

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 932 300**

51 Int. Cl.:

**E04B 1/10** (2006.01)

**E04B 1/35** (2006.01)

**E04C 2/10** (2006.01)

**E04C 2/12** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2020** **E 20159466 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022** **EP 3702546**

54 Título: **Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes para la construcción de edificios de maderaje de madera**

30 Prioridad:

**28.02.2019 CZ 20190124**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.01.2023**

73 Titular/es:

**BISKUP, STANISLAV (100.0%)**  
**Berounská 2077**  
**25228 Cernosice, CZ**

72 Inventor/es:

**BISKUP, STANISLAV**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 932 300 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes para la construcción de edificios de maderaje de madera

**Campo de la invención**

Construcciones de maderaje, paneles de madera prefabricados herméticos al aire con mínimas pérdidas por corte.

**5 Antecedentes de la invención**

Los paneles de madera utilizados actualmente destinados a la construcción de estructuras de maderaje se basan en varios enfoques alternativos. El parámetro clave es siempre la resistencia estática del panel y, en consecuencia, la resistencia estática de toda la casa u otras estructuras ensambladas a partir de dichos paneles. Para cumplir con los requisitos impuestos por el análisis estructural, los paneles de madera generalmente se fabrican en forma de elementos prefabricados gruesos de forma rectangular o cuadrada que se hacen de varias capas de tablas de madera conectadas por clavos. Las capas individuales de las tablas se colocan gradualmente una encima de otra sobre toda la superficie del panel de madera resultante donde cada capa de las tablas se rota 90° con respecto a la anterior. Para poder procesar posteriormente un panel prefabricado de este tipo, se utilizan clavos fabricados con materiales que no dañan las máquinas para trabajar la madera, en la mayoría de los casos a base de aluminio. Sin embargo, los clavos de aluminio tienen una desventaja crucial que consiste en su resistencia bastante baja. Para la prefabricación de paneles de madera utilizando clavos de aluminio, es necesario utilizar una gran cantidad de material de conexión, es decir, clavos de aluminio, y también una gran cantidad de tablas de madera, ya que las conexiones individuales de las tablas no son lo suficientemente fuertes para cumplir los requisitos impuestos al panel en términos de resistencia estática. Entre los paneles de madera fabricados mecánicamente más frecuentemente conectados por clavos de aluminio se encuentran paneles con dimensiones máximas de 3,2 x 6 m. Las dimensiones máximas del panel están limitadas por los parámetros de la máquina utilizada para la fabricación. Las capas individuales de las tablas se clavan primero con clavos de aluminio aplicados en posiciones seleccionadas al azar. El panel resultante para paredes estructurales tiene al menos 9 capas de tablas, lo que significa que el panel tiene un grosor de aproximadamente 205 mm. Luego, el panel rectangular o cuadrado se procesa aún más recortando sus bordes y luego, según el diseño de una casa específica, se cortan ventanas, puertas u otras aberturas del panel. Finalmente, se fresan ranuras para cables, instalaciones eléctricas u otras. Las pérdidas por corte del panel promedio ascienden hasta un 10-30 % dependiendo del diseño de la casa. Los paneles conectados por clavos de aluminio son producidos, por ejemplo, por la empresa alemana Massiv Holz Mauer.

La utilización de tornillos de aluminio para madera posicionados al azar dentro de la estructura de panel de madera se describe en la solicitud de patente europea EP 2 492 410 A1.

El uso de materiales de conexión de aluminio, latón o plástico para la construcción de paneles de madera prefabricados se divulga en el documento EP 1 321 598 B1, que opta por materiales de conexión blandos considerando el procesamiento posterior de los paneles de madera. Los materiales de conexión a base de aluminio o los materiales a base de otros metales blandos o materiales que no dañarían las máquinas para trabajar la madera parecen ser el factor limitante clave para los paneles prefabricados. Si se utilizan tornillos o clavos de aluminio para madera, a menudo se distorsionan o incluso se rompen durante el proceso de conexión de las tablas debido al hecho de que la madera no tiene la misma dureza en todas partes y si el tornillo o clavo para madera se instala/clava en la madera en algunos lugares donde hay nudos u otros puntos duros, los tornillos o clavos para madera a menudo se distorsionan. Las distorsiones son bastante frecuentes. En el caso de los clavos, las distorsiones ocurren en alrededor del 3 % de todos los clavos clavados, mientras que en el caso de los tornillos para madera la cifra asciende al 5 %. Esto conduce a conexiones imperfectas que deben tenerse en cuenta en el marco de la resistencia estática del panel en su conjunto. Además, durante el procesamiento posterior del panel algunos clavos o tornillos para madera se cortan, lo que significa que ya no cumplen su función de conexión. Con pérdidas por corte de hasta el 10-30 % de la superficie del panel y con X clavos / tornillos para madera necesarios por m<sup>2</sup>, aproximadamente del 0,3 al 2 % de todos los clavos clavados/tornillos para madera atornillados se encuentran en el sitio del corte. El hecho de que en el material de conexión cortado queden cantos vivos y dificulten el trabajo con los paneles tampoco es despreciable.

El consumo de material de conexión es otro parámetro de los paneles prefabricados. Considerando el hecho de que los tornillos de aluminio para madera tienen un valor del momento plástico de resistencia al pandeo 3,5 veces menor en comparación con los tornillos de acero para madera, se debe utilizar la cantidad correspondientemente mayor de tornillos de aluminio para madera en comparación con los de acero. Sin embargo, los tornillos de acero para madera no se pueden utilizar en los paneles antes mencionados debido a la rápida destrucción de las máquinas de carpintería.

Otra opción disponible para conectar tablas individuales en paneles de madera es el encolado.

Las capas individuales de tablas se pegan entre sí para formar un panel prefabricado con forma rectangular o cuadrada. La conexión de tablas mediante adhesivo no es atractiva desde el punto de vista medioambiental ni toxicológico. En la inmensa mayoría de los casos, el adhesivo utilizado no es biodegradable, lo que compromete el valor medioambiental de todo el panel y, en consecuencia, de toda la casa. Además, los adhesivos contienen disolventes que se evaporan gradualmente de los paneles. Aunque la mayoría de los paneles de madera prefabricados encolados alcanzan el nivel de vapores de disolventes adhesivos que está regulado por la legislación, siempre están

presentes algunos vapores de disolventes y aún no se han determinado las consecuencias de la exposición permanente a pequeñas dosis de disolventes. A continuación, se cortan los paneles de los paneles de madera prefabricados encolados según los requisitos específicos y se desechan todos los desperdicios resultantes de las pérdidas por corte.

- 5 El documento EP 2 492 410 A1 da a conocer un panel de madera conectado mediante tornillos para madera de plástico o aluminio posicionados aleatoriamente, donde el panel comprende al menos tres capas de tablones de madera. Se prefieren los tornillos para madera hechos de material blando con el fin de evitar daños a la herramienta de corte, es decir, la sierra, que se utiliza para la conformación posterior del panel: corte de ventanas, puertas, tablones inclinados, etc. Todas las pérdidas por corte resultantes de la conformación representan material desperdiciado. Dicho material
- 10 desperdiciado también incluye una gran cantidad de material de conexión que degrada la madera como materia prima para su posterior procesamiento. El material desperdiciado se puede utilizar como combustible molido y comprimido en forma de pelets o briquetas.

