

Um vatn og útfellingar úr borholu BV-60 á
Eiðsstöðum, Austur-Húnavatnssýslu;
neysluvatnsholu Blönduvirkjunar

**Halldór Ármannsson,
Magnús Ólafsson,
Kristján Sæmundsson**

Greinargerð HÁ-MÓ-KS-2003-05

UM VATN OG ÚTFELLINGAR ÚR BORHOLU BV-60 Á EIDSSTÖÐUM, AUSTUR- HÚNAVATNSSÝSLU; NEYSLUVATNSHOLU BLÖNDUVIRKJUNAR

Upplýsingar um holu BV-60

Holan er staðsett í hlíðinni gegnt (vestan við) starfsmannahúsum og mötuneyti Blönduvirkjunar, skammt sunnan við verkstæði (mynd 1), 50 m sunnan við brunn, sem áður var notaður, og fallgöng virkjunarinnar.

GPS WGS-84

65°24,910'

19°49,194'

h.y.s. 370 m.

Holan er 64 m djúp, fódruð með 7" röri í 15 m og boruð niður með 6½" krónu. Fóðringin var ekki steipt en rekin föst ofan í heillegt berg. Vatn kom fyrst inn á 30 m dýpi og kyrrstætt vatnsborð hefur mælst á 12-13 m dýpi (Kristján Sæmundsson 2002).

Sýnataka

Vatnið er neysluvatn en einnig hitað til notkunar í lokuðu miðstöðvarkerfi. Upphaflega var kranavatn soðið við 100°C til að losa úr því súrefni, en við suðuna urðu miklar útfellingar á u.þ.b. 6 vikum. Nú er þetta vatn hitað í 70-75°C og verða við það nokkrar útfellingar en ekki eins miklar og áður. Aðstæður eru sýndar á mynd 2. Safnað var vatnssýnum úr holunni og úr krana í starfsmannahúsi, nánar tiltekið úr heitavatnskranu í "ráðskonubílskúr" á jarðhæð í austurhlið starfsmannahúss (GPS WGS-84: 65°24,916'; 19°49,025'; h.y.s.: 310 m) (mynd 3), en útfellingasýnum af elementum, elementsbút og rörbút (mynd 4). Heildarefnagreining ásamt snefilefnagreiningu var gerð á holusýninu, en nokkur mikilvæg efni voru greind í kranasýninu til samanburðar.

Niðurstöður

Niðurstöður vatnsefnagreininga eru í töflu 1 og útfellingagreininga (Sigurður Sveinn Jónsson 2003, Viðauki) í töflu 2. Athygli vekur hár styrkur koldíoxíðs, magnesíums og sulfats, sem bendir til vægra ölkeldueinkenna ef ekki kæmi annað til. Að auki er súrefnisstyrkur hár (9 ppm, mettnarmörk við 3°C eru 13 ppm, ennfremur er súrefnisstyrkur í kranavatninu við mettnarmörk við 40-50°C) og nítrat kemur fram, hugsanlega vegna mengunar frá rotþró eða frá áburði, en líklega frá efnum, sem notuð voru til sprenginga og steypinga í fallgöngum og stöðvarhúshvelfingu. Súrefnisstyrkur og gerlafjöldi (Umhverfisstofnun 2003) benda til blöndunar við yfirborðsvatn.

Reikningar

Niðurstöður vatnsefnagreininganna voru keyrðar í forritinu WATCH (Jón Örn Bjarnason 1994) og prófað hvað gerðist við hitun í 25, 50 og 75°C og við suðu í 103°C. Þar sem það forrit reiknar ekki hegðun brúsíts (magnesíumhýdroxíðs) var jafnvægisfasti þess (Reed and Spycher 1989) notaður og reiknað mettnarstig fyrir brúsít. Reyndist kalda vatnið nálægt mettnun en töluverð yfirmettun reiknaðist við hitun og suðu. Að auki reiknaðist yfirmettun með tilliti til magnesíumsílikata (talks og krýsótíls) og kalsíts (kalks). Er því nokkur hætt á útfellingum þessara steinda þótt ekki hafi þær greinst í útfellingasýnunum. Prófað var að breyta sýrustigi vatnsins frá 8.24 í 6 og gerðir sams konar útreikningar. Reyndist vatnið undirmetað með tilliti til ofangreindra steinda við hitun og suðu. Niðurstöður þessar eru teiknaðar á mettnarstigsínurit á mynd 5. Ef $\log Q/K > 0$ er vatnið yfirmettað en ef $\log Q/K < 0$ er það undirmetað með tilliti til hverrar steindar um sig.

