# Dammhaveriet vid Boliden Mineral AB:s anläggning i Aitik den 8 september 2000

## Bedömning av orsakerna till dammhaveriet

LÄNSSTYRELSEN
I NORRBOTTENS LÄN
RAPPORTSERIE
NUMMER 6/2001

**www.bd.lst.se**

LÄNSSTYRELSEN I
NORRBOTTENS LÄN

SLUTRAPPORT

2001-10-08 240-10478-2000

**Referens: Christer Andersson**
**Omslagsfoto: Jan-Olov Westerberg**
**Tryck: Länsstyrelsens tryckeri**
**Upplaga: 1**

**ISSN 0283-9636**

**Länsstyrelsen i Norrbottens län**
**Postadress: 971 86 LULEÅ**
**Besöksadress: Stationsgatan 5**
**Telefon: 0920-960 000**

**Hemsida**
**www.bd.lst.se**

LÄNSSTYRELSEN I
NORRBOTTENS LÄN

SLUTRAPPORT

2001-10-08 240-10478-2000

# Dammhaveriet vid Boliden Mineral AB:s anläggning i Aitik den 8 september 2000

## Bedömning av orsakerna till dammhaveriet

LÄNSSTYRELSEN I
NORRBOTTENS LÄN

SLUTRAPPORT

2001-10-08 240-10478-2000

## Sammanfattning

Boliden Mineral AB (Boliden) bedriver gruvverksamhet i Aitik, som ligger cirka 10 km sydost om Gällivare. Vid anrikningen av malmen erhålles som restprodukt bland annat sand som upplägges i ett cirka 13 $km^2$ stort magasin. Sandmagasinet omgärdas av berg och i flackare delar avgränsas det av ett antal dammbyggnader. Omedelbart väster om sandmagasinet ligger ett cirka 1,5 $km^2$ stort klarningsmagasin. Sandmagasinet och klarningsmagasinet åtskiljs av en dammbyggnad.

Sent på kvällen den 8 september 2000 havererade dammen mellan sandmagasinet och klarningsmagasinet och cirka 1,6 $Mm^3$ (miljoner kubikmeter) vatten med något förhöjd kopparhalt rann ut i vattendragen Leipojoki och Vassara älv via klarningsmagasinet. På grund av dammhaveriet steg vattennivån i klarningsmagasinet med cirka 1,2 m på några timmar och det förelåg risk för haveri även av den damm som begränsar klarningsmagasinet. Om denna damm hade havererat kunde uppemot 15 $Mm^3$ vatten ha runnit ut från magasinet med risk för omfattande konsekvenser för människors liv och egendom.

Länsstyrelsen har i egenskap av tillsynsmyndighet för Bolidens gruvverksamhet i Aitik regeringens uppdrag att granska den av bolaget genomförda utredningen om orsakerna till haveriet och bolagets rutiner för drift, tillsyn och underhåll av dammarna. I uppdraget ingår även granskning av efterlevnaden av givna tillstånd, samt granskning av bolagets kontroll av haveriets miljöpåverkan.

Uppdraget syftar till att åskådliggöra slutsatserna i bolagets utredning, samt att efter genomgång och egen tolkning av konsultrapporter m m, lyfta fram frågor för eventuell vidare granskning. I den mån som svagheter och brister kunnat påvisas omfattar uppdraget också att lämna förslag till åtgärder för förbättring av dammsäkerheten.

Enligt länsstyrelsens uppfattning som grundas på genomgång av ett omfattande källmaterial, däribland Bolidens rapport över orsakerna till haveriet, var den omedelbara orsaken till haveriet i huvudsak brister inuti dammkroppen i kombination med något förhöjd yttre påverkan i form av höga flöden och rikligt regn.

Två huvudteorier har framlagts av Boliden. Enligt dessa har dammkroppen havererat, antingen genom att ett för högt portryck i dammen orsakat för låg släntstabilitet, eller genom att ett sjunkhål utbildats genom inre erosion vilket lett till överströmning och fullbordat haveri.

Ett dammhaveri kan antingen bero på brister i dammens uppbyggnad, oförutsedd yttre påverkan eller en kombination av dessa faktorer. I detta fall har visserligen den yttre påverkan varit något förhöjd, men ändå inom de gränser som dammen skulle ha varit dimensionerad för. Orsaken till haveriet står därför att finna i brister i dammkroppen eller dess grundläggning. Dessa brister har sannolikt sin grund i svagheter i Bolidens egenkontroll i samband med projektering, byggande och reparationsarbeten. Ett antal brister har också kunnat konstateras vid dessa skeden för den nu havererade dammen. Den tekniska övervakningen av dammen innan haveriet var vidare otillräcklig för att bristerna

skulle kunna upptäckas i tid och därmed eventuellt kunna förhindra haveriet. Vissa förhållanden som idag betraktas som brister kan dock förklaras av att det tidigare gällde andra krav på exempelvis egenkontroll och annan praxis beträffande konstruktion av t ex avbördningsanordningar.

Det får dock inte råda några som helst tvivel om att denna typ av dammar, och särskilt de som tillhör någon av de högsta konsekvensklasserna, som den nu havererade dammen gjorde, måste ha en bättre teknisk övervakning av portrycket än vad den havererade dammen hade. Dokumenterade läckage, sjunkhål och ras har indikerat att dammen kunde vara uppblött. Under sådana förhållanden borde skärpt bevakning i någon form ha varit självklar. De brister som länsstyrelsen kunnat konstatera i egenkontrollen, är främst av historisk karaktär. Boliden har idag ett system för egenkontroll som enligt länsstyrelsens uppfattning väl svarar mot de krav som kan ställas. När haveriet upptäckts, fungerade rapporteringssystem o dyl bra.

Vid uppförandet av den havererade dammen har enligt länsstyrelsens uppfattning några avvikelser från gällande tillstånd gjorts. Detta har föranlett länsstyrelsen att överlämna ärendet till miljöåklagaren för bedömning.

Statusen på den damm som begränsar klarningsmagasinet är avgörande för människors liv och egendom inom närområdet vid vattendragen nedströms Aitik. Dammens konstruktion och uppbyggnad är sådan, att ytterligare utredning av dess hållfasthet är angelägen, något som styrks av den incident som inträffade i december 2000. Vissa förbättringsåtgärder har dock vidtagits efter incidenten.

Eftersom utredningsarbetet belyser två olika teorier angående orsaken till dammhaveriet och fullständig klarhet om orsaken troligen inte kommer att kunna fastställas är det tillfredsställande att Boliden har tagit initiativ till att i fortsatt arbete med dammsäkerhet beakta båda teorierna.

Under den tid då arbetet med rapporten pågick inträffade en mindre incident vid den damm som begränsar sandmagasinet. Undersökningarna av denna incident har inte ännu avrapporterats, varför någon närmare diskussion inte kan föras om orsakerna till denna.

Länsstyrelsens granskning har resulterat i förslag till förbättringar av instruktionerna för drift, tillsyn och underhåll av dammarna. Bland annat anser länsstyrelsen att dammarna i Aitik bör utrustas med mer omfattande instrumentering för övervakning. Länsstyrelsen har dessutom följt upp bolagets egenkontroll vid anläggning av den damm som ersatt den havererade dammen, och därvid funnit att denna skötts tillfredsställande.

Länsstyrelsen föreslår att möjligheterna att skärpa tillsynen över de dammar, såväl vattenkrafts- som gruvdammar, som tillhör de högsta konsekvensklasserna bör utredas vidare.

## Abstract

Boliden Mineral AB operates a copper mine in Aitik, which is situated 10 km south east of Gällivare. The tailings that remains after the concentration of the ore are piled in a approximately 13 $km^2$ area. The tailing piles are surrounded by hills and in the flatter regions by numerous dams. A 1.5 $km^2$ settling pond is situated west of the tailing piles. The tailing piles and the settling pond are separated by a tailings dam.

Late in the evening, September 8, 2000 the internal tailings dam failed and approximately 1,6 $Mm^3$ of water containing dissolved copper flowed via the settling pond to the recipients Leipojoki and Vassara river. Due to the dam failure, the water level in the settling pond rose approximately 1.2 m in just a few hours, risking a failure of the dam surrounding the settling pond. If this dam had failed, a volume of almost 15 $Mm^3$ of water would have flowed out of the settling pond and into the recipients with the risk of serious consequences for people's life and property.

The county administration board (CAB) has, in it's capacity as inspecting authority for Bolidens mining activities in Aitik, been commissioned by the government to review Boliden's inquiry of what caused the dam failure, and company routines for the operation, inspection and maintenance of the dams. The review includes reviewing the already issued permits, the observance of these and the company's monitoring of the environmental impact of the dam failure.

The review aims to make the conclusions which the company drew based on their consultant's reports clear, and together with the CAB's interpretation of the same consultant's reports, point out important areas for eventual further inquiry. Where cases of shortcomings were detected, the inquiry also aims to recommend appropriate measures for improvement of dam safety.

According to CAB's interpretation, based on reviewing of extensive source material, including Boliden's inquiry of what caused the dam failure, most likely the dam failure was caused by bad conditions inside the tailings dam, exacerbated by slightly intensified external influence as high flows and heavy rain.

There have been two main theories. According to these theories the dam has collapsed, either caused by low slope stability due to high pore pressure, or development of a sinkhole through inner erosion, which led to overflowing and completed the dam failure.

A dam failure can occur either by shortcomings in the construction of the dam, unexpected external influence or a combination of these factors. In this case the dam has admittedly been slightly affected by external influence , but still within the limitations the dam should have been designed for. The cause of the dam failure is therefore to be found in bad conditions in the dam or it's foundation-laying. These bad conditions were probably caused by cases of shortcomings in Boliden's own inspection during planing, construction and repairs. Several shortcomings have been detected in these phases of the now failed dam. The monitoring of the dam was inadequate to be able to detect the

problems in time to possibly prevent the dam failure. Some conditions which now is regarded as shortcomings can still be explained by previously valid guidelines for own inspection and other established practice regarding construction of for example water outlets.

However it is clear that these type of dams, especially the dams with the most considerable consequences fore people's life and property in case of dam failure, must have better monitoring of pore pressure then the now failed dam had. Documented leakage, sinkholes and slides has indicated that the dam could have been soaked. Under such conditions some kind of intensified monitoring should have been obvious. Detected shortcomings in the own inspection are primary of historical character. Boliden has at present according to CAB a system for own inspection that well complies to future demands. When the dam failure was discovered, the system for reporting and the like worked well.

According to the CAB's opinion, some deviations from already issued permits have been made at the construction of the now failed dam. This has resulted in the CAB handing over the case to the environmental prosecutor for review.

The status of the dam surrounding the settling pond is of crucial importance for people's life and property within the nearby area at the watercourses downstream of Aitik. The construction of the dam is such, that further inquiry of it's strength is urgent, which is accentuated by the incident that occurred in December 2000. However some measures of improvement has been made after the incident.

Since the review considers two different theories concerning the causes of the dam failure and full knowledge about the causes probably won't be brought out, Bolidens initiative in future dam safety work, to consider both theories is satisfactory.

During the review of the Aitik dam failure, a minor incident at a section of the tailings dam occurred. The investigations of this incident have not yet been completed, thus no conclusions can be drawn about the causes of it.

As a result of the CAB's inquiry, propositions for improvement of the instructions for the operation, inspection and maintenance of the dams have been made. Among other things the CAB is of the opinion that the dams at Aitik should be equipped with extensive instrumentation for monitoring. Inspections of the company's own inspections during the construction of the new tailing dam were carried out, and found the dam to comply well with the current guidelines.

The CAB suggests that the possibilities to intensify the monitoring of the dams, as well waterpower dams as tailing dams, in the highest consequence classes should be further investigated.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

**1. RAPPORTENS SYFTE ..... 1**

1.1 INRIKTNING ..... 1
1.2 AVGRÄNSNING ..... 1
1.3 KÄLLMATERIAL ..... 2

**2. LÄGESORIENTERING, HÄNDELSEFÖRLOPPET ..... 3**

2.1 ORIENTERING ..... 3
2.2 HÄNDELSEFÖRLOPPET ..... 4

**3. ORSAKERNA TILL HAVERIET ..... 5**

3.1 ALLMÄNT ..... 5
3.2 KONSULTRAPPORTER ..... 5
3.3 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT OCH KRITERIER FÖR BEDÖMNING AV BOLIDENS SLUTRAPPORT ..... 5
3.4 BOLIDENS REDOGÖRELSE FÖR ORSAKERNA TILL HAVERIET ..... 6
*3.4.1 Bolidens huvudteorier ..... 6*
*3.4.2 Portrycksteorin ..... 6*
*3.4.3 Kulvertteorin ..... 6*
*3.4.4 Bolidens slutsatser ..... 6*
3.5 LÄNSSTYRELSENS BEDÖMNING AV BOLIDENS REDOGÖRELSE FÖR ORSAKERNA TILL HAVERIET ..... 7
*3.5.1 Allmänt ..... 7*
*3.5.2 Tveksamheter inför kulvertteorin ..... 7*
*3.5.3 Tolkning av konsultrapporterna ..... 9*
*3.5.4 Nedsatt dränerande funktion i filterlager ..... 10*
*3.5.5 Bristande övervakning av portryck i stödfyllning ..... 10*
*3.5.6 Läckageproblem vid tidigare projekteringar ..... 10*
*3.5.7 Brister vid projektering, byggande och övervakning ..... 11*
3.6 SLUTSATSER ..... 14
*3.6.4 Allmänt ..... 14*
*3.6.5 Rasförloppet ..... 14*
*3.6.6 Svagheter i övervakning ..... 14*
*3.6.7 Brister i projektering och byggande ..... 15*
3.7 INCIDENTEN PÅ E-F-DAMMEN I JULI 2001 ..... 16

**4. UTSLÄPPEN ..... 17**

4.1 UTSLÄPPEN TILL RECIPIENTEN ..... 17
*4.1.1 Recipientkontrollprogram ..... 17*
*4.1.2 Resultat ..... 17*
4.2 SLUTSATSER ..... 18

**5. EGENKONTROLLEN ..... 20**

5.1 BOLIDENS REDOGÖRELSE FÖR HUR EGENKONTROLLEN FUNGERAT ..... 20
5.2 LÄNSSTYRELSENS BEDÖMNING AV HUR EGENKONTROLLEN FUNGERAT ..... 21
5.3 SLUTSATSER ..... 22

**6. LÄNSSTYRELSENS TILLSYNSROLL OCH UPPGIFTER ..... 23**

**7. TILLSTÅNDSPLIKT FÖR VATTENVERKSAMHET ..... 25**

7.1 GÄLLANDE TILLSTÅND FÖR BOLIDENS ANLÄGGNING I AITIK ..... 25
7.2 AVVIKELSER FRÅN GÄLLANDE TILLSTÅND ..... 25
7.3 KOMMENTARER ..... 26
7.4 AVVIKELSERNAS BETYDELSE FÖR DAMMENS SÄKERHET ..... 26
7.5 SLUTSATSER ..... 27
7.6 ANMÄLAN OM MISSTANKE OM BROTT ..... 28

**8. ÖVERDÄMNING I KLARNINGSMAGASINET ..... 29**

8.1 I-J DAMMENS KONSTRUKTION ..... 30
8.2 SKADORNA PÅ I-J-DAMMEN ..... 30
8.3 RISK FÖR YTTERLIGARE DAMMBROTT ..... 32
8.4 BOLIDENS RAPPORTERING ..... 32
8.5 SLUTSATSER ..... 32
*8.5.1 Nuvarande övervakningsrutiner ..... 32*
*8.5.2 Behov av ytterligare teknisk övervakning ..... 33*
*8.5.3 I-J-dammens status ..... 33*
8.6 BERÄKNADE KONSEKVENSER AV DAMMHAVERI VID I-J-DAMMEN ..... 34
*8.6.1 Allmänt ..... 34*
*8.6.2 Konsekvensbedömning enligt DTU-manual ..... 34*
*8.6.3 Simulering av flöde ..... 34*
*8.6.4 Konsekvensbedömning enligt flödessimulering ..... 35*

**9. NYA DAMMEN ..... 36**

9.1 ÖVERVAKNINGS- OCH TILLSYNSRUTINER ..... 36
9.2 KVALITETSSÄKRING AV NYA DAMMEN ..... 36
9.3 SLUTSATSER ..... 37

**10. SAMMANFATTANDE ANALYS AV ORSAKSSAMBAND OCH GENERELLA SLUTSATSER ..... 38**

10.1 SLUTSATSER RÖRANDE DAMMHAVERIET, ORSAKER OCH BAKGRUND ..... 38
*10.1.1 Orsakerna till haveriet ..... 38*
*10.1.2 Egenkontroll och övervakning ..... 39*
*10.1.3 Tillämpning av RIDAS ..... 39*
10.2 SLUTSATSER AV GENERELL KARAKTÄR ..... 40
*10.2.1 Metoder för läckage- och statusövervakning ..... 40*
*10.2.2 Dammregister ..... 41*
*10.2.3 Tillsyn ..... 41*

# 1. Rapportens syfte

Vid alla haverier och olyckstillbud är det viktigt att orsakerna därtill klarläggs så långt som möjligt för att undvika att liknande händelser upprepas samt för att belysa möjligheterna till förbättrad säkerhet. Det haveri som inträffade i Boliden Mineral AB:s (Bolidens) anläggning i Aitik den 8 september 2000 är ett av de största dammhaverier som inträffat i Sverige och det hade kunnat orsaka skador på såväl liv som egendom samt betydande miljöskador. Anläggningen i Aitik är ett av Europas största dagbrott, med planer på ytterligare expansion. Verksamheten ger sysselsättning till ett stort antal människor i regionen. Det är därför ur samhällets perspektiv viktigt att bolaget upprätthåller högsta möjliga dammsäkerhet, och att bolaget har allmänhetens förtroende för densamma.

