

STATENS JÄRNVÄGARS PUBLIKATIONER

UTREDNINGAR M. M. 1931:5.

---

TEKNISK-EKONOMISK REDOGÖRELSE

FÖR

DUBBELSPÅRSANLÄGGNINGEN  
ALINGSÅS—GÖTEBORG

UTARBETAD GENOM

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSENS FÖRSORG

---

Härförutom äro en hel del dikningar, skogsröjning, grundförstärkning under bankar, urgrävning av tjälskjutande jord under banvallen samt släntförstärkning mot Sävveån utförda.

Terrasseringen har dragit en kostnad av 3 737 000 kr. i runt tal eller 86 710 kr. pr km såsom synes av närstående tabell.

Terrasseringskostnaden, 86 710 kr. pr km, är ovanligt hög och uppgår till 3 å 4 gånger högre belopp än som eljest är vanligt för ett enkelspår. Enhetspriserna äro ganska medelmåttiga, men de utförda arbetsmängderna äro desto större.

Vid järnvägsbyggnader över lerig terräng och djupa mossar invid sjöar och vattendrag inträffa stundom ras, i det den lösa jorden flyter ut i skärningarna och bankarna sjunka eller förskjuta sig i sidled. Dylika jordskred kunna i många fall förutsägas till läget genom markundersökningar, men knappast till omfattningen. I vissa fall inträffa dessa ras efter riklig nederbörd, genom uppdämning av grundvattnet eller till följd av ändring i dagvattnets avlopp, allt omständigheter, vilka svårigen kunna förutses. Ett exempel på ett dylikt ras är jordskredet vid sjön Aspen.

#### Jordskredet vid Svartå grindar invid sjön Aspen mellan Jonsered och Lerum.

Invid Svartåns utlopp i sjön Aspen inträffade ett våldsamt jordskred den 14 juni 1913. Den nya dubbelspårsbanken skulle här korsa landsvägen och det gamla enkelspåret; vid raset var banken ej utfylld till hela sin längd. Den nya banken var betydligt högre än den gamla. Vid jordskredet gled såväl den gamla banken som den nya ut i sjön Aspen på en sträcka av 185 m, medtagande landsvägen, som korsade gamla järnvägsbanken därstädes; vid raset medföljde även delar av närliggande mark, så att hela det utskjutna området omfattade 1,90 ha, vilket förut legat ovanför Aspens vattenyta, men sedermera anträffades på ett djup av 12 å 15 m under denna vattenyta. Utfyllningen för banbyggnaden å den rasade sträckan var härmed tillspillogiven. Banvaktstugan nr 20 med bohag, en mindre vaktkur, ett materialskjul, 4 st. I<sub>0</sub>-vagnar, en stolptransformator och ett badhus medföljde i djupet. En I<sub>0</sub>-vagn har sedermera bärgats.

Jordskredet  
vid Svartå  
grindar.

Redan följande dag ordnades spårförbindelsen, i det statsbanans snäll- och fjärrgående persontåg framfördes på de enskilda järnvägarna över Herrljunga och Borås till Göteborg. Den 16 juni började statsbanans genomgående godstransporter framföras över den enskilda linjen Herrljunga—Vänersborg—Uddevalla, vilken väg även sovvagnen Stockholm—Strömstad sändes i bägge riktningarna f. o. m. den 18 juni. Lokaltrafiken Falköping—Göteborg uppehölls i viss utsträckning efter gamla sträckningen med utväxling av resande och post m. m. mellan tåg å ömse sidor om raset, underlättad genom en raskt anlagd gångväg runt skredplatsen. På begäran utlade Göta Ingenjörkår den 17 juni en pontonbro för landsvägstrafikens ledande över den nybildade sjöviken. Den 11 juli var ett Y-format förbigångsspår färdigt; å detta spår inleddes först den lokala trafiken Falköping—Göteborg och sedermera även fjärrtågen.

Provisoriska  
tågvägar.

Med hänsyn till de ogynnsamma terrängförhållandena användes i förbigångsspåret kurvor med ända ned till 210 m radie och stigningar upp till 1:40. Med anledning härav utlades moträler längs innerskenan i kurvorna och rundjärnsstag anbringades mellan skensträngarna på var femte m;

därjämte anbragtes mitt på varje skena i stigningen 1:40 ett extra par skarvjärn, som fastspikades i sliprarna till förhindrande av rälens vandring. Elektrisk belysning anordnades utmed hela förbigångsspåret.

Geologisk  
undersökning.

Järnvägsstyrelsen hänvände sig till Sveriges Geologiska Undersökning den 16 juni 1913 och begärde en geologisk utredning rörande järnvägsbankens utglidning i sjön Aspen och förordnades med anledning härav statsgeologen *Lennart v. Post* att företaga ifrågavarande utredning.

Ur v. Posts berättelse häröver anföres följande sammandrag.

Fältundersökningen har avsett att utreda jordskredets förlopp och orsaker samt de markförhållanden, till vilka hänsyn måste tagas såväl vid anläggandet av provisoriskt spår förbi rasplatsen som vid banans slutliga återställande över densamma.

Vid undersökningarna upprättades en karta i skalan 1:1000 över rasplatsen och dess omgivning; se fig. 3.

Markens beskaffenhet utröntes genom en hel del jordborrningar. Undersökningen av de lösare jordlagren utfördes genom nedtryckning av 2 cm runda järnsonder, nedförda i 5 cm järnrör såsom sidostöd. De fastare jordlagren undersöktes med öppna 3 tums järnrör, vilka hejades ned ett stycke i det fasta grus, som bildar lerans underlag. Jordprov upptogs ur röret. För ytterligare nedträngning i den fasta jorden användes  $4\frac{1}{2}$  tums rör, vilkas nedslagning underlättades medelst stötmejsel och vattenspolning. I berggrunden slogos hål till 2 à  $2\frac{1}{2}$  m djup medelst diamantborrnig.

Skredplatsens  
läge, topografi  
och geologiska  
byggnad.

Järnvägen framgår på ömse sidor om skredplatsen längs södra stranden av sjön Aspen samt övertäras Svartån helt nära dennas inlopp mellan gårdarna Hulan och Gullringsbo. Svartån rinner genom en omkring 400 m bred dal, sträckande sig i riktningen SV—NO mellan ansenliga bergshöjder. Aspens vattenyta ligger 13,5 m ö. h. Lerytan når i skredkanten 23 m ö. h. och stiger till 30 m ö. h. 300 m söder om banan.

