

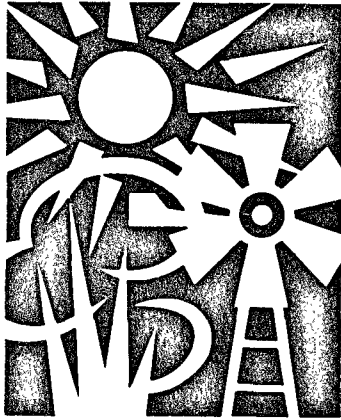


IN LIBRARY

MAY 31 1961

Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/G/45/Summary  
22 April 1961  
ENGLISH/FRENCH  
ORIGINAL: ENGLISH



UNITED NATIONS  
CONFERENCE  
ON NEW SOURCES  
OF ENERGY

CONFÉRENCE  
DES NATIONS UNIES  
SUR LES SOURCES NOUVELLES  
D'ÉNERGIE

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Agenda item/Point de l'ordre du jour:

II.A.3.(a) -

Utilization of geothermal energy for heating purposes and combined schemes involving power generation, heating and/or by-products - Utilization for heating purposes

Utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage; systèmes combinés pour la production d'électricité et le chauffage avec éventuellement extraction de sous-produits - Chauffage

REYKJAVIK MUNICIPAL DISTRICT  
HEATING SERVICE AND ITS EXPERIENCE IN UTILIZING  
GEOTHERMAL ENERGY FOR DOMESTIC HEATING

By Helgi SIGURDSSON

Civil Engineer, Director of Hitaveita Reykjavikur  
Reykjavik, Iceland

LE SERVICE DE CHAUFFAGE  
DU DISTRICT MUNICIPAL DE REYKJAVIK

Par Helgi SIGURDSSON

Ingénieur Civil, Directeur de la Hitaveita Reykjavikur  
Reykjavik, Islande

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRÉSENTÉ SUR INVITATION À LA CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ÉNERGIE DES MÉMOIRES QUI SERONT DISTRIBUÉS COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFÉRENCE. CES MÉMOIRES SONT PUBLIÉS TELS QUE LES AUTEURS LES ONT RÉDIGÉS ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

## NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

### Summary.

1. The Reykjavík District Heating System is the oldest, largest and most up to date district heating system in Iceland.

It initiated drilling for hot water in 1928. The Service commenced operating in 1930 and today it supplies 4400 houses with an accrued heating load of  $130 \times 10^6$  kcal/h.

2. The main sources of hot-spring water are three (see table 1).

The peak loads are handled by an oil fired boosting plant.

3. The main part of the system is a single pipe one. At Reykjahlíð (21 km. from Reykjavík) and Reykir (18. km from Reykjavík) there are pumping plants which pump hot water to the town. The main pipeline passes the steam turbine booster plant and terminates in tanks on a hill just outside the city. Water from the main borings in the city is also pumped to the tanks which have a capacity of  $8400 \text{ m}^3$ . From the tanks the water is distributed throughout the city, gives up heat in the houses and ends in the drainage. The heat is sold through a meter. Some districts have a two pipe system. In some cases in connection with oil fired boilers for winter use, in other cases it is supplied by borings, yielding superheated water, the return water being used for mixing to keep the temperature of the supply water below  $100^\circ\text{C}$ .

4. A specimen analysis of the hot-spring water is shown in table 2. The water in the borings contains neither oxygen ( $\text{O}_2$ ) nor free carbondioxide ( $\text{CO}_2$ ) but can absorb some oxygen e.g. in the tanks, and therefore sodiumsulphite is added to prevent corrosion and scale formation in the pipes.

The water from Reykjahlíð contains a small amount of hydrogensulphide ( $\text{H}_2\text{S}$ ) which is corrosive to copper.

5. The temperature of the water is shown in table 1.

6. Various types of insulation have been used, such as granulated cork, foam-concrete, pumice-concrete, turf, lava slags, pumice, glass-wool, rock-wool, plastic foam, aluminium foils and double plastic pipes.