- 15 El documento DE 196 03 833 A1 da a conocer un panel de madera formado por al menos tres capas, en una realización preferida por al menos cuatro capas de tablones de madera o maderaje donde las capas individuales se rotan aproximadamente 45° una con respecto a la otra. Los paneles incluyen preferiblemente capas interrumpidas, es decir, capas donde los tablones no encajan estrechamente, lo que significa que tienen mejores propiedades de aislamiento acústico. Sobre la base de los ejemplos de realización, se prefiere que el panel tenga 7 o más capas, lo que implica el uso de materiales de conexión blandos que comprometen la resistencia estática y requieren la fabricación de paneles más gruesos que comprenden varias capas. El documento da a conocer solo la estructura del panel en sí,
- 20 pero no cubre el corte de ventanas, puertas y el recorte de los paneles para tablones inclinados, etc. Para los paneles mencionados en esta memoria, es necesario seleccionar elementos de conexión que eviten dañar las sierras durante la conformación posterior del panel prefabricado. Además, todas las pérdidas resultantes del corte representan material desperdiciado con posibilidades limitadas de uso posterior, de manera similar al documento EP 2 492 410 A1.

- 25 El documento DE 297 21 848 U1 da a conocer un panel de madera que consta de al menos tres capas de tablones de madera que se pegan entre sí o se conectan mediante clavos donde las capas individuales se rotan mutuamente entre 30-60°. Este documento no especifica los materiales de los clavos y considerando el hecho de que el documento solo da a conocer la construcción del panel en sí, sin tratar el corte de ventanas, puertas, tablones inclinados, etc., una persona familiarizada con el estado de la técnica debe concluir que se trata de clavos hechos de un material que permite cortar aberturas en el panel o dar forma al panel. Esto significa que se excluye el acero, ya que dañaría las
- 30 sierras durante el corte y la conformación.

- El documento US 2012/0135185 A1 da a conocer un panel de madera para edificios altos que preferiblemente comprende al menos tres capas de tablones de madera con siempre tres capas atornilladas entre sí. Las capas individuales de tablones son preferiblemente perpendiculares entre sí. Este documento no especifica el material de los tornillos para madera, sino que solo menciona "tornillos" o "pasadores de metal" sin definir el metal. La divulgación del documento US 2012/0135185 A1 es por lo tanto similar a la del documento DE 297 21 848 U1 y del mismo modo que en este último, una persona familiarizada con el estado de la técnica necesariamente concluye que si se utilizan tornillos de acero para madera en los paneles prefabricados, se excluiría por completo la conformación posterior del panel para el propósito de la estructura en cuestión.
- 35

- 40 El documento EP 1 321 598 B1 da a conocer un elemento compuesto de pared, techo o tejado compuesto por tablones de madera conectados mutuamente por medio de una conexión. Directamente, la primera reivindicación establece que los elementos de conexión deben poder trabajarse con herramientas utilizadas en la industria de carpintería, como una fresadora o una sierra. Aunque el documento admite el uso de hierro o acero como materiales de conexión, esta afirmación se contradice no solo con la primera reivindicación sino también con la información en la descripción de patente que dice que las herramientas para fabricar madera se destruyen inmediatamente con clavos hechos con
- 45 pasadores de acero.

- Generalmente se entiende que la fabricación automatizada es menos costosa y más rápida. Por lo tanto, todos los paneles de madera se fabrican hoy en día como prefabricados en longitudes y anchuras de uso general. La desventaja de este enfoque de uso general es la necesidad de usar elementos de conexión blandos, idealmente de aluminio, para permitir que los paneles de uso general sean conformados y cortados posteriormente para cumplir con los requisitos de un cliente específico sin destruir las sierras.
- 50

Como se ha mencionado anteriormente, un parámetro importante de los paneles de madera prefabricados es reducir las pérdidas por corte.

- Los paneles se fabrican en formas rectangulares o cuadradas y todos los ajustes posteriores según el diseño de la construcción se implementan mediante corte, lo que genera grandes cantidades de desperdicio, 10-30 % en promedio. Los desperdicios de madera provenientes de las pérdidas por corte ya no se pueden utilizar para la construcción. Además, contiene grandes cantidades del material de conexión, generalmente aluminio, lo que excluye su reciclado biológico. En el caso de los paneles encolados, la madera resultante de las pérdidas por corte contiene una gran cantidad de adhesivo. Los desechos resultantes de las pérdidas por corte generalmente se queman directamente o se muelen en pedazos pequeños y se comprimen en briquetas para usar como combustible.
- 55

El valor medioambiental del panel se reduce así no solamente por el material de conexión utilizado sino también por la cantidad de madera perdida debido al corte y su posterior eliminación.

### Compendio de la invención

Estructura compuesta, tornillos de acero para madera, cero mermas por corte, cero desperdicios, ahorro de materiales.

- 5 Demostración en las propiedades del panel: aproximadamente el doble de resistencia al pandeo y hasta un 82 % de ahorro de material.

Se ha propuesto un panel de madera compuesto sin desperdicio sin cortes para una construcción de edificio de maderaje de madera, según la reivindicación 1; el panel conserva la resistencia al pandeo de los paneles de madera utilizados anteriormente y ahorra hasta un 82 % de material de madera sin generar desperdicios. Este panel se provee ya durante la fabricación de las aberturas y/o depresiones requeridas sin necesidad de su posterior corte; se tiene en cuenta la forma final del panel, o el patrón de aberturas preparadas en el panel respectivamente, lo que permite usar un material de conexión mucho mejor, en términos de calidad y resistencia estática, ya que no es necesario considerar material de conexión que se puede cortar cuando se cortan las aberturas.

10 Durante el desarrollo del panel sin desperdicios y sin cortes, también se hizo hincapié en la resistencia al pandeo del panel y se determinó la dependencia de los parámetros tecnológicos del panel con respecto a la resistencia al pandeo del panel. Se determinó que el elemento estático básico de la construcción de panel era un núcleo estático del panel, que tiene hasta el doble de resistencia estática (resistencia al pandeo) cuando se utilizan tornillos de acero como elementos de conexión para los listones de madera compuestos entre sí para formar el panel, en comparación con los convencionales tornillos de aluminio como elementos de conexión. El panel de madera, es decir, su núcleo estático, es un material de construcción compuesto, formado por perfiles delgados para lograr la mayor resistencia al pandeo con el menor consumo de material posible. P. ej. Con una resistencia al pandeo superior a 70 kN en tres metros de altura y un metro de anchura con un grosor de panel de 81 mm, es decir, grosor del núcleo estático. Otro ejemplo del panel muestra que incluso tabloncillos delgados de 19 mm pueden formar un núcleo estático con una resistencia al pandeo de más de 45 kN en tres metros de altura y un metro de anchura, es decir, tres capas de tabloncillos de 19 mm de grosor, 170 mm o 120 o 80 mm de anchura conectados con una cantidad variable de tornillos de acero - según los ejemplos 1G, H, J.

15 Sin embargo, esto solo es posible mientras se resuelven varios problemas técnicos y se superan los prejuicios técnicos. Es necesario invertir el proceso de fabricación respecto a la técnica anterior. El diseño preciso del panel de madera sin desperdicios y sin cortes primero debe diseñarse y fabricarse en consecuencia, ya que el panel no se puede mecanizar a través de los puntos de conexión de los tornillos de acero. No es posible producir una pared de panel general y luego cortar el panel requerido debido a los tornillos de acero.

20 La resistencia al pandeo se ha relacionado con el núcleo estático del panel, que puede repetirse varias veces en un panel y, por lo tanto, aumentar la resistencia general al pandeo del panel. Preferiblemente, los núcleos estáticos individuales se interconectan a través de otra capa de tabloncillos o directamente. Preferiblemente, se unen capas de tabloncillos individuales adicionales al núcleo estático para aumentar ligeramente la resistencia al pandeo. El grosor o la anchura de estas capas adicionales no están limitados, por ejemplo: se pueden usar cubiertas o tablas como una capa interior visual.

