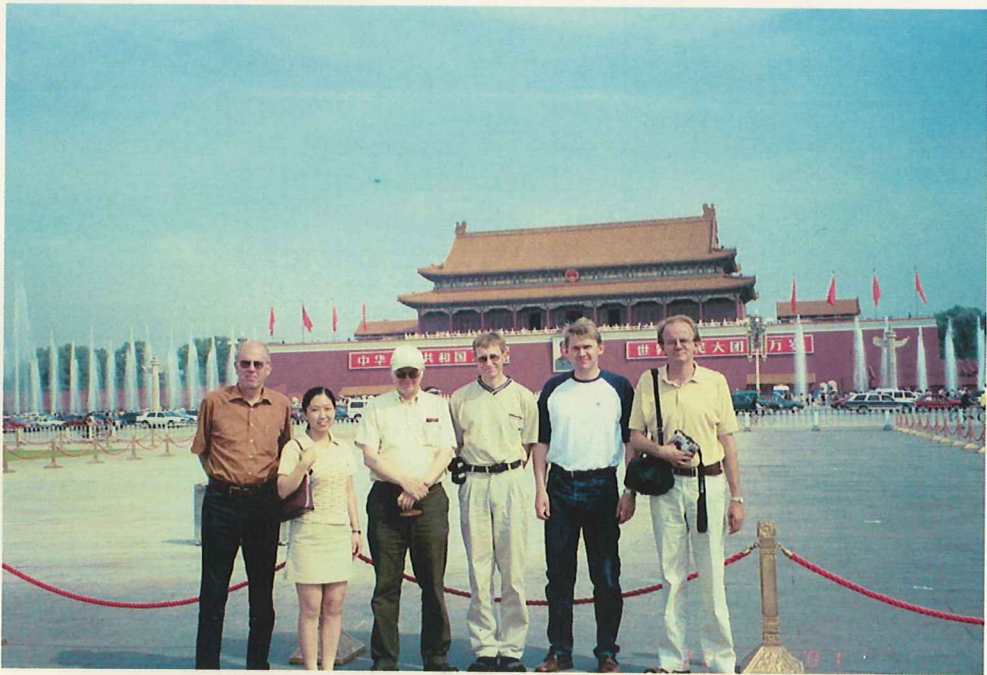


**Frásögn af sendiför íslenskra  
jarðhitamanna til Kína  
í ágúst og september 2001**







ORKUSTOFNUN

Verknr.: 1-300201

**Ritstjóri: Þorkell Helgason**

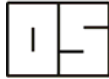
## **Frásögn af sendiför íslenskra jarðhitamanna til Kína í ágúst og september 2001**

**OS2002/074**

**Desember 2002**

ISBN 9979-68-111-X

ORKUSTOFNUN – National Energy Authority of Iceland  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896  
Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2002/074	<b>Dags.:</b> Desember 2002	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Frásögn af sendiför íslenskra jarðhitamanna til Kína í ágúst og september 2001.	<b>Upplag:</b> 35	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 28	
<b>Höfundar:</b> Ritstjóri: Þorkell Helgason	<b>Verkefnisstjóri:</b> Þorkell Hegason	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Greinargerð sendinefndar	<b>Verknúmer:</b> 1-300201	
<b>Unnið fyrir:</b>		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir heimsókn 5 manna íslenskrar sendinefndar á sviði jarðhita til Alpýðulýðveldisins Kína í lok ágúst/byrjun september árið 2001. Ferðin var farin í boði ráðuneytis landgæða og auðlinda þar í landi og var orkumálastjóri formaður sendinefndarinnar. Aðallega voru heimsóttir 3 staðir, Beijing og nágrenni, Xian, höfuðborg Shaanxi-fylkis og nágrenni og Tíbet, aðallega höfuðborgin Lhasa. Lýst er heimsóknum á einstaka staði og greint frá niðurstöðum funda með kínverskum ráðamönnum og sérfræðingum. English summary fylgir skýrslunni.		
<b>Lykilorð:</b> Kína, sendinefnd, ferðalýsing, jarðhiti, jarðhitarannsóknir, hitaveitur, jarðvísindi	<b>ISBN-númer:</b> 9979-68-111-X	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirfarið af:</b> PI	

## Samantekt

Íslensk sendinefnd á sviði jarðhita sótti Alþýðulýðveldið Kína heim í lok ágúst 2001 í boði ráðuneytis landgæða og auðlinda í Kína.

Í sendinefndinni voru:

- Þorkell Helgason, orkumálastjóri, formaður sendinefndarinnar,
- Ásgeir Margeirsson, aðstoðarforstjóri Orkuveitu Reykjavíkur,
- Guðni Axelsson, deildarstjóri forðafræðideildar Rannsóknasviðs Orkustofnunar,
- Ólafur G. Flóvenz, framkvæmdastjóri Rannsóknasviðs Orkustofnunar,
- Þorkell Erlingsson, verkfræðingur, Enex hf., sér þar um Asúmál.

Lagt var af stað í förina 20. ágúst 2001 og komið aftur til landsins 2. sept. 2001 (hluti hópsins kom 5. sept.). Í viðauka III er að finna dagskrá ferðarinnar. Í ferðinni voru aðallega heimsóttir þrír staðir:

- Beijing og nágrenni. Þar var dvalið bæði í upphafi og lok ferðarinnar.
- Xian, höfuðborg Shaanxi-fylkis, og nágrenni.
- Tíbet, sjálfstjórnarsvæði, aðallega höfuðborgin Lhasa.

Niðurstöður af þessum heimsóknum eru þessar helstar:

- Það er mat okkar að talsverð viðskiptatækifæri geti verið á jarðhitasviðinu í Kína.
- Það sem Kínverja vanhagar um er ekki aðeins hagnýtar rannsóknir heldur líka þekking á rekstri hitaveitna (tæknilegs- og viðskiptalegs eðlis).
- Almennt þarf að bæta stjórnun jarðhitavinnslunnar (resource management), sem víða er í ólestri. Jarðhitinn er sumstaðar ofnýttur vegna þess að margir óháðir aðilar dæla úr sama jarðhitakerfi, án sameiginlegrar stjórnunar. Niðurdæling er lítið stunduð, en innstreymi er oft tregt í jarðhitakerfin þar í landi. Hér gætum við líklega komið að liði.
- Álitlegustu viðskiptatækifærin eru falin í verkefnum sem þegar er hafist handa við í Beijing, sérstaklega áform um hitaveitu í borgarhverfinu *Lishuiqiao*, en einnig í *Yanqing* rétt norðan Kínamúrsins.
- Í Shaanxi-fylki er mikill áhugi á samstarfi, bæði í höfuðborginni *Xian* en einkum í borginni *Xianyang*. Jarðhiti er þarna víða og hiti góður.
- *Xianyang*: Þarna er mikill áhugi. Því þarf að fylgja eftir t.d. með því að bjóða yfirmanni útibús Auðlindaráðuneytisins í fylkinu, Zhang Dexing, ásamt föruneysi til Íslands. Hér er áhugi á samfjárfestingu (“joint venture”).
- Í *Tíbet* er vissulega mikill jarðhiti, a.m.k. háhiti en ekki varð ráðið af þessari heimsókn hvort þar séu raunhæf tækifæri. Íslendingar gætu þó aðstoðað þá í smærri stíl, t.d. við ýmsar jarðhitarannsóknir og hagkvæmniathuganir, fjármagnaðar af Sameinuðu þjóðunum, Alþjóðabankanum, yfirvöldum í Beijing eða stjórnvöldum á Íslandi.
- Jarðhitaskóli Háskóla Sameinuðu þjóðanna (JHS), sem rekinn er af Orkustofnun, skiptir sköpum í samskiptum Íslendinga og Kínverja á þessum sviðum (sambönd, orðstýr, o.s.frv.). Rætt var við þrettán hugsanlega nemendur í ferðinni.

Auðvitað getum við líka lært af Kínverjum:

- Kínverjar hafa alda- ef ekki árpúsundalanga reynslu af fiskeldi, m.a. með hjálp jarðhita.
- Sama gildir um baðmenningu, sbr. t.d. böð í *Huaqingchi* þar sem forn böð hafa verið gerð að miðpunkti ferðamennsku.
- Jarðvísindi eru bersýnilega á háu stigi og tækjakostur að hluta hinn besti. Við getum sótt þjónustu til þeirra. Þá má nefna að Kínverjar eru mjög framarlega í rannsóknum á fyrirboðum jarðskjálfta.

## Efnisyfirlit

Samantekt.....	3
Aðdragandi.....	7
Beijing í upphafi ferðar.....	8
Shaanxi-fylki.....	9
Tíbet.....	11
Beijing undir lok ferðar.....	13
Badeling og Yanqing.....	14
Framhald og lok ferðar.....	15
Hebei-fylki, 2. september 2001.....	15
Beijing, 3. og 4. september 2001.....	15
Niðurlag.....	16
English summary.....	17
Viðauki I: Sérstakar fundargerðir ÞE.....	19
Viðauki II: Samkomulag við fulltrúa Shaanxi-fylkis.....	23
Viðauki III: Sundurliðuð dagskrá ferðar.....	25





## Aðdragandi

Sendinefnd á sviði jarðhita sótti Alþýðulýðveldið Kína heim í lok ágúst 2001 í boði ráðuneytis landgæða og auðlinda í Kína.<sup>1</sup>

Aðdragandi ferðarinnar var sá að sendiherra Kína í Reykjavík, Wang Ronghua, hóf máls á slíkri sendiför við orkumálastjóra skömmu eftir komu sína til landsins og ítrekaði hugmyndina í nokkur skipti m.a. með heimsóknum á Orkustofnun í tvígang. Boðið var síðan staðfest með tölvuskeytum sumarið 2001. Auðlindaráðuneytið eða aðrir gestagjafar í Kína greiddu allan dvalar- og ferðakostnað sendinefndarinnar utan flug frá Íslandi til Beijing.