It is very important to protect the insulation against ground water.

Today street mains are laid in concrete channels which are insulated on the inside with plastic-foam plates and the pipe is covered with aluminium foil and supported by hangers in the center of the channel.

House connections are now insulated by double plastic pipes with an air space in between. The temperature of the water drops  $3^{\circ}\text{C}$  from Reykir to the tanks or  $1^{\circ}\text{C}$  pr. 5 km. but the cooling within the city is somewhat larger especially in the house connections where quantity of flow and velocity are smallest.

7. It is shown that for single pipe pump systems a definite economical pipe diameter can be found and that the economical water velocity is higher for hot water systems than for cold water systems. In the main line from Reykir the economical velocity was found as 2 m/sec.

8. The District Heating Service employs 4 large and 11 small pumping plants and has two in construction, one of them large.

The pumps are electrically driven centrifugal- or turbine pumps designed for hot-spring water at  $80^{\circ}\text{C}$ -  $150^{\circ}\text{C}$ . The main units have axles of stainless steel and impellers of the same material or special bronze.

Because of the high temperature a suitable back pressure on the pumps is necessary.

Various methods of automatic and remote control are employed with the larger units.

In 6 cases boring-pumps are used, mounted up to 50 metres down in the borings, delivery varying from 10 to 50 l/sec.

9. Commercial black steel pipes are used mainly, but various other types have been tried such as reinforced concrete pipes, pipes made of asbestos-cement, aluminium, armco-steel, plastic and nylon.

10. Various types of expansion joints are used. The best results have been obtained with bellows-type joints made of commercial or stainless steel with small bellows designed for a small load only on each bellow.

The expansion joints have an inner sleeve of stainless steel. In some instances a saving in expansion joints is effected by zig zagging the pipe; U bends and circle bends are also used for small diameter pipes.

Street mains and house connections are flexibly connected, the house connection either bends elastically in a concrete channel or is connected by pipe links made up a number of stuffing box like sections.

Anchors are either made of steel sections welded to the pipe or reinforced concrete blocks and in that case transverse fins are welded to the pipe.

11. The normal temperature in the coldest month of the year is  $-0.6^{\circ}$  but that of the warmest month is  $+11.3^{\circ}\text{C}$ .

Fig. II shows daily load curves at different loads.

Fig. III shows a typical yearly load curve (mean of each month)

Fig. IV shows a load duration curve for one year.

Finally a few figures to show the financial aspects. At the end of 1959 the total cost of the system exclusive of amortization was 143 millj. icel. kr.

Booked assets at the same time amounted to 116 millj. icel. kr. The total income of the year 1959 was 30.6 millj. Running and maintenance costs were 12.0 millj. and 4.2 millj. was paid to the steam turbine booster plant. 1.8 millj. was paid to the municipality as dividend and the rest was spent on further extensions and borings.

12. The Reykjavík Municipal District Heating Service saves the consumers an import of 65000 tons of coal or 41000 tons of fuel oil annually, representing some 50-60 millj. kr. The citizens obtain heat at a much lower price, and yet the Service is one of the most profitable undertakings of the municipality.

Other advantages are more comfort and cleanliness. There is no smoke or ash nor any transport of fuel. The absence of smoke saves washing, painting and maintenance of houses.

In some cases boilers, boiler-houses and chimneys are saved. Fire hazard is lessened and fire insurance rates are less, finally the water is wholesome for bathing and drinking.

The disadvantages are very small and experience shows, that in spite of some reluctance at first everyone now prefers district heating.



## LE SERVICE DE CHAUFFAGE DU DISTRICT MUNICIPAL DE REYKJAVIK

son expérience dans l'application  
de l'énergie géothermique au chauffage des maisons d'habitation

par Helgi Sigurðsson

Ingénieur Civil, Directeur de la  
Hitaveita Reykjavíkur, Reykjavik, Islande.