Denna rapport syftar till att bedöma orsakerna till dammhaveriet med utgångspunkt i Bolidens rapportering och de underlag som funnits till förfogande, haveriets effekter på miljön, samt att efter genomgång och tolkning av konsultrapporter m. m. lyfta fram frågor för eventuell vidare granskning. Utredningsarbetet går också ut på att i den mån som svagheter och brister kunnat påvisas även lämna förslag till åtgärder för förbättring av dammsäkerheten. En viktig del av utredningsarbetet har också varit att aktivt följa upp Bolidens egenkontroll vid uppförandet av den nya dammen.

Huvudlinjen i svensk miljötillsyn är den s k egenkontrollen och systemtillsynen där ansvarig tillsynsmyndighet följer upp att en verksamhetsutövare har de rutiner och de regler som krävs för att miljöns värden och säkerhetsaspekter ska anses vara tillgodosedda. I denna rapport har därför utgångspunkten varit att granska och utvärdera de rapporter och underlagsmaterial som Boliden lämnat till länsstyrelsen, men också att komplettera dessa med vissa egna genomgångar av annat källmaterial.

## *1.1 Inriktning*

Avsikten är att så långt som möjligt beskriva orsakerna till haveriet, miljöpåverkan, Bolidens och myndigheters agerande samt bolagets egenkontroll och efterlevnad av givna tillstånd. Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet (RIDAS) har legat till grund för vilka moment i dammsäkerhetsarbetet som särskilt bör lyftas fram för granskning. Särskild uppmärksamhet har ägnats åt t ex. dammägarens ansvar, kvalitetssäkring, dammkonstruktion, egenkontroll samt drift, tillsyn och underhåll av dammar.

## *1.2 Avgränsning*

Granskningen har begränsats till de anläggningar som direkt berördes av haveriet, samt de vattendrag som avvattnar gruvanläggningen. Med berörda anläggningar avses t. ex. den del av damm E-F som ansluter till E-F:s förlängning, den havererade E-F:s förlängning samt damm I-J som avgränsar klarningsmagasinet. Berörda vattendrag är Leipojoki, Vassara älv samt Kalixälven.

### *1.3 Källmaterial*

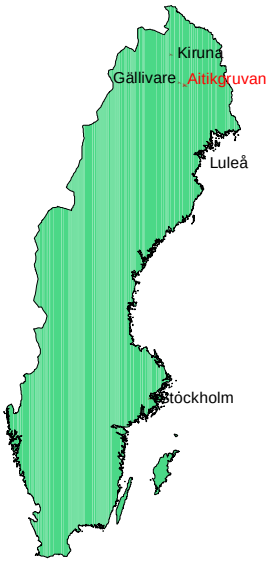
Länsstyrelsens rapport bygger på en ingående och detaljerad granskning av dels Bolidens slutrapport om orsakerna till haveriet och de konsultrapporter som legat till grund för denna rapport, dels källmaterial i form av ritningar, domar, skrivelser m m.

# 2. Lägesorientering, händelseförloppet

## *2.1 Orientering*

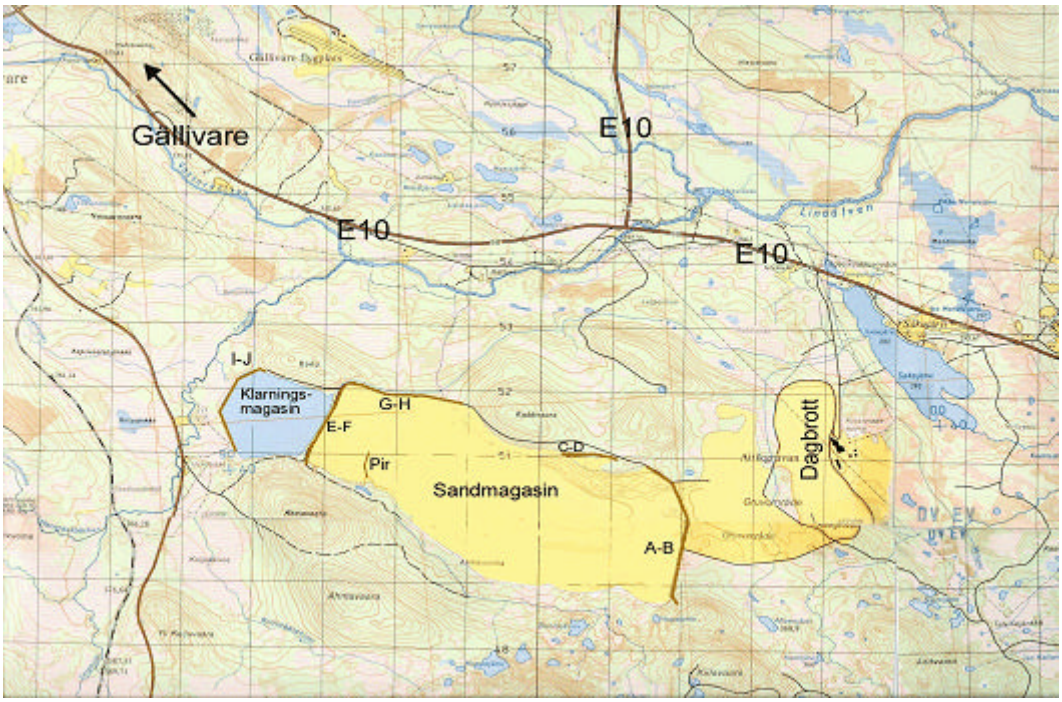
Boliden Mineral AB bedriver gruvverksamhet i Aitik, som ligger cirka 10 km sydost om Gällivare. Vid anläggningen bryts och anrikas en kopparhaltig sulfidmalm med kopparslig som slutprodukt. Vid anrikningen av malmen erhålles som restprodukter gråberg och anrikningssand. Gråberget lagras i upplag i anslutning till dagbrottet medan anrikningssanden upplägges i ett cirka 13 $km^2$ stort sandmagasin väster om dagbrottet. Sandmagasinet omgärdas av berg och i flackare delar avgränsas det av ett antal dammbyggnader.

Omedelbart väster om sandmagasinet ligger ett cirka 1,5 $km^2$ stort klarningsmagasin. Sandmagasinet och klarningsmagasinet åtskiljs av en dammbyggnad.




*Figur 2.1 Aitik utanför Gällivare*

Sandmagasinet upptar en yta på ca 13 $km^2$ och begränsas av naturliga höjdpartier och fyra dammkroppar benämnda A-B, C-D, E-F inklusive E-F:s förlängning i söder samt G-H. Vattenvolymen i sandmagasinet utgör normalt ca 2 $Mm^3$ och täcker ca 1/5 av magasinets yta. Vattnet leds via en utskovsledning i damm E-F:s förlängning till klarningsmagasinet, som begränsas av damm I-J, varifrån det sedan pumpas tillbaka till anrikningsverket.




*Figur 2.2 Orientering över gruvdammen vid Aitik*

### *2.2 Händelseförloppet*

På kvällen den 8 september 2000, någon gång mellan ca kl. 21.00 och kl. 22.00, brast en damm inom Bolidens gruvområde i Aitik. Dammbrottet berörde den s k E-F dammens förlängning. Ett parti av dammen spolades bort, vilket medförde att vatten strömmade ut från sandmagasinet till klarningsmagasinet. I detta höjdes vattenytan cirka 1,2 m inom några timmar.

Vattennivån i klarningsmagasinet låg vid tidpunkten för dammbrottet under den tillåtna dämningsgränsen, varför en större volym vatten hölls kvar i dammen innan brädd-avloppen trädde i funktion. När detta skedde strömmade vatten från klarningsmagasinet, via Leipojoki, ut i Vassara älv.

Dammhaveriet upptäcktes tidigt på morgonen den 9 september 2000 av Bolidens personal. Omedelbara åtgärder för att öka avbördningen från klarningsmagasinet, och därigenom minska trycket på dammen, vidtogs genom att utskoven öppnades.

Räddningstjänsten i Gällivare alarmerades och länsstyrelsen fick larm via SOS Alarm någon gång mellan kl. 08.00 och kl. 09.00. Räddningspersonal från Gällivare besökte haveriplatsen på förmiddagen den 9 september 2000 och kunde då konstatera att ett räddningstjänstläge inte förelåg. Länsstyrelsen besökte området vid 12-tiden. Brädd-ningen från klarningsmagasinet hade då börjat minska något.

# 3. Orsakerna till haveriet

## *3.1 Allmänt*

En viktig del vid all slags haveriutredning är att så långtgående som möjligt försöka klarlägga orsakerna till haveriet. Syftet är generellt att på alla sätt försöka förebygga liknande händelser i framtiden. Stora resurser har därför av såväl Boliden som länsstyrelsen lagts ned på att klarlägga vilka faktorer som haft sådan inverkan på dammkroppens stabilitet att dammbrott kunnat uppstå. Det är värt att poängtera att avsikten med länsstyrelsens granskning är att dra slutsatser av det inträffade som kan ligga till grund för förbättringar av både bolagets egenkontroll och myndigheternas tillsyn samt att lyfta fram sådana systemsynpunkter som enligt länsstyrelsens bedömning bör utredas vidare.

## *3.2 Konsultrapporter*

Länsstyrelsen har tagit del av Bolidens slutrapport 2001-03-30, som till stor del grundar sig på sammanfattningar av rapporter från de konsulter som bolaget anlitade med anledning av haveriet. Konsulterna har varit VBB Anläggning (Anders Heiner), SwedPower (Åke Nilsson), HydroResearch (Sam Johansson) och NGI (Tore Valstad). Dessutom har bolaget beaktat synpunkter från Jan Eurenius.

Konsulternas rapporter har granskats av både länsstyrelsens egna experter och de av myndigheten anlitade konsulterna J&W (Håkan Bond), Bothniakonsult (Mats Billstein) och GeoVista (Hans Thunehed).

## *3.3 Tillvägagångssätt och kriterier för bedömning av Bolidens slutrapport*

Boliden har i sin slutrapport tagit med sammanfattningar som respektive anlitad konsult gjort av sina rapporter. Sammanfattningarna saknar dock viktiga observationer och slutsatser, varför länsstyrelsen har valt att grunda sin bedömning i huvudsak på konsulternas fullständiga rapporter. Konsulternas olika observationer och argument har härigenom kunnat vägas mot varandra.

E-F dammen tillhör konsekvensklass 1B enligt RIDAS, vilken är den näst högsta av fyra konsekvensklasser. Denna klass beskrivs på följande sätt. ”Icke försumbar risk för förlust av människoliv eller allvarlig personskada” och ”Beaktansvärd risk för allvarlig skada på viktig trafikled; viktig dammbyggnad eller jämförlig anläggning; allvarlig skada på betydande miljövärde eller uppenbar risk för stor ekonomisk skadegörelse”. Risken för konsekvenser av detta allvarliga slag är ett av huvudmotiven för länsstyrelsen att granska Bolidens haveriutredning.

## *3.4 Bolidens redogörelse för orsakerna till haveriet*

### 3.4.1 Bolidens huvudteorier

Bolidens slutsats av utredningsresultaten stöder sig på två huvudteorier. Enligt den första orsakades dammhaveriet av för högt portryck i stödfyllningen (här kallad **portrycksteorin**). Enligt den andra teorin orsakades haveriet av läckage i kombination med haveri i utloppskulvertens utloppsledning (här kallad **kulvertteorin**).

### 3.4.2 Portrycksteorin

Enligt portrycksteorin har befintligt läckage genom dammkroppen till stödfyllningen inte kunnat dräneras ut på avsett vis utan samlats och byggt upp för högt portryck. Den otillräckliga dräneringen orsakades av för hög halt av finmaterial i filterlagren. Orsaken till detta kan antingen ha varit för grovt filter som satt igen eller för mycket finmaterial i filtret från början. Dammen har på grund av det förhöjda portrycket kommit att fungera som en homogen jorddamm varigenom stabiliteten radikalt försämrats. Dammen har härigenom inte klarat av den belastning den var avsedd för och därför utsatts för källsprång och bakåtgående erosion eller utglidning i nedströmsslänten med dammbrott som följd.

Det förhöjda portrycket som orsakat instabiliteten har berott dels på att det normalt förekommande läckaget genom dammkroppen inte kunnat dräneras ut, dels på skadligt läckage

- längs utloppskulverten och eventuellt i rörfogarna,
- genom den övre tunna delen av tätkärnan,
- under sponten,
- från sprickor i berggrunden och/eller
- från höger sida av dammbrottet, d v s i skarven mellan de olika dammtyperna.

### 3.4.3 Kulvertteorin

Kulvertteorin bygger på att inre erosion förekommit längs utloppskulverten eventuellt i kombination med skador på röret. Detta har lett till sjunkhål i uppströmsslänten. Sjunkhålet har sedan utvidgats genom att kulverten efterhand pga ensidig belastning deformerats eller kollapsat och erosionsmassor transporterats ut genom kulverten. Till slut har sjunkhålet blivit så stort att vattnet kunnat bryta genom resten av dammkroppen och en öppen kanal har utbildats vari brottet fortsatt.

### 3.4.4 Bolidens slutsatser

Boliden bedömer i sin rapport att det på grundval av det föreliggande utredningsmaterialet föreligger en övervägande sannolikhet för att läckage vid och eventuellt brott på kulverten varit huvudorsaken till haveriet. Bedömningen grundas på i första hand följande omständigheter:

- Dammbrottet inträffade vid utloppskulverten
- Kulverten var grundlagd på makadam. Läckage genom rörskarvar och/eller i makadamlagret har förekommit, eftersom det vid undersökningar efter haveriet vid kulverten påträffades anrikningssand som inte härrör från haveriet.
- Kulverten saknade längsgående armering och tålde därför inte dragpåkänningar

Vidare anser Boliden att följande omständigheter talar mot portrycksteorin:

- Så sent som kvällen före haveriet hade det inte förekommit något synligt läckage vid dammfoten, vilket indikerar att den del av skeendet som kunnat observeras utifrån varit mycket snabbt
- Gjorda beräkningar visar att dammen innan haveriet haft en säkerhetsfaktor överstigande 1 även vid förhöjt portryck.