*Gamla* bankens östra hälft låg horisontalt med rälens underkant på 14,7 m ö. h., medan dess västra del höjde sig i stigning 1:100 till 18,0 m vid Svartåbron. Rälens underkant på den *nya* dubbelspårsbanken skulle uppliftas till höjden 21,67 m ö. h. eller 7 m *högre* än förut vid bankens mitt.

Omedelbart på fasta hällen, vilken består av grå gneis med mer eller mindre rikliga inlagringar av röd granit, följer ett vanligen 2—3 m, undantagsvis ända till 5 m mäktigt lager av fast packad, lerfattig, stundom alldeles rensplad sand med inblandning av grövre material såsom grus, klapper och block. Sanden synes vara en av isälvar under avlagrandet bearbetad morän. I stort sett bildar den fasta grunden, vars översta skikt består av denna sand, en mot NO öppen kittel med huvudlutning SSV—NNO. Åt V höjer sig sandlagrets yta och med denna berggrundens med tämligen flack stigning; mot Ö begränsas dalen däremot av en tämligen tvär brant. Under Aspen fortsattes dalgången av en markerad, lerfylld ränna längs sjöstranden Ö om skredplatsen.

Sanden övergår uppåt genom växellagring i ishavslera, i vilken varvighet observerats vid sydspetsen av förbigångsspåret. Lerans övre delar innehålla skal av olika postglaciala havsmusslor, bland andra blåmusslan, och tillhöra således början av postglacial tid.

Nederst innehåller leran tätta, ända till 5 à 6 cm mäktiga sandskikt, vilka uppåt bliva allt glesare och tunnare, tills lerans huvudmassa är

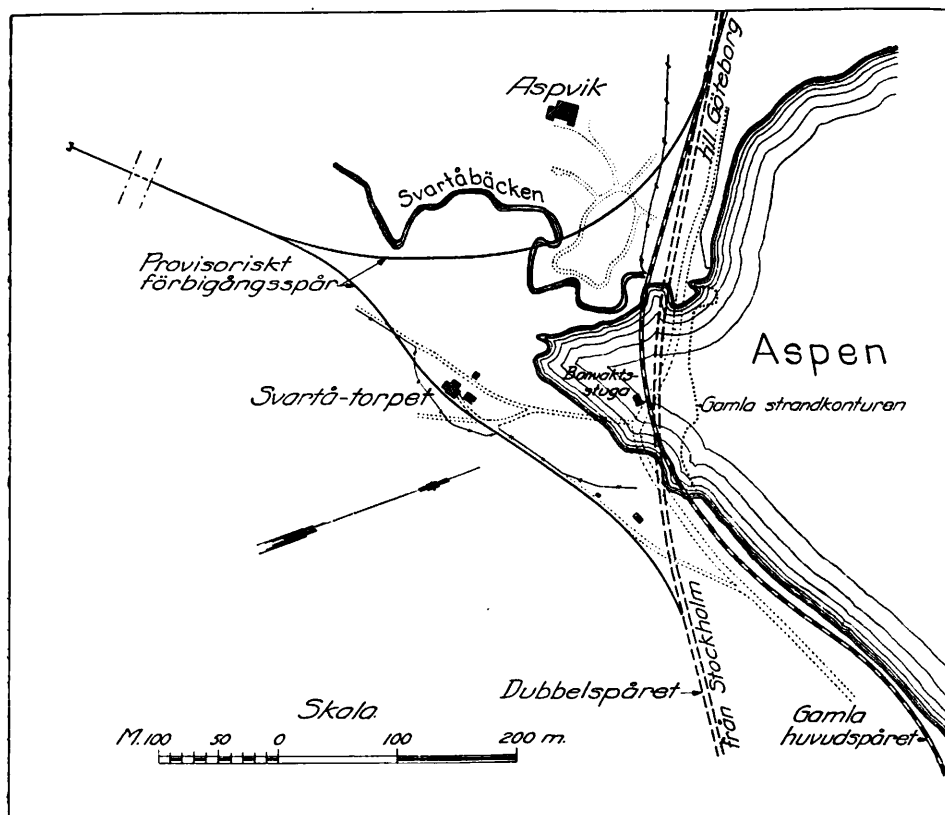


Fig. 3. Karta över rasplatsen.

nästan sandfri. Allra överst börjar ånyo växellagring mellan lera och fin sand, vilken utgöres av marin strandsand av postglacial ålder och inom större delen av området bildar ett 4 à 5 m mäktigt lager ovanpå leran, här och där ansvällt till revel-liknande kullar.

I gränsen mellan den undre sanden och leran ävensom i dennas sandskikt framgå grundvattensströmmar. Nedanför villan Aspvik, där Svartån följer dalens västra sida, samt vid Svartåtorpet invid östra dalslutningen träda dessa strömmar i dagen i form av smärre källor.

Då järnvägslinjen Stockholm—Göteborg skulle framdragas utmed sjön Aspen på 1850-talet, stakades den till en början helt nära den dåvarande sjöstranden vid Svartån. Efter en följd av ras måste linjen emellertid inflyttas till det läge, kartan (fig. 3) utvisar. Såväl den första banvallen som den intill senaste tid trafikerade gamla hava uppförts å pålar, vilkas huvuden sticka upp utanför de avbrutna bankarna invid skredets östra kant. Enligt uppgift har den gamla banken dessutom styckvis varit lagd på faskiner.

När dubbelspåret Olskroken—Göteborg skulle anläggas, erhöill detta den sträckning, som anges å kartan. Spåret framgick i en kurva med 600 m radie samt korsade gamla banan 440,940 km från Stockholm. Öster om denna punkt låg dubbelspåret söder om eller innanför det gamla

Utfyllningar å skredplatsen vid olika tider.

enkelspåret, men västerut däremot norr om eller utanför det gamla. Dubbelspårets krön låg 3,0—5,5 m högre än enkelspårets. För att skydda enkelspåret under utfyllningen för dubbelspåret hade vid korsningspunkten, parallellt med enkelspåret uppförts tvenne granitmurar, 1—3 m tjocka och 3 m höga. Emot dessa pågick utfyllning av dubbelspårsbanken, då raset inträffade. Ö om sektion 440,875 km var dubbelspårsbanken uppförd till full bredd (10,4 m) och höjd, mellan denna punkt och korsningspunkten också till full höjd, men blott till 7 m krönbredd, samt V om sektion 441,075 km till full höjd med 3,5 m krönbredd. Från nämnda punkt till linjekorsningen lutade bankkrönet omkring 1 : 30, så att detsamma invid den västra stödjemuren låg ungefär i markytan.

