



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

VERKFRÆÐISTOFA
GUÐMUNDAR & KRISTJÁNS

SKOÐUN GUFUVEITU OG HVERFILS KRÖFLUVIRKJUNAR Í JÚNÍ 1979

og samanburður við hverfla
Laxárvirkjunar og Hitaveitu Suðurnesja

Sverrir Þórhallsson	OS
Jónas Matthíasson	VGK
Hrefna Kristmannsdóttir	OS

OS79041/JHD19
Reykjavík, september 1979

VERKFRÆÐISTOFA
GUÐMUNDAR & KRISTJÁNS

**SKOÐUN GUFUVEITU OG
HVERFELS KRÖFLUVIRKJUNAR
Í JÚNÍ 1979**

**og samanburður við hverfla
Laxárvirkjunar og Hitaveitu Suðurnesja**

Sverrir Þórhallsson	OS
Jónas Matthíasson	VGK
Hrefna Kristmannsdóttir	OS

OS79041/JHD19

Reykjavík, september 1979

Efnisyfirlit

	bls.
Ágrip	1
Inngangur	4
Meginniðurstöður	4
1. Reksturssaga Kröfluvirkjunar	8
2. Skoðun veitukerfis og hverfils	10
2.1 Holutoppur KG-12	10
2.2 Blöndunarstaðir KG-12 við KJ-7/KJ-9	11
2.3 Lágprýstiskilja	12
2.4 Öryggislokar á háprýstiskiljum	13
2.5 Útblásturslokar/güfuhljóðdeyfir	13
2.6 Skápar fyrir rafbúnað gufuveitu	14
2.7 Vatnshæðarkerti	14
2.8 Gufuhverfill	15
2.8.1 Neyðar- og stjórnlokar	15
2.8.2 Hverfilblöð	16
2.8.3 Hverfilás og hverfilhús	17
2.8.4 Áspéttingar	17
3. Gufuhverfill Laxárvirkjunar	18
4. Hverfill Hitaveitu Suðurnesja	18
Heimildir	19

VIÐAUKI 1: Ljósmyndir

Hverfill Kröfluvirkjunar (myndir 1-132)

Hverfill Laxárvirkjunar (myndir 1-13)

Hverfill Hitaveitu Suðurnesja (myndir 1-19)

VIÐAUKI 2: Greining sýna

Tafla 1

Kristölluð efni greind í sýnum frá skoðun
Kröfluvirkjunar í júní 1979

ÁGRIP

Í júní 1979 fór fram upptekt og úttekt á Kröfluvirkjun, en þá voru liðin u.þ.b. tvö ár frá því gufu var fyrst hleypt á fyrri vélasamstæðu virkjunarinnar.

Á þeim tíma hafði virkjunin oft verið stöðvuð, og þar af tvívegis í lengri tíma. Í heild hafði gufuhverfillinn gengið í u.þ.b. 300 daga.

Á vegum Orkustofnunar voru viðstaddir skoðunina Sverrir Þórhallsson frá Jarðhitadeild og Jónas Matthíasson frá Verkfræðistofu Guðmundar & Kristjáns.

Við skoðunina kom í ljós óeðlilega mikið slit (erosion) og tæring í ýmsum hlutum virkjunarinnar og virðist í stórum dráttum mega skipta vandamálinu í tvennt.

Annars vegar slit, sem einkum er alvarlegt í hverflinum og vélahlutum tengdum honum. Virðist það orsakast fyrst og framst af tæringarflögum og öðrum óhreinindum úr gufuveitunni sjálfri en einnig er mögulegt, að föst efni, sem vitað er að komu upp úr holu KG-12 af og til, hafi valdið þar nokkru um. Hins vegar tæringu og slit samfara henni, sem mest eru áberandi í gufuveitunni og þá einkum þeim hluta hennar, sem tengdur er holu KG-12.

Við skoðun á vélum virkjunarinnar kom í ljós verulegt slit á skóflum gufuhverfilsins og í stjórnlokum.

Frumorsök slitsins er talin vera, að tæringarflögur berast með gufunni inn í hverfilinn. Tæringarflögurnar eru glóðarhúð úr stálrörum og örþunn húð járn- og brennisteinssambanda, sem venjulega myndast í stálrörum, sem flytja jarðgufu.

Þegar laus glóðarskel er horfin, myndast húð innan á pípunum, sem ver þau frekari tæringu. Langtíma stöðvun kerfisins (jafnvel áður en verndarhúðin hefur náð að myndast), hefur það í för með sér, að ryðmyndun hefst á nýjan leik.

Afleiðingin er sú, að við næstu gangsetningu losna enn firnin öll af tæringarflögum úr veitukerfinu.

Við skoðun á gufuveitu og holutoppi holu KG-12 kom hins vegar í ljós veruleg tæring samfara sliti, og er ástæða hennar efni í gufunni, sem verka mjög tærandi á járn.

Á þetta einkum við um holutopp holu KG-12 og þann hluta gufuveitunnar, sem er tengdur þeirri holu.

Holan er "þurr" hola, þ.e. ekkert vatn fylgir gufunni og þess vegna gætir ekki þynningar tærandi gastegunda í vatni. Holan var tengd gufuveitunni beint í einn mánuð og kunna því föst efni, sem upp úr henni koma öðru hvoru, að hafa valdið nokkru um slit hverfilsins eins og áður sagði. Auk þess er hugsanlegt, að umrædd föst efni og tæringareiginleikar gufunnar hafi óbeint valdið sliti með því að losa glóðarskel úr öðrum hluta gufuveitunnar á leið sinni að hverflinum. Bót var ráðin á þessu vandamáli með því að "þvo" gufuna í holuvatni frá öðrum holum.

Til marks um tæringuna entist holutoppur á holu KG-12 í aðeins hálfu ári, og þurfti þá að skipta um toppinn fyrir ofan aðalventil. Vegna þessa gafst tækifæri til mjög ítarlegrar skoðunar á þeim toppi, sem tekinn hafði verið af holunni.

Þar sem gufuþrýstingur var á veitunni þann tíma, sem skoðunin fór fram, var hún ekki athuguð jafn ítarlega og æskilegt hefði verið. Er þar sérstaklega að nefna aðalventil og efsta hluta fóðringar í holu KG-12. Ef tæring er jafn virk í aðalventli og fóðringu og er í holutoppnum ofan aðalventils, er ástand holunnar "krítískt". Jafnvel er hættu á, að gufan brjóti sér leið út neðan aðalventils, sem myndi leiða til þess, að holan blési óbeisluð, og gæti það orsakað myndun hvers líkt og gerðist við holu KG-4. Væri holan þá ónýtt og hlytist af mikil röskun á umhverfinu í nágrenni virkjunarinnar og borholusvæðisins. Til þess að framkvæma slíka skoðun þarf að kæfa holuna.

Auk þessa slits og tæringar komu í ljós ýmis atriði, sem þarf að lagfæra. Á nokkrum stöðum í gufuveitunni leiðir blöndun gufu og andrúmslofts til tæringar, t.d. í öryggisventlum og gufuhljóðdeyfi, svo og hefur tæringarvörn í raf-tengiskápum ekki reynst nægilega vel í rekstri. Þetta eru þó atriði, sem eru tiltölulega auðveld viðfangs og má lagfæra a.m.k. flest þeirra með einföldu móti.

Í skýrslunni er sýnt með ljósmyndum ástand einstakra vélarhluta með tilliti til slits, tæringar og útfellinga. Til samanburðar er sýnt ástand gufuhverfils Laxárvirkjunar í Bjarnarflagi, sem hefur gengið þar í 9 ár og gufuhverfils Hitaveitu Suðurnesja eftir eins árs rekstur.

INNGANGUR

Á vegum Jarðhitadeildar Orkustofnunar skoðuðu Sverrir Þórhalls-son og Jónas Matthíasson Kröfluvirkjun dagana 12.-15. júní 1979. Tilefni fararinnar var upptekt vélasamstæðunnar og þær miklu skemmdir, sem þá höfðu komið í ljós.

Tilgangur með þessari skoðun var fyrst og fremst að afla sem bestra upplýsinga um almennt ástand véla og veitukerfis og koma þeim á framfæri í aðgengilegu formi. Þessari greinargerð er því ekki sérstaklega ætlað að leiða í ljós orsakir skemmda eða að leggja fram tillögur til úrbóta, þó að eitthvað verði samt reynt í þá veru.

Uppistaða þessarar greinargerðar eru myndir, sem teknar voru á staðnum. Flestar myndirnar voru teknar af vélasamstæðunni (hverfilhlutunum). Gufuveitan var undir þrýstingi þessa daga og því ekki mögulegt að skoða hana eins og vert hefði verið. Til þess að samanburður fáiast við aðrar jarðgufuvélar, eru sýndar myndir af hjálparhverfli Kröfluvirkjunar (við kælivatnsdælu), 3 MW hverfli Laxárvirkjunar í Bjarnarflagi og 1 MW hverfli Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi.

MEGINNIÐURSTÖÐUR

A. Rekstursvandamál

Aðalkeyrslutímabil Kröfluvirkjunar eru:

28. júlí 1977 - 19. ágúst 1977 eða 22 dagar

4. feb. 1978 - 11. júlí 1978 eða 157 dagar

30. jan. 1979 - 4. júní 1979 eða 125 dagar

Samtals: 304 dagar

Á hverju þessara tímabila fyrir sig varð vart við stirðleika eða festu í neyðarlokum hverfilsins. Sömuleiðis hafa aðskotaefni fundist í gufusíum og lokum.

Magn aðskotaefna ásamt stirðleika og skemmdum loka vélar-samstæðunnar voru minnst á fyrsta keyrslutímabili, mun meiri á öðru tímabili og miklu mest á því þriðja. Einnig fór álag vaxandi frá því að vera ekkert (tómgangur) fyrsta tímabilið í 6-7 MW í upphafi annars tímabils og 7-8 MW í upphafi þess síðasta.

Gufuveitan var hreinsuð með gufublæstri fyrir fyrstu gangsetningu. Þetta fór þannig fram, að háþrýstigufu var blásið út gegnum gufusíu háþrýstilagnar og inn í gegnum gufusíu lágþrýstilagnar og síðan út eftir lágþrýstiæð. Við síðari tvær gangsetningarnar var aftur á móti blásið gegnum stjórnloka gufuveitunnar út í hljóðdeyfi.

Í raun og veru hefur aldrei verið til nægilegt gufumagn til þess að hreinsa kerfið svo vel sé, og við það bætist, að hreinsun gegnum gufuhljóðdeyfi (té-tenging út frá aðveituaðum) sópar óhreinindum inn á aðveitupípur hverfilsins. Eftir fyrsta og annað keyrslutímabil stóð gufuveitan mikið til gufulaus og þess vegna hafa pípur verið ryðgaðar að innan í upphafi hvers keyrslutímabils.

Í byrjun síðasta rekstur tímabils var ný gufuhola, KG-12, tengd kerfinu. Snemma tók að bera á tæringu í holutoppi þessarar holu, og áður en hún var tengd voru dæmi þess, að með gufunni (holan er þurr-gufuhola) kæmi talsvert magn fastra efna.

Eftir um það bil eins mánaðar rekstur með KG-12 beintengdri var brugðið á það ráð að blanda gufu frá henni við tvífasastreymi hola KJ-7 og KJ-9, til þess að binda klórvetnigas (HCl) í gufunni, og til að skola óhreinindin úr gufunni.

Þetta bar þann árangur, að stíflaðar gufusíur og stirðir neyðarlokar voru ekki lengur til ama. Aftur á móti héldu tæringar holutopps áfram eins og verið hafði og við bættust tæringarskemmdir í pípumótum KG-12 og KJ-7/KJ-9.

B. Aðskotaefni, slit, tæringar o.fl.

Efnagreiningar sýna að aðskotaefni í hverfilhlutum eru aðallega járnnoxýð, járnsúlfíð og járnklórið og auk þess smávegis af kísli. Járnklórið og járnnoxýð fundust einnig í toppi KG-12 (sjá yfirlit yfir efnagreiningar á bls. 19). Sýni af föstum efnum á inntaksblöðum 1. hverfilþreps sýna glögglega þrjú þykk meginlög af rauðu efni (járnnoxýði) á milli þunnra svartra laga (járnsúlfíð). Nærtækt er að tengja lögin þrjú við gangsetningarnar þrjár og að járnnoxýð komi úr gufuveitukerfinu. Tilveru járnklóriðs verður að rekja til KG-12, þar sem klórvetni er í gufunni frá þeirri holu. Ljóst er, að skemmdir við holutopp eru af völdum tæringar. Ekki er útilokað að höfuðloki sé tærður. Fóður-rör gætu einnig verið skemmd, t.d. næst yfirborði. Vegna þeirrar augljósu hættu, sem hér er á ferðum, er nauðsynlegt að kæfa holuna og kanna ástand fóðringa og holuventils sem allra fyrst.

Skemmdir í pípumótum KG-12 við KJ-7/KJ-9 hafa sumpart á sér yfirbragð tæringar en að öðru leyti slits.

Skemmdir vélasamstæðu eru mjög miklar í 2. þrepi, talsverðar í 1. þrepi og minni í 3.-5. þrepi. Stjórnlokar á háþrýstigufu eru mikið skemmdir. Í ofangreindum vélhlutum virðist fyrst og fremst um slit að ræða. Tæring kemur síður til greina, þar eð inntaksblöð 1. þreps, sem blinduð voru af (gufa streymir ekki um þau, en umlykur þó), eru óskemmd. Sömuleiðis sér lítið sem ekki á hverfilhúsinu sjálfu og hverfilásnum.

Hvort skemmdir hverfilsins stafa fremur af meðburði járnklóriðs úr KG-12 eða járnnoxýðs úr veitukerfinu, skal ósagt látið og skiptir ef til vill heldur ekki meginmáli.

Koma verður í veg fyrir, að aðskotaefni komist í vélina hvar svo sem þau eiga upptök sín.

Gera verður kleift að blásturshreinsa gufuveituna fyrir gangsetningu og einnig, ef gufumagn er aukið, t.d. með nýrri holu.

Enn eru nokkur atriði, sem rétt er að komi fram hér, þó þau séu óskyld framangreindum skemmdum.

Öryggislokar á háþrýstiskiljum stirðna og tærast af leka-
gufu. Athugandi væri að setja sprengidiska framan við
lokana. Til er gerð sprengidiska, sem hentar fyrir þetta,
þ.e. diskurinn rifnar, en losnar ekki, og auk þess er hægt
að prófa lokann með þrýstilofti, án þess að trufla rekstur.
Raftengiskápar í skiljustöð og lokahúsi sýna merki um tæringu
(brennisteinsvetni). Þéttingu á botni er ábótavant og auk
þess er hurðinni ekki nægilega vel lokað.

Með tilliti til tíðra útleysinga gufuhverfils vegna aðvörunar
frá vatnshæðarkertum (í rakaskiljum og háþrýstiskiljum) er
ástæða til endurskoðunar á því kerfi. Það væri t.d. athugandi
að fella niður útleysingu frá lágþrýstiskiljum og háþrýsti-
skiljum.

Jafnframt mætti taka upp viðvörun frá vatnspottum austan við
"hlykkinn", sem auk gufugildru væru útbúnir með on/off lokum
til vatnsmælingar. Sama fyrirkomulag mætti hugsa sér í raka-
skiljum, nema hvað hátt vatnsborð og on/off lokar opnir yllu
útleysingu véla.

Varðandi hverfilsamstæðuna sjálfa vekur þrennt athygli:

Í fyrsta lagi, að allir fjórir stjórnlokarnir skuli vera
notaðir á svo litlu álagi. Opnun hvers loka um sig er sára-
lítil og reglun erfið.

Í öðru lagi er áberandi tæring og flögnun silfurlóðningar,
sem notuð er til festingar "stellite" skjalda á 4. og 5.
þrepi.

Í þriðja lagi er tæring áberandi á áspéttingum hverfiláss
og áspéttingum neyðar- og stjórnloka. Stafar þetta af
blöndun andrúmslofts og jarðgufu.

1. REKSTURSSAGA KRÖFLUVIRKJUNAR (1).

1.1 Fyrsta og annað reksturstímabil.

Kröfluvirkjun var gangsett í fyrsta sinn 28. júlí 1977 og stóðu prófanir yfir fram til 19. ágúst 1977. Vegna gufuskorts var ekki gangsett að nýju fyrr en 4. febrúar 1978 eftir um 27 vikna stanstímabil.

Fljótlega eftir fyrstu gangsetninguna fór að bera á stirðleika í öðrum neyðarloka vélarinnar. Sama var upp á teningnum eftir gangsetninguna í febrúar, nema hvað nú var það hinn háprýstigufuneyðarlokinn. Samskonar lagfæringar voru gerðar á lokunum í báðum þessara tilvika.

Frá því í febrúar 1978 og fram í miðjan júlí 1978 var rekstur nokkurn veginn samfelldur, ef frá er talin um 1 vika í febrúar vegna leguskoðunar og lagfæringar á neyðarlokanum, og um 2 vikur í aðríl. Á þessu tímabili, um 21 viku, urðu ýmsar reksturstruflanir. KJ-11 ýmist dó eða lifnaði við og olli fjölmörgum stöðvunum. Þar næst komu svo neyðarstöðvarnir af völdum vatnshæðarkerta í raka- og háprýstiskiljum.

Á Gufuhverfli varð vart við stirðleika við þrjár útleysingar þ.e.a.s. í mars stóð annar háprýstistjórnlokinn á sér, í maí lokuðu neyðarlokar ekki fullkomlega (5-6% opnir) og í júlí lokuðu sömu lokar svo alls ekki.

Við skoðun loka í ágúst 1978 varð vart við talsvert magn aðskotaefna framan við neyðarloka.

Gufa var tekin af veitukerfinu í lok september og ekki hleypt á aftur fyrr en um miðjan janúar 1979, þ.e. veitan var gufulaus í um 17 vikur

1.2. Þriðja reksturstímabil.

30. nóvember 1978 er hola KG-12 látin blása í fyrsta sinn. Fyrstu vikuna eða svo var vatn samfara gufunni, en upp úr því var eingöngu um gufu (yfirhitaða) að ræða.

Holan var svo í hjóðdeyfisblæstri, þar til 25. janúar 1979 að hún var tengd veitunni og stöðin var svo gangsett að nýju 30. janúar. Strax eftir að gufan úr holu KG-12 þornaði í desember 1978, tók að bera á miklum meðburði fastra efna, sem við skoðun reyndust vera járn, klórið, kísill og súlfíð (2).

Ekki hafði holan verið tengd safnæð lengur en 2-3 daga, þegar sprengidiskar á safnæð og aðveituæð fóru, án þess að þrýstingur nálgæðist hættumörk. Skipt var um diska beggja æða og entust þeir í rúman sólarhring. Sprengidiskur aðveituæðar var síðan blindaður, en skipt um sprengidisk safnæðar. Hann fór svo þrisvar á örfárna daga tímabili og var að lokum einnig blindaður.

Eins og áður segir, var stöðin gangsett 30. janúar 1978. Strax á næstu dögum stóðu neyðarlokar svo á sér, síur fyrir gasejktora fylltust, og 14. febrúar var vélin stöðvuð í einn dag vegna athugana og breytinga á lokum. 21. febrúar var skipt um hljóðdeyfiloka á KG-12 vegna tæringar. 1. mars var svo stöðvað á nýjan leik, eftir eins mánaðar beina tengingu við KG-12, lokar skoðaðir og lagfærðir og safnæð KG-12 sameinuð safnæð KJ-7 og KJ-9 í því skyni að "þvo" gufuna í tvífasastreymi hinna holanna. Við sköðun lokanna kom í ljós geysilegt magn aðskotaefna í gufusíum vélarinnar og lokum, aðallega háþrýstigufumegin. Ennfremur eru stjórnlokar háþrýstigufu tærðir og einsýnt þótti að ástand hverfilblaða væri ekki gott (3).

Við hreinsun gufuveitunnar í marsbyrjun var eftirfarandi magn óhreininda fjarlæggt:

(Rétt er að taka fram að tækin voru hrein, þegar gangsett var 30. janúar 1979)

Úr safnpotti við hlykk	háþr.g.	150 kg
" " " "	lágþr.g.	100 kg
" " rakask.	háþr.g.	50 kg
" " "	lágþr.g.	0 kg
" rakaskilju, háþr.g.		200 kg
" " lágþr.g.		25 kg
" safngeymi v/háþr.skiljur		150 kg
" lágþrýstiskilju		200 kg

Greinilegt er að óhreinindi eru mun meiri háþrýstigufumegin. Óhreinindi í safngeymum var svört leðja (frá KG-6) og í lágþrýstiskilju var fyrst og fremst um kísilútfellingu að ræða (3). Efnarannsókn sýndi, að aðskotaefni í háþrýstirakaskilju, gufusíum og lokum var mest járn (um 55%) og klóríð (um 10-30%) og hverfandi kísill (minna en 1%). Í rakaskilju lágþrýstigufu

var aftur á móti mest um járn (um 55%), klór innan við 2% og kísill svipapur og háþrýstimegin. Brennisteinn fannst bæði í háþrýsti- og lágþrýstigufukerfi.

Eftir hreinsanir og breytingar safnæða var svo gangsett að nýju 4. mars. Gufukerfi hreinsaðist á fyrstu dögum eftir þetta og óhreinindi voru ekki til vandræða það sem eftir var af keyrslutímabilinu og neyðarlokar störfuðu eðlilega. Hins vegar tóku tæringar að gera vart við sig á holutoppi KG-12.

Efri framhjáhlaupsstútur tók að leka 3. mars, mælisstútur á toppflansi 14. mars, neðri framhjáhlaupsstútur 17. mars, hljóðdeyfiloki á nýjan leik 26. mars, kæfingarstútur 14. apríl, flans ofan efri aðalloka 3. maí, mælistútur á nýjan leik 8. maí.

19. maí varð að stöðva í einn dag og skipta um holutoppinn. Þá hafði hann verið í notkun í um 5 1/2 mánuð. Göt voru víða á toppnum og efnisþynning sem samsvarar allt að 10-20 mm/ári.

1. júní tók safnæð að leka rétt eftir blöndun frá KG-12.

4. júní var svo stöðin stöðvuð og upptekt vélar hófst.

2. SKOÐUN VEITUKERFIS OG HVERFILS.

Í eftirfarandi myndasögu kemur fram betur en orð fá lýst, hvernig ástand einstakra hluta er. Hér eftir verða einstök atriði gerð að umtalsefni, eftir því sem tilefni gefst til. Áður en lengra er lesið, er mælt með, að lesandi skoði meðfylgjandi myndasögu og lesi þann texta, sem hverri mynd fylgir.

2.1. Holutoppur KG-12

Eins og fram kemur í kafla 2, tók fljótlega að bera á tæringu. Tæringarsýni reyndust um 46% Fe, 26% Cl og 12% kísill (2).

Í apríl s.l. var gerð eins mánaðar tæringarathugun (4), þar sem notuð var gufa beint úr holutoppi KG-12. Tæringarteningarnir, sem notaðir voru, er venjulegt smíðastál (0,2%C), ryðfrítt stál (18-29% Cr, 8-10,5% Ni) og krómstal (11,5% Cr, 0,6% Ni, 0,6% Mo), en það síðastnefnda er áþekkt því efni, sem er í skóflum hverfilsins. Tæringarhraði smíðastáls (extrapólerað línulega í eitt ár) var 0,68 mm/ár, ryðfrís

stáls 0,086 mm/ár og krómstáls 0,38 mm/ár. Bæði síðasttöldu efnin voru auk þess pyttastærð. Miðað við "venjulega" jarðgufu er tæringarhraði smíðastáls u.þ.b. tvítugfaldur. Tæringarhraði ryðfrís og krómstáls er fertugfaldur, borið saman við meðaltöl af þekktum erlendum jarðhitasvæðum.

Það fer því ekki á milli mála, að gufan úr KG-12 er bráðtærandi og viðbúið að holutoppur og tilheyrandi endist skammt ef ekkert er gert. Miðað við endingartíma holutoppsins í vetur, er tæringarhraði mun meiri en tilraunirnar sýndu. Sú tilgáta gæti verið rétt, að það sé HCl, í gasformi í gufunni, sem, ef eimpétting á sér stað, leitar í þéttivatnsdropana og myndar sterka saltsýruupplausn, sem svo aftur tærir málminn á viðkomandi stað. Slík skilyrði gætu verið fyrir hendi á óeinangruðum holutoppinum og blindum lögnum út frá honum (sbr. hversu stuttur tími leið, þar til hljóðdeyfiloki og ýmsir stútar tóku að leka).

Svipuð skilyrði gætu hafa verið annars staðar í háprýsti aðveitukerfinu, meðan KG-12 var með sjálfstæða safnæð, t.d. við tæmingar og úttök.

Síðast en ekki síst verður ekki framhjá því gengið, að tæring geti átt sér stað í holuloka og í holunni sjálfri. Sérstaklega er varhugavert, ef tæring fóðurröra á sér stað nærri yfirborði, og er full þörf á að það verði kannað eins fljótt og við verður komið.

Einangrun holutopps og tilheyrandi gæti samkvæmt ofangreindu minnkað eða jafnvel stöðvað tæringu holutopps, en jafnframt verður að halda "botnlanga" að hljóðdeyfiloka heitum, t.d. með gufublæðingu þétt við lokann.

Auk tæringarskemmda á holutoppi hefur orðið vart við meðburð í gufunni, í desember 1978 og janúar 1979, og nú síðast 13. júní, er holan spýttu skyndilega úr sér einhverju, er litaði gufuna dökka, en við það jókst afl holunnar til muna. Vitað er um járn í þessum meðburði, en ekki hvaðan það kemur.

2.2 Blöndunarstaðir KG-12 við KJ-7/KJ-9

Samkvæmt framansögðu (í kafla 2) er endingartími pípu á þessum stað (ca. 3-4 m bútur) um 3 mánuðir. Þarna blandast yfirhituð gufa frá KG-12 við blandað vatns- og gufustreymi frá KJ-7/KJ-9.

Ekki er fyllilega ljóst, hvað veldur tæringu og útfellingu á þessum stað. Til greina kemur að tæring stafi af skvettugangi þeirra vatnsdropa er fyrst mæta gufu (og HCl) frá KG-12 og eru þá í raun saltsýruupplausn, sem fyrst og fremst mæðir á þeim hluta safnæðarinnar, sem ekki er í vatni fyrir. Kísilútfelling er allt að 2 cm þykk og er í pípunni gegnt tæringarpollunum. Hún gæti stafað af uppgufun vatnsfilmu af pípuveggjum, sem fer til mettunar á yfirhитуðu gufunni.

Endurhanna þarf pípusamskeytin á þann veg, að gufa nái ekki út í stálið, meðan á blöndun stendur, þ.e. að vatnsfilma sé til varnar á pípuveggjunum. Við núverandi fyrirkomulag mætti einnig athuga breytt efnisval t.d. titaniumslíf.

2.3. Lágþrýstiskilja.

Eins og fram kemur á myndunum, sem teknar voru inn í skiljunni, er hvít eða gráleit, tiltölulega þunn (1-3 mm), útfelling upp eftir öllu miðjuröri (gufuúttaki) skiljunnar og einnig upp eftir belg, langt ofan vatnsborðs. Neðan vatnsborðs er útfelling mikil (allt að 5 cm), eftir ekki lengri tíma en hér um ræðir (3 mán.).

Fyrrgreinda atriðið gefur tilefni til þeirrar ályktunar, að skiljunarhæfni muni batna, ef miðjupípan er hækkuð langleiðina upp í topp og jafnframt komið fyrir dropahring á henni, til að hindra skrúfugang vatns upp eftir henni utanverðri. Ef að líkum latur, er ástand svipað í háþrýstiskiljum, þar sem lágþrýstiskiljan er einungis uppsköluð háþrýstiskilja, og því ástæða til samsvarandi aðgerða þar.

Aðgerðir sem þessar má hafa í huga, ef ástæða þætti til síðar meir, þegar álag á gufuveituna verður meira.

Hvort sem þakka ber gufuskiljum eða litlum gufuhraða í aðveituzæðum og þ.m. góðri dropaskiljunarhæfni þeirra, þá er staðreyndin sú, að kísill fyrirfinnst ekki í gufuhverfli, nema í mjög litlum mæli (um eða innan við 2% af því aðskotaefni, sem fannst í rakaskiljum, gufusíum og neyðarlokum vélarinnar við skoðun í mars s.l.).

Á lágþrýstiskiljunni og safngeyminum eru loftdrifnir spjaldlokar. Þessir lokar hafa þrífaldlega staðið fastir og ber því nauðsyn til þess, að auk fjarstýrihnappa á skiljustöð, verði komið fyrir fjarstýrihnöppum í stjórnherbergi til opunar, t.d. einu sinni á vakt. Jafnframt er nauðsynlegt, að upplýsingar um hreyfingu lokanna (stöðuvísir) séu einnig fyrir hendi á mælingum í stjórnstöflu gufuveitunnar.

2.4. Öryggislokar á háþrýstiskiljum.

Reynslan fram til þessa sýnir, að lokarnir tærast mjög, vegna þess að þeir eru ekki þéttir. Borið hefur á, að lokaspindlar hafi orðið fastir og rífið stýrifóðringu upp úr festiplötu. Ljóst er, að viðhald loka verður mikið og jafnvel vafasamt, að unnt sé að halda þeim í fullnægjandi ástandi, þannig að þeir gegni hlutverki sínu.

Vel væri athugandi að setja sprengidiska á hverja skilju framan við öryggisloka.

Til er heppileg gerð diska, sem rifnar af, en losnar ekki úr haldaranum (festist sem sé ekki í öryggisloka), auk þess sem þrýstiloftsprófun öryggisloka er möguleg í rekstri. Kostur við það að halda öryggislokanum er fyrst og fremst sá, að rekstur truflast ekki, þótt sprengidiskur fari, og má þá skipta um disk næst, þegar tækifæri gefst til.

2.5. Útblásturslokar/gufuhljóðdeyfir.

Á það hefur verið bent áður (5), að útblásturs- og þrýstingsstýrilokar veitunnar væru ekki rétt tengdir aðveituæðum. Óhreininndi, sem losna úr veitunum eftir lengri stöðvanir (og kælingu), kastist framhjá úttaki lokanna inn í inntakspípur hverfilsins. Þessi athugasemd er rétt út af fyrir sig. Hins vegar er heldur ekki æskilegt að blása óhreininndum út gegnum þrýstistjórnloka og í hljóðdeyfinn. Stjórnlokar munu skemmast og hljóðdeyfir fyllast af rusli. Ekki er gefið, að stjórnlokar og tilheyrandi pípur ásamt hljóðdeyfi geti gefið nægilega mikinn gufuhraða (og lágan þrýsting) í aðveituæðum, til þess að hreinsun geti talist fullnægjandi. Talsverður hluti aðveitupípu (meðfram stöðvunarhúsi og inn að vélum)

mundi ekki hreinsast neitt, þar eð úttak til þrýstistjórn- loka getur ekki verið nær vélum. Að síðustu er ómögulegt að meta, hvort gufan sé orðin nægilega hrein (þetta er venjulega gert með því að bera póleraða álplötu fyrir gufu- straum á miklum hraða).

Af ofangreindum ástæðum væri æskilegast að framlengja aðveitupípur þvert gegnum stöðvarhús út um vesturhlið og upp fyrir þak til útblásturs.

Hljóðdeyfirinn sjálfur er illa farinn af tæringu, a.m.k. ofan til. Líklegt er, að nauðsynlegt reynist að endurnýja hann að hluta innan tíðar og þá með ryðfrýu stáli. Til þess að ekki verði tæring á venjulegu stáli í jarðgufu, verður hvort tveggja að vera uppfyllt, að súrefni komist ekki að og þétting gufu sé óveruleg. Til þess þarf talsvert gufu- streymi til hljóðdeyfisins, og er því væntanlega hagkvæmara að smíða hljóðdeyfinn úr dýrara efni.

2.6. Skápar fyrir rafbúnað gufuveitu.

Skápar fyrir rafbúnað eru í skiljustöð og í lokahúsi. Við skoðun mátti sjá einhver merki um H_2S -tæringu í flestum ef ekki öllum skápanna. Það sem einkum var áberandi var, að skáphurðir voru illa eða jafnvel alls ekki lokaðar, auk þess sem ekki hafði verið gengið frá þéttingum meðfram raf- köplum í botni nokkurra skápa. Það segir sig sjálfst, að varnaraðgerðir gegn tæringu með H_2S -hreinsuðu skollofti eru til lítils, nema skápar séu það þéttir, að skolloftið geti skapað tilætlaðan yfirþrýsting.

Ef til vill væri til bóta, að breyta lokunarbúnaði hurðanna, þannig að minni fyrirhöfn sé að opna og loka, t.d. með vippu- smellum, sem með einu handtaki gera hvort tveggja í senn, spenna hurð í fals og halda henni þar.

2.7. Vatnshæðarkerti.

Ljóst er af stöðvardagbók, að viðvaranir vegna hárrar vatns- stöðu, einkum í rakaskiljum og háþrýstiskiljum, hafa valdið fjölmörgum útleysingum stöðvarinnar.

Hér er fyrst og fremst um að ræða öryggi veitunnar og véla annars vegar, og tryggingu órofinnar framleiðslu hins vegar. Síðasta varnarvígi hverflanna gegn vatni er að sjálfsögðu viðvörðun frá hæðarkertum í háprýsti- og lágprýstirakaskiljum eða öllu heldur í vatnspottum þessarra tækja. Óhjákvæmilegt er að halda útslætti samfara hættuáðvörðunum á þessum stöðum. Mikilvægt varnarvígi gufuveitunnar sjálfrar er aftur á móti vatnspottar austan við hlykk yfir veg. Ef vatnsaftæming þar breytist af einhverjum ástæðum, safnast vatn austan hlykksins, sem getur komið í gusum yfir hlykkinn. Af þessum sökum verður að vera viðvörðun um hátt vatnsborð þar.

Vegna þess hve þarna er mikið í húfi, væri ekki óeðlilegt, að sjálfvirkir lokar opnuðu fyrir aftæmingu vatnspotta við tiltekið vatnsborð samfara því, að viðvörðun kæmi í stöð. Útleysing yrði ekki nema því aðeins, að vatnsborð verði enn hærra, sem þýddi, að lokar og gufugildirur til samans hefðu ekki undan.

Að þessum búnaði fengnum, mætti sleppa útleysingum frá skiljum, en viðvörðunum yðri að sjálfsögðu haldið.

2.8 Gufuhverfill.

Álag á hverflinum hefur verið á bilinu 6-8 MW (hönnunarálag er 30-35 MW). Til þess að bæta nýtni vélarinnar á svo lágu álagi, voru um 50% inntaksblaða 1. þreps blinduð af. Háprýsti-gufumagn hefur verið um eða innan við helmingur af því magni, sem þarf við fullt álag (30 MW) eða um 20-25 kg/s, og lágprýstigufa hlutfallslega enn minni.

2.8.1. Neyðar- og stjórnlokar.

Neyðarlokar eru óskemmdir að mestu, en voru endurbættir með það fyrir augum að hindra aðskotaefni í að komast í legufleti.

Stjórnlokar á háprýstigufu eru mjög skemmdir af rofi (erosion). Opnun þeirra er mjög lítil (5°) á svo lágu álagi og þrýstifall töluvert. Gufuhraði er því mikill og mæðir á því svæði sem tekur við af harðmálmssæti (stellite) lokahússins. Stjórnlokar á lágprýstigufu eru lítið sem ekki skemmdir. Opnun þeirra er hlutfallslega enn minni en á háprýstilokunum.

Ástæða er til að spyrja þeirrar spurningar, hvers vegna nota þarf tvo háþrýstiloka og tvo lágþrýstiloka, þegar álag er jafnlítið og verið hefur.

Áspéttingar neyðar- og stjórnloka eru af labyrinth-gerð. Gufa lekur út með ási út í hólf, sem haldið er við undirþrýsting með tengingu í eimsvala. Andrúmsloft lekur inn með ási inn í sama hólf. Loft og gufa blandast og valda tæringu í hólfinu, á ásnum og í lögn að eimsvala.

