



# LUND UNIVERSITY

## Dammen vid Lilla Edet : bestämning av hållfasthet, vattenmättnadsgrad och urlakning

Hassanzadeh, Manouchehr

2000

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Hassanzadeh, M. (2000). *Dammen vid Lilla Edet : bestämning av hållfasthet, vattenmättnadsgrad och urlakning*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7150). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

## **DAMMEN VID LILLA EDET**

**Bestämning av hållfasthet, vatten-  
mättnadsgrad och urlakning**

**EU-projekt: Contecvet – WP4.1**

Manouchehr Hassanzadeh

Lunds Tekniska Högskola  
Byggnadsmaterial  
Box 118

221 00 LUND

Tel: 046-2227415  
Fax: 046-2224427  
[www.byggnadsmaterial.lth.se](http://www.byggnadsmaterial.lth.se)

## **FÖRORD**

Denna rapport presenterar det arbete som har utförts vid Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, för att bestämma hållfasthet och urlakning hos betong vid dammkonstruktionen i Lilla Edet. Arbetet ingår i det europeiska projektet CONTECVET som avdelningen deltar i.

Detta arbete har utförts av Manouchehr Hassanzadeh och Bo Johansson. Resultaten har bearbetats av Manouchehr Hassanzadeh.

Lund April 2000

Manouchehr Hassanzadeh

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sida
	Förord	1
	Innehållsförteckning	3
	Summary	5
1	Bakgrund	7
2	Inledning	7
3	Lamelldammen vid Lilla Edet	7
4	Framtagning av borrhärnor	8
4.1	Redovisning av borrhärställen	8
4.2	Borrhärnor	8
4.3	Observationer i fält	8
5	Bestämning av borrhärnornas mekaniska och fysikaliska egenskaper	9
5.1	Allmänt	9
5.2	Bestämning av tryck- och spräckhållfasthet	10
5.3	Bestämning av densitet, porositet och vattenmättnadsgrad	12
6	Bestämning av urlakning	14
	 Bilaga A	
	Bilaga B	

## SUMMARY

This report describes a study which has been conducted to determine the strength, degree of saturation and leaching of the concrete in a dam used for power generation. The results are used to perform a static check on the dam in order to verify its stability. The dam is located in Lilla Edet and is owned by Vattenfall.

The study has been performed to verify the applicability of a BRITE/EURAM manual, "Manual for Assessment of Residual Service Life of Reinforced Concrete Structures", to dam structures. The applicability of the manual has been verified/discussed by Tomas Ekström. The verification results are presented in "The Applicability of the BRITE/EURAM Manual on Static Checks of Existing Concrete Dams" and "Appendix Example of Static Checks on the Dam at Lilla Edet". It should be noted that the study which is presented in this report is highly limited. The main objective of this study has been to determine material properties for the static checks. The results presented in this report cannot be used to describe the prevailing condition of the structure.

This report briefly describes the dam structure and mentions some major changes which have been made since the time of construction. The report also shows the location where the cores have been drilled.

Drilling were conducted in four locations. Drilling were conducted vertically from the surface of the structure. The depth and the diameter of the cores were 2 m and 0.1 m respectively.

The degree of the saturation was determined. It has been shown that the degree of saturation is very high, i.e. 98%, in some locations in the structure.

Visual inspection of the cores revealed that several cracked/weakness zones may exist within the structure. The existence of the cracked/weakness zones made it also difficult to obtain continues cores which were suitable for the strength tests. However, it was possible to conduct few compression and splitting tests. The results show great scatter in strength distribution inside the structure. The characteristic compressive and tensile strength values of the concrete, at the drilling areas, were 19 MPa and 1.5 MPa respectively.

The chemical analyses indicates that leaching may taking place. Since, the initial composition of the concrete is not known it is not possible to determine the extent and the rate of the leaching. Furthermore, the results indicate that leaching includes also the cement gel which may in long term endanger the strength of the concrete.

## 1 BAKGRUND

Denna rapport redovisar det arbete som har genomförts vid Avdelningen för Byggnadsmaterial för bestämning av hållfasthet, vattenmättnadsgrad och urlakning hos betong i lamelldammen vid Lilla Edet. Arbetet ingår i ett europeiskt samprojekt med det förkortade namnet "CONTECVET". Projektets huvudmålsättning är att verifiera och förbättra en manual som togs fram vid ett tidigare europeiskt projekt. Manualen "Manual for Assessment of Residual Service Life of Reinforced Concrete Structures" används för bestämning av resterande livslängd hos armerade betongkonstruktioner.

Det arbete som genomförs inom CONTECVET går bland annat ut på att tillämpa manualen på ett antal i förhand utvalda konstruktioner, så kallade "fallstudier", engelska "Case studies". Manualens instruktioner skall följas så att manualens brister upptäcks. Det arbete som presenteras i denna rapport har utförts med syftet att ta fram indata till en sådan fallstudie. Denna rapport får därför inte uppfattas som slutrapport för fallstudiet lamelldammen vid Lilla Edet.

Denna fallstudie har beteckningen WP4.26 Buttress dam (Vattenfall)

## 2 INLEDNING

Våren 1999 besöktes dammen. Vid besöket bestämdes de ställen där borringen fick utföras. Fyra borrställen valdes. Borrjupet fastställdes till 2 m. Borringen genomfördes 99-07-26.

Nedan ges en kortfattat beskrivning av dammen, för en utförlig beskrivning hänvisas till Vattenfall Hydropower. Sedan presenteras de resultat som har erhållits inom detta arbete.

## 3 LAMELLDAMMEN VID LILLA EDET

Dammkonstruktionen består av två delar. Den första delen togs i bruk 1926. Denna del består av en regleringsdamm med valsluckor och en gravitationsdamm med fyra utskov vilka är placerade på västra sidan av en turbinhall. Konstruktionen omfattar också en lamelldamm och en gravitationsdamm som är placerade på östra sidan av turbinhallen. Turbinhallen innehåller tre turbinaggregat. I Bilaga A visas konstruktionens olika delar.

Den västra sidans gravitetsdamm och valsluckornas stöd är gjorda med massiv betong klädd med sten. Betongkvaliteten varierar inom konstruktionen. Betong som ligger närmast konstruktionens ytor har bättre kvalitet än betong som är i de inre delarna av konstruktionen. I de inre delarna har man tillsatt 30% bergmaterial, sparsten, för att spara cement. Eftersom vibreringstekniken inte var utvecklad på den tiden har betongen inte blivit kompakterad på ett tillfredsställande sätt. Därför är den erhållna betongen porös och stora hålrum kan observeras i de tagna borrkärnorna.

Lamelldammen är gjord av betong. Gravitationsdammen på östra sidan är gjord av berg injikerad med betong.

1982 tillades en fjärde turbinaggregat till konstruktionen. Detta aggregat placerades i en underjordisk turbinhall på östra sidan av den gamla hallen, ca 80 m uppströms.

Under tiden som det nya aggregatet byggdes, förstärktes vissa sektioner av den gamla delen, bl.a. omvandlades lamelldammen till en gravitationsdamm genom att fylla betong mellan lamellerna samt förstärktes den västra sidans gravitationsdamm.

Betongen i den nya delen av dammen är gjord med slaggcement, 65% slagg och 35% Portlandcement.

Maximum och minimum vattennivå är +7.30 m och +6.25 m. Vattennivån nedströms är +2.15 m. Nivån hos den västra gravitationsdammens och valsluckornas stödens ovansida är +8.0 m.

Som framgår av beskrivningen har denna dammkonstruktion ingen lamelldamm längre. I denna rapport används ändå benämningen lamelldamm för att rapporten skall vara kompatibel med projektets titel.

## **4 FRAMTAGNING AV BORRKÄRNOR**

### **4.1 Redovisning av borrningsställen**

I Bilaga A visas plan över dammen tillsammans med några bilder. Figur A1 visar kraftstationen. Figur A2 visar placering av borrningsställena 1, 2, 3 och 4. I Figuren visas även de riktningar från vilka bilderna, som visas i Figur A7 – A14, är tagna. Till exempel ”Riktning A1” i Figur A7 anger den riktning från vilken konstruktionen är fotograferad. Denna riktning, d.v.s. riktning A1, visas med en pil i Figur A2. I Figur A3 – A6 visas horisontal respektive vertikal projektion av de sektioner där borring har genomförts.

### **4.2 Borrkärnor**

Borrkärnor togs från de ställen som är markerade i Figur A2 i följande ordning 3, 4, 2 och 1. Arbetet startades klockan 8 och avslutades klockan 18. Efter borringen märktes kärnorna och sveptes in i plastfolie. Borringen utfördes med vattenkyld borr med nominella diametern 100 mm. Borrkärnornas genomsnittliga diameter var 94 mm. Borrdjupet var ca 2 m, d.v.s. från nivå +8.0 m till nivå +6.0 m. Detta bör jämföras med maximum och minimum vattennivån +7.30 m och +6.25 m.

Bilder på borrkärnor visas i Bilaga B.

### **4.3 Observationer i fält**

Vädret var mycket varmt och solen sken under hela dagen. Borrkärnorna var mycket blöta när de lämnade borrhållet. Borringen gick smidigare vid hål 3 och 4, ca 1.5 h per hål, jämfört med hål 1 och 2, ca 2 h per hål. Flera avbrott uppstod under borring i hål 1 och 2 vilket ledde till att dessa borrhål hade tillgång till vatten längre tid än borrhål 3 och 4.

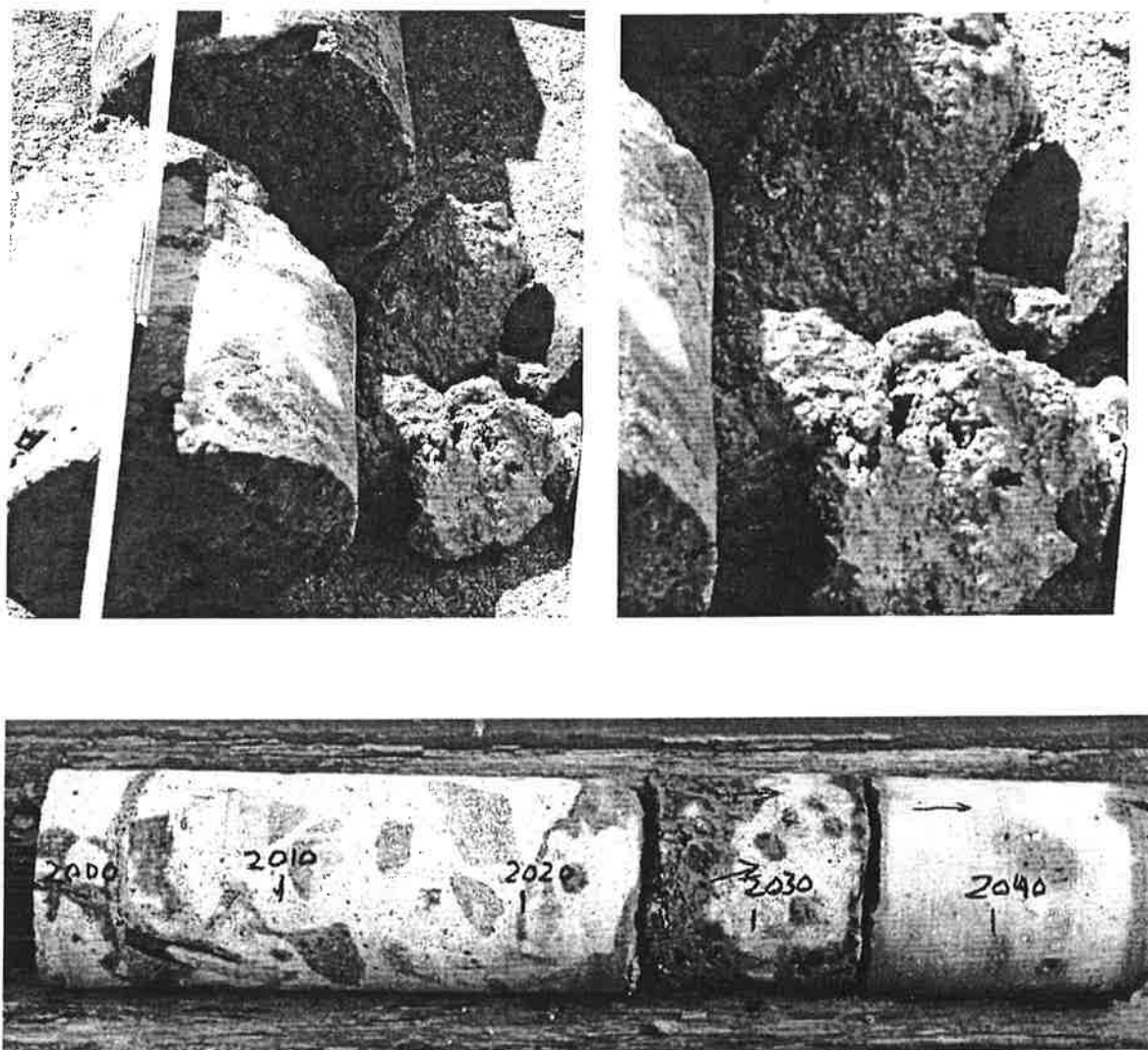
Borringarna vid håll 3 och 4 utfördes på förmiddagen och vid hål 1 och 2 utfördes borringarna på eftermiddagen, d.v.s. borrkärnor uttagna från hål 3 och 4 utsattes för värme längre tid än borrkärnor uttagna från hål 1 och 2. Trots att borrkärnorna var skyddade mot solen kunde man i slutet av dagen observera kondenserat vatten under plastfolien. Mängden kondenserat vatten verkade vara större hos borrkärnor från hål 3 och 4. Vid vattenhalt som överstiger den halt som motsvarar kapillärmättnadsgrad, d.v.s. den vattenmängd som sugs in kapillärt under lång tid, sugs vattnet inte tillbaka i betongen vilket leder till viss uttorkning av betongen. På grund av att borrkärnorna inte vägdes omedelbart efter borring kan detta fenomen inte undersökas.