Reikningar um járnsteindir sýndu að styrkur járn í upprunalega kalda vatninu var ekki nægur til þess að járnsteindir á borð við götít féllu út við hitun eða suðu. Það götít sem fannst hlýtur að vera til komið vegna tæringar á pípum og/eða öðrum búnaði.

Tafla 1. Niðurstöður efnagreininga á vatni frá holu BV-60, Eiðsstöðum og úr heitavatnskranu í starfsmannahúsi Blönduvirkjunar.

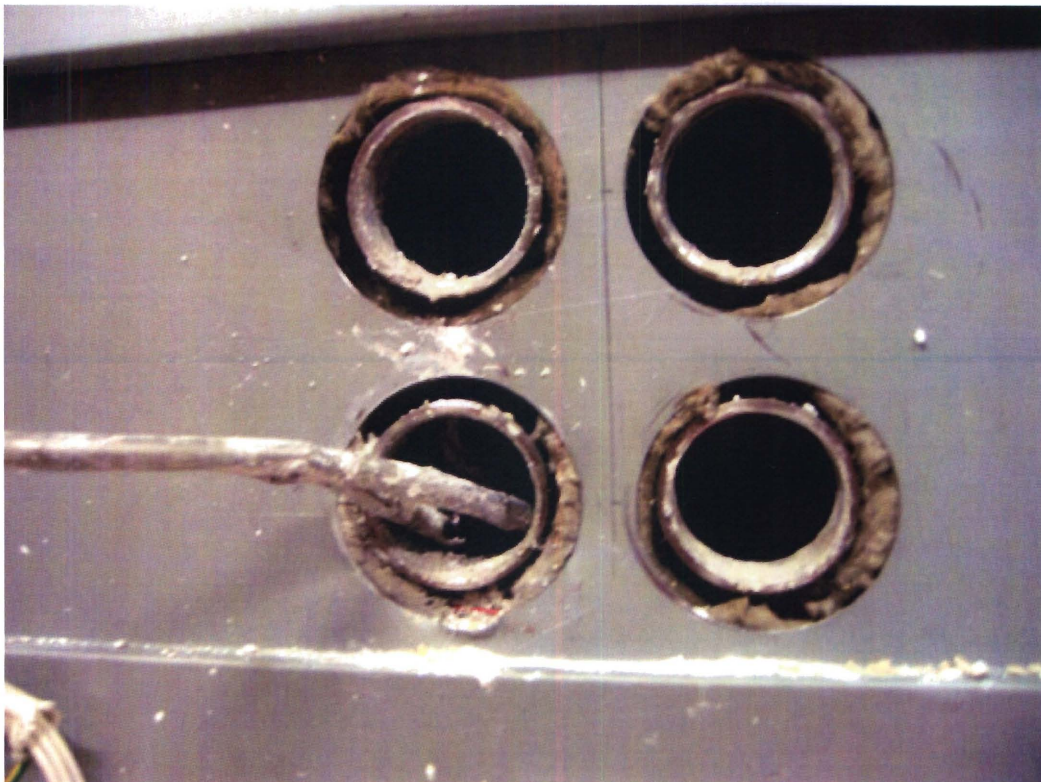
Staður	BV-60, holutoppur	Starfsmannahús, ráðskonubílskúr
Sýni nr.	2003-0099	2003-0100
Hiti °C	3	
pH/°C	8.24/23.2	8.17/23.2
CO ₂ mg/l	101	100
NH ₃ mg/l	0.065	
B mg/l	0.12	
Leiðni μS/cm/25°C	275	280
SiO ₂ mg/l	22.6	22.8
Uppleyst efni mg/l	149	
O ₂ mg/l	9	5
Na mg/l	12.5	
K mg/l	2.50	
Mg mg/l	9.55	9.64
Ca mg/l	26.9	26.9
Sr mg/l	0.0327	
F mg/l	0.06	0.06
P mg/l	0.0316	
NO ₃ mg/l	2.13	
SO ₄ mg/l	9.89	9.95
Ba mg/l	0.00013	
Mo mg/l	0.000131	
Al mg/l	0.005	
Cr mg/l	0.000213	
Mn mg/l	0.000424	
Fe mg/l	0.0129	
Cu mg/l	0.00102	
Zn mg/l	0.00282	
As mg/l	0.000164	
Cd mg/l	0.0000108	
Hg mg/l	<0.000002	
Pb mg/l	0.000129	
Co mg/l	0.000011	
Ni mg/l	0.000254	