### Résumé

1. L'installation de chauffage urbain du district de Reykjavik est la plus ancienne, la plus grande et la plus perfectionnée de son genre, en Islande. Elle a commencé les forages (à la recherche d'eau chaude) en 1928. Elle a commencé à fonctionner en 1930 et elle dessert actuellement 4400 maisons qui consomment  $130 \times 10^6$  grandes calories/heure.
2. On compte trois sources principales d'eau chaude naturelle (voir table 1). Les maxima de charge sont couverts, par une centrale de renfort qui chauffe au mazout.
3. Pour sa majeure partie, le système de distribution est à un seul tuyau. On trouve, à Reykjahlid (21 km de Reykjavik) et à Reykir (18 km de Reykjavik) des centrales de pompage qui pompent l'eau chaude dans les tuyauteries de distribution de la ville. Le tuyau d'amenée principal passe par la centrale de renfort à turbines à vapeur et se termine dans des réservoirs installés sur une colline, juste en dehors de la ville. L'eau en provenance des principaux puits situés dans la municipalité est également envoyée aux réservoirs par les pompes. Leur contenance est de  $8.400\text{m}^3$ . L'eau chaude est distribuée des réservoirs de par toute la ville, dégage sa chaleur dans les maisons et s'écoule

par les égouts. On vend la chaleur au compteur. Dans certains districts la distribution est à deux tuyaux. Dans certains cas, on fait appel, pour l'hiver au supplément fourni par les brûleurs à mazout à des chaudières et, dans d'autres cas, on utilise l'eau en provenance des puits telle quelle. En tout cas, on l'utilise sous forme d'eau surchauffée, celle qui fait retour servant à réaliser un mélange qui maintient la température de l'eau fournie à moins de 100°C.

4. On donne, en table 2, une analyse-type de l'eau en provenance des sources chaudes. Cette eau dans les puits, ne contient ni oxygène ( $O_2$ ) ni anhydride carbonique ( $CO_2$ ) libre mais peut absorber quelque oxygène, par exemple dans les réservoirs, si bien que l'on ajoute du sulfite de sodium pour s'opposer à l'attaque des tuyauteries et à la formation de dépôts de paillettes solides. L'eau de Reykjahlid contient une petite quantité d'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ), corrosif vis-à-vis du cuivre.

5. On voit, à la table 1, la température de l'eau.

6. On a fait appel à divers types d'isolants, en vue du calorifugeage, tels que le liège granulé, le ciment moussé, le ciment pierre ponce, la tourbe, les blocs de lave, la pierre ponce, la laine de verre, l'amiante, les mousses plastiques, les feuilles d'aluminium et les tuyauteries doubles en composition plastique.

Il est extrêmement important d'assurer la protection de l'isolant contre les eaux souterraines.

Les tuyauteries principales sont actuellement posées dans des gouttières en ciment, isolées à l'intérieur par une mousse en composition plastique, recouverte de feuilles d'aluminium et soutenues par des supports au centre de chaque élément de gouttière.

Les raccords aux maisons desservies sont actuellement calorifugés par des tubes doubles en composition plastique avec coussin d'air entre les deux. La température de l'eau tombe de 3°C entre Reykir et les réservoirs, soit 1°C par 5km mais le refroidissement est plus sensible en ville, particulièrement aux prises ou raccords des maisons, car ce sont des points où le débit et la vitesse d'écoulement sont au minimum.

7. On démontre qu'il est possible de trouver un diamètre économique donné pour les installations de pompage à tuyau unique et que la vitesse économique d'écoulement de l'eau est plus grande, pour les circuits



d'eau chaude que pour ceux que parcourt de l'eau froide. Pour la tuyauterie principale en provenance de Reykir, on a établi cette vitesse économique à 2m/seconde.