Dubbelspårsbankens massa var vid rastillfället lågt räknat 5 000 kbm med en vikt av omkring 9 000 ton. Stödjemurarna torde ha vägt minst 750 ton. Dubbelspårsanläggningen belastade sannolikt underlaget med omkring 10 000 ton vid rastillfället.

Vid sektion 441,070 km var uppförd en kulvert av betong för avledande av Svartåns vatten till Aspen. Kulverten var grundlagd på den fasta sanden under leran och förblev orubbad vid raset.

Längs sjöstranden gick landsvägen Göteborg—Alingsås, korsande enkelspåret vid 440,970 km.

Skredets omfattning och förlopp.

Genom skredet förstördes 185 m av järnvägslinjen, nämligen mellan 440,890 och 441,075 km. Åt söder sträckte sig skredet ungefär 200 m innanför Aspens strandlinje. Det utskridna området hade ovan Aspens yta en areal av nära 2 har. Under sjöytan blevo lerans övre lager — intill 11 m *under* den forna sjöbotten — utpressade från minst 3 à 4 har. Den utskridna massan omfattar approximativt 500 000 kbm, av vilka endast 90 000 à 100 000 kbm anstått ovan vattenytan. Raset har alltså till övervägande del varit ett undervattensskred. Lermassan har rutschat på ett flackt sluttande glidplan (lutning 1 : 10) samt på sjöbotten. Glidplanet har till stor del utgjorts av lerans genom sandinlagring något mera hållfasta bottenskikt. Längs östra stranden av den genom skredet uppkomna viken når glidplanet upp över Aspens yta, och å detsamma kunde, innan skredkanten avsläntats, iakttagas tydliga refflor, angivande vägen för den utglidna lermassan.

Denna massa har återfunnits i form av en intill omkring 6 m mäktig, 200—250 m bred, oregelbundet vallformig anhopning, vilken täcker ett i O—V utsträckt bågformigt område om inemot 10 har på ett avstånd av 150 à 400 m från den förstörda sjöstranden. Lermassans högsta delar ligga 17—18 m under vattenytan.

Efter förhör med ögonvittnen till katastrofen anser undersökningsförrättaren att följande data torde få anses fastslagna beträffande skredets förlopp.

1. Rörelsen har börjat på den punkt, där enkelspåret, flankerat av de båda stödjemurarna, korsades av dubbelspåret.

2. Lermassans utglidning har i början gått helt sakta, men därpå plötsligt tagit karaktär av ögonblickligt nedstörtande.

3. Skredet har från nyssnämnda utgångspunkt successivt gripit omkring sig, i början raskt och kontinuerligt, sedermera med större och mindre avbrott. Då rörelsen började omkring banan, synes marken i huvudskredets inre del ännu hava befunnit sig i fullständig jämvikt.

Denna bild av skredets förlopp stämmer i allt väsentligt överens med de

slutsatser, som kunna dragas efter studier av platsens geologiska byggnad samt efter betraktande av de spår, skredet efterlämnat i densamma topografi.

Den fasta grunden utanför korsningspunkten mellan enkel- och dubbelspåret företer ett ganska hastigt fall, uppgående ända till 1:2,5 ut mot Aspen.

Skredets orsaker.

Utöver det tryck, den ovan Aspens nivå liggande lermassan utövade på sitt underlag, hade småningom tillkommit trycket av landsvägen, av resterna av 1850-talets övergivna järnvägsbank, av enkelspårets bank och till sist, men på grund av storleken viktigast, dubbelspårsbanken och de i samband med denna stående anläggningarna, varav de nytillförda massorna vägde omkring 10 000 ton såsom förut är anförd.

Denna belastning uppbars av en högst 2 å 3 m mäktig skorpa av torr, fast lera, vilande på en intill 14 m mäktig bädd av vattendränkt lera av plastisk eller svårflytande konsistens. När torrskorpan brast måste denna lera, såvida fritt avlopp förefanns, pressas undan, vilket bekräftas av lermassans nuvarande läge flera hundra meter ut i sjön.

Att just belastningen måste hava varit skredets viktigaste orsak, framgår ytterligare därav, att detsamma begynnelsepunkt och platsen för den starkaste lokala belastningen (stödjemurarna och den delvis till full höjd utfyllda banken) sammanfalla. Såsom redan påpekats, var *det fasta underlagets lutning utåt sjön rätt betydlig* under denna punkt, en omständighet, som givetvis underlättade lerans utglidning.

I vilken mån andra faktorer, t. ex. skakningen från tågen eller tunnelsprängningen strax öster om skredet och eventuell inverkan av järnvägsanläggningarna på grundvattensbanorna, medverkat till att framkalla katastrofen, kan icke med säkerhet avgöras. Dock synas dylika faktorer knappast kunna tillmätas sådan betydelse, att de kunna sidoordnas med dem, som betingat skredets faktiska förlopp, nämligen *stor belastning, eftergivande mark och slutande fast grund*.

Att skredets närmaste yttre anledning var anläggandet av den tunga dubbelspårsbanken synes obestridligt.

Innan sträckningen av dubbelspåret Göteborg—Alingsås fixerades, anmodade Järnvägsstyrelsen professor G. de Geer att undersöka grundens beskaffenhet på sådana sträckor utefter ifrågovarande banlinje, där anledning till ras eller sättningar kunde befaras.

Tidigare undersökningar vid skredplatsen.

Vid en undersökning av detta slag, yttrar professor de Geer i sitt betänkande av år 1907 över den utförda undersökningen, gör sig den svårigheten givetvis synnerligen kännbar, att i vårt land veterligen ingen geologisk utredning någonsin blivit utförd vid de olika slag av ras och sättningar, som efter hand inträffat vid byggandet av landets skilda bandelar. I följd härav har ej heller någon tillräckligt detaljerad och upplysande kännedom kunnat insamlas rörande de geologiska förhållanden, som betinga sådana företeelser, och som ofta nog endast omedelbart efter deras inträffande med framgång kunnat studeras.

I sitt yttrande till Bohusbanekommittén har professor de Geer med kraft framhållit, att det av denna orsak icke stode i någon geologs makt för det dåvarande att på objektiva grunder och med garanterad fullständighet utpeka de punkter, å vilka en järnvägsanläggning icke utan risk låte sig utföras. Professor de Geers undersökning utefter dubbelspårslinjen Göteborg—Alingsås synes i huvudsak hava begränsats till de bansträckor, där

banvallen helt eller delvis komme att fyllas i öppet vatten. Skredplatsen vid Svartå grindar lämnades vid detta tillfälle tyvärr oundersökt.