Í sendinefndinni voru:

- Þorkell Helgason (ÞH), orkumálastjóri, formaður sendinefndarinnar
- Ásgeir Margeirsson (ÁM), aðstoðarforstjóri Orkuveitu Reykjavíkur
- Guðni Axelsson (GAx), deildarstjóri forðafræðideildar Rannsóknasviðs Orkustofnunar
- Ólafur G. Flóvenz (ÓGF), framkvæmdastjóri Rannsóknasviðs Orkustofnunar
- Þorkell Erlingsson (ÞE), verkfræðingur, Enex hf., sér þar um Asíumál.

Lagt var stað í förina 20. ágúst 2001 og komu flestir heim 2. sept. en aðrir 5. sept. Í viðauka III er að finna dagskrá ferðarinnar. Í meginráttum skiptist ferðin á þrjá staði:

- Beijing og nágrenni. Þar var dvalið bæði í upphafi og lok ferðarinnar.
- Xian, höfuðborg Shaanxi-fylkis, og nágrenni.
- Tíbet, sjálfstjórnarsvæði, aðallega höfuðborgin Lhasa.

Móttökur voru með afbrigðum vinsamlegar og rausnarlegar. Sendinefndinni var gert mjög hátt undir höfði og voru hvarvetna háttsettir ráðamenn sem tóku á móti okkur. Í samráði við sendiráð Íslands og Kína hafði verið komist að þeirri niðurstöðu að staða ÞH svaraði til "aðstoðarráðherra", en síðan var hann titlaður "vararáðherra" (og jafnvel "ráðherra" í Xian). Gerð var athugasemd við þetta titlatog en því svarað að við skyldum ekki hafa af því áhyggjur!

Allt um það þá var tekið á móti okkur af vararáðherra auðlindaráðuneytisins, varafylkisstjóra Shaanxi, varaborgarstjóra Xianyang, varaformanni landsstjórnar Tíbets, varasýslumanni Yanqing o.s.frv. Veislur voru miklar og veglegar og okkur sýnt margt fróðlegt, en fundarhöld hefðu mátt vera meiri og voru þau reyndar aukin nokkuð að okkar ósk, á kostnað kynnisferða.

Aðalleiðsögumenn voru tveir; frú Chen Youfang og Zheng Chuncai sem þó var ekki með í Tíbet. Þar var aftur á móti fyrrv. nemandi Jarðhitaskólans okkur innan handar; Pingstoe Wangyal. Upphaflega stóð til að frú Zou Xing yrði aðalleiðsögumaður, en hún hafði haft veg og vanda af undirbúningi og hitti raunar orkumálastjóra á Íslandi ári fyrir heimsóknina. Vegna annarra verkefna gat hún þó aðeins verið með okkur 31. ágúst í Beijing.

Skal nú farið nokkrum orðum um það helsta sem gerðist efnislega í þessari ferð.

---

<sup>1</sup> Ráðuneyti þetta nefnist á ensku "Ministry of Land and Resources". Hér á eftir verður heiti stofnana að jafnaði getið á ensku, þótt illt sé. Er það gert til að forðast misskilnings vegna samanburðar við önnur gögn, sem að jafnaði eru á ensku.

## Beijing í upphafi ferðar

Í upphafi heimsóknarinnar tók á móti okkur á Beijing-flugvelli, Li Zhijian frá þeirri deild sem fer með erlend samskipti ráðuneytisins. Í spjalli hans við PH kom m.a. fram eftirfarandi:

- Gas er í sókn sem orkugjafi í Kína, sama gildir um olíu, en reynt er að draga úr kolanotkun samhliða því sem þar er stefnt að hreinni brennslu.
- Innland framleiðsla olíu er um 120 millj. tonna á ári og (nettó)innflutningur um 40 millj. tonna.
- Kjarnorka á sér sess, hugsanlega vaxandi.
- Vatnsorka heyrir ekki undir Auðlindaráðuneytið, heldur undir e.k. Landsvirkjun, sem hefur stöðu ráðuneytis.

Dvalist var í Beijing bæði í upphafi og lok ferðarinnar. Annars vegar voru heimsóttar rannsóknastofnanir og hins vegar fyrirtæki og aðrir aðilar vegna hugsanlegra verkefna.

Að kvöldi fyrsta dags hélt sendiherra Íslands, Ólafur Egilsson, sendinefndinni og ýmsum seinni viðmælendum hennar og fleirum veglegt kvöldboð.

Annan dag heimsóknarinnar var fyrst farið til *Beijing Institute of Geological Engineering*. Meðal þeirra sem við hittum þar voru tveir fyrrum nemendur Jarðhitaskólans Pan Xiaoping (1998) og Liu Juirong (1999). En varaforstjóri stofnunarinnar (Vice-President), Wei Lian Wei, tók á móti. Þar var rætt um hugsanlegt hitaveituverkefni í Yanqing, norðan Kínamúrsins, sem Enex og Orkuveita Reykjavíkur hafa komið að. Auk þess komu eftirfarandi atriði fram í samtölum:

- Stofnunin heyrir undir Beijing Bureau of Land and Resources.
- Um 150 manns sinna jarðhitamálum hjá stofnuninni.
- Hún sinnir verkefnum ekki aðeins í Beijing, heldur líka t.d. í 7 erlendum ríkjum.
- Í Beijing eru um 200 jarðhitaborholur og hefur stofnunin staðið fyrir borun um 90% þeirra. Síðustu árin hafa verið boraðar um 20 nýjar holur á ári.
- Stofnunin á um 20 jarðbora, þar af geta 5 borað dýpra en 2000 m. Allt kínverskir borar.
- 10 milljónir rúmmetrar af heitu jarðvatni eru nýttir árlega í borginni; svarar það til um 300 l/s að jafnaði. Til fróðleiks notar Hitaveita Akureyrar um 2-3 milljónir rúmmetra á ári.<sup>2</sup>
- Ráðamenn leggja áherslu á að nýta jarðvarma í tengslum við Ólympíuleikana. Töluverðar rannsóknir skortir, auk þess sem stjórnun nýtingarinnar er verulega ábótavant. Þá vilja þeir fara að hefja niðurdælingu.

Sama dag var heimsótt *Beijing City Geological Survey Technincal Institute*. Liu Changlin, forseti stofnunarinnar var helst í forsvari en einnig Wei Jianfeng, varaforseti. Þetta eru þeir aðilar sem Enex og Orkuveita Reykjavíkur hafa verið í viðræðum við vegna hitaveituframkvæmda í Beijing, nánar tiltekið í Lishuiqiao:

- Stofnunin heyrir undir Beijing Bureau of Land and Resources.
- Beijing stefnir að upphitun 10 milljóna fermetra af húsnaði með jarðhita fyrir árið 2010.

---

<sup>2</sup> Kínverjar tala gjarnan um millj. rúmmetra á ári þegar okkur er tamara að vísa til l/s. Samhengið er þetta:  $1 \text{ Mm}^3/\text{a} = 32 \text{ l/s}$ .

- Fram kom að myndað hefur verið félag sem tekur við samstarfinu við Enex og Orkuveitu Reykjavíkur; *Tian Yin* heitir það sem mun útleggjast *Silfurhiminn*. Auk umræddrar stofnunar eru *Beijing City Energy Investment Company*, *Beijing Urban Construction* og *XingHua Land Co. Ltd.* aðilar að félaginu.
- Nefndu þeir að æskilegt væri að Íslendingar ættu um 30% hlut í nýja félaginu.
- Tilgangur félagsins er leit að jarðhita og lagning og rekstur hitaveitna. Vill það hita 400 þús. fermetra strax og 2 milljónir eftir nokkur ár.
- Hafa borað 1 holu og 10 eru ráðgerðar.
- 10 manna sendinefnd þessara aðila kemur til Íslands í október 2001.
- Félagið vill vekja athygli á þeim möguleika að hita væntanlegt Ólympíuþorp upp með jarðhita.
- Þarna vakna líka áhyggjur af skorti á sameiginlegri stjórnun (resource management) og verulegri hættu á ofnýtingu (rányrkju).

Vararáðherra í Auðlindaráðuneytinu, Jiang Chengsong hélt okkur rausnarlegan kvöldverð á öðrum degi heimsóknarinnar. M.a. var íslenski sendiherrann, Ólafur Egilsson, viðstaddur. Einnig próf. Zhang Hongtao, varaforstjóri *China Geological Survey* og dr. Jia Jia-Lin frá umhverfis- og jarðfræðiskrifstofu ráðuneytisins. Skipst var á gjöfum og fékk ráðherrann úrval Íslendingasagna á kínversku.

Ráðherrann sagði m.a.:

- Huga þarf að því hvort eða í hvaða mæli jarðhitinn er endurnýjanleg auðlind. Nýtingin þarf að taka mið af því.
- Vill helst samstarf við Íslendinga um nýtingu lághita.