Betongen var inte så stark, därför gick borrkärnorna sönder av sig själv rätt ofta. Det var vid enstaka tillfällen tvunget att bryta borrkärnan. I partier med mycket svag betong smulades betongen, Figur 1, vilket försvårade märkning av djupet på borrkärnorna.

Bristning av borrkärnan i små bitar medförde också att de små bitarna snurrade i borret vilket ledde till avjämning av brottytan.



Betongens skiftande kvalitet framgår också av Figur 1.



Figur 1 Exempel på brott hos borrkärnor och betongens skiftande kvalitet.

## 5 BESTÄMNING AV BORRKÄRNORS MEKANISKA OCH FYSIKALISKA EGENSKAPER

### 5.1 Allmänt

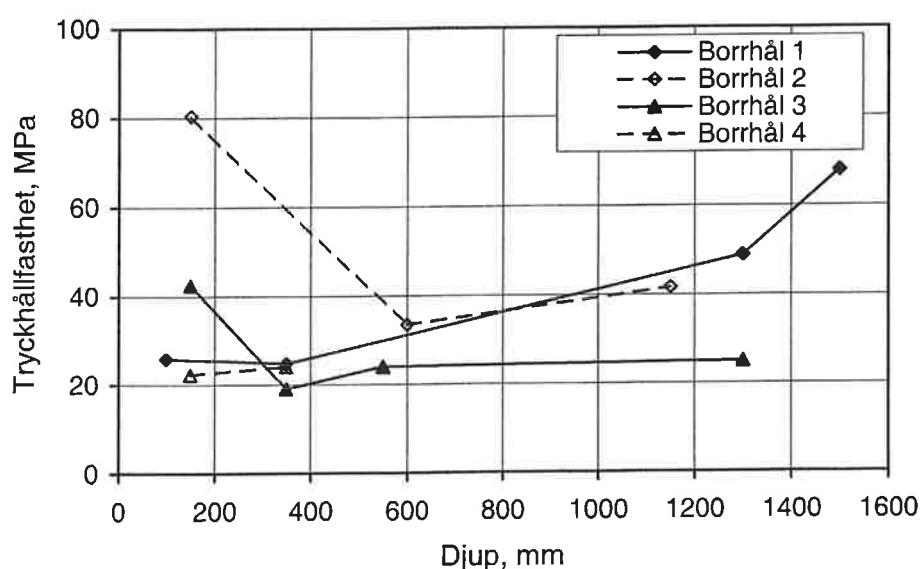
De mekaniska och fysikaliska egenskaper som har bestämts är tryckhållfasthet, spräckhållfasthet, densitet, porositet och vattenmättnadsgrad. Som framgår av bilderna i Bilaga B skiftar borrkärnornas utseende avsevärt från på punkt till punkt. Även längden hos segmenten varierar avsevärt. Borrkärnorna har också innehållit många sprickor. Det har inte varit möjligt att kunna bedöma sprickornas omfattning och riktning. I vissa partier kan man även se injekteringsbruk. Därför har det varit svårt att ta fram provkroppar som kan anses vara representativa för konstruktionen. Dessutom är antalet prov långt ifrån tillräckliga för att kunna dra tillförlitliga slutsatser. Nedan redovisas de erhållna provningsresultaten.

## 5.2 Bestämning av tryck- och spräckhållfasthet

Tryckhållfastheten bestämdes med 100 mm långa provkroppar. Tryckytorna planslipades. I de fall då ytan ansågs vara för svag för planslipning avjämnades ytan med ett avjämningsbruk. Resultaten framgår av Tabell 1 och Figur 2. Det djup som anges i tabellen är avståndet mellan borrhållets topp till mitten av provkroppen. Den hållfasthet som anges i tabellen gäller för en cylinder med 100 mm diameter och med slankheten 1. Hållfastheten är ekvivalent med kubhållfasthet.

Tabell 1 Tryckhållfasthet i olika borrhål och på olika djup.

Borrhål	Djup mm	Vikt g	Längd mm	Diameter mm	Brottlast kN	Tryckhållf. MPa
1	100	1504	99.6	94.1	180	25.9
	350	1601	100.3	94.1	172	24.7
	1300	1686	99.3	94.2	341	48.9
	1500	1690	99.5	94.0	471	67.9
2	150	1621	98.8	93.8	555	80.3
	600	1645	100.5	94.0	232	33.4
	1150	1669	100.1	94.0	289	41.6
3	150	1617	99.2	93.4	291	42.5
	350	1520	98.4	93.8	132	19.1
	550	1464	99.8	93.6	165	24.0
	1300	1555	98.3	93.6	172	25.0
4	150	1546	100.0	94.1	155	22.3
	350	1594	99.3	93.4	165	24.1

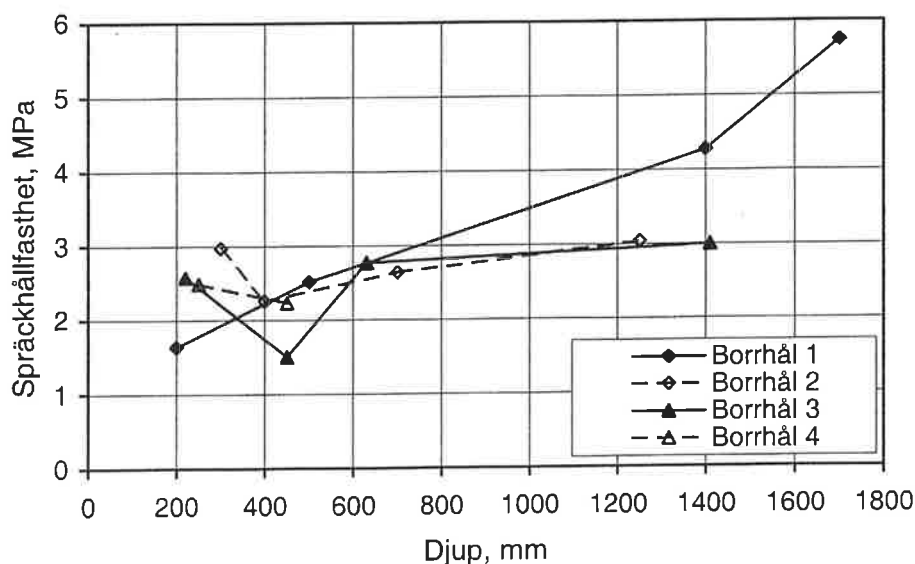


Figur 2 Tryckhållfasthet i olika borrhål och på olika djup.

Längden hos de provkroppar som användes för bestämning av betongens spräckhållfasthet var i vissa fall 100 mm och i andra fall kortare. Längden bestämdes av tillgången till material. Resultaten framgår av Tabell 2 och Figur 3. Det djup som anges i tabellen är avståndet mellan borrhållets topp till mitten av provkroppen.

Tabell 2 Spräckhållfasthet i olika borrhål och på olika djup.

Borrhål	Djup mm	Vikt g	Längd mm	Diameter mm	Brottlast kN	Spräckhållf. MPa
1	200	853	58.8	94.0	14.2	1.6
	500	1564	101.6	94.0	37.7	2.5
	1400	1021	63.9	94.0	40.3	4.3
	1700	1768	100.8	94.1	85.5	5.7
2	300	1056	66.6	94.0	29.2	3.0
	400	1176	85.8	93.8	28.5	2.3
	700	1052	69.4	93.9	27	2.6
	1250	1605	101.9	94.0	45.7	3.0
3	220	1325	84.5	93.9	32.1	2.6
	450	1576	101.1	93.9	22.4	1.5
	630	909	59.1	93.8	24.1	2.8
	1410	1576	100.6	93.7	44.4	3.0
4	250	1555	100.4	93.9	36.8	2.5
	450	1579	99.8	93.9	32.8	2.2



Figur 3 Spräckhållfasthet i olika borrhål och på olika djup.

Tryck- och spräckhållfastheten i borrhål 1 ökar med ökat djup. Längst ner i borrhålet är hållfastheterna relativt höga.

Tryckhållfastheten i borrhål 2 är över lag hög, mycket hög nära ytan. Både tryck- och spräckhållfasthet i borrhålen uppvisar minimum en bit under ytan. Samma beteende syns även i borrhål 3. Båda borrhålen ligger på uppströmssidan av dammen.

När det gäller borrhål 4 är antalet mätvärden för lågt för att se någon trend.

Det är svårt att ange ett värde som representativt för dammens tryck- respektive spräckhållfasthet, eftersom dammen innehåller betong med varierande kvalitet, sprickor, injekteringsbruk och sparsten. Här anges ändå ett värde men det bör användas med försiktighet.

Hållfasthetsklassen för tryck- och draghållfasthet beräknas med hjälp av avsnitt 7.3.3.3 i BBK 94 Band 2. Beräkningen utförs enligt villkor B enligt nedan:

$$m \geq f_{kk} e^{\frac{1.4-s}{m}}$$

$$x \geq f_{kk} - c \quad \text{MPa}$$

$$x \geq 0.8 f_{kk} \quad \text{MPa}$$

$f_{kk}$  är fordrat värde för tryckhållfasthet, MPa.  $m$  respektive  $s$  är medelvärde respektive standardavvikelse, MPa.  $x$  är hållfasthetsvärde för enskilt prov, MPa.  $c$  är 5 MPa. Ovanstående formler kan användas för beräkning av draghållfasthetsklass. I detta fall ersätts  $f_{kk}$  med  $f_{ik}$  och  $c$  sätts lika med 0.6 MPa.

Vid beräkning av  $f_{kk}$  bortses från  $x > 40$  MPa. Vid beräkning av  $f_{ik}$  bortses från  $x > 4$  MPa. Samtliga hållfasthetsvärde multiplicerat med 0.8, faktor för att räkna om spräckhållfasthet till draghållfasthet.

Tabell 3 *Betongens hållfasthetsklass.*

	$m$ MPa	$s$ MPa	$f_{kk} / f_{ik}$ MPa	Hållf. klass
Tryckhållfasthet	24.8	4.1	19	K20
Draghållfasthet	2.0	0.4	1.5	T1.5

### 5.3 Bestämning av densitet, porositet och vattenmättnadsgrad

Densiteten ( $\rho$ ) och porositeten ( $P$ ) bestäms med följande formler:

$$\rho = \frac{M_{105}}{V} = \frac{M_{105}}{\frac{M_l - M_v}{\rho_{vatten}}}$$

$$P = \frac{V_p}{V} = \frac{(M_{vl} - M_{105}) / \rho_{vatten}}{(M_l - M_v) / \rho_{vatten}}$$

$M_{105}$  = Provkroppens vikt efter uttorkning vid 105° C.

$M_l$  = Provkroppens vikt i luft.

$M_v$  = Provkroppens vikt i vatten.

$M_{vl}$  = Provkroppens vikt efter uttorkning, vakuumbehandling och vattenlagring.

$V$  = Provkroppens volym.

$V_p$  = Porvolym

Vattenmättnadsgraden,  $S$ , bestäms med följande formel:

$$S = \frac{V_{\text{vatten}}}{V_p} = \frac{(M_0 - M_{105})/\rho_{\text{vatten}}}{(M_{\text{vl}} - M_{105})/\rho_{\text{vatten}}}$$

$M_0$  = Provkroppens initialvikt.

$V_{\text{vatten}}$  = Volymen hos det vatten som finns i provkroppen.

Tabell 4 visar densitet, porositet och vattenmättnadsgrad i olika delar av borrhållen.

Tabell 4 Densitet, porositet och vattenmättnadsgrad i olika delar av borrhållen.

Djup, mm	Densitet, kg/m <sup>3</sup>	Porositet, %	Vattenmättnad, %
<b>Borrhål 1, nedströms</b>			
250	2088	22	81
1050	2276	16	88
1450	2124	21	88
1900	2335	13	93
2000	2096	21	90
2065	2289	14	95
<b>Borrhål 2, uppströms</b>			
300	2230	16	82
400	1868	29	98
1000	2360	12	94
1450	2403	11	96
1900	2385	11	95
<b>Borrhål 3, uppströms</b>			
800	2151	19	72
960	2137	20	70
1600	2239	16	83
1770	2170	18	77
1860	2279	14	76
1980	2387	11	86
<b>Borrhål 4, nedströms</b>			
650	2056	22	75
850	2148	20	78
1600	2280	15	82
1760	2269	14	83

Porositeten är mycket varierande. Det framgår ändå från resultaten att porositeten i nedre delen av borrhållen är lägre än porositeten i de övre delarna. Det finns dock undantag, vilket är borrhål 1 som uppvisar relativt hög porositet. Detta kan bero på lokala sprickor, urlakning samt provkroppens inverkan.

