperiod

Annat tillfälle

Vet ej

Kommentar:

6. Under vilken *årstid* sker skred på din mark (du kan kryssa flera)?

Vår (mar-maj)

Sommar (jun-aug)

Höst (sep-nov)

Vinter (dec-feb)

Vet ej

Kommentar:

7. Vad är din uppfattning om tillgången på kräftor i ån? Markera med kryss för respektive år om tillgången varit riklig, måttlig eller dålig (enstaka eller inga alls).

	Riklig tillgång	Måttlig tillgång	Dålig tillgång
1970			
-71			
-72			
-73			
-74			
-75			
-76			
-77			
-78			
-79			
-80			
-81			
-82			
-83			
-84			
-85			

	Riklig tillgång	Måttlig tillgång	Dålig tillgång
1986			
-87			
-88			
-89			
-90			
-91			
-92			
-93			
-94			
-95			
-96			
-97			
-98			
-99			
-00			

Kommentar:

8. Övriga synpunkter.

TACK FÖR HJÄLPEN!

Bilaga 2. Fältkarteringens resultat

Tabell I. Position och dimension på de erosionsskador som karterades på **sträcka 1 = Tångelanda – slinga 1.** Position anges i enlighet med dikningsförrättningens längdräkning (andra decimalen är meter) och utgår från skadans södra begränsning. Se figur 5 för förklaring av beteckningarna B, b, D, d samt L. Alla skred har för åskådlighets skull markerats med grått. Beteckningar under "Åtgärd" betyder: 0 = ingen åtgärd, Es1 = stenskydd akut prioritet, Ev# = vegetationsskydd med prioritet 1 = akut, 2 = hög, 3 = normal.

Namn	Position	B	b	D	d	L	Volym (m^3)	Åtgärd
K1V	126,50	1,5	1,0	1,5	1,2	40	18	0
K2V	129,00	3,0	0,0	1,5	1,0	35	36	0
S1V	131,45	2,5	0,5	1,6	0,5	8	7	0
K1O	131,70	1,5	0,0	1,5	0,7	60	16	0
S2V	134,50	2,5	0,5	1,7	1,0	40	12	0
K2O	136,20	1,6	0,6	1,7	1,0	130	52	0
K3V	137,50	4,8	1,0	2,2	0,7	50	60	0
K4V	139,50	5,5	2,0	2,5	1,8	40	118	0

Tabell II. Position och dimension på de erosionsskador som karterades på **sträcka 3 = Illesäter bro - Önne.** Se tabell I för förklaring. **Observera att detta är den nordligaste sträckan. Mittensträckan finns på nästa sida.**

Namn	Position	B	b	D	d	L	Volym (m^3)	Åtgärd
K7O	182,50	3,0	0,0	1,3	0,6	50	26	Ev1
S15V	183,00	2,5	0,0	1,8	1,2	8	7	0
S16V	184,10	4,0	0,0	1,8	0,9	20	30	Ev2
K8O	185,20	4,5	0,0	2,1	1,3	70	119	Ev2
K5VO	187,00	4,5	0,0	1,7	1,3	30	155	Ev3
K6V	189,50	3,0	0,0	1,6	1,0	30	35	0
K9O	190,00	2,0	1,0	2,3	1,3	15	11	0
K7V	191,50	2,5	0,0	1,2	0,7	120	53	Ev2
K10O	192,50	2,3	1,5	2,0	1,3	50	37	0
K8V	192,80	3,5	0,5	1,8	1,0	20	32	Ev2
K9V	194,00	4,0	0,5	1,8	1,0	80	80	Es1
K11O	195,30	1,5	1,0	2,5	1,7	35	22	0
K10V	196,30	3,0	1,0	1,7	1,3	80	78	Ev2
K12O	197,80	2,0	1,0	1,7	0,5	30	8	0
K13O	199,30	2,8	1,5	1,8	0,8	40	22	0
K14O	201,00	2,0	1,5	2,3	2,0	30	30	0
K15O	201,60	3,0	2,0	1,4	1,0	35	26	0
K11V	201,90	5,0	2,0	2,0	1,3	35	67	Es1
S17V	203,00	4,0	0,5	1,7	1,3	8	9	Ev2
S18V	203,15	5,5	1,0	2,0	0,7	4	11	Ev2
K16O	204,00	2,5	1,5	2,0	1,1	25	17	0
K17O	204,50	2,8	1,5	1,8	0,8	30	17	0
K12V	205,00	4,0	0,5	1,4	0,7	15	24	0
K18O	205,60	3,0	1,5	2,4	1,8	10	17	0
K13V	205,80	5,0	1,0	1,8	1,2	35	76	Es1
K19O	207,00	2,0	0,0	1,5	0,8	25	14	0
K14V	207,20	3,8	1,0	1,6	1,4	40	59	Es1
K20O	208,00	1,5	0,7	1,8	1,5	40	23	0