## Shaanxi-fylki

Shaanxi er fylki (próvinsa) um þúsund km vestan við Beijing. Þar búa um 35 millj. manna. Höfuðborg fylkisins heitir Xian og var höfuðborg Kínaríkis í um 1100 ár. Þangað fór sendinefndin 23. ágúst. Hér var nefndinni gert einna hæst undir höfði, m.a. strax með fyrirmannlegri móttöku á flugvelli. Þaðan var haldið rակleiðis á fund varafylkisstjórans Pan Lian Sheng, sem lýsti yfir miklum áhuga á samstarfi. ÞH svaraði með því að vísa m.a. til Jarðhitaskólans, en það hefur lengi verið áhugamál að fá nemendur frá þessu fylki, en ekki lukkast enn. Pan bauð til mikils kvöldverðar.

Næsti dagur, 24. ágúst, hófst með fundi undir forsæti frú Li Dongyou, sem er varaforstjóri útibús Auðlindaráðuneytisins í fylkinu. Í fylkinu eru 175 jarðhitaholur, flestar við Xian. Vandamál eru af ýmsu tagi:

- Skortur á rannsóknum, einkum forðafræðilegum.
- Holur eru um of í hnapp, reknar af mismunandi fyrirtækjum og stofnunum, og hirða vatn hver frá annarri.
- Skortur er á vatni, ekki hita, stefna því að niðurdælingu.
- Vatnið er illa nýtt, frárennslishi einatt 35 °C og hærri; allt upp í 60 °C.
- Óvissa er um umhverfisáhrifin.
- Sem sagt vöntun á sameiginlegri stjórnun á nýtingu jarðhitans (resource management).
- Árleg vinnsla alls er um 4-5 milljónir rúmmetra, sem svarar til um 120-150 l/s sem er auðvitað næsta lítið.

Að þessu loknu hófust kynnisferðir:

- *Shaanxi Natatorium*: Þetta er stór keppnissundlaug hituð af einni borholu í næsta nágrenni, sem því miður fer þverrandi. Allur

tæknibúnaður í kjallara laugarinnar þótti okkur mikilfenglegur. Sáum ekki tilganginn með öllum þeim pípum og tönkum!

- *Shaanxi Hotel*: Þetta er e.k. móttökusetur fylkisstjórnarinnar. Þar er nýboruð hola en notkun jarðhitans ekki hafin. Það tók þrjá mánuði að bora holuna, sem er um 3.850 m djúp. Unnið var á 4 vöktum; 10 manns á hverri. Holan kostaði 5 millj. yuan (ca. 60 m.kr.).
- *Lintong*: Þetta er staður með fornri laug keisaraynju frá Yang-tímabilinu. Laugin var þekkt en nýlega grafin upp að fullu og gerð að miklum ferðamannastað, afar smekklefum. Var það að einhverju leyti í framhaldi af uppgötvun leirsoldátanna frágu þarna í grenndinni. Laugarnar heita *Huaqing(chi)*.

Þá um kvöldið var svo rætt við tvo hugsanlega nemendur fyrir Jarðhitaskólann (var ekki á dagskrá, en gert að okkar tillögu). Þeir heita Yin Lihe (Charles) og Tao Husheng.

Síðan var haldið til borgarinnar *Xianyang*. Við borgarmörkin beið okkar varaborgarstjórinn Zhang Li Young og var ekið í lögreglufylgd! Þá strax og síðar kom í ljós að borgin er í örum vexti, ekki hvað síst uppbygging þekkingarþorps með um 200 þús. fermetra húsnæði. Mörg alþjóðleg fyrirtæki verða þar með aðsetur. Borgaryfirvöld vilja hita og kæla þorpið með jarðhita.

Eftirfarandi var skoðað:

- *505 háskólinn*: Þetta er e.k. einkaháskóli í uppbyggingu enda í næsta nágrenni við þekkingarþorpið ráðgerða. Skólinn er í eigu mikils lyfjafyrirtækis. Borhola er á skólalóðinni og er þegar nýtt.
- *795 verksmiðja*: Þetta er rafeindaverksmiðja. Ekki gátum við þó staðreynt það. Forstjórinn, frú Deng Mei, tók á móti okkur með fríðu föruneyti. Verksmiðjan er stór, 3000 manna starfslið. Verksmiðjan og starfsmannahíbýli eru hituð með jarðhita en við skoðuðum stóra borholu, sem gaf í upphafi 80 l/s af 98 °C heitu sjálfrennandi vatni. Þarna voru 4 varmaskiptar (3 kínverskir en 1 frá Alfa Laval).
- *Qinbao Hotel*: Ráðstefnu- og heilsuhótel, á svæði þekkingarþorpsins. Hótelstjórinn er kornungur. Hitað með jarðhita, en borholan var í viðgerð.

Skriflegar upplýsingar voru lagðar fram um jarðhita í fylkinu almennt, og þessum stöðum sérstaklega.

Að loknum hádegisverði í boði fyrrgreinds varaborgarstjóra var ekið til baka til Xian og efnt til fundar með frú Li, en auk hennar má nefna fróða konu um jarðhita, frú Hong, en hvorug þeirra var mælandi á ensku. Aðalumræðuefnið voru drög að *Letter of Intend* sem þau höfðu lagt fram áður. Við gerðum nokkrar athugasemdir sem voru teknar til greina. Plaggið breyttist í *Memorandum of Understanding* og fylgir það sem viðauki II sem skýrir sig sjálft.

Á fundunum í Shaanxi komu annars fram fróðlegar upplýsingar um jarðhitamál í fylkinu:

- Jarðhita er víða að finna í héraðinu og í sumum tilvikum töluvert öflugur. Þetta er sambland af setlagajarðhita og sprungujarðhita í misgengjum en vatnsleiðararnir eru allir í setlögnum. Þarf 2-3 km holur til að ná viðunandi hita.
- Yfirvöld gefa tilteknum aðila leyfi til borunar á ákveðnu landsvæði, sem er nokkrir ferkílómetrar að stærð. Jafnframt fær viðkomandi rétt til

að vinna ákveðið magn úr hverri holu. Okkur er sagt að haft sé mánaðarlegt eftirlit með því að svo sé. Við sáum hins vegar ekki víða búnað til að mæla rennslið úr holunum, en á sumum stöðum var þó op meðfram dæluröri til vatnborðsmælinga.

- Fyrirkomulag á orkusölu til húshitunar er nokkuð sérstætt í Kína. Algennt er að vinnuveitandinn eigi íbúðarhúsnæði starfsmanna og honum ber að útvega starfsmönnum upphitun á verði sem stjórnvöld ákveða og er um 10-20 yuán/m<sup>2</sup>/ári. (Breytilegt eftir svæðum, eða kaupmætti á hverju svæði). Húseigandinn verður síðan að kaupa orkuna af einhverjum orkuframleiðanda og það verð er einatt mun hærra en söluverðið, t.d. um 48 yuán/m<sup>2</sup>/ári, enda ræðst það af samningum milli orkusala og orkukaupa. Vinnuveitandinn ber því mismuninn á kaup- og söluverði orkunnar.
- Áform eru uppi um víðtæka hitaveituvæðingu í nýjum hverfum í *Xianyang* en óljóst hvernig að því verður staðið og hvernig lagaumhverfi heitavatnsvinnslunnar og dreifingar verður. Þeir virðast þó stefna að hlutafélagi (sumir sögðu það þegar gert og heiti *Xianyang North China Geothermal Company*) sem fái einkaleyfi til vinnslu á tilteknu svæði og selji síðan þeim sem byggja eða munu eiga húsin. Á fundi með okkur var maður að nafni Song Jia Qi, forstjóri hjá *Xianyang Municipal Mineral Administration*, sem sagðist mundu geta komið okkur í samband við þetta fyrirtæki. (Faxnúmer hans er (0910) 331 3698).

Um kvöldið var boðið til kvöldverðar ásamt með tónlistar- og danssýningu frá Tang-tímabilinu.

## Tíbet

Sunnudaginn 26. ágúst fylgdi frú Li og föruneysi okkur út á flugvöll, en þaðan var haldið til Lhasa í Tíbet með millilendingu í Chengdu, hvar etinn var einn besti málsverður ferðarinnar, enda borgin höfuðborg Sichuan-héraðs, þar sem matur er sagður einna bestur í Kína.

Á Lhasa-flugvelli var tekið vel á móti okkur með tilheyrandi serimóníum. Frá flugvellinum er langur akstur inn í borgina. Lhasa er í 3700 m hæð og því tekur tíma að aðlagast aðstæðum.

Daginn eftir, 27. ágúst, var fundur með heimamönnum. Annar fundur var degi síðar og verður frásögn af þeim báðum felld saman. Skemmst er frá því að segja að öll tjáskipti voru erfið. Bæði voru túlkar ekki vandanum vaxnir en líka örðugt að draga fram svör við spurningum okkar. Ekki bætti úr skák að nafnspjöld voru ekki tiltæk hjá heimamönnum, þ.a. að nöfn og staða viðmælanda var sjaldnast ljós. Eina spjaldið var frá Dor Ji, sem var titlaður jarðfræðingur (senior geologist) við *Tibet Geothermal Geological Team, Tibet Environmental Institute*.