25 Las aberturas en el panel se crean en capas individuales, lo que significa que se utilizan tabloncillos más cortos a lo largo de la abertura y seguidos de espacio libre en la capa para la futura abertura con tabloncillos posados nuevamente lejos del extremo de la abertura planificada. Es posible que no se respeten estrictamente las dimensiones exactas de la abertura planificada, los tabloncillos pueden superponerse sobre la abertura cuando sea necesario, ya que los materiales de conexión, que son tornillos de acero para madera, se posicionan solo en lugares donde el espacio sólido del panel está planificado en los patrones de proyección según los cruces de los tabloncillos. Estas superposiciones se cortan fácilmente sin colisiones de la sierra con los tornillos de acero para madera que podrían dañar la sierra.

30 Para comparar el estado de la técnica más relevante relacionado con los paneles de madera actualmente fabricados, se realizó un análisis estructural sobre un panel modelo tricapa con un grosor de una capa de 27 mm y anchura de tabloncillos de 170 mm con dimensiones del panel de 1.000 mm de anchura y 3.000 mm de alto, donde se utilizó el siguiente material de conexión: a) un tornillo de aluminio para madera Euroviti VITE 5x71 mm HILO con factor de deslizamiento de conexión de 773,42 Nmm. Y nuestro panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes, donde el material de conexión utilizado fue b) el tornillo de acero para madera Würth ASSY plus VG 5x80 mm con factor de deslizamiento de conexión de 4.034,80 Nmm. Se descubrió que para asegurar la misma resistencia al pandeo, en el caso a) de aluminio, un cruce de tabloncillos de madera requiere 10 tornillos de aluminio para madera, mientras que en el caso b) de acero, un cruce de tabloncillos de madera requiere 2 tornillos de acero para madera. Otra variable que juega un papel importante aquí son las distancias requeridas entre tornillos para madera individuales que no se cumplen en el caso a) aluminio, donde en el caso a) aluminio la distancia entre tornillos para madera individuales es de 2,77 mm, mientras que en el caso b) acero la distancia es de 14,45 mm.

Para una comparación adicional del estado de la técnica más relevante relacionado con los paneles de madera actualmente fabricados, se realizó un análisis estructural con dos tornillos para madera en el cruce de tablón con un

grosor modificado de los tablones, o capas del panel respectivamente, con las dimensiones del panel 1.000 mm de anchura y 3.000 mm de alto, donde se empleó el siguiente material de conexión: a) tornillo de aluminio para madera Euroviti VITE 5x71 mm HILO con factor de deslizamiento de conexión de 773,42 Nmm y panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes, donde el material de conexión utilizado fue b) tornillo de acero para madera Würth ASSY plus VG 5x80 mm con un factor de deslizamiento de conexión de 4.034,80 Nmm.

Para mantener la misma resistencia al pandeo para las soluciones a) aluminio y b) acero, era necesario tener en el caso a) aluminio un panel con un grosor total de 115 o 109 mm (según ejemplo 1C y 1D) y en el caso b) acero era necesario tener un panel con el grosor de 81 mm, es decir con el grosor inferior en un 30 % con la misma resistencia de diseño al pandeo de 99 kN.

Esta información se empleó además para comparar el consumo de material necesario para la fabricación de paneles realistas con aberturas, es decir, con dimensiones de 3.000 x 5.000 mm y 3.000 x 20.000 mm. Se descubrió que según la solución b) acero, manteniendo los mismos parámetros estáticos, la cantidad requerida de material en comparación con el caso a) aluminio era un 79 % menor en el caso del panel con las dimensiones de 3.000 x 5.000 mm y menor hasta en un 82 % en el caso del panel de dimensiones 3.000 x 20.000 mm. Estas diferencias vienen dadas en particular por el uso de tornillos de acero para madera, gracias a los cuales no es necesario que la capa de madera del panel fuera tan gruesa. Las aberturas recortadas representan aproximadamente el 20 % de un aumento total de material del 80 % en la solución a) aluminio. Aunque el corte de la abertura, incluida la posterior eliminación de los paneles clavados, no es una solución muy inteligente, la cantidad total (de madera) necesaria para la fabricación del panel con suficiente resistencia al pandeo con tornillos de aluminio para madera es alta en comparación con la innovación que es el panel compuesto de madera sin desperdicios y sin corte y con tornillos de acero para madera.

El problema de las pérdidas por corte relacionadas con los paneles prefabricados y su resistencia al pandeo en función del material de conexión utilizado se aborda con el panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes y con aberturas ensambladas.

Gracias a la superación del prejuicio tecnológico basado en la tecnología bien probada en la que los paneles de madera se clavan utilizando un material de conexión blando para hacer formas rectangulares o cuadradas con los bordes recortados posteriormente y cortes de aberturas para ventanas, puertas, portones, etc., la composición de tablones de madera que tienen en cuenta la apariencia requerida del panel resultante y la posterior conexión de tablones individuales con tornillos de acero para madera representan una tecnología única.

Gracias al hecho de que los paneles son compuestos y cada panel se hace a la medida de la casa en cuestión, se pueden utilizar tornillos de acero para madera para la construcción del panel de madera. La aplicación de tornillos de acero para madera aumenta drásticamente la resistencia al pandeo de todo el panel de madera. Por lo tanto, el panel puede ser mucho más delgado en comparación con los paneles prefabricados conectados por clavos de aluminio: solo 81 mm son suficientes. En cuanto al grosor del panel y las pérdidas relacionadas con el corte de aberturas para ventanas y puertas, se ahorra hasta un 82 % de material. Todos los posibles recortes resultantes de un panel se utilizan para el ensamblaje manual del siguiente, lo que significa, paradójicamente, que el trabajo manual ahorra tanto para el medio ambiente como para los costes. La construcción del panel a medida dura más pero gracias al enorme ahorro de material la economía de todo el proceso es finalmente más rentable que la fabricación de paneles prefabricados con posterior ajuste.

Proceso de desarrollo:

Al comienzo del desarrollo del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes, había varios requisitos básicos:

- resistencia al pandeo,
- el grosor del panel correspondiente a
- el consumo de material de madera, y
- el consumo de material de conexión con cantidad cero de adhesivo,
- la velocidad de fabricación del panel, incluido el recorte/trabajo de la madera para adquirir la forma requerida.

La resistencia al pandeo se aseguró mediante el uso de tornillos de acero para madera posicionados al azar, lo que también redujo el grosor del panel y el consumo de madera y material de conexión. El problema era que con el uso de tornillos de acero para madera posicionados al azar no era posible mecanizar los paneles posteriormente para que tuvieran las formas requeridas, como aberturas recortadas para ventanas y puertas. Por lo tanto, se desarrolló la idea de la disposición basada en patrones de los tornillos de acero para madera que permiten cortes de carpintería entre tornillos para madera posicionados de forma no aleatoria. Sin embargo, fue necesario determinar el diseño exacto del patrón: el posicionamiento de los tornillos para madera para cada panel individualmente según las posiciones previamente diseñadas para ventanas o puertas o según las dimensiones requeridas de cada panel. Así, se fabricaron paneles de madera parcialmente prefabricados de formas rectangulares o cuadradas con tornillos de acero para madera inteligentemente posicionados, cuyo posicionamiento no interfería con las posiciones de futuros cortes. Sin embargo, las

pérdidas por corte seguían siendo altas, aproximadamente entre un 10 y un 30 %, según las dimensiones y aberturas de los paneles de madera específicos, y el material resultante de las pérdidas por corte no podía utilizarse más.