Boliden anser därför att övervägande skäl talar för kulvertteorin, men menar ändå att det inte kan uteslutas att höga portryck orsakade av bristande filterfunktion också kan ha bidragit till eller orsakat haveriet. Boliden har uttalat att bolaget i sitt fortsatta arbete med dammsäkerhet kommer att beakta båda teorierna.

## *3.5 Länsstyrelsens bedömning av Bolidens redogörelse för orsakerna till haveriet*

### 3.5.1 Allmänt

Länsstyrelsen delar Bolidens bedömning av att dammbrottet sannolikt orsakades av att ett antal faktorer påverkat dammens kondition så att ett haveri kunnat ske. Däremot hyser länsstyrelsen en viss tveksamhet mot Bolidens huvudteori (kulvertteorin) som utpekar haveri i utloppskulverten som huvudsaklig orsak till dammhaveriet.

### 3.5.2 Tveksamheter inför kulvertteorin

Av Bolidens fyra först anlitade konsulter har tre utpekat portrycksteorin som den mest sannolika. Dessa tre konsulter är överens om att brister i kulverten vad avser projektering och byggande har bidragit till ökat skadligt inläckage i dammkroppen, och de vidhåller utglidning till följd av samverkande portryckshöjande inläckage och dränageproblem som den mest sannolika orsaken till haveriet. Konsulternas redogörelser pekar förvisso på varierande inverkan av kulvertläckaget, men även på att det förhöjda portrycket har påverkats av flera faktorer. Dessa tre konsulter har även redogjort för sina omfattande fältundersökningar i direkt anslutning till haveriet, vilka legat till grund för deras ställningstaganden.

Kulvertteorin presenteras i en rapport som förutom tillsänt material grundar sig på fältobservationer gjorda först ca två veckor efter haveriet då reparationsarbetet redan inletts och således viktiga observationsmöjligheter gått förlorade. De brister i kulverten som av Boliden pekas ut som avgörande för att sjunkhål och kanalbildning genom dammen skall uppkomma har av de övriga konsulterna istället bedömts ha bidragit till ökat portryck. Antaganden om brustna rördelar som orsak till det snabba förloppet har inte

heller kunnat beläggas eftersom de rördelar som återfunnits saknar skador som stöder antagandet.

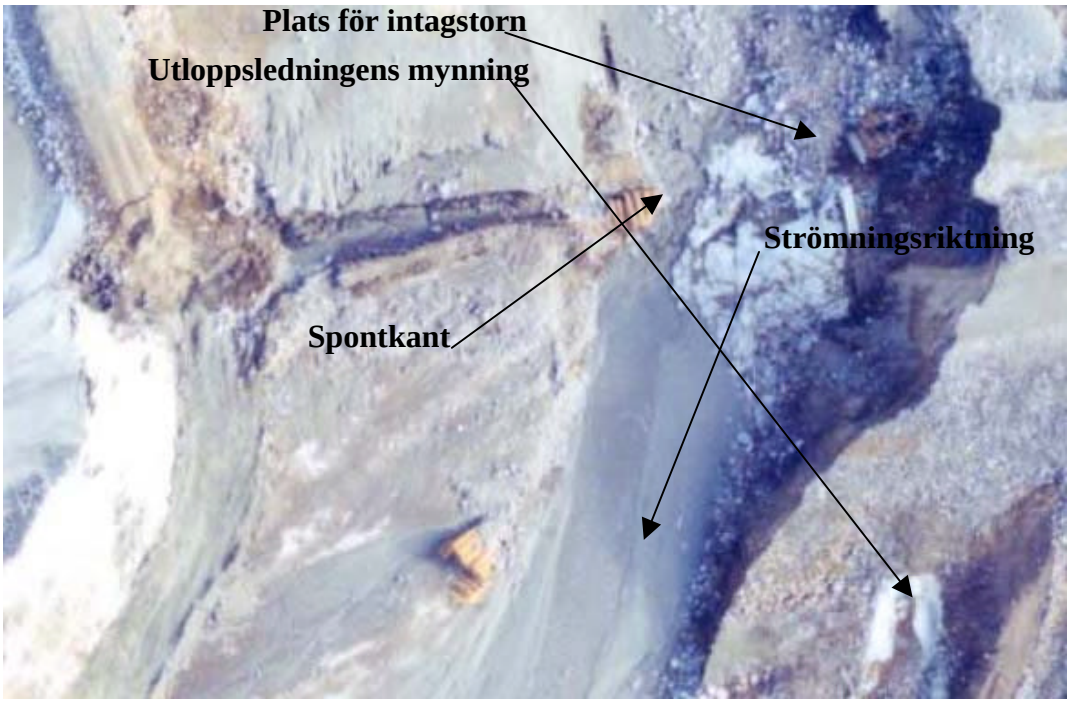
Den överbelastning med 10% som utloppskulverten utsatts för enligt Heiner kan knappast ha lett till brott. Dock finns naturligtvis en viss risk för att skador kan ha uppkommit på grund av att stora stenar legat mot rören

Johansson rapporterar att en lastmaskin som varit uppställd strax nedströms den havererade dammen förflyttades cirka 100 m vid haveriet, inte i vattnets huvudriktning, utan vinkelrätt mot dammlinjen. Maskinen var efter haveriet omgärdad av fyllningsmassor till en höjd av 0,7-1 m. Det är enligt Johansson tveksamt om de vattenhastigheter, som beräknats ha förekommit vid haveriet, kan ha räckt till för att flytta lastmaskinen den aktuella sträckan. Detta förhållande talar för haveri genom utglidning eftersom en förutsättning för en sådan förflyttning av lastmaskinen bör ha varit att en stor del av massorna befunnit sig i rörelse samtidigt.

Uppgifter från Boliden, Heiner och Johansson visar att ca hälften av de rördelar som spolats bort från kulvertledningen kunde återfinnas efter haveriet ovan markytan. Vissa av rördelarna återfanns ovanpå resterna av stödfyllningen, och hade förflyttats upp till 400 m från ursprungligt läge. Rördelarnas läge ovanpå utspolat material kan tyda på att de transporterats till platsen efter det att materialet kommit dit vilket då vore en indikation på att den huvudsakliga erosionen vid kulverten skulle ha föregåtts av en utglidning av nedströmsslänten.

Kanalbildning orsakad av brister längs utloppskulverten borde ha orsakat kanalbildning längs hela kulverten på grund av vattnets benägenhet att ta kortaste vägen genom dammen. Större delen av utloppskulverten och omgivande del av nedströmsslänten (ca 30 m) var emellertid kvar efter raset och massorna runt den uppvisade inga antydningar på sådan kanalbildning, vilket talar för att haveriet inte skedde genom erosion längs utloppskulverten utan genom utglidning av nedströmsslänten.

Om vatten och efterhand material läckt in i kulverten och orsakat ett sjunkhål som till slut resulterat i överströmning av dammen, skulle överströmningen och därmed erosionen skett vinkelrätt mot dammen och inte diagonalt. Den kvarstående delen av dammen över kulverten visade inga spår av påverkan, varför en sådan överströmning inte kan ha förekommit.




*Figur 3.1 Flygfoto över nedströmsslänt vid utloppskulverten*

De djupaste erosionsskadorna har åstadkommits mellan platsen för intagstornet och den kvarvarande delen av sponten, vilket torde ha sin förklaring i att sponten där revs bort, då intagstornet rasade, och lämnade anvisning för vidare erosion. Vattnet styrdes sedan på grund av markens lutning över åt höger i strömningsriktningen. Området i anslutning till den frilagda kulvertledningen kom då att ligga i strömningens ytterkurva varför erosionen blev extra kraftig just där. Denna skada synes därför inte belägga att haveriet började just vid utloppskulverten.

Länsstyrelsen konstaterar dessutom en direkt motsägelse beträffande undergrundens beskaffenhet mellan Valstads och Heiners bedömning vilket tillsammans med ovanstående reser frågor om Bolidens bedömningskriterier för vald teori. Valstads slutsatser beskriver att ”dammen er bygget på et godt fundament som burde ha gitt et tett og stabilt grunnlag for dammen”, medan Heiners redovisning av dammkontroll från 1996-12-17 beskriver att ”berget är dåligt med sprickor och horisontella skivor och trots noggrann rensning och användning av speciellt sorterad tätjord bör speciell uppmärksamhet riktas mot detta parti beträffande läckage i framtiden”. Vidare noteras även Valstads avvikande uppgifter om såväl installationsår för sponten som dess inverkan på läckaget gentemot Bolidens konsult (Erik Kitok)

### 3.5.3 Tolkning av konsultrapporterna

Ett flertal av de brister i projektering, byggande och övervakning som påvisats av konsulterna har beskrivits i Bolidens slutrapport. Länsstyrelsens tolkning av konsultrapporterna skiljer sig från Bolidens tolkning i vissa avseenden.

- Bedömningen av rasförloppet. *(Boliden har valt kulvertteorin som mera sannolik än portrycksteorin)*
- Bedömning av det normala och skadliga inläckagets påverkan på dammens stabilitet. *(Boliden menar att säkerhetsfaktorn för dammen översteg 1 även med det vid rastillfället förhöjda portrycket, medan Heiner anger att beräknad säkerhetsfaktor för dammen, med det förhöjda portrycket, visserligen var 1,05 vilket han dock bedömer som ”oacceptabelt lågt”)*

Vidare har Boliden i sin slutrapport ej diskuterat de brister i dammens alla skeden som Åke Nilsson rapporterat om d.v.s. brister i projektering, byggande och övervakning.

### 3.5.4 Nedsatt dränerande funktion i filterlager

Med den nedsättning av filterkapaciteten som redovisats kommer enligt Anders Heiner dammen att fungera som en homogen fyllningsdamm och höga portryck kan byggas upp i nedströmsfyllningen, vilket medför risk för källsprång.

De stabilitetsberäkningar som redovisats av Heiner visar förvisso att stabilitetsfaktorn vid högt portryck, ligger på 1.05, men Heiner menar också att säkerheten mot utglidning därmed är oacceptabelt låg. Resultaten kommenteras av Johansson med att värdet ligger ”ganska nära stabilitetsbrott”.

Nilsson bedömer också dammens dränerande funktion nedströms tätkärnan som nedsatt i sådan grad att dammen närmast fungerat som en homogen fyllningsdamm. En sådan skulle normalt ha krävt filterlager under nedströmsdelen av dammkroppen för att undvika källsprång på nedströmsslänten. Den nedsatta dränerande funktionen hos damm E-F:s förlängning bedöms av både Nilsson och Boliden ha medfört att dammen var mycket känslig för ökat läckage.

### 3.5.5 Bristande övervakning av portryck i stödfyllning

Den tekniska övervakningen av vatteninnehållet i E-F:s förlängning bestod av tre vattenståndsrör som installerades 1998. Rören var alla enligt Åke Nilsson installerade med spetsen i undergrunden och 5 - 8 m under nivån för det horisontella filterlagret. Avläsning av vattennivån i dessa rör sade således inte något om vatteninnehållet i dammkroppen.

### 3.5.6 Läckageproblem vid tidigare projekteringar

Vid vårfloden 1995 inträffade ett ras i dammens uppströmssida vid utloppskulverten samtidigt som ett stort läckage konstaterades i nedströmsslänten. Efter upprepade resultatlösa tätningsförsök under hösten 1995 diskuterades en fullständig ombyggnad av dammen. Under anläggningsarbeten 1996 anlades istället en stålspont för att försöka täta läckaget vid utloppskulverten. I Nilssons rapport hävdas att sponten inte verkade ha fått någon markant påverkan på läckaget. Fyllningen eller undergrunden innehöll så stora stenar att sponten inte gick att slå ned till underliggande berg varvid möjligheter läm-

nades till fortsatt skadligt inläckage. Spontning av dammar är enligt Nilsson inte heller den lämpligaste metoden för att förhindra vattenläckage.

Under påbyggnadsarbeten 1998 inträffade en utkalvning av den ursprungliga nedströmsslänten varvid fritt vatten kom ut i den nyutlagda stödfyllningen. Vattnet orsakade att fyllningen blev ”gungig” vilket bolaget åtgärdade genom att anlägga dräneringssträngar.

### 3.5.7 Brister vid projektering, byggande och övervakning

Enligt Nilsson kan flera av ”svagheterna” under projekteringen och byggandet av dammen var och en ha lett till dammbrottet, medan svagheterna i övervakningen möjligen kan ha medfört att eventuellt vattentryck eller läckage inte uppmärksammades och inga åtgärder därför vidtogs för att förhindra dammbrottet. Nilsson refererar till följande svagheter vid

*Projektering:*

- Otillräckligt dränage. *(Undermålig konstruktion av filterlagren)*
- Otydliga materialkrav. *(Filterregler förefaller ha använts som inte anpassats till aktuellt tätjordsmaterial för Aitik)*
- Minimal tjocklek på tätkärnan över +365 m. *(Har medfört relativt stor tryckskillnad mellan uppströmssidan och filtret nedströms kärnan).*
- Okonventionella lösningar. *(Dammen var grundlagd på relativt genomsläpplig jord vilket brukar kräva särskilda tätningsåtgärder. Inga sådana förekom vid dammbygget. Inträffade händelser har medfört att lösningar tagits fram som mestadels används i temporära konstruktioner. Spontningen från 1996 är t ex en okonventionell lösning för att täta en läckande jorddamm).*
- Otydlig dokumentering av kritiska detaljer. *(Beskrivning av hur tätningar och dränage avsågs bli arrangerade vid utloppskulverten har ej varit tillgängliga).*

*Byggande:*

- Oklar sammankoppling mellan olika filterlager
- Mer finmaterial i filtren än vad materialbeskrivningen tillät.
- Oklar utformning av detaljer runt kulverten. *(Beskrivning av hur kritiska detaljer i konstruktionen har utförts framgår inte ex. avseende dränage och tätningar).*
- Provtagning visar på tunnare filterlager än avsett, *(0.5 m istället för 0.8 m)*

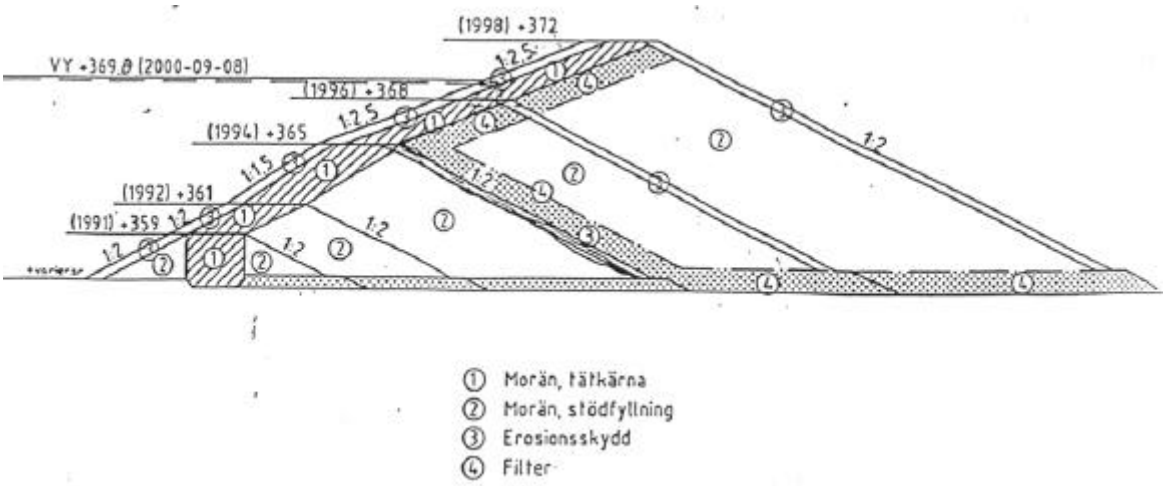
*Övervakning:*

- Dammsäkerhetsanalys och DTU-manual. E-F och E-F:s förlängning är två olika dammtyper som skarvats ihop. E-F är av dränerande typ och E-F:s förlängning avsågs fungera som ”tät” damm. Verkningssätt samt beskrivning hur dammtyperna har sammanfogats har inte framgått på önskvärt sätt.