Emellertid synes man inom järnvägskretsar hava misstänkt, att jämväl här en farlig punkt vore för handen. År 1909 borrades nämligen på order av bandirektören tvenne tvärsektioner vid 440,940 och 440,926 km, vilka sträckte sig 40 m utåt Aspen från banans mittlinie enligt dåvarande stakning och vilka sedermera förlängdes till 100 m från mittlinjen. Dessa borrsektioner angiva fullt korrekt den fasta grundens läge, ehuru stora block i gruset stundom uppfattats såsom fast berg. Borrningarna visade rätt betydande avlagringar av »grus» och »fast lera» under Aspens botten, vilka antogos skulle utgöra mottryck mot belastningen från den blivande banken. Det är att beklaga, att detta antagande icke var annat än en subjektiv förmodan, vilken visade sig vara oriktig genom det inträffade raset, som sopade bort såväl »gruset» som den »fasta leran». Det är för övrigt icke uteslutet, att dessa fastare lager härrört från de banvallar, vilka gled ut i Aspen vid rasen på 1850-talet.

Provisoriskt  
förbigångs-  
spår.

För att inom rimlig tid kunna framdraga trafiken förbi skredplatsen var det nödvändigt att anlägga ett provisoriskt förbigångsspår i Y-form söder om skredet. Då detta spår måste framdragas i skredets omedelbara närhet, kunde dess läge icke utan vidare anses riskfritt. Det slutliga läget för detta spår synes av fig. 3. Dess östra skänkel ävensom ändspåret, vilka framgå på fast grund eller på direkt å den fasta grunden vilande torr, fast lera, voro övertvärande riskfria, ehuru skänkeln invid Svartåtorpet låg endast 20 m från skredkanten. Beträffande den västra skänkeln syntes dess läge ej vara alldeles ofarligt. Den tvära branten i terrängen mot syd-väst sammanfaller delvis med skredkanten. Den kvarstående leran därstädes begränsas sålunda utåt av en intill 7 m hög, till större delen under vattenytan liggande lodrät vägg. Endast omkring 75 m från denna vägg skulle förbigångsspåret framgå på en några meter hög bank. Även om leran tycktes hava styrka nog att bära sin egen tyngd, måste det väcka betänkligheter att utsätta densamma för ytterligare belastning. Vidare skulle förbigångsspåret på blott 40 m avstånd passera den del av rasplatsen, där efterskred alltjämt inträffade och skredkanten sålunda ryckte allt närmare den stakade linjen. Emellertid visade borrningarna en så överraskande snabb höjning av den fasta grunden, att denna låg endast 0,9—2,1 m under markytan vid spårläget. Här borde leran därför grävas bort, så att banken komme att vila på det fasta gruset. Avschaktades dessutom en sandkulle vid skredets sydspets, skulle betänkligheterna mot spårets öppnande för hela trafiken falla. För att vinna ett bättre lutningsförhållande å förbigångsspåret än vad här till en början förutsatts, måste banken emellertid höjas i någon mån invid den ovannämnda efterskredsplatsen. Den riskökning, som genom denna höjning skapades, eliminerades därigenom att övertvärande lätt fyllnadsmaterial användes för bankbyggnaden och att skredets kanter och sandkullarna vid dessa ytterligare avschaktades.

Dubbelspår-  
ets  
framdragande  
över skred-  
platsen.

Genom diamantborrning konstaterades, att det moränliknande gruset vilade direkt på berget utan mellanlagrande lera. Frågan blev nu att avgöra, om lutningen av det fasta underlaget under leran skulle innebära risk för utglidning av den för dubbelspåret erforderliga bankfyllningen.

Den fasta grunden inom området lutar utåt sjön, d. v. s. vinkelrätt emot banan. Inom skredets västra del är lutningen obetydlig, i medeltal endast

1 : 20, i öster däremot ligger det fasta underlaget i lutningen 1 : 4, ja, å en mindre del i 1 : 2,5. Detta underlag täckes av ett lerlager med 1,2—4,5 m mäktighet, till största delen bestående av de icke utglidna bottensskikten i den ursprungliga lerbädden. Dessa skikt bildas av en fet, vattendränkt lera i trögflytande konsistens och ren sand i växellagring; skiktens lutning följer troget underlagets. Utsättes denna skiktserie för den belastning av 20 å 25 ton pr kvm, som den nya banken kommer att utöva på ett område av omkring 11 000 kvm, måste glidningar framkallas i de feta, mot tryck föga motståndskraftiga lerskikten. Särskilt inom det brantare stupande området i öster, kunna dessa glidningar mycket väl taga form av utrutschningar i sidled. Tvenne belastningsförsök gjordes för att utröna lerans bärighet. Vid en belastning av 5 ton pr kvm sjönk försöksplattan 0,75 m ned i leran och vid ett försök på annat ställe med mäktigare och tätare sandlager 0,6 m för en belastning av 10,5 ton pr kvm. Ehuru den verkliga belastningen pr kvm från den blivande banken icke uppnåddes vid dessa försök, visade de i alla fall, att leran kunde undanträngas av banktrycket, och att banken sålunda icke bleve till fyllest säkrad mot utrutschning vid rörelser i leran.

Av vad sålunda anförts, hujder försiktigheten, att *leran före bankens utfyllande bortskaffas* från ett eller annat tiotal meter brett, långsgående bälte inom bankens *västra* del. Med hänsyn till den av underlagets starkare lutning framkallade större utglidningsrisken i bankens *östra* ände bör även här *leran bortschaktas*, nämligen inom större delen av området norr om dubbelspåret mittlinje. Inom detta område bör *bankens understa del* i största möjliga omfattning *bestå av sprängsten*. Dessutom bör *bankens bas här utläggas med sprängsten längre åt norr än släntprofilen egentligen kräver*. Sprängstenslaget avser att öka friktionen mellan bankens bas och underlaget. Slutligen bör vattnet i den nybildade viken innanför banken beredas fritt avlopp till Aspens lågvattennivå, så att vattentryck med åtföljande ström tvärs igenom den utfyllda jorden icke uppstår.

Huvudinnehållet av statsgeologen L. v. Posts berättelse är härmed anført.

En närmare redogörelse för bankens återställande vid Svartå grindar lämnas under särskild rubrik längre fram i redogörelsen.