Tafla 2. Niðurstöður greininga á útfellingum úr elementum og rörum í kötlum í starfsmannahúsi Blönduvirkjunar.

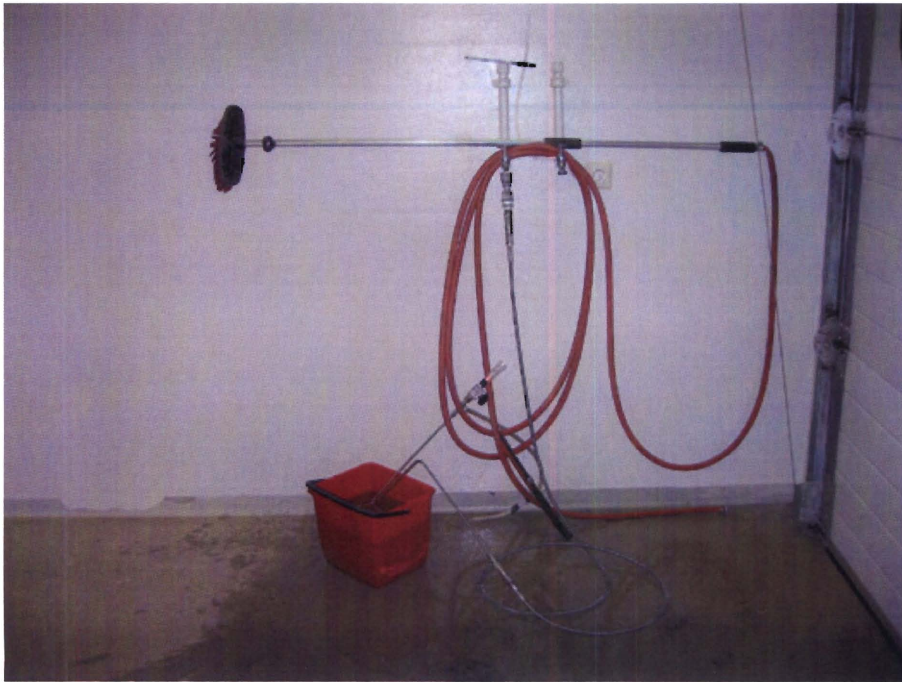
Nr. sýnis	Staður	Lýsing	Steind
35364/U-2003-04	Á elementi	Hvít skán	Brúsít, Mg(OH) ₂
35365/U-2003-05	Úr rörbút	Ryðlitir hnúðar	Götít, FeO(OH)