El dogma original establecía que la fabricación de un panel hecho a máquina es lo más rápido y efectivo. Sin embargo, la tecnología de fabricación de paneles se desarrolló aún más y resultó que la composición de tabloncillos individuales con diversas longitudes para crear un panel que tiene la forma requerida, donde se tienen en cuenta tanto la forma como el tamaño del panel requerido teniendo en cuenta el diseño, junto con la disposición de aberturas para ventanas y puertas, es mucho más eficaz frente a la fabricación mecánica de los paneles y su posterior trabajo de madera. La fabricación de compuestos también genera muchos menos desperdicios y gracias a la posibilidad de utilizar tornillos de acero para madera en lugar de los de aluminio, la resistencia al pandeo del panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes se ha incrementado enormemente, sin olvidar el consecuente ahorro significativo del material de madera

Desde el punto de vista de los requisitos impuestos a una casa moderna, es muy importante garantizar la hermeticidad al aire del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes. La hermeticidad al aire junto con la permeabilidad al vapor del panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes se logra gracias a una película hermética al aire y/o de barrera al vapor, preferiblemente de papel, colocada entre dos capas de tabloncillos. Además, es necesario garantizar la hermeticidad al aire de las conexiones entre los paneles de madera individuales durante la construcción de la casa. Las conexiones de los paneles son herméticas al aire gracias al revestimiento de paneles individuales con material de revestimiento hermético al aire, es decir, material plástico hermético al aire que preferiblemente también es hermético a agua. El panel recortado se reviste por la película de revestimiento, preferiblemente una cinta adhesiva, a lo largo de su perímetro, donde el material de revestimiento cubre las superficies de corte en las paredes laterales del panel y preferiblemente traslapa los bordes del panel de 2 a 15 cm, es decir, se traslapa sobre las superficies de panel. En realizaciones preferidas, el revestimiento se implementa mediante una cinta adhesiva de película.

Durante el ensamblaje de la casa, los paneles encajan estrechamente con las paredes laterales revestidas, lo que asegura que el espacio interior de la casa quede cerrado y no permita la libre penetración de aire y vapor. La película de revestimiento en la pared lateral del panel y la película de barrera al vapor encajan estrechamente en una dirección perpendicular y las partes superpuestas de la película de revestimiento en la superficie del panel proporcionan un cierre perfecto de la película de barrera al vapor dentro de la pared del panel. El panel revestido de esta manera se ensambla con el panel vecino y las películas de revestimiento de los paneles cerrados encajan estrechamente cerrando así el espacio interior.

Todo el proceso de fabricación del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes y las aberturas ensambladas comienza siempre con un diseño específico con aberturas planificadas exactamente situadas. La decisión sobre el posicionamiento de los tornillos de acero para madera en el patrón depende de las aberturas para eliminar la interferencia con los lugares de trabajo de madera. Luego se comienza a componer manualmente el panel específico colocando la primera capa de tabloncillos de madera sobre un sustrato. La primera capa de tabloncillos de madera ya sigue la forma del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes basado en el diseño. Sobre la primera capa de tabloncillos se coloca una película hermética al aire permeable al vapor, preferiblemente de papel, que sigue aproximadamente la forma de la primera capa de tabloncillos, o la forma del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el diseño respectivamente. La segunda capa de tabloncillos que sigue aproximadamente la forma de la primera capa de tabloncillos, o la forma del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el diseño respectivamente, se posa sobre la película permeable al vapor hermética al aire perpendicularmente a la primera capa de tabloncillos, o en un ángulo de 45° hasta 135°. Preferiblemente, también la tercera capa de tabloncillos se posa sobre la segunda capa de tabloncillos, ya sea perpendicularmente o en un ángulo de 45° a 135°, y la tercera capa de tabloncillos sigue aproximadamente la forma de las capas primera y segunda de los tabloncillos o el panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el diseño, respectivamente. El seguimiento aproximado de la forma significa que toda la superficie requerida se cubre por una capa de tabloncillos puestos uno al lado del otro con posibles superposiciones destinadas a un recorte posterior para adquirir la forma exacta. Las capas individuales se conectan por tornillos de acero para madera desplegados en un patrón preestablecido. Preferiblemente, en cada cruce de tabloncillos se posicionan al menos dos tornillos para madera, o en cada patrón de proyección, respectivamente. Preferiblemente, en cada cruce de tabloncillos se posicionan cuatro tornillos de acero para madera. Los tornillos de acero para madera se colocan preferiblemente a lo largo de los bordes de los patrones de proyección en más de cuatro piezas por un patrón de proyección. Los tornillos de acero para madera atornillados a lo largo de los bordes del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin corte siempre se colocan a una distancia mínima de 2 cm del borde según el diseño para evitar el contacto entre el tornillo de acero para madera y la máquina para trabajar madera. Se recorta el panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes que ahora ya tiene su forma rugosa. Los bordes del panel se recortan cortando al igual que las aberturas del panel. El panel recortado se reviste a lo largo de su perímetro en el lugar cortado por algún material de revestimiento, preferiblemente una película de cartón. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes fabricado de esta manera se usa luego para la construcción del edificio.

Dicho método de fabricación se utiliza para proporcionar el núcleo estático. El núcleo estático se compone de tres capas de tabloncillos estrechamente encajadas con un grosor de tabloncillos que varía de 19 a 35 mm y una anchura de tabloncillos que varía de 80 a 400 mm, donde los tabloncillos de una capa externa del núcleo estático se colocan verticalmente en el panel y las paredes laterales de los tabloncillos de las capas externas del núcleo estático encajan estrechamente, los tabloncillos colocados en la misma capa tienen el mismo grosor y las capas de los tabloncillos se conectan por tornillos de acero para madera colocados en al menos dos piezas en cada patrón de proyección.

El núcleo estático se puede "ocultar" en el panel, por ejemplo, se puede cubrir por ambos lados con una capa de cubierta, o un panel puede contener más de un núcleo estático. El núcleo estático se puede fabricar junto con otras capas del panel según dicho proceso de fabricación, o el núcleo estático se puede fabricar por separado.

Resumen:

- 5 El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes para una construcción de edificios de maderaje de madera según la invención reivindicada se compone de tabloncillos de madera laminados en cruz, donde las paredes de contacto de los tabloncillos forman las paredes de contacto de las capas. Las capas individuales del panel encajan estrechamente. Los tabloncillos de una segunda capa se posan con respecto a los tabloncillos de una primera capa en un ángulo que oscila entre 45° y 135°. Las paredes laterales de los tabloncillos en proyección ortogonal sobre la pared de contacto de las capas del panel encajadas estrechamente crean patrones de proyección que tienen forma de cuadriláteros.

- 10 El panel compuesto de madera sin desperdicios y sin cortes tiene al menos una abertura y/o al menos una depresión, por ejemplo para una futura instalación eléctrica, y contiene un núcleo estático con una resistencia al pandeo de al menos 45 kN en tres metros de altura y un metro de anchura. El núcleo estático se compone de tres capas de tabloncillos estrechamente ajustados con un grosor de tabloncillos que oscila entre 19 y 35 mm y una anchura de tabloncillos que oscila entre 80 y 400 mm. Los tabloncillos de una capa externa del núcleo estático se colocan verticalmente en el panel. Las paredes laterales de los tabloncillos de las capas externas del núcleo estático encajan estrechamente. Los tabloncillos colocados en la misma capa tienen el mismo grosor. Las capas de los tabloncillos se atornillan entre sí mediante tornillos de acero para madera colocados en al menos dos piezas en cada patrón de proyección.