2.8.2. Hverfilblöð.

Framan á inntaksblöðum 1. þreps (nozzles) voru hraukar af aðskotaefni. Þverskurður í þetta aðskotaefni sýndi þrjú nokkuð þykk rauðbrún lög með svörtum þunnum lögum á milli. Rauðu lögin eru járnoxyð. Lítil vafi er á því, að mikið magn aðskotaefna hefur farið áfram gegnum hverfilinn, og ekki er óraunhæft að ætla, að mest hafi verið um rauða efnið. Fjöldi rauðu laganna kemur heim við fjölda gangsetninga eftir langtímastöðvun.

Af fimm þrepum vélarinnar er 2. þrepið verst farið. Þetta á sér væntanlega þá skýringu, að vegna blindunar 1. þreps annars vegar og hlutálags hins vegar, verður þrýstifall yfir inntaksblöð 1. þreps hlutfallslega mikið. Af þessu leiðir svo, að hraði og Rof (erosion) verða mest í 2. þrepi. Fyrir utan skemmdir á sjálfum blöðunum eru blaðgjarðir (shrouds) skörðóttar og labyrinth þétting milli gjarðar og hverfilhúss meira eða minna uppétin.

Ástæða er til að benda sérstaklega á varnarskildi (gegn vatnserosion) framan á blaðbrúnum 4. og 5. þreps.

Skildirnir eru festir með silfurlóðningu og nær hún einhverra hluta vegna langt út fyrir sjálfan skjöldinn. Sums staðar er lóðningin að flagna upp og H_2S í gufunni tærir hana einnig.

2.8.3. Hverfilás og hverfilhús.

Skemmdir eru óverulegar á þessum vélarhlutum, en undan eru skilin áður nefndar labyrinthþéttingar milli húss og blaðgjarðar og sömuleiðis labyrinthþéttingar milli ása og vendiskóflukransa.

Að öðru leyti sér ekki á ási eða húsi nema af ryðmyndun eftir stöðvun. Bendir þetta ótvírætt til þess, að tæring sé ólíkleg skýring á skemmdum blaða. Á hinn bóginn er ástæða til aðgæslu við stöðvun og aðgerða, til að koma í veg fyrir almenna ryðmyndun, t.d. blástur með heitu lofti þegar eftir stöðvun.

2.8.4. Áspéttingar.

Aðaláspéttingarnar (hvor á sínum ásenda) eru talsvert skemmdar. Þessar þéttingar eru þannig útbúnar, að hver bakkakrans fyrir sig á að fjaðra í haldaranum.

Sérstök gufulögn er að þéttingunum, og liggur hún frá háþrýstigufulögn, gegnum þrýstiminnkara, inn í eimsvala, og þaðan upp í þéttinguna. Gufan streymir svo annars vegar inn eftir ási inn í vél og hins vegar út eftir ási í sérstakt hólf, sem haldið er við undirþrýsting með tengilögn í sérstaka sogdælu (ejektor). Andrúmsloft streymir svo utan frá, inn með ási, og inn í sama hólf.

Allir bakkakransarnir, nema þeir ystu, voru fastir og hefðu því ekki gefið eftir, ef á því hefði þurft að halda. Soghólfið var illa farið af tæringu. Þípur að og frá þéttingu liggja báðar gegnum eimsvala og eru skemmdar af tæringu utan frá. Kæliáhrif lágþrýstigufunnar í eimsvalanum gera það að verkum, að þéttingufan að áspéttingu gæti verið blaut í stað þess að vera þurr eða yfirhítuð.

Með breyttu efnisvali væri ef til vill mögulegt að ráða bót á þessum vandamálum. Eins væri það hugmynd, að nota tilbúna, hreina gufu (með sámilegu pH) til áspéttingar í stað jarðgufunnar.

3. GUFUVERFILL LAXÁRVIRKJUNAR.

Vélin var upphaflega smíðuð 1932 og var keypt hingað til lands 1968. 1971 var skipt um hjól og tilh., til þess að auka afköst, en þar fyrir utan var gamla hjólið ekki talið úr heppilegu efni fyrir jarðgufu.

Raki (meðburður) í gufu hefur að jafnaði verið þó nokkur og svo til árlega hefur þurft að hreinsa verulegt magn af kísli úr vélinni. Í umbrotunum 1978 var rekstri gufustöðvarinnar hætt og vélin flutt til Akureyrar til geymslu.

Eins og myndirnar bera með sér er ástand vélarinnar eftir nærfelldan áratugs rekstur tiltölulega gott, ef frá er talin fyrri blaðröð hjólsins. Eftir því sem næst verður komist, er efni í einstökum vélhlutum svipað Kröfluvélinni, nema áspéttibakkar, sem eru ryðfríir á þessari vél.

4. HVERFILL HITAVEITU SUÐURNESJA.

Vélin var smíðuð 1977 og gangsett snemma árs 1978.

Raki í gufu hefur verið mjög lítil, og er útfelling á inntaksblöðum óveruleg eftir eins árs rekstur.

Áspéttingar og ás undir áspéttingum voru verulega illa farin af tæringu eftir þetta tímabil. Ástæða fyrir þessu er talin sú, að tengingar á útloftunar/aftæmingar-hólfum þéttingarinnar voru rangt tengdar, þegar vélin var afhent frá framleiðanda, þannig að andrúmsloft komst inn í ysta hluta þéttingarinnar.

Hvort þessi skýring er einhlít eða ekki er enn ekki fullljóst, en vél II, sem er sömu gerðar og vél I (með réttum tengingum) sýnir þó engin merki tæringar eftir 4 mánaða rekstur.

Við stöðvanir hefur verið tekin upp sú venja að blása þrýsti-lofti til þurrkunar inn í vélinu strax eftir stöðvun.

Árangur hefur verið mjög góður.

Heimildir:

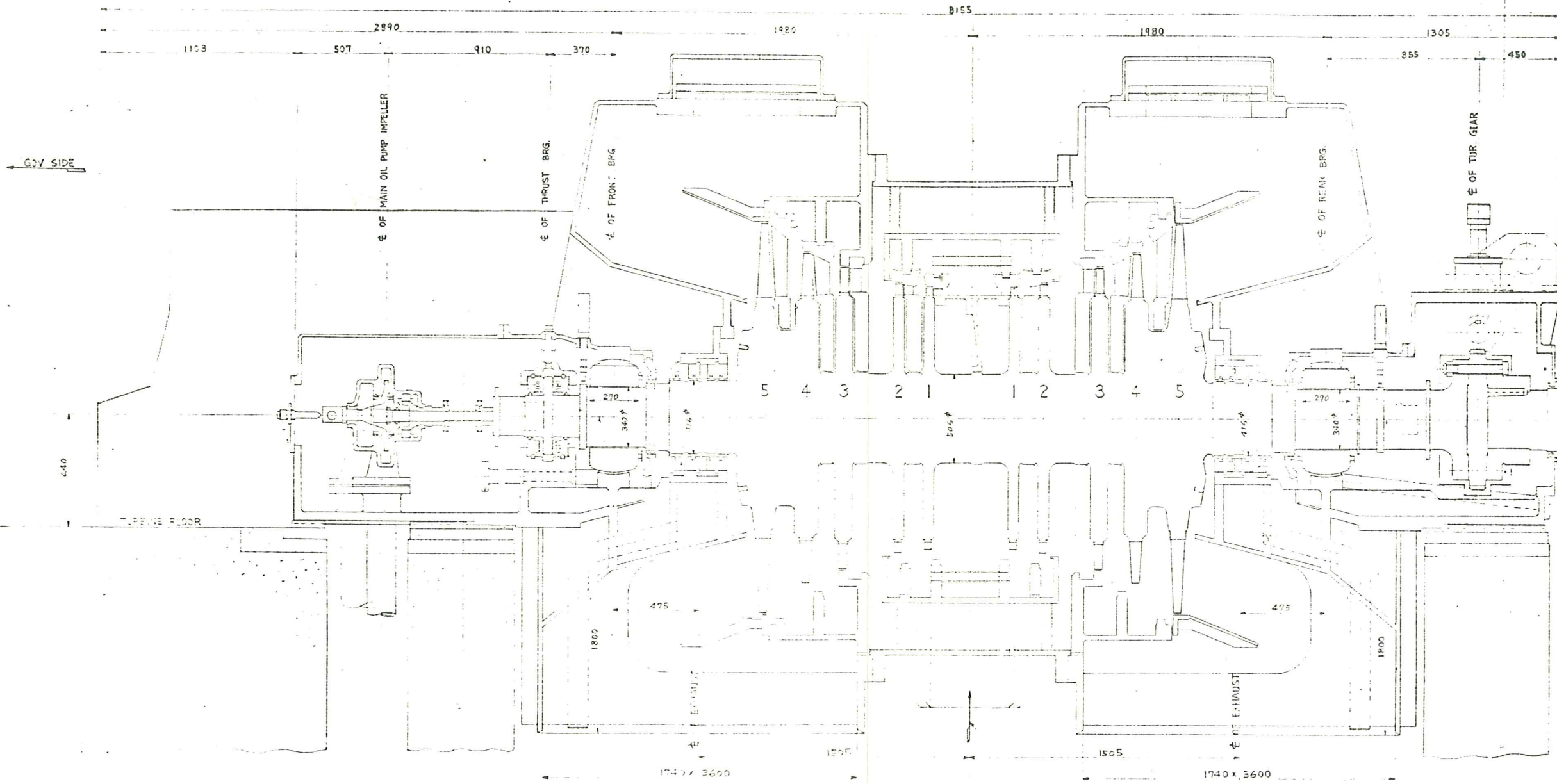
- (1) Kröfluvirkjun: Rekstursyfirlit 4. febrúar 1978-14. júlí 1978 og 30. janúar 1979-4. júní 1979.
- (2) Orkustofnun: Holubrэф nr. 11.
- (3) Mitsubishi: Main Stop Valve Sticking Trouble in Krafla Geothermal Power Plant, Unit 1. April 1979.
- (4) Iðntæknistofnun Íslands: Krafla, Corrosion Tests, Well 12, May 1979.
- (5) Mitsubishi: How to prevent Carry-over of solid Particles into Turbine on Krafla Geothermal Power Plant, HBR-79615, June 1979.

VIÐAUKI 1

Ljósmyndir

HVERFILL KRÖFLUVIRKJUNAR.

Framleiðandi:	Mitsubishi Heavy Industries
Smíðaár:	1976
Afköst:	30 MW (Hámark 35 MW)
Snúningshraði:	3000 sn/min
Inntaksþrýstingur:	7.2 bar, abs / 2.0 bar abs.
Gufunotkun:	53,2 kg/s / 19,6 kg/s
Bakþrýstingur:	0,12 bar, abs.
Þrepafjöldi:	5



GUFUHVÉRÞILL KRÖFLUVIRKJUNAR

Langsnið



Mynd 1: Holutoppur KG-12 (endurnýjaður).

Holu var hleypt upp 30. nóv. 1978. Miklar tæringarskemmdir hafa komið í ljós á toppinum. Skipta varð um hljóðdeyfiloka 21. feb. 1979, ýmsa stúta í mars og loks allan toppinn 19. maí 1979 eftir um 5 1/2 mánaða notkun.



Mynd 2: Holutoppur KG-12 (eftir 5 1/2 mánuð).

Toppflans er til vinstri á myndinni. Lóðrétt pípa er tenging í hljóðdeyfi.



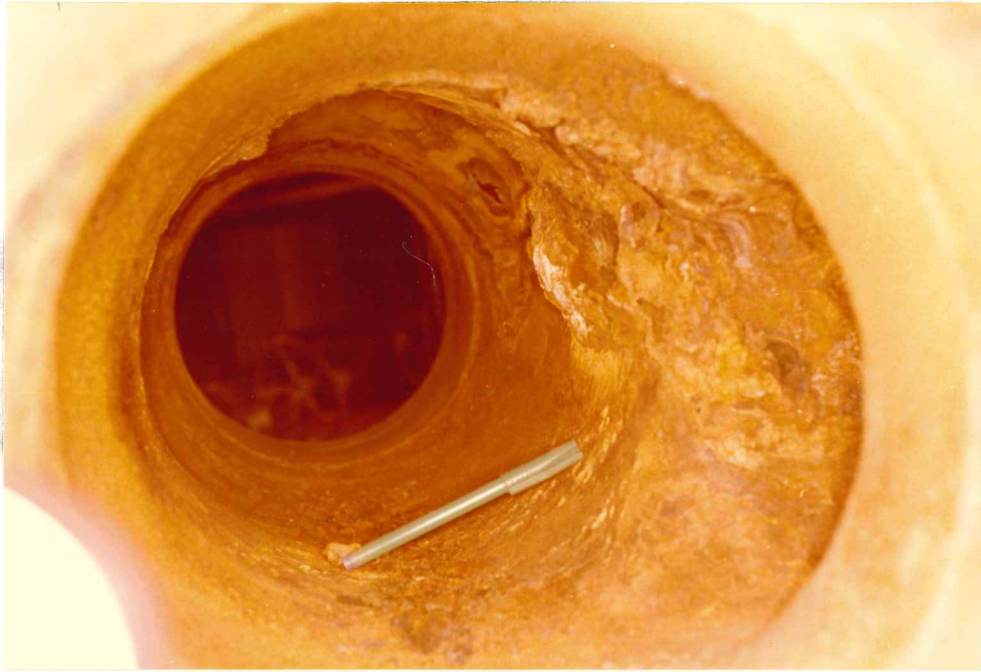
Mynd 3: Holutoppur KG-12.

Göt á T-stykki (efnisþykkt upprunalega ca. 12.5 mm). Á myndinni sést neðri flans og grein í hljóðdeyfi.



Mynd 4: Holutoppur KG-12

Mynd tekin inn um neðri flans. Hróðrið, sem sést á myndinni og hefur safnast við greininguna er 67% Fe_2O_3 og 26% FeCl_2 . Rauðgul húð er yst, en þar fyrir innan tekur við hvítur massi.



Mynd 5: Holutoppur KG-12.

Mynd tekin inn um toppflans. Greining í gufuveitu sést til hægri og í hljóðdeyfi uppi.



Mynd 6: Holutoppur KG-12.

Mynd tekin af toppflansi. Mikil efnisrýrnun hefur orðið. Brjóst við hring var horfið, hringur illa farinn og flansveggur á bilinu 2"-6" íhvolfur.



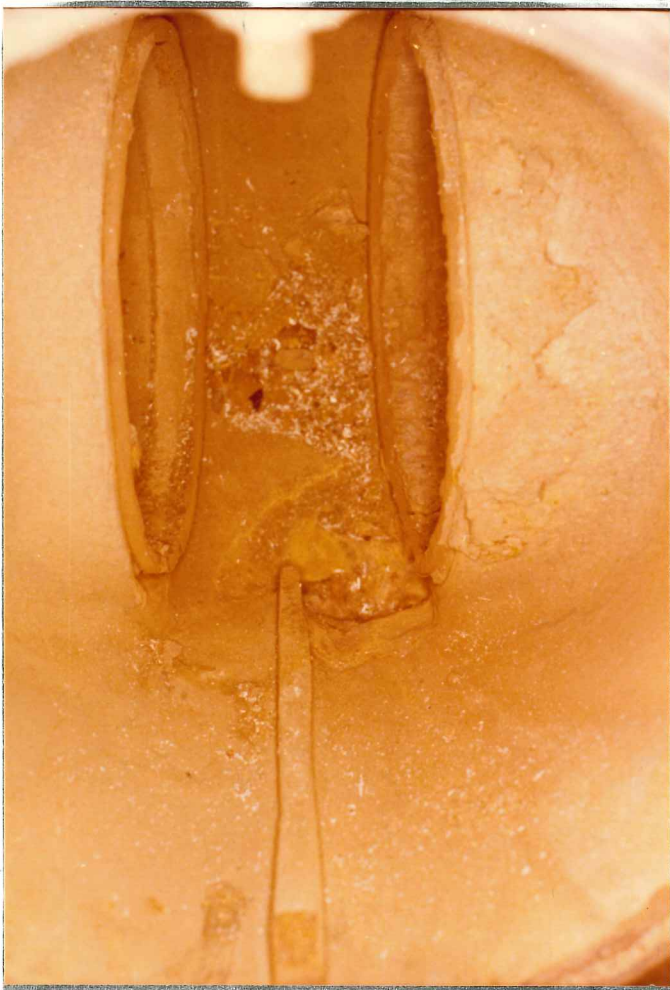
Mynd 7: Holukjallari KG-12.

Á myndinni sjást aðallokar og kæfingarstútar \varnothing 2" til hægri á milli aðallokanna.



Mynd 8: Holutoppur KG-12.

Á myndinni sjást stútar. Kæfingarstútur lengst til hægri, framhjáhlaupsstútur til vinstri. Með tilliti til myndanna hér að framan má atla að skemmdir geti einnig verið á aðallokum og ef til vill



Mynd 9: Holutoppur KG-12
Hljóðdeyfilokahús.



Mynd 10: Holutoppur KG-12
Tunga úr hljóðdeyfiloka.

Myndirnar sýna tæringu á húsi og erosion/tæringu á tungu.
Sæti hægra megin (innstr.) er að hluta til horfið og tunga
mikið skemmd.



Mynd 11: Samtenging KG-12 við safnæð KJ-7/KJ-9.

Safnæð KJ-7/KJ-9 (\varnothing 400 mm) kemur frá vinstri og horft er upp eftir safnæð KG-12 (\varnothing 350 mm). Skipt hefur verið um beina kaflann (ca. 3 m), sem hendi er haldið að. Hann entist frá 4. mars til 1. júní 1979. (efnisþykkt 6.3 mm).



Mynd 12: Pípa eftir blöndun KG-12 við KJ-7/KJ-9.

Pípan var klofin að endilöngu í lóðréttu plani. Streymi var í átt að myndavél. Samliggjandi kantar eiga saman. Pípan er ótærð neðst þar sem vatn frá KJ-7/KJ-9 hefur streymt. Kísilútfellingar eru áberandi á vinstri rörhelming ofan vatnsborðs (kl. 8-10), og tæringarskemmdir í hægri helming (kl.2-4). Sýni útfellinga er 81% SiO_2 og 6% Fe_2O_3 en tæringarhrúðurs 49% Fe_2O_3 , 36% FeS og 9% FeCl_2 . Gufustreymi KG-12 mæðir mest á kísilútfellingasvæðinu vegna beygju á safnæðinni þétt við sam tenginguna. Neðan við þennan rörkafla voru ekki sjáanlegar tæringarskemmdir og/eða útfellingar.



Mynd 13: Kísilútfellingar



Mynd 14: Tæringarskemmdir.



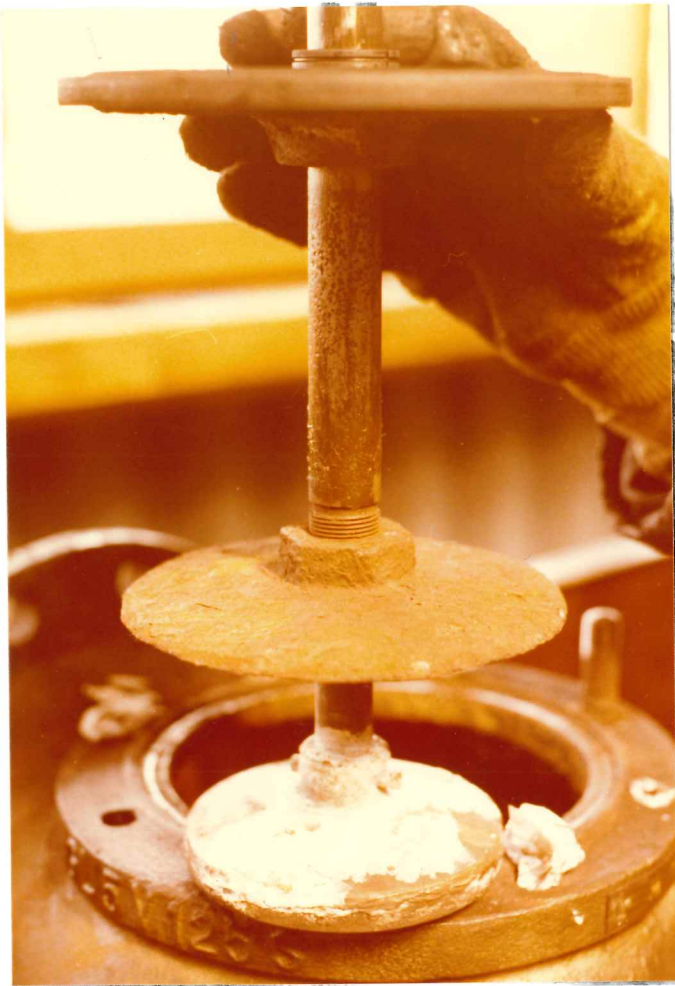
Mynd 15: Nærmynd af tæringarskemmdum.



Mynd 16: Skiljustöð.

A myndinni sjást háprýstiskiljur (m/öryggislokum efst).





Mynd 17: Öryggislokaspindill

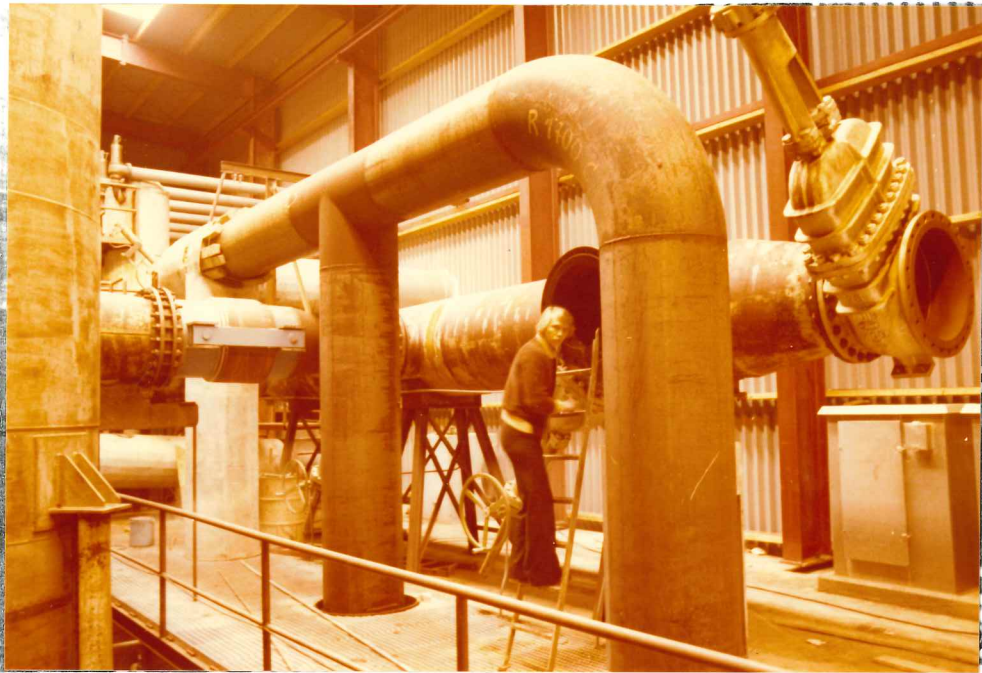


Mynd 18: Sætisflötur.

Öryggislokar eru af gerðinni LESER-541.

Efni í spindli er 13% Cr-stál, á sætiskeilu 16.5% Cr, 1.1% Mo-stál. Sæti í húsi er úr sama efni og spindill.

Sá hluti spindilsins, sem inni í ventilhúsinu er, pyttatærist í lekagufu. Það hefur komið fyrir, að spindill sæti fastur í stýringu.



Mynd 19: Jöfnunargeymir við lágþrýstiskiljur.



Mynd 20: Séð inn í jöfnunargeymi.

Myndin er tekin úr opi, sem ætlað er tengingu við lágþrýstiskilju 3. Lágþrýstiskilja 1 hefur svo til eingöngu verið notuð, þannig að útfellingar, sem koma fram á botni geymisins eru í stöðnuðu vatni. Auk þess er geymirinn óeinangraður. Þrýstingur í geymi hefur verið á bilinu 7,0 - 7,7 bar, abs.



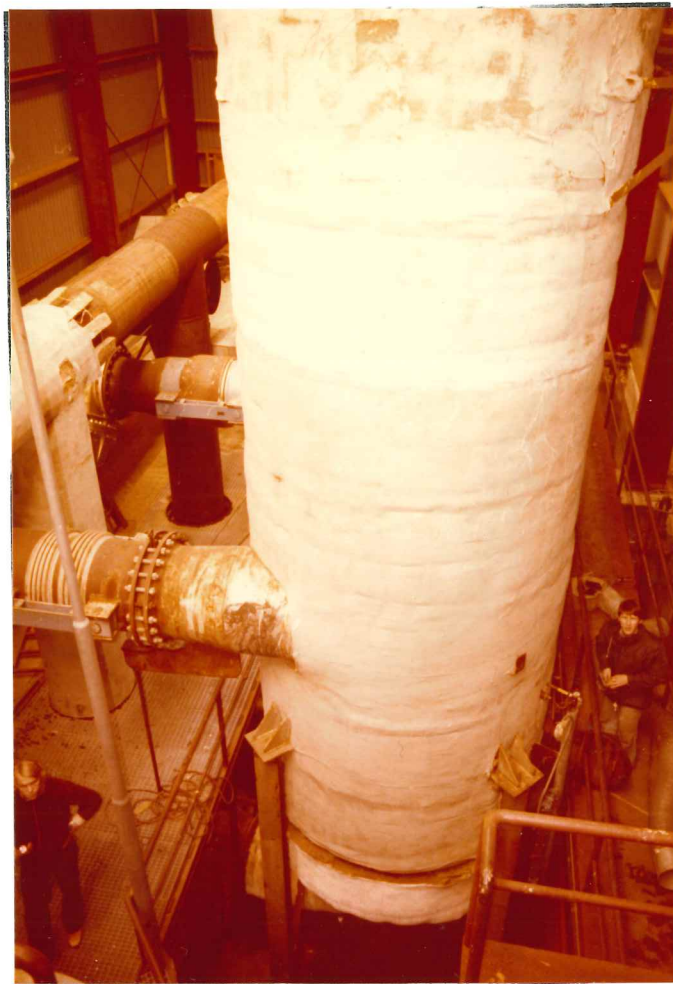
Mynd 21: Séð á loka í enda jöfnunargeymis.

Talsverðar útfellingar neðan vatnsborðs.



Mynd 22: Séð inn að kverkplötu og loka á LP skilju nr. 1.

Myndin er tekin inni í LP-skiljunni og sýnir að kverkplata og tunga í loka sem og inntakið sjálf er að heita laust við útfellingar. Slit (erosion) eða tæring var ekki sjáanleg.



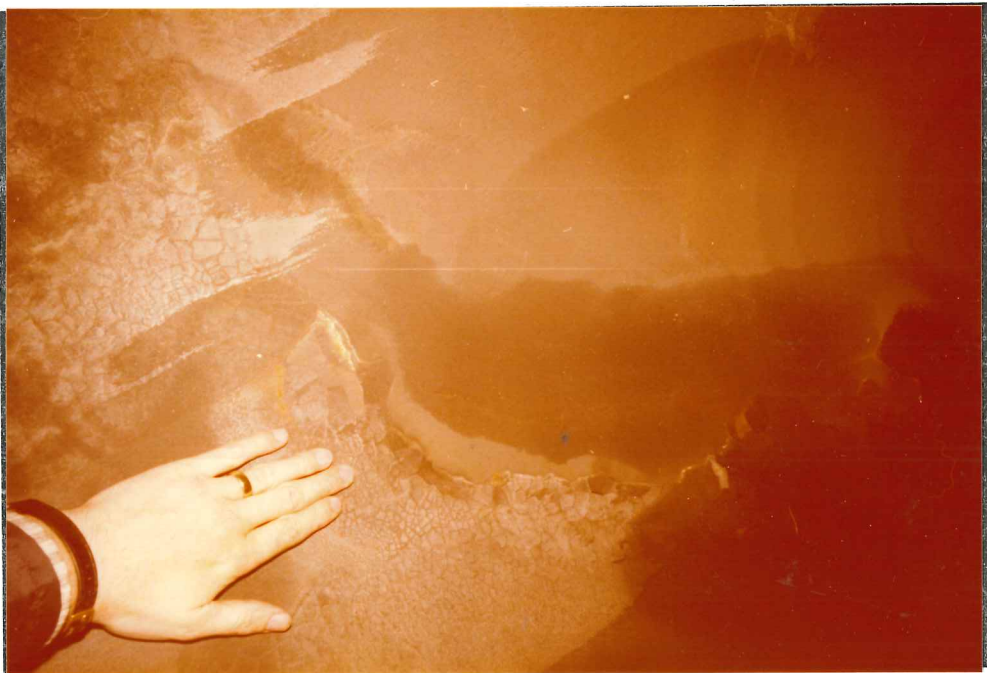
Mynd 23: Lágþrýstiskilja 1.

Neðan vatnsborðs í skiljunni er talsvert hröð kísilútfelling (allt að 5 cm á þremur mánuðum). Ofan vatnsborðs er hún mun minni, allt að 4-5 mm rétt ofan vatnsborðs og niður í ekki neitt ofar í skiljunni. Útfelling er að jafnaði hröð og föst við vegg, en á stöku stað flagnar hún þó af á mismunandi stórum blettum. Athyglisvert er, að á miðjuröri (gufuúttaki) er þó nokkur kísilútfelling, sem nær alla leið upp að enda pípunnar. Einnig má greina kísilútfellingu á belg ofar en sem nemur hæð miðjupípunnar. Endi miðjupípu er tæpa 3 m ofan við inntaksmiðju og álíka langt neðan skiljutopps. Þvermál skilju er 2.4 m, þrýstingur í skilju var á bilinu 2.0-2.5 bar abs.



Mynd 24: Séð upp eftir lágbrýstiskilju.

Kísilútfellingar á miðjuröri og upp eftir belg.



Mynd 25: Nærmynd af belg rétt við inntak.

Inntakspípa hrein en sprungnar útfellingar á belg.

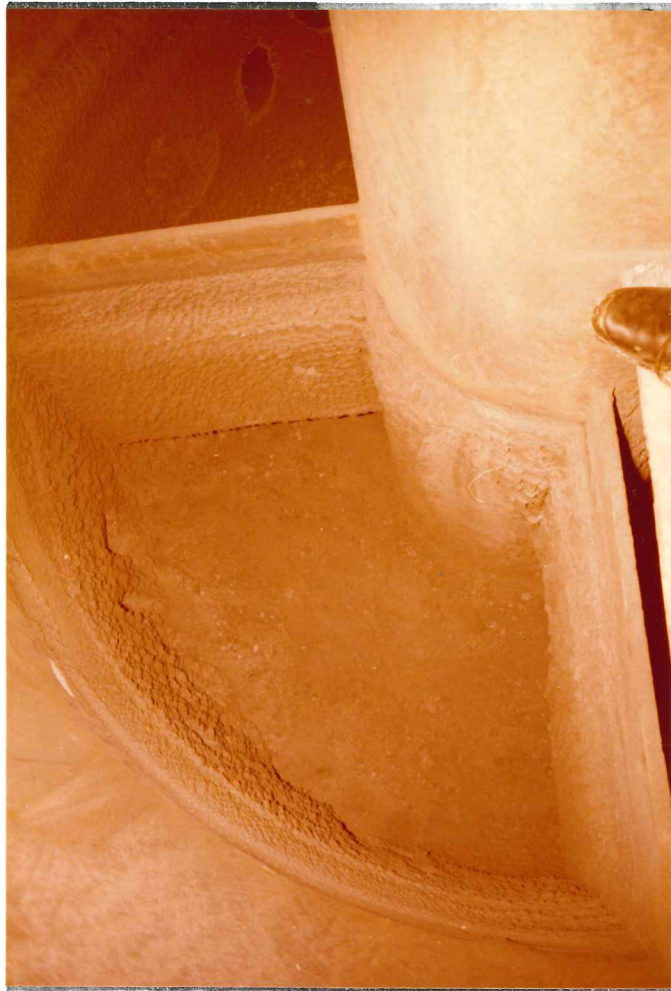


Mynd 26: Útfellingar á belg, ca. 2 m. ofan vatnsborðs.



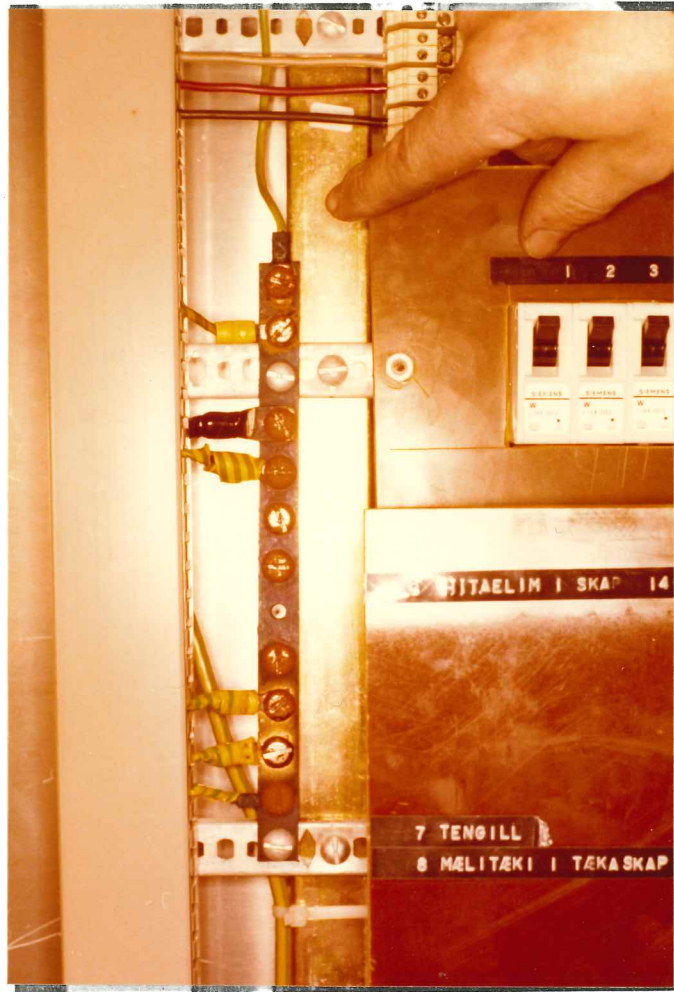
Mynd 27: Útfellingar á belg, ca. 0.5 m. ofan vatnsborðs.

Til vinstri er mannopsstútur. Útfelling verður hrjúfari því nær sem dregur vatnsborði. Þykkt minni en 5 mm.



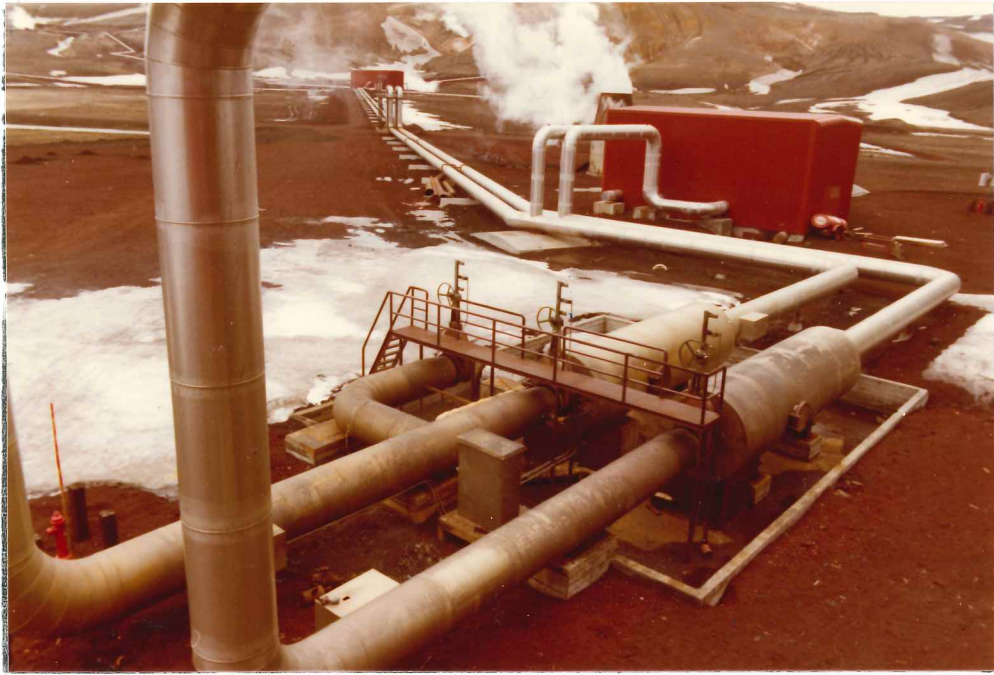
Mynd 28: Séð niður í botn skilju.