- Inga kontroller vid indikationer på otillräcklig dränering. Utflödet vid utkalvningen av dammtån 1998 kan - om det inte enbart berott på nederbörd - endast ha uppkommit genom att bakomliggande filter inte fungerat.
- Otillräcklig instrumentering för övervakning av läckage, trots att läckage verkar ha förekommit och åtgärder (spontning) vidtagits för att minska läckaget.

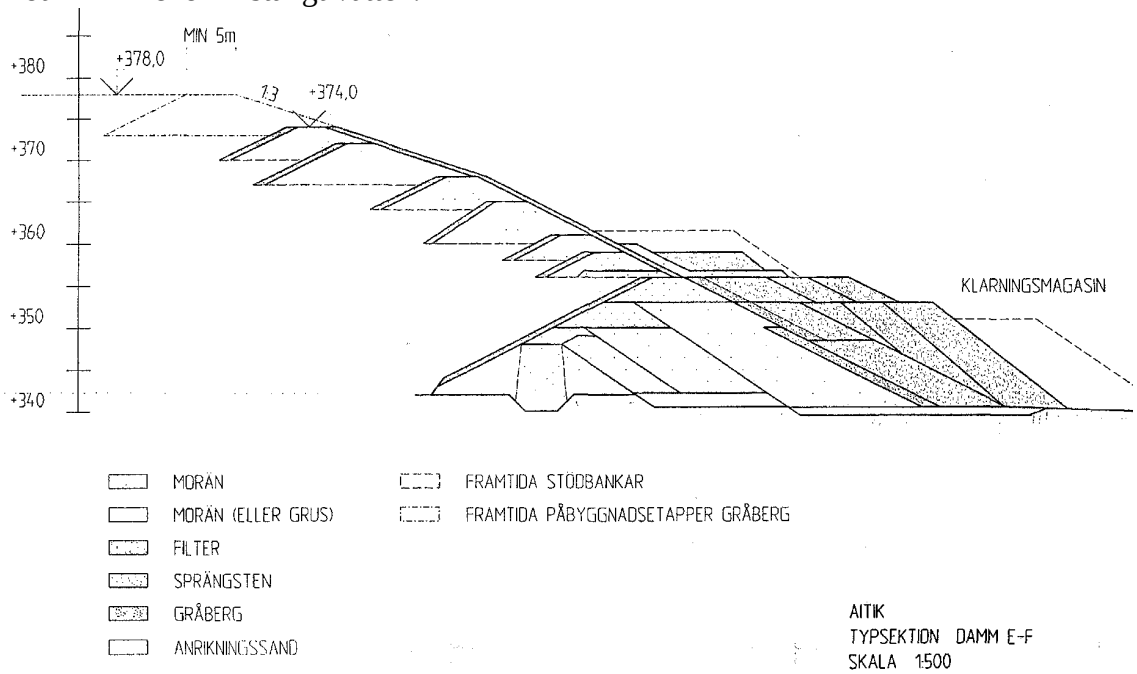
### 3.5.8 Skarvning av olika dammtyper

Dammar med två helt olika konstruktion och egenskaper, damm E-F och E-F:s förlängning, har skarvats ihop. E-F är av dränerande typ och E-F:s förlängning var försedd med tätkärna i uppströmsslänten. *(Figur 3.2 och 3.3).*




*Figur 3.2 Tvärsektion genom Damm E-Fs förlängning.*

Det skarvningsförfarande som använts mellan dammtyperna har inte dokumenterats på något sätt. Inget som hittills framkommit har visat att åtgärder vidtagits för att förhindra att vatten från den mer genomsläppliga E-F läckte in i E-F:s förlängning bakom tätkärnan. Observationer gjorda av såväl Johansson som Nilsson i samband med undersökningarna i fält efter dammhaveriet visar att anrikningssanden i rasslänten i anslutningen mot E-F innehöll instängt vatten.




*Figur 3.3 Tvärsektion genom Damm E-F.*

Det instängda vattnet i rasslänten i skarven mot E-F kan enligt Nilsson ha lett till ökat vattentryck i stödfyllningen i den nu rasade delen.

## *3.6 Slutsatser*

### 3.6.1 Allmänt

Eftersom utredningsarbetet belyser två olika teorier angående orsaken till dammhaveriet är det tillfredsställande att Boliden tar initiativet till att i fortsatt arbete med dammsäkerhet beaktar båda teorierna. Oavsett vilken av teorierna som bedöms mest trolig, måste stort allvar fästas vid de brister som rapporterats av konsulterna. Vissa brister har beskrivits på ett likartat sätt av övervägande delen av konsulterna och dessa brister har därför lyfts fram av länsstyrelsen. Vissa förhållanden som idag betraktas som brister kan dock förklaras av att det tidigare gällde andra krav på exempelvis egenkontroll och annan praxis beträffande konstruktion av t ex avbördningsanordningar.

Det får dock inte råda några som helst tvivel om att denna typ av dammar, och särskilt de som tillhör någon av de högsta konsekvensklasserna som E-F:s förlängning gjorde, under normala förhållanden måste ha en bättre teknisk övervakning av portrycket än vad den havererade dammen hade. Dokumenterade läckage, sjunkhål och ras har indikerat att dammen kunde vara uppblött. Under sådana förhållanden borde skärpt bevakning i någon form varit självklar.

### 3.6.2 Rasförloppet

Risken för att högt portryck har byggts upp på grund av igensatta filter och ökat inläckage av såväl normal som skadlig art samt därav följande risk för källsprång och utglidning på grund av bristande släntstabilitet har dokumenterats av tre konsulter.

Högt portryck i kombination med Johanssons observation av dammbräschens bredd, samt att rasmassorna har förflyttats vinkelrätt mot dammlinjen och inte i vattnets huvudriktning, ger stöd för uppfattningen att bräschen bildats genom glidning snarare än genom inre erosion.

### 3.6.3 Svagheter i övervakning

Källsprång och erosionsskador har konstaterats vid ombyggnadsarbetena 1995 och 1998. Vid anläggningsarbetena 1995 såg VBB anledning till en fullständig ombyggnad av dammen. Dessa händelser är indikationer, vilka borde ha föranlett Boliden att se allvarligt på läckagesituationen.

De tätningsåtgärder som vidtagits vid 1995 resp. 1998 års anläggningsarbeten har till stor del visat sig sakna avsedd effekt. Den typ av flöde som upptäcktes 1998 kan enligt Nilsson - om det inte enbart beror på nederbörd - endast uppkomma om bakomliggande filterlager inte fungerar.

De tre vattenståndsrör som anlades 1998 mätte endast trycket i undergrunden. Om dessa rör eller andra kompletterande rör istället hade installerats i stödfyllningen eller i filter-

lagren, kunde det förhöjda portrycket ha avslöjats i tid och haveriet möjligen ha förhindrats.

Vid den besiktning som utfördes i slutet av 1998 föreslogs komplettering med nya vattenståndsrör där tidigare läckage hade inträffat i E-F dammen. De tidigare läckage som refererades till i besiktningsutlåtandet benämndes som ”betydande”, och mätningar föreslogs därefter ske av såväl vattenstånd som temperatur. Vattenståndsrör installerades till följd av besiktningen men inte enligt föreslagna anvisningar i besiktningsprotokollet.

Det är anmärkningsvärt att vetskapen om förhållandena inte ledde till beslut om effektiv teknisk övervakning av vatteninnehållet i filterlagren och stödfyllningen. Det kan inte uteslutas att den bristfälliga övervakningen av vatteninnehållet i dammkroppen varit en starkt bidragande orsak till dammhaveriet. Det bör dock tilläggas att om erosion i enlighet med kulvertteorin var orsak till haveriet skulle inte haveriet ha kunnat undvikas genom ökad portrycksbevakning.

### 3.6.4 Brister i projektering och byggande

Det framgår av Heiners iakttagelser av specifikationerna för utbyggnaden 1994 till +365 m att uppströms släntlutning angivits till 1:2. Heiner redovisar att dammen ändå vid en etapp byggts med en släntlutning på 1:1,5 och vid andra etapper med en släntlutning på 1:2,5. Avvikelser av detta slag kan tyda på brister i byggande och tillhörande egenkontroll.

Bristerna i filterfunktionen och tätkärnan beskrivs ganska likartat av både Nilsson och Heiner och kan enligt Heiner tillsammans med läckage i skarven mot E-F och hög vattennivå i sandmagasinet ”vara troliga” orsaker till haveriet, med bristerna i utloppskulverten som utlösande faktor.

Samtliga konsulter har konstaterat att vattenståndsrörens registreringspunkt installerats avsevärt under dammkroppen. Mätning av portrycken i stödfyllningen utfördes därmed inte, vilket kan tyda på brister i projektering och tillhörande egenkontroll.

Bolidens dammar besiktades av Johansson i slutet av 1998. Det framgår inte av tillgängligt material i vilken omfattning som iakttagna skador/fel/brister har åtgärdats. Eftersom likartat byggnadssätt använts vid andra anläggningar än Aitik, finns det skäl att undersöka om liknande brister förekommer vid dessa. Brister som uppmärksammas vid besiktning måste åtgärdas inom rimlig tid.

De brister som påvisats är allvarliga, och har sannolikt bidragit till att dammen inte fungerat som avsett. Dessutom är bristerna indikatorer på bristande egenkontroll. Det är dock i sammanhanget viktigt att poängtera att Boliden har lagt ner stora ansträngningar i försök att komma tillrätta med läckageproblemen när dessa uppstått.

Länsstyrelsens uppfattning är därför att bristerna i sig inte är lika allvarliga som svagheterna i övervakning av dammens status och vatteninnehåll. Om dammen hade över-

vakats med tillgängliga metoder skulle sannolikt indikationer på dammens allvarliga situation ha upptäckts i ett tidigare skede.

### *3.7 Incidenten på E-F dammen i juli 2001*

I juli 2001 inträffade en mindre incident på E-F dammen, ca 100-200 meter från norra kanten av skarven mellan G-H och E-F. På ett parti vid ungefär dammens halva höjd i nedströmsslänten, skedde en utglidning på ett parti ca 30 meter långt och 2-4 meter högt. Boliden vidtog omedelbart efter det att utglidningen upptäcktes åtgärder för att stabilisera dammen samt genomförde förnyade mätningar i vattenståndsrören.

Undersökningarna av denna incident har ännu inte avrapporterats, varför någon närmare diskussion inte kan föras om orsakerna till incidenten.

# 4. Utsläppen

## *4.1 Utsläppen till recipienten*

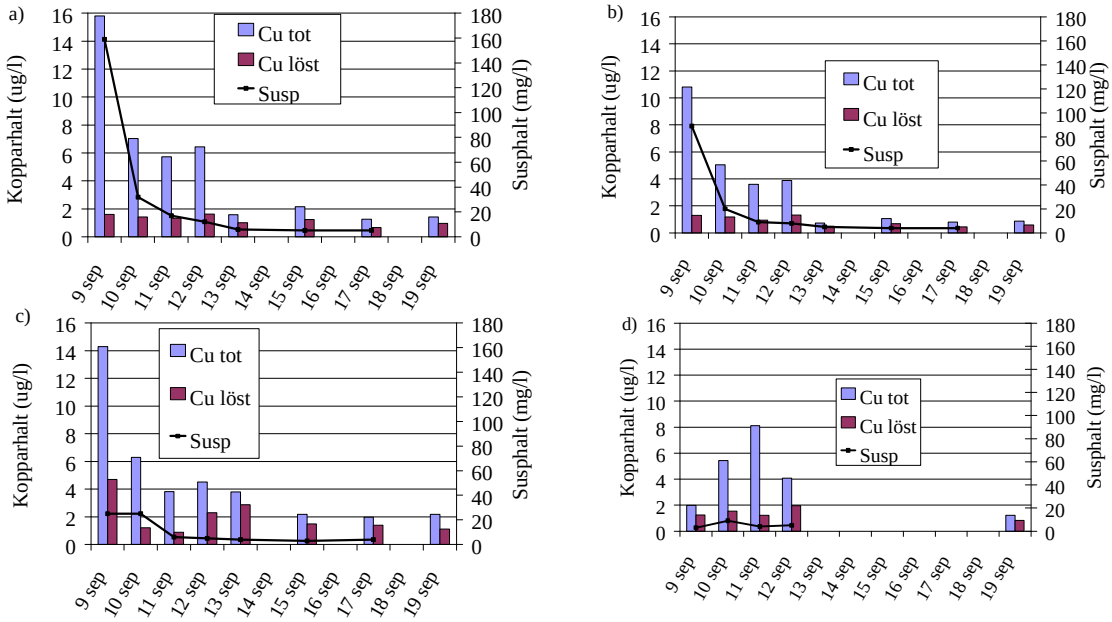
### 4.1.1 Recipientkontrollprogram

Samma dag som haveriet upptäcktes började bolaget ta prover i recipienten enligt upprättat recipientkontrollprogram. Detta program innefattar provtagning i sammanlagt 8 punkter i de vattendrag som berördes av utsläppet. Efter diskussion med länsstyrelsen har prover även tagits i Ängesån och Kalix älv ända ner till mynningen i Bottenviken.

### 4.1.2 Resultat

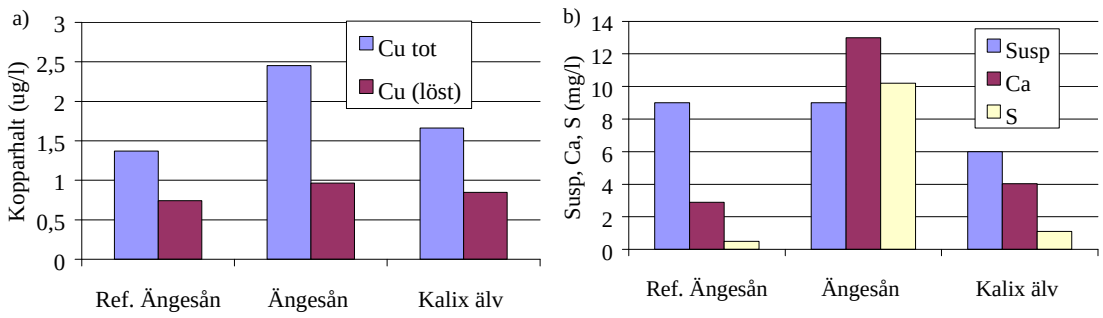
Vid en genomgång av analysresultaten kan vissa slutsatser dras:

- Bolagets analyser av tungmetaller visar att det är främst koppar som har uppvisat förhöjda värden i vattendragen.
- Kopparhalterna i vattendragen nedströms utsläppet har sannolikt ej haft någon direkt giftig effekt. Totalhalten koppar i vattendragen låg visserligen upp mot 16 µg/l den 9 september. Naturliga kopparhalter i systemet ligger kring 1-2 µg/l. Bolaget mäter emellertid alltid den filtrerade (lösta) fraktionen vilken då låg under 2 µg/l (figur 1a-d). Detta är nivåer som inte ger några effekter på biologiskt liv. Halterna av totalkoppar i vattendragen sjönk till naturliga nivåer fem dagar efter haveriet, och halten koppar som var tillgänglig för djur låg konstant på låga nivåer (1-2 µg/l). Halterna av vittringsprodukterna kalcium och svavel var mycket höga de första dagarna i samtliga recipientpunkter kring Aitik. Kalcium har en förmåga att lindra kopparns och vissa andra tungmetallers giftighet i akvatisk miljö.