- 15 Preferiblemente, el grosor de los tabloncillos colocados en el núcleo estático oscila entre 19 y 32 mm. Preferiblemente, los tornillos de acero para madera se colocan en al menos cuatro piezas en cada patrón de proyección. Preferiblemente, el núcleo estático se conecta con otra(s) capa(s) de tabloncillos.

Preferiblemente, el núcleo estático se atornilla con otra(s) capa(s) de tabloncillos mediante tornillos de acero para madera. Preferiblemente, el panel contiene dos núcleos estáticos.

Preferiblemente, el panel contiene hasta 7 capas, preferiblemente hasta 5 capas.

- 20 Preferiblemente, los núcleos estáticos se atornillan entre sí a través de otra capa de tabloncillos.

- 25 Preferiblemente, la resistencia al pandeo del núcleo estático es de al menos 70 kN en tres metros de altura y un metro de anchura, donde el grosor de los tabloncillos colocados en el núcleo estático oscila entre 25 y 30 mm y la anchura de los tabloncillos colocados en el núcleo estático que van desde 140 a 200 mm. Un cruce de tabloncillos representa la vecindad del único punto donde al menos cuatro tabloncillos se encuentran en la proyección en dos capas por sus paredes laterales, preferiblemente situadas una sobre otra en dirección perpendicular.

- 30 El patrón de proyección se crea colocando los tabloncillos en capas donde las capas individuales tienen diferentes orientaciones, rotadas mutuamente entre 45° y 135° y sus bordes en capas individuales, luego se crean patrones que crean los patrones de proyección si se ven desde arriba, es decir, en la proyección ortogonal. Un cruce está así limitado por los patrones de proyección adyacentes.

## 35 Resumen de figuras en los dibujos

Fig. 1 A: Un dibujo esquemático del panel con las dimensiones de 5.000 mm x 3.000 mm con una abertura para una ventana y una abertura para una puerta;

- 40 Fig. 1 B: Un dibujo esquemático del panel con las dimensiones de 20.000 mm x 3.000 mm con dos aberturas para ventanas, una abertura para una puerta, con dos aberturas más para ventanas y con dos aberturas para la puerta del garaje;

Fig. 1 C: Un dibujo esquemático del panel con las dimensiones de 1.000 mm x 3.000 mm con una abertura para una pequeña ventana;

Fig. 2 A: Posicionamiento de dos tornillos para madera en el patrón, o dos tornillos para madera en el cruce respectivamente;

- 45 Fig. 2 B: Posicionamiento de dos tornillos para madera en el patrón, o dos tornillos para madera en el cruce respectivamente;

Fig. 2 C: Posicionamiento de cuatro tornillos para madera en el patrón, o cuatro tornillos para madera en el cruce respectivamente;

- 50 Fig. 2 D: Posicionamiento de cinco tornillos para madera en el patrón, o cuatro tornillos para madera en el cruce y un tornillo para madera central respectivamente;

Fig. 3 A: Visualización de un panel de dos capas con una capa de cubierta con revestimiento en una pared lateral

con una superposición en la superficie del panel;

Fig. 3 B: Visualización de un panel de dos capas con una capa de cubierta con revestimiento en dos paredes laterales con una superposición en la superficie del panel;

Fig. 3 C: Un dibujo esquemático de la unión de los paneles revestidos

5 Fig. 4 A: Un dibujo del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes con revestimiento y barrera al vapor, patrones de proyección y cruces, el panel según el Ejemplo 1A;

Fig. 4 B: Un dibujo del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes con revestimiento y una barrera al vapor, una parte del panel según el Ejemplo 3A

10 Fig. 5 A: Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el Ejemplo 1A, una vista de la pared lateral superior/inferior del panel tricapa;

Fig. 5 B: Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el Ejemplo 1A, una vista de la pared lateral derecha/izquierda del panel tricapa;

Fig. 5 C: Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes según el Ejemplo 1A, visualización

15 Fig. 6 A: Visualización: un panel de cinco capas, cuatro tornillos para madera por patrón de proyección, un desplazamiento entre capas individuales de 90°;

Fig. 6 B: Visualización del panel: un panel de cuatro capas, cuatro tornillos para madera por patrón de proyección, un desplazamiento entre capas individuales de 90°

Fig. 7 A: Visualización del panel de cuatro capas, tabloncillos colocados en diferentes capas con diferentes anchos, tornillos para madera posicionados asimétricamente: dos tornillos por patrón de proyección;

20 Fig. 7 B: Un modelo 3D del panel de cuatro capas, tabloncillos colocados en diferentes capas con diferentes anchos, dos tornillos por patrón de proyección, una vista delantera, perpendicular a la superficie del panel;

Fig. 7 C: Un modelo 3D del panel de cuatro capas, tabloncillos colocados en diferentes capas con diferentes anchos, dos tornillos por patrón de proyección, una vista delantera, en diagonal;

25 Fig. 7 D: Un modelo 3D del panel de cuatro capas, tabloncillos colocados en diferentes capas con diferentes anchos, dos tornillos por patrón de proyección, una vista lateral

Fig. 8: Diseño esquemático de un panel con patrón de tornillos, forma oblicua, abertura para una futura ventana y depresión para una futura instalación eléctrica.

## Ejemplos de paneles de madera no cubiertos por la invención reivindicada

### Ejemplo 1

30 **1A Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 5 × 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

Sobre un sustrato, que era un banco de carpintería, el primer tope del último tablón 5, cuyo grosor era mayor, aproximadamente 90 mm, o era mayor que la suma de los grosores de todas las capas 2 del panel 1 respectivamente, es decir, 81 mm, fue atornillado o clavado. Paralelo al borde del primer tope del último tablón 5 se posicionó el segundo tope del último tablón 5 y la longitud del espacio delimitado por estos dos topes fue exactamente de 5.200 mm. Entre los topes se posaron/posicionaron gradual y libremente, uno al lado del otro, 26 tabloncillos de madera 5 con la longitud de 3.100 mm, anchura de 200 mm y grosor de 27 mm. Estos tabloncillos 5 formaron la primera capa 2 del panel de madera compuesto manualmente 1 y al mismo tiempo estos tabloncillos 5 formaron la primera capa 2 de un núcleo estático 14 del panel 1. Sobre la primera capa 2 posada de los tabloncillos 5, se colocó la película de barrera al viento y al vapor hermética al aire 9 que aumenta la hermeticidad al aire del panel 1. Perpendicularmente a los tabloncillos 5 que forman la primera capa 2, se colocaron tabloncillos 5 de la segunda capa 2 con la anchura de 200 mm y el grosor de 27 mm. La longitud de los tabloncillos 5 de la segunda capa 2 era diferente y se posicionaron diferentes tabloncillos largos 5 uno al lado de otro para formar una fila cuya longitud final era mayor de 5.100 mm y menor de 5.300 mm. En la segunda capa 2 de los tabloncillos 5 también se usaron tabloncillos cortos o recortados 5 de otros paneles compuestos manualmente 1. Perpendicularmente a los tabloncillos colocados 5 de la segunda capa 2, paralelos a los tabloncillos colocados 5 de la primera capa 2, un total de 26 tabloncillos 5 de la tercera capa 2 con una longitud de 3.100 mm, una anchura de 200 mm y un grosor de 27 mm se posan desde un tope al otro tope. Las tres capas compuestas 2 de tabloncillos 5 formaron el núcleo estático 14 del panel 1.