Mynd 1. Borhola BV-60, Eiðsstöðum. Neysluvatnshola fyrir Blönduvirkjun



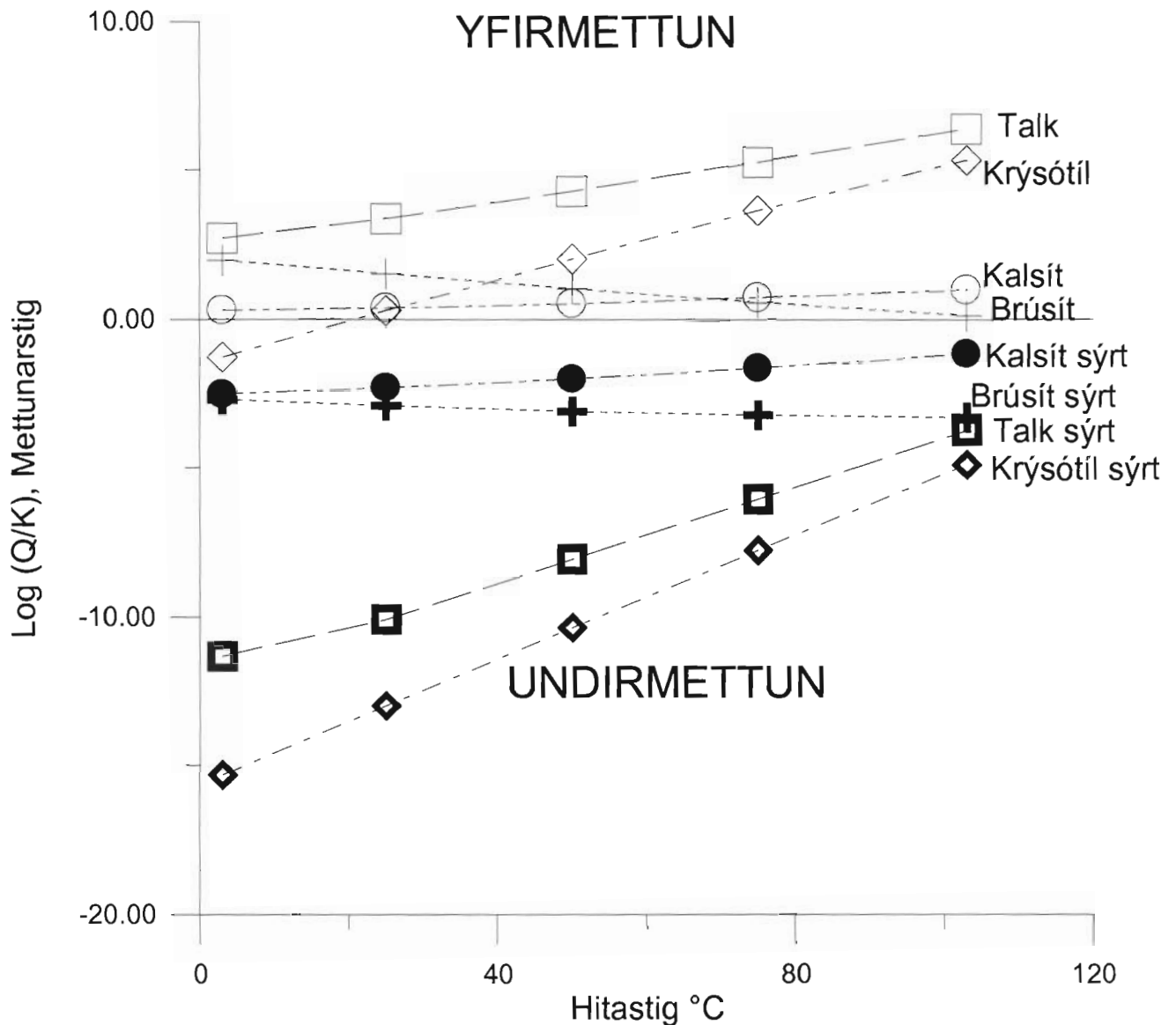
Mynd 2. Aðstæður við element í katli



Mynd 3. Sýnatökustaður í starfsmannahúsi



Mynd 4. Element og rörbútur sem útfellingasýni voru tekin af. Utan á rörinu eru leifar af einangrun. Útfellingasýni var tekið innan úr röri.



Mynd 5. Mettunarstig steindanna brúsíts, talks, krýsótíls og kalsíts við hitun í 75°C og síðan suðu í 103°C miðað við mælt pH (8.24) og sömu aðstæður eftir sýringu vatnsins í pH = 6.