Borrhål 1 och 2 uppvisar högre vattenmättnadsgrad än 3 och 4. Orsakerna till detta kan inte pekats ut med säkerhet, men några tänkbara orsaker kan nämnas:

- 1) Den konstruktionsdel som borrhål 3 och 4 befinner sig är större jämfört med den konstruktionsdel som borrhål 1 och 2 befinner sig i. Hur konstruktionsdelens storlek påverkar vatten-

mättnadsgraden har inte studerats. Det kan tilläggas att storleken påverkar temperaturvariationen och fukttransporten inom konstruktionen i hög grad.

- 2) Borrkärnor från borrhål 1 och 2 uppvisar större benägenhet att sönderdelas i mindre segment än borrkärnor från borrhål 3 och 4, vilket kan vara ett tecken på förekomst av sprickor och svaghetszoner som underlättar vattentransport.
- 3) Som framgick ovan tog det längre tid att borra hål 1 och 2 vilket medförde att borrkärnor från dessa håll hade kontakt med vatten under en längre tid jämfört med borrkärnor från hål 3 och 4.
- 4) Borrkärnor från hål 3 och 4 var utsatta för värme under längre tid jämfört med de övriga, se avsnitt 4.3.

## 6 BESTÄMNING AV URLAKNING

Vid bestämning av urlakning kokas betongen, vid 130° C, i HNO<sub>3</sub>-lösning under 2.5 vecka. Lösningen analyseras och mängden Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, S och Si bestäms, samtidigt med mängden av den resterande olösliga delen. Med känd initial betongvikt och med förutsättningen att ballastmaterialet är olösligt i HNO<sub>3</sub> kan mängden cementpasta bestämmas. Samma analys utförs med en referensbetong, d.v.s. en icke urlakad betong. Genom att jämföra de två resultaten kan man bestämma urlakningens omfattning, d.v.s. bestämma hur mycket av cementpastans beståndsdelar som har försvunnit. Den mest intressanta beståndsdel är Ca.

När det gäller betongen i Lilla Edet föreligger ingen referensbetong. Betongens sammansättning är inte heller känd. Det enda möjliga sättet att få en uppfattning om urlakning av betong pågår är att jämföra betongens Ca-innehåll på olika delar i en borrkärna. Analysen bör då utföras i områden med samma betongsammansättning. Proven bör tas från områden nära sprickor, som kan misstänkas ha orsakats/påverkats av urlakning, och en bit ifrån sprickor. Genom att jämföra analysresultatet kan man få en uppfattning om urlakning pågår eller ej. Det är långt ifrån säkert att urlakning förekommer i alla sprickor, kanske den förekommer i några få sprickor, därför bör analysen genomföras för flera sprickor eller svaghetszoner. Eftersom arbetet vid Lilla Edet var begränsat har vi analyserat enbart ett litet område i borrhål 1.

Figur 4 visar området vilket är den sista biten i Borrhål 1, se Figur B1. De delar - d.v.s. A1, A2 och A3 - som har använts för urlakningsanalys framgår av figuren. A1 ligger vid ett område som misstänktes innehålla sprickor eller vara en svaghetszon. Tabell 5 visar densitet, porositet och vattenmättnadsgrad hos provkropparna.

Tabell 5 Densitet, porositet och vattenmättnadsgrad hos provkroppar för urlakningsanalys.

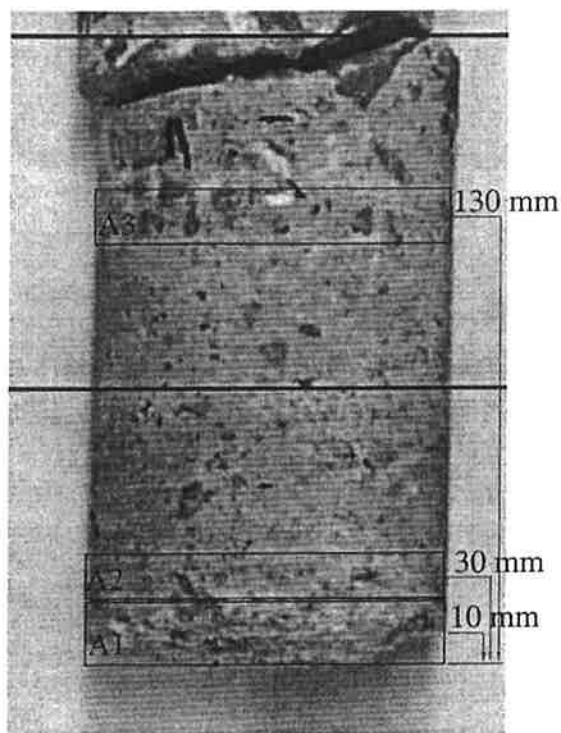
	Densitet, kg/m <sup>3</sup>	Porositet, %	Vattenmättnad %
A1	2096	21	90
A2	2184	18	91
A3	2194	18	94

Tabell 6 visar resultatet av urlakningsanalysen. Enheten är mg/g betong. Figur 5 visar de olika ämnenas viktsandelar. Viktsandelarna är beräknade för cementpastan. Cementpastans vikt har antagits vara differensen mellan betongens torra vikt före analys och den kvarvarande delens, olösta delens, torra vikt. Analysen av del A3 misslyckades, därför saknas resultatet av denna del i Tabell 6 och Figur 5.

Som framgår av Figur 4 ligger A1 närmare en sprickzon, eller svaghetszon, än A2. Andelen Ca och några andra ämnen är lägre hos A1 än A2 vilket kan bero på att betongen nära sprickan har urlakats mest.

Vid uttorkning och återuppfuktning av borrhärdar observerades vid några tillfällen vita utfällningar på kärnornas ytor. Ett litet utfällningsprov skickades till CBI för SEM/EDAX analys. Resultatet visade att utfällningen innehöll mycket kalcium och kisel. Enligt CBI är den troliga föreningen därför kalciumsilikat/kalciumsilikathydrat.

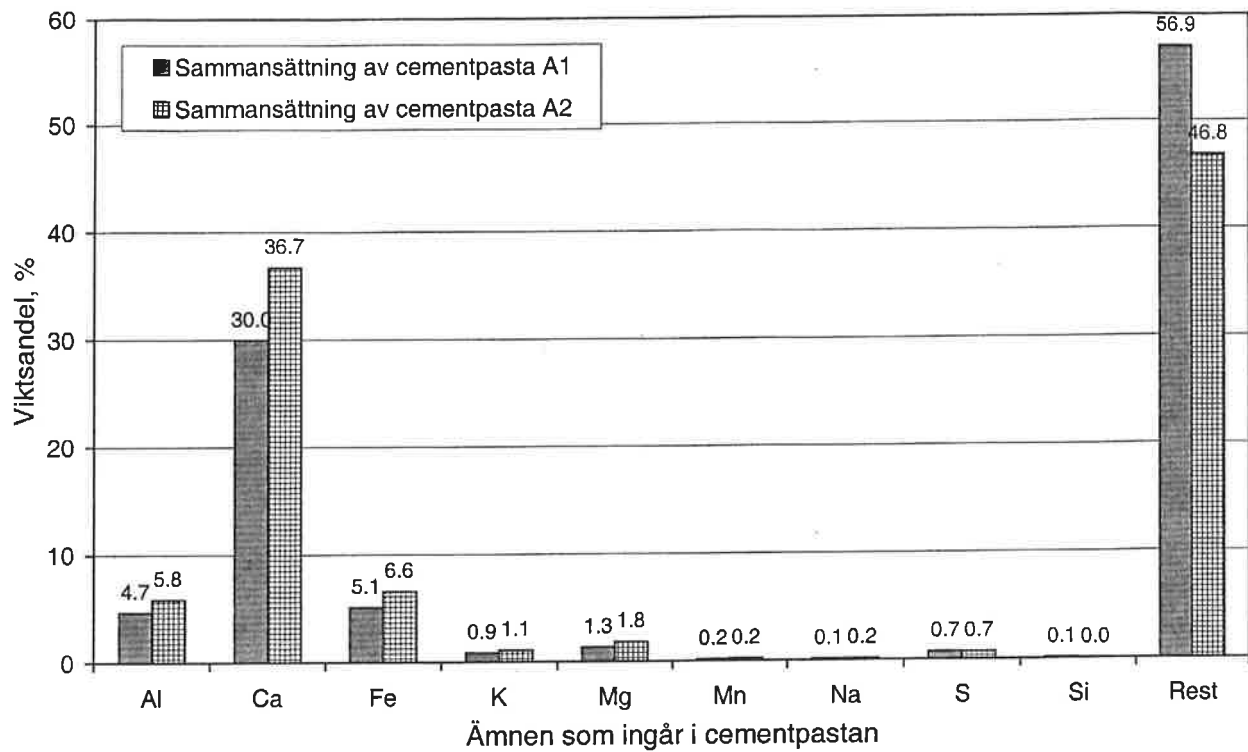
Resultaten visar att betongen urlakas och i vissa ställen har gått så långt att den även omfattar cementgelen. Urlakning av cementgel kan på sikt försvaga betongen. Det är inte möjligt att med hjälp av föreliggande data kunna bedöma urlakningens omfattning och lokalisering.



Figur 4 Provkroppar för analys av urlakning.

Tabell 6 Resultatet av urlakningsanalys, enhet mg/g betong.

Prov	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	S	Si	Rest olöst	Rest gas
A1	17.6	112.9	19.2	3.2	5.1	0.6	0.5	2.8	0.4	623.3	214.5
A2	16.0	100.7	18.1	3.0	5.0	0.6	0.5	2.0	0.1	725.6	128.4



Figur 5 Viktsandelar hos olika ämnen i cementpasta.



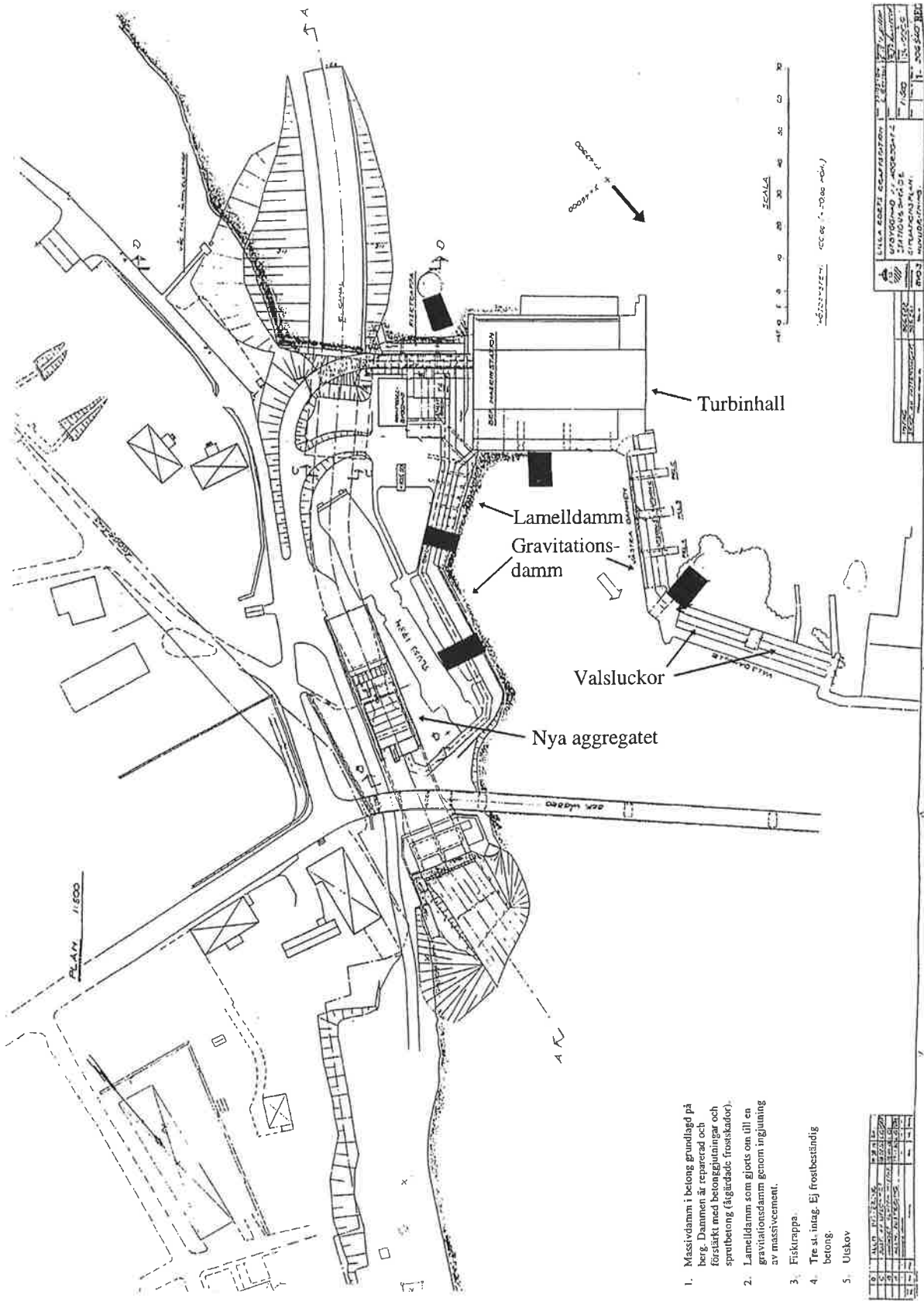
## PLACERING AV BORRHÅL

Placering av borrhål, 1 – 4, visas i denna bilaga. Bilagan innehåller 14 figurer.