Útfelling snöggeykst þegar í vatnið kemur og myndar mismunandi þykka klepra, háð ólgustreymi. Skiljan var hreinsuð síðastliðinn vetur (byrjun mars) og leit svona út að þremur mánuðum liðnum. Þegar skiljan var hreinsuð síðast var í henni allt að 9 cm. þykk útfelling neðan vatnsborðs.



Mynd 29: Tengibretti í töfluskáp.

Skápur þessi er í skiljustöð. Í hann er dælt hreinsuðu lofti til varnar gegn H_2S -tæringu. Blá-svarta skiman, sem bent er á, er úr kopar og líturinn er vegna H_2S tæringar.



Mynd 30: Í fjarska, skiljustöðvarhús, og hlykkur yfir veg, nær lokahús og hljóðdeyfir, næst rakaskiljur og inntakspípur í stöðvarhús.

Á myndinni má sjá hvers vegna útblástur gegnum þrýstistilliloka og hljóðdeyfi er ekki fullnægjandi til hreinsunnar veitunnar, áður en gangsetning hverfla hefst. Óhreinindi kastast framhjá úttakspípu að lokahúsi og halda síðan áfram inn í rakaskiljur og hverfla þegar gangsett er og álag aukið. Eftir eins mánaðar rekstur í febrúar '79 voru óhreinindi (ryðflögur), hreinsuð úr veitunni. Áætlað magn var sem hér segir:

	H.Þ. lagnir	L.Þ. lagnir
Vatnspottur við hlykk	150 kg.	100 kg.
Rakaskilja	250 kg.	25 kg.

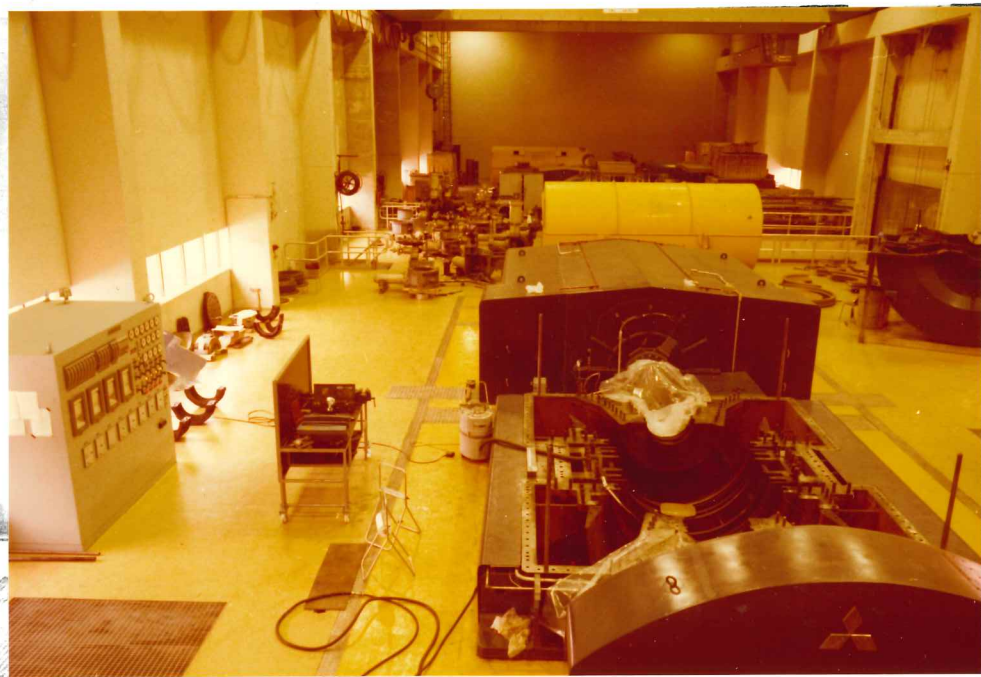


Mynd: 31: Gufuhljóðeyfir.

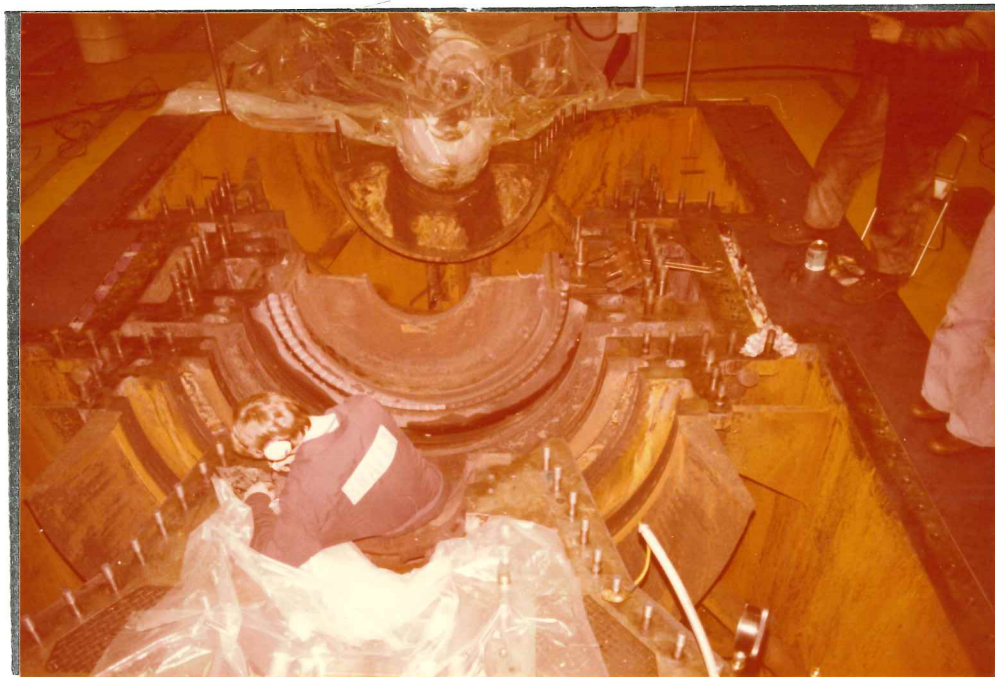


Mynd 32: Efsti hluti af "innmat" gufuhljóðeyfis.

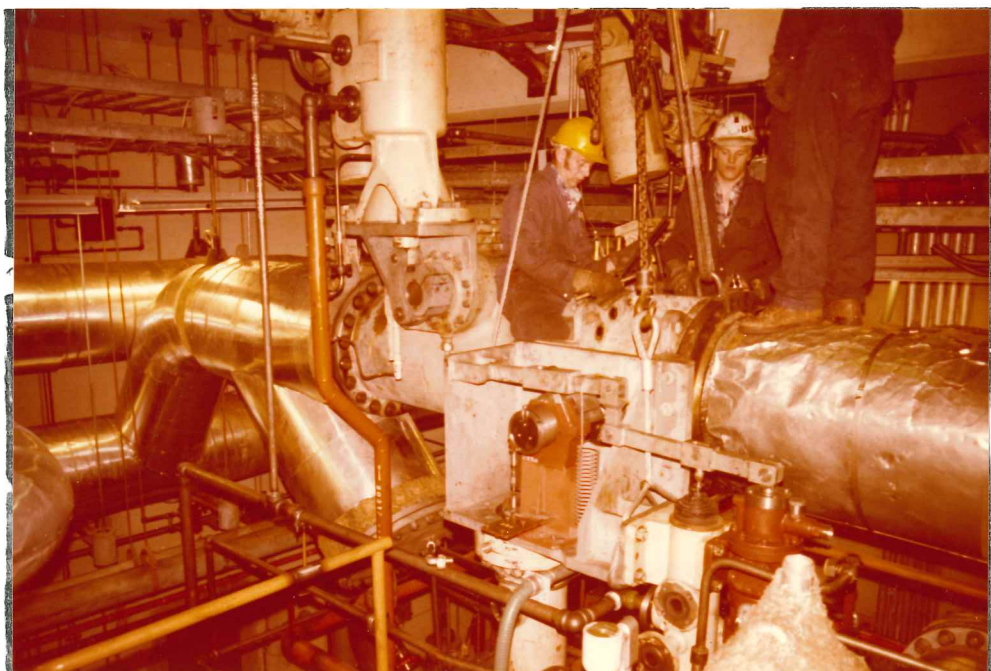
Tæring er mikil í hljóðeyfi, sérstaklega ofanverðum, vegna lítils gufustreymis um hann. Efni er venjulegt smíðastál (st. 37).



Mynd 33: Séð yfir hverfil 1 í upptekt.



Mynd 34: Neðri helmingur hverfilhúss.



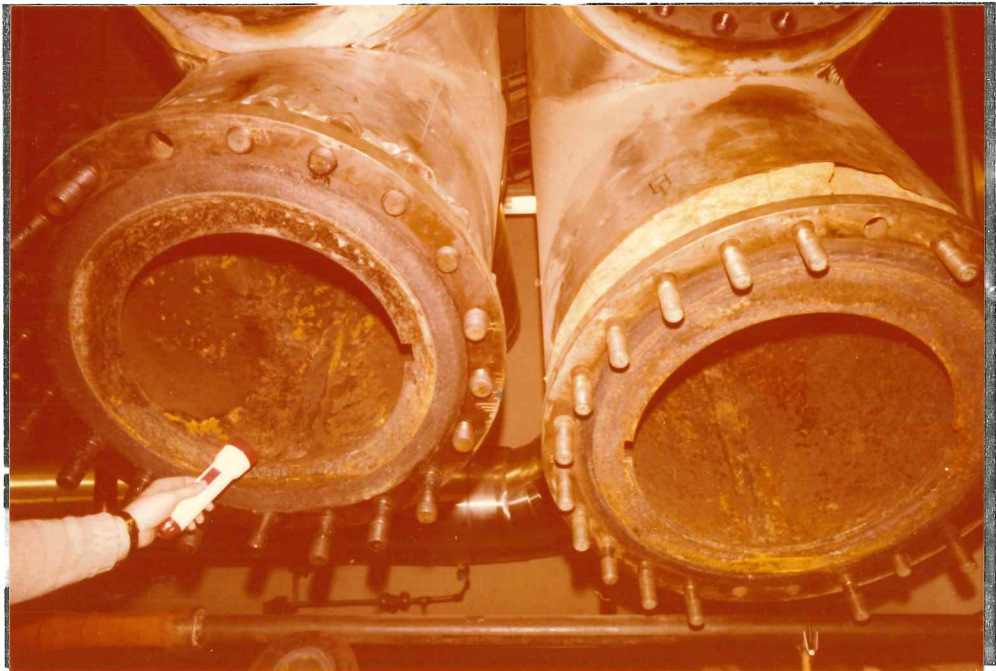
Mynd 35: Gufusía, neyðarloki og stjórnloki lágbrýstigufu (hægri hlið séð frá stjórnherbergi).

Gufusíur voru skoðaðar, svo og neyðarlokar og stjórnlokar. Ryðflögur voru í gufusíum. Neyðarlokar voru hreinir og óslitnir. Stjórnlokar hábrýstigufu voru nánast hreinir, en mjög slitnir.



Mynd: 36: Lok af gufusíum.

L.Þ. til vinstri, H.Þ. til hægri.



Mynd 37: Séð upp í gufusíuhús.

H.Þ. til vinstri, L.Þ. til hægri.



Mynd 38: Nærmynd af loki hábrýstigufusíu.

Efnagreining tæringarflaga sýndi 91% FeS, 7% Fe₃O₄ og 2% SiO₂. Þessar flögur eru þrýstingsmegin við gufusíuna.



Mynd 39: Nærmynd af loki lágbrýstigufusíu.

Efnagreining tæringarflaga sýndi 80% FeS, 11% Fe, 7% Fe₂O₃ og 2% SiO₂. Þessar flögur eru þrýstingsmegin við gufusíuna.



Mynd 40: Gufusíukörfur. H.P. til vinstri, L.P. til hægri.

Göt í síum eru ϕ 5 mm. Sýni voru tekin til efnagreiningar innan úr körfunum (þrýstingsmegin). Efnagreining sýndi 85% FeS, 13% Fe, 2% SiO₂ á háþrýstigufukörfu og 66% FeS, 19% Fe₂O₃, 13% Fe og 2% SiO₂ í lágþrýstigufukörfu.



Mynd 41: Séð upp í hábrýstisíuhús.



Mynd 42: Nærmynd af "sandi" í hábrýstisíuhúsi.

Efnagreining sýndi að "sandurinn" er 82% FeS, 9% Fe, 7% Fe₂O₃, 2% SiO₂. Ofan við "sandinn" voru ryðflögur sem höfðu samsetninguna 41% FeS, 30% Fe, 29% Fe₃O₄.



Mynd 43: Séð upp í lágbrýstigufusíuhús.

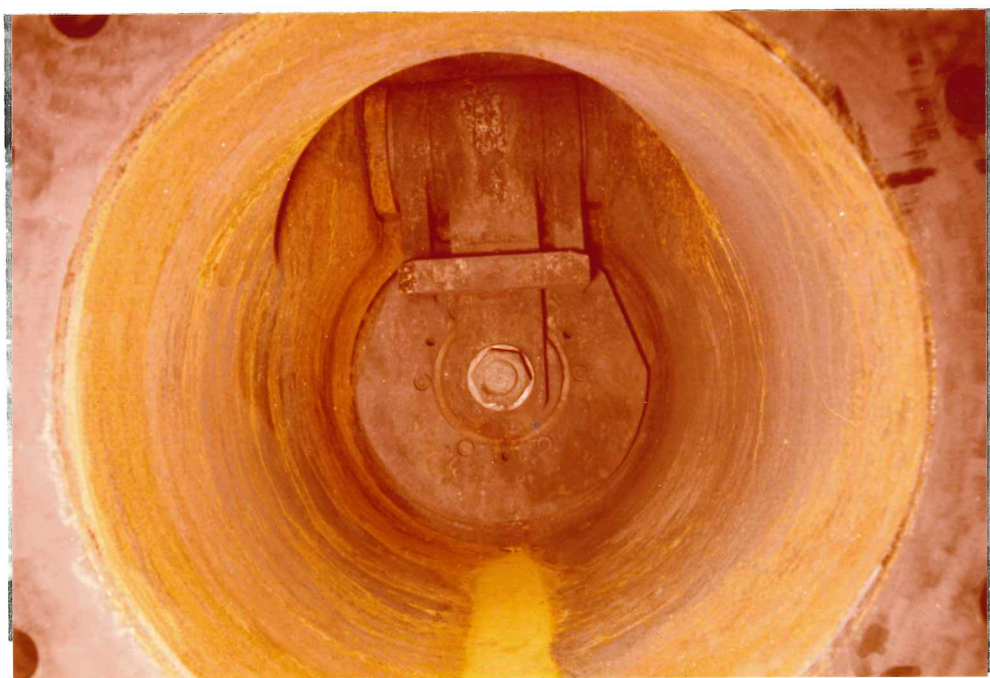


Mynd 44: Nærmynd af lágbrýstigufusíuhúsi.

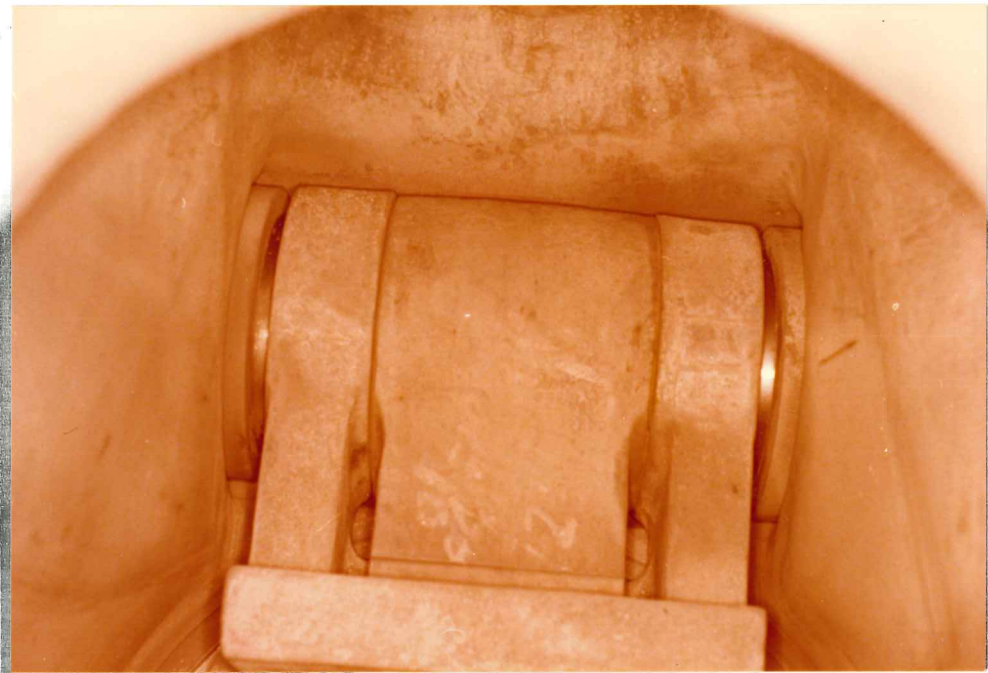


Mynd 45: Séð innstreymismegin inn í háþrýstigufuneyðarloka.

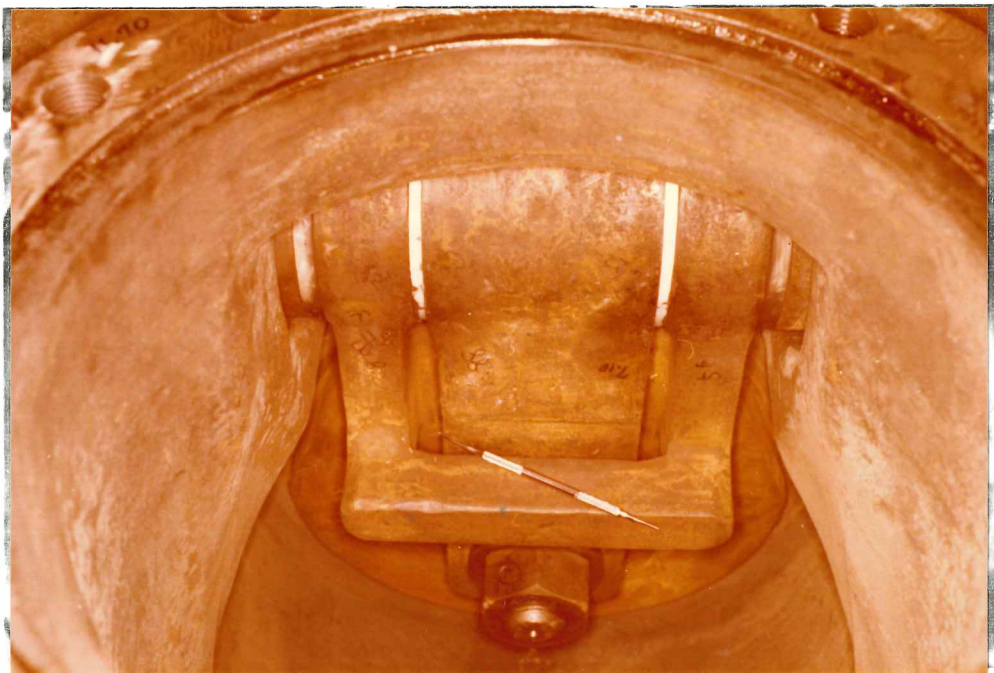
Í lokanum er um 0.1 mm hörð skán.



Mynd 46: Séð innstreymismegin inn í lágþrýstigufuneyðarloka.



Mynd 47: Neyðarloki fyrir lagfæringu.



Mynd 48: Neyðarloki eftir lagfæringu.

Óhreinindi urðu til þess að lokar stóðu á sér og því var brugðið á það ráð, að skýla lokaásunum með teflonmillihringjum.



Mynd 49: Stjórnloki háþrýstigufu (útstreymismegin).

Lengst til vinstri sést erosion í lokahúsi. Lokinn er nokkurn veginn í rekstrarstöðu hvað opnun varðar.



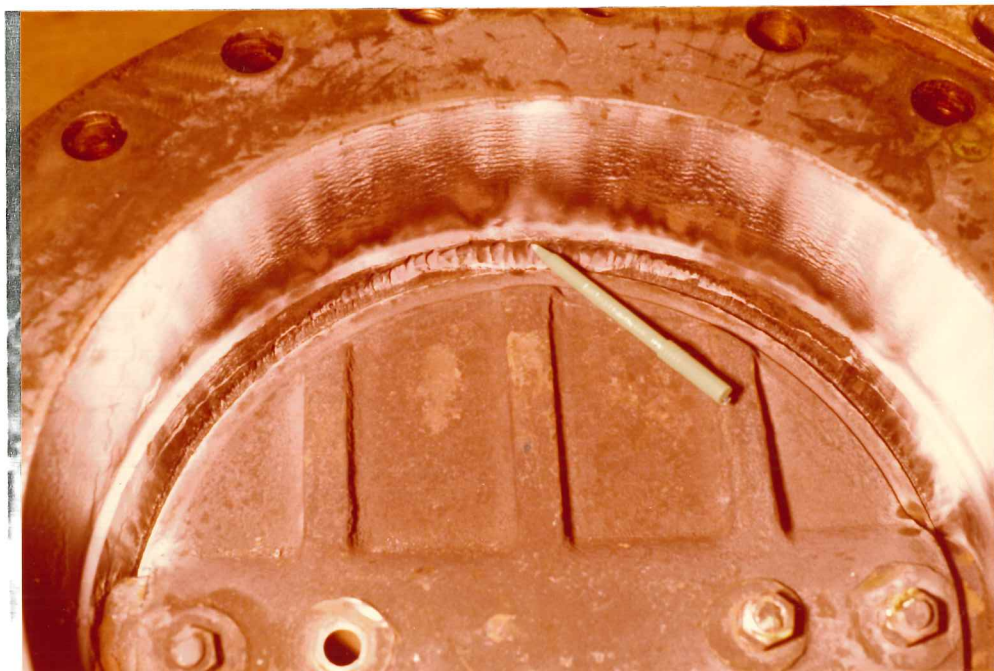
Mynd 50: Stjórnloki lágþrýstigufu (útstreymismegin).

Lokinn er nokkurn veginn í rekstrarstöðu hvað opnun varðar.



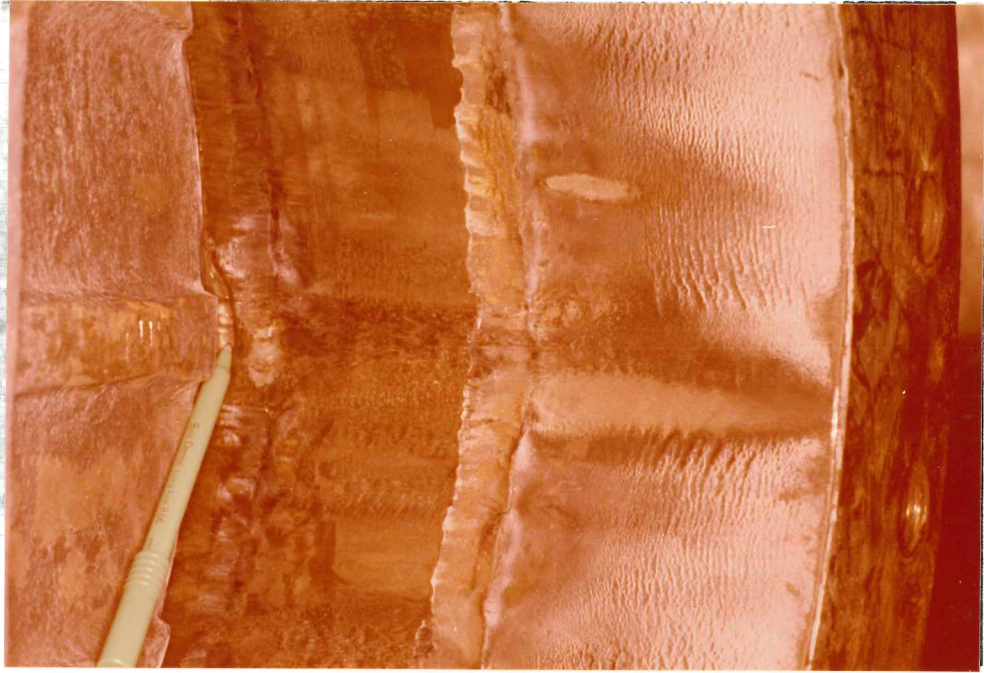
Mynd 51: Stjórnloki háþrýstigufu (útstreymismegin).

Myndin sýnir efri hluta lokablöðku. Erosion er beggja megin harðsuðuflatar (stellite) þar eð blaðka vísar upp í gufustrauminn.

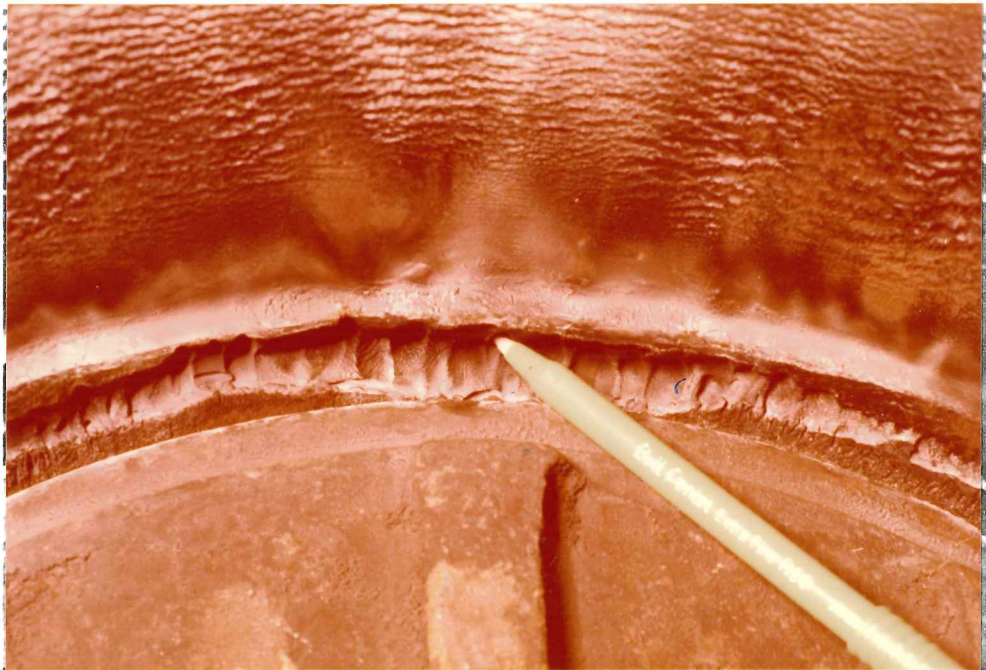


Mynd 52: Stjórnloki háþrýstigufu (útstreymismegin).

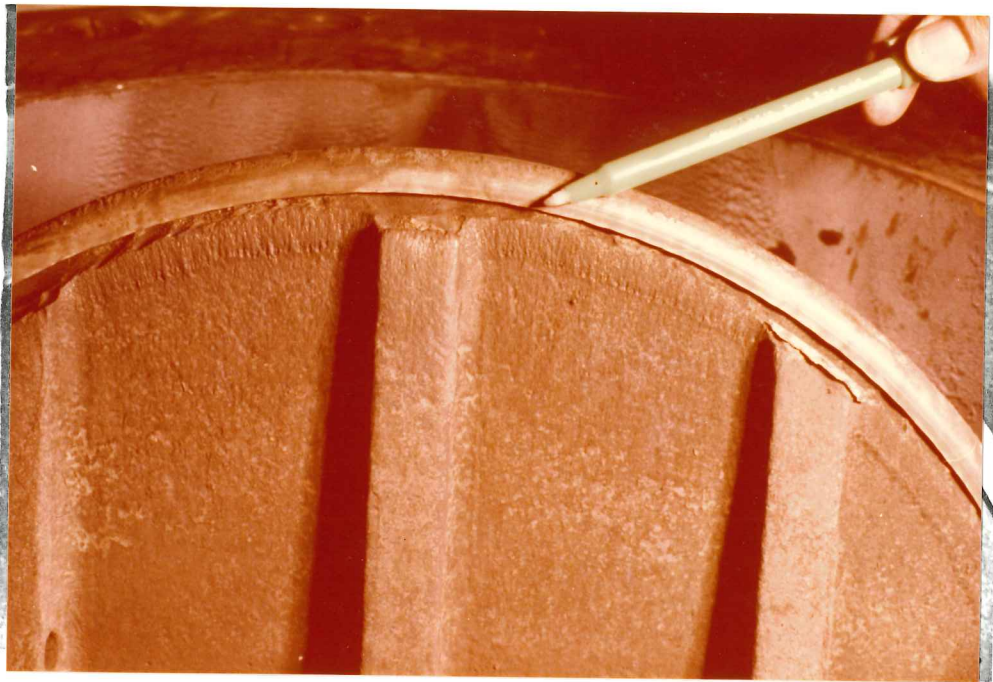
Myndin sýnir neðri hluta lokablöðku. Erosion er öðru megin harðsuðuflatar (stellite), þar eð blaðka vísar undan gufustrauminum.



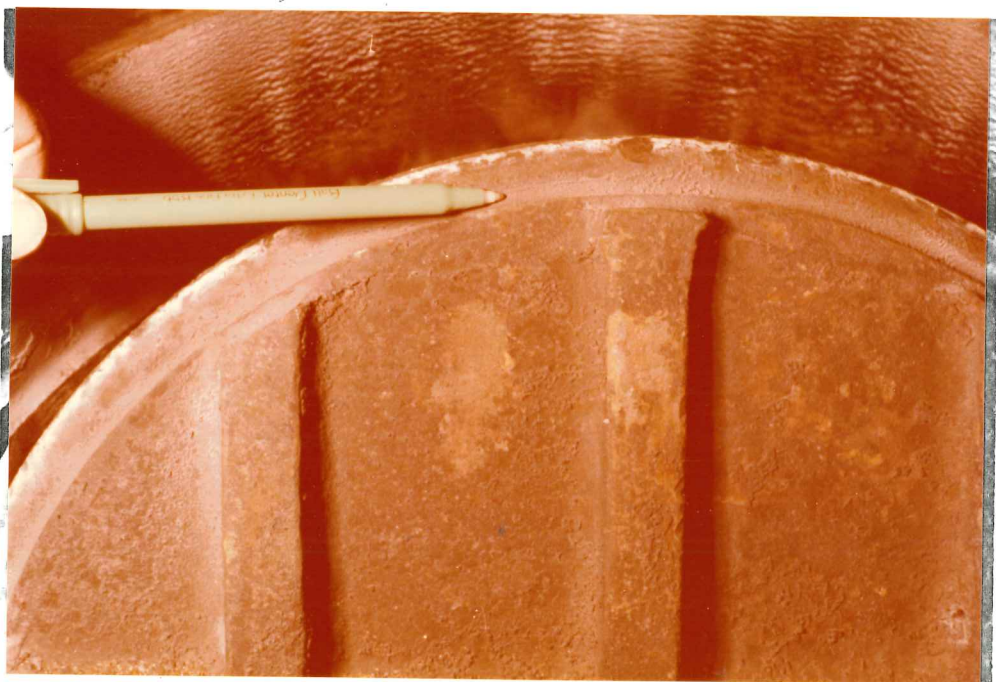
Mynd 53: Nærmynd stjórnlukahúss, efri hluti (sbr. mynd 51).



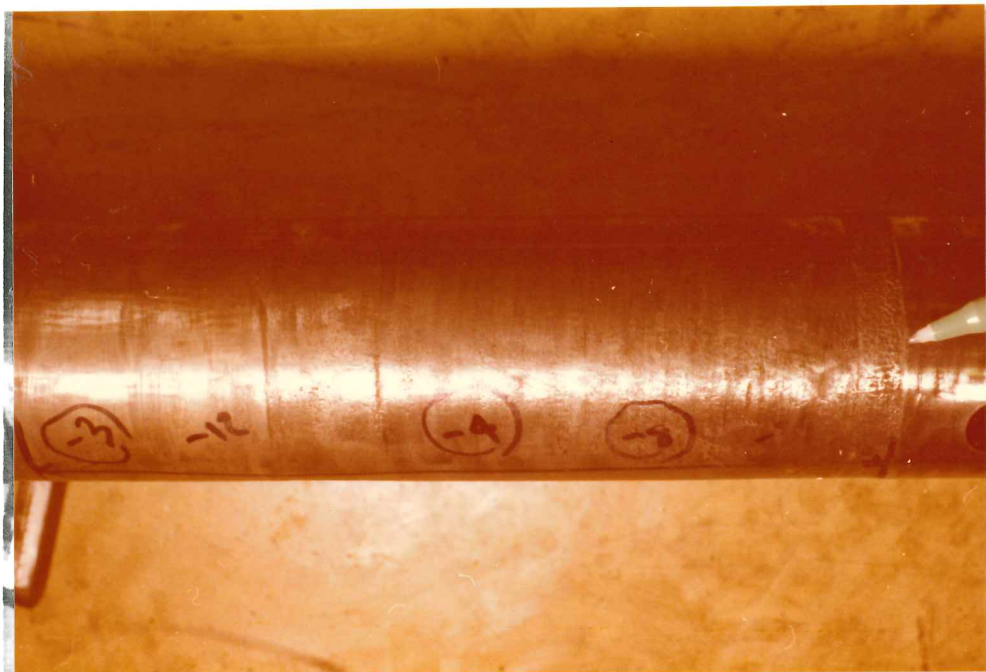
Mynd 54: Nærmynd stjórnlukahúss, neðri hluti (sbr. mynd 52).



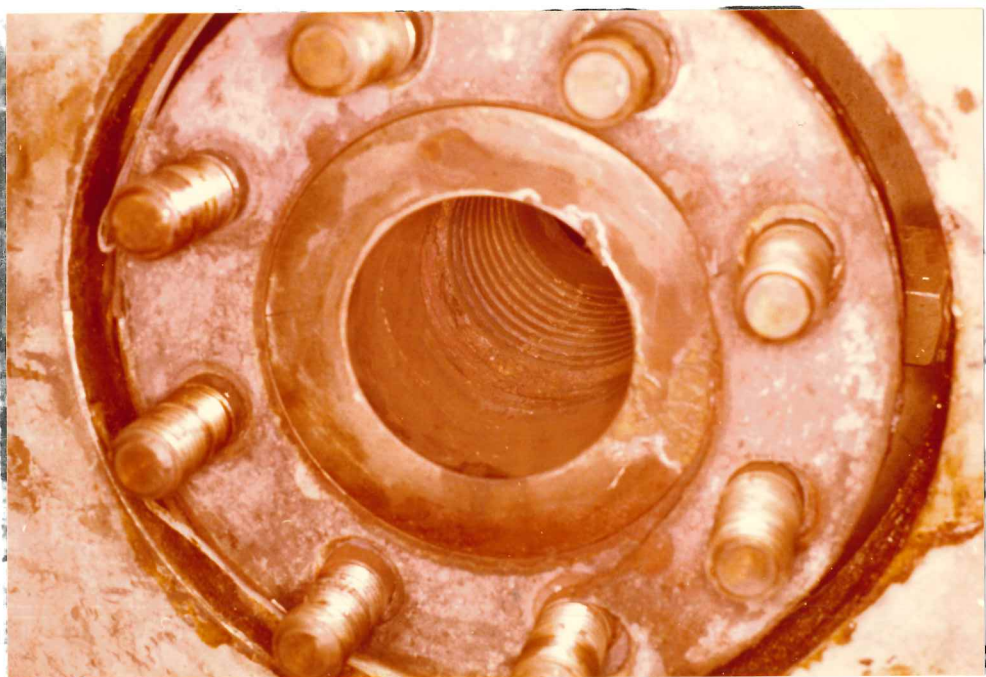
Mynd 55: Blaðka í háþrýstigufustjórnloka (innstreymismegin).
Blöðkuefnið sjálft er eroderað burtu, þannig að grafið hefur undan stellitegjörð.