Hugsanlegar aðgerðir

Vandamálið er tvíþætt, annars vegar útfellingar sem verða við hitun, en hins vegar tæring vegna mikils súrefnis í vatninu. Yfirmettun brúsíts minnkar með hækkandi hita, en hraði útfellingar við mismunandi hitastig er ekki þekktur. Ein leið til að losna við útfellingarnar er sýring eins og fram kemur hér að ofan. Önnur leið og e.t.v. affarrasælli eru jónskipti. Eru þá settir í vatnið kögglar sem í eru natríumjónir. Skipta þær við magnesíumjónir, lækka magnesíumstyrk í lausninni og koma í veg fyrir útfellingar. Jónskiptirinn er svo endurhlaðinn með natríumklóríðlausn.

Súrefnið má losa með suðu og afloftun en þá verða að koma til um leið aðgerðir vegna útfellinganna. Draga má úr tæringu með því að hita að lægra hitastigi, t.d. 55°C en ekki er alveg ljóst hvaða áhrif það hefði á útfellingar. Súrefnið í holuvatninu er að öllum líkindum úr yfirborðsvatni sem blandast grunnvatninu og mætti minnka styrk þess mikið með því að koma í veg fyrir að yfirborðsvatn leki niður í grunnvatnið, t.d. með því að steypa að fóðringunni. Neðri endi fóðringar er langt ofan vatnsborðs í dælingu svo að ekki er víst að slík aðgerð dygði til að losna við yfirborðsvatn.

Skýringu á hinni óvenjulegu efnasamsetningu vatnsins gæti verið að finna í nálægð borholunnar við hvelfingu þá er sprengd var í bergið þarna við byggingu virkjunarinnar. Vissulega gætu leynst

þarna ammóníak og nítrat þar sem kjarni (ammóníumnítrat) var notaður til sprenginganna. Þá er ekki útilokað að koldíoxíð hafi myndast við sprenginguna og leitað í grunnvatn sem þá hefur leitað nýs jafnvægis sem gæti skýrt ölkelduvatnseinkenni þau er fram koma. Því er ráðlagt að boruð verði ný borhola til neysluvatnsöflunar fyrir Blönduvirkjun og verði hún þannig staðsett að vatn í henni sé laust við slíka hugsanlega mengun frá mannvirkjum. Þyrfti að bora hana a.m.k. 200–300 m sunnar en BV-60, og e.t.v. töluvert sunnar. Aðstæður yrðu skoðaðar áður en lokaákvörðun væri tekin um staðsetningu.

Heimildir

- Jón Örn Bjarnason 1994. The speciation program WATCH, version 2.1. Orkustofnun, 7s.
- Kristján Sæmundsson 2002. Varðar neysluvatnsborun fyrir Blönduvirkjun. Bréf til Steingríms dagbjartssonar, Landsvirkjun.
- Reed, M.H. and Spycher, N.F. 1989. SOLTHERM. Data base of equilibrium constants for aqueous-mineral-gas equilibria. Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene, Oregon, 47 s.
- Sigurður Sveinn Jónsson 2003. XRD-greining – könnun á útfellingum frá Blönduvirkjun. Orkustofnun greinargerð SSJo-03/27, 1 s.
- Umhverfisstofnun 2002. Rannsóknaniðurstöður. Sýni nr. 03 – 04 – 127, 1 s.

VIÐAUKI
GREININGAR Á ÚTFELLINGUM

25-04-03

Blönduvirkjun
bt. Halldórs Ármannssonar / Magnúsar Ólafssonar ROS
Grensásvegi 9
108 Reykjavík

XRD-greining – könnun á útfellingum frá Blönduvirkjun

Tvö sýni bárust Rannsóknasviði Orkustofnunar ásamt beiðni um greiningu. Um var að ræða finkorna hvítt duft í öðru sýninu (04) og ryðlitir skánir eða hnúða í hinu sýninu (05). Ekki var tilgreint hvar sýnin höfðu myndast né við hvaða aðstæður. Sýnin voru möluð í mortéli, sett á Qz-sýnahaldara og mæld með mælingauppsætningu sem kallast *min-mag.dql*. Bakgrunnur var dreginn frá, línuritið var jafnað og mælingaóregla og flökt síað frá og sýnið síðan borið saman við gagnagrunn frá ICDD. Notaður var diffractometer frá Philips, PW 1710 og notuð Cu α geislun á 1,54 Å bylgjulengd á 20 mA og 40 kV.