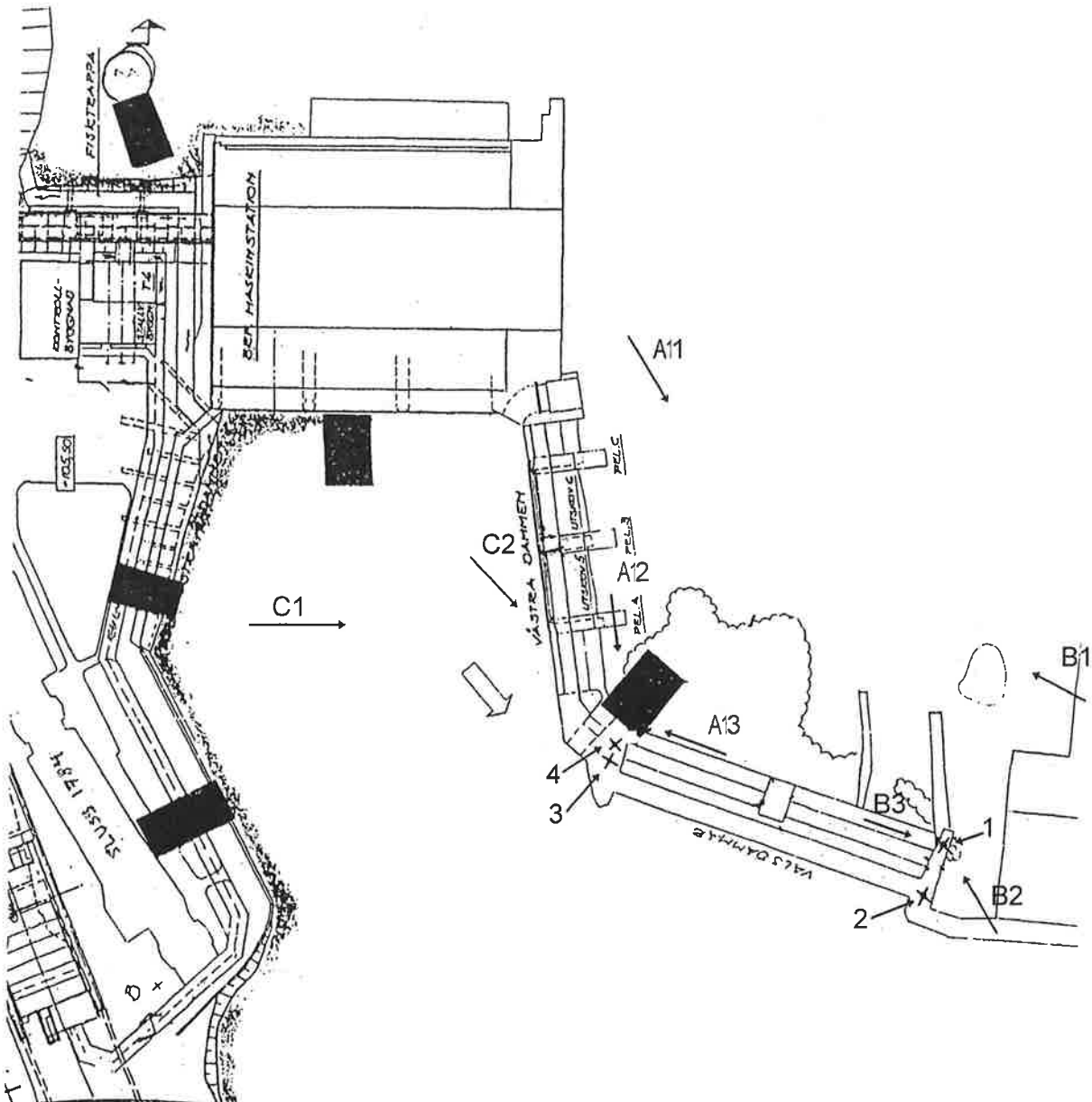
Figur A1 visar dammkonstruktionen.

Figur A2 visar en del av konstruktionen. I figuren visas placering av borrhål, 1 – 4, och den riktning från vilka bilderna tagna, A1 – C2. Bilderna visas i Figur A7 – A14.

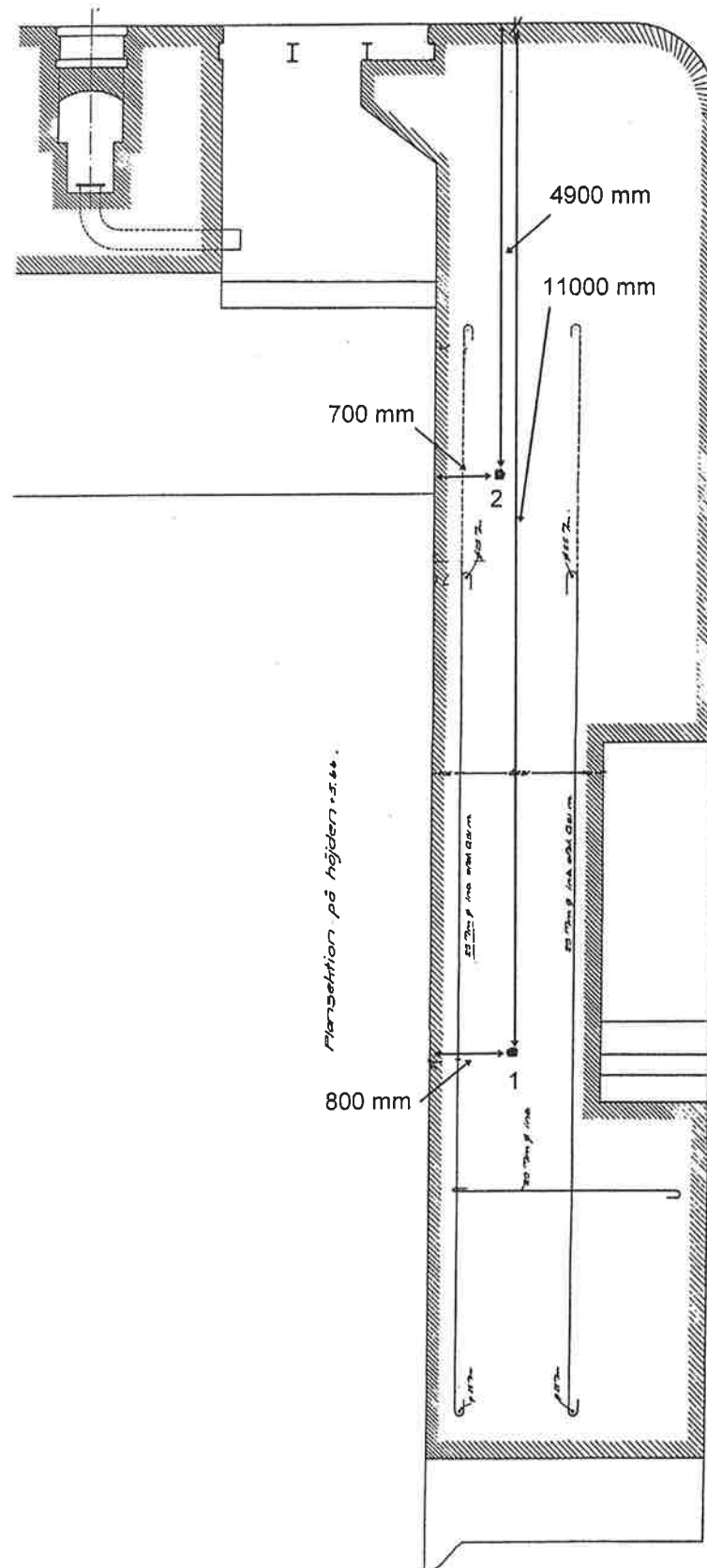
Figur A3 – A6 visar horisontell och vertikal projektion av de delar som innehåller borrhållen. Borrhållens placering visas i dessa figurer.



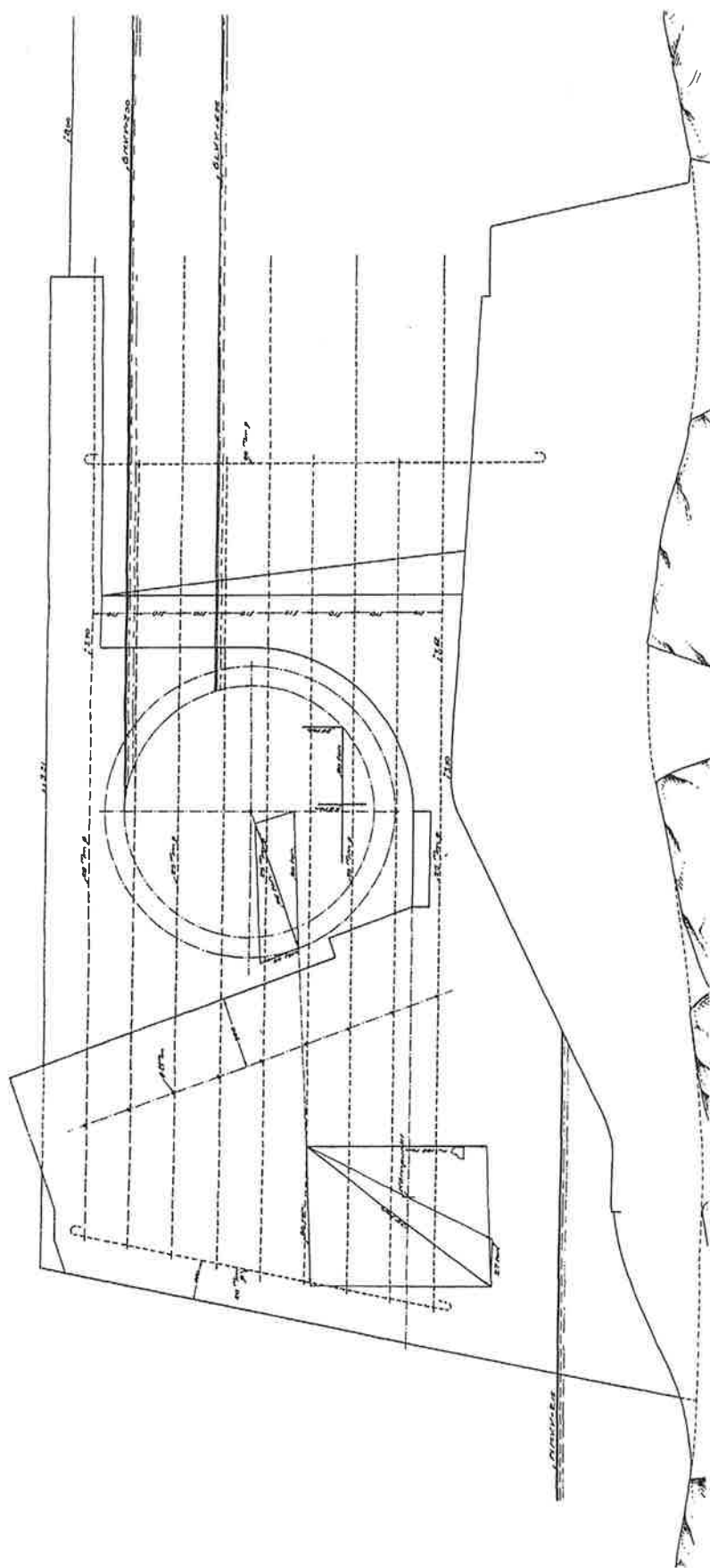
Figur A1 Plan av dammkonstruktion.



