

Berichte aus der Akustik

Vincent Hanus

**Analysis and Modelling of the Noise Generation
during vibratory Pile Driving and Determination
of the Optimization Potential**

Shaker Verlag
Aachen 2010

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: University of Luxembourg, Diss., 2010

Copyright Shaker Verlag 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9620-9

ISSN 1611-1303

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Abstract

Impact driving, pressing and vibrodriving are the three main methods to drive sheet piles. Vibratory pile driving is efficient when compared to impact driving: its installation time is shorter; it generates less noise, and reduces the damage to the driven sheet piles. The sound level generated during vibrodriving varies almost between the very high level of an impact driving and the lowest sound level of a pressing.

This doctoral thesis, entitled “Analysis and modelling of the noise generation during vibratory pile driving and determination of the optimization potential”, was made within the Research Unit of Engineering at the University of Luxembourg and in collaboration with ArcelorMittal Research & Development Esch.

In the first part, sound measurements feasibility is thoroughly studied. Particular attention is paid to the measurement conditions on construction sites and to the measurement methods (measurements of sound power level, beamforming and thermography). These methods are outlined and the provided results are compared. In addition, the different causes of noise such as impacts with the safety device, the guides, or the neighbouring sheet piles are analysed. A large part of the noise can be generated in the interlocks of the sheet piles. Various parameters influencing the expected noise level are studied in details.

In the second part of the thesis, the acceleration measurements of the full-scale experiments are used to calibrate a Finite Element model. A parametric study analyses how the most important mechanical parameters influence the noise level.

This research has shown that a decrease of the noise generation on construction sites can be obtained by two ways: by recommendations for installation of sheet piles at the construction site, and by requirement of constructive measures that significantly reduce the noise level.

During the vibrodriving, no impact should occur between the sheet piles and guides or safety devices (if possible). The free height of the already installed sheet pile should be as small as possible. An appropriated arrangement of the two clamps of the vibrator could also reduce noise generation.

The design of the connections can affect the noise too. The modification of the section geometry and the use of absorbent material in the interlock are also shortly considered.

Résumé

Trois méthodes sont majoritairement utilisées pour foncer des palplanches : le battage, le vérinage et le vibrofonçage. Les avantages de cette dernière méthode par rapport au battage sont notamment une mise en œuvre plus rapide, un environnement sonore moins perturbé, et une palplanche moins endommagée. En réalité, les niveaux sonores obtenus pour le vibrofonçage se répartissent pratiquement entre le niveau très élevé du battage et celui relativement faible du vibrofonçage.

Cette thèse, intitulée «Analyse et modélisation de la génération du bruit lors du vibrofonçage de palplanches et détermination du potentiel d'optimisation», a été réalisée à l'Unité de Recherche en Ingénierie de l'Université du Luxembourg en collaboration avec ArcelorMittal Research & Development Esch.

Dans la première partie de la thèse, les possibilités de mesure du bruit sont étudiées. Une attention particulière est accordée aux conditions de mesure sur les chantiers et aux méthodes de mesure (puissance acoustique, la formation de faisceau, et la thermographie). Les résultats obtenus via ces méthodes sont comparés. Plusieurs sources de bruit sont identifiées : les chocs contre les guides, les dispositifs de sécurité ou les palplanches adjacentes sont analysés. Une grande partie du bruit est généré dans les serrures des palplanches. Une étude approfondie détaille l'influence de différents paramètres.

Dans la deuxième partie de la thèse, les mesures d'accélération mesurées in situ sont utilisées pour étalonner un modèle éléments finis. Une étude paramétrique analyse l'influence des paramètres mécaniques les plus importants sur le niveau de bruit.

Cette recherche indique que le bruit sur chantier peut être diminué de deux façons : par des recommandations sur la mise en œuvre de palplanches sur chantier et par la prescription de mesures constructives permettant de diminuer significativement le niveau sonore.

Pendant le vibrofonçage des palplanches, il faut éviter les impacts sur les guides et les dispositifs de sécurité. On veillera également à réduire autant que faire se peut la hauteur libre des palplanches déjà installées. De plus, un choix judicieux du système de pinçage peut également diminuer le bruit.

Le design de la connection peut aussi jouer un rôle. Une modification de la géométrie de la section et l'utilisation d'un matériau absorbant dans la serrure sont également évoquées et brièvement examinées.

Zusammenfassung

Zum Einbringen von Spundwänden in das Erdreich werden drei unterschiedliche Methoden erfolgreich eingesetzt: die Schlagrammung, das Einpressen und die Vibrationsrammung. Gegenüber der Schlagrammung besitzt die Vibrationsrammung die Vorteile, dass die Installationszeit vorort kürzer ist, der Lärmpegel niedriger und die Spundwände nicht beschädigt werden. Der Geräuschpegel beim Vibrationsrammen variiert nahezu zwischen dem sehr hohen Niveau der Schlagrammung und dem niedrigen Niveau des Einpressens.

Diese Dissertation trägt den Titel: "Analyse und Modellierung der Geräuschentwicklung beim Vibrationsrammen von Spundwänden und Ermittlung des Optimierungspotentials". Diese Arbeit wurde an der Abteilung für Ingenieurwissenschaften der Universität Luxemburg in Zusammenarbeit mit ArcelorMittal Research & Development Esch angefertigt.

Im ersten Teil der Dissertation werden die Möglichkeiten der Schallmessung untersucht. Dabei wird insbesondere auf die Messbedingungen auf Baustellen und die Messmethoden (Schallleistungspegel, Beamforming, und Thermografie) eingegangen. Anschliessend werden die Resultate dieser Methoden miteinander verglichen. Ausserdem werden die verschiedenen Ursachen der Störgeräusche untersucht wie z.B. Stöße der Spundbohlen gegen die Sicherheitsvorrichtungen oder gegen benachbarte Spundwände. Ein grosser Teil der Störgeräusche kann in den Schlössern der Spundbohlen entstehen. Verschiedene Einflussparameter auf den zu erwartenden Störgeräuschpegel werden im Detail untersucht.

Im zweiten Teil der Dissertation werden die gemessenen Beschleunigungsdaten genutzt um ein Finite Elemente Modell abzugleichen. Mit Hilfe einer Parameterstudie wird untersucht, wie die wichtigsten mechanischen Parameter die Geräuschentwicklung beeinflussen.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass es zwei Wege gibt, die Geräuschentwicklung nachhaltig zu reduzieren. Zum einen werden Empfehlungen für den Einsatz der Spundwände auf der Baustelle gegeben und zum anderen werden konstruktive Massnahmen vorgeschlagen, welche die Geräuschentwicklung maßgeblich beeinflussen.

Beim Einbringen sollte das Einschlagen der Bohlen an Führungen und Sicherheitsvorrichtungen nach Möglichkeit vermieden werden. Die freie Höhe der bereits gerammten Bohlen sollte möglichst gering sein. Ausserdem kann durch eine ge-

schickte Anordnung der beiden Vibratorklemmen die Geräuschentwicklung ebenfalls reduziert werden.

Die Auslegung der Verbindungen kann die Störgeräusche beeinflussen. Die Änderung der Querschnittgeometrie und die Verwendung von dämpfenden Produkten in den Schlössern werden auch kurz angeschnitten und diskutiert.