

## 12 TECHNICAL ARTICLE: Blown-in straw for renovation (Netherlands)

Straw building techniques that use straw bales will, inevitably, give a minimal wall thickness related to the bale size. In the sports hall renovation project at Tilburg, with 1 000 m<sup>2</sup> wall, this could lead to higher costs and performance than required. An Austrian farmer (Sonnenklee) was making modifications to an existing baling machine that would produce straw bales at the required size. This could be the solution to building a wall of the correct thickness. However, when informed about the bale sizes, we also learned they were producing straw to be blown in. With blown-in straw the wall dimensions are much freer and more customisable than with bales.

We visited Sonnenklee to learn about the customised baling machine and the blown-in straw. This visit was combined with a one-day course on blown-in straw at ISO-Stroh. They started using blown-in straw some years

ago by developing a machine to produce a very good type of blown-in straw. Learning by doing.

Blown-in straw is applied in rigid, form-stable and loadable cavities. For a vertical application and for roofs steeper than 45-deg, the maximum recommended height is 3 m. The maximum width of a cavity is 75 cm.

Inspired by the possibilities of blown-in straw for the renovation of the Roomley Sports Hall at Tilburg a sample construction was made with a height and thickness that corresponds to the basic ideas for this project. This test box was also equipped with two small windows, and some internal obstructions, to check the impact of these features.



The weight and volume of the box were measured to calculate the blown-in density (62,8 kg, 0,393 m<sup>3</sup>). We ordered a pallet of Sonnenklee blown-in straw and, with the assistance of Ekoplus and a EM325-X-floc machine, some tests were conducted.

### Density:

After some adjustments and testing, the correct settings for the EM325 were found and we could fill the test box with straw.

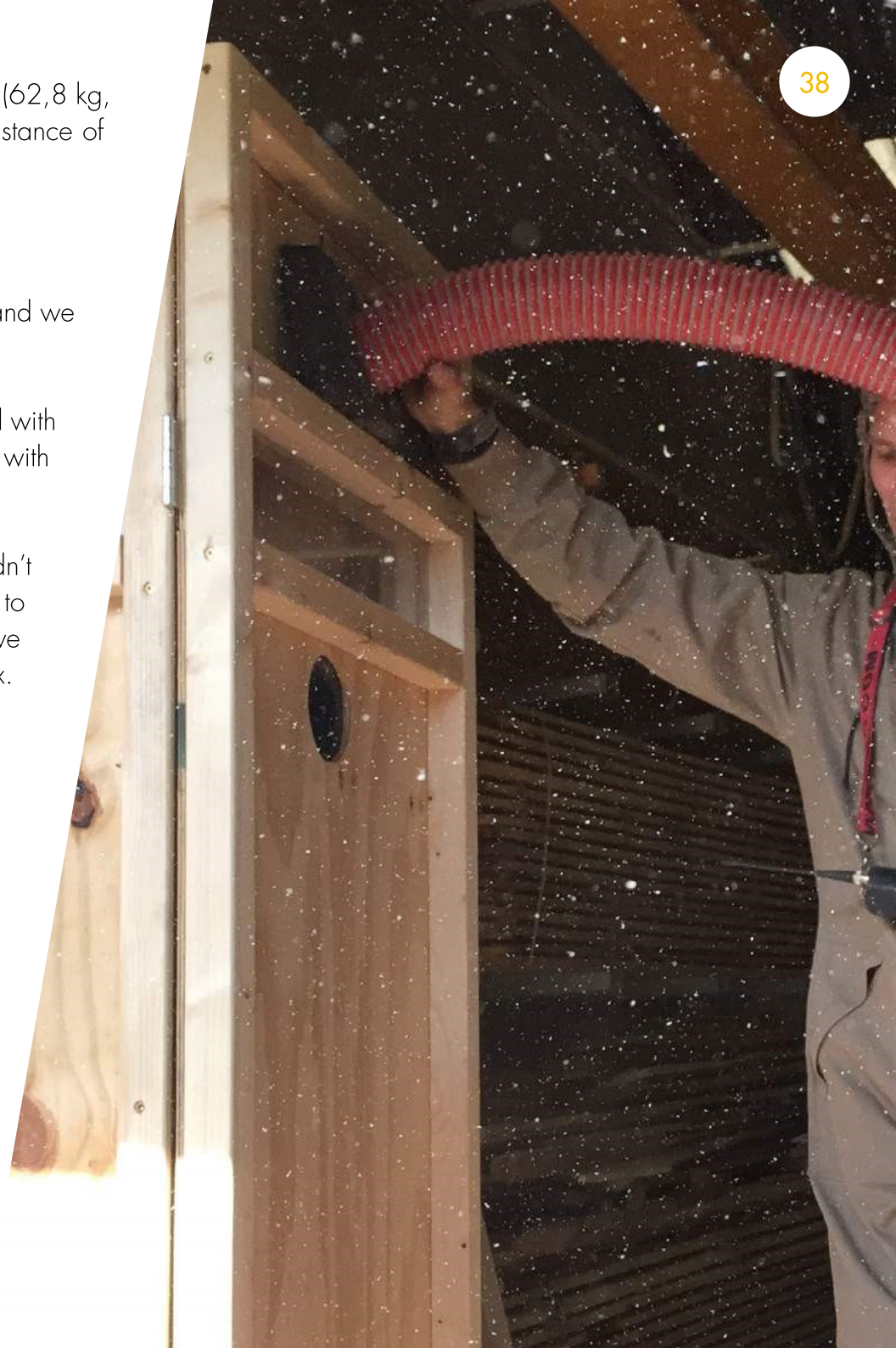
First, the density of the blown-in straw had to be determined. The test box was filled with a hose in a vertical position. After opening the box, the result was clearly visible: with equal density and no spots with lower values, we had a good result.