Annar að nafni Wang Bao Sheng, var aðalgestgjafi okkar og var hann yfirmaður (president) útibús Auðlindaráðuneytisins þarna í Tíbet. Næstur honum (vice president) var Kan Zhan en skrifstofustjóri þessa ráðuneytis var Cheng Jachu og fylgdi hann okkur oftast. Aðaltúlkur okkar og hjálparhella í Tíbet var Pingtsoe Wangyal frá ráðuneytinu, og var hann hér á Íslandi árið 1992 í JHS prógrammi.

Stofnun sú í Tíbet sem stóð fyrir komu okkar var:

Bureau of Land & Resources Tibet

Beijing Ave. no. 21

Lhasa, Tibet;

Sími; 00 86 (0)891 6335918

Fax; 00 86 (0)891 6336291

Sakir samskiptaörðugleika kann sumt af því sem hér verður sagt að vera málum blandið:

- 700 jarðhitastaðir hafa verið rannsakaðir í Tíbet.
- Helsta háhitasvæðið er *Yang Bajing*, um 100 km norður af Lhasa og í um 4.400 m hæð. Þar er síðan 1991 25 MW virkjun sem rekin er með um hálfum afköstum. Aðeins efra kerfi svæðisins (200-300 m dýpi) er nýtt. Gríðarlegar útfellingar valda vandræðum, einnig lækkandi þrýstingur og einhver kólnun. Japanir veita e.k. þróunaraðstoð til að rannsaka og bora í dýpri hluta kerfisins, með það að markmiði að hressa upp á virkjunina. Þarna er talinn möguleiki á 100 MW vinnslu með því að bora í dýpra kerfinu.
- Tvær holur hafa verið boraðar í neðra kerfið, um 2.000 m, en þær eru ekki enn tengdar virkjuninni.
- Tvær smáar jarðhitavirkjanir eru að auki (1 og 2 MW) í Tíbet, en starfræksla þeirra er stopul sökum rekstrarvandamála.
- UNDP gaf efnagreiningartæki (gaschromotograph) sem liggur ónotað þar sem þekkingu skortir á gassýnatöku og notkun tækisins.
- Hús eru almennt ekki upphituð í Lhasa, enda þótt þörf væri á. Vangaveltur eru um að leiða afgangsvarmann frá *Yang Bajing* til Lhasa. Við spurðum hvort ekki mætti finna jarðhita nær borginni. Svárið virtist neikvætt.
- Ekki fengust skýr svör um raforkuþörf Tíbets, hvað þá um framtíðaráform. Þó voru tölur um að raforkuvinnsla í fyrra hafi numið um 733 GWh (vatnsafl 620, jarðhiti 110, olía og sólaorka 3).
- Auk jarðhitavirkjana eru þrjú allstór vatnsorkuver, samtals með um 150 MW uppsett afl, en skila þó engan veginn þeirri orku. Einnig virðast vera mörg minni vatnsorkuver í landinu.
- 60 MW af vatnsaflsvirkjunum eru í smíðum.
- Í heild er uppsett afl í Tíbet 350 MW; vatnsafl 294, jarðhiti 28 og olía 36 (rímar illa við fyrrnefndar tölur). Stefnt er að 500 MW.

Ráðgert hafði verið að sjá háhitasvæðið í *Yang Bajing*, 28. ágúst, en vegurinn reyndist lokaður. Var þá dagskrá breytt. Tveir okkar (GAX og ÓGF) voru þann dag kyrrir í Lhasa og áttu viðtöl við 4 hugsanlega nema fyrir Jarðhitaskólann og einnig við Dor Ji og undirmenn hans um jarðhitarannsóknir í Tíbet. Við hinir (ÁM, ÞE og ÞH) fórum í alllangt ferðalag til að skoða vatnsaflsvirkjun (Yamdruk Tso) sem er að mörgu leyti undarleg framkvæmd (og mjög umdeild, fundum við út síðar):

- Virkjunin sækir vatn í stöðuvatn sem er í um 4500 m hæð, mjög stórt að flatarmáli (648 km<sup>2</sup>) en án innrennslis og afrennslis. Það er heilagt í augum búddatrúar íbúa Tíbets.
- Virkjað er 850 m fall og uppsett afl um 100 MW. Virkjunin komst í gagnið fyrir nokkrum árum en nýtt afl hefur ekki verið nema um 15 MW að meðaltali. Þannig var orkuvinnslan s.l. ár aðeins 140 GWh.
- Svo virðist sem runnið hafi á menn tvær grímur með að draga niður í vatninu. M.a. þess vegna er nýtingin svo lítil.
- En síðan eru 90 MW dælur sambyggðar við vélarnar og var okkur sagt að vatni yrði dælt aftur upp í vatnið þegar orkubúskapurinn í Tíbet

leyfði það, vonandi innan áratugar eða svo. Það er þó mjög umdeilt hvort dæla á menguðu árvatni upp í tært stöðuvatnið.

- Vélbúnaður er allur hinn glæsilegasti, frá Voith og ELIN í Austurríki, og hefur efalaust kostað sitt, t.d. dæluvarnarmunnað sem munu liggja ónotaðar um langa hríð. Heildarkostnaður er uppgjafinn 200 MUS\$ að viðbættum 36 MUS\$ vegna fóðringa ganga sem gert var við eftir hrún.

Einn af yfirmönnum rafmagnsveitunnar, Yu Heping, hittum við í mýflugumynd rétt áður en við fórum. Hann var á Íslandi um 1986 í JHS og stýrir nú raforkuframleiðslu í Tíbet (Bureau of Electricity of Tibet, yu@public.ls.x2.cn, Fax; 0891 6324846).

Varaformaður Tíbetsku sjálfstjórnarinnar (nafn óþekkt) tók á móti sendinefndinni í stjórnarhöll mikilli og hélt sendinefndinni síðan kvöldverð síðasta kvöldið í Lhasa.

## Beijing undir lok ferðar

Aftur var komið til Beijing í lok ferðarinnar. Fyrst voru þá heimsótt *Kínverska jarðvísindaakademían* og *China Geological Survey*. Báðar þessar stofnanir heyra undir Auðlindaráðuneytið. Var upplýst að til stæði að slá þessum og fleiri jarðvísindastofnunum saman í eina. Var þetta raunar beinlínis í deigluinu meðan við stöldrúðum við. (Forstjóri þeirra síðarnefndu kom fagnandi af fundi og sagði að stofnunin yrði ekki skorin við trog, heldur fremur hampað við sameininguna).

Víkjum þá fyrst að *Kínversku jarðvísindaakademíunni*. Aðeins GAX, ÓGF og ÞH gátu sinnt þeirri heimsókn, en þeir ÁM og ÞE heimsóttu sína tengla í Lishuiqiao.

Fyrst gaf próf. Dong Shuwen, varaforseti akademíunnar, fróðlegt yfirlit. Með honum voru m.a. jarðhitasérfræðingarnir Keyan Zheng og Kang Wenhua. Litið var við á efnagreiningarstofu, sem er afar vel búin alþjóðlegum tækjum, fjölda massageina o.fl. Þeir gætu tekið að sér verkefni fyrir okkur! Yfirmaður þarna var próf. Ding Tiping.

Meðal fróðleiks um akademíuna má nefna:

- Þar starfa um 3.000 manns, þar af um 2.000 sérfræðingar.
- Eru að bora 5 km djúpa holu, með stuðningi ICDDP. Kostnaður áætlaður um 1,5 milljarðar kr.

Hádegisverður var snæddur í boði akademíunnar og var aðalforstjórinn (president), próf. Zhang Yanying, gestgjafi.

Eftir hádegi var heimsótt *China Geological Survey* og var þá íslenski hópurinn aftur sameinaður:

- Heimsótt var fjarkönnunarstofa stofnunarinnar. Tók þar varaforstjórinn Guo Dahai á móti og gaf yfirlit. Stofan er engin smásmíði og rekur m.a. 6 flugvélar og hefur um 600 vísindamenn á sínum snærum. Eru þeir vel búnir tækjum og hugbúnaði. Stofan hefur bent á flest þau olíusvæði sem fundist hafa í Kína, auk þess um 150 námur. Um 40% af Kína hefur verið loftmyndað. Stofan stundar ýmiss konar eftirlitsstarf með framkvæmd fyrirmæla stjórnvalda.
- Þá var tölvu- og upplýsingadeildin heimsótt. Hún gefur út jarðfræðikort, sinnir GPS og margt fleira mætti telja. Virðist vel búin tækjum, m.a. forlata amerískum kortaprentara. Búið er að gera jarðfræðikort af Kína í skala 1:5.000.000, 1:1.000.000 og 1:200.000 en aðeins um 5% landsins í skala 1:50.000.

- Síðan var jarðhitadeildin skoðuð. Í forsvari var próf. Wen Dongguang. Starfsemi hófst á deildinni á sjötta áratug síðustu aldar; lá greinilega í láginni á dögum menningarbyltingarinnar en tók við sér eftir 1980. Hefur gert hverakort af Kína. Þar eru um 2200 hverir. Hitastigull í Kína er almennt 15-30 °C á hvern km.
- Að lokum var fundur með varaforstjóranum, próf. Zhang Hongtao. Stofnunin á sögu að rekja til 1916, endurskipulögð 1949, en í núverandi mynd er hún aðeins ársögumul og breytist nú aftur eins og fyrr segir. Sameinuð jarðvísindastofnun verður ekki mjög á markaði. Til stendur að stofna sérdeild eða fyrirtæki í því skyni. Fram kom að um 1 milljón manna starfa á sviði jarðvísinda í Kína.<sup>3</sup> Stjórnvöld hafa sett á laggirnar átaksverkefni í jarðfræði og auðlindanýtingu, lagður er fram 1 milljarður yuan árlega í 12 ár.<sup>4</sup> Stofnunin hefur 6 svæðisskrifstofur, 4 skip og 3 flugvélar (aук fjarkönnunarvélanna?). Þeir bjóða út verkefni á vettvangi. Almenn gögn eru afhent ókeypis.