Mynd 56: Blaðka í háþrýstigufustjórnloka (útstreymismegin).

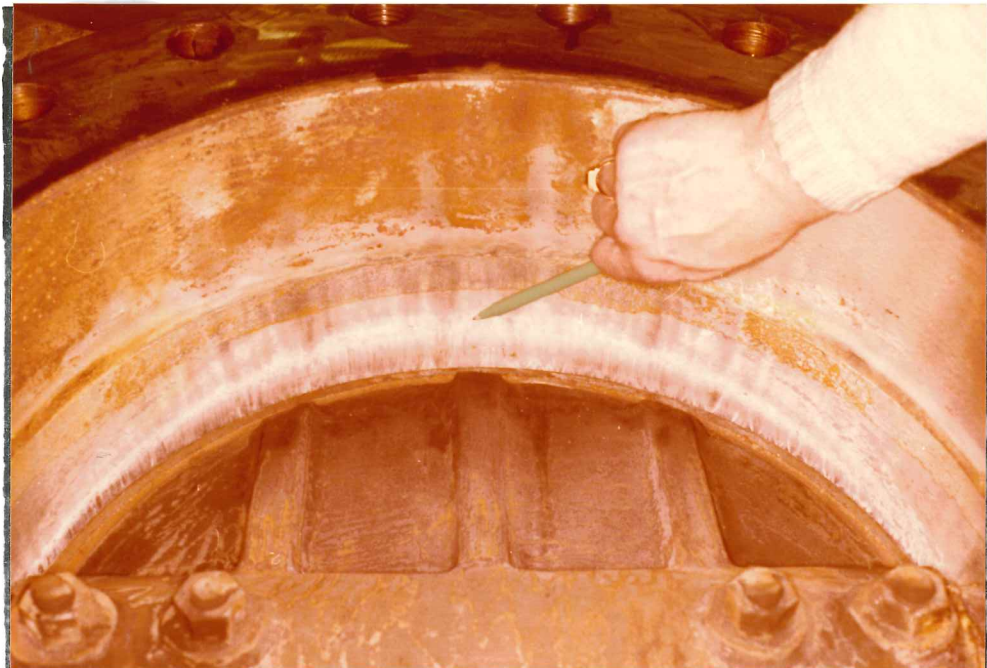


Mynd 57: Ás úr lágþrýstigufustjórnloka.



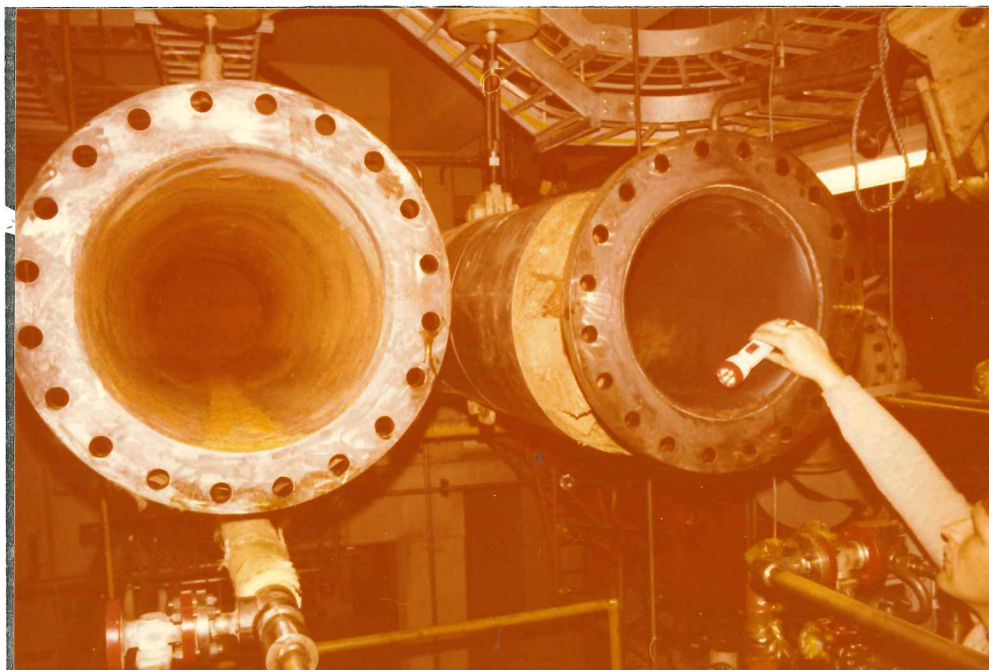
Mynd 58: Leguhús lágþrýstigufustjórnloka.

Innst má greina gufubéttingu (labyrinth) og hólf, sem tengt er útsogslögn niður í eimsvala. Súrefni streymir inn eftir ásnum og veldur tæringu eins og sjá má.



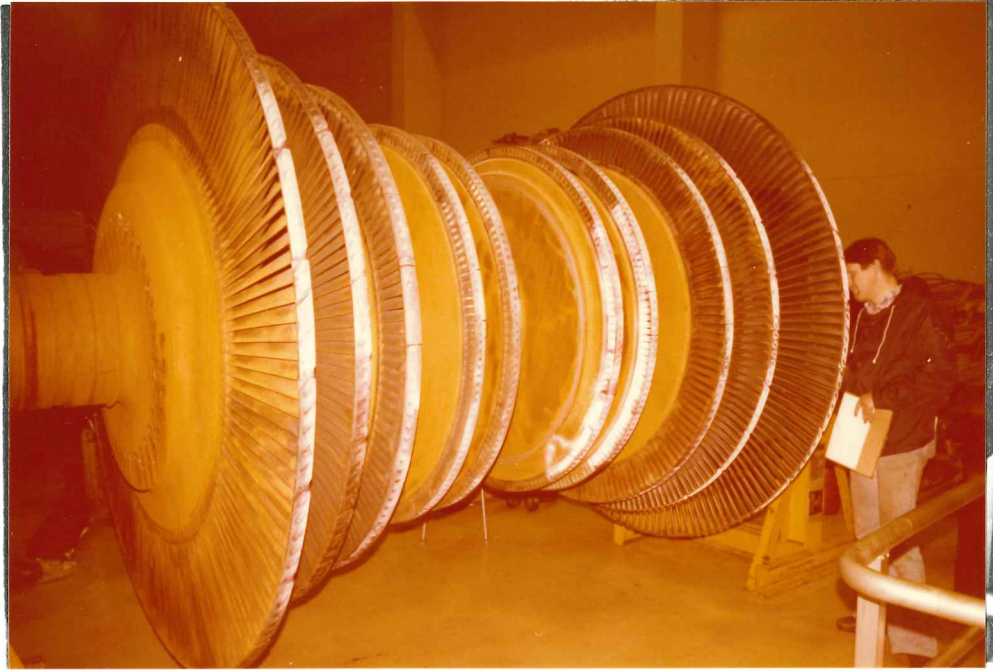
Mynd 59: Nærmynd af lágþrýstingufustjórnloka (útstreymismegin).

Litlar sem engar erosionskemmdir eru sjáanlegar. Bent er á rönd fyrir fulla lokun.



Mynd 60: Séð inn í inntakspípur hverfils aftan við stjórnloka.
L.Þ. til vinstri, H.Þ. til hægri.

Slit (erosion) var sjáanlegt þar sem lýst er með vasaljósi. Stjórnlokablaðkan opnast inn í átt að þessari brún.



Mynd 61: Hverfilás.

Háprýstigufa kemur inn í ásmiðju. Lágprýstigufa kemur inn á tveimur stöðum, milli 2. og 3. skófluraðar.

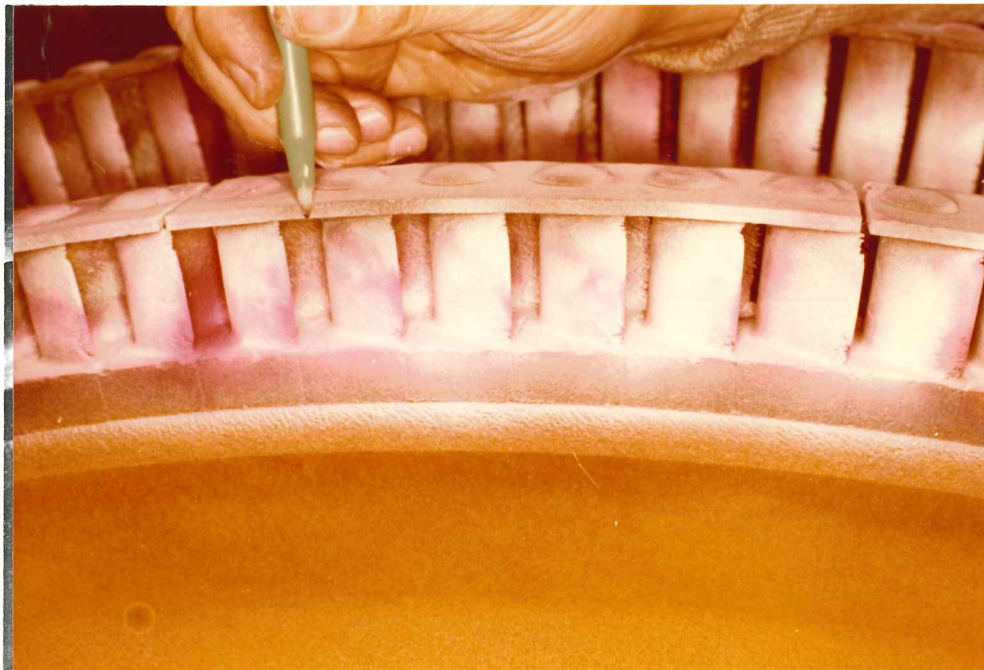


Mynd 62: Skóflur hverfiláss (þrep 1-5).

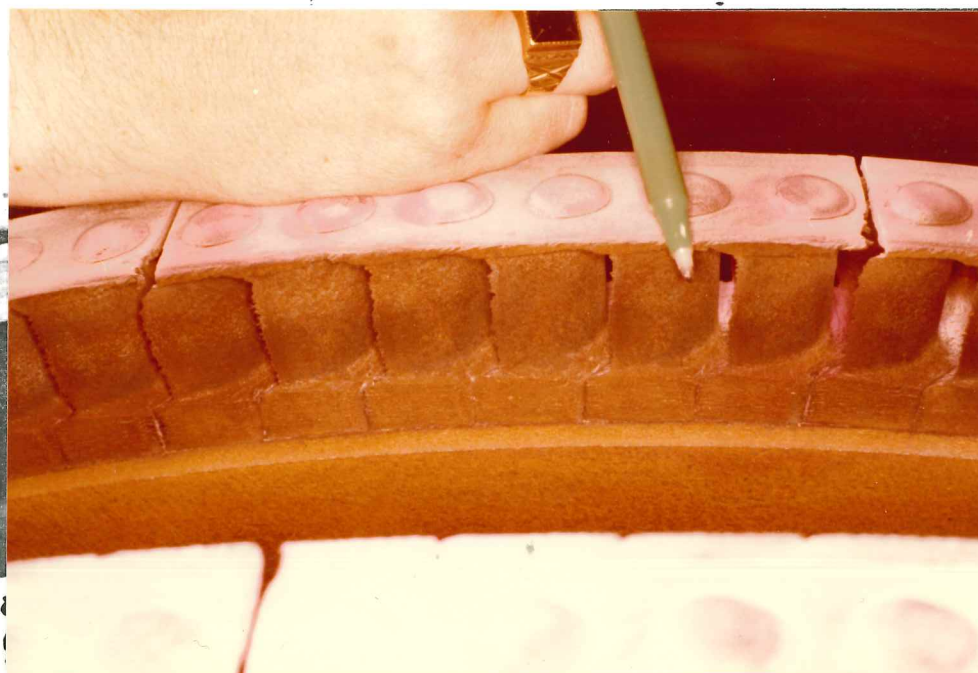


Mynd 63: Skóflur hverfiláss, þrep 1-5. (1 þrep lengst til vinstri.

Myndir á næstu síðum eru teknar á þessum hluta ássins. Tvær myndir voru teknar af hverri skófluröð. Fyrri myndin innstreymismegin og sú seinni útstreymismegin. Á þessarri mynd (og raunar einnig á myndunum að framan) hefur ásin verið sandblásinn og á blöðin og gjarðir hefur verið borinn sprunguleitarvökvi. Ekki er vitað til þess, að sprungur hafi fundist.



Mynd 64: 1. prep, innstreymi.



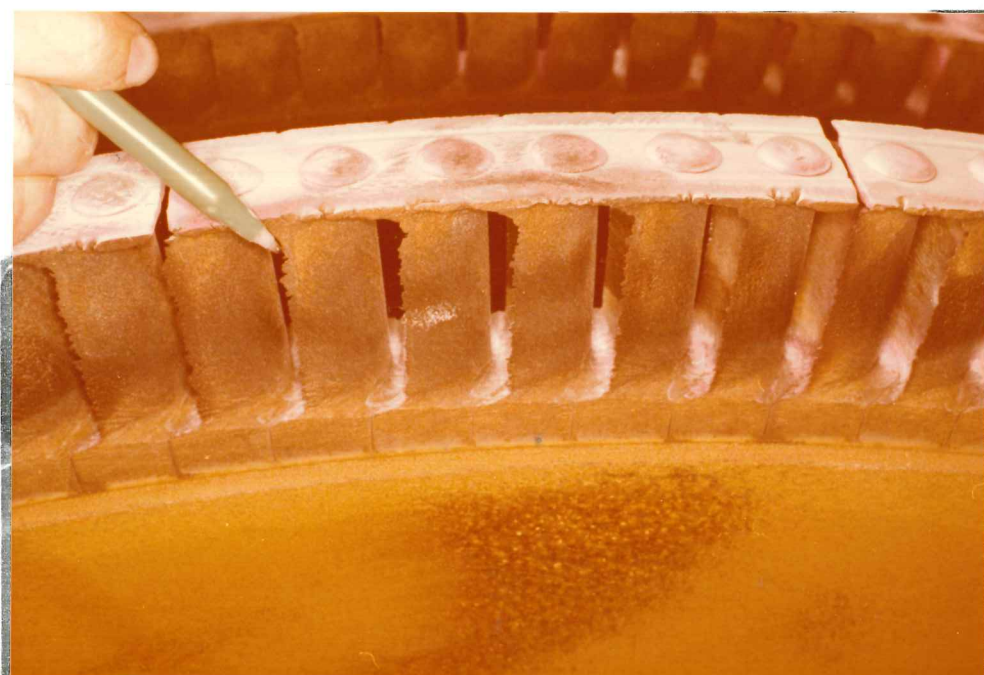
Mynd 65: 1. prep, útstreymi.

Brúnin mikið þynnt og egghvöss.



Mynd 66: 2. þrep, innstreymi.

Innstreymisbrún þverkublað að framan. Slitrákir í íhvolfi mynda ca. 30° horn við ásstefnu.



Mynd 67: 2. þrep, útstreymi.

Blöðin eru mikið eydd. Þetta er verst farna röðin. Auk þess er blaðagjörð skörðótt á fram og aftur brún og einnig mótar fyrir förum undan þéttigjörðum í hverfilhúsi (sjá mynd 94).



Mynd 68: 3. þrep, innstreymi.

Slitrákir í íhvolfi mynda um 45° horn við ásstefnu.



Mynd 69: 3. þrep, útstreymi.

Brún slitin og egghvöss.

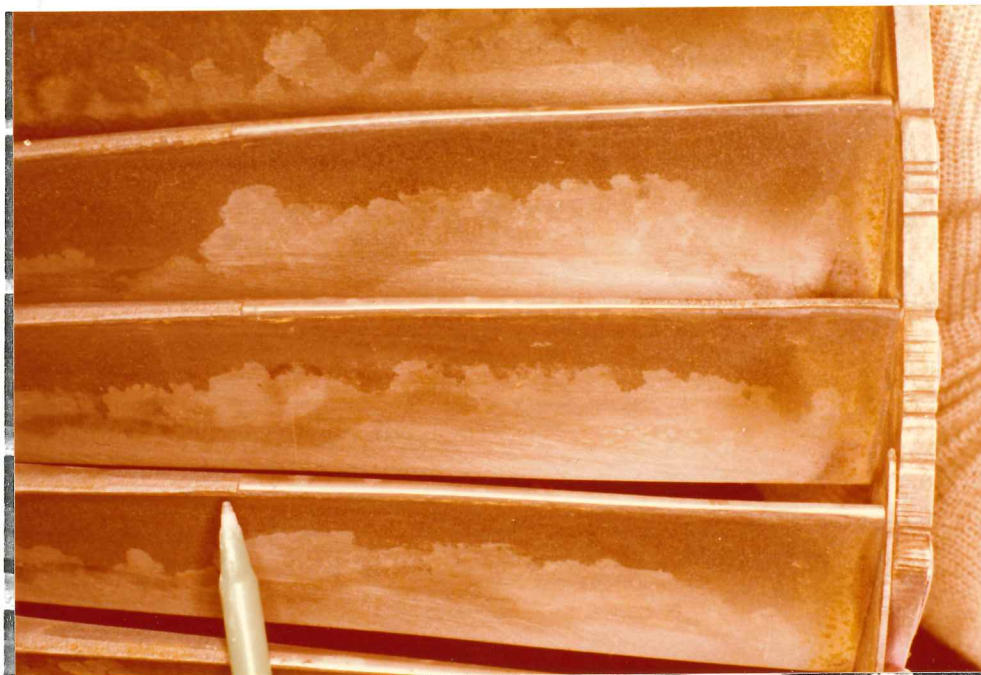


Mynd 70: 4. þrep, innstreymi.

Slitrákir í íhvolfi mynda um 75° horn við ásstefnu. Framan á blaðbrún (út við gjörð) er stellite skjöldur til varnar gegn erosion vatnsdropa. Ekki sá á skildi þessa þreps.

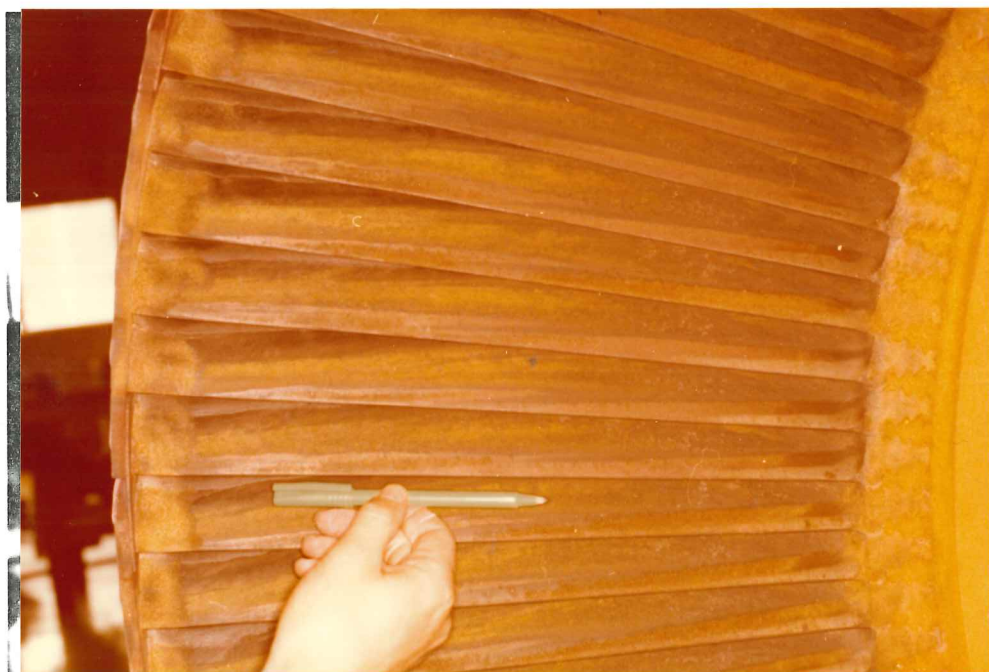


Mynd 71: 4. þrep, útstreymi.

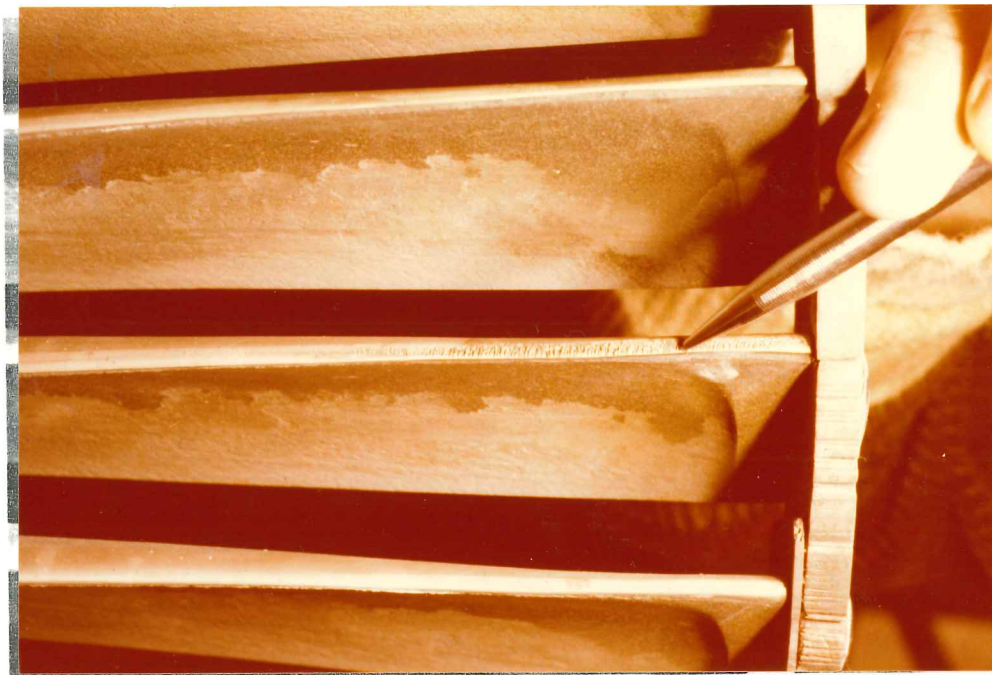


Mynd 72: 5. þrep, innstreymi.

Slitrákir í íhvolfi óverulegar og stefna nánast eftir endilöngu blaðinu. Frambrún blaðs er eydd því meir sem nær dregur erosions-skildinum.

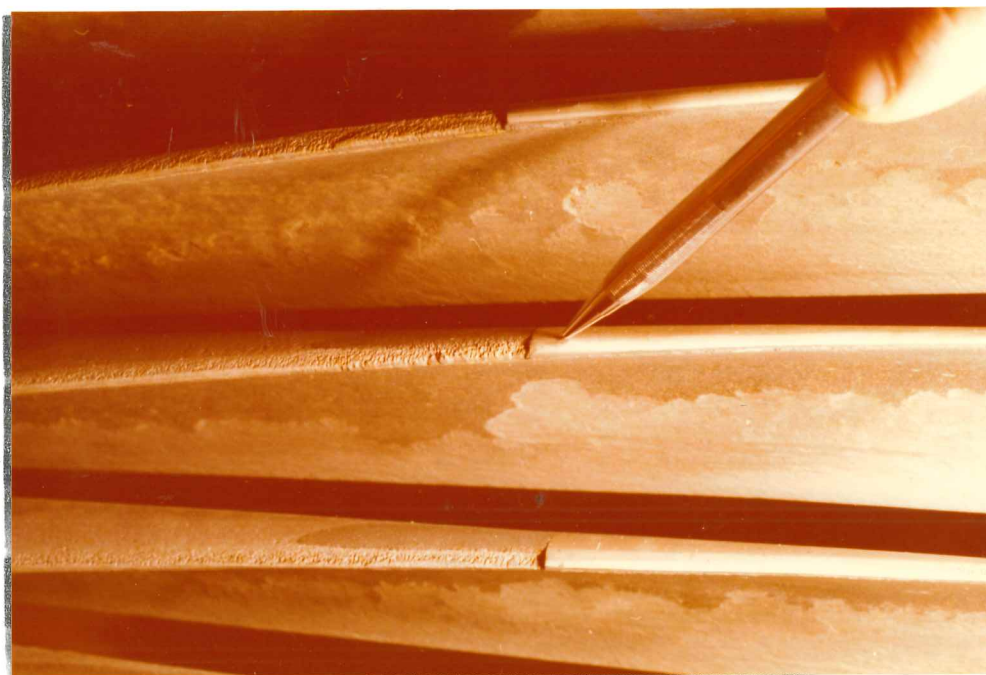


Mynd 73: 5. þrep, útstreymi.



Mynd 74: Stellite-skjöldur á frambrún 5. þreps.

Skjöldurinn sjálfur er eyddur á takmörkuðu svæði út við gjörð.



Mynd 75: Stellite-skjöldur á frambrún 5. þreps.

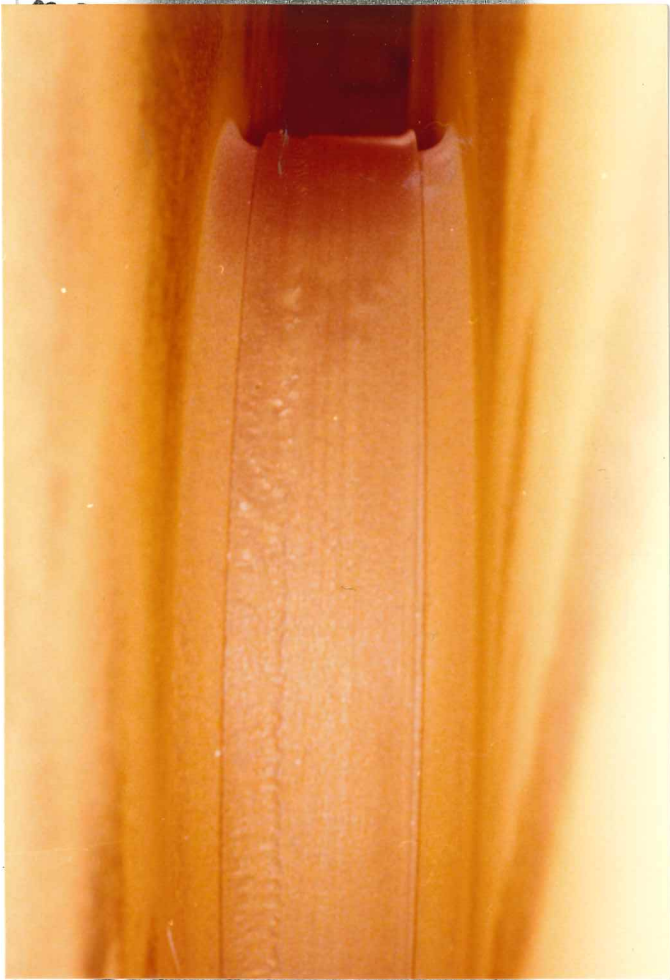
(Myndin er tekin við enda skjaldarins).

Skjöldurinn er festur á blaðbrúnina með silfurlóðningu. Svargráa húðin framan við pennaoddinn (sést betur á blaðinu fyrir neðan) er silfur.



Mynd 76: Nærmynd af 5. þrepi, útstreymi.

Penninn bendir á silfurhúð, sem er að flagna af. Ofar sér í bakbrún stellite skjaldarins. Hvað skeður, ef silfrið flagnar af alla leið að skildinum?



Mynd 77: Ás, milli 1. og 2. þreps.
Á móti þessum fleti kemur áspétting.



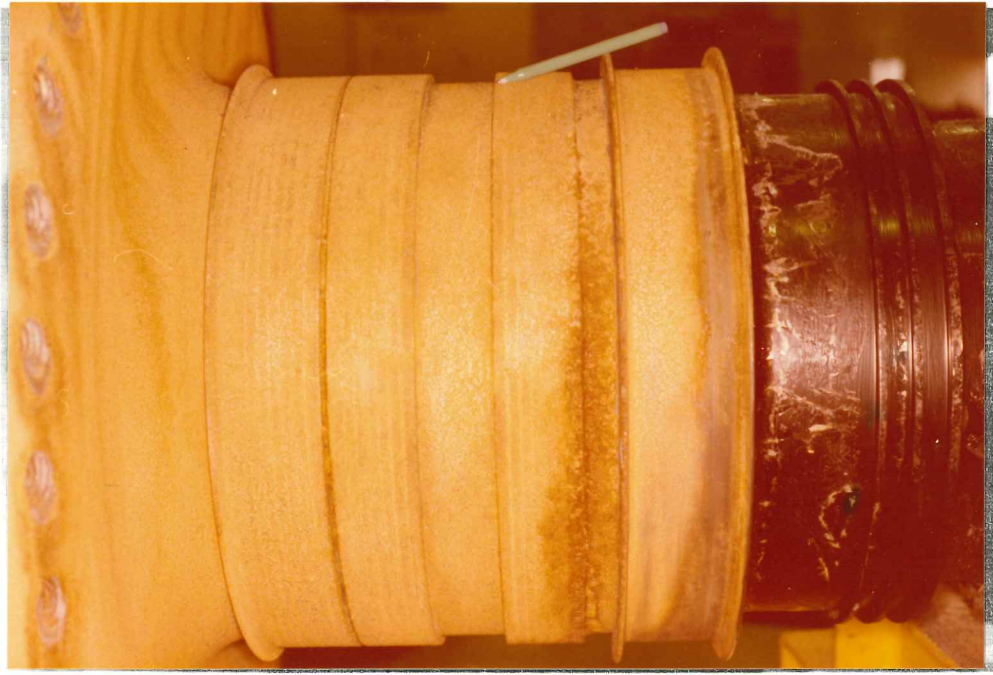
Mynd 78: Ás, milli 2. og 3. þreps.
Bent er á slitrónd (erosion).



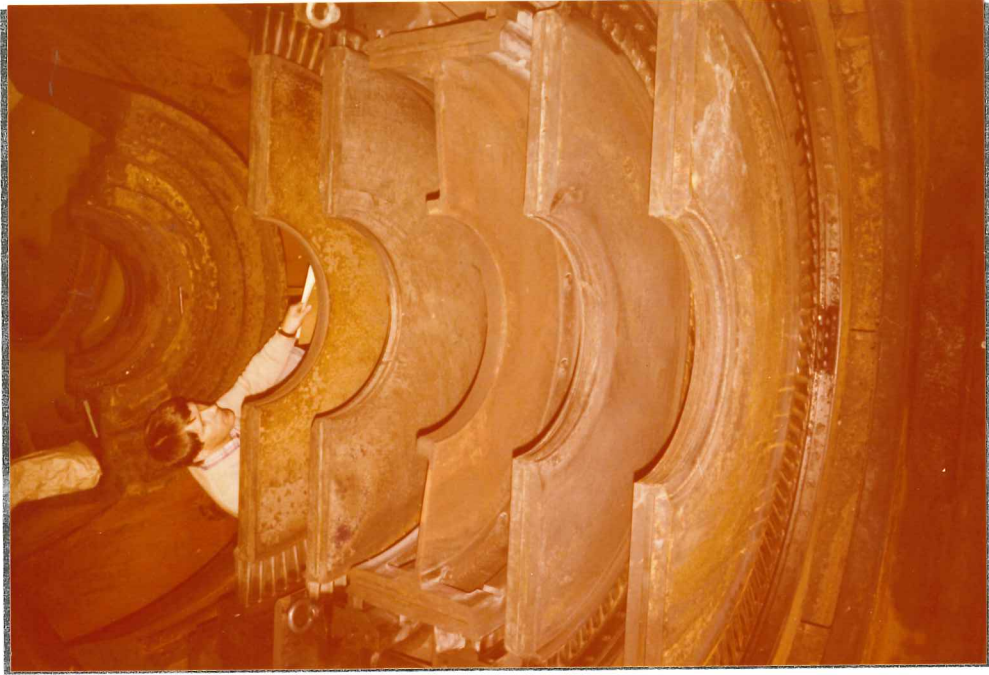
Mynd 79: Ás, milli 3. og 4. þreps.



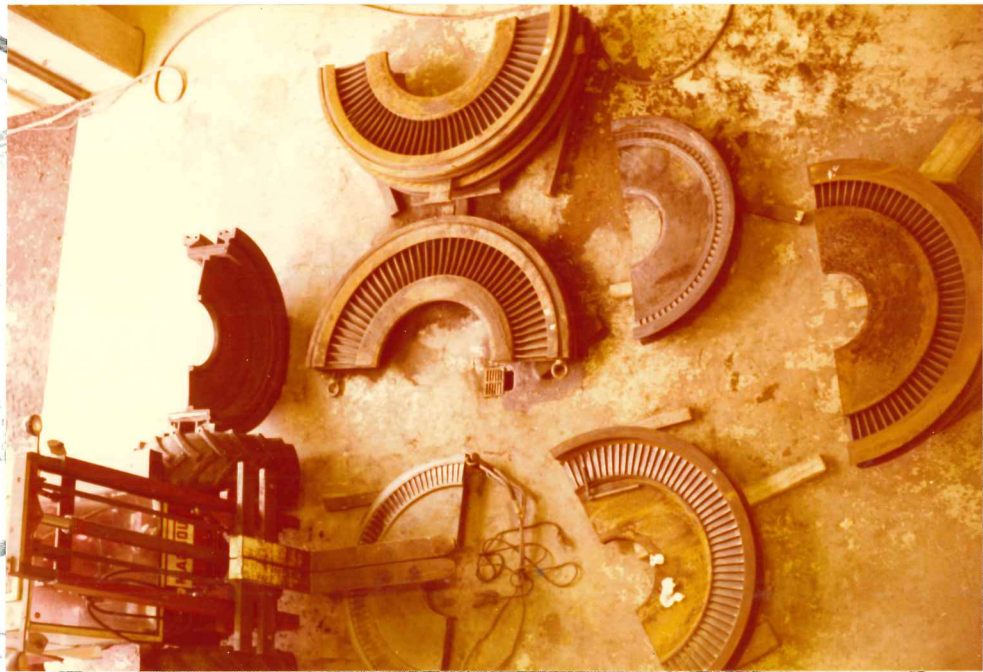
Mynd 80: Ás, milli 4. og 5. þreps.



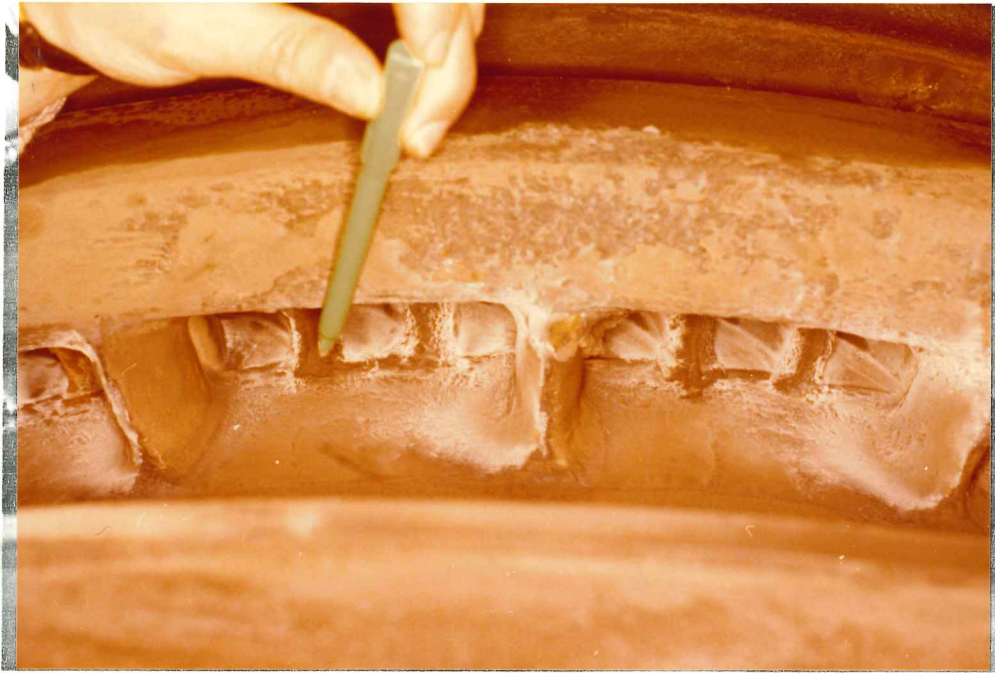
Mynd 81: Ás, gegnum áspéttingu.