8. Le service de chauffage du district utilise 4 grandes et 11 petites centrales de pompage. Il y en a deux en construction, dont une grande.

Les pompes sont du type centrifuge, ou à turbine, entraînées par un moteur électrique et conçues pour fonctionner avec de l'eau de source chaude dont la température est comprise entre 80 et 150°C. Les groupes principaux ont des arbres en acier inoxydable et des rotors faits du même matériau ou d'un bronze spécial.

Compte tenu des températures élevées, il faut disposer d'une certaine contre-pression à chaque pompe.

On fait usage de divers moyens de commande automatique et de télécommande pour les groupes les plus importants.

Dans 6 cas, il est fait usage de pompes installées dans les puits eux-mêmes, à des profondeurs allant jusqu'à 50m. Leur débit varie alors entre 10 et 50 l/s.

9. On fait usage, dans une large mesure, de tuyaux commercialement produits en acier noir mais on a mis divers autres types à l'essai, notamment des tubes en ciment armé, en ciment à l'amiante, en aluminium, en acier armco, en composition plastique et en nylon.

10. On fait usage de raccords à compensation de la dilatation de divers types. On a réalisé les meilleurs résultats, dans ce domaine, avec des raccords à soufflet en acier ordinaire du commerce ou en inoxydable avec de petits soufflets étudiés pour que chacun d'eux ne soit soumis qu'à une faible charge.

Les raccords à compensation de la dilatation ont un manchon intérieur en acier inoxydable. Dans certains cas, on fait des économies de raccords en disposant les tuyaux en zig-zag. Pour les tubes de petit diamètre, on se sert également de courbes en U et en arc de cercle.

Les tubes principaux, dans chaque rue, et les colonnes montantes des maisons, sont raccordés de façon flexible. Le raccord se courbe élastiquement dans une gouttière en ciment armé ou constituée par des éléments

rappelant ceux d'une boîte à garniture.

Les ancrés d'amarrage sont faites de profilés d'acier soudés à l'auto-gène au tuyau ou de blocs en ciment armé, auquel cas des ailettes transversales sont soudées au tuyau.

11. La température normale, pour le mois le plus froid de l'année, est de 0,6°. Pour le mois le plus chaud, en revanche, elle atteint +11,3°C.

La figure II indique les courbes de charge quotidiennes pour divers niveaux de charge.

La figure III indique une courbe de charge annuelle type (moyenne pour chaque mois).

La figure IV donne les durées de charge pour un an.

On donne finalement quelques chiffres sur les aspects financiers de la question. A la fin de 1959, le coût total du système, à l'exclusion des amortissements, ressortait à 143.000.000 de couronnes islandaises.

Les actifs portés aux livres comptables étaient, à la même époque, de 116.000.000. Revenus globaux pour 1959: 30.600.000. Frais d'exploitation et d'entretien: 12.000.000, dont 4.200.000 au titre de la centrale de renfort. Les redevances payées à la municipalité se sont établies à 1.800.000 (dividendes) et le solde a été affecté à d'autres travaux d'expansion et aux forages.

12. Le service de chauffage du district municipal de Reykjavik économise annuellement au pays l'importation de 65.000 tonnes de charbon ou 41.000 de mazout, ce qui représente de 50 à 60.000.000 de couronnes. La chaleur est fournie au public économiquement et, cependant, le service reste l'un de ceux qui rapportent le plus à la municipalité.

On citera le gain de confort et de propreté parmi les autres avantages. Pas de fumée, de cendres ou de transport du combustible. Pas de fumée, partant économies de lavage, de peinture et d'entretien des maisons.

On économise dans certains cas sur les chaudières, les salles de chauffage et les cheminées. Les risques d'incendie et les primes d'assurance-feu sont réduits: L'eau est bonne à boire et pour se baigner.

Les inconvénients du système sont très rares et l'expérience prouve que, malgré une certaine résistance au début, tout le monde préfère maintenant le chauffage urbain à tout autre.