Nr. sýnis/merking
35364/U-2003-04
35365/U-2003-05

Lýsing
Hvít skán
Ryðlitir hnúðar

Niðurstaða greiningar
Brúsít. Mg(OH)₂
Goetheit.

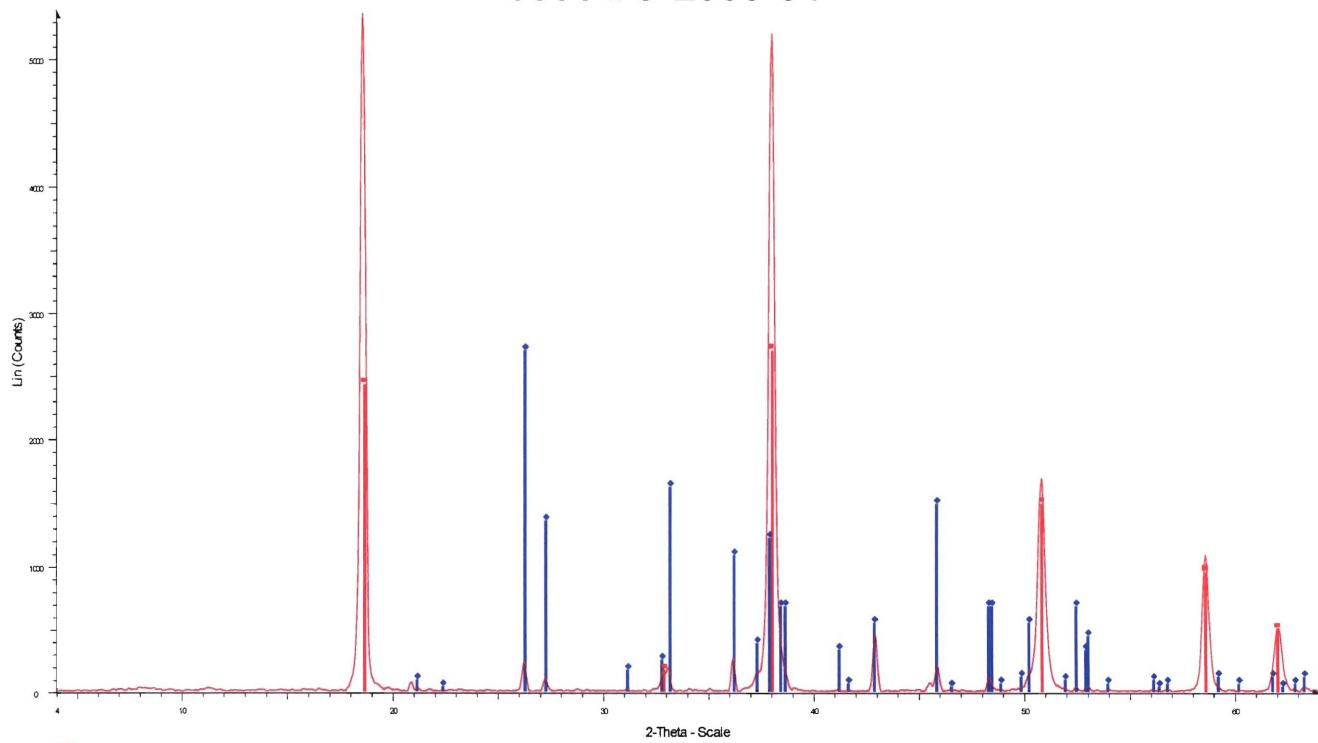
Niðurstöður og ályktanir:

Á meðfylgjandi myndum eru róf sýnisins sem um ræðir ásamt viðmiðunarlínuritum úr gagnasafni.

