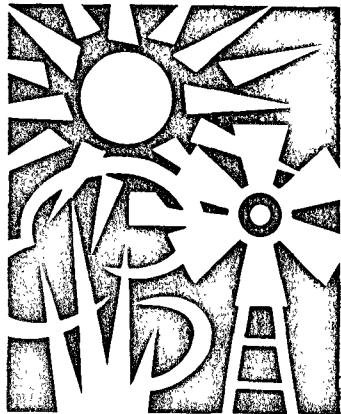




Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/W/21/SUMMARY  
27 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.B.3.(c) -

Recent developments and potential improvements in wind power  
utilization -  
For use in connexion with electrical networks

Utilisation de l'énergie éolienne - progrès récent et améliorations  
possibles -  
Interconnexion avec les réseaux électriques

ECONOMY AND OPERATION  
OF WIND POWER PLANTS

By J. JUUL  
Nordskov, Haslev, Denmark

ECONOMIE ET EXPLOITATION DES CENTRALES  
ELECTRIQUES EOLIENNES

Par J. JUUL  
Nordskov, Haslev, Danemark

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 PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES 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.

## Economy and Operation of Wind Power Plants

By J. Juul

### Summary

In the papers on Danish wind power plants, (re.agenda items II B.2. (a). and II B.3.(c), it is stated that no technical difficulties are connected with the transmission of wind energy to extensive electrical networks and that about 1000 kWh per m<sup>2</sup> swept area can be transmitted wherever the mean annual wind velocity is about 6 m/s.

Whether or not it will pay, on this basis, to build wind power plants on a large scale depends, first and foremost, upon the price at which the plants can be erected as well as on the price at which electricity can be produced by the conventional power works.

It has often been alleged that the practical value of wind power plants corresponds, only, to the value of fuel saved and that no value, as regards effect, can be ascribed to wind power plants,

seeing that the wind is not always blowing and also because, to secure a continual supply of electricity, it is necessary at all times to have the full effect available from other machinery.

In the following paper it is explained that wind power plants, with regard to effect, are of value also, **seeing that wind power** is available especially when most needed, namely in the month of December. In the said month, the power works carry a heavy load on account, among other causes, of electrical heating of dwellings which is used when the weather is cold, but particularly so when it is windy as well.

Under these circumstances wind power works, of course, attain their maximum effect value which should not be **under-rated**, but they have other valuable qualities also, which, however, have a more social touch.

Above all, wind power plants will be able to function as a substitute for fuel from abroad, of which shortage may arise in Denmark, as known from experience, and the price of which may vary very strongly.

The building of wind power plants may, besides, serve as a means of adjustment of the Danish labour market, about 80 % of the building costs being workers' wages.

It is of course difficult to render in plain figures the value of the two **last-mentioned** advantages of wind power plants and in any case it will be a question of judgement.

On the basis of such operating experience as has been gained from the Danish experimental plants, I should think that wind power plants, in circumstances such as those prevailing in Denmark, may be considered to have the same effect value as conventional thermal power stations, seeing that the latter have not, at all times, full effect either, because defects may occur which have to be remedied and because of periodical inspections and repairs.

When operating, the Gedser mill is found to render its effect

in pulsations, in surges not in phase with the r.p.m. of the mill, and the pulsations are found to be superimposed on such variations of the effect as are due to variations of the wind velocity. Some doubt has been felt as to whether the pulsations are due to vibrations of the blades of the mill or to aerodynamic causes or perhaps to both. In the paper I have given an explanation of the aerodynamic conditions which I believe to be the cause of the pulsations.



ECONOMIE ET EXPLOITATION DES CENTRALES  
ELECTRIQUES EOLIENNES.

Par J. Juul

Résumé

On fait observer, dans les *mémoires* portant sur les centrales danoises à énergie éolienne, sous les titres II B.2 (a) et II B.3.(c) qu'il n'existe pas de difficultés techniques ayant trait à la transmission d'énergie éolienne à des réseaux électriques importants et qu'il est possible de leur fournir environ 1000 kW/h par mètre carré de surface balayée partout où la vitesse du vent est de l'ordre de 6 m/s.

La question de savoir s'il sera économiquement indiqué de construire des centrales éoliennes à grande échelle, compte tenu de ce qui précède, est conditionnée au premier chef par le coût de construction des centrales, ainsi que par le prix auquel l'électricité peut être débitée par les installations classiques.

On a souvent allégué que la valeur pratique des centrales éoliennes ne correspond qu'à la valeur du combustible économisé et que l'on ne saurait attribuer aucune valeur à de telles centrales quant pour ce qu'elles débitent, car le vent ne souffle pas toujours et dans la mesure où l'on veut assurer une fourniture continue d'électricité, il est toujours nécessaire de disposer du plein débit des autres centrales.

On explique, dans le *mémoire* ci-joint, pourquoi les centrales éoliennes ont également leur valeur dans ce domaine, car l'énergie du vent est disponible particulièrement au moment où elle présente son maximum d'utilité, c'est à dire au mois de décembre. Au cours de ce mois, toutes les centrales doivent faire face à une lourde charge, particulièrement en raison du chauffage des locaux que l'on met en oeuvre chaque fois qu'il fait froid, mais plus spécialement quand le vent vient compliquer ce froid.

Compte tenu de ces considérations, on peut voir que la valeur des centrales éoliennes est alors à son maximum, avantage qu'il faut pleinement reconnaître cela va de soi. Elles présentent toutefois d'autres qualités importantes, dont les répercussions ont un caractère plutôt sociologique.

Avant toute chose, ces centrales pourront éviter la consommation d'une certaine quantité du combustible qui doit être importé de l'étranger, dont une insuffisance peut se présenter au Danemark, ainsi qu'on le sait par expérience, et dont le prix peut subir de très grosses variations.

Par ailleurs, la construction de centrales éoliennes pourrait servir de "volant" au marché du travail du Danemark, pour autant que 80% environ de leur coût représentent de la main d'oeuvre.

Il est évidemment très difficile d'exprimer clairement par des chiffres la valeur des deux derniers avantages que nous avons signalés pour les centrales éoliennes et, en tout état de cause, il s'agira en fin de compte de faire un choix.

En se basant sur l'expérience de l'exploitation acquise avec les centrales expérimentales danoises, on peut dire que les installations éoliennes, dans des circonstances telles que celles qui se présentent au Danemark, peuvent être considérées comme ayant la même utilité que les centrales thermiques



classiques, pour autant que ces dernières ne donnent pas toujours au maximum, elles non plus, si on se rappelle qu'elles peuvent se heurter à des difficultés de fonctionnement auxquelles il faut remédier et qu'elles doivent faire l'objet d'inspections et de réparations périodiques.

On a observé que la centrale de Gedser, quand elle fonctionne, débite par impulsions, par poussés qui ne sont pas synchrones avec le régime de rotation des pales, et que les pulsations se superposent aux variations de débit qui s'expliquent par celles de la vitesse du vent. On s'est demandé si les pulsations doivent être attribuées à des vibrations des pales de l'aéromoteur, à des causes aérodynamiques ou, le cas échéant, à ces deux phénomènes. Dans le texte du mémoire, on présente une explication des conditions aérodynamiques que l'on croit être la cause des pulsations.