We tried to sample the density with a cellulose measuring device but this device didn't work with straw. After measuring the weight of the filled sample-box we were able to calculate the overall density (42 kg for 0,393 m<sup>3</sup> = 107 kg/m<sup>3</sup>). In another test, we tried to fill the sample box with an opening some distance from the top of the box. This was not successful during the first tests.

### Local straw request

Linked to the project requirements to use local straw, we also looked for other types of small straw. A first test with chopped straw 1-3 cm from the Netherlands was not successful. There were too many particles of the same length and the 3 cm length caused 'bridges' during filling.

A local producer of straw products looked at our test results and straw samples. He could not produce what looked like the best option but his advice was that with straw from a partner-firm we could have better results. This straw was ordered and we conducted several tests with promising results. There was no settling of the blown-in straw during transport with density above the 105 kg/m<sup>3</sup> and we could even reach densities of more than 125 kg/m<sup>3</sup> without additional equipment.







By that time ISO-Stroh had carried out their first cooperative tests with a German producer of blowing equipment, X-floc and they did a speed test on their straw, reaching more than 12 m<sup>3</sup> per hour. By estimating about 10 m<sup>3</sup> per hour as the maximum speed for local straw, we could estimate the time needed to fulfil the Tilburg project. When we added all the handling time at 50%, we could fill the straw, with 2 machines, at a rate of 10 m<sup>3</sup> per hour.

### Detailed design for blown-in straw

Using straw for renovation of the outside of a building gives the best starting point in terms of building physics. The basic idea was to use the existing outer wall, fix vertical beams on the wall and close the cavities with a vapour open board and blow in the straw.

This was also tested on site: because the existing wall was not very straight, two options were tested. In one test, the small gaps between the existing brick and new wood structure were left open and in the other option they

were closed with some insulation. During the filling of the straw, it was clear that the small gaps between the brick surface and wood construction had no negative effect on the process of blowing in the straw. In fact, a compartment with some air leakage gives better results for density.

### Fire proof design

Related to the type of building, proximity to other buildings, length of escape routes and expected fire-load, it was decided that the renovated straw walls should have a D-class fire resistance.

With the straw as an E-class material, there had to be some kind of board or material that has a better performance on the outside. With the intention of building as much as possible using bio-based and natural materials, several options were found and three of them were used in the on-site test. A hemp-soya board of Greentech: Canapalithos, a woodfibre board of Gutex: Pyrosesist, a medium density fibre board of Agepan: dwd-black.





Based on price, insulation, work-process and more, the Gutex Pyroresist with a C-class fire resistance was selected for this project. At a later stage a more fire-resistant version of blown-in straw was introduced (Classified as B1-s1-d0 according, EN 13501-1) but with the C-class Gutex Pyroresist there was no need for this type of fire-resistant straw.

### Thermal resistance

The use of straw gives two important ways to reach the required inner climate conditions. First of all, the straw will insulate against heat loss ( $\lambda = 0,045$ ). Additionally, the straw has a density of about  $110 \text{ kg/m}^3$ . With this weight, the straw will store a lot of summer heat during day-time and will release this during nighttime.