Reykjavík 28. mars 2003

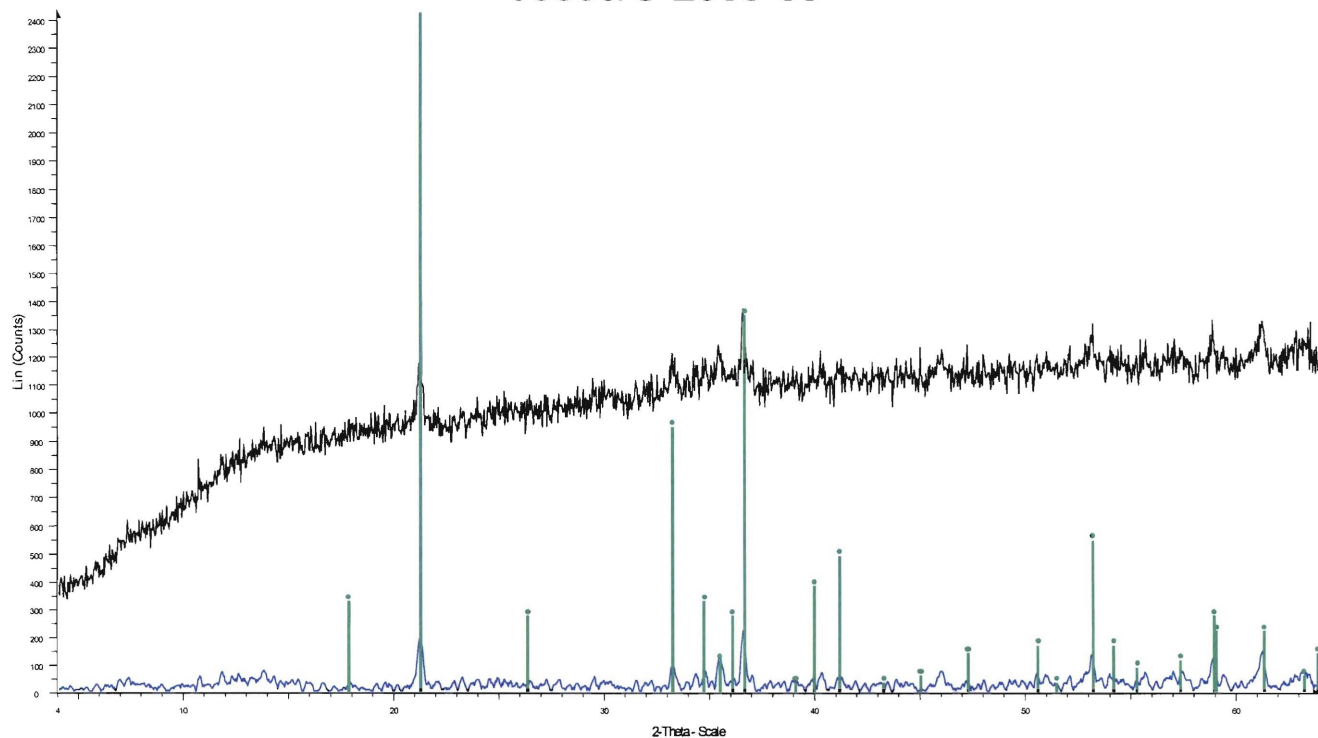
Sigurður Sveinn Jónsson

35364/U-2003-04



■ 35364/U-2003-04 D5MEAS - Program: MIN-MAG.DQLD5MEAS - Program: MIN-MAG.DQL - File: 35364.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 64.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1.0 s - Temp.: 25.0 °C (Room)
■ 07-0239 (I) - Brucite, syn - Mg(OH)₂ - Y: 50.00 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056
■ 41-1475 (*) - Aragonite - CaCO₃ - Y: 50.00 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056

35365/U-2003-05



■ 35365U-2003-05 D5MEAS - Program: MIN-MAG.DQLD5MEAS - Program: MIN-MAG.DQL - File: 35365.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 64.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1.0 s - Temp.: 25.0 °C (Room) - Time Started: 39 s - 2-Theta: 4.0
■ 35365U-2003-05 D5MEAS - Program: MIN-MAG.DQLD5MEAS - Program: MIN-MAG.DQL - File: 35365.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 64.000 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 1.0 s - Temp.: 25.0 °C (Room) - Time Started: 39 s - 2-Theta: 4.0
■ 29-0713 (I) - Goethite - Fe(OH) - Y: 50.00 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056