*Figur 4.1. Halter av totalkoppar, löst koppar och suspenderat material i a) Leipojoki, b)Vassara älv, c) Lina älv nedströms Vassara älvs inflöde, d) Lina älv ca en mil nedströms Aitik, dagarna efter dammhaveriet vid Aitiks koppargruva.*

- Det mesta av kopparen har sannolikt varit bunden till det slam som fördes ut i samband med haveriet och därmed ej varit tillgänglig för merparten av de djur som lever i vattendragen. Koppar är en metall som gärna binder till partiklar till skillnad från t ex kadmium eller zink som i högre utsträckning transporteras i löst fas. Älvens pH-värde har legat stabilt kring 7, vilket är gynnsamt ur toxikologisk synvinkel. Bottenlevande djur som filtrerar förbipasserande vatten kan dock ha utsatts för relativt höga doser koppar.
- En viss förhöjning av koppar kunde ses i Ängesån den 12 september 2000 då totalhalten låg på ca 2,5 µg/l (figur 2a). Även här var dock halten lösligt koppar låg. Förhöjda halter av sandmagasinets vittringsprodukter kalcium och svavel visade dock att gruvdammens vatten passerade. I Kalixälven nedströms Överkalix kunde ingen förhöjning påvisas (figur 2b). Prover togs även vid Kalix älvmynning under perioden 8-29 september utan att ge några tydliga tecken på påverkan från dammraset.




*Figur 4.2 a) Halter av totalkoppar och löst koppar, b) suspenderat material, kalcium och svavel i Ängesån och Kalix älv den 12/9-2000.*

## *4.2 Slutsatser*

Länsstyrelsen ser allvarligt på det faktum att stora mängder uppslammat material har förts ut i recipienten. Slammet härrör dels från själva sanden i sandmagasinet, dels från uppslammad morän, men även från äldre slam som genom åren avlagrats i Leipojoki. Av analysresultaten kan följande slutsatser dras:

- Halten av suspenderade ämnen i vattendragen har varit starkt förhöjda i närområdet under de första dygnen med successivt avtagande halter längre ner i vattensystemet. Den 15 september hade halten minskat ner till naturlig nivå i samtliga provtagningspunkter (figur 1a-d).
- Ingen förhöjning av suspenderade ämnen har noterats i Ängesån och Kalix älv jämfört med referensen (figur 2b).

Effekterna av detta slam är ännu inte klarlagda, men risken finns att bottenlevande djur kan ha skadats och att fiskleken störts. För att avgöra hur påverkade vattendragen är i detta avseende har bolaget dokumenterat slamningsgraden i vattendragen Leipojoki, Vassara och Lina älvar med hjälp av undervattensvideokamera. Bolaget kommer att till-

sammans med länsstyrelsen utvärdera filmen och uppföljande dokumentation kommer att utföras under hösten 2001.

Bolaget har utfört en elfiskeundersökning under v. 39 år 2000 (6 lokaler). Om slamningen påverkat årets fiskelek kan möjligen avgöras efter förnyade elfisken som skall utföras i höst. Enligt bolagets recipientkontrollprogram kommer även bottenfaunaundersökningar att utföras i höst, vilka kommer att vara ett stöd för bedömningarna av miljökonsekvenserna av dammhaveriet.

# 5. Egenkontrollen

En av miljötillsynens grundpelare är den s k egenkontrollen. Utgångspunkten för denna är de regleringar som återfinnes i 26 kap, 19 § miljöbalken:

> *Den som bedriver verksamhet eller vidtar åtgärder som kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller påverka miljön skall fortlöpande planera och kontrollera verksamheten för att motverka eller förebygga sådana verkningar.*
>
> *Den som bedriver sådan verksamhet eller vidtar sådan åtgärd skall också genom egna undersökningar eller på annat sätt hålla sig underrättad om verksamhetens eller åtgärdens påverkan på miljön.*
>
> *Den som bedriver sådan verksamhet skall lämna förslag till kontrollprogram eller förbättrande åtgärder till tillsynsmyndigheten, om tillsynsmyndigheten begär det.*
>
> *Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela närmare föreskrifter om kontrollen*

Egenkontrollen regleras vidare i förordningen (SFS 1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll.

## *5.1 Bolidens redogörelse för hur egenkontrollen fungerat*

Egenkontrollen för driften av dammarna i Aitik sker enligt rutiner som är dokumenterade i den s.k. DTU-manualen för drift, tillsyn och underhåll av gruvdammar. Manualen baseras på RIDAS-riktlinjerna (Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet).

Av DTU-manualen framgår att dammarna skall ronderas en gång per skift, dvs tre gånger per dygn. Vid rondning inspekteras dammarna okulärt i syfte att upptäcka eventuella läckage, förändringar eller skador på dammkroppen. Vid olyckstillfället ställdes dock rondning av dammarna av säkerhetsskäl in. Boliden har förklarat att orsaken till detta var att dimma och kraftigt regn omöjliggjorde trafik inom gruvområdet.

Mätning av vattennivån i klarningsmagasinet sker kontinuerligt vid utskovet för uttag av returvatten. Vattennivån kan avläsas i anrikningsverkets kontrollrum. När vattennivån överstiger +252,5 m utlöses ett larm i kontrollrummet vilket innebär att en ljudsignal aktiveras samtidigt som ett textmeddelande visas på en dataskärm. Det är mycket vanligt att flera larm från bl. a. anrikningsverket inkommer samtidigt, vilket också skedde vid det aktuella tillfället. Överst på skärmen visades det senaste larmet och larmet från den förhöjda vattennivån hamnade då längre ned på larmlistan och larmsignalen upphörde. Det föreligger inga uppgifter från det aktuella skiftet om att operatören noterat eller kontrollerat larmet från vattenutskovet i klarningsmagasinet.

I den nu havererade delen av dammen fanns tre vattenståndsrör för mätning av grundvattennivåer. Rören installerades med registreringspunkten avsevärt under dammkroppen och har därför endast mätt portrycket i undergrunden och inte gett någon information om portrycket i dammen.

### *5.2 Länsstyrelsens bedömning av hur egenkontrollen fungerat*

Egenkontrollens grundpelare utgörs av de s.k. hänsynsreglerna, som är intagna i 2 kap miljöbalken, varav det s.k. kunskapskravet och kravet om bästa tillgängliga teknik (BAT) är de viktigaste i detta sammanhang. Det är verksamhetsutövarens ansvar att tillse att tillräcklig kunskap finns om verksamheten med hjälp av bl. a. bästa tillgängliga teknik för att förhindra att haverier och olyckor sker vid en anläggning.

Av förordningen om verksamhetsutövares egenkontroll (1998:901) framgår att för en verksamhet skall det finnas dokumenterat en rad rutiner för styrning och hantering av risker för att förebygga olägenheter för människors hälsa och miljön.

Länsstyrelsen bedömer att Bolidens DTU-manual i Aitik i stort uppfyller de krav som miljöbalken ställer avseende egenkontroll. Det finns ingen lagstadgad nivå eller anvisning som anger hur egenkontrollen skall genomföras. Det är verksamhetsutövarens ansvar att se till att egenkontrollen genomförs på ett sådant sätt att miljöbalkens målsättning uppnås.

Trots att ett system för egenkontroll finns i Aitik så har haveriet inträffat. Det är uppenbart så att egenkontrollen varit otillräcklig med avseende på den havererade dammen. Bolidens kunskap om dammens prestanda har varit för dålig och därigenom har haveriet blivit ett faktum.

Enligt länsstyrelsens uppfattning är bristerna i egenkontrollen följande:

- Trots att givet villkor i vattendomen varit baserat på bolagets egen ansökan har inte villkoren följts utan en annan dammtyp byggts
- I samband med uppförandet av den nu havererade dammen har dokumentationen av olika åtgärder varit bristfällig
- För få grundvattenrör har varit installerade för att kontrollera porvattentrycket i stödfyllningen och i filter
- De tre grundvattenrör som fanns installerade mätte inte porvattentrycket i stödfyllningen utan endast i marken under dammen. Kvalitetssäkringen av installationen har således varit otillräcklig
- Bästa möjliga teknik har inte använts för övervakning av dammens tillstånd som t ex geofysiska metoder, kontinuerliga vattenståndsmätare i grundvattenrör och videoinspektion av kulverten samt larmfunktioner kopplade till de olika mätteknikerna
- Larmet vid klarningsmagasinets utskov behövde inte kontrolleras ute på plats. Det larm som gick vid olyckstillfället noterades inte av operatören då larmet ersattes av nya larm från anrikningsverket och hamnade på en larmlista. På grund av detta upptäckte Boliden inte haveriet förrän ca 7 timmar senare. Detta fick som följd att klarningsmagasinets nedströmsdamm utsattes för onödigt hård påfrestning och skadades i släntfoten samt vid bräddavloppen på ett riskabelt sätt.

### *5.3 Slutsatser*

Länsstyrelsen drar följande slutsatser och lämnar följande förslag till åtgärder:

- egenkontrollen har varit otillräcklig genom att haveriet faktiskt har skett. Kvalitén på egenkontrollen bör därför höjas i syfte att öka kunskapen om en dammkonstruktions prestanda
- DTU-manualen är generellt ett bra ledningssystem som i stort uppfyller miljöbalkens krav om verksamhetsutövares egenkontroll.
- Införandet av RIDAS i dammsäkerhetsarbetet har även för gruvdammar varit av stort värde. Dock har gruvdammar ofta en annan teknisk uppbyggnad än vattenkraftsdammar, varför RIDAS bör kompletteras med en gruvanpassad del.
- Det är angeläget att någon form av extern dammrevision börjar tillämpas för de företag som äger eller förvaltar dammar.
- Den bästa möjliga teknik som finns tillgänglig på marknaden har inte använts för att övervaka dammens prestanda. Höjda krav, t ex online-mätning, bör ställas på de övervakningssystem och larmfunktioner som traditionellt används vid denna typ av anläggningar. Dessutom bör ny mätteknik övervägas att införas som komplement till redan etablerade metoder.
- De larmfunktioner som funnits har inte fungerat tillfredsställande. Larmet observerades inte eftersom det ersattes av nya larm. På grund av detta har klarningsmagasinets nedströmsdamm utsatts för hård påfrestning och risk har uppstått för att ett större haveri kunde inträffa och människoliv gå till spillo. Mätsystem bör generellt förses med larmfunktioner som bara kan kvitteras ute på den plats där larmet uppstår.

Länsstyrelsen vill poängtera att Boliden hanterat haveriet på ett bra sätt efter upptäckten av det. DTU-manualen har varit ett bra hjälpmedel att hantera olycksförloppet. De rutiner som finns för larmning av olika befattningshavare inom företaget och myndigheterna har följts. Olika typer av åtgärder sattes snabbt in. Skadorna som uppstod på klarningsmagasinets nedströmsdamm reparerades omedelbart när de upptäcktes. En intensifierad recipientprovtagning kom snabbt igång. Boliden fick snabbt konsulter på plats för att utreda orsakerna till dammhaveriet. Mätsystemet för vattennivån i sandmagasinet har efter haveriet försetts med larm i enlighet med länsstyrelsens förslag till åtgärder.

Länsstyrelsen vill dock lyfta fram frågeställningen om de tillsynskrav som ställs i miljöbalken, och som bygger på verksamhetsutövarens egenkontroll, är tillräckliga när det gäller anläggningar i konsekvensklass 1A och 1B enligt RIDAS.

## 6. Länsstyrelsens tillsynsroll och uppgifter

Förutom den egenkontroll som en verksamhetsutövare enligt 26 kap, 19 § miljöbalken är skyldig att utöva, har länsstyrelsen och andra offentliga organ tillsynsuppgifter som har en bäring i den aktuella situationen.

Länsstyrelsen har tillsynsuppgifter inom en lång rad olika verksamhetsområden. I detta fall är de aktuella områden som berörs de som kan kopplas till miljöbalken med följdlagstiftningar, till räddningstjänstens verksamhet samt till plan- och bygglagen.

När det gäller uppgifterna under miljöbalken så är det grundläggande damminnehavarens skyldighet att underhålla sin dammanläggning så att ett haveri inte sker, och så att hälsa och miljö därigenom inte utsätts för en negativ påverkan. Dammen ska fortlöpande kontrolleras och arbetet ska planeras. Länsstyrelsen ska kontrollera att damminnehavaren gör vad som ankommer på honom och vidta erforderliga åtgärder om det föreligger brister. Ansvaret är generellt utformat. Inga föreskrifter finns om hur tillsynsarbetet närmare ska utföras.

Länsstyrelsen har möjligheter att begära uppgifter från damminnehavaren om hur underhållet av dammen genomförs. Om det visar sig att det inte sker på ett tillfredsställande sätt är rättsläget något oklart i fråga om vad länsstyrelsen som tillsynsmyndighet kan kräva avseende kontroll av anläggningen. Om det finns brister i själva underhållet, som kan konstateras av länsstyrelsen, så kan damminnehavaren föreläggas om att vidta rättelse.

Inom ramen för länsstyrelsens ansvar för tillsyn enligt räddningstjänstlagen kan sägas att länsstyrelsens uppgifter i fråga om dammsäkerhet i huvudsak inskränker sig till de regionala tillsynsuppgifterna, som avses genomföras genom samråd och rådgivning främst gentemot kommunerna. Kommunens nämnd för räddningstjänst utövar den omedelbara tillsynen över efterlevnaden av räddningstjänstlagen. Bland tillsynsuppgifterna kan nämnas att se till att de som innehar dammar av sådan storlek att ett dammbrott kan orsaka allvarliga skador på människor eller miljön (§ 43-anläggningar, vilket i huvudsak torde vara dammar, tillhörande konsekvensklass 1A) har skyldighet att i skälig omfattning hålla eller bekosta beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta erforderliga åtgärder för att hindra eller begränsa sådana skador.

I vissa fall kan länsstyrelsen överta det kommunala ledningsansvaret vid ett räddningstjänstläge. Detta gäller främst vid stora, utdragna förlopp, då flera kommuner berörs eller i vissa speciella fall (främst olyckor kopplade till radioaktiva utsläpp). Ett övertagande av räddningstjänstansvaret i händelse av ett haveri i en gruvdamm, torde inte vara sannolikt.

Länsstyrelsens ansvar under plan- och bygglagen är att verka för att den kommunala planläggningen inte innebär att bebyggelse förläggs till mark som är olämplig med hänsyn till behovet av skydd mot olyckshändelser.

Tillsynen vad gäller dammfrågor och följderna av eventuella dammhaverier regleras såsom redovisats ovan inom ramen för olika lagar. Vattenlagen är sedan 1999 en del av miljöbalken. I de villkor som ställs för vattenverksamhet och dammbyggnader, är ofta säkerhetsfrågorna svagt tillgodosedda. Den tillsyn som länsstyrelsen har genomfört, har skett inom ramen för olika organisatoriska enheter. Någon samlad syn på dammtillsyn har inte funnits. Tillsynen på dammar har inte varit tillräckligt högt prioriterad vid länsstyrelsen. En systemuppföljning av länsstyrelsens interna arbete i anslutning till olyckan har utförts. I rapport avgiven 2000-12-05 beskrivs länsstyrelsens roll och uppgifter mer ingående, dnr 240-10478-2000.

Länsstyrelsen hade dock redan under 1999/2000 börjat prioritera dammsäkerhetsarbetet och inlett arbetet med kompetenshöjning.

En slutsats av Aitik-haveriet är att länsstyrelsens interna arbete rörande dammtillsyn behöver förändras och samordnas. En sådan förändring har också genomförts. En intern samverkansgrupp för dammsäkerhetsfrågor etableras. Samverkansgruppen organiseras utgående från miljöskyddsfunktionen som tillförs särskild expertis i frågorna.

Som redovisats tidigare i kapitel 5 och nu i kapitel 6 angående egenkontroll och tillsyn, är grundlinjen avseende miljötillsynen att den s k egenkontrollen är den bas på vilken tillsynen ska vila. I de allra flesta fall måste detta bedömas vara tillfredställande, eftersom det tydligt anvisar var ansvaret för att både planera för och åtgärda eventuella störningar med möjliga effekter på människors hälsa och miljön ska vila.

Samtidigt finns en svaghet i systemet, i och med att tillsynskraven är principiellt desamma för anläggningar med mindre påverkan och för sådana med potentiellt mycket stor påverkan på människors hälsa och miljön.