Tabell III. Position och dimension på de erosionsskador som karterades på **sträcka 2 = Slinga 1 – Illesäter bro.** Se tabell I för förklaring.

Namn	Position	B	b	D	d	L	Volym (m^3)	Åtgärd
S1O	144,60	3,0	0,0	2,2	1,1	4	6	Ev2
S2O	144,90	4,0	1,7	2,5	1,2	14	19	Ev2
S3O	148,70	5,3	0,0	3,2	0,2	7	39	Ev1
S4O	148,81	7,5	0,0	3,7	1,5	12	89	Ev1
S5O	148,95	7,3	0,5	3,9	2,1	13	84	Ev1
S6O	149,27	4,2	0,0	2,0	1,0	6	13	Ev1
S7O	152,80	2,0	0,0	1,4	0,8	15	7	Ev2
S3V	153,10	2,0	0,8	2,7	0,5	7	7	0
S8O	154,60	2,1	0,3	1,6	0,4	12	8	Es1
S9O	154,78	3,5	0,3	2,0	0,7	6	11	Es1
S10O	154,86	1,5	0,3	2,5	0,7	4	3	Es1
S11O	154,94	3,0	0,3	2,3	0,6	8	14	Es1
S12O	155,13	3,0	0,3	1,9	0,1	12	19	Es1
S13O	155,30	4,1	1,0	2,1	0,3	11	23	0
S14O	160,00	4,0	1,0	1,7	0,8	22	23	Ev3
S4V	160,60	3,5	1,0	2,5	1,0	10	16	0
S5V	162,10	2,5	0,5	1,7	0,7	6	5	0
S15O	166,50	11,5	0,0	5,3	2,3	56	761	Ev1
S16O	166,70	5,3	0,0	2,0	0,2	8	26	Ev1
S17O	166,70	4,0	0,0	1,7	0,5	8	14	Ev1
S18O	168,90	2,8	0,0	1,0	0,3	15	10	0
S19O*	169,10	14,5	0,0	5,4	1,9	91	694	Ev1
S6V	170,50	5,0	0,5	2,0	0,3	4	12	0
K3O	171,30	2,0	0,5	1,5	0,8	120	48	Ev2
S7V	173,00	7,5	1,5	4,2	2,4	53	218	Ev2
K4O	174,00	2,5	1,0	2,0	1,2	120	90	0
S8V	175,50	6,5	1,2	2,4	1,5	27	66	Ev2
K5O	177,20	3,0	0,5	1,7	1,0	100	75	0
S9V	178,10	5,0	0,8	2,3	1,2	12	28	Ev2
S10V	178,60	3,0	0,0	2,0	1,0	3	5	Ev2
S11V	178,80	4,0	1,0	1,9	0,9	4	6	Ev2
S12V	179,70	4,5	0,7	2,0	1,2	7	12	0
K6O	180,40	3,5	1,0	1,8	0,6	70	37	0
S13V	181,30	2,8	0,3	1,6	0,7	3	3	0
S14V	181,80	5,5	0,0	2,2	1,3	30	69	Ev3

*Skredet är inmätt i flera sektioner. Dimensionerna avser sektionen med högst värde. L avser dock den totala längden.