Kvöldverður var í boði *China Geological Survey* og gestgjafi próf. Zhang Hongtao.

## Badaling og Yanqing

*Yanqing* er hérað norðan við Beijing-borg, rétt norðan við Kínamúrinn mikla við Badaling, sem heyrir reyndar undir Beijing. Þar var gíst aðfararnótt 2. sept. á ferðamannastað fyrir (ný)ríka Kínverja. Sá byggir á jarðhita. Þar er ein hola, undir 60 °C, járnrík og er járníð fjarlæggt með súrefni. Holan er notuð til að hita hótelið og leggur því til kranavatn auk vatns í mikla sundhöll þar við.

Liu Xing, framkvæmdastjóri *Beijing Badaling Great Wall Geothermal Development Co.*, var gestgjafi í hádegisverði.

Eftir hádegi var fundur um verkefni Enex og Orkuveitu Reykjavíkur í *Yanqing*. Þeir sem helst voru í forsvari voru Wei Lian Wei og Liu Xing. Auk þess kom við sögu glöggur eldri maður, jarðhitasérfræðingur, Keyan Zheng og Jarðhitaskólaneminn Liu Jiurong var okkur einnig innan handar.

Raunar hafði verið farið yfir mál að hluta í fyrri fundi í Beijing og er eftirfarandi frásögn sótt í báða fundina:

- Í *Yanqing* er laug með 42 °C hita sem hefur verið þekkt í 1500 ár.
- Þorkell Erlingsson skýrði frá drögum að forathugun á lagningu hitaveitu fyrir hluta *Yanqing*, eða um 500.000 m<sup>2</sup>. Helsti vankanturinn er lágt hitastig. Því þarf að snerpa á vatninu sem ÞE taldi hagkvæmast að gera með kolum.
- Heimamenn þvertóku þó fyrir það þar sem kol væru illa séð; skipti það engu þótt jarðhitinn minnkaði kolanotkun um 85%! Vildu þeir heldur varmadælur og sögðu hægt að fá rafmagn á nóttunni á hálfvirði.
- Varmaskipta fyrir kranavatn töldu þeir óþarfa; vildu heldur hreinsa járn úr vatninu með súrefni. Þetta töldu okkar menn ótækt og bjóða heim tæringarvanda.
- Guðni Axelsson fór yfir getu jarðhitasvæðisins.

<sup>3</sup> Í fyrstu hljómar þetta sem risavaxin tala, en m.v. fólksfjölda eru þetta færri starfsmenn en á Íslandi!

<sup>4</sup> Yfirfært á okkar mælikvarða (m.v. fólksfjölda og kaupmáttarstig) svarar þetta til 10-20 millj. ísl. kr. árlega.



- Fram kom í viðræðum að hitunarkostnaður yrði of hár með jarðhita m.v. núverandi hitun sem er með kolum. Sama gildi um heitt neysluvatn, sem ekki má kosta meira en 6 yuan/m<sup>3</sup>.
- ÞE reiknar með 12% innri vöxtum af eigin fé, nokkuð sem kínverskum fjárfestunum þykir líka of lágt!

Í Yanqing-héraðið búa álíka margir og á Íslandi. Varahéraðshöfðinginn Gao bauð til kvöldverðar 1. sept. Hann segir heimamenn vilja auka ferðamannabúskap og nýta til þess jarðhita.

## Framhald og lok ferðarinnar

Meirihluti sendinefndarinnar, þeir ÁM, ÓGF og ÞH, héldu heim hinn 2. sept. en hinir tveir, GAX og ÞE, dvöldu þremur sólahringum lengur til að fylgja eftir þeim verkefnum sem eru á döfinni.

## Hebei fylki, 2. september 2001

Sunnudaginn 2. september sótti frú Li Hongying (var á Íslandi árið 2000 hjá Jarðhitaskólanum) ÞE og GAX til viðræðna um þróun jarðhita í Heibei-fylki. Farið var til tveggja staða í Heibei, Anxin-sýslu og Xiong-sýslu. Þessi heimsókn hefur staðið til í heilt ár eða síðan frú Li var á Íslandi og ræddi um að Virkir (nú Enex) kæmi að jarðhitapróun í þessum hluta Kína. Frú Li vinnur hjá Bureau of Land & Resources í Baoding, höfuðborg Hebei (Baoding er vinaborg Hafnarfjarðar og nokkur samgangur þar í milli). Sú stofnun úthlutar leyfum til nýtingar á jarðhita í fylkinu.

Anxin-sýsla er rúmlega 200 km beint suður af Beijing. Nýleg hraðbraut liggur þangað og var því mjög greiðfært að komast á staðinn. Jafn greiðfært er til *Tianjin*. Svæðið er því kjörið að sögn til matvælaframleiðslu þar sem stærstu markaðir Kína eru í innan við 3 tíma fjarlægð.

Á fundi með Guohui Li borgarstjóra, Yuan Da Bing framkvæmdastjóra og aðaleiganda *Anxin Power Installation Engineering Company* og fleirum kom fram að mikill jarðhiti er í Anxin-sýslu og áhugi á að nýta hann m.a. til fiskeldis. Eftir skoðunarferðir um héraðið, út á gríðarstórt vatn sem þar er og í garða Yuan Da Bing, var skrifað undir samkomulag um að Enex aðstoðaði Yuan Da Bing við að þróa jarðhitanotkun við fiskeldi. Eftir er að útfæra þennan samning frekar.

Seinni hluta dags var Xiong-sýsla heimsótt. Þar tóku á móti okkur Dong He Qun borgarstjóri, Gao Shu Di framkvæmdastjóri hitaveitunnar og Jiang Yan Hai framkvæmdastjóri inn- og útflutnings í héraðinu. Mikill jarðhiti virðist í borginni en því miður er mikil fáfræði í notkun sem og mikil fátækt. Við fengum í hendur nokkrar skýrslur um uppbyggingu hitaveitu í borginni og þeir óskuðu eftir aðstoð okkar við frekari uppbyggingu og þróun. Enn er óljóst hvernig unnt er að verða við ósk þeirra.

## Beijing, 3. og 4. september 2001

Að frumkvæði Sendiráðs Íslands í Beijing heimsótti ÞE (ásamt Peter Yang Li í sendiráðinu) verktakafyrirtækið *Forest Hill* um morguninn 3. sept. Fyrirtæki þetta á um 200.000 m<sup>2</sup> lóð rétt austur af 4 hring í Beijing og hyggst byggja 130.000 m<sup>2</sup> villur sem hita á upp með jarðvarma fengnum á staðnum úr tveimur 2.000 m djúpum jarðhitaholum. Óskað var eftir tillögu Enex að þessu verki með hönnunarsamning í huga. Aðilar munu skiptast á gögnum með samning í huga.

Á sama tíma flutti GAX fyrirlestur í *Beijing Geoscience University* um “Geothermal Resource Management”.

Um eftirmiðdag 3. september var fundur um jarðhitaverkið í *Lishuiqiao* í Beijing. Á fundinum var farið yfir stöðu verkefnisins (sjá viðauka I).

Þann 4. september var fundur allan daginn í Beijing vegna verkefnisins í *Yanqing*-sýslu (sjá viðauka I).

## Niðurlag

Í rabbi við aðalleiðsögumenn okkar síðasta kvöldið í Kína kom þetta fram í hnotskurn af þeirra hálfu:

- *Yanqing*: Koma þarf því á hreint hver verður eigandi hitaveitunnar. Sérfræðingur þeirra fari til Íslands og kynni sér rekstur hitaveitna. Óljóst er með leyfisveitingar.
- *Lishuiqiao*: Er álitlegra en *Yanqing*-verkefnið enda lengra komið.
- *Xian og Xianyang*: Þarna er mikill áhugi sem vert væri að fylgja eftir, t.d. með því að bjóða yfirmanni útibús Auðlindaráðuneytisins í fylkinu, Zhang Dexing, ásamt föruneyti til Íslands. Áhugi er á samfjárfestingu (“joint venture”).
- *Tíbet*: Viðfangsefni þar eru óljós. Íslendingar verða að sníða sér stakk eftir vexti. Tíbet verður þá að mæta afgangi.
- *Almennt*: Mikilvægt að einn aðili komi fram f.h. Íslendinga, þ.e.a.s Enex. Nefnt að helst væri að bjóða vararáðherra auðlindamála til Íslands.

Þessi niðurstaða rímar næsta vel við tilfinningu okkar. Íslendingar gætu þó aðstoðað Tíbet í smærri stíl, t.d. við ýmsar jarðhitarannsóknir og hagkvæmniathuganir, ef utanaðkomandi fjármagn fengist í slíkt.