Med hänsyn till de resultat, vartill den geologiska undersökningen kommit, vidtogos en hel del undersökningar för byggnadsarbetets bedrivande vid rasplatsen. Därefter verkställdes en beräkning av kostnaderna för dessa arbeten. I Järnvägsstyrelsens underdåniga skrivelse den 3 maj 1915 äro dessa kostnader upptagna till följande belopp, nämligen för trafikens provisoriska återställande vid skredplatsen ..... kr. 280 000 samt för ny dubbelspårsbank över raset ..... » 690 000

Kostnader till följd av raset.

eller tillsammans kr. 970 000

I nyss nämnda underdåniga skrivelse anför Järnvägsstyrelsen vidare, att utredningarna påvisat nödvändigheten att snarast möjligt verkställa en hel del förstärkningsarbeten, vilka icke egentligen kunna anses betingade av dubbelspårsbyggnaden, men likväl varit fullt behövliga för den gamla banvallens bestånd. Kostnaderna för dessa arbeten ha icke varit upptagna i det gamla förslaget, men de måste anses ofrånkomliga, även om byggandet av dubbelspår icke ifrågakommit. Dessa arbeten skulle draga en kostnad av ej mindre än omkring 830 000 kr., vilket belopp dock vore endast

approximativt, emedan undersökningarna för dessa arbeten ännu icke vore slutförda. Härförutom vore en brist att emotse å de anslag, som beviljats för de ursprungligen beräknade arbetena.

Statens järnvägars geotekniska kommission.

I december 1913 anmodade Järnvägsstyrelsen professorn vid Stockholms Högskola G. de Geer, professorn vid Kungl. Tekniska Högskolan W. Fellénius, byggnadschefen i Göteborg F. Blidberg och statsgeologen L. von Post att såsom särskilda sakkunniga verkställa terrängundersökningar utefter de statsbanedelar, där risker för sättningar och skred kunde förefinnas. De sakkunniga konstituerade sig såsom *statens järnvägars geotekniska kommission*, i vilken vederbörande bandirektör eller arbetschef hade säte och stämma såsom adjungerad ledamot. Kommissionen hade i uppdrag att till Järnvägsstyrelsen inkomma med förslag till förstärkning av banvallen, där så ansåges behöfligt. Även vid dubbelspåret Alingsås—Olskroken har kommissionen verkställt undersökningar.

Järnvägsstyrelsens underdåniga skrivelse den 17 nov. 1915.

I underdåniga skrivelsen den 3 maj 1915 meddelade Järnvägsstyrelsen sin avsikt att före årets utgång inkomma med uppgift å det erforderliga tilläggsanslaget för dubbelspåret fullbordande. Emellertid hade den geotekniska kommissionens utredningar beträffande dubbelspåret icke fortskridit så långt, att kostnaderna för dubbelspåret säkerställande kunde beräknas med ledning därav. Då det emellertid vore oavvisligen nödvändigt, att fyllnadsanslag begärdes för år 1917 av 1916 års riksdag, avlät Järnvägsstyrelsen en skrivelse till Kgl. Maj:t den 17 november 1915, däri anslagsäskande framställdes på grund av utredningar över ställningen den 1 oktober samma år. Resultaten av dessa utredningar äro framlagda i efterföljande fyra översikter.

*Översikt* över ursprungligen beräknad kostnad och beviljade anslagsmedel, beräknad kostnad och brist den 1 oktober 1915.

|  | Ursprung-<br>ligen beräk-<br>nad kostnad<br>= beviljade<br>anslag | Beräknad<br>kostnad<br>1/10 1915 | Brist     |
|--|---|----------------------------------|-----------|
|  | kr.   | kr.                              | kr.       |
| Jordområdets anskaffning .....   | 220 000   | 519 000                          | 299 000   |
| Terrassering .....   | 2 015 000   | 2 756 000                        | 741 000   |
| Konstarbeten .....   | 685 000   | 752 000                          | 67 000    |
| Överbyggnad .....  | 1 280 000   | 1 588 000                        | 308 000   |
| Husbyggnader och diverse arbeten .....   | 465 000   | 694 000                          | 229 000   |
| Allmänna omkostnader såsom för arbets-<br>ledning, arbetsstyrkans anskaffning och<br>vård, förrådet m. m. .... | 435 000   | 721 000                          | 286 000   |
| Summa kr.  | 5 100 000   | 7 030 000                        | 1 930 000 |

*Översikt* av beräknade kostnader för trafikens återställande i anledning av raset vid Svartå grindar, att gäldas av trafikmedel.

|  | Beräknad<br>kostnad<br>1/10 1915<br>kr. |
|--|---|
| Förbigångsspår vid skredplatsen .....                                  | 87 000                                  |
| Andra provisoriska anordningar för trafiken .....                      | 46 500                                  |
| Andel i kostnader för tillfälliga anordningar å närgränsande stationer | 8 000                                   |
| Andel i kostnader för maskinanläggningar vid rasplatsen .....          | 1 000                                   |

|  |         |
|--|---------|
| Provisoriska vägbyggnader.....   | 22 500  |
| Andel i kostnader för undersökningar .....   | 2 000   |
| Förrådskostnader .....   | 400     |
| Kostnader för arbetsledning .....  | 4 600   |
| » » arbetarnas sjukvård, resor m. m.....   | 1 000   |
| » » marklösen och skadeersättningar .....  | 80 000  |
| Ny banvaktsstuga i stället för den förstörda.....  | 7 000   |
| Kostnader för spår, bankfyllning, väganläggning, stödmur m. m.,<br>som förstördes genom raset..... | 20 000  |
| Summa kr.  | 280 000 |

Översikt av beräknad kostnad för ny bank för två spår över rasplatsen vid Svartå grindar.

|  | Beräknad<br>kostnad<br>$\frac{1}{10}$ 1915<br>kr. |
|--|---|
| Pråmbro och ställningar för bankens utfyllning.....  | 113 000   |
| Andel i kostnader för bangårds- och spårordningar för transport av fyllningsmassor till banvallens återställande ..... | 38 000  |
| Arbetsstågens drift.....   | 136 000   |
| Lastning av fyllningsjord för banken.....  | 107 000   |
| Bortmuddring av lera samt lossning av fyllning för banken.....   | 166 200   |
| Andel i kostnader för maskinanläggningar vid rasplatsen o. grustagen   | 7 000   |
| Matjordsbeklädnad och besåning av slänter .....  | 2 000   |
| Provisoriska byggnader för arbetsstyrkan .....   | 8 500   |
| Andel i kostnader för undersökningar .....   | 9 000   |
| Förrådskostnader .....   | 2 500   |
| Arbetsledning .....  | 6 800   |
| Arbetarnas sjukvård, resor m. m. ....  | 7 000   |
| Marklösen och skadeersättningar .....  | 1 000   |
| Utsättningar och diverse .....   | 16 500  |
| Landsvägsomläggning Gullringbo—Hulan.....  | 62 500  |
| Summa kr.  | 683 000   |

Översikt av beräknade kostnader för förstärkningsarbeten, ej ingående i den ursprungliga dubbelspårsbyggnaden.