Mynd 82: Efri hverfilhúshelmingur (á hvolfi).



Mynd 83: Vendiskóflukransar.



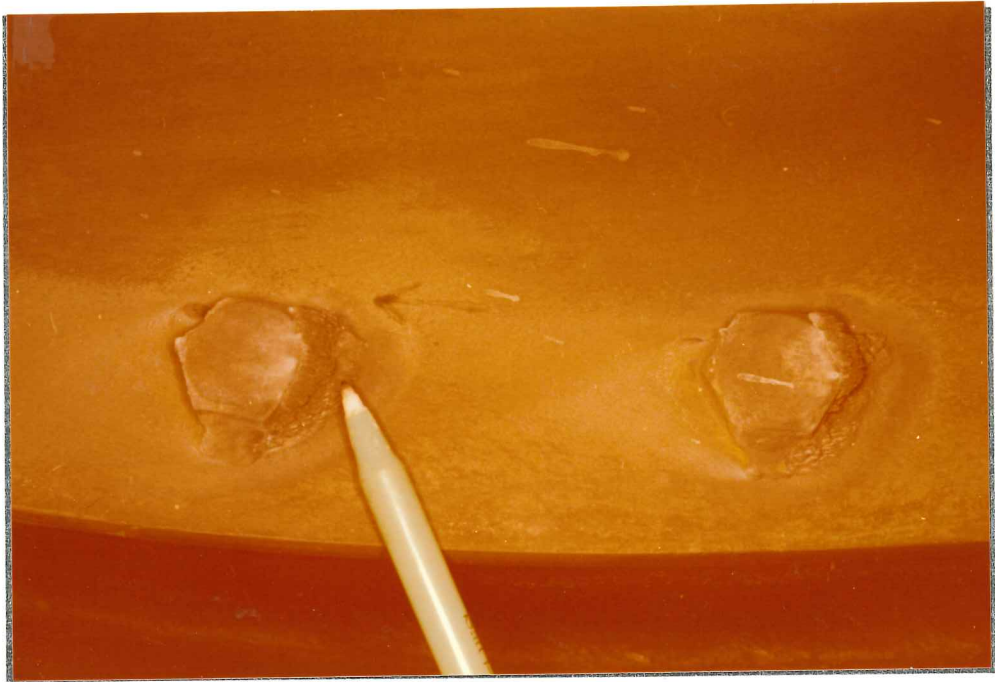
Mynd 84: Vendilskóflur framán við 1. þrep, innstreymi. (sjá að skotaefni, sem hrannast hafa upp, sérstaklega á frambrún skófla).



Mynd 85: Nærmynd af do.

Sýni voru tekin af aðskotaefni. Efnagreining sýndi:

Sýni nr.	FeS	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	SiO ₂
1	74%		17%	2%
2	28%	57%		2%
3	44%	46%		2%
4	82%		11%	2%



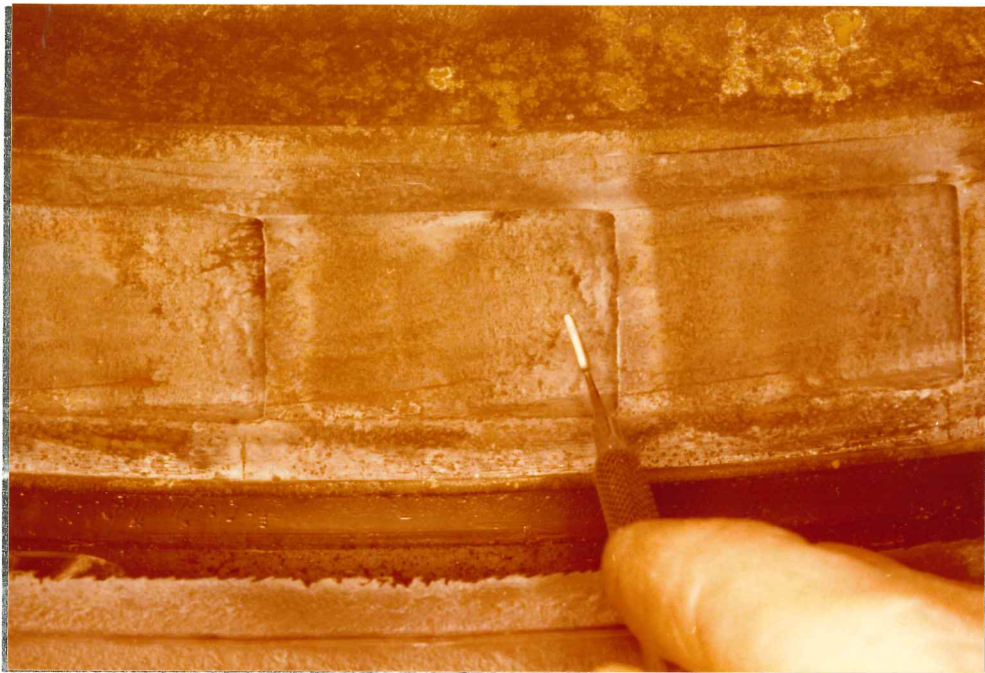
Mynd 86: Boltahaugar, sem halda blindplötum framan við 1. þreps
vendiskóflur (vegna hlutaálagsreksturs).

Hraukarnir hafa hlaðist upp á þeirri hlið sem snúa upp í
gufustrauminn.



Mynd 87: Þverskurður af aðskotaefni, sem hrannast hafði upp á vendiskóflu framan við 1. þrep.

Flagan til vinstri var framan á inntaksbrún vendiskóflunnar. Þverskurður sýnir þrjú rauð lög og þrjú svört (mikið þynnri). Rauði liturinn er af Fe_2O_3 og sá grásvarti af FeS (og Fe_3O_4). Fyrsta rauða lagið (næst þumalfingri) er þynnst, annað rauða lagið þykkara og það þriðja þykkst. Nærtækt er að tengja þessi lög við fyrstu, aðra og þriðju gangsetningu þ.e., 28. júlí 1977, 4. febrúar 1978 og 30. janúar 1979, og að hér sé um að ræða ryð úr gufuveitunni, sem upphaflega var fyrir hendi en sem myndaðist að nýju í síðari stoppum.



Mynd 88: Vendiskóflur framan við 1. prep, útstreymi.



Mynd 89: Do. (Ysta lagið skafið af, rautt lag fyrir innan).



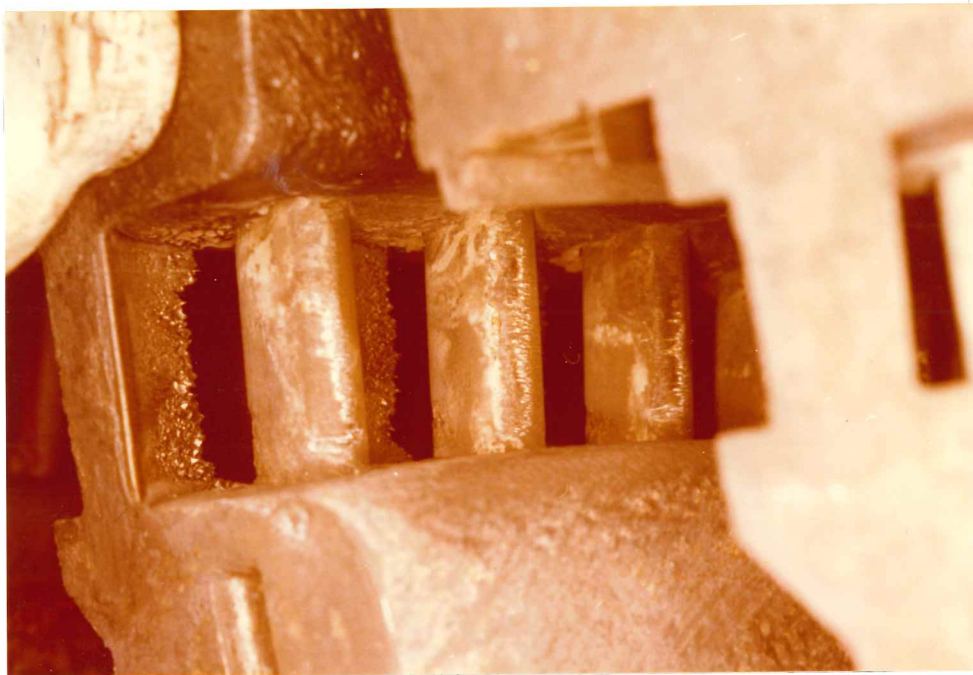
Mynd 90: Vendiskóflur framan við 1. þrep, útstreymi.

Myndin sýnir einnig ryðfrían hlífðarhring, skrúfaðan á húsið. Í hringnum eru grópaðar tvær þéttigjarðir, (sjást sitt hvoru megin við skrúfuhönd) til þéttingar að gjörð 1. ásprefs.



Mynd 91: Sama og að ofan.

Sjá má, að þéttigjarðirnar eru heillegar.



Mynd 92: Vendiskóflur framan við 2. þrep, innstreymi.
Greinilega sést hversu bakbrún er slitin.



Mynd 93: Vendiskóflur framan við 2. þrep útstreymi.

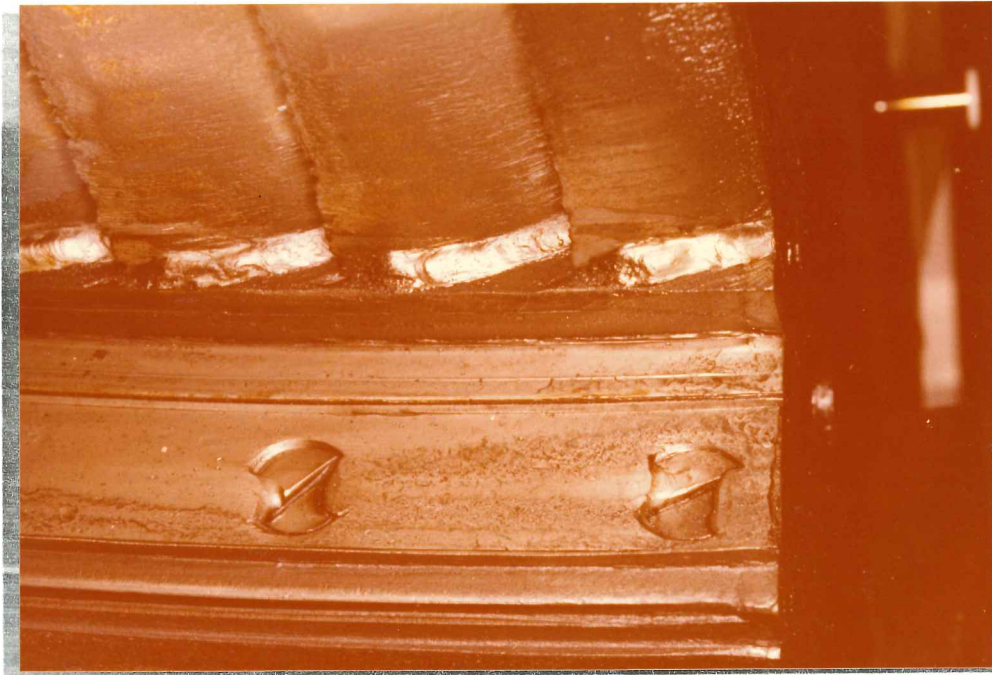


Mynd 94: Vendiskóflur framan við 2. þrep, útstreymi.

Þetta er verst farni staðurinn í vélinni. Þéttigjarðir eru slitnar niður.



Mynd 95: Sama og að ofan (bakkantur blaðanna er sérlega illa farinn)



Mynd 96: Vendiskóflur framan við 3. þrep, útstreymi.

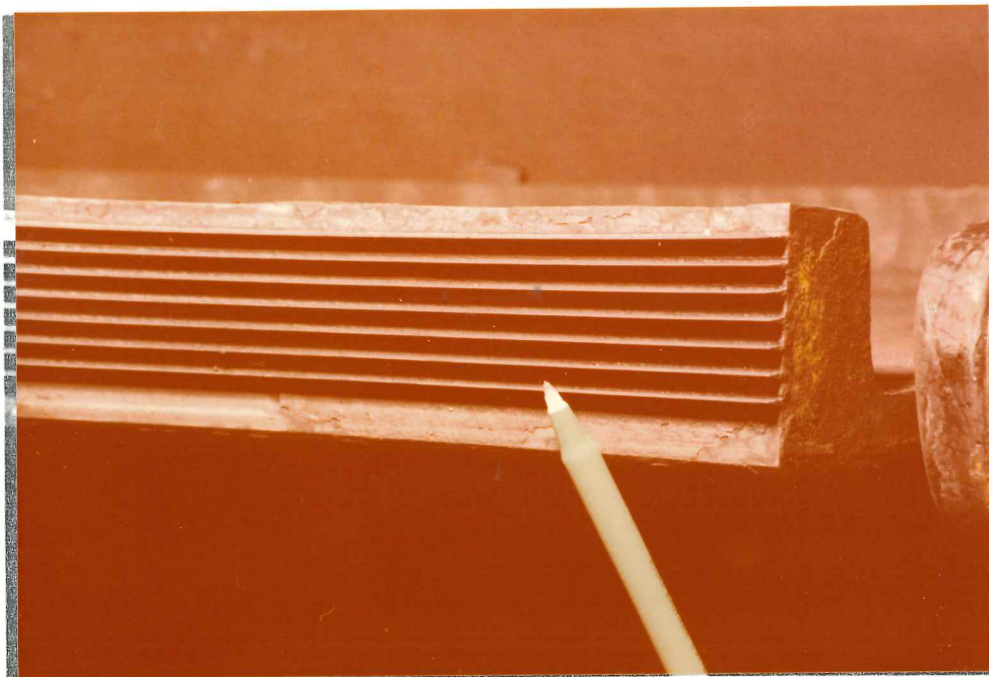


Mynd 97: Sama og að ofan.

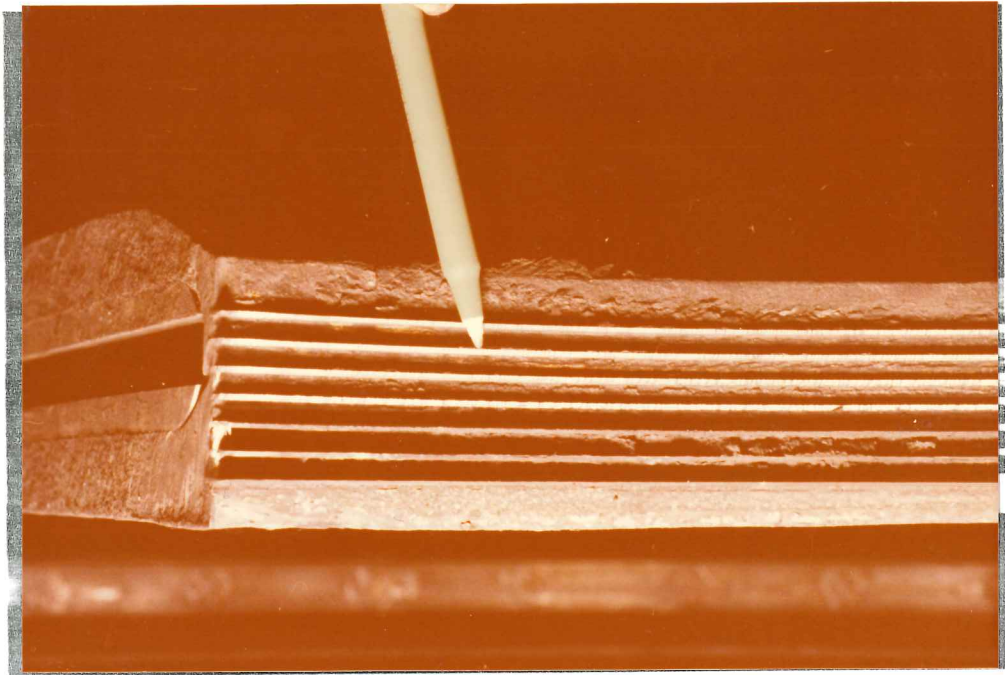


Mynd 98: Vendiskóflukransar framan við 1. og 2. þrep.

Áspéttingar til vinstri á myndinni. Skilplata m/áspéttingu fremst.

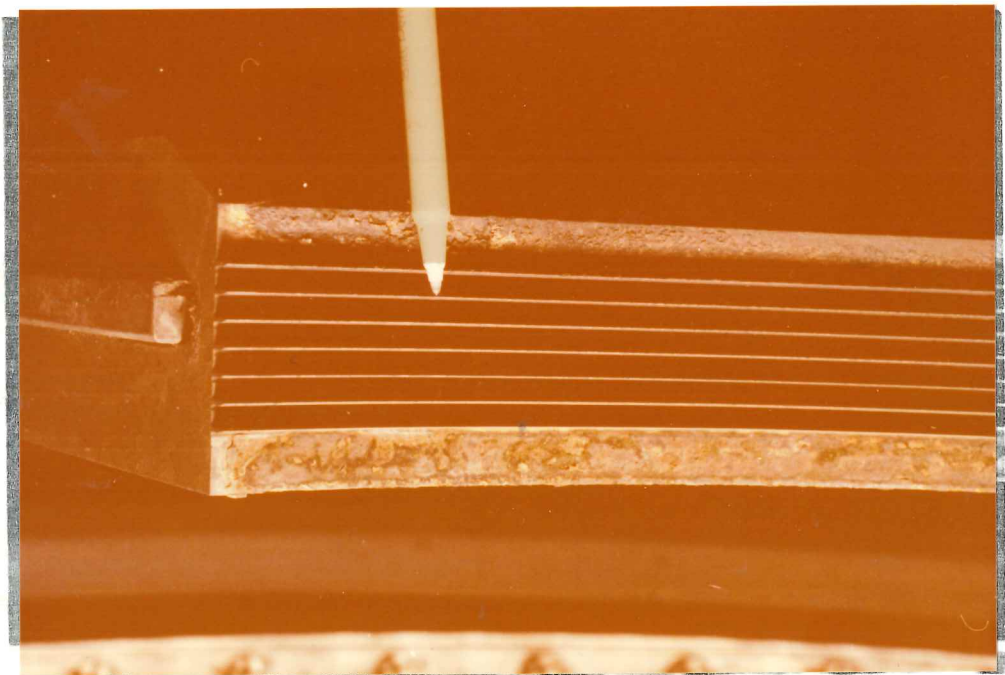


Mynd 99: Áspétting í miðju hverfils.

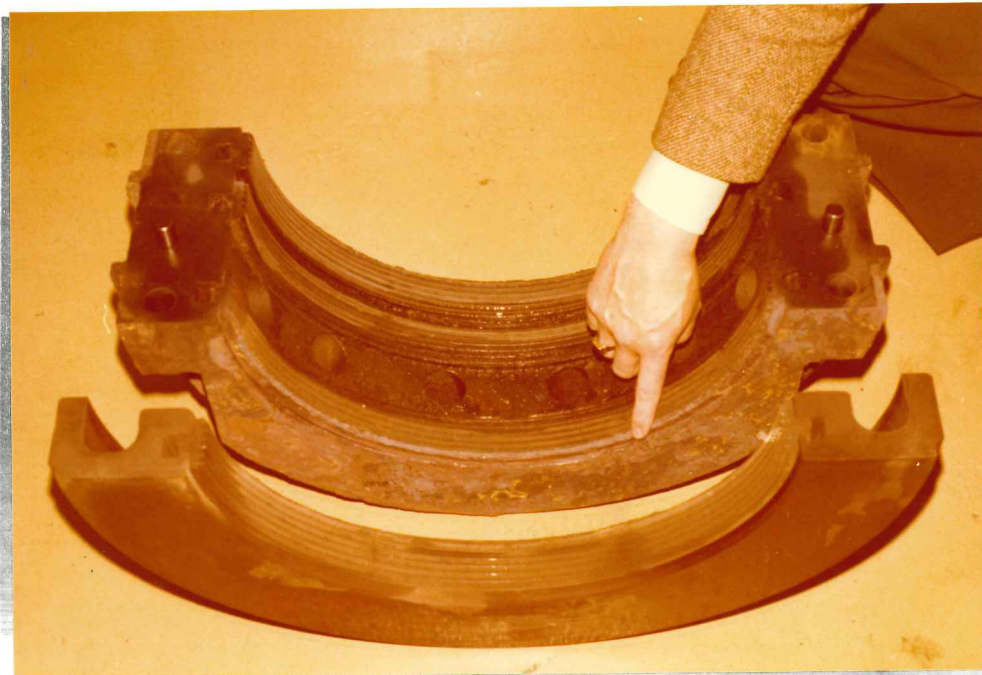


Mynd 100: Áspétting milli 1. og 2. preps.

Þéttikambar eru slitnir sbr. mynd 77, sem sýnir samsvarandi hluta á ásnun.



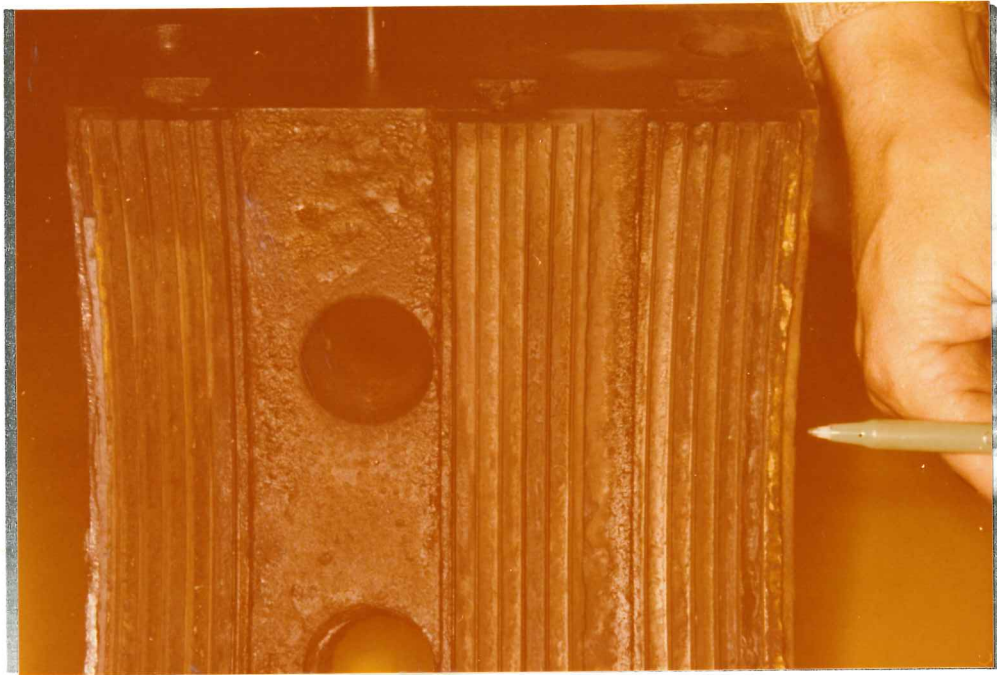
Mynd 101: Áspétting milli 2. og 3. preps.



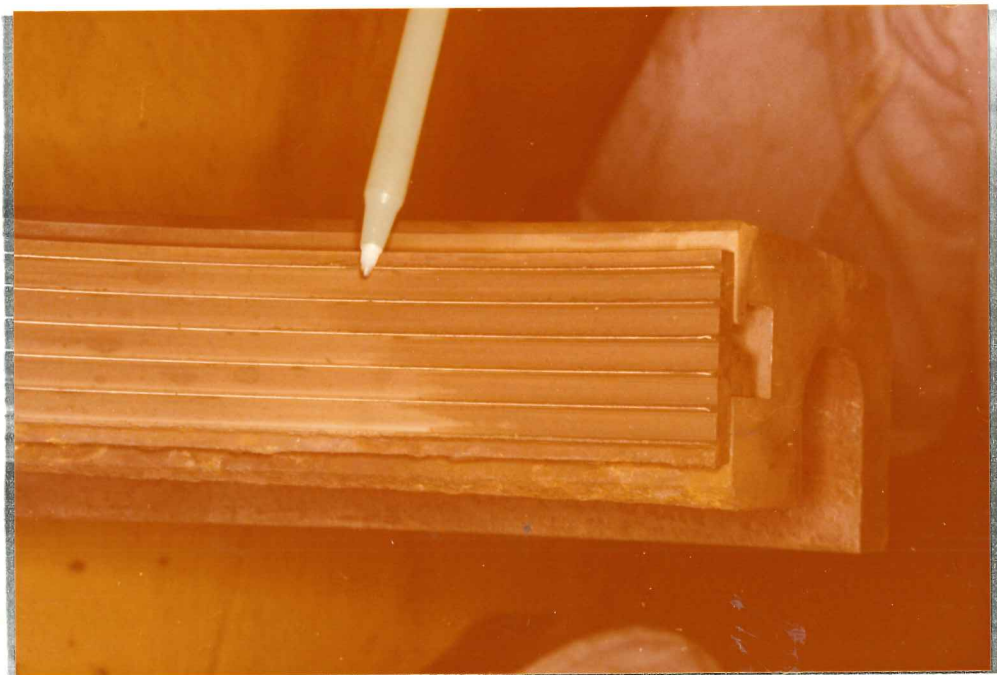
Mynd 102: Áspétting í hverfilhúsi (við ásenda).

Horft er inn eftir ás (inn í hverfilhús). Þéttigufu er hleypt inn um götin, sem sjást innan við þéttiprepið, sem bent er á. Gufan streymir annars vegar inn í vélina gegnum innstu tvö ásþéttiprepin og hins vegar út gegnum næstysta þéttiprepið. Loft streymir inn eftir ás gegnum ysta þéttiprepið. Blanda gufu og lofts er sögið úr hólfu, sem bent er á, eftir sérstakri pípu að sogdælu (ejektor).

Eins og sjá má, er ryðmyndum veruleg í hólfinu, þar sem gufa og loft mætast. Áspéttiprepin eiga að fjaðra í bökkunum en voru öll föst, nema það ysta.



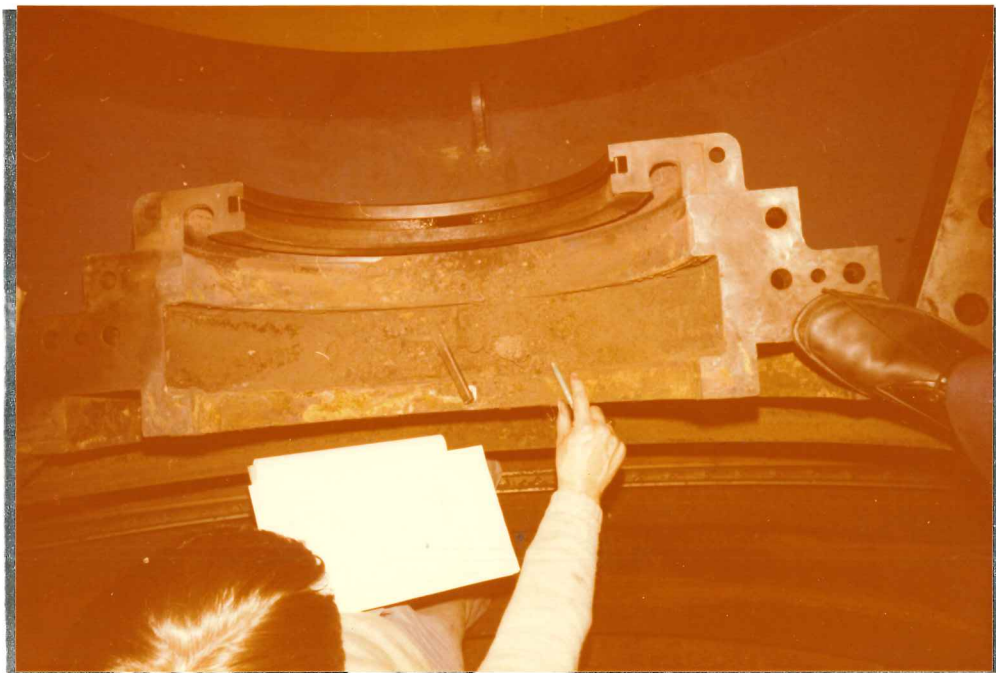
Mynd 103: Nærmynd af þremur innstu ásbéttiprepunum.
Göt fyrir þéttigufu sjást greinilega.



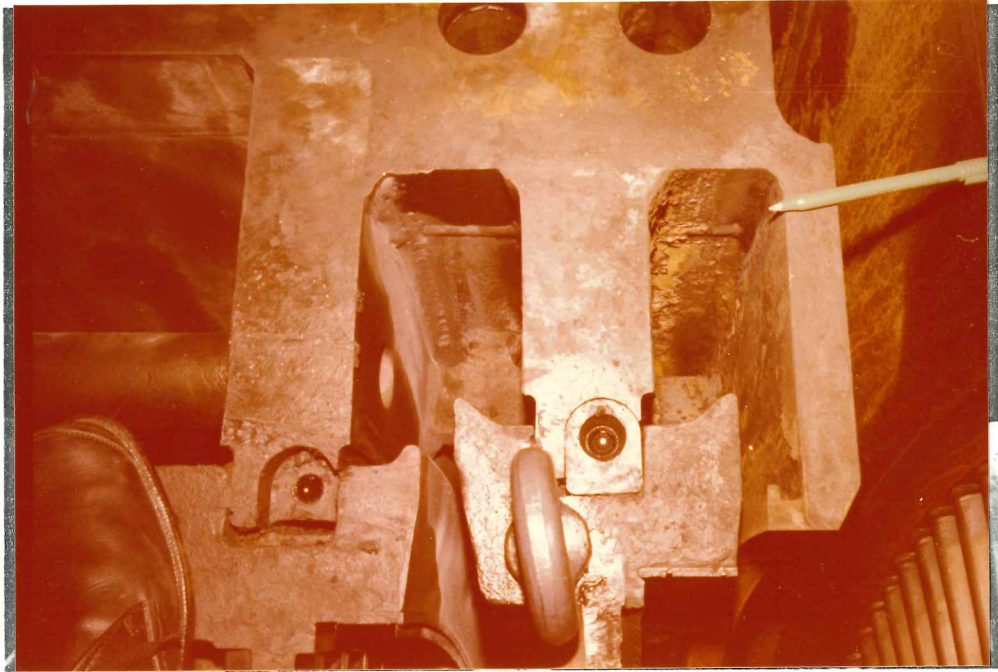
Mynd 104: Nærmynd af ysta ásbéttiprepi.
Gegnum þetta prep fer aðeins loft.



Mynd 105: Nærmynd af tæringu í hólfi milli áspéttiprepa, þar sem mætast gufa og loft.



Mynd 106: Áspéttibakkar sitja í þessum haldara í hverfilhúshelmingnum.



Mynd 107: Hábrýstigufuinntak lengst til vinstri. Lágbrýstigufuinntak lengst til hægri (þar sem penninn liggur yfir). Hólf á milli er fyrir vatn, sem kastast frá 1. og 2. þrepi.

Sýni var tekið úr hólf, sem penninn bendir á (við 2. þrep). Efnagreining gaf eftirfarandi til kynna: 60% FeS, 15% FeS₂, 11% Fe₃O₄, og 2% SiO₂.



Mynd 108: Þéttigjörð við 1. þrep.

Tekið var sýni af óhreinindum sem vasaljósið bendir á. Efnagreining: 84% Fe₂O₃, 11% FeS, 2% SiO₂.



Mynd 109: Séð ofan í útblásturshús hverfils. Eimsvali fyrir neðan.

Tæring er töluverð á útblásturshúsinu, en hún verður fyrst og fremst eftir stöðvun, þegar súrefni kemst að. Þurrkun á vél með heitum loftblæstri strax eftir stöðvun, myndi minnka þetta vandamál verulega.



Mynd 110: Sprunga í blýmembru. (Springur, ef eimsvaþaprýstingur fer yfir ákveðið hámark).



Mynd 111: Eimsvali að innan.

Ekki sá á ryðfríu efni eimsvala.



Mynd 112: Tekin voru sýni af aðskotaefni (svartar flögur) í soghólfum fyrir dælur (undir grindum).

Efnagreining sýndi eftirfarandi: 62% Fe, 18% Fe_3O_4 , 17% FeS, 3% SiO_2 . Neðan vatnsborðs er grá leðjuútfelling eins og sést á myndinni.



Mynd 113: Sandblástursbúnaður.

Sandblásið var með háþrýstivatni, sem er blandað sandi. Myndir af kyrrum hverfilhlutum hér að framan voru teknar fyrir hreinsun, en hverfilásinn hafði verið hreinsaður. Hér á eftir fara myndir, er sýna hluti eftir hreinsun og viðgerðir.

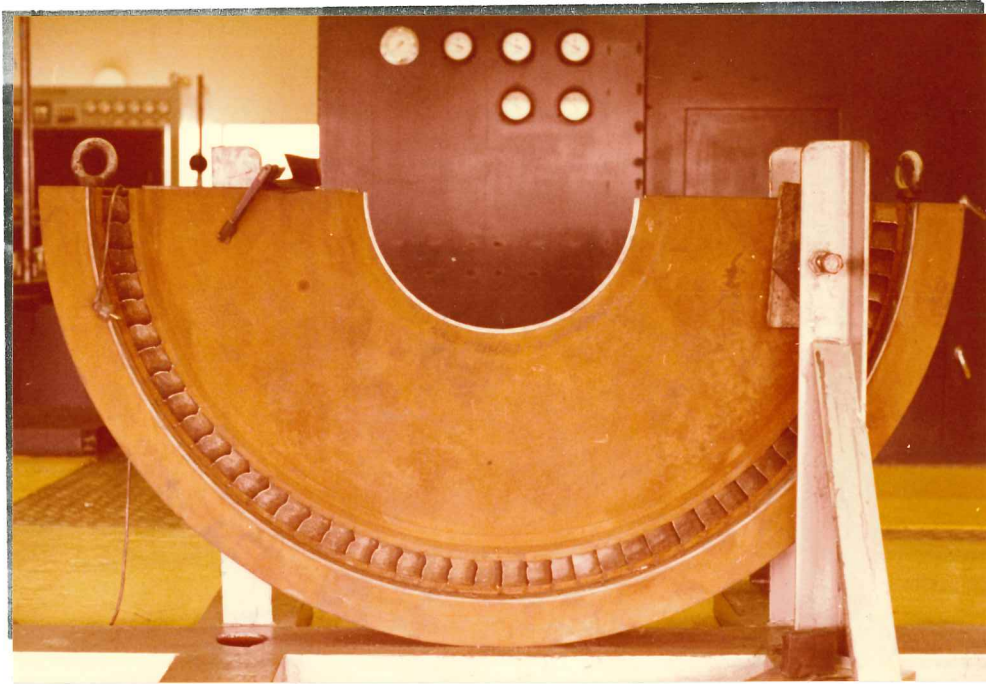


Mynd 114: Vendiskóflukrans framan við 2. þrep.

Framan við inntaksskóflur 1. þreps lengst til vinstri var blindplata, þ.e. gufustreymi var ekkert þar í gegn, þess vegna eru skóflur skermdar á þessu svæði.



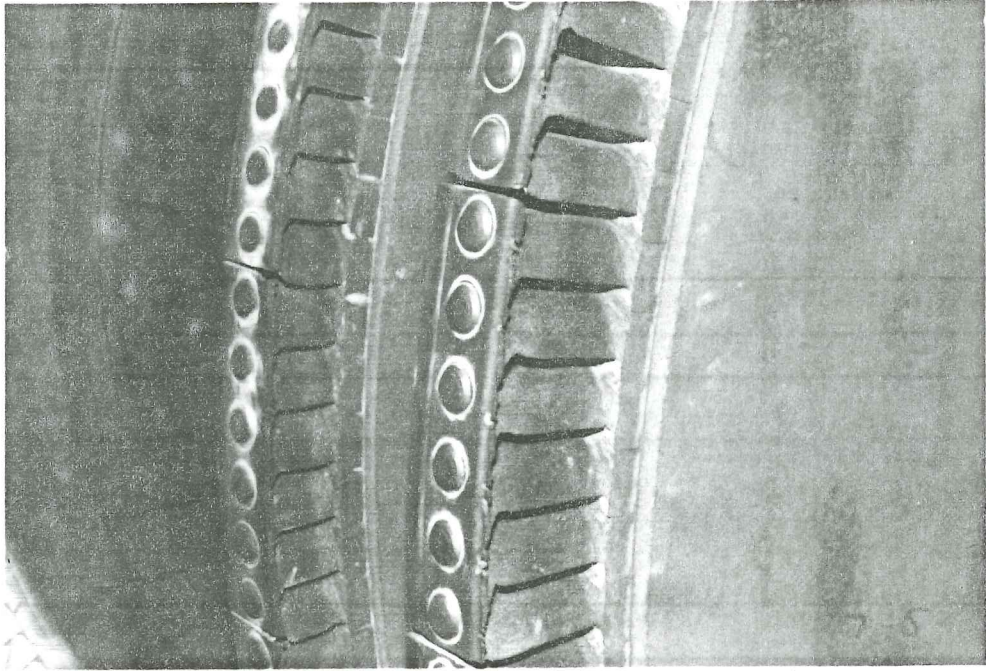
Mynd 115: Nærmynd af skóflum, þar sem engin gufa streymdi í gegn.