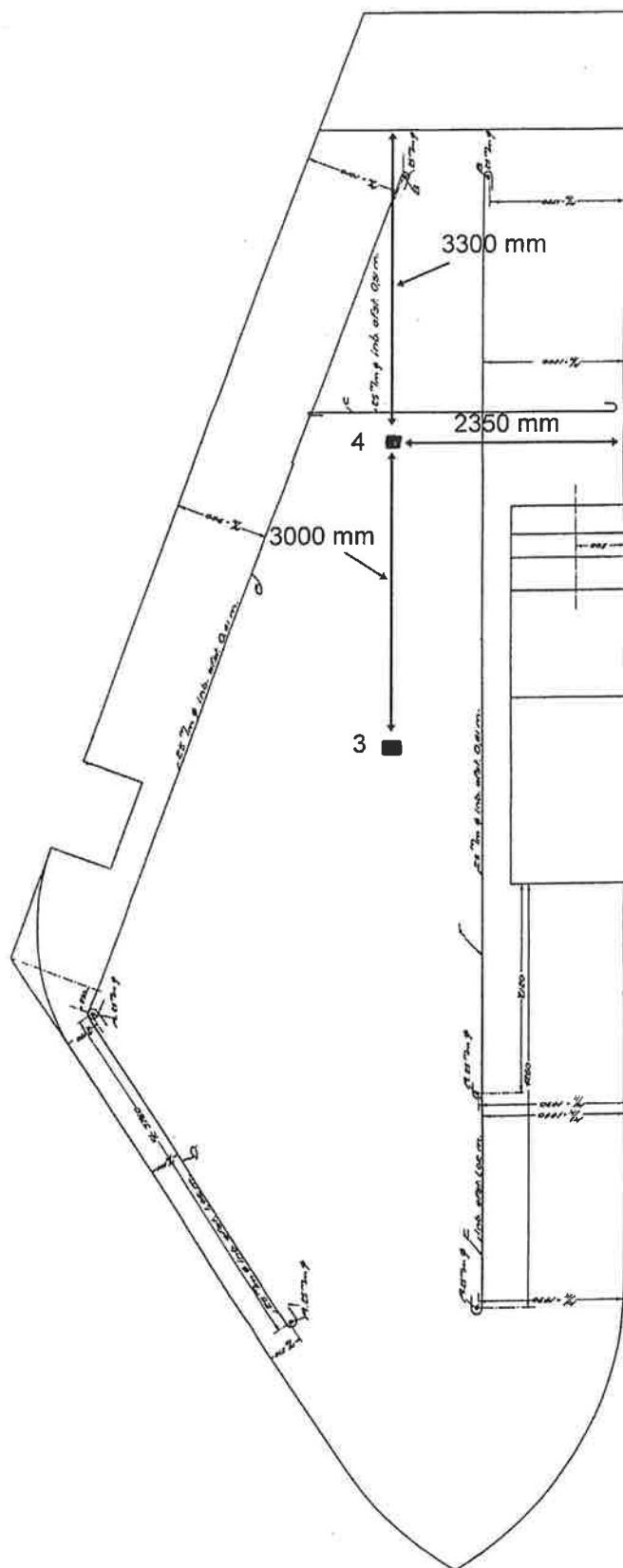
Figur A2 Placering av borrhål (1 – 4) och fotograferingsriktningar (A1 – C2).



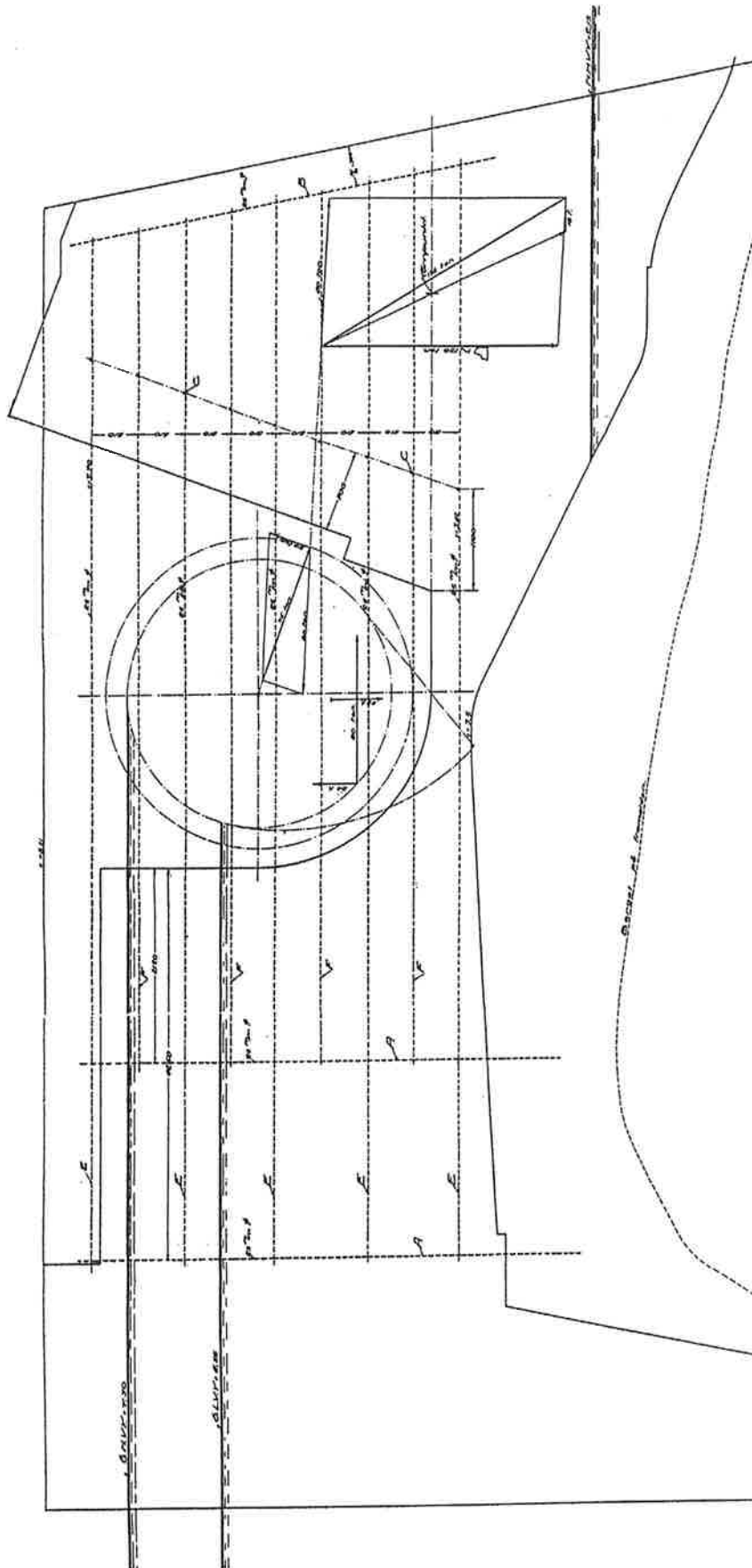
Figur A3 Horisontell projektion av de sektion som innehåller borrhål 1 och 2.



Figur A4 Vertikal projektion av de sektion som innehåller borrhål 1 och 2.



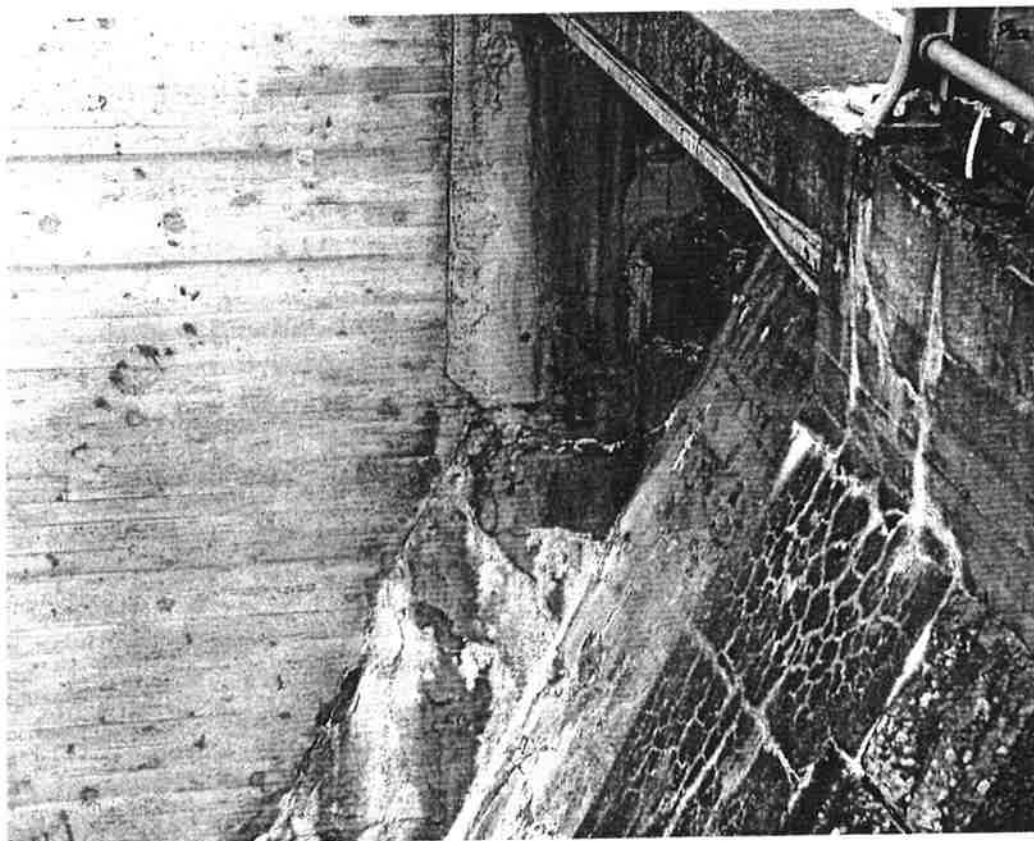
Figur A5 Horisontell projektion av de sektion som innehåller borrhål 3 och 4.



Figur A6 Vertikal projektion av de sektion som innehåller borrhål 3 och 4.