For the Tilburg project the thermal performance of the Dutch straw was compared with the blown-in straw from ISO-stroh and Sonnenklee. As expected, all the blown-in straw types had a  $\lambda$  value in the range of  $0,045-0,047$ . This investigation, carried out by Kiwa, showed a possible relation between particle-size and  $\lambda$  value: smaller straw parts gave a slightly better performance, which is possibly related to the infrared part of the heat transfer.

On the other hand, smaller straw was more difficult to handle by the equipment we used. If you put too much material into the machine at the same time, it will block and you have to remove all the straw from the machine and start again. As can be seen from our tests, ISO-stroh was the best combination of particle size and thermal performance without blocking the equipment.



## **Extrait du UP STRAW Yearbook 2019**

### **Article rédigée par Wouter Klijn, Strowbow Nederland (réseau néerlandais de la construction paille) en février 2020**

#### **Paille soufflée pour la rénovation du gymnase Roomley à Tilburg (Pays-Bas)**

Les techniques de construction de paille qui utilisent des balles de paille donneront inévitablement une épaisseur de paroi minimale liée à la taille de la balle. Dans le projet de rénovation de la salle de sport de Tilburg, avec un mur de 1000 m<sup>2</sup>, cela pourrait entraîner des coûts et des performances plus élevés que requis. Un fermier autrichien (Sonnenklee) apportait des modifications à une presse à balles existante qui produirait des balles de paille à la taille requise. Cela pourrait être la solution pour construire un mur de la bonne épaisseur. Cependant, lorsque nous avons été informés de la taille des balles, nous avons également appris qu'ils produisaient de la paille à souffler. Avec la paille soufflée, les dimensions du mur sont beaucoup plus libres et plus personnalisables qu'avec les balles.

Nous avons visité Sonnenklee pour en savoir plus sur la presse à balles personnalisée et la paille soufflée. Cette visite a été combinée avec un cours d'une journée sur la paille soufflée à l'ISO-Stroh. Ils ont commencé à utiliser la paille soufflée il y a quelques années en développant une machine pour produire un très bon type de paille soufflée.

#### **Apprentissage par la pratique**

La paille soufflée est appliquée dans des cavités rigides, stables à la forme et chargeables. Pour une application verticale et pour des toits à plus de 45 degrés, la hauteur maximale recommandée est de 3 mètres. La largeur maximale d'une cavité est de 75 cm.

Inspiré par les possibilités de la paille soufflée pour la rénovation du Roomley Sports Hall de Tilburg, un exemple de construction a été réalisé avec une hauteur et une épaisseur correspondant aux idées de base de ce projet. Cette boîte de test était également équipée de deux petites fenêtres et de quelques obstructions internes pour vérifier l'impact de ces fonctionnalités.

Le poids et le volume de la boîte ont été mesurés pour calculer la densité insufflée (62,8kg, 0,393 m<sup>3</sup>). Nous avons commandé une palette de paille soufflée Sonnenklee et, avec l'aide d'Ekoplus et d'une machine EM325-X-floc, certains tests ont été effectués.

#### **Densité**

Après quelques ajustements et tests, les paramètres corrects pour l'EM325 ont été trouvés et nous avons pu remplir la boîte de test avec de la paille.

Tout d'abord, la densité de la paille soufflée devait être déterminée. La boîte de test a été remplie d'un tuyau en position verticale. Après avoir ouvert la boîte, le résultat était clairement visible: avec une densité égale et pas de taches avec des valeurs inférieures, nous avons eu un bon résultat.

Nous avons essayé d'échantillonner la densité avec un appareil de mesure de la cellulose mais cet appareil ne fonctionnait pas avec de la paille. Après avoir mesuré le poids de la boîte à échantillon remplie, nous avons pu calculer la densité globale (42 kg pour 0,393 m<sup>3</sup> = 107 kg / m<sup>3</sup>).

Dans un autre test, nous avons essayé de remplir la boîte d'échantillon avec une ouverture à une certaine distance du haut de la boîte. Cela n'a pas réussi lors des premiers tests.

### **Demande de paille locale**

En lien avec les exigences du projet d'utiliser de la paille locale, nous avons également recherché d'autres types de petites pailles. Un premier test avec de la paille hachée de 1 à 3 cm des Pays-Bas n'a pas réussi. Il y avait trop de particules de même longueur et la longueur de 3 cm a provoqué des «ponts» pendant le remplissage.