Bilaga 3. Rekommenderade åtgärder

Per Nyström, Veg Tech AB, har besökt området och gett ett grovt genomsnittligt pris för anläggandet av vegetationsskydd på 2.000 kr/löpmeter. Det innefattar arbete med schakt (avsläntning), strandrullar och övrig sådd till ett färdigt skydd. De högre brinkarna (Ev1) kan bli dyrare och eventuellt har han inte räknat med en så kraftig avsläntning och därav följande schaktarbete som rekommenderas i de större sluttningarna här (1:2,5).

För byggande av stenskydd har á-priser erhållits av Christer Halleröd enligt tabell I. Enligt dessa blir det genomsnittliga priset per löpmeter stenskydd ca 1.500 kr.

Tabell I. Á-priser för anläggande av stenskydd (Christer Halleröd).

Åtgärd	Schakt	Fiberduk	Utläggning av sprängsten	Sådd av gräs	Plantering av träd
Enhet	m^3	m^2	m^2	m^2	st
Pris/enhet	45	12	170	4	60

Tabell II redovisar mängd- och kostnadsberäkning för de sträckor där skydd bör anläggas. Trädplantering är inte nödvändigt för skyddens funktion, men de kan inverka positivt på livet i ån (avsnitt 1.3.3 och 1.5). Träd kan i det avseendet planteras var som helst och inte nödvändigtvis vid erosionsskydd.

Vid beräkningen av kostnaden för att skydda jordtrösklarna har samma pris som för brinkskydden av sten använts. Arealen som behöver skyddas och mängden som behöver schaktas har för trösklarnas del inte mätts in i fält, utan är en uppskattning. Priset är troligen en överskattning.

Tabell II. Mängd- och kostnadsberäkning för de åtgärder som rekommenderas på de sträckor som bör skyddas. Mängderna är grovt beräknade. För schaktningen har lutning 1:2,5 använts för brinkar högre än 3 m och 1:2 för de som är under 3 m höga. De grå raderna är de brinkar som rekommenderas ett stenskydd medan de orangea är trösklarna. Vid tröskel 3 har ett vegetationsskydd med prioritet 3 rekommenderats om inte skydd av tröskeln blir av (figur 22).

Sträcka	Schakt	Fiberduk	Stenskydd	Veg-skydd	Grässådd	Trädplant	Prioritet	Kostnad
100 m	m^3	m^2	m^2	m^2	m^2	st	1, 2, 3	kr
126,80-127,70	50		900				1	155 250
144,50-145,20	439			495	188		2	139 561
148,50-149,40	835			495	188		1	139 561
152,40-152,90	283			354	134		2	99 687
154,50-155,40	416	727	727		277	11	1	152 810
155,00-160,00	150		1200				1	210 750
159,90-160,20	114			212	81		3	59 812
166,50-167,00	240			637	242		1	179 436
167,50-168,50	300			708	269		3	199 373
169,00-170,00	181			708	269		1	199 373
171,50-172,50	1419			708	269		2	199 373
173,00-173,70	678			495	188		2	139 561
175,30-176,10	114			566	215		2	159 499
178,10-178,80	172			495	188		2	139 561
181,40-181,80	47			283	108		3	79 749
182,50-183,00	697			354	134		1	99 687
184,00-184,50	207			354	134		2	99 687
185,30-185,90	49			425	161		2	119 624
186,50-188,40	100		560				1	99 700
190,90-192,10	240			849	323		2	239 248
192,80-193,15	70			248	94		2	69 781
194,00-195,00	164	808	808		308	13	1	156 376
196,30-197,70	348			991	377		2	279 122
198,20-199,20	342			708	269		3	199 373
199,60-200,50	229			637	242		2	179 436
201,90-202,60	73	565	565		215	9	1	107 565
203,00-203,30	40			212	81		2	59 812
205,70-206,30	16	485	485		185	8	1	90 130
207,10-207,60	26	323	323		123	5	1	60 779
Summor	**7987**	**2908**	**4668**	**10935**	**5263**	**45**		**3 958 425**