De nu aktuella anläggningarna, dammar för främst gruv- och vattenkraftsändamål, har i vissa fall en mycket stor potentiell påverkan. Så skulle t ex ett haveri i någon av de större vattenkraftdammarna i Luleälven, ha effekter som endast kan beskrivas i termer som en nationell katastrof.

Det bör enligt länsstyrelsens uppfattning utredas vidare om egenkontrollen är en tillräcklig grund för tillsynen över dammanläggningar i högsta riskklass enligt RIDAS, 1A och 1B.

# 7. Tillståndsplikt för vattenverksamhet

Enligt miljöbalkens 11 kap. 2 och 9 §§ krävs tillstånd för att bedriva vattenverksamhet. Ansökan om tillstånd till vattenverksamhet prövas av miljödomstolen. Med vattenverksamhet menas exempelvis uppförande, ändring, lagning och utrivning av dammar eller andra anläggningar i vattenområden, bortledande av vatten från eller grävning, sprängning och rensning i vattenområden om åtgärden syftar till att förändra vattnets djup eller läge.

Om det krävs tillstånd för en vattenverksamhet, får enligt 10 § arbeten av större omfattning i anslutning till verksamheten inte påbörjas innan tillstånd har meddelats.

Arbeten får enligt 16 § utföras utan föregående tillstånd, om det till följd av en skada eller för att förebygga en skada är nödvändigt att tillståndspliktiga ändrings- eller lagningsarbeten utförs genast. Ansökan om godkännande av arbetena skall dock göras snarast möjligt.

## *7.1 Gällande tillstånd för Bolidens anläggning i Aitik*

För Bolidens dammanläggningar i Aitik gäller tillstånd från 1984-11-16 (Tillstånd enligt vattenlagen till på- och tillbyggnad av dammar för befintligt sand- och klarningsmagasin samt anläggande av nytt klarningsmagasin m m vid Aitikgruvan i Gällivare kommun), samt tillstånd från 1989-09-14 (Tillstånd till påbyggnad av damm för klarningsmagasin och anläggande av nytt utloppsdike vid Aitikgruvan i Gällivare kommun m m)

Enligt den lagligförklaring som lämnats i 1984 års dom har tillstånd lämnats för dammens dåvarande utförande samt utförande av förändringar enligt beskrivning. Av beskrivningen framgår att den fortsatta utbyggnaden skall ske inåt magasinet. Krönbredden skall vara ca 5 m och släntlutningen 1:2 såväl inåt magasinet som på utsidan. Dammen byggs på successivt till en högsta krönhöjd om +378 m. Befintliga bräddavlopp och utskov ersätts av nya.

## *7.2 Avvikelser från gällande tillstånd*

De faktorer som enligt länsstyrelsens bedömning strider mot vad som anges i tillståndet är följande:

1. **Den havererade dammens grundkonstruktion**. I domen för damm E-F medges byggandet av en s k inåtdamm. Damm E-F:s förlängning har däremot utförts som utåtdamm, en konstruktion som helt och hållet avviker från tillståndet, trots att separat tillstånd inte erhållits för E-F:s förlängning. Dammens grundkonstruktion gjordes redan 1992 och dammen har kontinuerligt byggts på med samma typ av konstruktion.

2. **Den havererade dammens släntlutning**. I domen medges en släntlutning om 1:2. Trots detta har släntlutningen uppströms under en påbyggnadsetapp ökats till 1:1.5 och i följande etapper minskats till 1:2.5.

3. **Nedslagningen av en spont i dammen.** För att åtgärda läckage- och stabilitetsproblem som uppmärksammades hösten 1995 anlades hösten 1996 en spont. Sponten förekommer inte i något givet tillstånd och någon lagligförklaring har inte heller i efterhand skett.

### *7.3 Kommentarer*

Tillståndsplikt föreligger även för ändring av en damm om det inte är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom verksamhetens inverkan på vattenförhållandena. Åtgärden att anlägga en spont i dammkroppen skulle enligt länsstyrelsens uppfattning ha föregåtts av en tillståndsprövning.

Om risk för skada enligt ovan föreligger får anläggning av en spont anses som en sådan nödåtgärd som avses i miljöbalkens 11 kap. 16 §. Det är självklart att de läckage som dammen drogs med måste åtgärdas utan dröjsmål. Det fråntar dock inte Boliden ansvaret att enligt samma paragraf söka lagligförklaring av åtgärderna direkt efteråt. Det finns inga uppgifter om att något sådant har skett innan Boliden lämnat ansökan om det 2001-05-29 .

Den i tillståndet angivna släntlutningen skall följas. Att bolaget inte gjort det i 1994, 1996 och 1998 års tillbyggnader är återigen en indikation på bristfällig egenkontroll.

Hela konstruktionen av E-F:s förlängning ingår inte, enligt vad som hittills framkommit, i någon tillståndsansökan. E-F dammen följer tillståndsgivna beskrivningar och är av inåttyp, medan E-F:s förlängning är av utåttyp med en helt annan inre uppbyggnad. Enligt tillgängliga konsultrapporter har ingen dokumentation varit tillgänglig beträffande frågan hur filterlager, tätkärna och stödfyllning i E-F:s förlängning anslutits till E-F dammen. En dammkonstruktion med avvikelser av detta slag skulle enligt länsstyrelsens mening prövas i förhand, vilket alltså inte har skett varför dammkonstruktionen måste anses strida mot givet tillstånd.

Boliden har i skrivelse till miljödomstolen 2001-04-25 i efterhand sökt godkännande av ovanstående samt andra avvikelser mot gällande tillstånd. Miljödomstolen har i dom 2001-06-28 lämnat Bolidens yrkande om lagligförklaring av den havererade dammens avvikelser utan bifall, med motiveringen att om en damm inte längre existerar, så kan den inte heller lagligförklaras.

### *7.4 Avvikelsernas betydelse för dammens säkerhet*

Det är mycket svårt att bedöma om sponten varit någon (del)orsak till haveriet. Den gick till stora delar inte ned till berg och kunde därmed enligt Heiner orsaka koncentrerat läckage. Enligt Bolidens preliminära rapport 2000-11-17 kan ofullständig nedslagning av sponten också ha bidragit till skadligt inläckage. Sponten har därför otvivelaktigt ändrat dammens inre egenskaper på ett sätt som borde ha blivit föremål för oberoende granskning. Å andra sidan bör sponten genom att den gjöts ihop med utloppskulverten ha minskat risken för läckage längs denna.

Vid ändring av släntlutningen påverkas släntens stabilitet. Ändringarna av släntlutningen har också påverkat tätkärnans tjocklek genom att tätkärnan utförts med samma horisontella mått vid olika lutningar istället för med konstant tjocklek. Avvikelserna beträffande släntlutningen kan ha haft en menlig inverkan på dammens egenskaper. Vid den brantare släntlutningen torde uppströmssläntens stabilitet ha minskat och vid den flackare lutningen har tätkärnan blivit så tunn att den av både Heiner och Nilsson anses otillräcklig för att förhindra ökat portryck i stödfyllningen nedströms filtret (dräneringslagret) om inte filtret fungerar tillfredsställande.

Damm E-F, damm E-F:s förlängning och spärrdammen möttes i en punkt. Den senare dammen var anlagd inom sandmagasinet för att avskilja anrikningsanden från vattnet. Av flygbilderna efter dammraset framgår att dammbräschens högra kant ligger i omedelbar anslutning till punkten där de tre dammarna korsas och möts. Boliden uppger i sin preliminära rapport att en av de faktorer som kan ha bidragit till ett förhöjt läckage är brister i anslutningen mellan E-F och E-F:s förlängning. Uppenbarligen kan det ha varit en svag zon i övergången mellan dammarna, vilket också styrks av Heiners observationer av att utflöde uppstod i samband med schaktning av slänten mot damm E-F efter dammraset. Enligt Heiner bedöms läckaget som en av de troliga orsakerna till haveriet. Det går inte att utifrån dessa uppgifter spekulera om i vilken grad avvikelsen bidragit till dammbrottet, men med stöd av Heiners observationer är länsstyrelsens uppfattning att läckaget via skarven till E-F bidragit till ett förhöjt portryck med försämrad stabilitet som följd.

### *7.5 Slutsatser*

Enligt länsstyrelsens uppfattning, har de avvikelser som redovisats ovan sannolikt påverkat dammens stabilitet och kan därigenom ha bidragit till att dammen havererade. Även om de i sig inte utgör de enda möjliga eller sannolika orsakerna till haveriet, så kan det inte uteslutas att de haft en negativ inverkan på såväl dammens stabilitet som tätkärnans tätande egenskaper. Särskilt vill länsstyrelsen lyfta fram det förhållande att dammens grundkonstruktion avviker kraftigt från vad som varit angivet i vattendomen, vilket fått som följd att dammar av två olika modeller skarvats ihop. Dammkonstruktionen var av olika orsaker, såsom bristfälliga filter och relativt tät stödfyllning, mycket känslig för ökat inläckage. Därför kan den sammanlagda effekten av tillkommande läckage på grund av avvikelserna ha varit betydande.

Eftersom det totala vatteninnehållet i dammkroppen har varit beroende av både naturligt och skadligt läckage från olika tillflöden kan ingen idag med säkerhet säga hur mycket av det skadliga läckaget som orsakats av avvikelserna från tillståndet. Även om avvikelserna skulle haft marginell inverkan på dammens vatteninnehåll ser länsstyrelsen ändå mycket allvarligt på att villkor i givna tillstånd inte har följts.

Det kan inte vara en enskild verksamhetsutövares ansvar att besluta om viktiga konstruktionsförändringar i dammanläggningar i höga konsekvensklasser utan föregående tillståndsprövning.

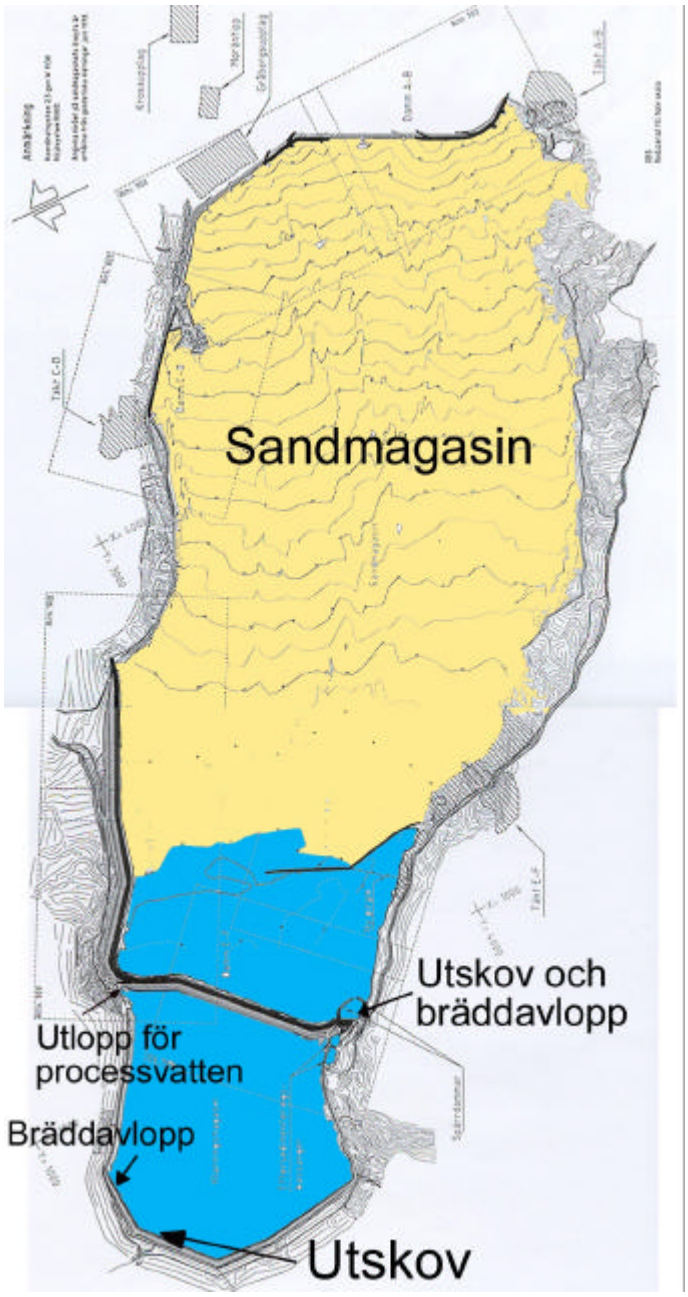
### *7.6 Anmälan om misstanke om brott*

Det är av stor vikt för dammsäkerheten att givna tillstånd följs, och att ändringar gentemot gällande tillstånd får prövas. Prövningarna ska då företrädesvis ske i förväg, och endast vid nödfall i efterhand. Enligt vad som hittills har framkommit finns inte stöd för ovan beskrivna avvikelser i någon tillståndshandling, varför de torde strida mot gällande tillstånd. Oavsett i vilken grad avvikelserna mot givet tillstånd har påverkat dammens stabilitet, är det viktigt att avvikelserna granskas för att klargöra om de har lagligt stöd eller ej. Om misstanke om brott mot miljöbalken alternativt vattenlagen föreligger, ingår det i myndighetens tillsynsansvar att anmäla företeelsen för prövning hos miljööklagare.

Ovan beskrivna åtgärder är straffsanktionerade enligt 29 kap 4 § första och andra stycket miljöbalken jämfört med 21 kap 1 § första stycket 1 och 2 vattenlagen. De brott som kan ha begåtts före påbyggnaden 1996 torde ha preskriberats såvida inte brotten ska anses alltjämt pågå så länge förhållandena kvarstår eller innefatta brott mot plikten att ansöka om tillstånd till ändringar. Eftersom länsstyrelsen misstänker att brott föreligger har anmälan om detta överlämnats till åklagarmyndigheten i Umeå den 1 juni 2001.

## 8. Överdämning i klarningsmagasinet

Dammhaveriet ledde till utsläpp av vatten från sandmagasinet till nedanförliggande klarningsmagasin. Det samlade vattenflödet från sandmagasinet till klarningsmagasinet har beräknats uppgå till ca 2 $Mm^3$. Klarningsmagasinet rymmer vid dämningsgränsen +352,5 m ca 15 $Mm^3$.




*Figur 8.1 Sandmagasinet och klarningsmagasinet vid Aitik.*

När vattennivån i klarningsmagasinet steg upp till dämningsgränsen började vatten automatiskt bräddas via två bräddavlopp i I-J dammen. Vattnet i klarningsmagasinet steg enligt Bolidens slutrapport till ca +353,3 m, d. v. s. 0,8 m över tillståndsgiven dämningsgräns.

## *8.1 I-J dammens konstruktion*

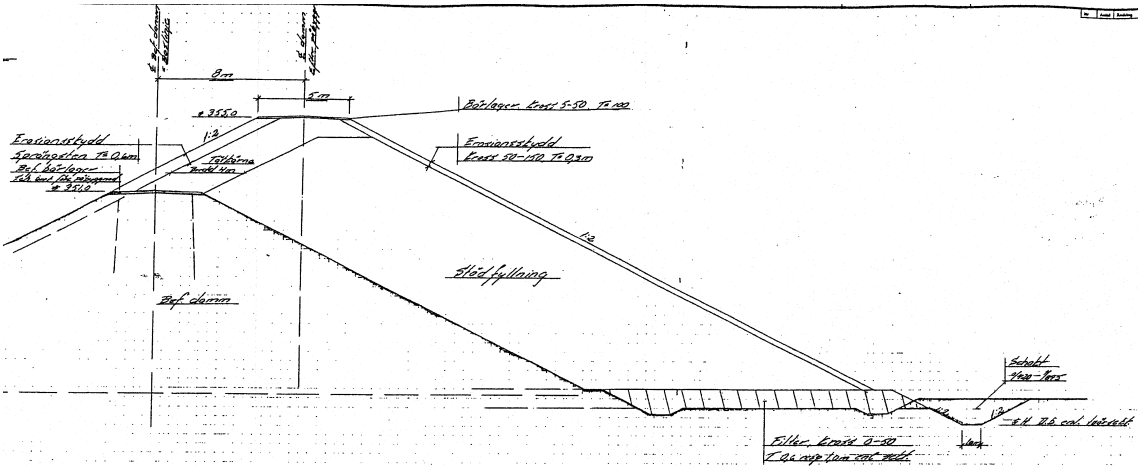



*Fig 8.2 I-J dammens konstruktion.*

Klarningsmagasinet däms upp av damm I-J. Dammen är konstruerad på likartat sätt som E-F:s förlängning och avses fungera som ”tät” damm. Dammens grundkonstruktion är från 1985 och dammen är påbyggd 1989 till nuvarande krönnivå, +355 m, vilket är 2,5 m ovanför gällande dämningsgräns, +352,5 m.