|  | Beräknad<br>kostnad<br>$\frac{1}{10}$ 1915<br>kr. |
|--|---|
| Omläggning av linjen väster om Norsesund .....                 | 314 000   |
| » » » vid Koberget öster om Floda.....                         | 62 000  |
| Förstärkning av banvallen vid östra delen av Floda bangård ... | 50 000  |
| Förstärkning mot Säveån vid Gärdet.....                        | 10 000  |
| » » » öster om Lerum .....                                     | 22 000  |
| » » » vid Jonsereds fabriker .....                             | 8 000   |
| » » » » Bokedalsbanken.....                                    | 13 000  |
| » » » » Kåhög .....  | 10 000  |
| Omläggning av linjen vid Kåhösberget .....                     | 150 000   |
| Förstärkning mot Säveån vid Lexby .....                        | 8 000   |
| » » » » Ugglum .....   | 20 000  |
| Undersökningskostnader .....                                   | 120 000   |
| Summa kr.  | 787 000   |

Av dessa översikter framgår, att följande kostnader utöver de från början angivna beräknades komma att uppstå.

|  |               |                     |
|--|---------------|---------------------|
| Överskjutande kostnader för fullbordande av ursprungligen beräknade arbeten .....                      | kr. 1 930 000 |                     |
| Kostnad för återställande av banken vid rasplatsen .....   | » 683 000     |                     |
| Kostnad för förstärkningsarbeten, ej ingående i det ursprungliga förslaget.....                        | » 787 000     |                     |
| Summa kr. att enligt beräkning gäldas med anslag från riksdagen .....                                  |               | 3 400 000           |
| Av riksdagen beviljade anslag, uppgående till samma belopp som det ursprungliga kostnadsförslaget..... | kr. 5 100 000 |                     |
|  |               | Summa kr. 8 500 000 |

vilket belopp riksdagen också beviljat för dubbelspåret anläggning.

|  |             |                            |
|--|-------------|----------------------------|
| Kostnaden för trafikens återställande vid rasplatsen har bestritts av trafikmedel med .....  | kr. 280 000 |                            |
| Statens järnvägars förnyelsefond har bidragit dels för ombyggnad av bron vid Lerum med ..... | » 160 300   |                            |
| och dels för diverse ombyggnads- och förändringsarbeten med.....                             | » 359 700   | 800 000                    |
|  |             | S:a summarum kr. 9 300 000 |

#### *Nedsprängningar av bankfyllningar.*

Vid dubbelspåret Alingsås—Olskroken var den utfyllda massan på många ställen icke tillräckligt tung för att snabbt nog pressa undan den underliggande lösa leran, varom sjunkningar och utglidningar av bankarna långt efter utfyllningen buro vittne. För att hastigare bringa fyllningsmassorna ned till fastare underlag företogs sprängningar i den lösa grunden.

Järnrör försågos i ena änden med propp såsom spets och neddrevos genom utfyllningen och leran, om möjligt ända ned till det bärande jordlagret. Vid nedslagningen användes en ihålig hejare, som löpte utanpå röret och slog mot en flyttbar dyna, fastskruvad vid detsamma. Dynamit instoppades i röret och packades väl. Lämpligaste förladdning visade sig vara vatten med hänsyn till att ny tändhatt måste påsättas, om skottet klickade. Rören skarvades för det mesta genom svetsning.

Sprängämnet fylldes ej längre upp i röret än att satsen stannade inuti jordfyllningen och under vattenytan, i ändamål att hindra kringkastning av jord och rörstycken vid sprängningen. Varje kg dynamit fyllde 0,13 m i ett 100 mm rör, 0,23 m i ett 75 mm och 0,50 m i ett 50 mm.

Elektrisk tändning användes och med tändapparaten Lion tändes samtidigt ända upp till 20 skott, inkopplade i en grenledning, bestående av vanlig verkstadskabel. Det tändes även medelst ström från elektriska arbetsmaskiner. Före skjutningen kontrollerades noggrant, att varken ledningsbrott eller isoleringsbrister förefunnos; härvid betjänade man sig av en särskild ledningsprovare (voltmätare). Den elektriska tändhatten instoppades slutligen och sattes väl fast vid en dynamitpatron, som därefter nedfördes till laddningen i röret. Dynamitladdningarna stodo flera dagar, stundom veckotal under vatten och goda tändhattar ända till en dag utan att taga

skada. Såväl före som efter sprängningen undersöktes läget såväl av fyllningens undre plan som den lösa undergrunden.

Vid fyllning över lös mark eftersträvades att sänka bankens bas lodrätt ned genom lerans utpressning åt sidorna för förebyggande av de jordskred i sidolejd, genom vilka stora jordmassor skulle rutscha långt ut från utfyllningsplatsen. Risken för dessa jordskred var störst, där den fasta grunden under leran låg i stark sidolutning. Särskilt i dylika fall söndertrasades och undanpressades leran genom upprepade bottensprängningar; dessutom användes sprängsten som fyllningsmaterial i ändamål att öka motståndet mot utglidning i gränsen mellan bankbasen och det fastare jordlagret.

Bankar på eftergivande grund påfördes en kraftig överbelastning, som bortskaffades först sedan sättningarna i det närmaste upphört. Denna överbelastning gjordes tyngre än trafiklasten, varigenom en viss säkerhet erhöles för att banken måtte förmå bära tågtrafiken utan farliga sättningar. Utfördes sprängningar under en dylik överbelastad bank utan att sättningar förmärktes, eliminerades risken för framtida sjunkningar nästan helt och hållet.

Detaljerade redogörelser för skred och sättningar av bankar samt sprickbildningar och dynamitsprängningar i desamma vid dubbelspåret finnas i statens järnvägars geotekniska kommissions slutbetänkande av år 1922.

#### Bankbyggnaden över skredplatsen vid sjön Aspen invid Svartå grindar.

Det är redan nämnt, att såväl landsvägen, gamla järnvägsbanken, dubbelspårsbanken och ofantliga mängder av markgrunden rutschade långt ut i Aspen och försvunno i djupet under det katastrofala jordskredet vid Svartå grindar den 14 juni år 1913, efterlämnande en nybildad sjövik med 185 m bredd och 12 à 15 m djup. Den utglidna massan uppskattades till ej mindre än 500 000 kbm, vägande inemot 1 000 000 ton. Katastrofen avbröt västra stambanans spår.

Jordskredet.

Efter raset lades, som ävenledes förut nämnts, västra stambanans fjärrtrafik om och fördes över de enskilda järnvägsledningarna Herrljunga—Borås—Göteborg och Herrljunga—Uddevalla. Lokaltrafiken Falköping—Göteborg framfördes däremot över linjen Lerum—Jonsered med utväxling av resande och post m. m. mellan tåg på ömse sidor om raset.