Los tabloncillos posicionados manualmente 5 de todas las capas 2 fueron atornillados con tornillos de madera de acero 10 con cabezas planas y con una longitud de 80 mm. Los tornillos para madera 10 se desplegaron en un patrón donde



en cada cruce 12 de los tablonos 5 se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 y/o se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 en cada patrón de proyección 13, que fue creado por proyección ortogonal sobre la pared de contacto 6 del tablón 5, de las paredes laterales 7 de cada tablón 5. Otros tornillos de acero para madera 10 cerraron el panel 1 a 20 mm de distancia del borde del panel 1 según el diseño. Las posiciones de los tornillos para madera 10 en el patrón se muestran en las Figuras 2A y 2B. El panel de madera compuesto atornillado sin desperdicios y sin cortes 1 se recortó cortando las paredes laterales 11 del panel 1 a las dimensiones finales 5.000 mm x 3.000 mm. En la última etapa, las paredes laterales 11 del panel 1 se revistieron por la película de revestimiento 8, donde la película de revestimiento hermética al aire y hermética a agua 8 cerró la pared lateral de corte 11 del panel 1 y traslapó la superficie 4 del panel 1 en ambos lados en 100 mm. En esta etapa, todo el panel con la película de barrera al vapor y al viento estaba perfectamente cerrado.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1A es de 305,973 kN.

**1B Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 1 x 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 27 mm cada uno, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 1.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 80 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1B es de 72,492 kN.

**1C Construcción del panel de madera 1x3 m con tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa**

se fabricó un panel de madera 1 con tres capas 2, con un grosor de 38,4 mm cada una, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 de 1.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de aluminio para madera con una longitud de 110 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

**1D Construcción del panel de madera 1x3 m con tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa**

Se fabricó un panel de madera 1 con tres capas 2, donde los grosores de las capas individuales 2 fueron 41,3 mm, 27 mm y 41,3 mm, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 de 1.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de aluminio para madera de 105 mm de longitud para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

**1E Construcción del panel de madera 1x3 m con tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa**

Se fabricó un panel de madera 1 con tres capas 2, con un grosor de 27 mm cada una, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 de 1.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de aluminio para madera con una longitud de 80 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

**1F Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 5 x 5 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 27 mm cada uno, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 5.000 x 5.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 80 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1F es de 232,779 kN.

**1G Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 1 x 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 19 mm cada una, con la anchura de los tablonos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 1.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 55 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1G es de 45,289 kN.

**1H Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 1 × 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 19 mm cada uno, con la anchura de los tablonos 5 de 120 mm y con las dimensiones del panel 1 1.000 × 3.000 mm, donde siempre se utilizaron cuatro tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 55 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1H es de 45,370 kN.

**1I Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 1 × 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 29,5 mm cada uno, con la anchura de los tablonos 5 de 400 mm y con las dimensiones del panel 1 1.000 × 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 55 mm para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1I es de 45,278 kN.

**1J Construcción del panel de madera compuesto manualmente de 1 × 3 m con tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 1A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2, con un grosor de 19 mm cada uno, con la anchura de los tablonos 5 de 80 mm y con las dimensiones del panel 1 1.000 × 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 55 mm se para cada cruce 12 de los tablonos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 1J es de 65,654 kN.

**Ejemplo 2**

**2A Construcción del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes, 5 × 3 m, con aberturas para ventana y puerta, tornillos de acero para madera, tres capas del panel representan un núcleo estático** Sobre un sustrato, que era un banco de carpintería, se atornilló o clavó el primer tope del último tablón 5, cuyo grosor era mayor, aproximadamente 90 mm, o era mayor que la suma de los grosores de todas las capas 2 del panel 1 respectivamente. Paralelo al borde del primer tope del último tablón 5 se posicionó el segundo tope del último tablón 5 y la longitud del espacio delimitado por estos dos topes fue exactamente de 5.100 mm. Entre los topes se dispusieron/posicionaron gradual y libremente, uno al lado de otro, tablonos de madera 5 con la anchura de 200 mm y el grosor de 27 mm, donde la longitud de los tablonos 5 se seleccionó dependiendo de su posición. Detrás del tope, se posicionaron cinco tablonos estándar 5 con la longitud de 3.100 mm; luego, según el diseño, se debía ubicar una abertura para una puerta con unas dimensiones de 1.000 mm × 2.100 mm. Por lo tanto, se colocaron cuatro tablonos acortados 5 con una longitud superior a 1.000 mm e inferior a 1300 mm al ras de la pared lateral "superior" 11 del panel 1. Además, se colocaron siete tablonos estándar 5 con una longitud de 3.100 mm y luego, según el diseño, se iba a situar una abertura para una ventana con las dimensiones de 1.000 mm × 1.000 mm, posicionada a 1.100 mm de la pared lateral "inferior" 11 del panel 1. Por lo tanto, en lugar de cuatro tablonos estándar 5, se colocaron ocho tablonos acortados 5, de los cuales cuatro tablonos acortados 5 con una longitud superior a 1.000 mm y una longitud inferior a 1.200 mm estaban al ras de la pared lateral "superior" 11 del panel 1 y cuatro tablonos acortados 5 con una longitud superior a 1.200 mm y una longitud inferior a 1400 mm estaban al ras de la pared lateral "inferior" 11 del panel 1. Además, se posicionaron cinco tablonos estándar 5 con la longitud de 3.100 mm. Estos tablonos 5 formaron la primera capa 2 del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 y al mismo tiempo estos tablonos 5 formaron la primera capa 2 de un núcleo estático 14 del panel 1 En la Figura 1A se proporciona un dibujo esquemático del panel 1 con las dimensiones de 5.000 mm × 3.000 mm con una abertura para una ventana y una abertura para una puerta. Perpendicularmente a los tablonos 5 que forman la primera capa 2, se posicionaron tablonos 5 de la segunda capa 2 con la anchura de 200 mm y el grosor de 27 mm. La longitud de los tablonos 5 de la segunda capa 2 era diferente y los tablonos 5 con una longitud diferente se posaron uno al lado de otro de modo que la longitud final de los primeros cinco tablonos 5 posicionados lejos de la pared lateral "superior" 11 del panel 1 era mayor de 5.100 mm y no superaba los 5.300 mm. Luego, los tablonos acortados 5 se posicionaron para seguir la forma de la primera capa 2 de los tablonos 5, o la forma del panel 1 según el diseño respectivamente. Sobre la segunda capa 2 de los tablonos 5, se colocó la película de barrera al viento y al vapor 9 que aumenta la hermeticidad al aire y disminuye la barrera al vapor del panel 1. Perpendicularmente al posicionamiento de los tablonos 5 de la segunda capa 2, paralelo al posicionamiento de los tablonos 5 de la primera capa 2, los tablonos 5 de la capa de cobertura 2 con una anchura de 200 mm y un grosor de 27 mm se posaron desde un tope al otro para seguir la forma de las dos primeras capas 2 de los tablonos 5, o la forma del panel 1 según el diseño respectivamente. En todas las capas 2 de los tablonos 5 también se utilizaron tablonos cortos o recortados 5 de otros paneles compuestos manualmente 1 para la colocación manual alrededor de las aberturas de una ventana y una puerta. Las tres capas compuestas 2 de tablonos 5 formaron el núcleo estático 14 del panel 1.

Los tabloncillos posicionados manualmente 5 de todas las capas 2 se atornillaron con tornillos de acero para madera 10 con cabezas planas y con una longitud de 80 mm. Los tornillos para madera 10 se posicionaron en el patrón donde para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente, cuando no se planea trabajo posterior de la madera del panel 1, se utilizaron dos tornillos de madera de acero 10. Además, los tornillos para madera 10 cerraron el panel 1 a lo largo de sus bordes en cada cruce 12 de los tabloncillos 5, 20 mm desde la pared lateral 11 del panel 1 según el diseño. En la última etapa, las paredes laterales 11 del panel 1 se revistieron por la película de revestimiento 8, donde la película de revestimiento hermética al aire y hermética a agua 8 cerró la pared lateral de corte 11 del panel 1 sin superposición. En esta etapa, todo el panel con la película de barrera al vapor y al viento estaba perfectamente cerrado.