Dammen har ursprungligen byggts med en vertikal tätkärna med 4 m bredd. Vid påbyggnaden 1989 höjdes dammen utåt och försågs med en lutande tätkärna. Dräneringsskiktet förlängdes samtidigt under nedströms stödfyllning från tätkärnan till släntfoten. Något skydd av dräneringsskiktet vid dammtån finns dock inte.

Enligt de ritningar som överlämnats till länsstyrelsen är nyssnämnda dräneringsskikt det enda i sitt slag som anlagts i dammen. Således saknas dräneringsskikt mellan tätkärna och stödfyllning. Eftersom stödfyllningen utgörs av ett relativt tätt material föreligger därför risk för höga portryck i stödfyllningen om inte dräneringsskiktet under stödfyllningen fungerar tillfredsställande.

Sammantaget har konsekvenserna vid eventuellt dammbrott bedömts vara av sådan art att denna damm klassats i konsekvensklass 1B.

## *8.2 Skadorna på I-J dammen*

Det kraftiga vattenflödet genom bräddavloppen i I-J dammen ledde till avsevärda erosionsskador i dammens nedströmsslänt. Rördelarna i ett av bräddavloppen frilades och gled isär, varvid erosionsskador vinkelrätt in i stödfyllningen successivt uppstod. Se figur 8.3 och 8.4.

*Figur 8.3 Skador vid bräddavlopp på I-J dammen.*

*Figur 8.4 Skador vid bräddavlopp på I-J dammen.*

### *8.3 Risk för ytterligare dammbrott*

Av skadornas omfattning att döma förelåg risk för att I-J dammen vid fortsatt flöde genom bräddavloppet skulle ha kunnat gå till brott, vilket sannolikt avvärjdes genom att utskovet för dammen omgående öppnades på morgonen den 9 september. Därigenom avtog flödet genom bräddavloppen för att helt upphöra kl 01.00 den 12 september.

*Figur 8.5 Erosionsskador utmed I-J dammens nedströmsslänt.*

### *8.4 Bolidens rapportering*

Det framgår inte av Bolidens rapportering hur allvarlig situationen, på grund av bräddavloppens konstruktion, var för I-J dammen i samband med dammbrottet i E-F:s förlängning. Om ytterligare ca 15 $Mm^3$ vatten hade frigjorts skulle det ha orsakat översvämning i nedanförliggande vattensystem med risk för förlust av såväl liv som egendom.

### *8.5 Slutsatser*

#### 8.5.1 Nuvarande övervakningsrutiner

I-J dammen har i samband med haveriet utsatts för extrem belastning, och dessutom erhållit avsevärda erosionsskador som dock nu är reparerade. Det är därför svårt att veta i vilken kondition dammen nu befinner sig i. Som visats under punkt 8.1 har dammen endast dräneringsskikt under dammens stödfyllning. En igensättning av dräneringsskiktet medför risk för höga portryck i stödfyllningen. Den incident som inträffade i december 2000 styrker detta. Fritt vatten kom då ut i nedströmsslänten, sannolikt beroende på frysning i dräneringsskiktet. Vatteninnehållet i dammen övervakas med vattenståndsrör, vilket enligt tidigare praxis ansetts som tillräckligt. Ytterligare vattenståndsrör har in-

stallerats i I-J dammen efter incidenten med uppfuktning av nedströmsslänten i denna damm under december 2000. En stödbank har dessutom lagts ut vid uppfuktningsstället.

### 8.5.2 Behov av ytterligare teknisk övervakning

Med hänsyn till händelseutvecklingen samt rådande förhållanden kan I-J dammen inte idag anses vara tillräckligt övervakad. Redan beprövad teknik i form av vattenståndsrör, läckagemätningar och kontinuerlig portrycksmätning har inte tillämpats i tillräcklig omfattning. Nya metoder såsom självpotentialmätning, resistivitetsmätning, markradar och temperaturmätning har ännu inte börjat tillämpas. I den nya dammen har dock fiberoptik installerats för rörelse- och temperaturmätning. De nya metoderna utvecklas kontinuerligt, är förhållandevis billiga att tillämpa och kan användas utan att dammkroppen störs. Det bör övervägas om dessa metoder kan utnyttjas i större utsträckning för kontroll av läckage och teknisk status på I-J dammen.

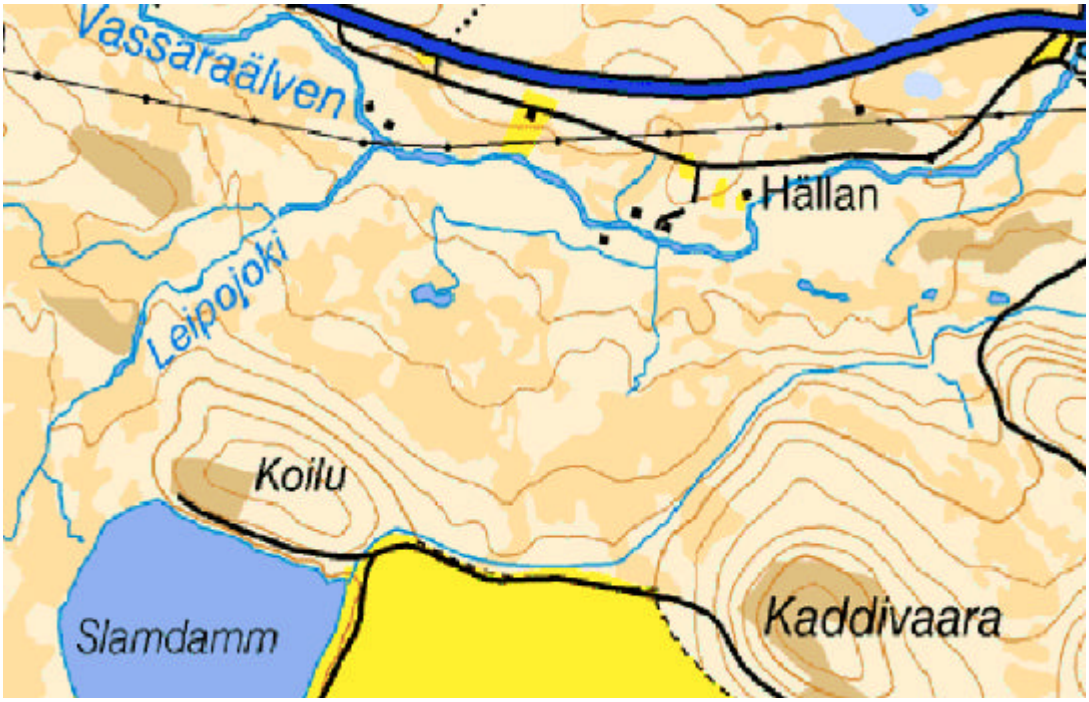
### 8.5.3 I-J dammens status

I-J dammen överdämdes vid haveriet med 0,8 m och utsattes i anslutning till ett bräddavlopp och vid släntfoten för erosionsskador *(se avsnitt 8.2 och 8.3).* Även om Boliden reparerat skadorna så kvarstår ändå tveksamheter rörande I-J dammens status. Tveksamheterna gäller framförallt dammens konstruktion, t ex innebär avsaknaden av dräneringsskikt mellan tätkärna och stödfyllning risk för förhöjda portryck i stödfyllningen *(se avsnitt 8.1).* Eftersom incidenten i december 2000 visar på behovet av skydd för dammtån är det viktigt att det skydd (stödbank) som påbörjats utsträcks längs hela dammen. Boliden bör också genomföra en oförstörande provning av dammen t ex med hjälp av markradar och/eller självpotentialmätning för att få en bättre bild av dammens tillstånd.

## *8.6 Beräknade konsekvenser av dammhaveri vid I-J dammen*

### 8.6.1 Allmänt

Klarningsdammen I-J utsattes vid dammhaveriet för större belastning än den var dimensionerad för. Risken för utsläpp av ytterligare 15 $Mm^3$ vatten var därför inte försumbar. En vattenmängd av den storleken skulle sannolikt få långtgående konsekvenser för avrinningsområdet nedströms dammen. De vattendrag som i första hand skulle drabbas av översvämning är områdena kring Leipojoki och Vassara älv.




*Figur 8.6 Vattendrag nedströms I-J dammen*

### 8.6.2 Konsekvensbedömning enligt DTU-manual

I DTU-manualens konsekvensbeskrivning beräknades att ett dammhaveri i E-F-dammen även skulle orsaka haveri I-J dammen. Endast under ”gynnsamma förhållanden” skulle konsekvenserna kunna begränsas till utströmning av vatten genom bräddavloppen. Det förefaller därför vara endast ”gynnsamma förhållanden” som förhindrade ett ytterligare haveri vid I-J dammen.

Vid en utströmning av exempelvis 12 $Mm^3$ vatten skulle en flodvåg följa Leipojokis fåra för att så småningom mynna i Vassara älv. Flodvågens höjd bedöms inledningsvis enligt bolagets DTU-manual vara 10 m för att sedan kraftigt minska i den flacka terrängen med ökande avstånd från dammen.

### 8.6.3 Simulering av flöde

Den beräknade vattenståndshöjningen nedströms är beroende av hur fort vattnet töms ur klarningsmagasinet, vilket gör det svårt att med säkerhet bedöma vilken högsta nivå

som kommer att uppnås i nedströms vattendrag. Höga vattennivåer p g a en regnig höst rådde vid den aktuella tidpunkten. Ett rimligt antagande är därför att simulerad vattenståndshöjning kan adderas till ett redan högt vattenstånd.

På grund av osäkerheterna i ingångsvärden har två fall av vattenståndshöjningar simulerats. Vid det ena fallet har utbredningen av 2 m vattenståndshöjning simulerats, och vid det andra fallet utbredningen av 3 m höjning. Beräkningen har utförts genom geografisk analys i en terrängmodell. Indata har utgjorts av lantmäteriets höjddata för området samt ekonomiska kartans vektordata.

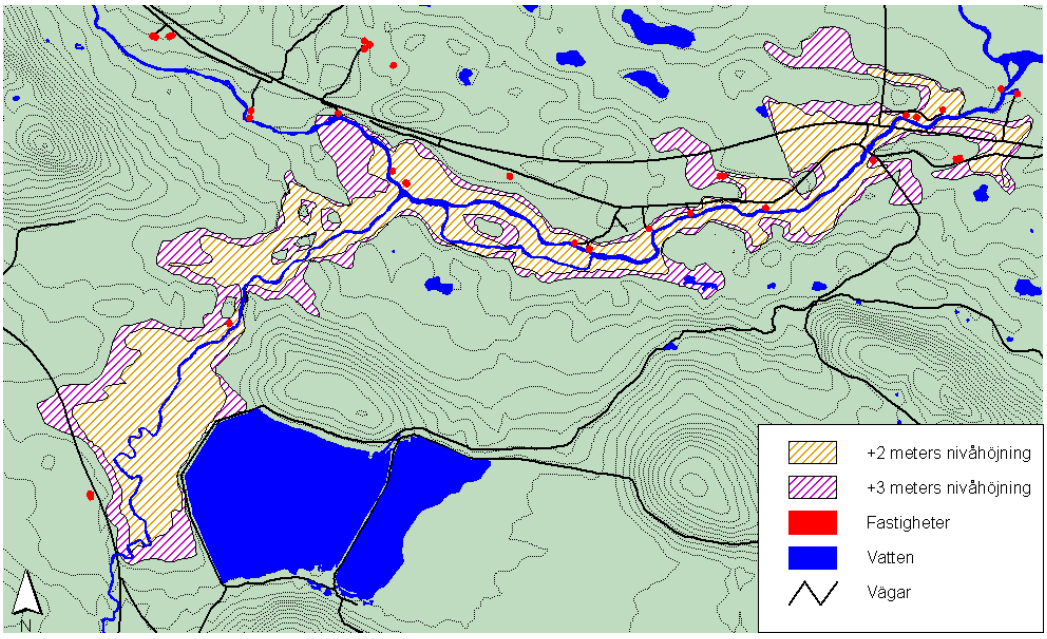
Vid en uppskattning av vattenmängderna i det flacka området direkt nedanför dammen skulle vattenvolymen vid 2 m-alternativet uppgå till ca 2,2 $Mm^3$ och vid 3 m-alternativet till ca 4,8 $Mm^3$, d v s 18 resp. 40 procent av utsläppt volym.

Utbredningen av vatten längs med Leipojoki och Vassara älv skulle variera starkt. Variationerna beror i huvudsak på att topografin till största delen är förhållandevis flack med bara några få undantag.

### 8.6.4 Konsekvensbedömning enligt flödessimulering

Vid en maximal vattenståndshöjning av vattendragen med ca 3 m skulle 15 fastigheter innefattas av vattenutbredningen mellan I-J dammen och väg E10. Ett mindre antal hus finns dessutom i nära anslutning till vattnet. Bedömningen säger däremot inget om i vilken utsträckning husen påverkas av vattnet, utan bara att de påverkas.

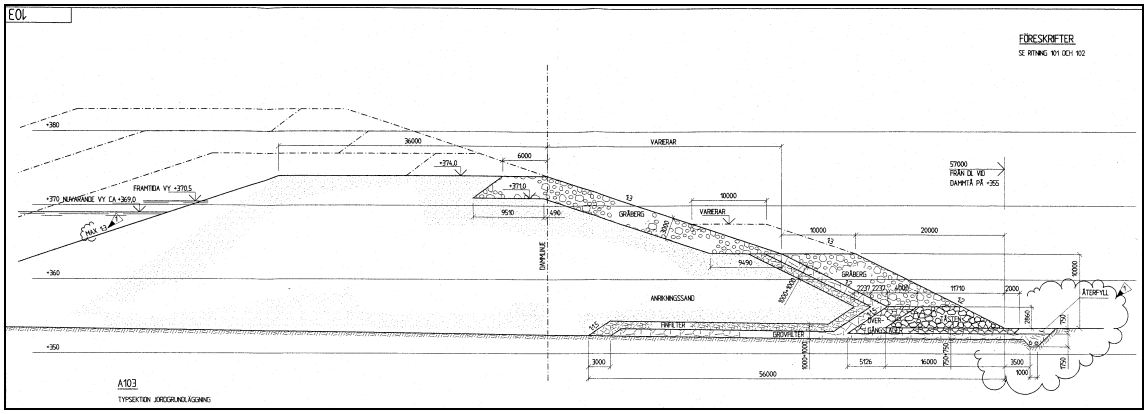
Vidare kommer väg E10 att översvämmas i anslutning till passagen av Vassara älv.




*Figur 8.7 Simulerad utbredning*

# 9. Nya dammen

Strax efter dammhaveriet startade uppförandet av en ny förlängning av E-F dammen, kallad E-F2. Dammen är konstruerad som en dränerande damm. För att säkerställa såväl materialskiljande som dränerande egenskaper är filtret i nedströmsdelen uppdelat i grov- och finfilter. Dammtån har utformats med stora block. Mellan filtret och blocken i dammtån finns ett övergångslager. Beräknad säkerhetsfaktor vid exceptionell belastning är 1,5-1,6 vilket med marginal uppfyller kraven enligt RIDAS (Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet). Utskovsledningen utgörs nu av ett betongingjutet stålrör som mynnar 50 m nedströms dammtån.