Mynd 116: Vendiskóflukrans framan við 2. þrep, útstreymishlið.
Mikið slit er á bakkanti skófla.

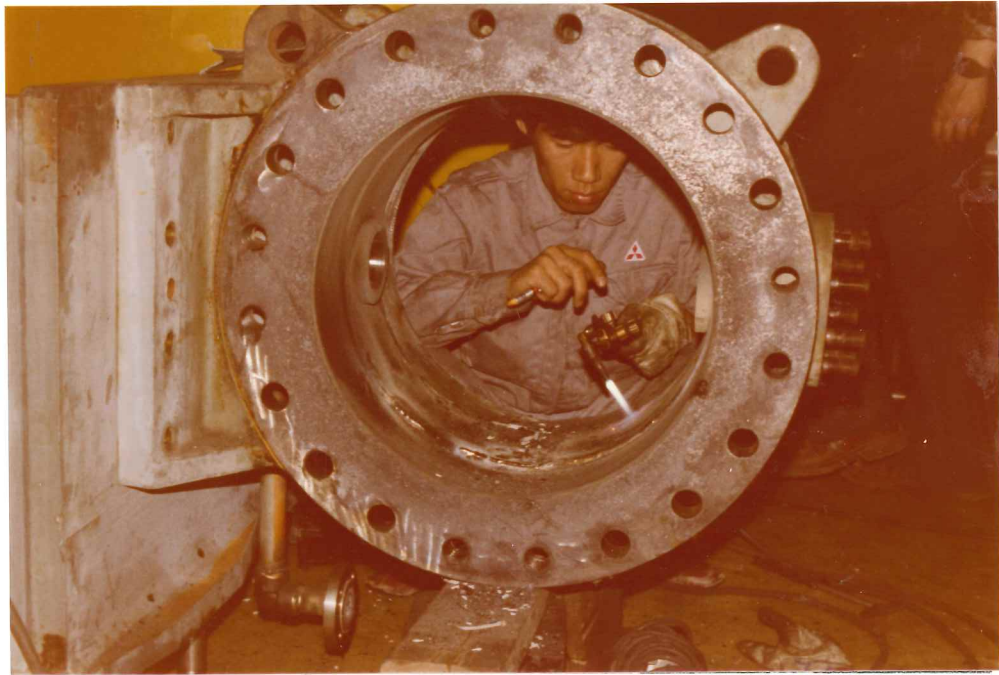


Mynd 117: Nærmynd af skóflum, þar sem gufustreymi var í gegn.
Hvassar brúnir á bakkanti skóflanna voru sorfnar með
þjöl.

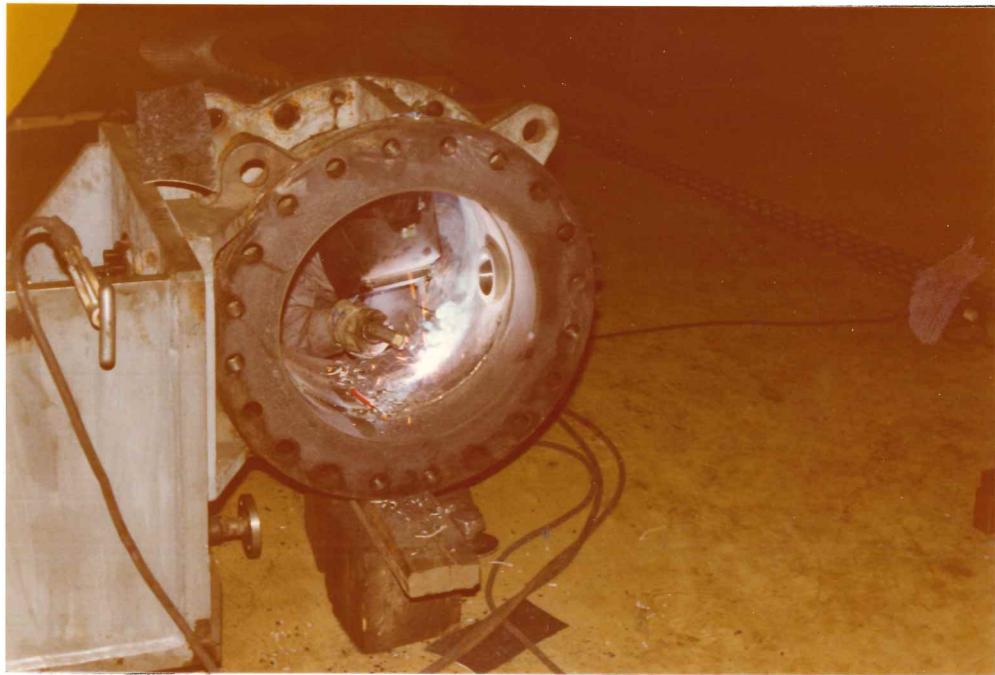


Mynd 118: Útstreymishliðar 1. og 2. áspreps.

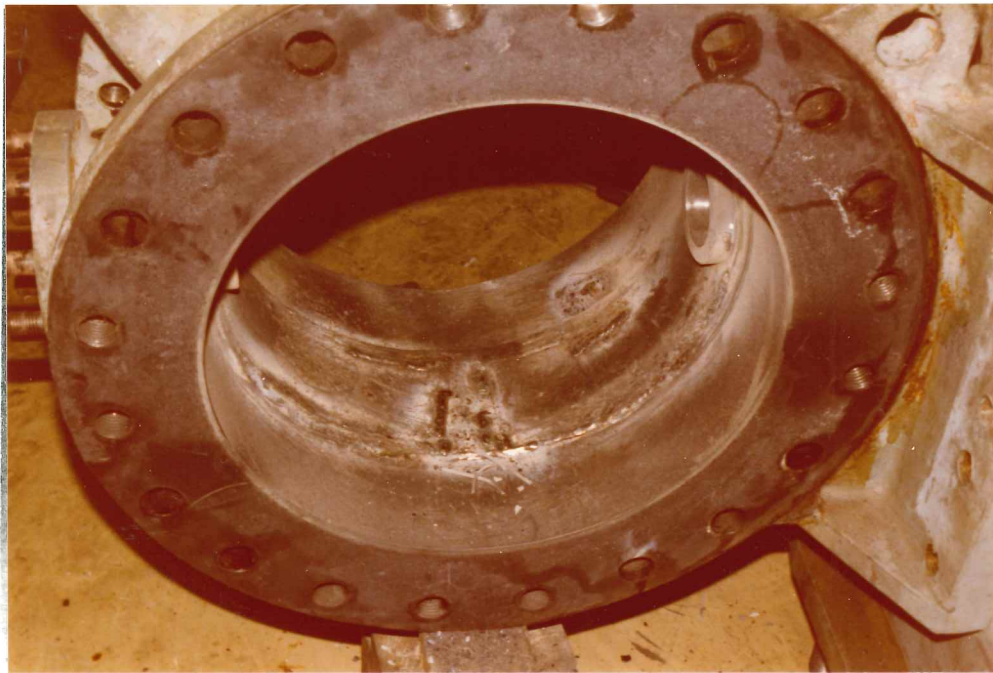
Verstu agnúar blaðbrúnanna hafa verið fjarlægðar með þjöl.



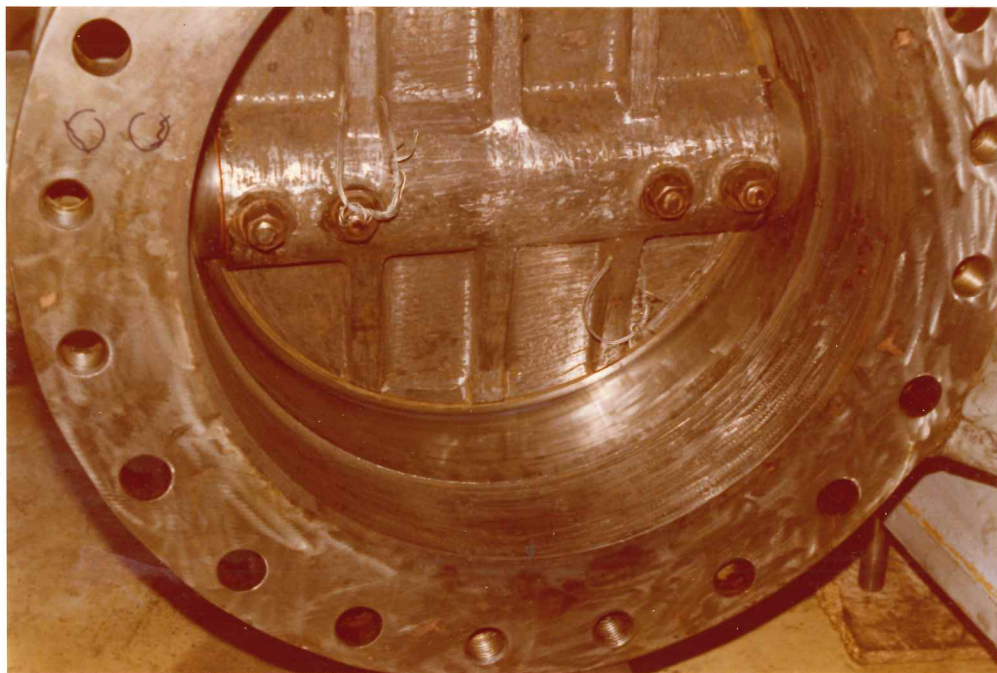
Mynd 119: Stjórnlokar forhitaðir fyrir harðsuðu.



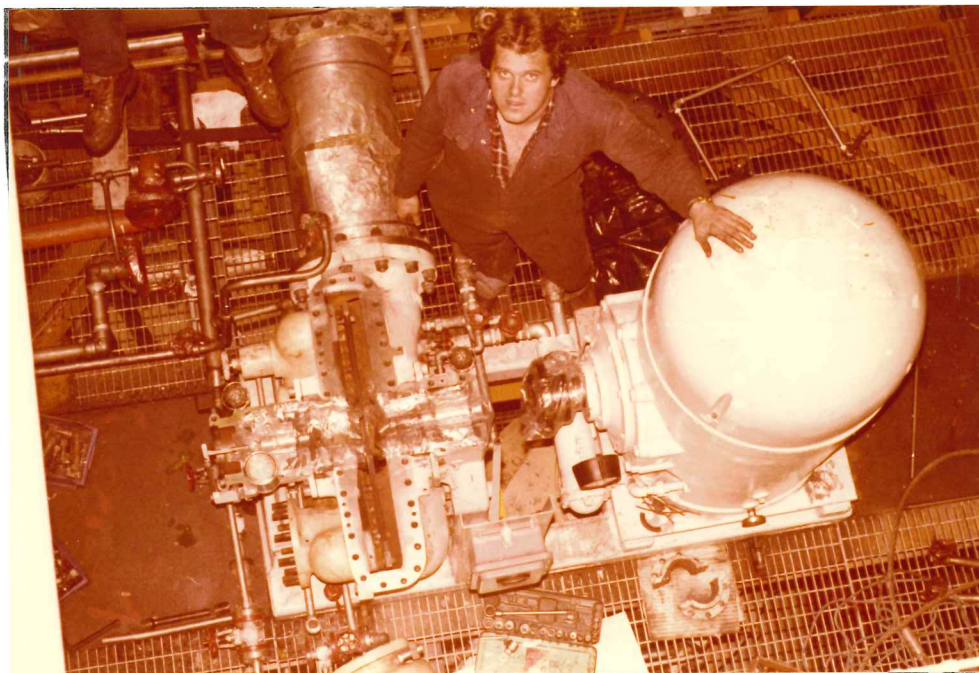
Mynd 120: Unnið að harðsuðu.



Mynd 121: Harðsuðu lokið. Slípun hefst.

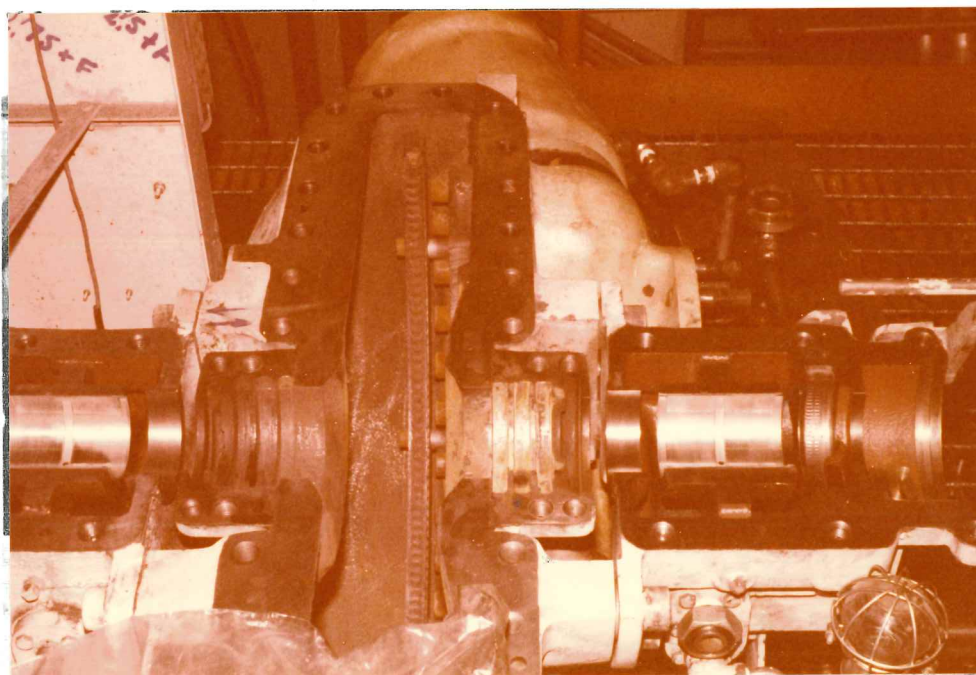


Mynd 122: Viðgerð lokið.



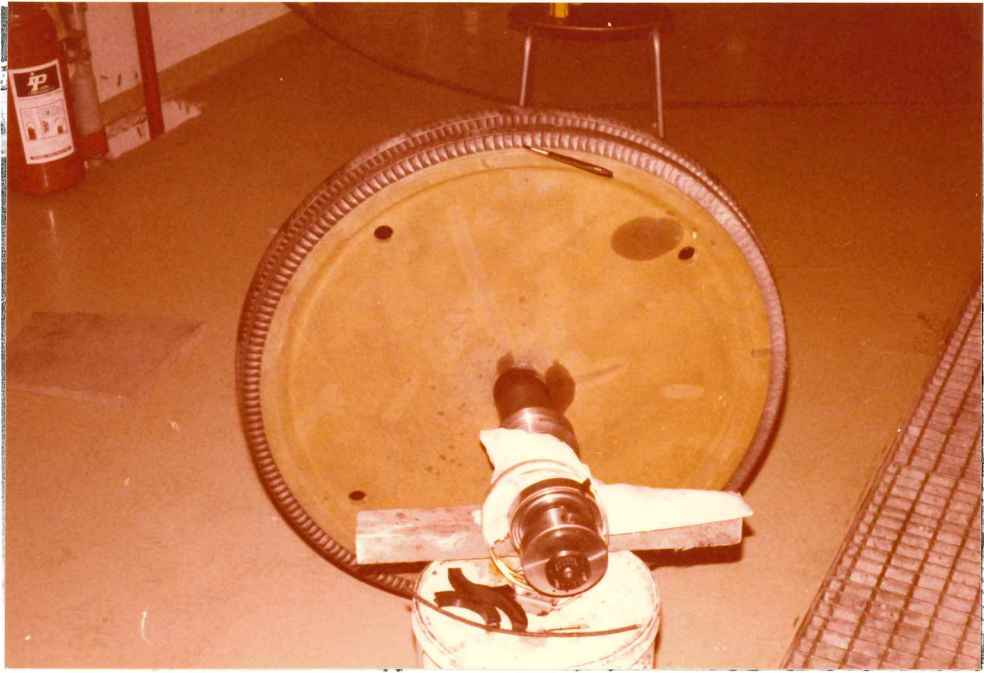
Mynd 123: Elliot-gufuhverfill tengdur kælivatnsdælu.

Efra lok og ás hefur verið fjarlægt. Hverfillinn er notaður við gangsetningar stöðvarinnar, þar til rafall fer að framleiða.

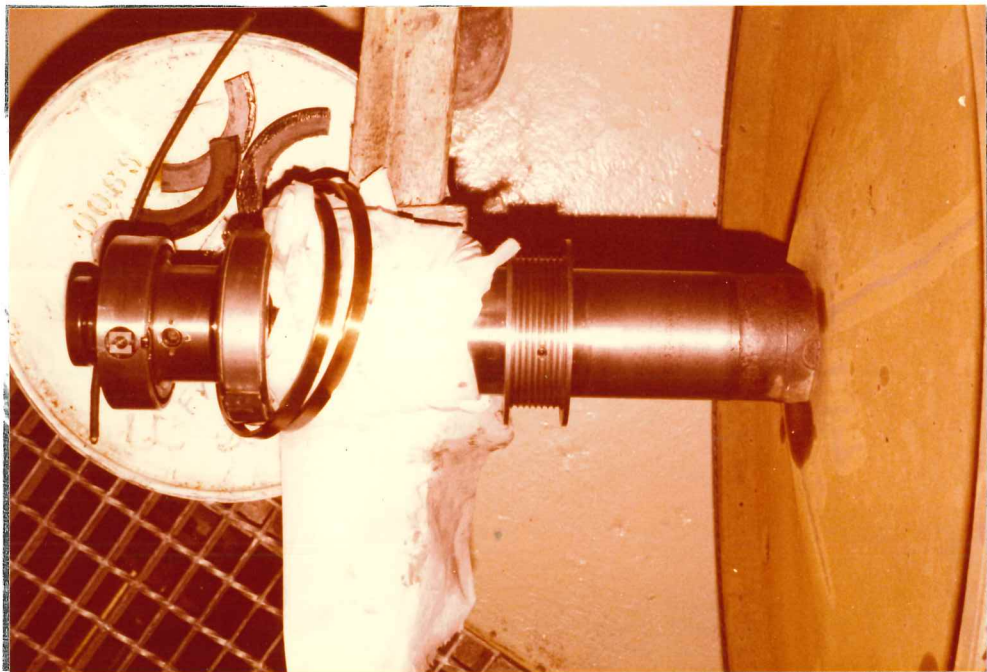


Mynd 124: Nærmynd.

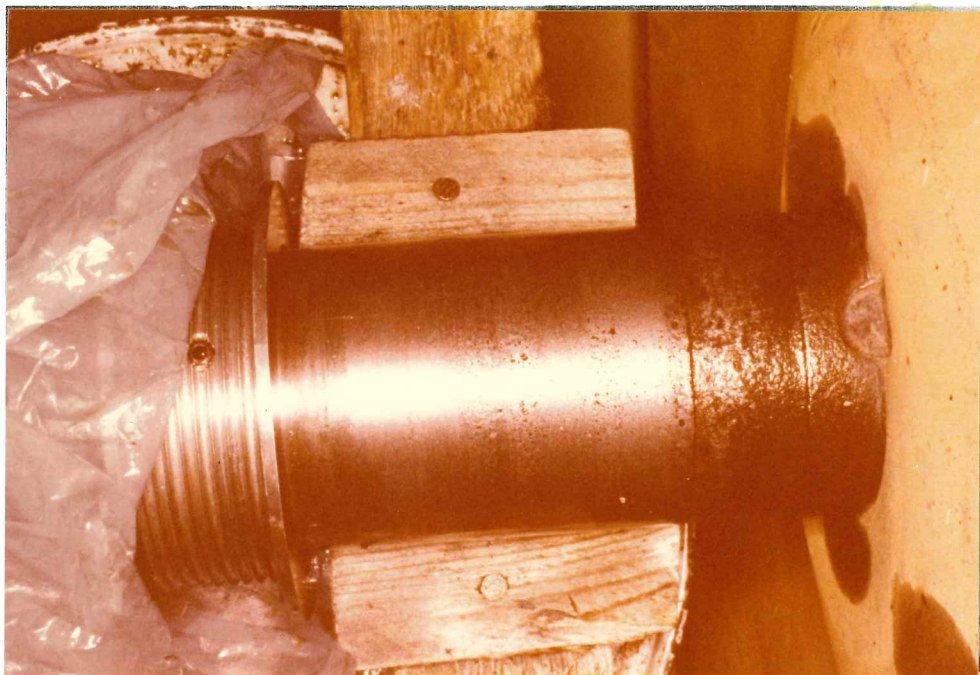
Spor fyrir kolahringi (áspéttingar) sjást innan við legur. Hringirnir voru fastir.



Mynd 125: Hverfilhjól og ás.

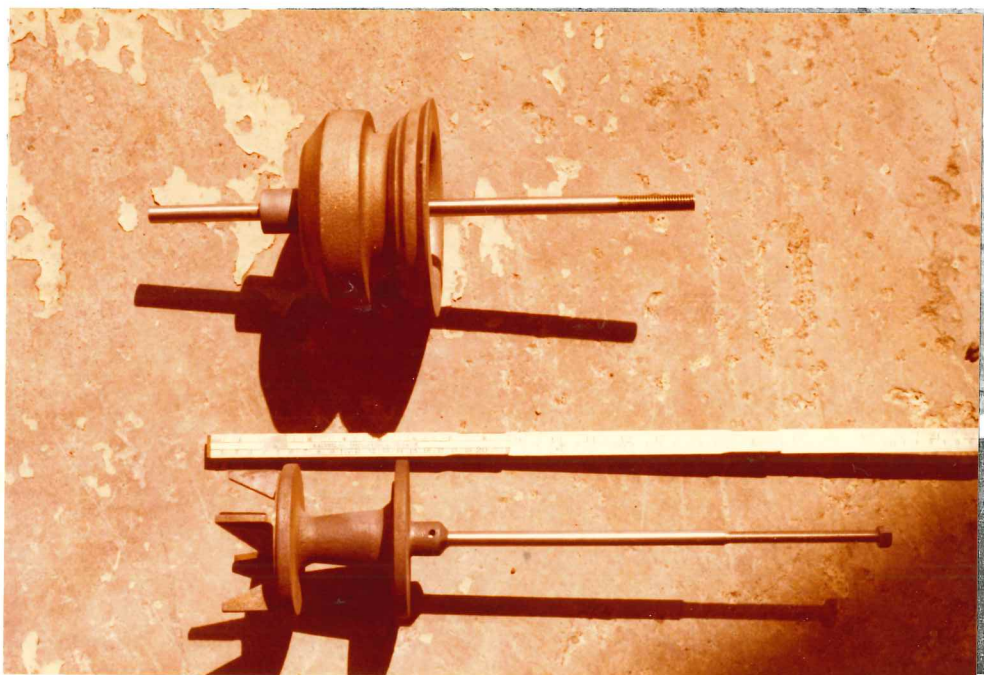


Mynd 126: Hverfilás með smurhringjum. Kolapéttingar í baksýn.



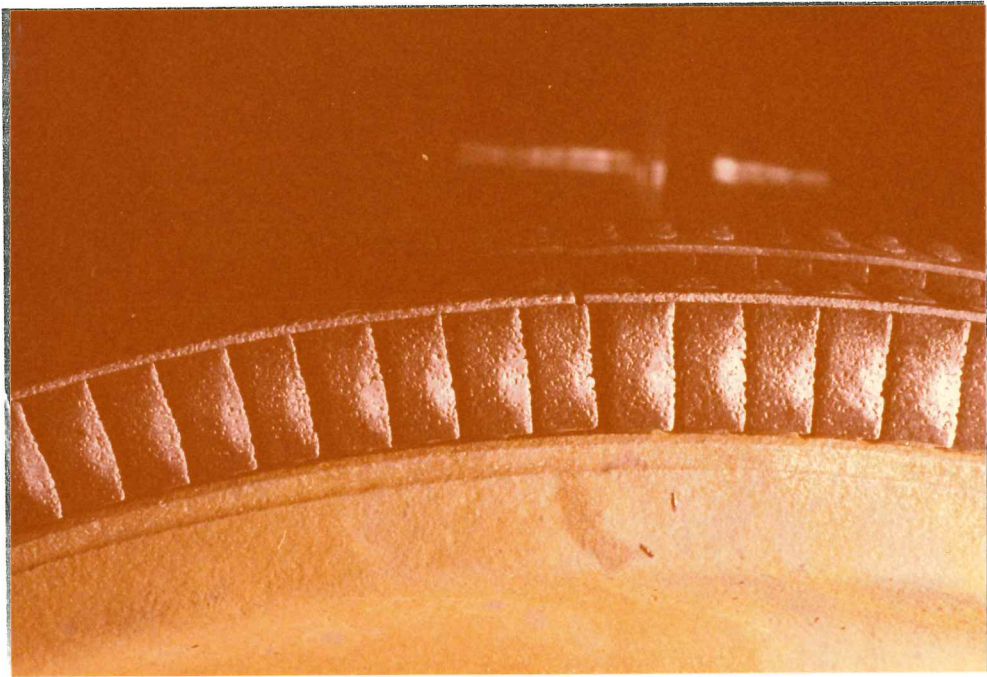
Mynd 127: Nærmynd af ás gegnum kolahringjapéttingar.

Tæringarpyttir eru í ásnunum, ekki hvað síst upp við hjólið.



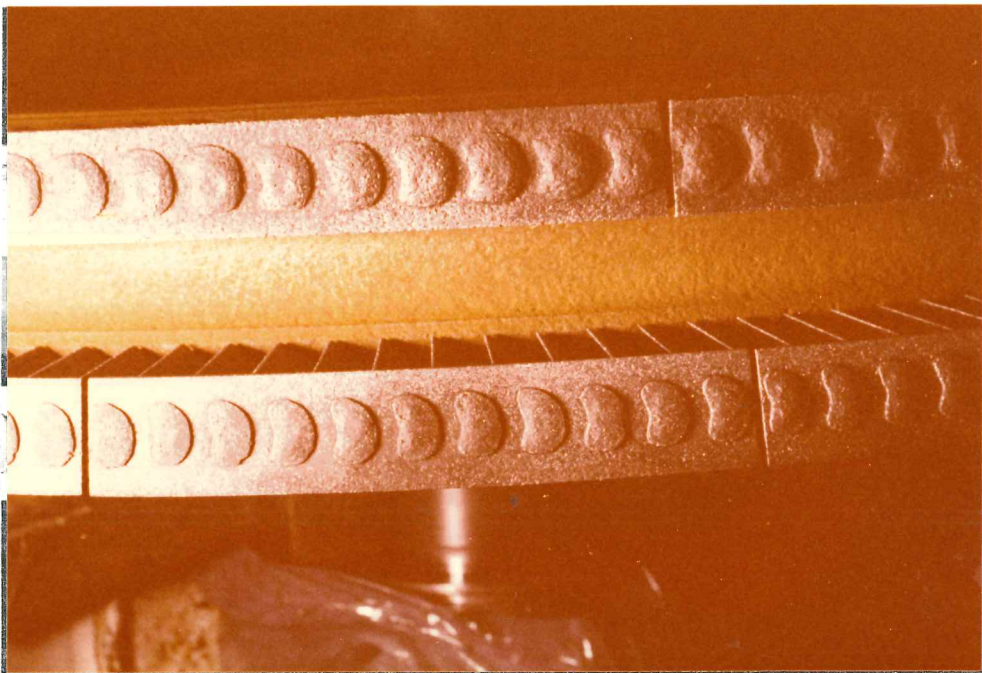
Mynd 128: Neyðarlokakeila efst. Stjórnlokakúla neðst.

Skipt hefur verið um spindla.

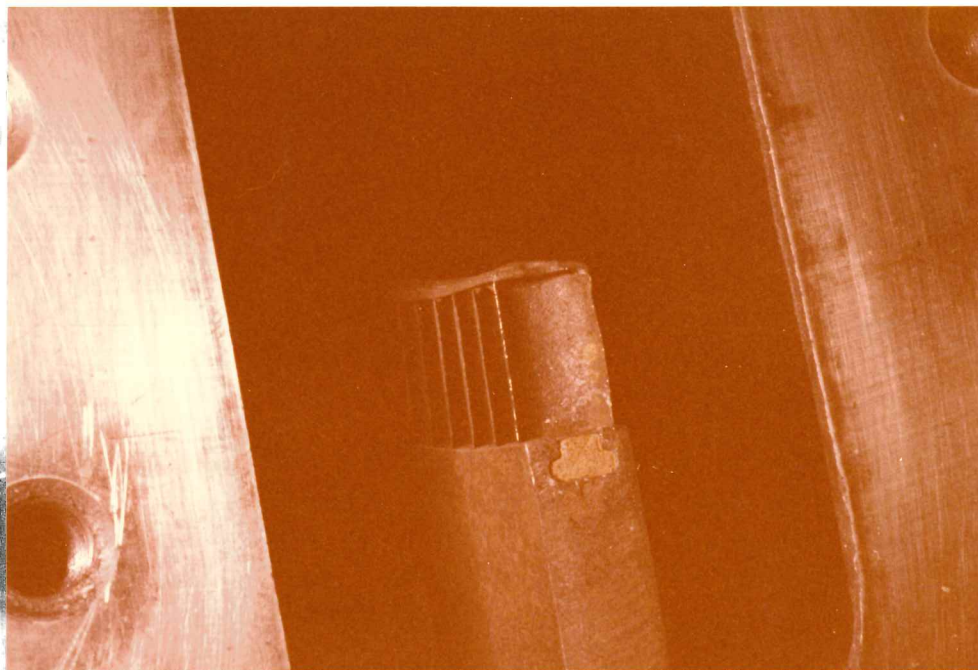


Mynd 129: Innstreymishlið, 1. þrep.

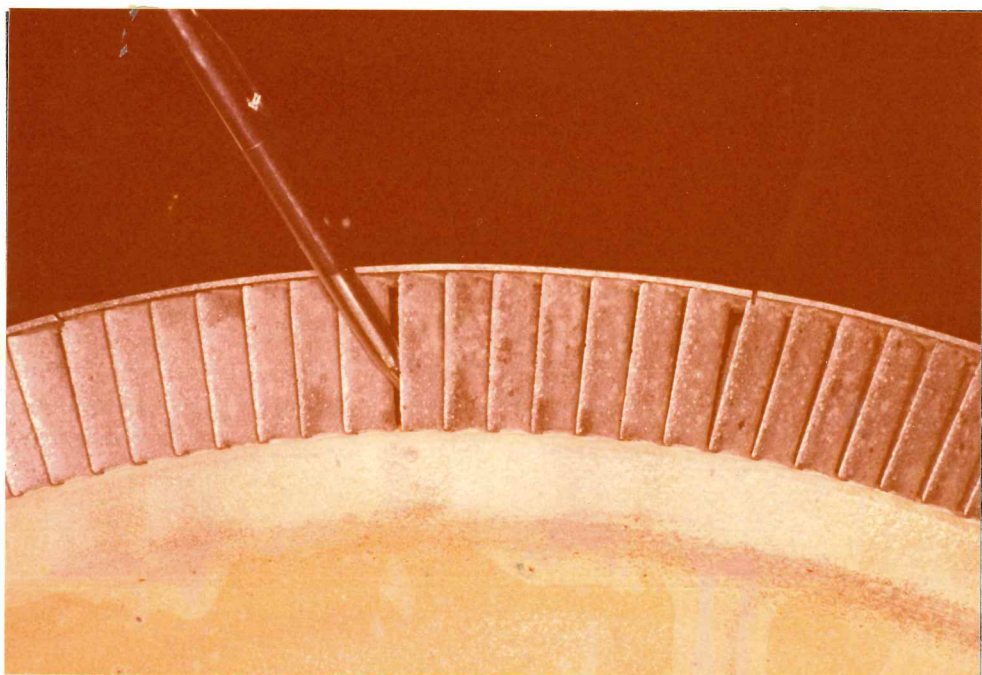
Pytttæring veruleg, frambrúnir skófla beygðar.



Mynd 130: Skóflugjarðir, 1. og 2. þrep. (pyttatæring).



Mynd 131: Vendikrans (tæring mikil).



Mynd 132: Útstreymishlið, 2. þrep.

HVERFILL LAXÁRVIRKJUNAR.

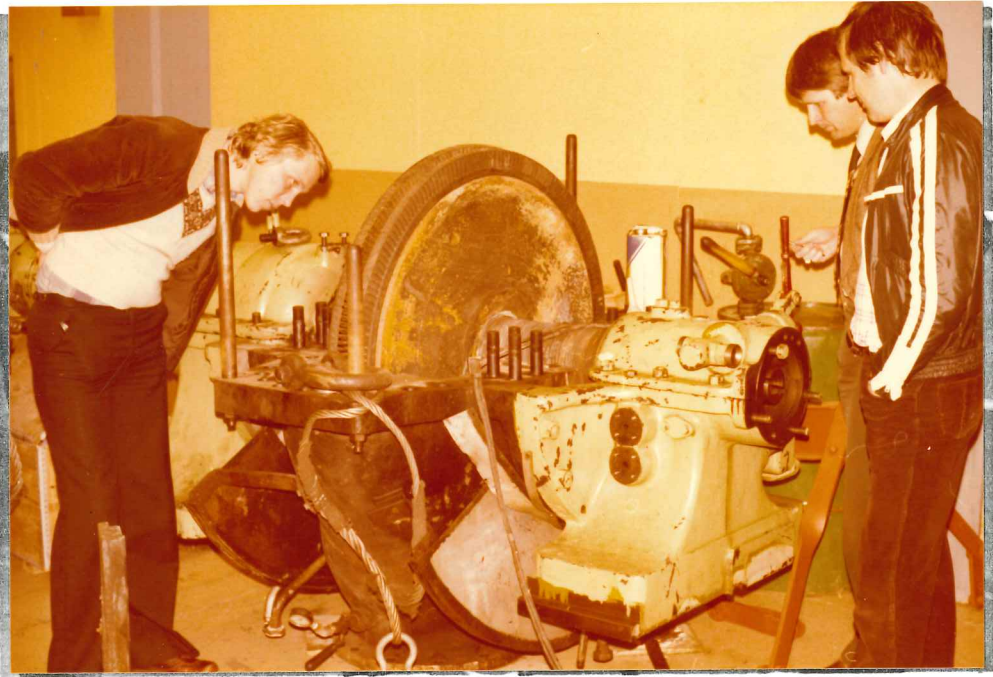
Framleiðandi: British Thomson Houston
Smíðaár: 1932 (Breyting 1968, 1971)
Afköst 3MW (við núverandi aðstæður)
Snúningshraði: 3000 sn/min
Inntaksþrýstingur: 9-10 bar abs
Gufunotkun: ca 14 kg/s
Bakþrýstingur: ca. 1,1 bar abs.
Þrepafjöldi: Curtis, 2 raðir.