10 La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 2A con aberturas despreciadas es de 362,461 kN.

**2B Construcción del panel de madera de 5 x 3 m con ventana recortada y puerta, tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa**

Se fabricó un panel de madera 1 con tres capas 2, con un grosor de 38,4 mm cada uno, con la anchura de los tabloncillos 5 de 200 mm y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de aluminio para madera con una longitud de 110 mm para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente. Luego, se cortaron dos aberturas en el panel. 1, una con las dimensiones de 1.000 mm x 2.100 mm y la otra con las dimensiones de 1.000 mm x 1.000 mm.

**2C Construcción del panel de madera de 5 x 3 m con ventana recortada y puerta, tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tres capas**

20 Se fabricó un panel de madera 1 con tres capas 2, donde los grosores de las capas individuales 2 fueron 41,3 mm, 27 mm y 41,3 mm, con la anchura de los tabloncillos 5 de 200 mm y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 x 3.000 mm, donde siempre se utilizaron dos tornillos de aluminio para madera de 105 mm de longitud para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente. Luego, se cortaron dos aberturas en el panel 1, una con las dimensiones de 1.000 mm x 2.100 mm y la otra con las dimensiones de 1.000 mm x 1.000 mm.

**2D Construcción del panel de madera de 5 x 3 m con ventana recortada y puerta, tornillos de acero para madera**

De manera similar al Ejemplo 2A, un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con un núcleo estático 14 y dos capas externas 2 con grosor 35 mm y con una capa interna 2 con grosor de 19 mm, donde la anchura de los tabloncillos 5 de 170 mm y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 x 3.000 mm. Siempre se utilizaron cuatro tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 80 mm para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 2D con aberturas despreciadas es de 702,378 kN.

**2E Construcción del panel de madera de 5 x 3 m con una ventana recortada y una puerta, tornillos de acero para madera, la capa intermedia a 45°, tres capas del panel representan un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 2A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con tres capas 2 del grosor de 19 mm, con la anchura de los tabloncillos 5 de 400 mm y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 x 3.000 mm. En un ángulo de 45° con respecto a la posición de los tabloncillos 5 de la primera capa 2 se posaron los tabloncillos 5 de la segunda capa 2. La tercera capa 2 de los tabloncillos 5 se colocó paralela a los tabloncillos 5 de la primera capa 2. Siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 55 mm para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

40 La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 2E con aberturas despreciadas es de 69,625 kN.

**2F Construcción del panel de madera de 5 x 3 m con una ventana recortada y una puerta, tornillos de acero para madera, siete capas, dos núcleos estáticos, una capa de conexión**

De manera similar al Ejemplo 2A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con siete capas 2, donde los grosores de las capas individuales 2 eran 19 mm, 32 mm, 19 mm, 19 mm, 27 mm, 27 mm y 27 mm, con la anchura de los tabloncillos 5 de 80 mm, 80 mm, 80 mm, 170 mm, 200 mm, 200 mm y 200 mm y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 x 3.000 mm. En un ángulo de 135° con respecto a la posición de los tabloncillos 5 de la primera capa 2 se posaron los tabloncillos 5 de la segunda capa 2. La tercera capa 2 de los tabloncillos 5 se colocó paralela a los tabloncillos 5 de la primera capa 2. Siempre se utilizaron dos tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 80 mm para cada cruce 12 de los tabloncillos 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

50 La cuarta capa de conexión 2 de los tabloncillos 5 se colocó a 90° de los tabloncillos 5 de la tercera capa 2. Siempre se utilizaron dos tornillos de acero 10 con una longitud de 30 mm para cada cruce 12 de los tabloncillos 5 en la orientación opuesta del patrón de tornillos según el patrón de tornillos del primer núcleo estático 14 para evitar que los tornillos entren en contacto.

La quinta capa 2 de los tabloncillos 5 se posó paralela a los tabloncillos 5 de la primera capa 2. La sexta capa 2 de los

tablones 5 se colocó a 135° de los tablones 5 de la quinta capa 2. La séptima capa 2 de los tablones 5 se colocó paralela a los tablones 5 de la primera capa 2. Siempre se utilizaron dos tornillos de acero 10 con una longitud de 90 mm en cada cruce de 12 de los tablones 5 de las últimas tres capas 2 del panel 1 que forman el segundo núcleo estático 14 en una orientación de patrón de tornillo idéntica a la orientación del patrón de tornillo del primer núcleo estático 14.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 2F con aberturas despreciadas es de aproximadamente 1000 kN.

**2G Construcción del panel de madera de 5 × 3 m con una ventana recortada y una puerta, tornillos de acero para madera, tablones de cinco capas, un núcleo estático**

De manera similar al Ejemplo 2A, se fabricó un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con cinco capas 2, donde los grosores de las capas individuales 2 eran de 15 mm, 22 mm, 25 mm, 22 mm y 15 mm, con la anchura de los tablones 5 de 200 mm, tablón y con las dimensiones del panel 1 de 5.000 × 3.000 mm.

Las capas 2 de los tablones 5 de 22 mm, 25 mm y 22 mm forman un núcleo estático 14 del panel 1, las capas 2 con un grosor de 22 mm se orientan verticalmente y la capa 2 tiene un grosor de 25 mm estando orientada horizontalmente.

Las dos capas 2 de los tablones 5 con un grosor de 15 mm se posicionan horizontalmente como ornamentales, rotadas 90° con las capas verticales 2 del núcleo estático 14. Siempre se utilizaron cuatro tornillos de acero para madera 10 con la longitud de 95 mm para cada cruce 12 de los tablones 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 2G con aberturas despreciadas es de aproximadamente 400 kN.

**Ejemplo 3**

**3A Construcción del panel compuesto de madera sin desperdicios, sin cortes, de 20 × 3 m, con aberturas para ventanas, una puerta y una puerta de garaje, tornillos de acero para madera, tres capas, un núcleo estático**

Sobre un sustrato, que era un banco de carpintería, se atornilló o clavó el primer tope del último tablón 5, cuyo grosor era mayor, aproximadamente 90 mm, o era mayor que la suma de los grosores de todas las capas 2 del panel 1 respectivamente. Paralelo al borde del primer tope del último tablón 5 se posicionó el segundo tope del último tablón 5 y la longitud del espacio delimitado por estos dos topes fue exactamente de 20.000 mm. Entre los topes se posaron/posicionaron gradual y libremente, uno al lado de otro, tablones de madera 5 con la anchura de 300 mm y el grosor de 27 mm, donde la longitud de los tablones 5 se seleccionó dependiendo de su posición. Detrás de un tope, se colocaron cuatro tablones estándar 5 con la longitud de 3.100 mm. Según el diseño, dos aberturas para ventanas con las dimensiones de 1.000 mm × 1.000 mm debían colocarse a 1.100 mm de distancia de la pared lateral "inferior" 11 del panel 1 a una distancia mutua de 1.000 mm. Además, se iba a posicionar una abertura para puerta de 1.000 mm × 2.100 mm de dimensión, y de nuevo dos aberturas para ventanas, todos ellos a una distancia mutua de 1.000 mm. Además se colocaron quince tablones estándar 5 con una longitud de 3.100 mm y luego, según el diseño, dos aberturas para una puerta de garaje con unas dimensiones de 2.000 mm × 2.000 mm debían colocarse a una distancia mutua de 500 mm. Luego se posicionaron otros cuatro tablones estándar 5 con la longitud de 3.100 mm. Un dibujo esquemático del panel 1 con las dimensiones de 20.000 mm × 3.000 mm con dos aberturas para ventanas, una abertura para una puerta, con dos aberturas más para ventanas y con dos aberturas para una puerta de garaje se proporciona en la Figura 1B. Todas las aberturas se compusieron manualmente a partir de tablones acortados 5 similarmente al caso del Ejemplo 2. Estos tablones formaron la primera capa 2 del panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 y al mismo tiempo estos tablones 5 formaron la primera capa 2 de un núcleo estático 14 del panel 1.