Við urðum vitni að mikilli uppbyggingu í Kína. Auðvitað er hún mest áberandi í Beijing en líka í Xian; mun síður í Tíbet. Það er mat okkar að talsverð viðskiptatækifæri geti verið á jarðhitasviðinu í Kína. Það sem Kínverja vanhagar um er ekki aðeins hagnýtar rannsóknir heldur líka þekking á rekstri jarðhitasvæða og hitaveitna.

Að lokum má spyrja hvort við getum ekki lært líka af Kínverjum. Auðvitað er það svo. M.a. má nefna eftirfarandi sem bar fyrir augu eða eyru:

- Kínverjar hafa alda- ef ekki árpúsunda- langa reynslu af fiskeldi, m.a. með hjálp jarðhita.
- Sama gildir um baðmenningu, sbr. t.d. böðin í *Huaqingchi* þar sem forn böð hafa verið gerð að miðpunkti ferðamennsku.
- Jarðvísindi eru bersýnilega á háu stigi og tækjakostur að hluta hinn besti. Við getum sótt þjónustu til þeirra. Þá má nefna að Kínverjar eru mjög framarlega í rannsóknum á fyrirboðum jarðskjálfta.

## English summary

An Icelandic delegation on geothermal issues visited the People's Republic of China in late August 2001 at the invitation of the Chinese Ministry of Land Resources.

The delegates were the following:

- Thorkell Helgason, Director General of the National Energy Authority;
- Ásgeir Margeirsson, Deputy Director General of Reykjavik Energy;
- Gudni Axelsson, Head of Physics Department, GeoScience Division of the National Energy Authority;
- Ólafur G. Flóvenz, Managing Director, GeoScience Division of the National Energy Authority;
- Thorkell Erlingsson, engineer, in charge of Asian affairs at Enex.

The delegation started its journey on 20 August 2001 and returned on 2 September (part of the group returned on 5 September). The program of the journey is attached in Annex III. Three principal places were visited.

- Beijing and neighboring area. The delegation stopped in Beijing both at the beginning and end of the visit.
- Xian, capital of Shaanxi Province, and the neighboring area.
- Tibet, an autonomous region, primarily the capital, Lhasa.

The principal conclusions of these visits are the following:

- It is our opinion that there could be considerable business opportunities in the geothermal sector in China.
- What the Chinese need is not just applied research, but also knowledge about the operation of district heating utilities (technical and business knowledge).
- The resource management requires general improvement, as it is in many cases disorganised. Their geothermal energy is overexploited in some places, as many unrelated parties are pumping from the same geothermal system without joint management. The technique of reinjection (pumping the waste water back into geothermal areas) is not much used, although the water recharge into the geothermal systems in China is often limited. We could probably be of help in this area.
- The most attractive business opportunities are in projects, which have already started in Beijing, particularly the plans for a district heating utility in the suburb of *Lishuiqiao*, but also in *Yanqing* just north of the Great Wall of China.
- In the Shaanxi Province there is much interest in co-operation, both in the capital, *Xian*, and particularly in the city of *Xianyang*. Geothermal resources, with good temperatures, are widespread in the region.
- *Xianyang*: There is great interest here. This needs to be followed up, e.g. by inviting the director of the regional branch of the Ministry of Land Resources, Mr. Zhang Dexing, to Iceland along with a delegation. There is interest here in a joint venture.
- In *Tibet*, there is also extensive geothermal energy, at least high temperature areas, but it was not possible to ascertain on this trip whether there are any realistic opportunities. However, Iceland could assist on a small scale, e.g. in various geothermal research projects and feasibility studies financed by the United Nations, the World Bank, the government authorities in Beijing or the Icelandic government.

- The UNU Geothermal Training Programme, which is operated by the National Energy Authority in Iceland, is vital to the relations between Iceland and China in this respect (contacts, reputation etc.). Discussions were held with thirteen potential students on the trip.

Of course, we can also learn from the Chinese:

- The Chinese people have hundreds, if not thousands, of years of experience of fish farming using geothermal power.
- The same is true of the culture of bathing, as in the case of the baths of *Huaqingchi*, where ancient baths have become a major tourist attraction.
- Geological sciences are clearly highly advanced and technical equipment to some extent the best. We could obtain services from them. For example, the Chinese are advanced in research into the prediction of earthquakes.

## Viðauki I: Sérstakar fundargerðir ÞE vegna funda 3. og 4. sept. 2001

### LISHUIQIAO, Beijuan project (3. sept. 2001).

Fundur haldinn hjá *Beijing City Geological Survey Technical Institute* í Beijing. Eftirtaldir aðilar sátu fundinn:

- Mr. Ji Xiaping, Manager of new joint company.
- Mr. Wei Jianfeng, tengiliðurinn.
- Mr. Xu Youchi.
- Mr. Xin Hong Ju.
- Ms. Hong Yanxian.
- Mr. Lu Hong Bo.
- Mr. Peter Yang Li, frá íslenska sendiráðinu, okkar túlkur.
- Þorkell Erlingsson frá ENEX
- Guðni Axelsson frá OS.

Á fyrri fundi okkar 22. ágúst fengu þeir afhenta nokkra kafla úr skýrslu okkar, inngang, úrdrátt úr jarðhitageyminum, myndir af tengingum og kaflann um hagkvæmnina. Þetta höfðu þeir þýtt á Kínversku og lesið.

- Helstu niðurstöður fundar voru eftirfarandi:
- Stefnt er að upphitun 400.000 m<sup>2</sup> húsnæðis nú þegar og um 800.000 m<sup>2</sup> möguleiki er til staðar nokkru síðar.
- Ekki má nota kol til upphitunar nýrra húsa og er því ekki hægt að nota kol í toppafl nýrrar hitaveitu. Hægt er að nota gas eða rafmagn til að knýja varmadælur eða katla, eða nota 70°C beint í gólfhita og þilofna án toppafls. Mikill áhugi er á sumarkælingu með jarðhita og varmadælum.

#### GJALDTAKA:

- Í áætlun skal miða við að fyrstu árin (um 2 ár) verði gjaldtaka eins og í dag, hitunarkostnaður á m<sup>2</sup> húsnæðis á ári. Miða má við 28 yuan/m<sup>2</sup>/ári eins og notað er í gashitun (gashitun kostar um 40 yuan/m<sup>2</sup>/ári en er niðurgreidd. Nú á að hætta niðurgreiðslu og vilja þeir því fá jarðhita í staðin).
- Til viðbótar má rukka fyrir kranavatn, 8 yuan/m<sup>3</sup>.
- Einnig skal gera ráð fyrir inntaksgjaldi, 100 yuan/m<sup>2</sup> vegna hitunar og 1.000 yuan/íbúð vegna kranavatns (hver íbúð um 75 m<sup>2</sup>).
- Allar byggingar eru með stóra þilofna (ekki skilgreind stærð). Okkur skildist að einnig væru sum hús með gólfhitun.

#### TÍMAÁÆTLUN:

- Nú er unnið að borun holu nr. 5 syðst í íbúðahverfi Beiyuan Garden hverfisins og var búið að bora niður á 1200 m eftir mánaðar vinnu. Stefnt er að borlokum í október lok 2001, þá á 3.700 m dýpi. Kostnaður áætlaður 6-7 M RMB.
- Tengja á holu nr. 5 við húsin sem standa næst fyrir austan holuna strax nú í haust. Búið er að forhanna dælukerfi sem nota á til bráðabirgða (ég fékk teikningu af því kerfi á diskettu til að fara yfir og koma með athugasemdir). Þessi notkun á að gefa góða mynd af því sem grunnkerfið þolir.
- Nú er unnið að borun holu nr. 2 (rétt við Institutið) og á að bora niður á 3.700 m dýpi. Því verki á að ljúka í nóv. 2001. Þeir telja sig bora þar

niður í annað grunnkerfi en hola nr. 1 tekur vökva úr og þess vegna er staðsetning svona nærri hola nr. 1.

- Þegar borun holu 2 og 5 lýkur á að halda áfram borun á svæðinu þar til alls hafa verið boraðar 4 vinnsluholur og 2 niðurdælingaholur (6 holur alls). Ekki er ákveðið hvaða holur verða vinnsluholur og hvaða holur niðurdælingaholur. Þeir voru jafnvel með þær hugmyndir að geta haft hvaða holu sem er vinnsluholu eða niðurdælingaholu eftir því hvernig þeim finnst eðlilegast að reka kerfið hverju sinni (slæm hugmynd). Stefnt er að borlokum um mitt næsta ár.
- Stefnt er að byggingu endanlegrar dælustöðvar næsta sumar þannig að allt kerfið verði komið í notkun haustið 2002. Ekki er búið að staðsetja dælustöð enn þá.
- Næsti áfangi er síðan að bora aðrar 5 holur til að þjóna næstu 400.000 m<sup>2</sup> og verður það unnið í framhaldinu. Verður þá alls búið að hita upp 800.000 m<sup>2</sup> húsnæði í hverfinu með jarðhita.
- Kaupandi orkunnar verður einn aðili, eigandi húsanna í hverfinu. Hann stefnir að lokun núverandi gasstöðvar.
- Þótt við reyndum að útskýra fyrir þeim að þeir væru farnir fram úr sjálfum sér og sennilega farnir að offjárfesta í vinnsluholum þá verður ekki aftur snúið með ofangreint plan. Okkur skilst að húsbyggjandi fjármagni þetta að mestu. (Sennileg skýring er að íbúðir seljist, eða leigist, á hærra verði ef jarðhiti er til staðar). Þeir leggja mikla áherslu á að kranavatn (baðvatn) sé beint úr borholu og gekk ekkert að sannfæra þá um okkar sjónarmið.