Un producteur local de produits de paille a examiné nos résultats de test et nos échantillons de paille. Il ne pouvait pas produire ce qui semblait être la meilleure option, mais son conseil était qu'avec de la paille d'une entreprise partenaire, nous pourrions obtenir de meilleurs résultats. Cette paille a été commandée et nous avons effectué plusieurs tests avec des résultats prometteurs. Il n'y a pas eu de décantation de la paille soufflée pendant le transport avec une densité supérieure à 105 kg / m<sup>3</sup> et nous avons même pu atteindre des densités supérieures à 125 kg / m<sup>3</sup> sans équipement supplémentaire.

À ce moment-là, ISO-Stroh avait effectué ses premiers tests en coopération avec un fabricant allemand d'équipements de soufflage, X-floc, et ils ont fait un test de vitesse sur leur paille, atteignant plus de 12 m<sup>3</sup> par heure. En estimant à environ 10 m<sup>3</sup> par heure la vitesse maximale pour la paille locale, nous avons pu estimer le temps nécessaire pour réaliser le projet de Tilburg. Lorsque nous avons ajouté tout le temps de manutention à 50%, nous avons pu remplir la paille, avec 2 machines, à raison de 10 m<sup>3</sup> par heure.

### **Conception détaillée de la paille soufflée**

L'utilisation de paille pour la rénovation de l'extérieur d'un bâtiment donne le meilleur point de départ en termes de physique du bâtiment. L'idée de base était d'utiliser le mur extérieur existant, de fixer des poutres verticales sur le mur et de fermer les cavités avec un panneau de vapeur ouvert et de souffler dans la paille.

Cela a également été testé sur site: le mur existant n'étant pas très droit, deux options ont été testées. Dans un essai, les petits écarts entre la brique existante et la nouvelle structure en bois ont été laissés ouverts et dans l'autre option, ils ont été fermés avec une certaine isolation. Pendant le remplissage de la paille, il était clair que les petits écarts entre la surface de la brique et la construction en bois n'avaient aucun effet négatif sur le processus de soufflage dans la paille. En fait, un compartiment avec une certaine fuite d'air donne de meilleurs résultats pour la densité.

### **Conception ignifuge**

En fonction du type de bâtiment, de la proximité des autres bâtiments, de la longueur des voies d'évacuation et de la charge de feu attendue, il a été décidé que les murs de paille rénovés devraient avoir une résistance au feu de classe D.

Avec la paille comme matériau de classe E, il devait y avoir une sorte de planche ou de matériau qui avait de meilleures performances à l'extérieur. Dans le but de construire autant que possible en utilisant des matériaux biosourcés et naturels, plusieurs options ont été trouvées et trois d'entre elles ont été utilisées dans le test sur site. Un panneau de chanvre-soja de Greentech: Canapalithos, un panneau de fibres de bois de Gutex: Pyrosesist, un panneau de fibres de densité moyenne d'Agepan: dwd-noir.

Sur la base du prix, de l'isolation, du processus de travail et plus encore, le pyrorésist Gutex avec une résistance au feu de classe C a été sélectionné pour ce projet. À un stade ultérieur,



une version plus résistante au feu de la paille soufflée a été introduite (classée B1-s1-d0 selon EN 13501-1), mais avec la pyroresistance Gutex de classe C, ce type de feu n'était pas nécessaire.

### **Résistance thermique**

L'utilisation de la paille donne deux moyens importants pour atteindre les conditions climatiques internes requises. Tout d'abord, la paille isolera contre les pertes de chaleur ( $\lambda = 0,045$ ). De plus, la paille a une densité d'environ 110 kg / m<sup>3</sup>. Avec ce poids, la paille emmagasinerait beaucoup de chaleur estivale pendant la journée et la libérerait pendant la nuit.

Pour le projet de Tilburg, les performances thermiques de la paille hollandaise ont été comparées à celles de la paille soufflée ISO-stroh et Sonnenklee. Comme prévu, tous les types de paille soufflés avaient une valeur  $\lambda$  dans la plage de 0,045-0,047. Cette enquête, menée par Kiwa, a montré une relation possible entre la taille des particules et la valeur  $\lambda$ : des parties de paille plus petites ont donné une performance légèrement meilleure, probablement liée à la partie infrarouge du transfert de chaleur.

En revanche, la paille plus petite était plus difficile à manipuler par l'équipement que nous utilisons. Si vous mettez trop de matière dans la machine en même temps, elle se bloquera et vous devrez retirer toute la paille de la machine et recommencer. Comme le montrent nos tests, l'ISO-Strath était la meilleure combinaison de taille de particules et de performances thermiques sans bloquer l'équipement.