Omläggning av järnvägs- och landsvägs- trafiken.

Tågen framfördes ända intill rasplatsen; de östra tågen ställdes upp på gamla trafikspåret invid Aspen och de västra på ett nytt spår norr om dubbelspåret. Vid dessa platser anordnades enkla slutstationer; den östra kallades »Raset övre» och den västra »Raset nedre», bägge utrustade med plattformar, gångbanor och elektrisk belysning. Transport av ilgods och resande mellan tågen ombesörjdes av två mindre lastbilar; posten utväxlades med Postverkets automobil. Från och med den 3 juli fingo två tågpar, som sedan den 15 juni gått över Borås, framgå till rasplatsen från ömse håll.

Trafiken borde emellertid föras runt skredplatsen. Det byggdes därför, såsom förut angivits, ett förbigångsspår uti dalgången söder om skredplatsen och förbands med stambanan genom spår såväl österut som västerut. En provisorisk bro över Svartån uppfördes av 4 förut använda broreglar, omkring 16 m långa, vilka lades upp på landfästen och nedslagna pålar. Arbetet på förbigångsspåret bedrevs i 3 skikt pr dygn med omkring 800 man. All personal vid dubbelspårsbygget insattes här jämte en del särskilt anställda arbetare. Extratåg förflyttade arbetarna till och från arbetsplatsen vid skiftväxlingen.

Förbigångsspåret blev farbart för tåg redan den 11 juli och trafikerades efter hand i allt större omfattning, så att alla tåg fördes över detsamma från och med den 27 juli. Vägtrafiken över sjövikens reste en hel del hinder för järnvägens återställande och därför bröts en provisorisk landsväg runt skredplatsen. Vägen togs i bruk den 11 augusti år 1913 och pontonbron kunde därmed undvaras.

Förberedelser  
för muddring  
under banken.

Undersökningen och utredningen med anledning av jordskredet fastslog, att arbetet i första hand måste inriktas på att bortföra den lösa jordmassa, som låg såsom ett välsmort lager på den utåt sluttande, fasta botten i sjövikens och därför befarades föranleda utglidningar av den förestående utfyllningen. Ett omfattande muddringsarbete måste således föregå bankbyggnaden,

Anbud på muddring av omkring 20 000 kbm ren eller sandblandad lera under den blivande banken infordrades. Fem anbud inkommo, två från svenska och tre från danska firmor. Anbudet slutade på resp. 40 000 kr., 80 000 kr., 88 000 kr., 100 000 kr. och 105 000 kr. Två av firmorna erbjödo sig att börja arbetet den 1 september och de övriga först en månad senare. Det lägsta anbudet, som var svenskt, antogs. Själva muddringen sattes i gång i början av september. Entreprenadkontraktet bestämde, att minst 2 400 kbm jord skulle bortföras pr vecka, vadan omkring 50 effektiva dygn krävdes för muddringen. Inom landet fanns intet mudderverk för grävning till det bestämda djupet, 18 m. Entreprenörens mudderverk måste därför underkastas en genomgående ombyggnad i det paternosterverket sammansattes av två skopramar med en total längd av 28 m. Verket monterades på 4 pråmar. Statsbanan lämnade fri elektrisk kraft intill 10 kilowatt för arbetsmaskinerna samt fri belysning å arbetsplatsen. Verket arbetade på följande sätt. Skoporna förde upp muddret från botten och välte det i en tratt under kraftig vattenspolning. Tratten tömdes i en cylindrisk behållare, vari en spiralformad omrörare roterade med en hastighet av 200 varv pr minut och omvandlade muddret till en tunnflytande massa. Behållarens innehåll rann ut i sjön genom en lutande rörledning, upplagd på flottor och sträckande sig 100 à 125 m utåt från verket.

Avlägsnande  
av hinder för  
muddringen.

Statsbanan skulle rödja undan alla hinder för muddringen. Vid dragningar, pejlingar och borringar å arbetsplatsen anträffades också en hel skenor, sliper, träd och rötter, stenblock m. m., vilket allt undanskaffades medels en förhyrd ångdriven grävskopa, monterad på en pråm.

Muddringen.

Enligt kontraktet med entreprenören var muddringens uppgift att bortmuddra ett sandblandat lerlager av upp till 3 m mäktighet från ett djup av högst 18 m. Först skulle en ränna omkring 10 m bredd upptagas längs dubbelspårsbankens mitt och därefter muddras utåt sjön enligt arbetsbefälets närmare bestämmelse. Muddringen avsåg en massa av minst 10 000 och högst 20 000 kbm efter ett pris av 2 kr. pr kbm. Emellertid kunde entreprenören icke utföra det kontrakterade arbetet, vilket helt inställdes sedan 4 226 kbm uppmuddrats. Det visade sig nämligen under arbetets gång, att leran trycktes undan i erforderlig mån dels av den stora tyngden av utfyllningen och dels till följd av upprepade sprängningar i leran framför banktippen. Den föreslagna makadambädden under banken kom ej heller till stånd, men väl tippades ständigt ett lager sprängsten i block upp till en kbm vid bankfoten. Man ansåg att säkerheten för bankens bestånd härigenom blev tryggad lika gott som genom muddringen och makadamutfyllningen. Vid besiktning av banken före

trafikens överflyttande till densamma företogs provbelastningar och sprängningar utan att några som helst rubbningar i jämviktsläget förmärktes. Ett sammandrag av utlåtandet med anledning av besiktningen återfinnes vid slutet av denna speciella redogörelse.

I samband med muddringen igångsattes den vidlyftiga utfyllningen för järnväg och landsväg. Detta arbete krävde vissa speciella åtgärder för ett snabbt utförande.

Den ovan nämnda militära pontonbron kunde icke få disponeras någon längre tid; det beslöts därför, att en bro på träpråmar skulle byggas. I slutet av juni år 1913 inköptes alltså 10 pråmar, vilka tillsammans med 10 pråmar, som förut ägdes av S. J., avsändes till Jonsereds station. Pråmarna lossades vid Jonsereds bangård och bogserades därifrån till raset medelst ångbåt.

Genom den ovannämnda provisoriska landsvägen förbi skredplatsen blev emellertid den beslutade träpråmbron obehövlig för vägtrafiken. Träpråmarna användes i stället för utläggande av en tippbro, varå järnvägsvagnar, fyllda med jord, skulle köras ut och lossas å platsen för banken. Tippbron blev färdig i början av september år 1913.