*Figur 9.1 Tvärsektion genom Damm E-F2.*

## *9.1 Övervaknings- och tillsynsrutiner*

Övervakning av E-F2-dammen kommer att ske genom instrumentering med optisk fiberkabel, dränagebrunnar och vattenståndsrör. Kablarna skall mäta temperatur och deformationer. Idag finns dock inte mätutrustning tillgänglig för deformationsmätning. Vattenståndsrören kommer att förses med tryckgivare för kontinuerlig avläsning från anrikningsverkets kontrollrum. I brunnarna installeras mätöverfall för mätning av läckaget genom dammen.

## *9.2 Kvalitetssäkring av nya dammen*

Enligt RIDAS skall det vid dammars konstruktion och utförande finnas ett system som säkerställer granskning och kontroll av alla viktiga faser och moment vid en fyllningsdamms tillblivelse. Kvalitetskontroll skall utföras enligt gällande normer, bestämmelser och kontrollplaner. Kontrollplanen skall innefatta perioden t o m första besiktning.

En av anledningarna till svårigheterna att utreda orsakerna till haveriet har varit avsaknaden av dokumenterad egenkontroll av tidigare entreprenader.

Vikten av ett fungerande kontrollprogram för den nya dammen har därför framförts till Boliden vid möten på länsstyrelsen vid olika tillfällen. Vid mötet 2000-11-21 meddelade Boliden att egenkontroll utförts på den nya dammen av PEAB och att en kontrollant från VBB varit på plats. Utföranderapport från VBB och kvalitetsrapport från PEAB utlovades. En arbetsbeskrivning överlämnades till länsstyrelsen 2000-11-13.

Under våren 2001 erhölls dokumenten

- Platskontroll vid byggnad av E-F 2 daterad 2001-04-05
- PM dammfyllning daterad 2000-10-11 reviderad 2000-11-21
- Teknisk beskrivning daterad 2001-02-07 reviderad 2001-03-16

### *9.3 Slutsatser*

Behovet av förbättrad filter- och dräneringskapacitet i den nya dammen förefaller väl tillgodosett. Detsamma gäller för den tekniska övervakningen av dammen genom inbyggd fiberoptik, vattenståndsrör och läckagemätningsbrunnar. Fiberoptiken som använts i detta fall har byggts in i dammkroppen. Användningsområdet för denna teknik begränsas av att den kan användas endast vid ny- och tillbyggnad av dammar.

Boliden har genom installation av fiberoptisk bevakning visat öppenhet att vid nybyggnad testa och utvärdera ny teknik, vilket är tillfredsställande. För att övervakningsbehovet av Bolidens befintliga dammar av hög riskklass skall tillgodoses är det nödvändigt att samma öppenhet tillämpas för övervakningsmetoder anpassade för befintliga dammar.

Dokumenterad egenkontroll av byggnationen är ett krav för att dammen ska vara kvalitetssäkrad enligt RIDAS. Program för egenkontroll av projektering och byggande av den nya dammen begärdes av länsstyrelsen innan arbetena påbörjades. Detta gjordes för att tillsynsmyndigheten skulle kunna yttra sig över egenkontrollen före och under pågående arbeten. Hela utbyggnaden av den nya dammen utfördes dock utan att ett sådant program redovisades. Eftersom inga dokument överlämnades till länsstyrelsen kunde inte myndigheten yttra sig över hur egenkontrollen av den nya dammen skulle utföras, vilket är otillfredsställande. Boliden har dock i efterhand överlämnat handlingar som visar att en god egenkontroll har utförts vid byggandet.

# 10. Sammanfattande analys av orsakssamband och generella slutsatser

## *10.1 Slutsatser rörande dammhaveriet, orsaker och bakgrund*

Någon entydig orsak till haveriet kommer med all sannolikhet aldrig att kunna fastställas. Det material som länsstyrelsen haft tillgång till tyder på att en rad samverkande faktorer medverkat till skadligt läckage och till att för höga portryck byggts upp i dammkroppen. I vilken grad de olika faktorerna varit orsak till dammhaveriet går inte att säga med säkerhet. Några faktorer innebär enligt länsstyrelsens mening avvikelser mot givna tillstånd.

### 10.1.1 Orsakerna till haveriet

Genomförda provtagningar har entydigt visat att dammens filterfunktion varit starkt nedsatt, med sannolikt för högt portryck och minskad stabilitet som följd. Det förhöjda portrycket skulle kunna ha förorsakat en utglidning av nedströmsslänten, **portrycksteorin**

Enligt **kulvertteorin** skulle istället inre erosion kring utloppskulverten ha orsakat sjunkhål i uppströmsslänten. Sjunkhålet har sedan utvidgats genom att kulverten pga ensidig belastning deformerats eller kollapsat och erosionsmassor transporterats ut genom kulverten. Till slut har sjunkhålet blivit så stort att vattnet kunnat bryta genom resten av dammkropppen med fullskaligt haveri som följd.

Boliden har tagit ställning för kulvertteorin som den mest sannolika orsaken till haveriet, och tillskriver därmed bristerna vid utloppsledningen som i huvudsak avgörande för förloppet. Länsstyrelsen konstaterar dock att övervägande delen av Bolidens konsulter stöder portrycksteorin.

Två huvudteorier har alltså funnits. Enligt bägge dessa har en utglidning skett, antingen genom att för högt portryck i dammen orsakat för låg släntstabilitet, eller att ett sjunkhål utbildats genom inre erosion vilket ledde till överströmning och fullbordat haveri.

Oavsett vilken teori som har mest relevans för haveriet, så kan enligt länsstyrelsens uppfattning ett antal avvikelser från givna tillstånd ha påverkat dammens stabilitet och kan därigenom ha bidragit till att dammen havererade. Även om avvikelserna inte utgör de enda möjliga eller sannolika orsakerna till haveriet, så kan det inte uteslutas att de haft en negativ inverkan på såväl dammens stabilitet som tätkärnans tätande egenskaper. Särskilt vill länsstyrelsen lyfta fram det förhållande att dammens grundkonstruktion kraftigt avviker från vad som varit angivet i vattendomen, vilket innebär att dammar av två olika modeller skarvats ihop.

Ett dammhaveri kan bara ha två orsaker; brister i dammens uppbyggnad eller oförutsedd yttre påverkan. I detta fall har så vitt känt ingen oförutsedd yttre påverkan kunnat konstateras. Orsaken till haveriet står därför att finna i missförhållanden i dammkroppen.

Dessa missförhållanden har sannolikt sin grund i brister i Bolidens egenkontroll i samband med projektering, byggande och reparationsarbeten. Ett antal brister har kunnat konstateras vid projektering, byggande och reparationsarbeten av och på den nu havererade dammen. Den tekniska övervakningen av dammen innan haveriet var vidare otillräcklig för att kunna upptäcka missförhållandena i tid och därmed eventuellt kunna förhindra haveriet.

Boliden Mineral AB har sedan haveriet på olika sätt arbetat för att förändra och utveckla sina metoder för övervakning och tillsyn. Detta är tillfredställande och de insatser som redan gjorts är enligt länsstyrelsens uppfattning viktiga steg på vägen för att åtgärda de brister som funnits i tidigare skeden.

### 10.1.2 Egenkontroll och övervakning

Den egenkontroll som idkats vid såväl projektering som byggnation och övervakning har fram till haveriet inte varit tillräcklig. Brister har kunnat passera igenom kontrollen och blivit mer eller mindre permanentade. Bristfällig övervakning av vatteninnehållet i stödfyllningen och av läckage kan ha medfört att eventuellt förhöjt vattentryck eller läckage inte uppmärksammades i tid och att inga åtgärder vidtogs för att förhindra dammbrottet.

Boliden har vid uppförandet av den nya E-F2-dammen i huvudsak följt de riktlinjer som rekommenderas enligt RIDAS.

Samtliga dammar som granskats vid anläggningen måste övervakas bättre. Mätrutiner för löpande kontroll av dammarna bör ses över. Eventuellt ytterligare krav på kontinuerligt registrerande sensorer av portryck och temperatur bör övervägas. Ett urval av nedan beskrivna metoder för teknisk övervakning av dammens status bör utan dröjsmål införas på befintliga dammar. En övergripande översyn av samtliga dammar vid anläggningen, och då i synnerhet I-J dammen bör snarast utföras för att om möjligt detektera riskfyllda svagheter.

### 10.1.3 Tillämpning av RIDAS

Införandet av RIDAS i dammsäkerhetsarbetet har även för gruvdammar varit av stort värde. Dock skiljer sig gruvdammar från vattenkraftsdammar beträffande såväl uppbyggnad som tillsyn och skötsel, varför RIDAS bör kompletteras med en gruvanpassad del.

Beredskapsplanen i den DTU-manual som upprättats för Aitik visade sig vid haveriet ha ett stort värde. Det konstateras dock i Bolidens slutrapport att ansvarsgränserna mellan Boliden, kommunen och räddningstjänsten bör klargöras. I detta arbete bör enligt länsstyrelsens uppfattning också polisen och SOS Alarm ingå.

## *10.2 Slutsatser av generell karaktär*

### 10.2.1 Metoder för läckage- och statusövervakning

Genom förbättring och ökad användning av konventionella övervakningsmetoder såsom vattenståndsrör för portrycksmätning, mätöverfall för läckagemätning och dubbar för rörelsemätning kan dammsäkerheten höjas avsevärt. Kontinuerlig mätning kan t ex göras av porvattentryck och läckage.

Förutom de traditionella metoderna för övervakning finns ett antal metoder baserade på moderna geofysiska mätmetoder. Enligt länsstyrelsens konsulter kan vissa av dessa metoder ha stor betydelse som komplement vid framtida övervakning av såväl Bolidens dammanläggningar som andras. De metoder som avses är mätning av självpotential, resistivitet och temperatur för registrering av förändring av läckage och förhöjd grundvattennivå. Vidare avses markradar för statusövervakning av dammkroppen. Metoderna kan med fördel användas på befintliga dammar och påverkar inte dammens egenskaper. Metoderna är kostnadseffektiva och relativt enkla att utföra.

*Självpotentialmätning*
Erfarenheter av genomförda forskningsprojekt och praktiska prov visar att det genom mätning av självpotential är möjligt att kartera potentiella utströmningspunkter i dammar. Anomala (avvikande) mätvärden kan genom mobil mätning karteras vid en stor damm på några dagar med relativt enkel utrustning. Genom att använda fast installerad utrustning kan mätningar genomföras året runt, och därmed registrera förändringar vid förhöjd perkolation (genomströmning).

Självpotentialmätningar har goda förutsättningar att i ett tidigt skede spåra förändrat strömningsmönster i en damm orsakat av t. ex. inre erosion eller igensatta filter. De erfarenheter som finns kring självpotentialmätningar på dammar i Sverige härrör sig emellertid från kraftverksdammar och man kan förvänta sig annorlunda förhållanden på gruvdammar.

*Resistivitetsmätningar*
Metoden används normalt inte för att detektera läckage i en damm, utan istället för att ge viktig information om grundvattennivån i dammen. En förhöjd grundvattennivå kan vara ett tecken på anomalt läckage eller riskabla portryck. Metoden används ofta i kombination med självpotentialmätningar eftersom resistiviteten i marken är av intresse vid tolkning av dessa.

*Markradar*
Mätning med markradar har utförts på kraftverksdammar såväl nationellt som internationellt. Metoden används för att ge en ”bild” av dammars inre uppbyggnad och status. Inhomogeniteter som hålrum och urspolningar i tätkärnan kan detekteras med metoden och därefter injekteras eller stödfyllas. Vid analys av dammens inre uppbyggnad kan tjocklek på filterlager och gränser mellan olika packningsskikt detekteras, vilket ger värdefull information om dammens kondition.

Metoden har under de senaste 20 åren med framgång använts på jorddammar i USA, Kina, Europa och Skandinavien för att kartlägga:

- Mäktighet av krönskydd, tätkärna, packningslager samt djup till berg relaterat till byggnadsritningar.
- Kontroll av inhomogeniteter och hålrum i tätkärna. Lokalisering av uppsprucket berg. Underlag för erforderliga injekteringsinsatser.
- Kontroll av injekteringsarbeten.
- Borrhålsmätningar, mellanhålsmätningar, för tomografisk analys av tätkärna.

*Temperaturmätning*
Temperaturen i uppdämt vatten varierar med årstiden. Denna temperaturvariation fortplantar sig in i dammkroppen om vatten strömmar igenom den. De inducerade temperaturvariationerna blir större ju kraftigare vattenströmningen är. Ett ökat läckage genom dammkroppen kan därför upptäckas genom avvikande temperaturvariationer.

Genom att mäta temperaturens amplitudvariationer och tidsförskjutning i dammen kan vattenföringen uppskattas. Temperaturmätningar kan göras med traditionella temperaturgivare i borrhål eller, som nu sker i nya E-F:s förlängning, i fast installerad fiberoptik. Tekniken har testats på flera vattenkraftsdammar med gott resultat.

### 10.2.2 Dammregister

En nationell kartläggning av dammar bör genomföras och ett dammregister omfatttande både vattenkraftsdammar och gruvdammar bör upprättas. För att kunna användas som underlag för tillsyn och eventuell begäran om omprövning av befintliga villkor i domar bör registret vara sökbart och innehålla uppgifter om vem som ansvarar för dammen, vattendom/tillstånd och villkor för verksamheten. I systemet bör också finnas sådana uppgifter, t ex höjddata, att simuleringar av vattnets väg vid eventuella dammbrott alternativt höga flöden kan genomföras. Systemet ska vara GIS-baserat. En viktig uppgift i kartläggningsarbetet bör bli att göra en avgränsning i fråga om storlek och risker för vilka dammar som ska finnas med.

### 10.2.3 Tillsyn

Tillsynen över dammanläggningar bygger främst på miljöbalkens stadganden. I dessa utgör egenkontrollen, d v s företagens interna kontrollsystem, kärnan. Tillsynsmyndighetens uppdrag är att tillämpa vad som kallas systemtillsyn, tillsyn syftande till att säkerställa att en verksamhetsutövare har tillräckliga rutiner för sin egenkontroll.

Länsstyrelsens granskning har visat på att de omedelbara orsakerna till haveriet i Aitik har sin grund i brister i dammkroppen. Att dessa brister kunnat uppstå, går tillbaka på att egenkontrollen inom Boliden Mineral AB:s anläggning, inte fungerat tillfredsställande.

De insatser som gjorts inom företaget för att skärpa egenkontrollen och utveckla interntillsynen, är tillfredställande och svarar enligt länsstyrelsens uppfattning i stort sett upp mot de krav som kan ställas.

Beträffande dammar upp till näst högsta konsekvensklass (1B), torde systemtillsynen kunna utvecklas ytterligare. Större fokus bör läggas på att verifiera att företagets egenkontroll fungerar.

Rapporteringsrutinerna från olika verksamhetsutövare till tillsynsmyndigheten, i fallet Aitik länsstyrelsen, måste ses över så att spontana eller planerade förändringar eller incidenter fortlöpande rapporteras till myndigheten. Dokumentationen av incidentrapporter ska kopplas till ett dammregister.

Konsekvenserna av ett haveri i en vattenkraftsdamm i exempelvis Luleälvens övre delar skulle kunna jämställas med en nationell katastrof. Trots detta är kraven på tillsyn inte större för Luleälvens övre delar än för dammar i samma konsekvensklass men med betydligt lägre grad av konsekvenser av ett dammhaveri. Det finns därför skäl till att anpassa statens ansvar för tillsyn efter konsekvenserna på ett liknande sätt som vid t ex. kärnkraftlänen. Miljöbalken skulle kunna anpassas så att rutiner för offentlig tillsyn av de allra mest konsekvensutsatta dammarna införs.

Länsstyrelsen vill, som ett resultat av granskningen av haveriet i Aitik, föreslå att regeringen överväger möjligheterna att låta utreda tillsynen av de dammanläggningar som är av en sådan storlek att konsekvenserna av ett haveri är mycket omfattande. Är MB:s tillsynskrav tillräckliga, eller måste egenkontrollen kompletteras med en utökad samhällelig tillsyn?