

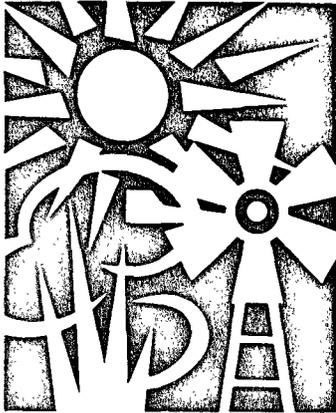


UN LIBRARY

JUN 15 1961

Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/W/31/SUMMARY  
11 May 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.2.(a) -

The design and testing of wind power plants -  
Design

Plans et essais d'installations éoliennes -  
Plans

THE AERODYNAMIC LAYOUT OF WING BLADES  
OF WIND-TURBINES WITH HIGH TIP-SPEED RATIO

By Ulrich HÜTTER, Dr. Rer. Techn.  
Chairman, Aviation Department  
Institute of Technology, Stuttgart  
Federal Republic of Germany

DISPOSITION AERODYNAMIQUE DES PALES  
DES TURBINES EOLIENNES PRESENTANT UN  
GROS PARAMETRE DE FONCTIONNEMENT

Par le professeur Ulrich HÜTTER  
Chaire d'aérodynamique  
Ecole polytechnique de Stuttgart  
République fédérale d'Allemagne

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.

THE AERODYNAMIC LAYOUT OF WING BLADES  
OF WIND-TURBINES WITH HIGH TIP-SPEED RATIO

By Ulrich Hütter, Dr. Rer. Techn.

Chairman, Aviation Department, Institute of Technology  
Stuttgart, Federal Republic of Germany

Summary

A procedure for the optimum layout of wingblades of wind turbines is described. After an interpretation of the linear region between power and wind speed under net operation, i.e. at constant number of rotations of the wind wheel, and an explanation of Juul's procedure of load regulation without adjustment of the blade gradient, an explanation is given for the layout of wing blades for wind turbine wheels. At that, it seems allowable to restrict oneself on the blade element theory without having to put up with noticeable mistakes.

Functions are shown and explained, which restore the relation between power coefficient, profile friction loss and air flow direction of the blade element with the reduction of flow speed and tip-speed ratio affixed to undisturbed flow.

Hereupon the required size of the blade width at given operating conditions is determined from the pulse loss of the axial flow on one hand and the air forces, required to that at the blade element, on the other hand. The lift coefficient affixed to blade width, number of blades and element radius proves to be a function of the effective angle of attack  $\varphi_{\text{eff}}$ , whereby the reduction factor  $\xi$  and the tip-speed ratio, affixed to undisturbed flow,  $\lambda_0$ , show up as parameters.

The resulting diagram allows a simple, graphic determination of all values defining the operating condition of the blade element. With that the power coefficients tip-speed-ratio-characteristics for wing wheels with given blade shapes can be determined with passable expense for any blade setting. For the design of wind wheels we receive blade width - and angle of decalage trace against the radius. The effect of storm gusts upon the turning wheel and the setting in of backflow over certain regions of the blade radius at flat blade setting and high tip-speed ratio can be easily followed up and determined besides many other phenomena.

DISPOSITION AERODYNAMIQUE DES PALES DES TURBINES EOLIENNES  
PRESENTANT UN GROS PARAMETRE DE FONCTIONNEMENT

Par le Professeur Ulrich Hutter

Chaire d'aérodynamique - Ecole Polytechnique de  
Stuttgart

Résumé

On décrit une technique visant à donner une forme idéale aux pales de turbine aérienne, après une interprétation de la partie linéaire de la courbe qui représente le rapport entre la puissance et la vitesse du vent dans des conditions normales de fonctionnement, c'est-à-dire, pour une vitesse de rotation constante de la roue, et une revue de la technique de Juul pour le réglage de la charge sans modification de pas, on donne une explication sur la disposition des pales destinées aux rotors de turbines éoliennes. Il semble indiqué, en ce faisant de s'en tenir à la théorie des éléments sans que ceci entraîne d'erreurs trop appréciables.

On établit et on explique les fonctions qui rétablissent le rapport entre le coefficient d'utilisation, les pertes dues aux frottements le long du profil et la direction de l'écoulement de l'air sur l'élément avec une réduction de la vitesse d'écoulement et du paramètre de fonctionnement dans le cas d'un régime sans turbulence.

On détermine alors la largeur de la pale pour des conditions d'utilisation déterminées d'après les pertes dues aux pulsations, de l'écoulement axial d'une part et les forces éoliennes nécessaires par rapport à la situation à la pale

d'autre part. Le coefficient de portance que l'on donne à la largeur de la pale, au nombre de pales et au rayon de l'élément est une fonction de l'angle utile d'attaque  $\psi_{eff}$ , de par lequel le facteur de réduction  $\lambda$  et le paramètre de fonctionnement pour le cas d'un écoulement sans perturbations  $\lambda_0$  deviennent les paramètres de calcul.

Le diagramme qui en résulte permet la détermination graphique simple de toutes les valeurs qui définissent les conditions de fonctionnement de l'élément de pale. Avec ces données, on peut déterminer les caractéristiques ayant trait aux coefficients de puissance relatifs aux divers paramètres de fonctionnement quand on connaît la forme des pales d'une manière raisonnablement exacte pour tous les pas. Pour la fabrication des roues aériennes, on part de la largeur de la pale et de la trace de l'angle de décalage par rapport au rayon. L'effet des rafales sur la roue éolienne, et celui de l'apparition de contre-courants sur certaines régions du rayon de la pale lorsqu'elle est en drapeau, avec un paramètre de fonctionnement élevé, peuvent être suivis et déterminés facilement, ainsi que nombre d'autres phénomènes.