#### ÝMISLEGT:

- Fram kom að búið er að bora 2 holur rétt utan við þau mörk sem þeim hefur verið úthlutað. Við eigum að geta fengið upplýsingar um þær holur. Báðar þessar holur eru að sögn ætlaðar fyrir kranavatn, notað beint inn á kranakerfin og engin niðurdæling.
- Fram komu áhyggjur með að vatnið væri tærandi og nota þyrfti varmaskipta fyrir ofnakerfin. Ekki tókst að sannfæra þá um okkar útfærslu.
- Auðlindagjald er 1,2 yuan/m<sup>3</sup> og fæst sennilega 50% endurgreitt vegna niðurdælingar.

#### NÆSTU SKREF:

- Ljúka þarf hagkvæmniathugun okkar sem allra fyrst og fá þá til að fara yfir hana.
- Hefja þarf undirbúning endanlegs “Joint venture” samnings þar sem slíkt tekur mjög langan tíma. Kínverjar vilja að báðir aðilar undirbúi þennan samning samtímis og beri síðan saman bækur sínar.
- Af hálfu Kínverja verður hið nýja fyrirtæki samningsaðili Kínamegin. (Hlutafé er sennilega 70 M RMB). Eignaraðild er eftirfarandi:
  - 30%, Beijing City Geological Survey Technical Institute
  - 30%, Beijing Urban construction XingHua Land Co. Ltd.
  - 40%, Beijing Energy Investment Corp. Ltd.

#### LISHUIQIAO og OLYMPIC GREEN

- Fyrirtækin 3 (Beijing City Geological Survey Technical Institute, Beijing Energy Investment Corp. og Beijing Urban Construction XingHua Land Co. Ltd.) hyggjast sækja um að fá að byggja og hita upp fyrirhugað Ólympíuþorp. Að sögn er það um 2.000.000 m<sup>2</sup>.

- Á uppdrætti af Ólympíu-svæðinu er Ólympíu-þorpið merkt með 2, íverustaður fjölmiðlafólks með 20 en íþróttamannvirki með tölustöfunum 4-13.
- Í yfirlýsingu Kínverja vegna umsóknar um Ólympíuleikana stendur að Ólympíusvæðið verði upphitað og kælt með vistvænni orku. Ekki er enn ákveðið hvort það verður jarðhiti, gas, sólarorka eða eitthvað annað.
- Þeir óska eftir okkar aðstoð til þess að fá að nýta jarðhita á svæðinu (þeir hafa reyndar rétt til að nýta jarðhita á svæðinu að hluta til) til þess að hita upp Ólympíuþorpið. Þeir vonast einnig eftir því að fá að byggja það að hluta eða öllu leyti en þar komum við ekki að málum.
- Stíllt var upp samningi, um pre-feasibility studíu vegna Ólympíuþorpsins. Þeir óska eftir því að við vinnum þetta hratt og skilum þessu um næstu áramót. Þetta er ekki eins skýrsla og við erum að vinna nú fyrir Lishuiqiao eða Yanqing County þar sem þetta er meira söluplagg en hagkvæmnisathugun.
- Stefnt er að undirritun þessa samkomulags í október 2001, þegar þeir koma til Íslands. Þeir eru mjög áhugasamir um að skoða upphitun stórra íþróttahúsa hér á landi. Hins vegar verður að hafa í huga að kæling er ekki minna vandamál á þeim tíma sem Ólympíuleikarnir fara fram. Það þarf að horfa á hitun og kælingu í heild sinni.
- Við fengum afhentar 3 skýrslur á kínversku um þessi mál sem verða þýddar á íslensku.

#### **YANQING COUNTY (fundur 4. sept. 2001).**

- Fundur haldinn hjá Beijing Institute of Geological Engineering í Beijing. Eftirtaldir aðilar sátu fundinn:
- Mr. Wei Lianwei, President
- Mr Liu Xing, Director, rekstraraðili hitaveitunnar í Yanqing
- Mr. Pan Xiaoping, verkfræðingur (fyrirverandi JHS nemi)
- Mr. Liu Jiurong, verkfræðingur (fyrirverandi JHS nemi)
- Þorkell Erlingsson frá ENEX og Guðni Axelsson frá OS.
- Á fyrri fundi okkar 22. ágúst, fengu þeir afhenta nokkra kafla úr skýrslu okkar, inngang, úrdrátt úr jarðhitageyminum, myndir af tengingum og kaflann um hagkvæmnina. Þetta höfðu þeir þýtt á Kínversku og lesið.
- Helstu niðurstöður fundarins voru eftirfarandi:
- Ekki skal nota kol í áætlun um uppbyggingu jarðhita. Annað hvort verður að nota jarðhitann beint, nota varmadælur knúnar rafmagni eða rafmagnstúpur. Þeir gáfu upp eftirfarandi rafmagnsverð sem nota má (gildir fyrir allt Beijing svæðið);
- Venjulegt verð: frá 7-8 og 11-18; 0,603 yuan/kWh
- Toppálagsverð; frá 8-11 og 18-23; 0,953 yuan/kWh
- Næturráfmagn; frá 23-7; 0,275 yuan/kWh
- Í fyrsta áfanga (um 500.000 m<sup>2</sup> svæði) skal gera ráð fyrir upphitun 100.000 m<sup>2</sup> nýrra húsa og um 400.000 m<sup>2</sup> gamalla húsa.
- Að þeirra mati þarf ekki að skipta um ofna í núverandi húsum, þeir eru nægilega stórir. Í dag er kynding sett á í nokkra tíma á dag og ekkert þess í milli. Ef jarðhitaveita er rekin allan daginn dugir það. Þeir munu útvega teikningar af ofnakerfi venjulegs húss svo við getum fullvissað okkur um þetta. Ef skipta þarf um ofna verður það að vera á kostnað

hitaveitunnar og hækkar stofnkostnað hennar og gerir hana enn óhagkvæmari.

- Sala á heitu vatni verður í gömlum húsum fyrstu 5 árin skv. núverandi kerfi, þ.e. 18,0 yuan/m<sup>2</sup>/ári og 6,0 yuan/m<sup>3</sup> fyrir kranavatn. Gera skal ráð fyrir 5% hækkun á þessari gjaldskrá á ári til að ná hagkvæmni í þetta (en hámark 35 yuan/m<sup>2</sup>/ári). Í nýrri húsum má rukka skv. mæli en sýna þarf fram á með útreikningum að rúmmetragjaldið sé svipað og núverandi kostnaður.
- Til að gera 1. áfanga hagkvæmari þá er lagt til að ekki verði tengt fyrir kranavatni í eldri húsum og allar tengingar verði sem einfaldastar enda eigi ekki að hita upp nema 4 mánuði til að byrja með. Það er mat heimamanna að notkun kranavatns í eldri húsum verði lítil fyrst í stað.
- Ríkistjórnin styrkir þau hús sem skipta úr kolakyndingu yfir í vistvæna kyndingu með eingreiðslu, 15 yuan/m<sup>2</sup> húsnaðis. Við getum notað þessa upphæð til að gera hitaveituna hagkvæmari. Svona greiðsla fæst ekki fyrir ný hús.
- Við þurfum að athuga hvort unnt sé að fá styrk frá Sameinuðu þjóðunum vegna vistvænnar orku.
- Kínverjar telja sig geta fengið lán til hitaveitunnar með 4 til 5% vöxtum á RMB. Við getum notað í okkar útreikningum 4,5% vexti á RMB hluta lánanna.
- Auðlindaskattur er á jarðhitavökva, 1,0 yuan/m<sup>3</sup>. Reikna skal með að þessi skattur lækki um 50% ef vökvanum er dælt niður aftur eins og í okkar tilviki.
- Þeir óska eftir sundurliðuðum kostnaðaráætlunum og útreikningum á arðsemi svo þeir geti farið yfir þessa reikninga, (enn höfum við ekki afhent þeim slíkt).
- Jiu Rong mun afla frekari upplýsinga um verð á einangruðum hitaveitupípum framleiddum í Tianjin.
- Lögð var rík áhersla á að fylgst yrði náið með núverandi vinnsluhölu og upplýsingar sendar Guðna einu sinni í mánuði.
- Sú skoðun okkar að bora þurfi aðra holu áður en ákvörðun um hitaveitu verður endanlega tekin var margsinnis komið á framfæri (fyrirhuguð staðsetning næstu holu er eins og við höfum sýnt næst fyrir suðvestan núverandi holu). Einnig lýstum við þeirri skoðun að Kínverjar yrðu að kosta þá borun og taka þá áhættu einir. Þeir hafa enn ekki áform um borun næstu holu en eru að reyna að fá einhvern hótelhaldara til þess sem síðan gengi inn í heildar dæmið. Ný borhola kostar um 6 M RMB (3.000 m djúp) og enginn fjárfestir er tilbúinn í það í augnablikinu.
- Að mati Wei verður fjárfesting í hitaveitu að borga sig á 8 árum.
- Á fundinn kom Mr. Du Jianguo frá jarðskjálftastofnun Beijing og veitti okkur upplýsingar um vatnsborðsmælingar í jarðskjálftaholu á Yanqing svæðinu. Ekkert hefur lækkað í þeirri holu við vinnslu úr holunni við hótelið og eru það góðar fréttir. Einhver niðurdráttur (0,3 m) varð í jarðskjálftaholunni þegar dæluprófunin fór fram í vor en sjálfrennsli er enn úr holunni.