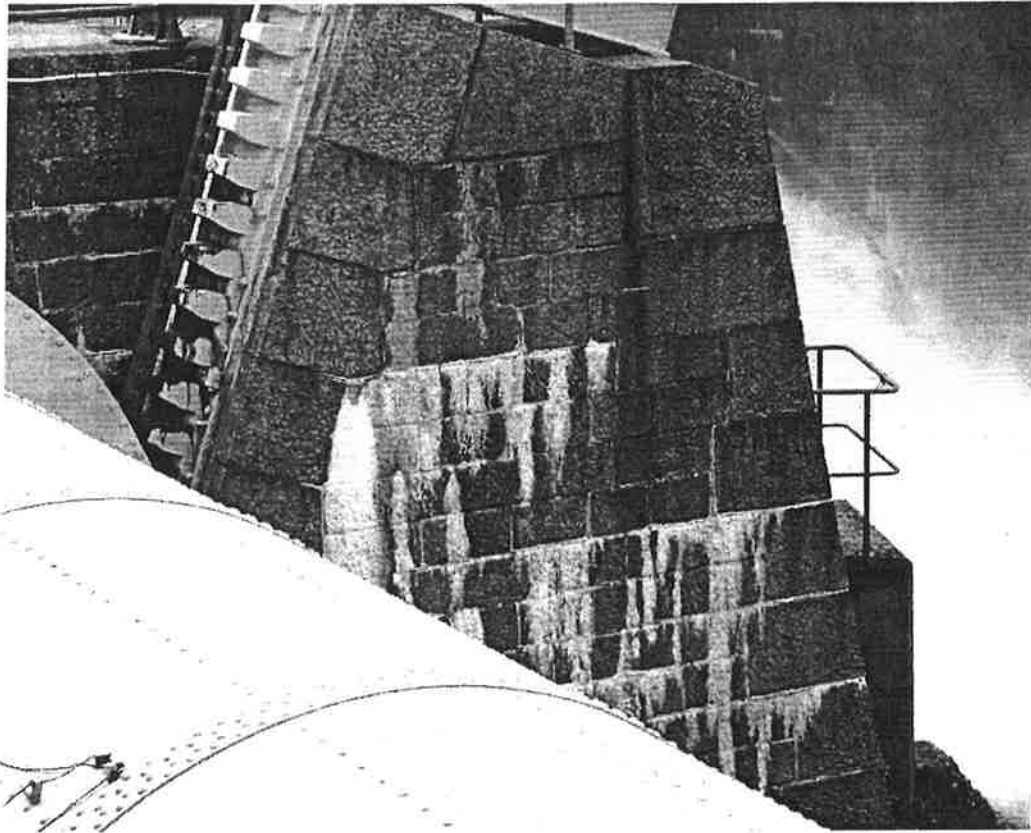


*Figur A7 Riktning A1.*



*Figur A8 Riktning A2.*

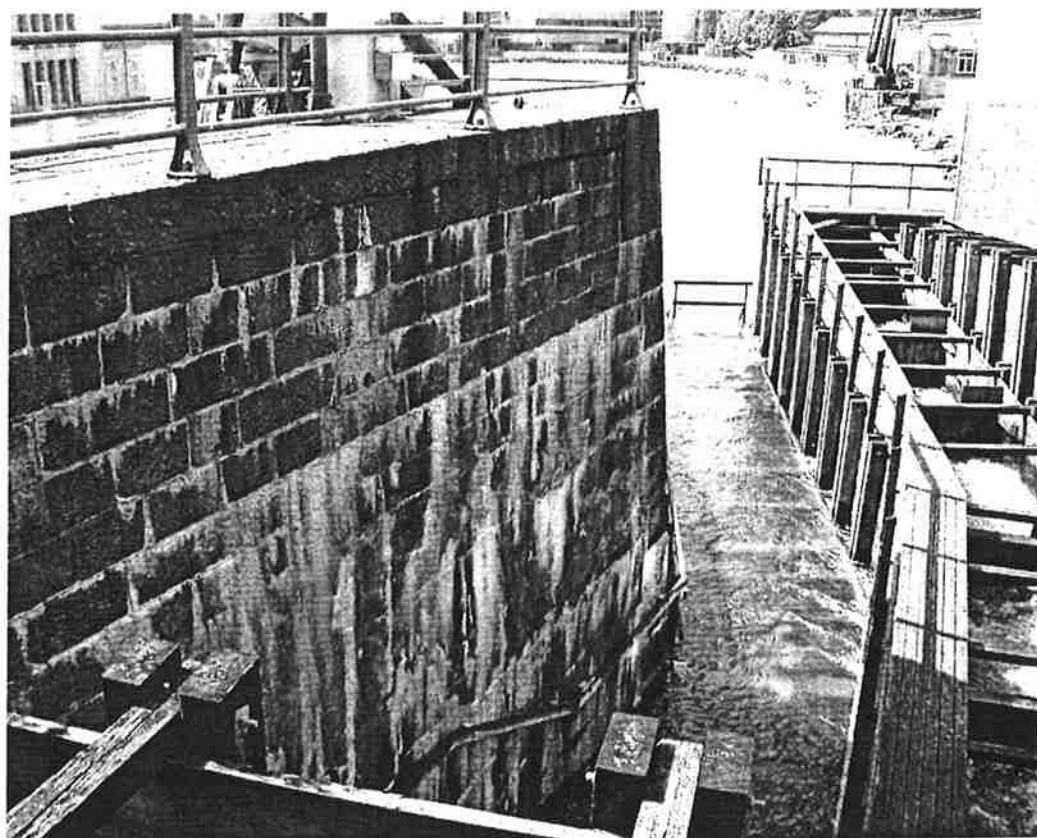




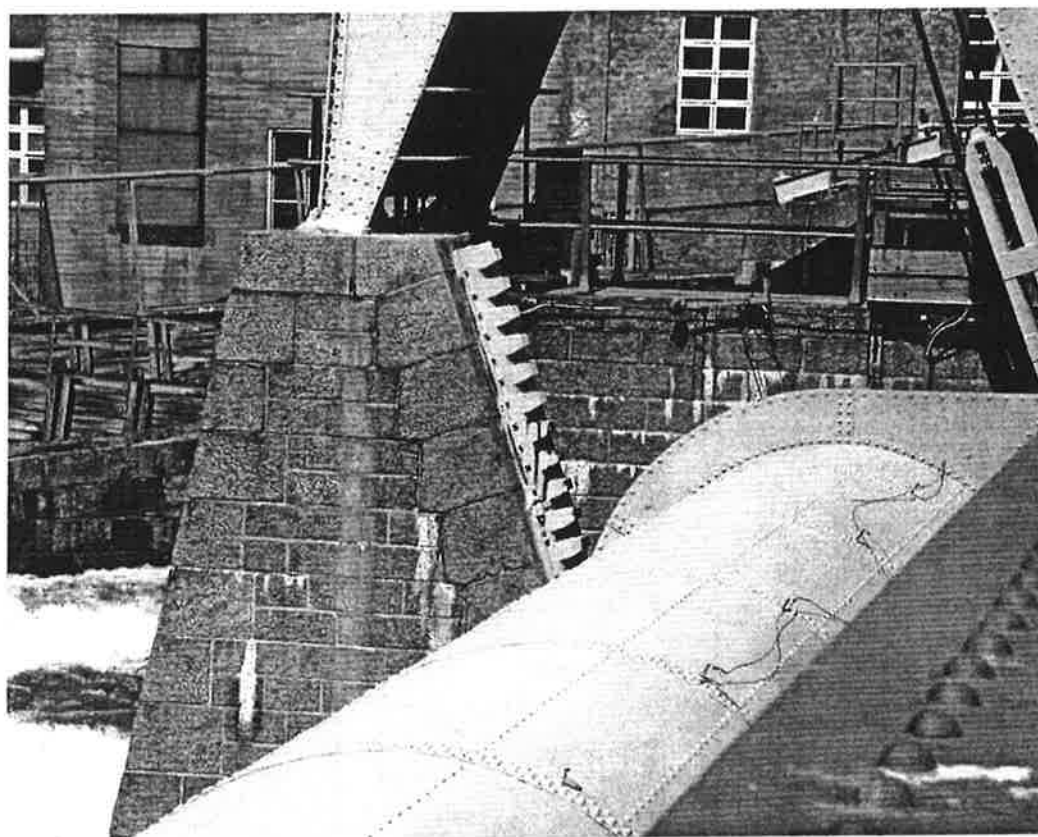
*Figur A9 Riktning A3.*



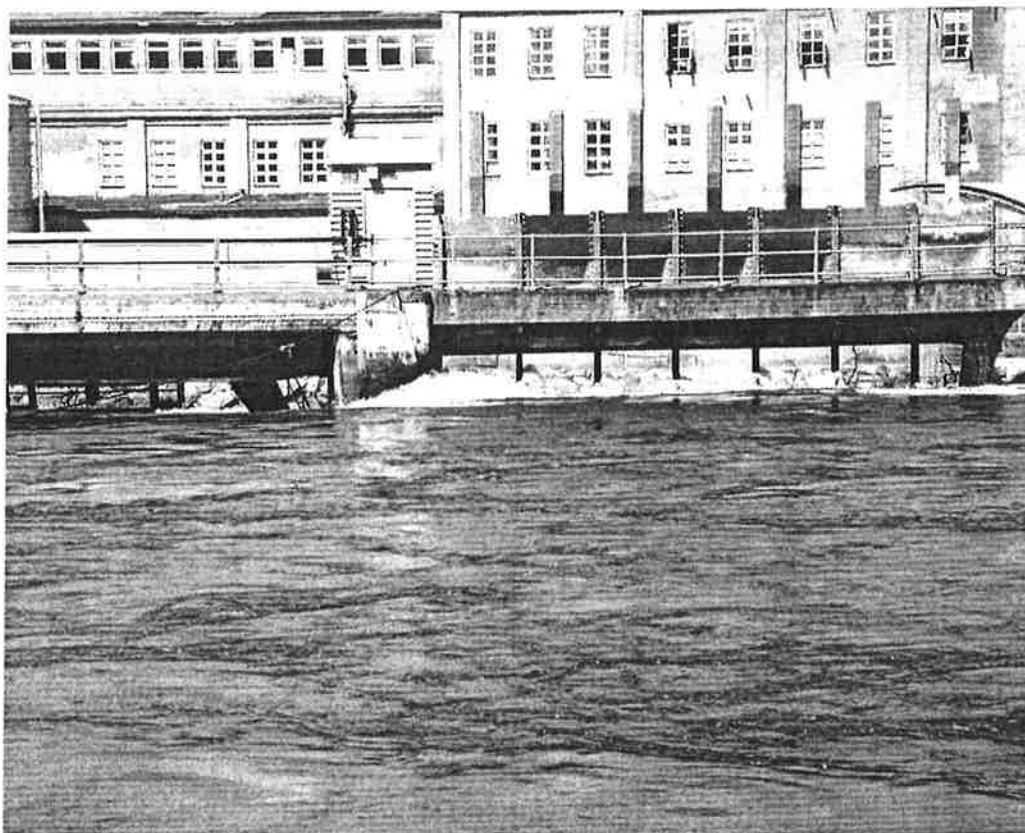
*Figur A10 Riktning B1.*



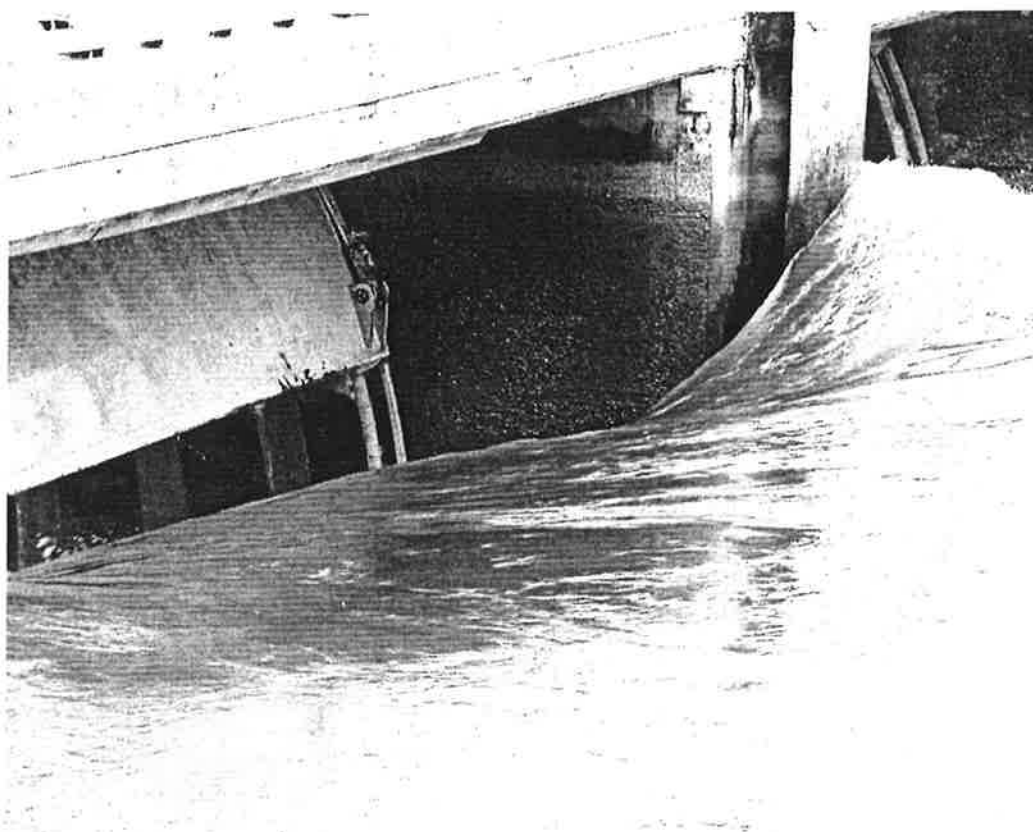
*Figur A11 Riktning B2.*



*Figur A12 Riktning B3.*



*Figur A13 Riktning C1.*



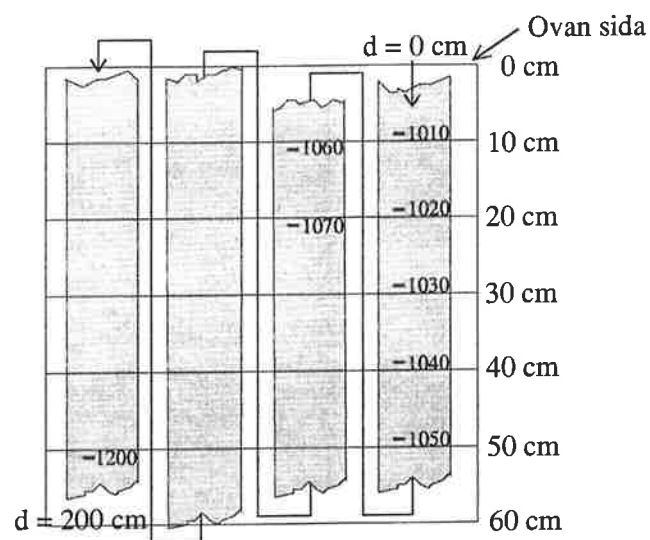
*Figur A14 Riktning C2.*

## BORRKÄRNOR

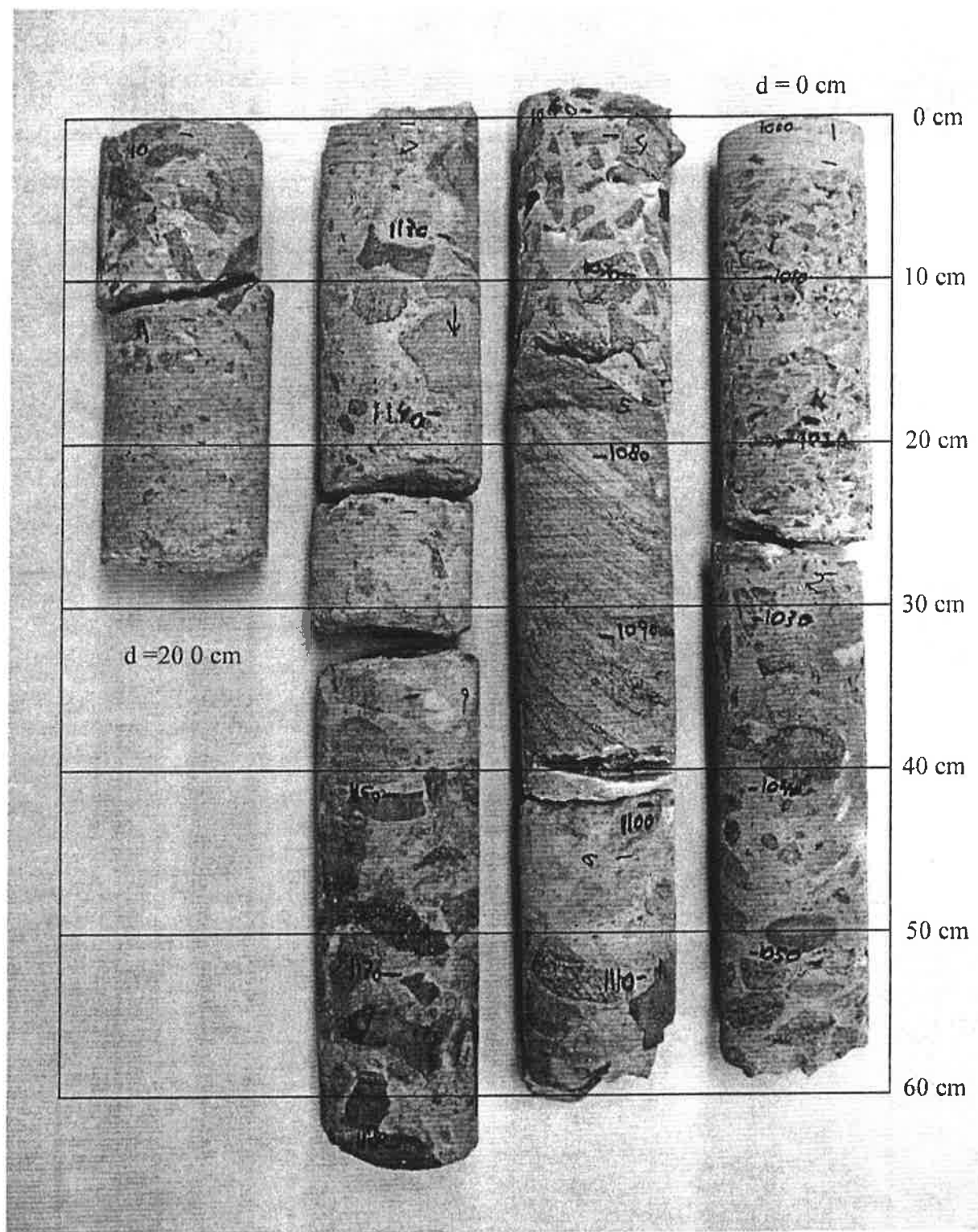
Denna bilaga visar bilder på de borrhälar som har tagits från hål 1 – 4. Borrhälarorna visas i Figur B2, B4, B6 och B8. Som framgår av figurerna har borrhälarorna brutit i flera delar. Det totala borrhälar djupet vid varje hål var ca 2000 mm. I Figur 3, 5, 7 och 9 visas detaljer av borrhälarorna.