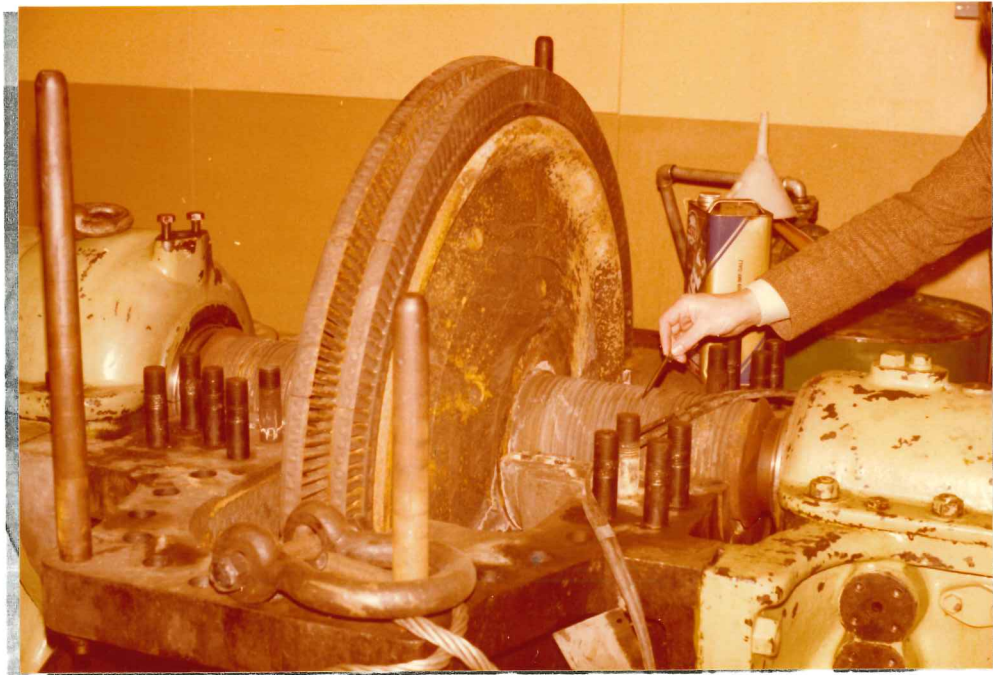
Mynd 1: Gufustöð í Bjarnarflagi (júní 1979).

Gufuhverfillinn er upphaflega smíðaður 1932 og var notaður lengst af í sykurverksmiðju. Hingað til lands var hann keyptur 1968. Rafmagnsframleiðsla hófst 1969 og stóð að mestu óslitið þar til í umbrotunum 1978 að hún var tekin niður og flutt í geymslu á Akureyri.

1971 var hverfilhjól endurnýjað til að auka afköst og þar eð efni í fyrra hjóli (Hecla/A.T.V., 10-12% Cr, 35-37% Ni) var ekki talið heppilegt fyrir jarðgufu. Efni í nýja hjólinu er 12-14% Cr-stál og afköst eftir endurbætur um 3 MW (8-9 aty/0,1-0,2 aty). 1974 eyðilagðist gamli rafalinn og jafnframt komu í ljós skemmdir á blaðgjörðum 1. þreps hverfilsins. Nýr rafall var fenginn frá ASEA og gert var við blaðgjörð á staðnum. Jafnframt hefur þurft að hreinsa kísilútfellingar árlega, sérstaklega úr innblástursstútunum.



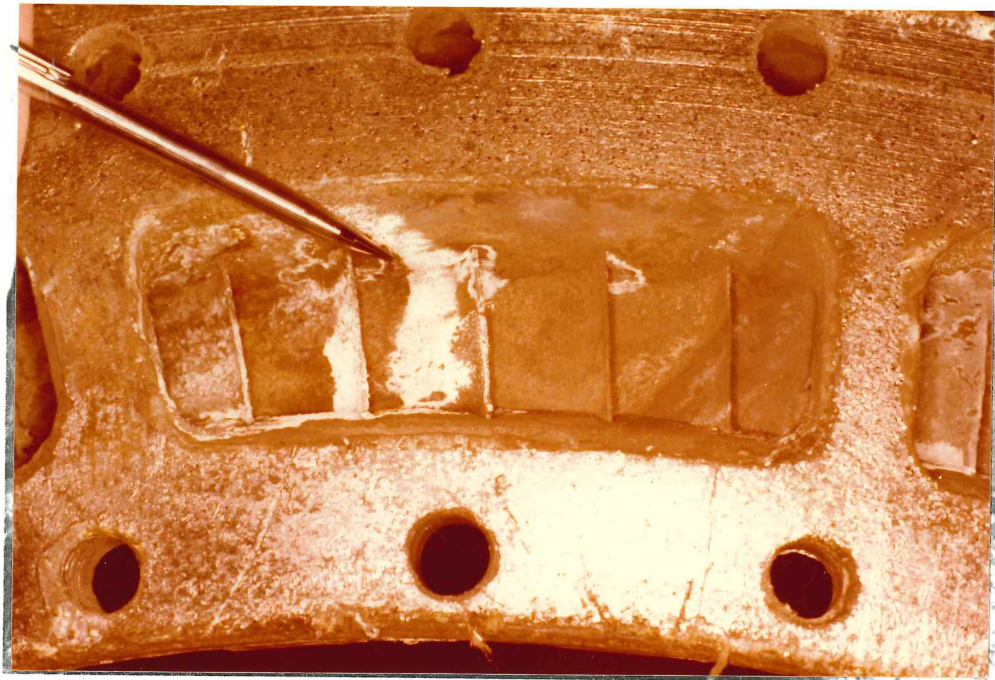
Mynd 2: Efri hverfilhelmingur hefur verið tekinn af.



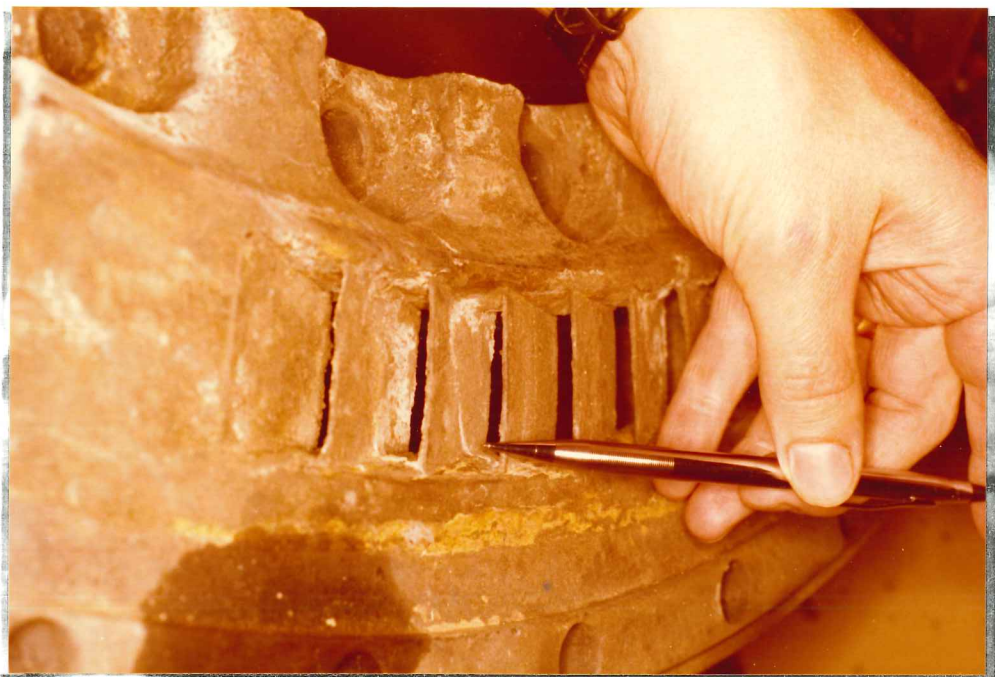
Mynd 3: Nærmynd (áspéttingar sitt hvoru megin við hjólið).



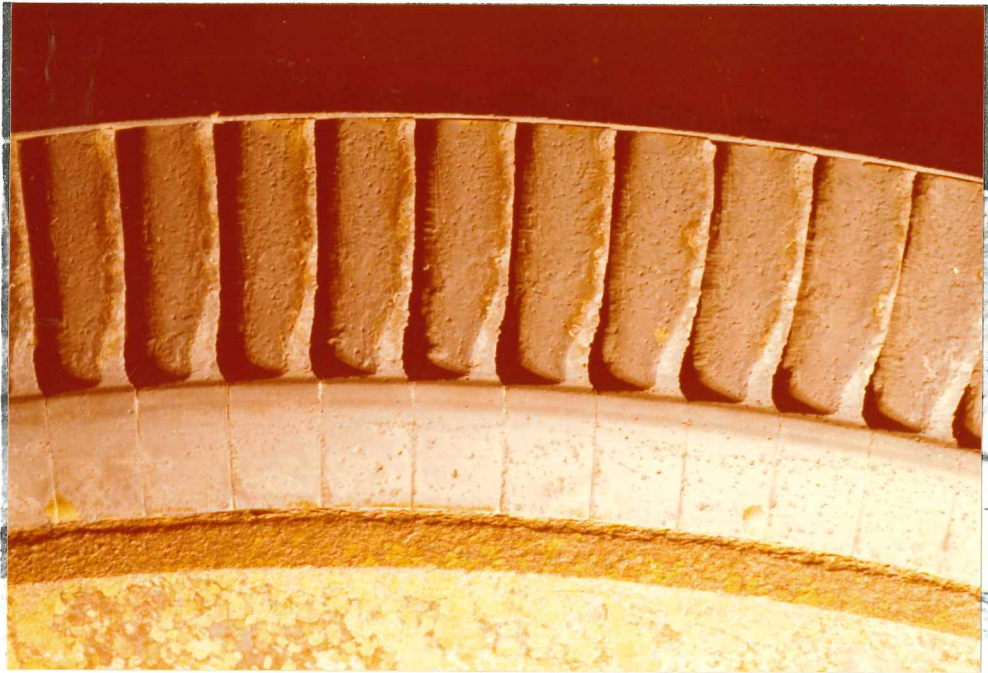
Mynd 4: Séð inn í gufukistu (inntak í stjórnloka).



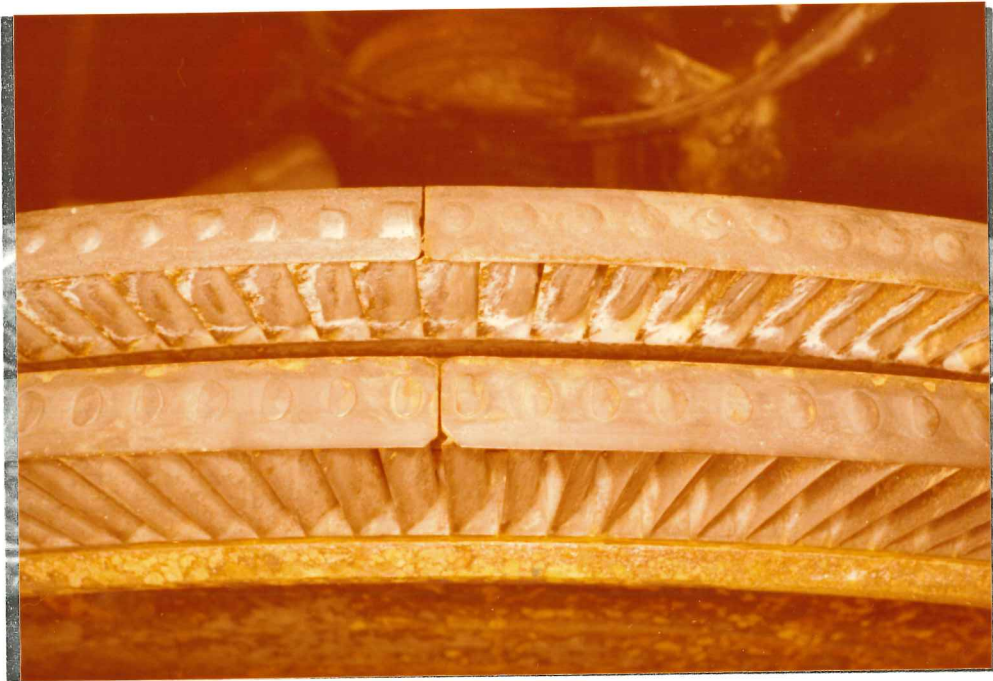
Mynd 5: Inntaksblöð (innstreymismegin).



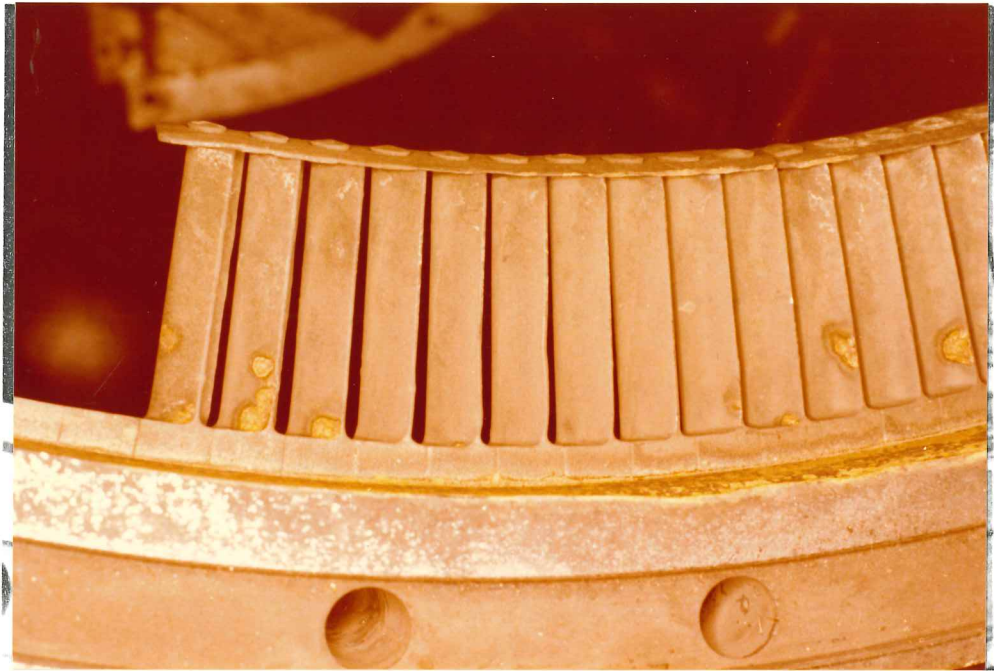
Mynd 6: Do., (útstreymismegin).



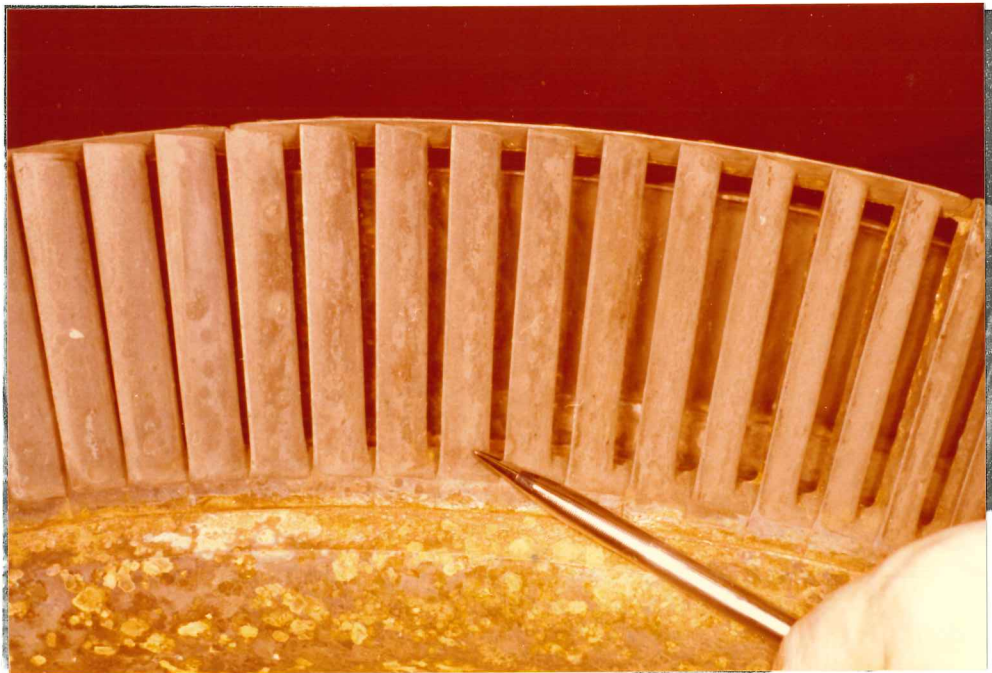
Mynd 7: 1. þrep, innstreymi (pyttatæring og slit).



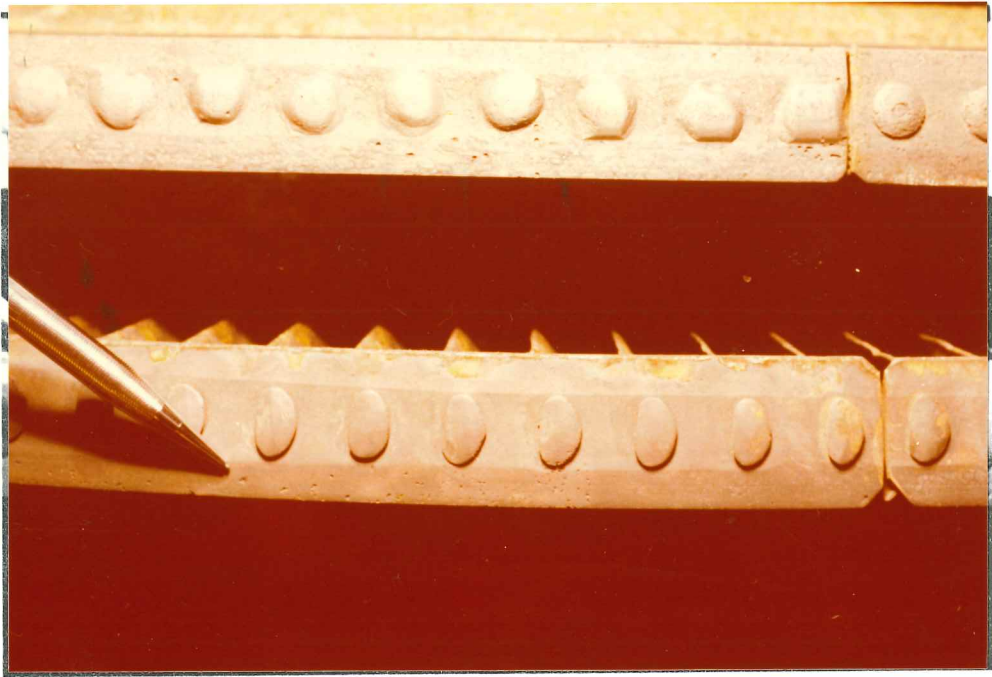
Mynd 8: 1. og 2. þrep (1. þrep efst).



Mynd 9: Vendiskóflukrans (innstreymi).

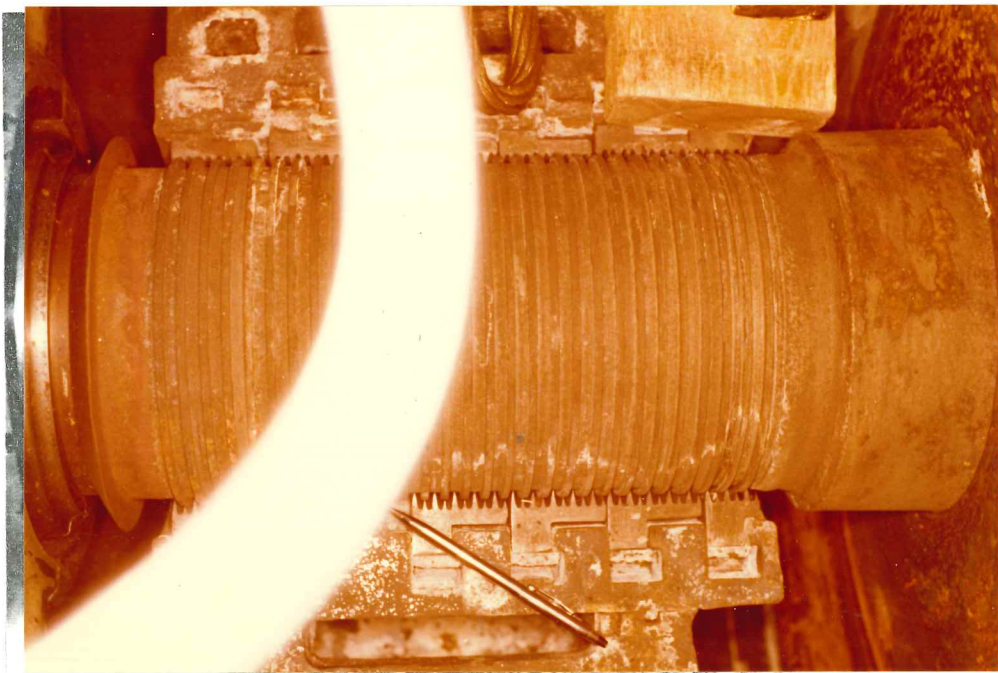


Mynd 10: 2. þrep (ústreyms).



Mynd 11: Blaðgjarðir.

Efst á myndinni er hluti úr gjörð, sem var endurnýjuð vegna skemmda 1974 (rafsoðið).



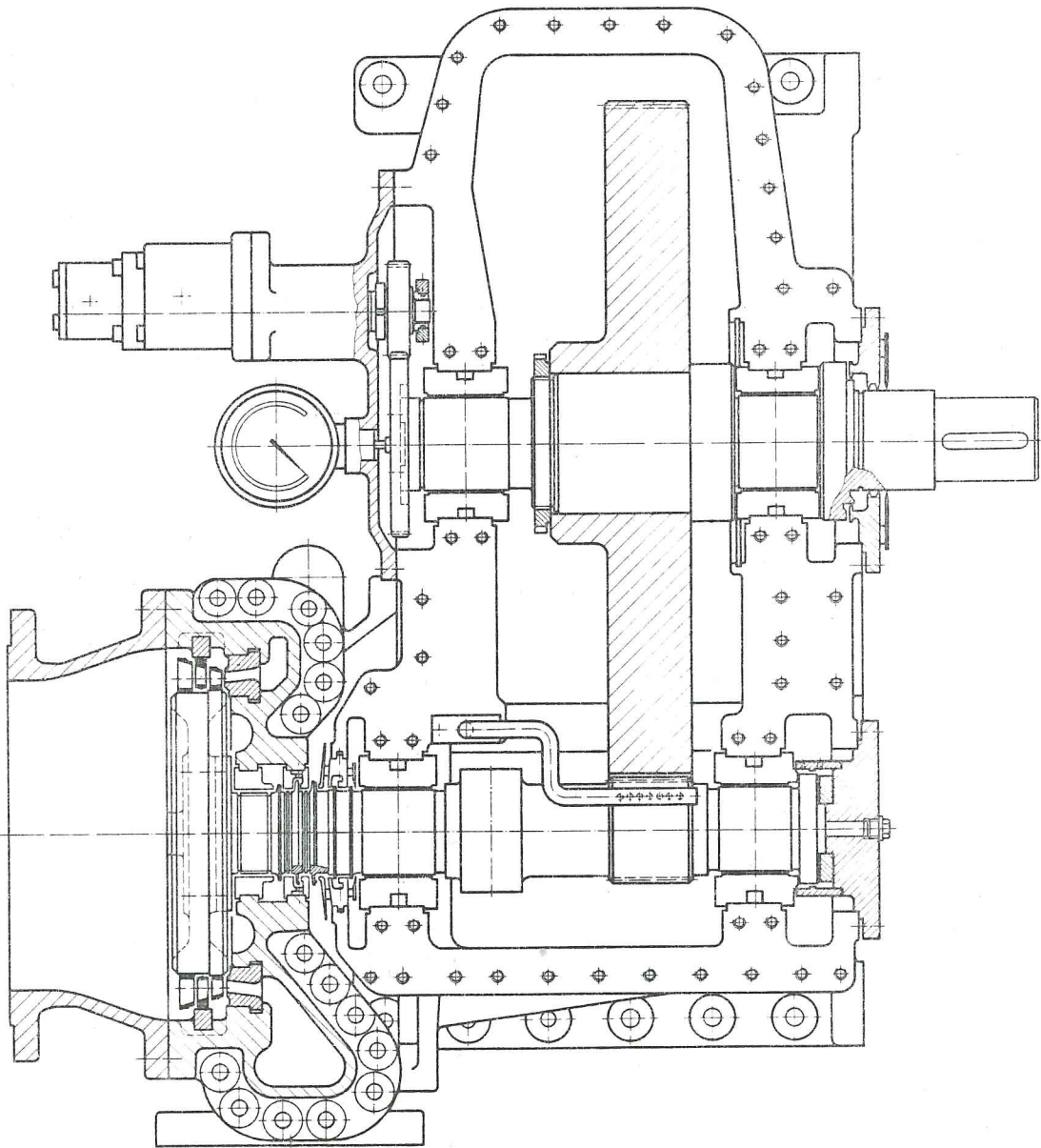
Mynd 12: Áspétting.

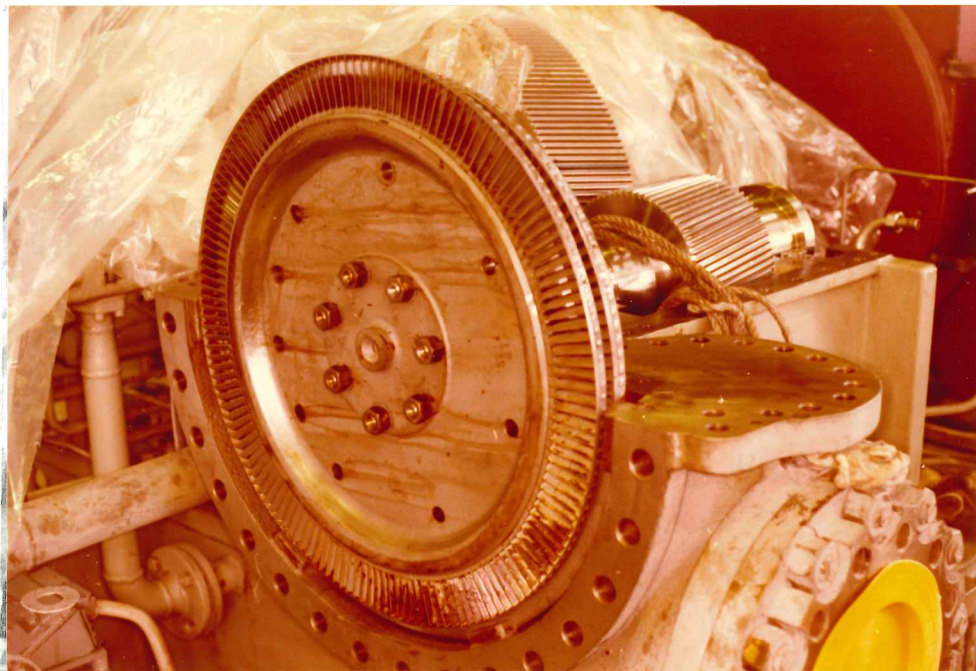


Mynd 13: Séð niður með hjóli í útblásturshús (steypustál).

HVERFILL HITAVEITU SUÐURNESJA

Framleiðandi: AEG-KANIS
Smíðaár: 1977
Afköst: 1MW
Snúningshraði: 4479 sn/min.
Inntaksþrýstingur: 5.4 bar abs.
Gufunotkun: 8,9 kg/s
Bakþrýstingur: 1,7 bar abs.
Þrepafjöldi: Curtis 2 raðir.





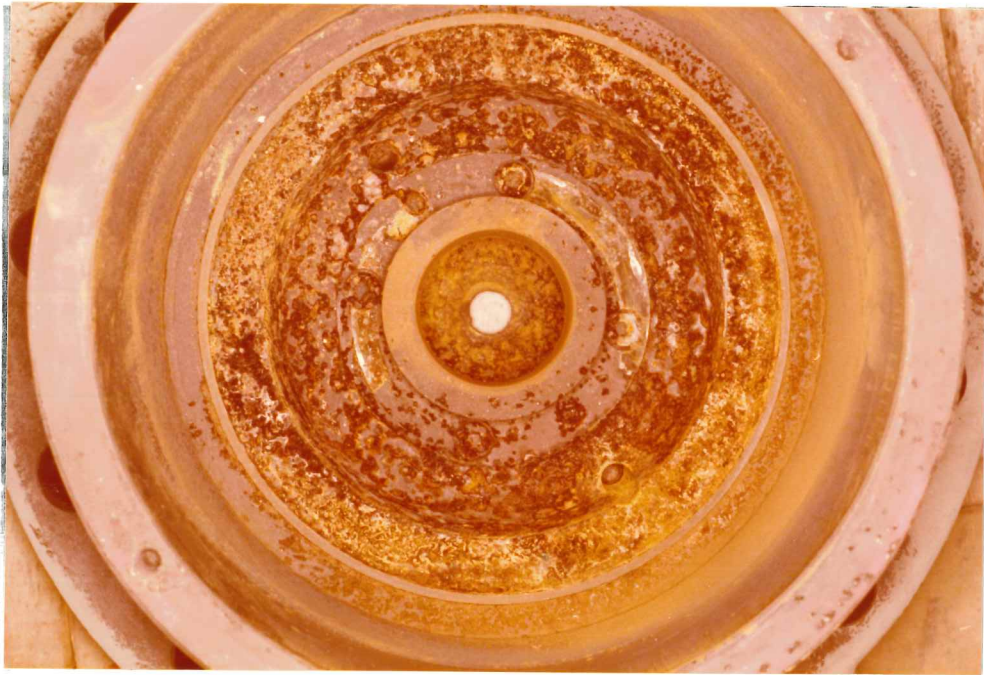
Mynd 1: Hjól \varnothing 638 mm (útstreymismegin). Brúnn litur er Tectyl.

Hverfillinner af gerðinni AEG-Kanis 1000 KW (4,4 aty/0,7 aty). Gangsetning fór fram í lok apríl 1978. Í desember 1978 var ljóst að áspéttingar voru ekki í lagi (vatn í smurolíu) og einnig gætti stirðleika í öðrum af tveimur neyðarlokum vélarinnar. Vélin var stöðvuð í byrjun maí 1979 og skemmdir hlutar sendir utan til viðgerðar. Efni í innstreymisblöðum og vendiblöðum er 13% Cr-stál, en í hjólblöðum (1. og 2. röð) 13% Cr, 1,1% Mo, 1% Ni-stál.

Skemmdir voru á stjórnlokaspindli (tæring í spindilpéttingu) og áspéttingu hverfilássins. Eins og sést af eftirfarandi myndum var ástand hverfils að öðru leyti mjög gott.



Mynd 2: Kólfar úr neyðarlokum.



Mynd 3: Hús fyrir neyðarloka.

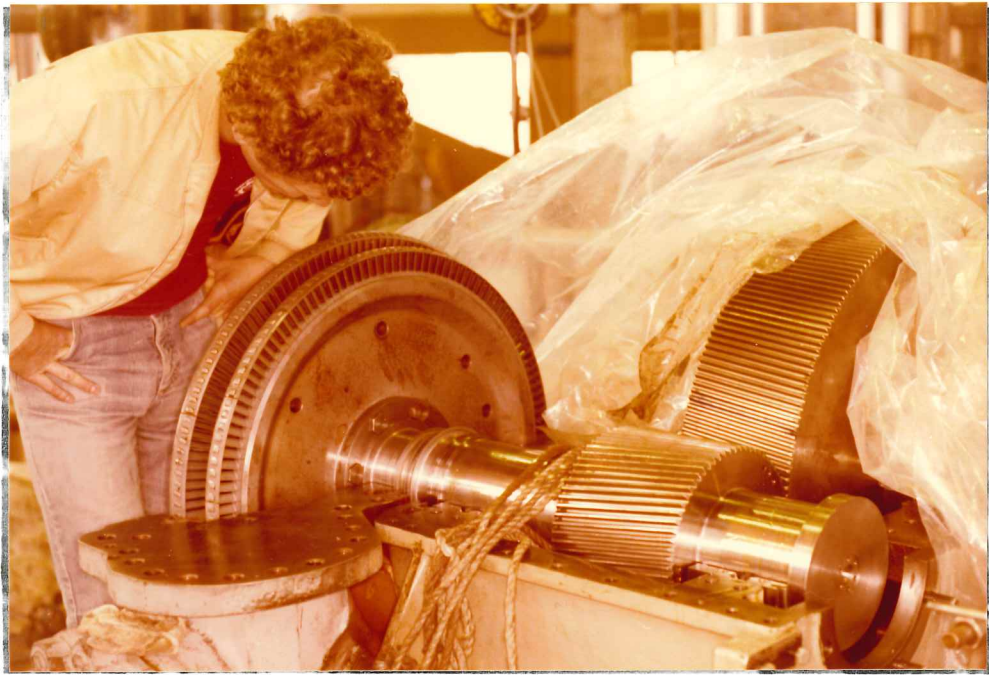
Ryðmyndun á sér stað eftir stöðvun vegna gufuþéttingar.



Mynd 4: Stjórnloki.

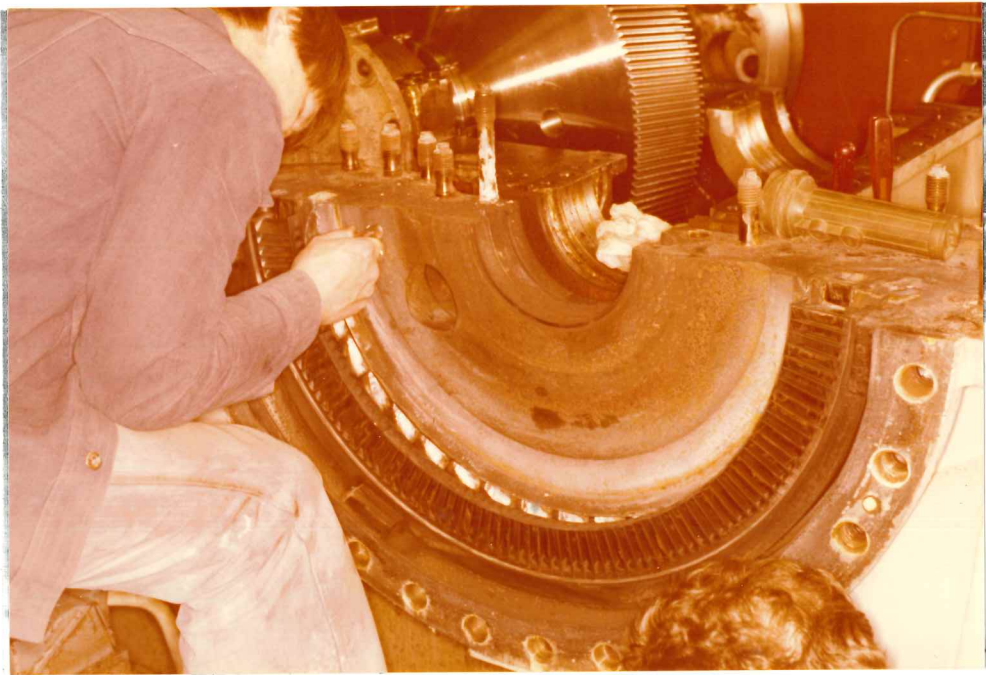


Mynd 5: Nærmynd af spindli.



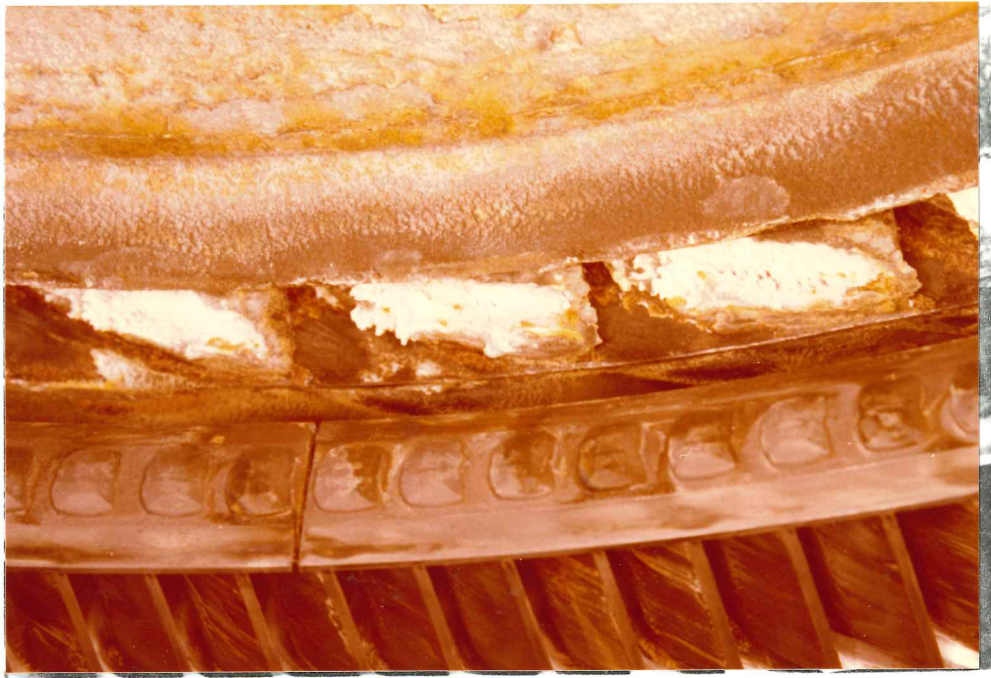
Mynd 6: Hjól og ás (innstreymismegin).