Denna bro uppbars av två landfästen och 15 pråmar. Mellan varje pråm byggdes ett pålok, bestående av 4 stockar och ett hammarband. Sedan fyllningen framskridit så långt, att pråmbron måste föras åt sidan, förenades påloken med långsgående kraftiga hammarband, varå ett decauvillespår utlades. Fyllningen fortsattes därefter med decauvillevagnar, tills bankens krön nådde över vattenytan, då det kraftigare normalspåret lades ut och fyllningen slutligen åter kunde tippas direkt från järnvägsvagnarna. Den flytande bron beräknades för en tillfällig rörlig last av 3 500 kg pr löpande m. Pråmarna voro av olika storlek; bredden över relingarna varierade mellan 4,8 och 5,4 m, längden över stäv mellan 14,4 och 15,5 m och utvändiga höjden mellan 1,5 och 1,7 m. Avståndet mellan de största pråmarnas mittlar bestämdes till omkring 8 m och mellan de mindre något kortare med beräkning att varje pråm skulle sjunka lika mycket under jämn tågbelastning. Pråmar med lika stora bottenytor sammanfördes i gruppen och placerades symmetriskt i avseende på bronns mitt i längdriktningen. Bron utlades så att spåret på densamma låg rakt och horisontalt över hela mellandelen. Järnöverbyggnaden bildades av en sammanhängande mellandel med omkring 150 m längd, vid vardera änden ansluten till landfästena med ett omkring 15 m långt klaffspann: ett brostöd restes vid varje reling å mellandelen. Huvudreglarna för mellandelen utgjordes av 6 st. differdingerbalkar med 30 cm höjd, försedda med tvärförbindningar på 2 à 2,5 m inbördes avstånd. Vartdera av de båda klaffspannen bildades av 2 st. nitade plåtbalkar med 2 m centrumavstånd och omkring 1,2 m livplåtshöjd. De båda klaffspannen understöddes vid land av pålok och vilade vid andra änden på tvenne sammankopplade pråmar av den större sorten; upplagen såväl mot land som över de kopplade pråmarna voro vridbara. Avstånden mellan mitten av de båda kopplade pråmarna och närmaste enkla pråm uppgick till omkring 10,5 m. Motsvarande spann voro förstärkta genom en pånitad plåt vid toppen och foten av varje differdingerbalk. Brostöden konstruerades för en spårhöjd av omkring 5 m över vattenytan för undvikande av branta och obekväma lutningar ned till bron. Pråmarna beräknades sjunka högst 0,4 m under trafik; spåret över klaffspannet lades 0,2 m lägre vid landfästet än över mellandelen av bron i

Flytande  
tippbro.

obelastat tillstånd. Klaffspannets största lutning begränsades således till 1: 75. Järnöverbyggnadens uppläggning å pråmarna förmedlades genom träställningar, som överförde belastningen till pråmens vardera reling och botten. Hammarbanden på de bärande bockarna hyvlades för att ernå god anliggning för järnbalkarna. Spårrälerna utlades på vanliga 2,7 m syllar lig-gande direkt på järnbalkarna. Syllavstånden voro 0,6 m å mellandelen och 0,4 m å klaffspannen. Varje sylle å mellandelen fästes med 4 syllbultar, gående genom hål i balkarnas flänsar; å klaffspannen fästes varje sylle med 2 syllbultar. Pråmarna lågo vinkelrätt mot banan. Över varje pråm lades ett tipp-tak med fall mot vardera relingen; nocken låg strax under järnbalkarna och takfoten mot relingen. Jord, som tippades från vagnarna, skulle falla dels mot tipp-taket och rutscha vidare ut i vattnet och dels direkt i vattnet mellan pråmarna.

Bankfyllnin-  
gen.

Utfyllningen av banken skedde att börja med från tippbron och för transporten av fyllningsämnen användes det ena av de båda färdiga spåren mellan Jonsered och Lerum. Transporten började i slutet av september och pågick natt och dag med 7 sätt om 40 vagnar å 6 kbm från Fjärås och med 8 sätt om 32 vagnar å 6 kbm från Torp pr arbetsdygn. Vagnarna voro av typ litt. I för utfyllningen från tippbron. Vagnar av typ litt I<sub>0</sub>, som äro självlossande, voro för tunga för pråmbron.

Intill den 13 december utkördes i järnvägsbanken 175 828 kbm, därav 56 718 kbm från Torps grusgrop, 118 116 kbm från Fjärås grusgrop och 994 kbm från Västra Bodarnes grusgrop. Dagliga rapporter avlämnades angående utfyllningens fortgång, sättningar, sprängningar och olyckshändelser under arbetet.

Senare sprängningsförsök hade ringa eller ingen inverkan på bankfyllningen ovan vattenytan.

Besiktning.

Besiktningens utlåtande angående de stora utfyllningarna och spårläggningen vid Aspen innehåller i huvudsak följande:

Banken befanns vid besiktningen den 10 december 1913 vara utfylld till full höjd och bredd för två järnvägsspår, varemot ännu någon fyllning återstod för landsvägen på bankens inre sida. Stenbeklädningen på bankens yttre sida var ännu ej utförd till erforderlig höjd. Endast det ena järnvägsspåret var fullt färdigt. Det provisoriska järnvägsspår, som var utlagt å banken, avsågs för transport av sten till släntskoningen. Vid besiktningen lossades sex sprängskott, anbragta i järnrör, nedslagna till sjöns fasta botten; tre skott å bankens yttre sida voro laddade med 3 kg dynamit vardera; tre skott å inre sidan voro laddade med 1/2 kg vardera. Ehuru skotten gingo samtidigt, förmärktes ingen sättning eller annan rörelse i banken. Banken provkördes med ett arbetståg, bestående av två sammankopplade lok litt. B och 10 med grus lastade I<sub>0</sub>-vagnar. Tågets totala vikt uppgick till över 750 ton. Tåget kördes först med 20 km hastighet över banken och därefter med ända till 50 km fart upprepade gånger. Icke heller härvid förmärktes några rubbningar vare sig i banken eller i det permanent utlagda inre spåret. Förut hade gruståg framförts över banken ett flertal gånger. Med anledning av vad synemännen sålunda konstaterat, uttalade de, att den utfyllda banken vid Svartåns utlopp i Aspen jämte tillhörande spåranläggning var i sådant skick, att tåg kunde framföras över densamma med en hastighet av högst 40 km i timmen under den närmaste tiden.

Trafiken inle-  
des på banken.

Trafiken inleddes över banken den 13 december 1913.

De mindre arbeten, som då resterade, utfördes efter hand under pågående trafik.