Figur B1 visar det sätt som Figur B2, B4, B6 och B8 skall tolkas. Det fysiffriga talet på borrhälarorna visar hålets nummer, första siffran, samt djupet i cm. Till exempel 1060 bör tolkas som borrhål 1 och djupet 60 cm. Nivå 0 cm, d.v.s. ovan sidan av borrhålet, ligger på den övre högra delen av figuren. Djupet ökar i pilens riktning.

I vissa delar stämmer det djup som står på borrhälarorna inte överens med det djup som kan avläsas med hjälp av rutnätet. I sådana fall är det djup som står på borrhälarorna som är det riktiga djupet. Avvikelsen beror på att bilden har tagits från långt avstånd och att kamerans plan inte var parallell med borrhälarornas plan.



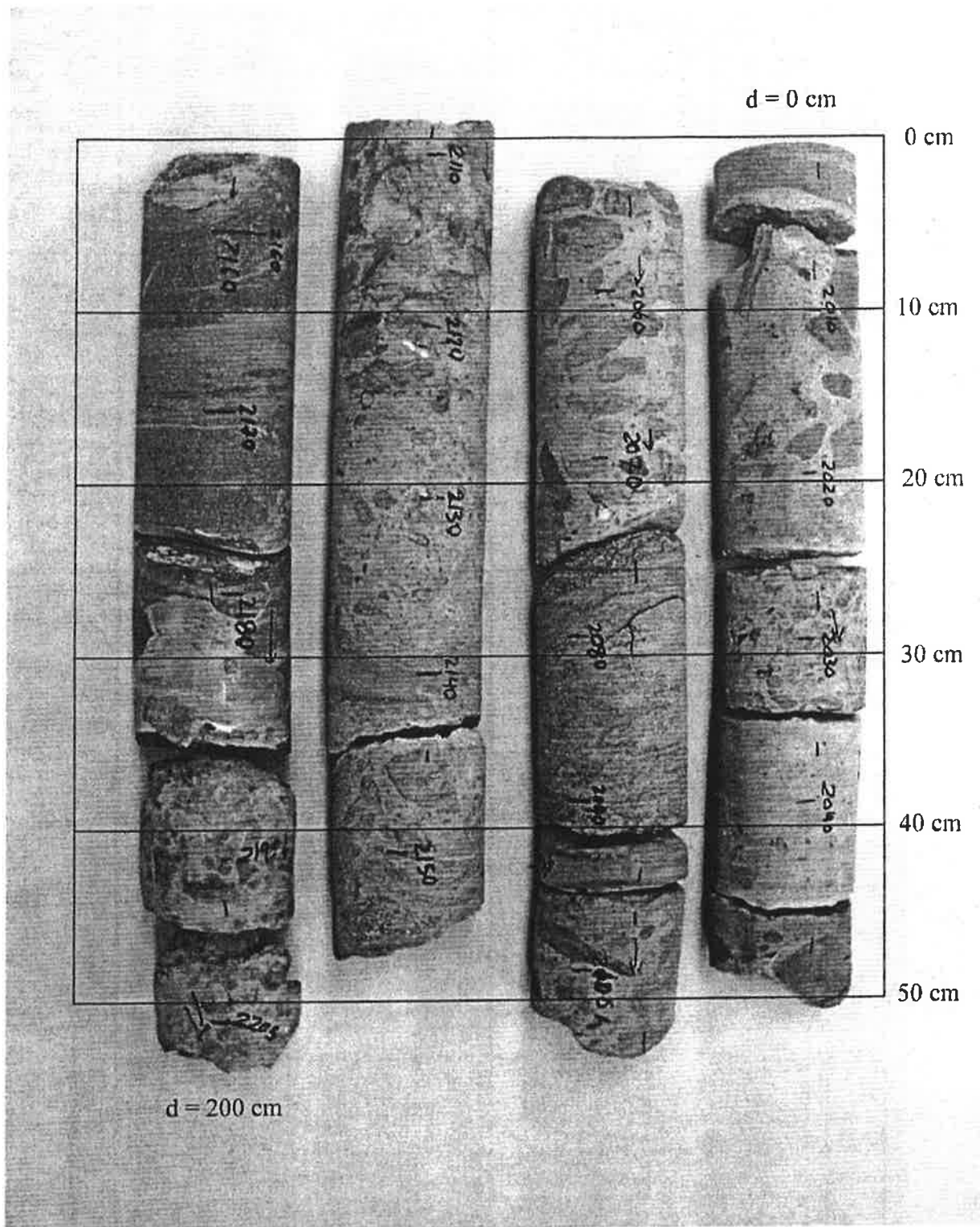
Figur B1 Placering av borrhälar på bild.



Figur B2 Borrkärnor från håll 1.



Figur B3 Närbild av borrhärnor från hål 1.

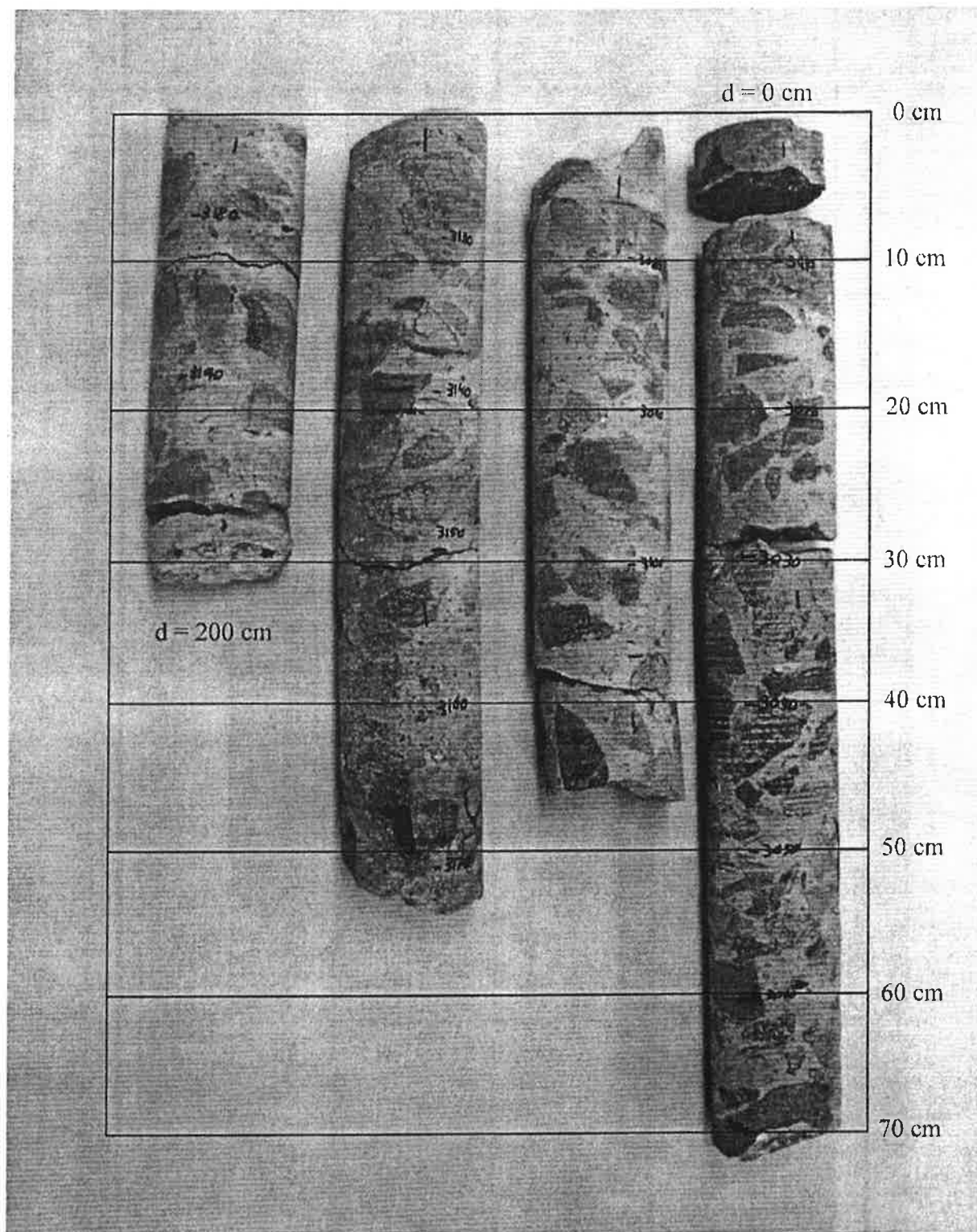


Figur B4 Borrkärnor från hål 2.