Myndin er tekin eftir viðgerð á áspéttingu.



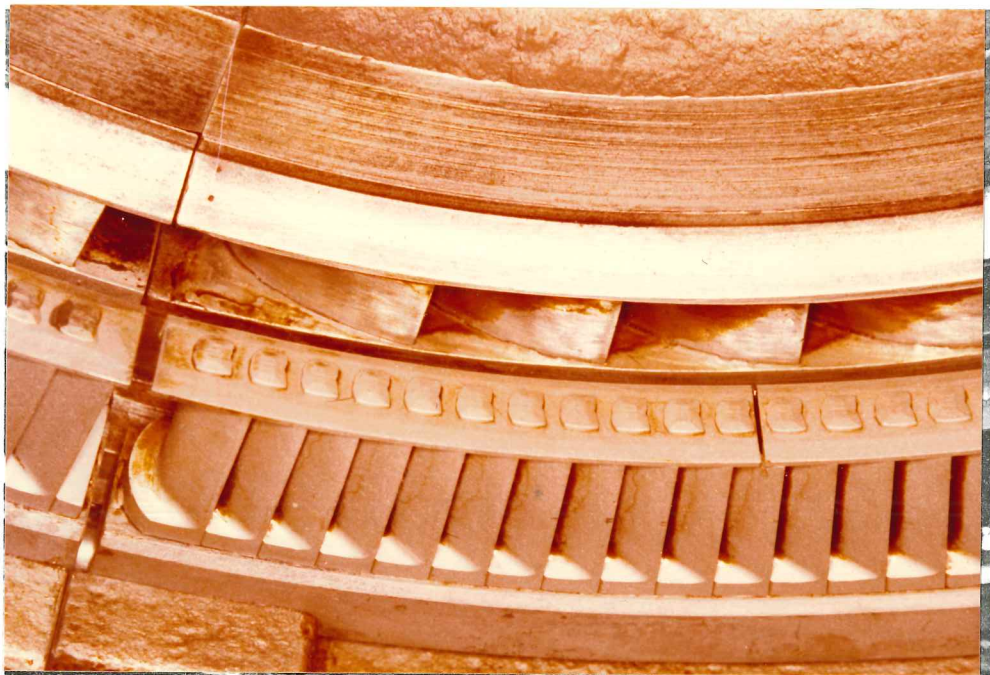
Mynd 7: Í forgrunni vendiskóflukrans og innstreymisblöð í baksýn.

(Greina má hvíta kísilhúð á bakhlið innstreymisblaða).



Mynd 8: Innstreymisblöð (útreymismegin).

Kísilhúð á bakhlíð blaða.



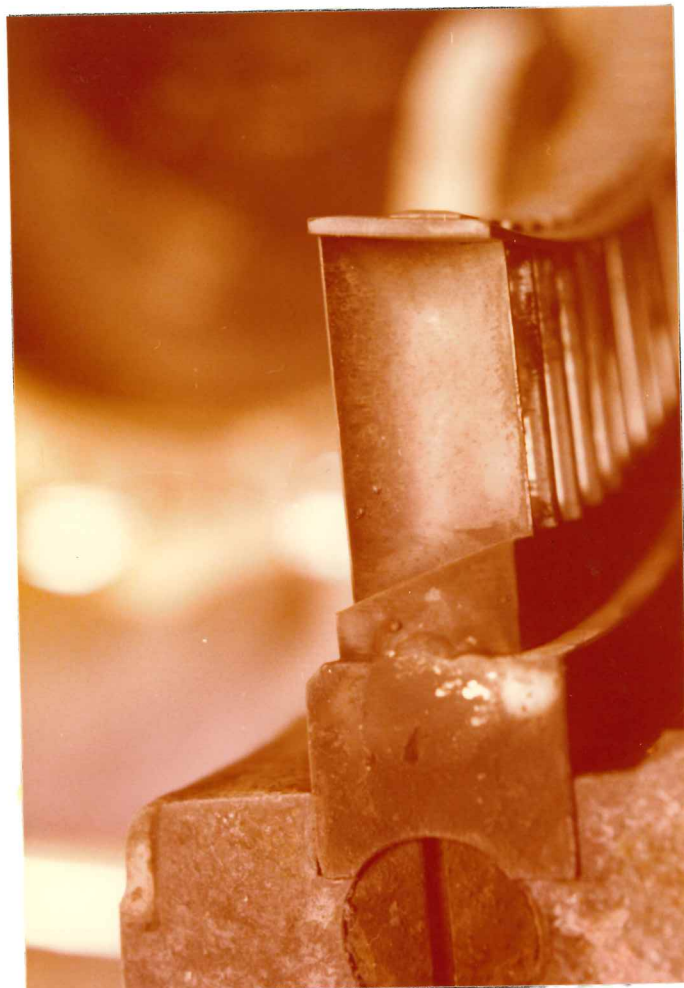
Mynd 9: Sama og að ofan að lokinni hreinsun.



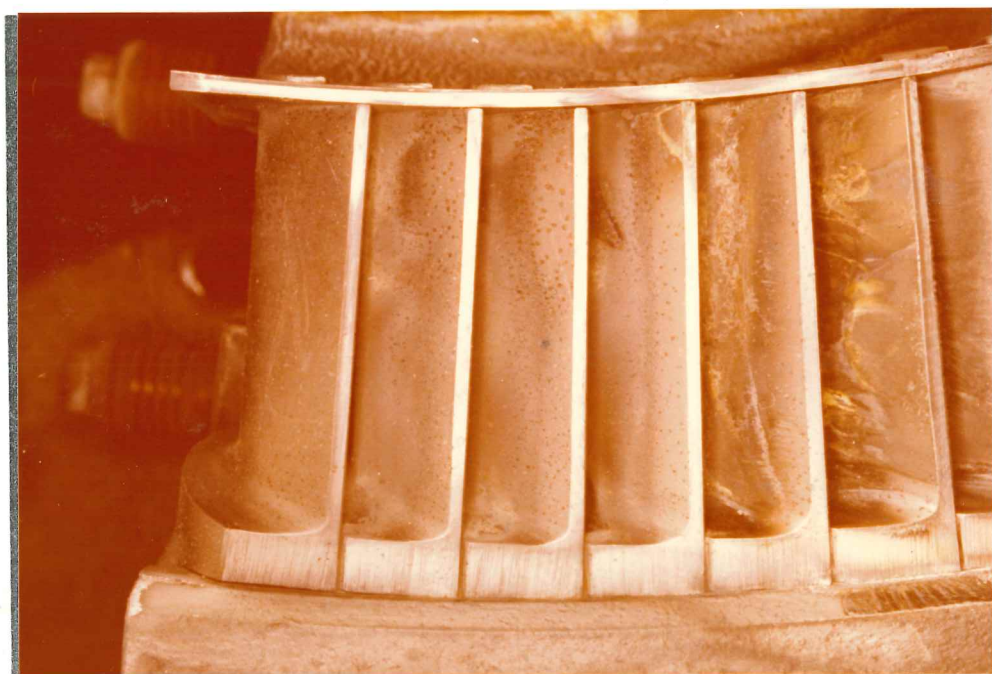
Mynd 10: Horft inn í innstreymisblöð.
Enginn kísill á íhvolfri hlið blaðanna.



Mynd 11: 1. skófluröð á ás (innstreymi).
Kísill var á frambrún.

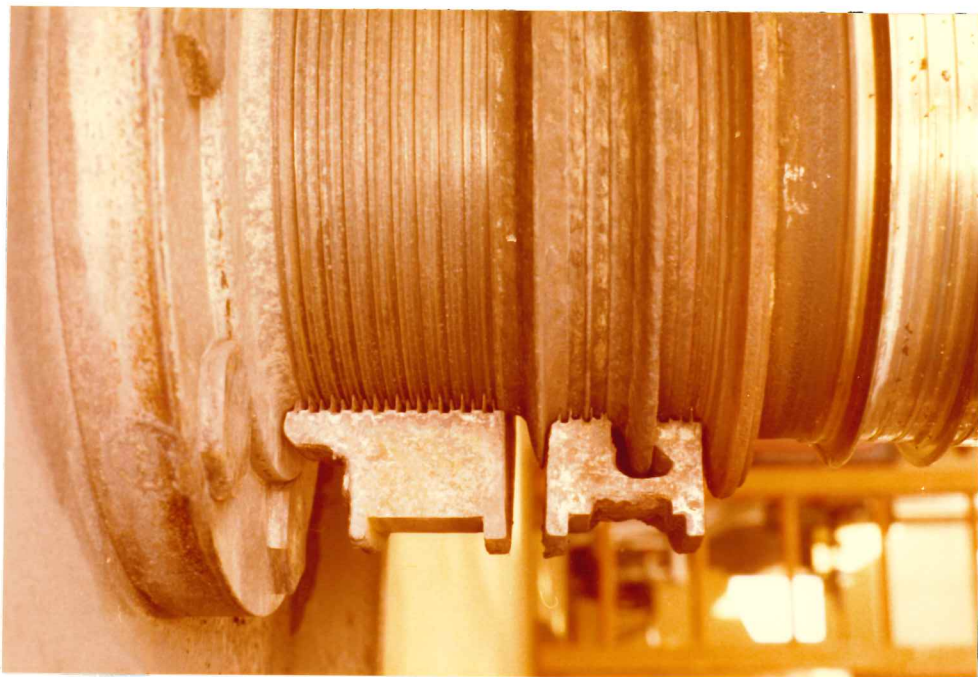


Mynd 12: Vendikrans.



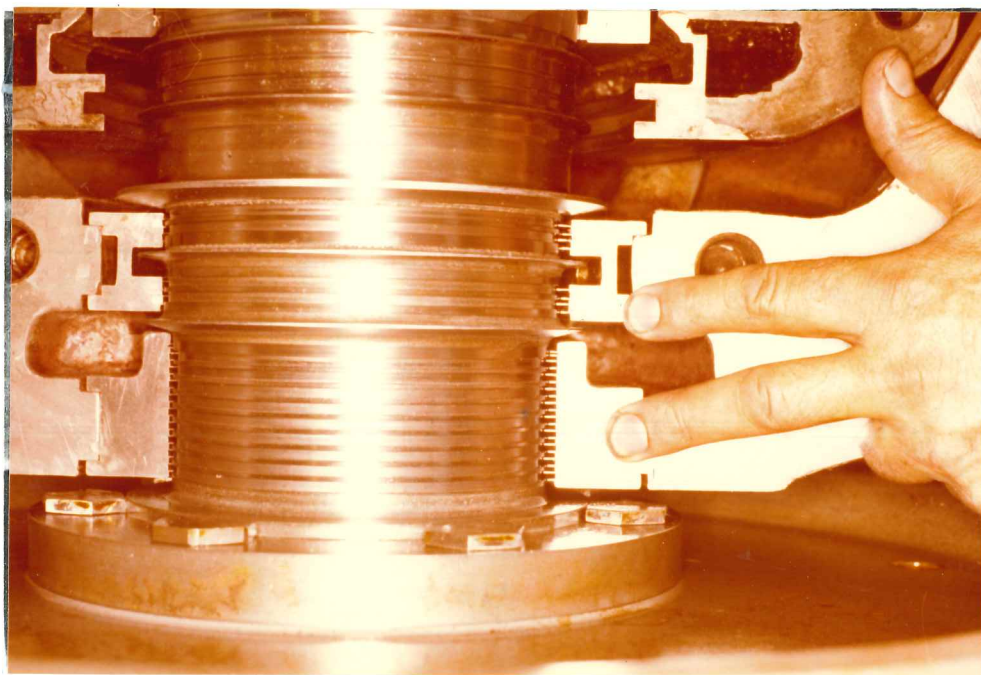
Mynd 13: Do. útstreymishlið.

Eins og sjá má voru útfellingar litlar sem engar eftir 1. ásprep.



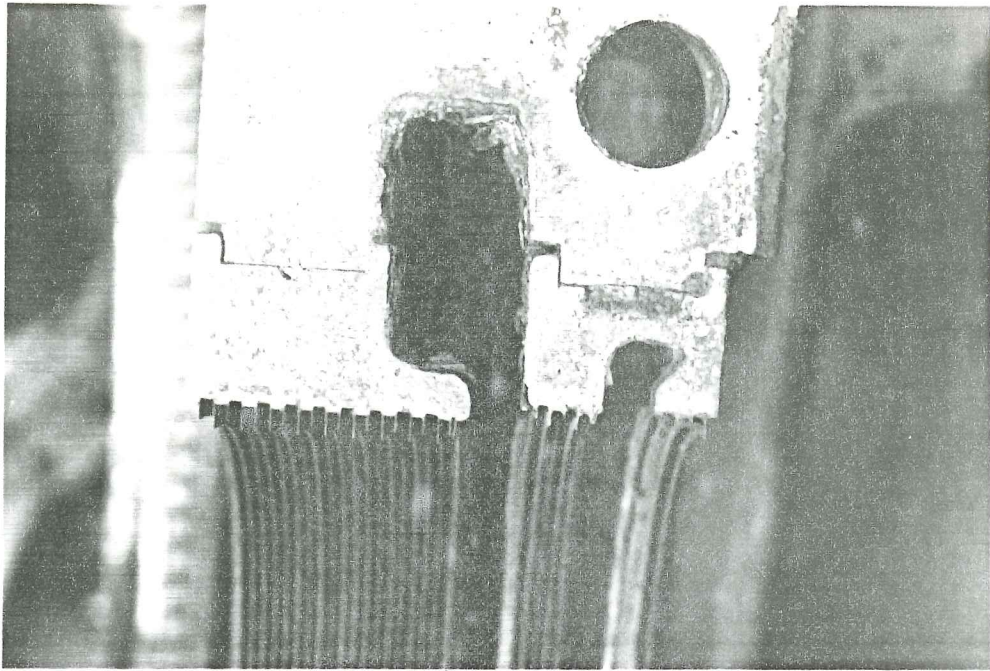
Mynd 14: Áspéttingar fyrir viðgerð.

(Innri bakkin snýr öfugt á myndinni).



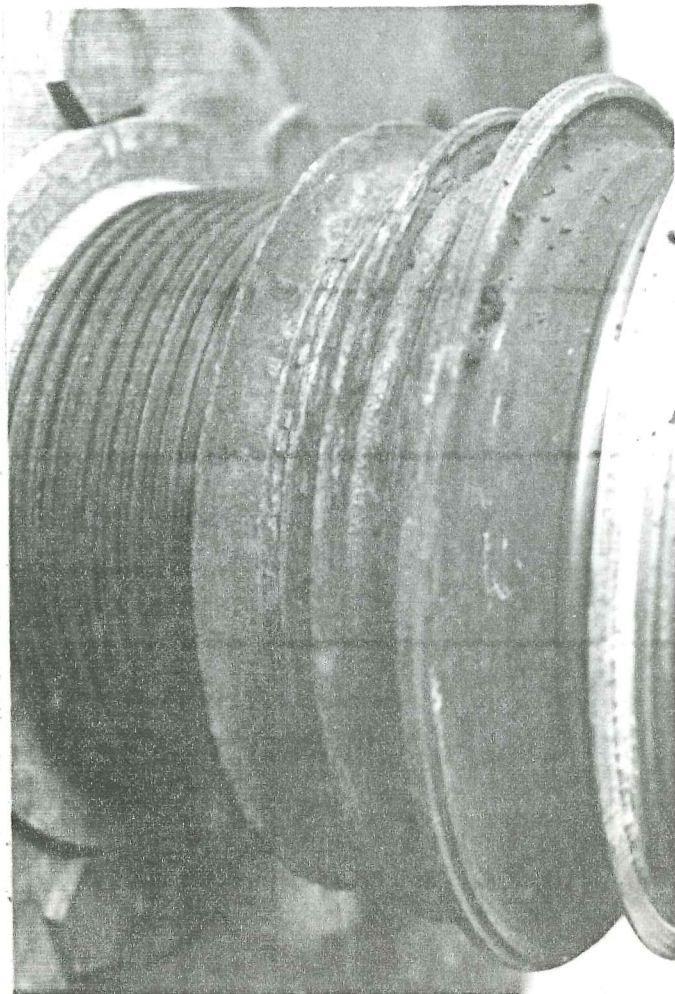
Mynd 15: Áspéttingar eftir viðgerð.

Viðgerð fólst í ásuðu á ás með ryðfríu stáli og endursmíði kambabakka úr ryðfríu stáli.

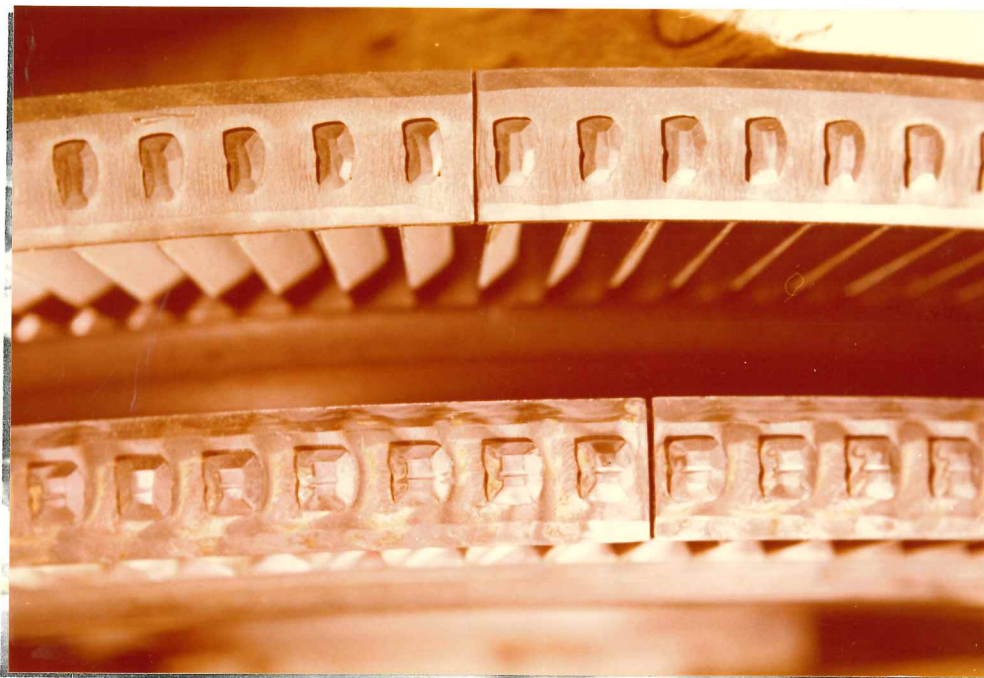


Mynd 16: Nærmynd af áspéttingum.

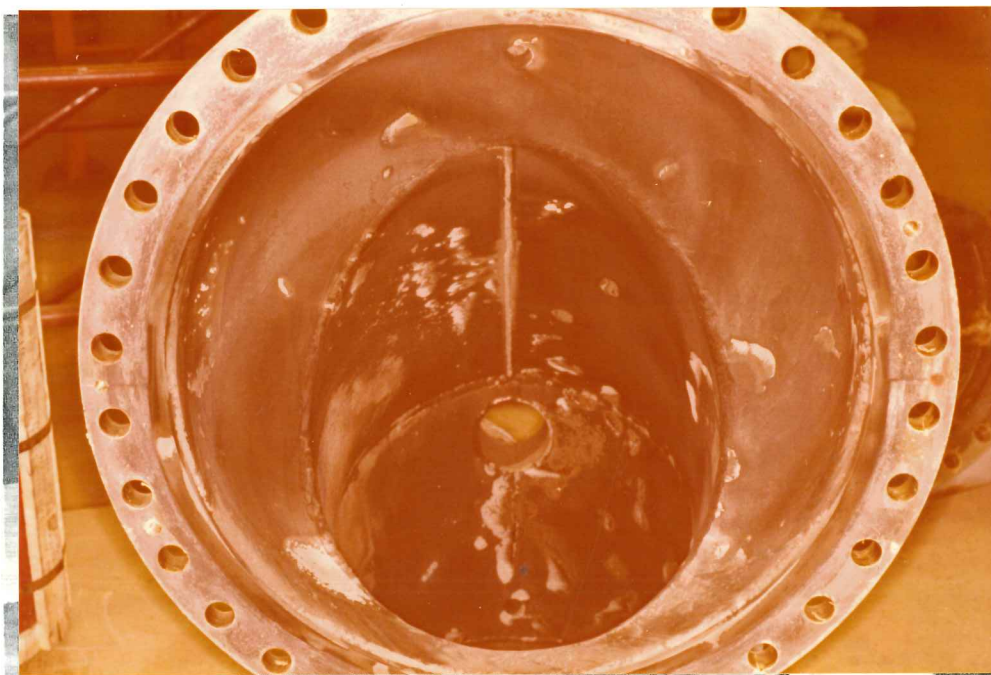
Ysti hluti þéttingarinnar er verst farinn (súrefni).



Mynd 17: Nærmynd af ás.



Mynd 18: Blaðgjarðir (1. röð efst, 2. röð neðst).



Mynd 19: Útstreymishús (plötustál, St. 37).

VIÐAUKI 2

Greining sýna

GREINING SÝNA

Sýni voru fyrst skoðuð í smásjá. Síðan voru kristölluð efni greind með röntgendiffraksjónsgreiningu. Flest sýnin voru að lokum efnagreind á röntgenflúorescenstæki í eigu Ísal og greind frumefnin kísill(Si), járn(Fe) og brennisteinn(S). Staðlar notaðir við röntgenflúorescensgreiningu voru járnmalmsstaðall og blanda af honum og kvarsdufti í mismunandi hlutföllum. Sýnin voru útbúin á þann hátt að duft var pressað beint í töflu með bórsýrubaki. Samkvæmni mælinganna var góð. Nákvæmni fyrir hæstu járnigildin er sennilega ekki mjög mikil. Frávik í þeim sýnum gæti numið allt að 10%. Tvö sýnanna voru leyst upp í brennisteinssýru og járn(Fe) og klór(Cl) greint í upplausninni. Járníð var greint beint á atomicabsorbsjonstæki en klórið í lausnunum var greint óbeint með atomicabsorbsjonstæki. Klórið var fellt sem silfurklórið(AgCl) og síðan var greint magn silfurs sem eftir var í lausninni.

LÝSING Á GERÐ EFNASAMBANDA SEM FUNDUST Í SÝNUNUM

Járnklórið

($\text{FeCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) er hvítt eða blátt á lit, eftir því hversu mikið vatn er bundið í kristöllum. Járnklórið myndast við tæringu af völdum saltsýrugufu(HCl). Það er auðleyst í vatni og skolast því burtu t.d. þegar gufa þéttist í gufuhverflinum.

Kísill

(SiO_2) er á ókristölluðu formi í útfellingunum og sést sem hvítgráleitur myndlaus massi.

Járnoxýð

Þau kristölluðu járnnoxýð sem voru í útfellingunum voru magnetít(Fe_3O_4) og hematít(Fe_2O_3). Sennilega eru einnig ókristölluð járnnoxýð og hydroxýð í þeim.

Magnetít

(Fe_3O_4) er svart að lit og myndast við oxun járnns þegar hlutþrýstingur súrefnis er ekki mjög hár.

Hematít

(Fe_2O_3) er skærnautt að lit. Það er eitt aðalefna í ryði og myndast við háan hlutþrýsting súrefnis. Myndun hematíts bendir til að mikið súrefni sé í kerfinu og/eða lágt sýrustig. Það gæti líka hafa myndast við að loft kemst að kerfinu þegar vinnsla er ekki í gangi. Magnetítið myndast mjög oft innan í pípum í jarðhitamannvirkjum, en hematít mjög sjaldan nema loft komist að þeim. Járnoxýð eru torleyst nema í sterkri sýru.

Járnsúlfið

Kristölluð járn-súlfið í útfellingunum eru pýrít (Fe S_2) og pyrrhotít (Fe S). Einnig eru í þeim ókristölluð járn-súlfið, sem virðast nálægt pyrrhotíti (Fe S) að samsetningu.

Pyrrhotít

er rauðgult þegar það myndar greinilega kristalla, en er svart í fínkornóttum massa.

Pýrít

er gyllt þegar það myndar greinilega kristalla, sem oftast eru teningslaga. Það er grátt að sjá í fínkornóttum massa.

Ókristallað

járn-súlfið er svart eða svargrátt á lit. Það hvort Fe S eða Fe S_2 myndast er m.a. háð virkni súlfiðs eða hlutþrýstingi "brennisteinsgæs", sýrustigi og oxunarstigi (hlutþrýstingi súrefnis).

Pyrrhotít (FeS) myndast frekar en pýrít (FeS_2) við redúserandi aðstæður og lægri hlutþrýsting "brennisteinsgæs".

Járn-súlfið eru mjög torleyst nema í sterkri sýru.

LÝSING EINSTAKRA SÝNA

Í eftirfarandi lista er lýst sýnatökustað, útliti sýna og niðurstöðum greininga á hverju einstöku sýni:

Úkra7927 (sýni 17). Tekið við T á holutoppi KG-12.

Útlit: Hvítt efni með rauðgulri húð utan á og með stökum svörtum fyllingum í.

Kristölluð efni: Járnklóríð og járnoxýð.

Efnagreining: % Fe: 44

% Cl: 15

Úkra7928 (sýni 15). Tekið úr annarri hlið lagnar frá KG-9 eftir að KG-12 blandast.

Útlit: Allt að 2 cm. þykk húð innan á rörinu af gráleitri útfellingu með hvítum og gulgrænum óreglulegum fyllingum.

Kristölluð efni: Sýnið er ókristallað, en ópálbunga sést í röntgenlínuriti.

Efnagreining: % SiO₂: 81

% Fe: 4

85

Úkra7929 (sýni 14). Tekið úr botni aðveitumæðar KG-9 rétt eftir að blöndun verður við KG-12.

Útlit: Um 2-3 mm. þykk lagskipt húð. Gulleit og svört lög (4-6) skiptast á.

Kristölluð efni: Hematít. Einnig sést ópálbunga.

Efnagreining: % Fe: 57

% Cl: 5

% S: 13

75

Úkra7930 (sýni 6). Innan úr körfu háprýstisíu.

Útlit: Dökk útfelling með rauðleitum yrjum og smáum pýrítkristöllum.

Kristölluð efni: Járnnoxýð (magnetít, hematít), járn-súlfíð (pýrrhotít), kvars.

Efnagreining:	% SiO ₂ :	2
	% Fe:	67
	% S:	<u>31</u>
		100

Úkra7931 (sýni 3). Úr háprýstigufusíuhúsi eftir síun.

Útlit: Dökk útfelling með gylltu og rauðleitu í.

Kristölluð efni: Járnnoxýð (magnetít) og járn-súlfíð (pýrrhotít).

Efnagreining:	% SiO ₂ :	2
	% Fe:	68
	% S:	<u>29</u>
		99

Úkra7933 (sýni 1). Úr loki á háprýstigufusíu.

Kristölluð efni: Járnnoxýð (hematít, magnetít) og járn-súlfíð (pýrrhotít).

Efnagreining:	% SiO ₂ :	2
	% Fe:	63
	% S:	<u>33</u>
		98

Úkra7934 (sýni 7). Innan úr körfu lágprýstigufusíu. Þvermál gata í síu eru 5 mm.

Útlit: Svartar til ryðbrúnar óreglulegar flögur með pýrítkristöllum á yfirborði.

Kristölluð efni: Vottur er af járnklóríði. Önnur efni tókst ekki að ákvarða.

Efnagreining:	% SiO ₂ :	2
	% Fe:	69
	% S:	<u>24</u>
		95

Úkra7935 (sýni 5). Úr háprýstigufusíuhúsi ofan til.

Útlit: Nær kol-svart efni með ryðlitum blæ og sjást í því dreifðir pýrít-kristallar.

Kristölluð efni: Járn-súlfið (pýrrhotít) og járn-oxýð (hematít) og einnig fleiri efni, sem ekki tókst að ákvarða.

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 66
% S: 30
98

Úkra7936 (sýni 2). Tekið á loki lágprýstigufusíu.

Útlit: Brúnt, flögótt efni með gulbrúnni ryðhúð yst og dreifðum pýrít-kristöllum.

Kristölluð efni: Járn-súlfið (pýrrhotít) og járn-oxýð (magnetít, hematít).

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 67
% S: 29
98

Úkra7937 (sýni 5). Ryðflögur 0,5-1 mm. þykkar, sem voru skafnar út úr háprýstigufusíuhúsi.

Útlit: Dökkar flögur, lagskiptar. Yst eru flögurnar ryðlitar.

Kristölluð efni: Vottur sést af járnklóríði, járn-súlfið (pýrrhotít) og einnig efni, sem ekki tókst að ákvarða.

Efnagreining: % SiO₂ (ekki mælt)
% Fe: 77
% S: 15
82

Úkra7938 (sýni 17). Tekið framan á inntaksbrún dýsa í fyrsta þrepi.

Útlit: Dökkir og ryðbrúnir, lagskiptir allt að því 1,5 cm. þykkir molar.

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 59
% S: 27
88

Úkra7939 (sýni 11). Skafið framan af dýsum í fyrsta þrepi.

Útlit: Rústrauðar u.p.b. 4 mm þykkar flögur. Á flögunum glitrar á smáa pyrítkristalla.

Kristölluð efni: járnklóríð, járnnoxýð (hematít) og járn-súlfíð (pyrrhotít).

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 58
% S: 10
70

Úkra7940 (sýni 12). Tekið framan af dýsum í fyrsta þrepi.

Útlit: Ryðbrún og rústrauð lagskipt útfelling svipuð og Úkra 7938.

Kristölluð efni: járnklóríð, járn-súlfíð (pyrrhotít) og járn-oxýð (hematít).

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 60
% S: 16
78

Úkra7841(sýni 13). Sýni tekið framan af dýsu í fyrsta þrepi.

Útlit: Straumlaga flísar af ryðbrúnu efni. Einnig eru ryð-litar og rústrauðar flögur.

Kristölluð efni: Járnklóríð, járn-súlfíð (pyrrhotít, pyrít), járn-oxýð (hematít) og vottur af kvarsí.

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 59
% S: 30
91

Úkra7942 (sýni 9). Laust efni á mótí Schroud-bandi á fyrsta þrepi.

Útlit: Rústrauðar og ryðbrúnar lagskiptar flögur.

Kristölluð efni: Járnklóríð, járn-oxýð (hematít) og járn-súlfíð (pyrrhotít).

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 66
% S: 4
72

Úkra7943 (sýni 10). Hróður úr "Dreincasing" á öðru þrepi.

Útlit: Grásvartar línar flögur.

Kristölluð efni: Járnöxyð (magnetít, hematít), járn-súlfíð (pyrrhotít, pýrít) og vottur af kvarsí.

Efnagreining: % SiO₂: 2
% Fe: 58
% S: 37
97

Úkra7944 (sýni 19). Sýni var safnað í botnfalli eimsvala við aðrennsli að dælu.

Útlit: Grásvartar flögur.

Kristölluð efni: Vottur af járnklóríði, járn-súlfíð (pyrrhotít) og járnöxyð (hematít og magnetít).

Efnagreining: % SiO₂: 3
% Fe: 86
% S: 6
95

Úkra7946 Úr Kolahring úr Elliot gufuhverfli.

Útlit: Dökkt duft.

Kristölluð efni: Járn-súlfíð og járnöxyð (hematít og magnetít) og efni sem ekki tókst að ákvarða.

Efnagreining: Of lítið efni til að unnt væri að efnagreina.

Úkra7947 Tekið ofan vatnborðs í lágþrýstigufuskilju.

Útlit: Lagskiptar u.p.b. 4 mm þykkar flögur með gáróttu yfirborði. Flest lögin eru svargrá en einnig eru þunn ljós lög.

Kristölluð efni: Vottur er af járnöxyði (magnetít) og járn-súlfíði og greinileg ópalbunga sést.

Efnagreining: % SiO₂: 73

Önnur efni voru ekki greind þar sem sýni eyðilagðist.

Niðurstöður greiningaá kristölluðum efnum eru sýndar í töflu 1. og kemur þar fram hvaða kristölluð efni hafa fundist, en ekki magn þeirra.

Í töflu 2 er sýnt mælt magn einstakra frumefna í sýnum. Mæligildin ^{eru} reiknuð yfir í efnasambönd á þann hátt að brenni- steinn var reiknaður út sem járnsúlfið og klór sem járnklóríð. Afgangurinn af járnri var reiknaður sem járnnoxýð. Þar sem röntgengreining sýndi kristallað hematít er reiknað Fe₂O₃, annars Fe₃O₄ (magnetít). Þar sem járn magn var mjög hátt var summa höfð 100% og er þar hluti járnsins reiknaður sem hreint járn.

Eins og kemur fram í lýsingu á einstökum sýnum þá fannst með röntgengreiningu vottur af járnklóríði í allmörgum sýnanna (tafla 1). Þar sem klór var ekki greint nema í tveim sýnum kemur þetta ekki fram í töflunni (tafla 2) enda var henni fyrst og fremst ætlað að sýna aðalatriðin í samsetningu sýnanna þar sem efnagreiningarnar eru ekki mjög nákvæmar.

Helstu niðurstöður greininga

1. Efnagreiningar og aðrar athugarnir sýna að útfellingar í holutoppi KG-12 eru að mestu járnnoxýð og járnklóríð.
2. Í aðveituæð rétt eftir blöndun KG-12 og KJ-9 er mest af kísli, járnnoxýðum og járnsúlfiði. Þar er einnig allt að 10% af járnklóríði.
3. Annars staðar í aðveitunni og í gufuhverflinum er járn- súlfið ráðandi í flestum sýnanna. Einnig er í þeim járn- oxýð og hreint járn.
4. Í lágþrýstifufuskilju eru kísilútfellingar í mesta magni.

TAFLA 1

KRISTÖLLUÐ EFNI GEIND Í SÝNUM FRÁ SKOÐUN KRÖFLUVIRKJUNAR Í JÚNÍ 1979.

SÝNI	STAÐUR	Járnklóríð		Járnoxýð		Járnsúlfíð		Kísill	
		FeCl ₂	Hemat.	Magn.	Pyrr.	Pyr.	Opal	Kvars	
7927	Holutoppur KG-12	x		x					
7928	Lögn frá KG-9 eftir blöndun við KG-12							x	
7929	Botn aðveituaðar KG-9			x				x	
7930	Karfa háprýstisíu		x	x	x	x			v
7931	Háprýstigufusíuhús			x		x			
7932	Neyðarloki háprýstigufu					x			
7933	Lok á háprýstigufusíu		x	x		x			
7934	Karfa lágprýstigufusíu	v							
7935	Háprýstigufusíuhús		x			x	x		
7936	Lok háprýstigufusíu		x	x		x			
7937	Háprýstigufusíuhús	v				x			
7938	Dýsa í fyrsta þrepi								
7939	Dýsa í fyrsta þrepi	v	x			x	x		
7940	Dýsa í fyrsta þrepi	v	x			x			
7941	Dýsa í fyrsta þrepi	v	x			x	x		v
7942	Schroud band á fyrsta þrepi	v	x			x			
7943	Hrúður úr "Dreincasing" á öðru þrepi		x	x		x	x		v
7944	Botnfall eimsvala	v	x	x		x			
7945	Leðja af veggjum eimsvala								
7946	Kolahringur úr Elliot gufuhverfli		x	x		x			
7947	Ofan vatnsborðs í lágprýstigufuskilju			v		v		x	

v.vottur