Reykjavík, 8. september 2001.  
Porkell Erlingsson



## Viðauki II: Samkomulag við fulltrúa Shaanxi-fylkis

4.2  
200/0200/18

### MEMORANDUM OF UNDERSTANDING ON COOPERATION IN THE FIELD OF GEOTHERMAL RESOURCES BETWEEN SHAANXI PROVINCE AND ICELAND

At the invitation of the Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China, a delegation from Iceland has visited Shaanxi province between August 23 and 26, 2001.

The Icelandic delegation consisted of members representing:

1. The National Energy Authority of Iceland (NEA), which is a governmental institution under the Icelandic Ministry of Industry and Commerce, and among other things is operating the UNU Geothermal Training Programme (UNU/GTP).
2. Reykjavik Energy (RE) which is a company owned by the City of Reykjavik.
3. Enex Ltd., a private company engaged in exporting Icelandic energy expertise and related services including possible joint ventures in the energy sector. Both NEA and RE are partners in Enex together with other major energy companies in Iceland.

During its visit in Shaanxi, Mr. Pan Liansheng, Vice Governor of the Province met the delegation. Shaanxi Provincial Department of Land and Resources presented the delegation with information on the current status of geothermal exploration and utilization in the province. The Icelandic delegation introduced the geothermal development and its utilization in their country. The members of the delegation also interviewed 2 candidates for United Nations University geothermal training programme in Iceland. The Icelandic delegation also visited Xi'an and Xianyang geothermal fields, got acquainted with the current situation of geothermal development and utilization in these areas, discussed the cooperative possibilities of geothermal exploration, resource assessment, comprehensive utilization, monitoring systems and management.

The Two Parties have reached the following agreement:

1. The Two Parties will carry out further cooperation and exchange information on geothermal resources, exploration, assessment, reasonable exploitation, comprehensive utilization, monitoring system and geothermal management.
2. NEA is willing to provide technical training to scientists and management staff from Shaanxi Province on geothermal resource exploration and utilization as well as geothermal monitoring systems and management through the UNU/GTP

provided the candidates fulfill the requirements of the Programme.


3. Enx is willing to provide services in relation to geothermal resource exploration, exploitation and comprehensive utilization of geothermal resources in Shaanxi Province on commercial basis.
4. Furthermore, the Two Parties are willing to study the possibilities of establishing joint ventures for specific energy projects in the Shaanxi Province.
5. The results derived from the cooperation and joint study projects will be jointly shared by the Two Parties.

The Icelandic delegation expresses its sincere thanks to the Shaanxi Provincial Department of Land and Resources for their warm reception and kind hospitality and the delegation would wish to invite a delegation from Shaanxi to pay a return visit to Iceland at an appropriate time in 2002 for the purpose of further discussions of cooperation.

The Icelandic delegation wishes to emphasize the positive impression it has gotten of the geothermal potential in Shaanxi and will report on this directly to the Minister of Industry and Commerce, Mrs. Valgerdur Sverrisdottir, upon its arrival in Iceland.

Done in Xi'an, Shaanxi province of China on August 25, 2001.

On behalf of the Shaanxi Provincial  
Department of Land and Resources,  
the People's Republic of China



Mrs. Li Dongyu  
Deputy Director General

On behalf of the Icelandic  
delegation



Dr. Thorkell Helgason, Director  
General of NEA

### Viðauki III: Sundurliðuð dagskrá ferðarinnar

#### 20. ágúst

- Kl. 13:00
- Lagt af stað síðdegis frá Keflavík í gegnum Kaupmannahöfn.

#### 21. ágúst

- Kl. 10:35
- Lent í Beijing. Móttaka á flugvelli af hálfu Auðlindaráðuneytisins. Gist á hóteli *Beijing Xingdadu*.
- Kl. 14:00
- Forboðna borgin skoðuð í fylgd ráðuneytismanna.
- Kl. 19:00
- Móttaka heima hjá íslenska sendiherranum, Ólafi G. Egilssyni.

#### 22. ágúst

- Kl. 9:00
- Heimsókn á *Beijing Hydrogeological Exploration and Engineering Institute*.
- Kl. 13:00
- Hádegisverður í boði þeirra sömu.
- Kl. 13:30
- Heimsókn á *Beijing Geological Exploration Institute*.
- Kl. ca. 16:30
- Formleg móttaka hjá vararáðherra í Auðlindaráðuneytinu, Jiang Chengsong.
  - Kvöldverður í hans boði.

#### 23. ágúst

- Kl. 8:30
- Farið á Torg hins himneska friðar með fylgdarstúlkum.
- Kl. 14:10
- Flogið frá Beijing til Xian.
  - Formleg móttaka á flugvellingnum.
  - Gist á *Hyatt* hóteli.
- Kl. ca. 16:30
- Formleg móttaka hjá varafylkisstjóranum Pan Lian Sheng.
  - Kvöldverður í hans boði.

#### 24. ágúst

- Kl. 8.30
- Fundur með frú Li Dongyu og félögum á hótelinu.
- Kl. 10:30
- Skoðunarferð til *Shaanxi Natatorium* og *Shaanxi Hotel*.
  - Hádegisverður í því síðarnefnda.
- Kl. 13:30
- Ekið til lauganna í *Lintong*.
  - Skoðaðar grafirnar með leirhermönnunum.
  - “Einfaldur” kvöldverður.

## 25. ágúst

Kl. 8:30

- Skoðunarferð til 505 háskólans, 795 verksmiðjunnar og *Qinbao Hotel* í Xianyang.
- Stuttur fundur með varaborgarstjóra Xianyang.

Kl. 12:00

- Hádegisverður í boði varaborgarstjórans.
- Skoðað e.k. sögu- og þjóðmenningarsafn í Xian.
- Fundur með frú Li Dongyu og félögum á hótelinu.

Kl. ca. 19.00

- Kvöldverður, dans- og söngskemmtun; gestgjafi frú Li Dongyu.

## 26. ágúst

Kl. 9.15

- Flogið frá Xian til Chengdu og þaðan síðdegis til Lhasa.
- Skoðunarferð í Chengdu.

Um kl. 16:00

- Móttaka á flugvelli í Lhasa.
- Gist á Shanshui-hóteli.

## 27. ágúst

- Potala-höllin í Lhasa skoðuð.
- Hádegisverður og útimarkaður við Jokhang-klaustrið.
- Skoðað safn um sögu Tíbet.
- Fundur í útibúi Auðlindaráðuneytissins.
- Tíbetskur kvöldverður í boði Wang Bao Sheng, útíbússtjóra Auðlindaráðuneytisins.

## 28. ágúst

Liði skipt:

- ÓGF og GAX áttu viðtöl við hugsanlega nema í jarðhitaskólanum og ræddu við Dor Ji.
- ÁM, ÞE og ÞH fóru í ferð til vatnsorkuversins Yamdrok Tso.

Kvöldið:

- Stuttur fundur í útibúi Auðlindaráðuneytissins.
- Móttaka hjá varaformanni Tíbetsku sjálfstjórnarinnar í móttökuhúsi hennar.
- Kvöldverður í hans boði.

## 29. ágúst

- Ekið nær allan daginn til Shikatse meðfram á sem verður að Bramaputra-ánni.
- Þar skoðað Zhabulun-klaustrið.
- Gist í borginni.

## 30. ágúst

- Ekið langan veg til baka og á Lhasa-flugvöll.
- Flug til Beijing.
- Gist á sama hóteli og fyrr.

## 31. ágúst.

Árdegis:

- *Kínverska jarðvísindaakademían.*

- Hádegisverður í þeirra boði, gestgjafi próf. Zhang Yanying.
- Síðdegis:
- *China Geological Survey*.
  - Kvöldverður í þeirra boði, gestgjafi próf. Zhang Hongtao.

1. sept.

Árdegis:

- Kynnisferð á Kínamúrinn við Badaling.
- Ekið að hótelinu *Badaling Hot Spring Resort* í *Yanqing*.
- Hádegisverður þar í boði Liu Xing.

Síðdegis

- Fundur um verkefni í *Yanqing*.
- Skoðuð borhola hótelsins.
- Kvöldverður í boði Gao, varahéraðshöfðingja.

2. sept.

Liði skipt. ÁM, ÓGF og ÞH:

- Ekið í bítið til Beijing-flugvallar.
- Flogið kl. 12:45 til Kaupamannahafnar og þaðan með kvöldvél heim.

Framhald ferðar hjá þeim GAX og ÞE var sem hér segir:

- Ferð til Hebei-héraðs í fylgd frú Li Honyi.
- Kynnisferð og fundarhöld í Anxin-sýslu (county).
- Stutt kynnisferð og fundur í Xiong-sýslu (county).
- Komið til baka til Beijing (Landmark-hótel) kl. 23:30.

3. sept.

- Fundarhöld ÞE með ýmsum aðilum í Beijing.
- Fyrirlestur GAX í *Beijing Geoscience University* um “Geothermal Resource Management”.
- Fundur um Lishuiqiao verkefnið.
- Kvöldheimsókn í *Beijing Polytechnic University*.

4. sept.

- Öllum deginum varið í fundarhöld um Yanqing-verkefnið.

5. sept.

- GAX og ÞE flugu heim sömu leið og hinir.