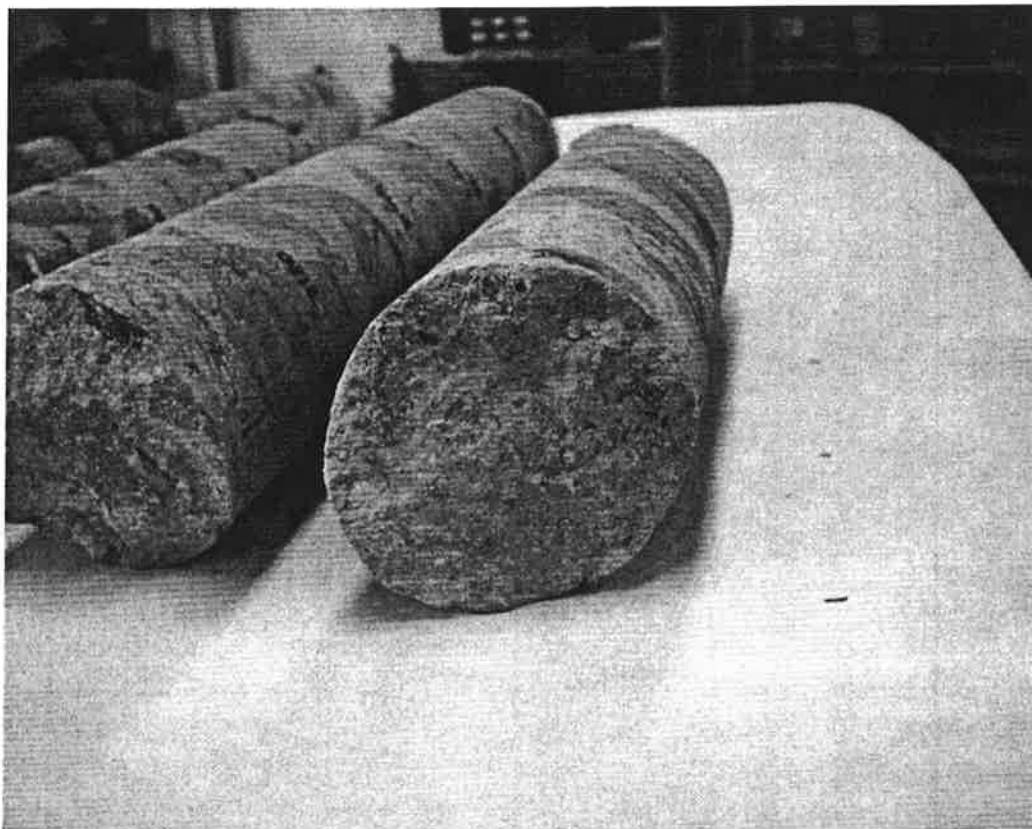
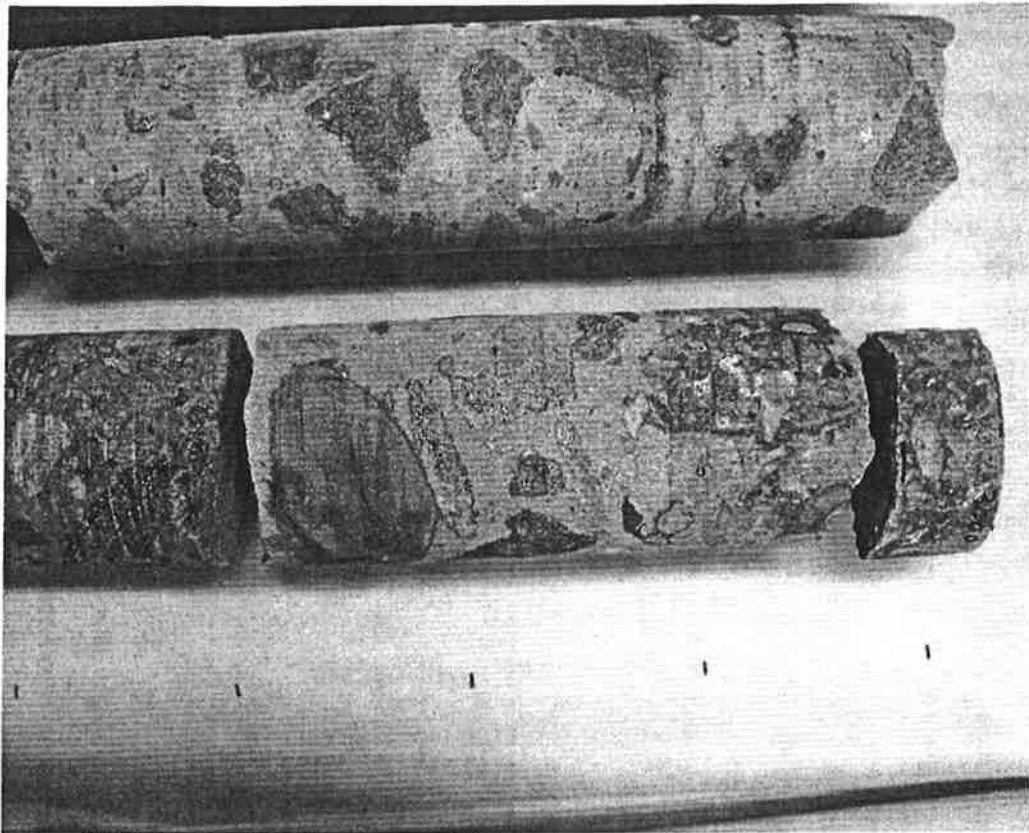


Figur B5 Närbild av borrhärnor från håll 2.

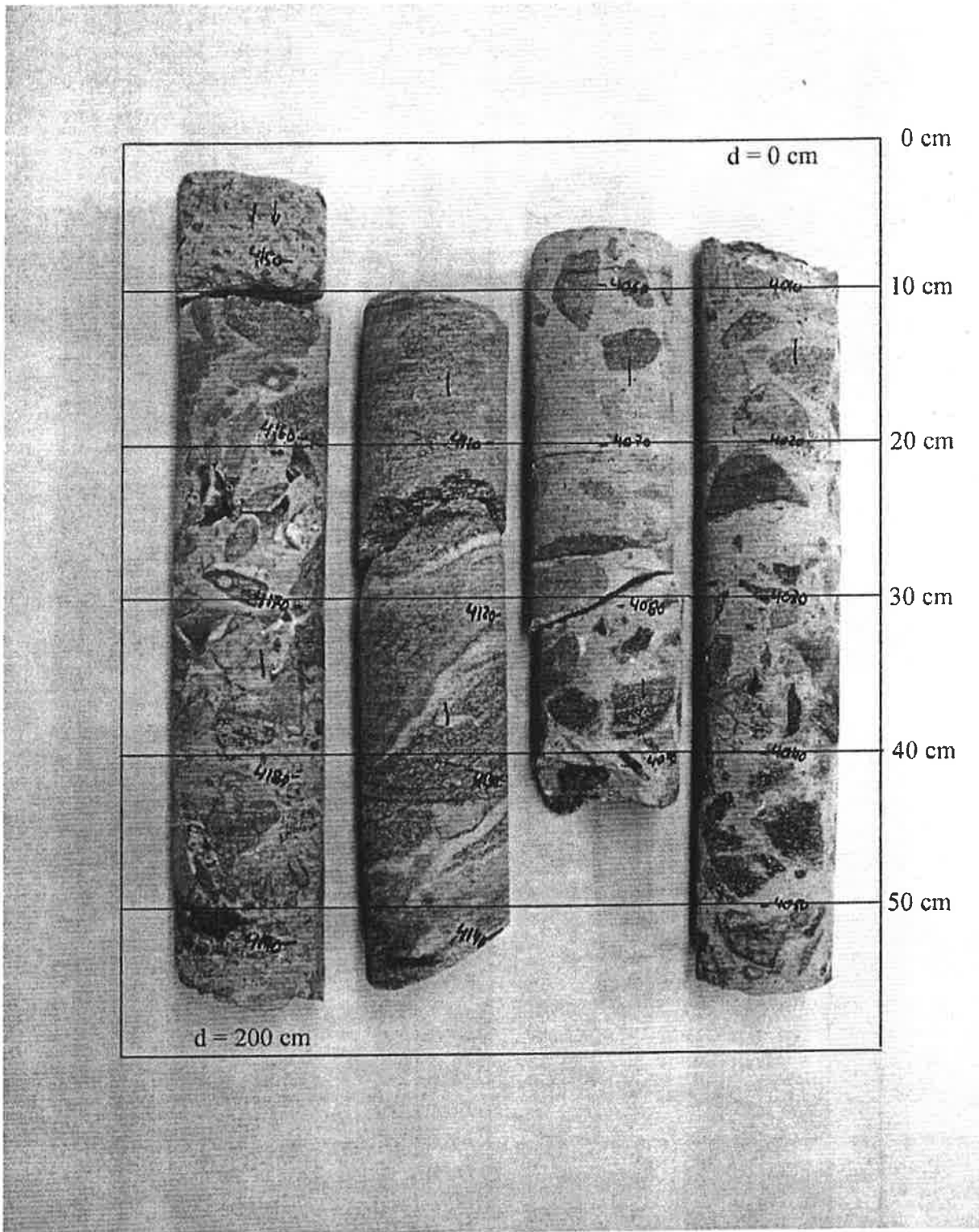




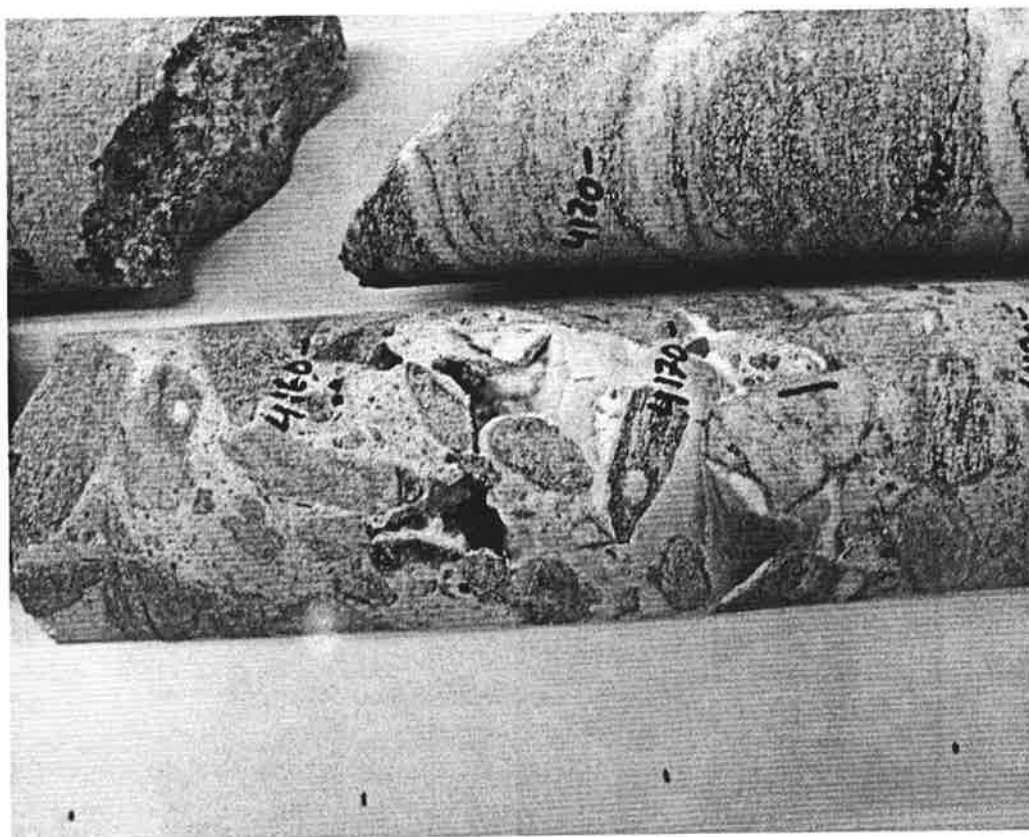
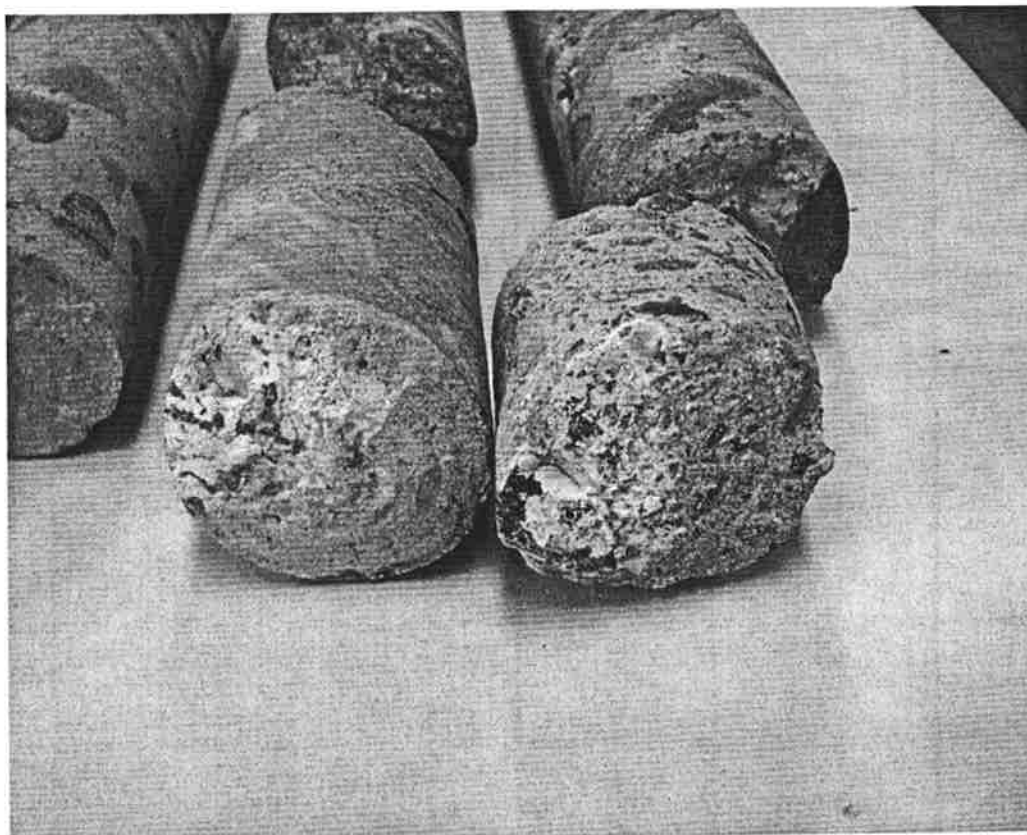
Figur B6 Borrkärnor från håll 3.



*Figur B7 Närbild av borrhärnor från hål 3.*



Figur B8 Borrkärnor från hål 4.



Figur B9 Närbild av borrhävar från hål 4.