Sobre la primera capa 2 de los tablones 5, se colocó la película de barrera al viento y al vapor 9 que aumenta la hermeticidad al aire y disminuye la barrera al vapor del panel 1. Perpendicularmente a los tablones 5 que forman la primera capa 2, se posicionaron tablones 5 de la segunda capa 2 con la anchura de 300 mm y el grosor de 27 mm. La longitud de los tablones 5 de la segunda capa 2 era diferente y los tablones 5 con la longitud diferente se posaron uno al lado de otro para que la longitud final de los primeros cuatro tablones 5 posicionados lejos de la pared lateral "superior" 11 del panel 1 fuera mayor de 20.100 mm y no superara los 20.300 mm. Luego, los tablones acortados 5 se posicionaron para seguir la forma de la primera capa 2 de los tablones 5, o la forma del panel 1 según el diseño respectivamente. Perpendicularmente al posicionamiento de los tablones 5 de la segunda capa 2, paralelo al posicionamiento de los tablones 5 de la primera capa 2, se posicionaron los tablones 5 de la capa de cobertura 2 con la anchura de 300 mm y el grosor de 27 mm de un tope al otro para seguir la forma de las dos primeras capas 2 de los tablones 5, o la forma del panel 1 según el diseño respectivamente. En todas las capas 2 de los tablones 5 también se utilizaron tablones cortos o recortados 5 de otros paneles compuestos manualmente 1 para la colocación manual alrededor de las aberturas de las ventanas y la puerta. Las tres capas compuestas 2 de tablones 5 formaron el núcleo estático 14 del panel 1.

Los tablones posicionados manualmente 5 de todas las capas 2 se atornillaron con tornillos de acero para madera 10 con cabezas planas y con una longitud de 80 mm. Los tornillos para madera 10 se posicionaron en el patrón donde para el cruce 12 de los tablones 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente, donde no estaba prevista la elaboración posterior de la madera del panel 1, se utilizaron cuatro tornillos de acero para madera 10. Las posiciones

de los tornillos para madera 10 en el patrón se muestran en la Figura 2C. Además, los tornillos para madera 10 cerraron el panel 1 a lo largo de sus bordes en cada cruce 12 de los tablones 5, siempre a 15 mm de la pared lateral 11 del panel 1 según el diseño. En la última etapa, las paredes laterales 11 del panel 1 fueron revestidas por la película de revestimiento 8, donde la película de revestimiento hermética al aire y hermética a agua 8 cerró la pared lateral de corte 11 del panel 1 y traslapó la superficie 4 del panel 1 en un lado en 50 mm.

La resistencia al pandeo del panel 1 fabricado según el ejemplo 3A con aberturas despreciadas es de 1.154,376 kN.

**3B Construcción del panel de madera de 20 × 3 m con ventanas recortadas, una puerta y una puerta de garaje, tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa.**

Se fabricó un panel de madera de tres capas, con un grosor de 38,4 mm cada una, con la anchura de los tablones de 300 mm y con las dimensiones del panel de 20.000 × 3.000 mm, donde siempre se utilizaron cuatro tornillos de aluminio para madera por cada cruce de los tablones. Luego se cortaron en el panel las aberturas según el diagrama esquemático provisto en la Figura 1B: una abertura para la puerta con las dimensiones de 1.000 mm × 2.100 mm, cuatro aberturas para las ventanas con las dimensiones de 1.000 mm × 1.000 mm y dos aberturas para la puerta del garaje con las dimensiones de 2.000 mm × 2.000 mm.

**3C Construcción del panel de madera de 20 × 3 m con ventanas recortadas, puerta y puerta de garaje, tornillos de aluminio para madera, del estado de la técnica, tricapa**

Se fabricó un panel de madera de tres capas, donde los grosores de las capas individuales fueron de 41,3 mm, 27 mm y 41,3 mm, con la anchura de los tablones de 300 mm y con las dimensiones del panel de 20.000 × 3.000 mm, donde siempre se utilizaron cuatro tornillos de aluminio para madera para cada cruce de los tablones. Luego se cortaron dos aberturas en el panel: una abertura para la puerta con las dimensiones de 1.000 mm × 2.100 mm, cuatro aberturas para las ventanas con las dimensiones de 1.000 mm × 1.000 mm y dos aberturas para la puerta de garaje con las dimensiones de 2.000 mm × 2.000 mm.

**Ejemplo 4**

**4 A Resistencia al pandeo: comparación de diversos paneles**

Se comparó la resistencia al pandeo para paneles sólidos individuales 1 fabricados según el ejemplo 1 con constante EOTA. Los resultados se proporcionan solo para comparar paneles atornillados con tornillos de acero y paneles atornillados con tornillos de aluminio. El cálculo ignora algunas de las constantes. Los resultados de los cálculos se proporcionan en la Tabla 1 a continuación. La tabla muestra claramente que para mantener un valor similar de resistencia al pandeo en comparación con el panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1 con dos tornillos de acero para madera 10 en los cruces 12 de los tablones 5, o en cada patrón de proyección 13 respectivamente, según el ejemplo 1B, el grosor de todas las capas 2 del panel de madera 1 conectado por tornillos de madera de aluminio debe aumentarse de 27 mm a 38,4 mm, es decir, en un 42 %, o deben utilizarse dos capas 2 con el grosor de 27 mm aumentado a 41,8 mm, es decir, en un 53 %. La tabla también muestra que para conservar un valor similar de resistencia al pandeo en comparación con el panel de madera compuesto manualmente 1 sin pérdidas por corte con dos tornillos de acero para madera 10 en los cruces 12 de los tablones 1 según el ejemplo 1B, para un panel de madera 1 del mismo grosor unidas con tornillo de aluminio para madera, sería necesario utilizar 10 tornillo de aluminio para madera en los cruces 12. Sin embargo, esto no es posible por razones tecnológicas, ya que estaría en contradicción con la norma aplicable y/o las distancias tecnológicamente factibles entre los tornillos para madera individuales y, por el contrario, el valor de la resistencia al pandeo disminuiría debido a la falta de cohesión de los tablones de madera 5 en el sitio de conexión - los tablones 5 incluirían demasiados agujeros y los tablones 5 ya no serían capaces de retener su fuerza estática.

Está claro a partir de la comparación de la resistencia al pandeo para paneles sólidos individuales 1 fabricados según el Ejemplo 1 con la constante EOTA de que la combinación de tablones 5 en grosores de 19 a 35 mm y anchuras de 80 a 400 mm la resistencia al pandeo necesaria no puede lograrse mediante la aplicación de tornillos o clavos de aluminio al núcleo estático 14 de panel 1. Un panel 1 con capas 2 atornilladas con tornillos o clavos de aluminio no pueden lograr la misma resistencia al pandeo que un panel 1 con capas 2 atornilladas entre sí con tornillos de acero, definidos por la reivindicación 1. La comparación se realizó para paneles sólidos individuales 1 fabricados según el Ejemplo 1 con constante EOTA.

# ES 2 932 300 T3

Panel según el ejemplo	material del tornillo	número de tornillos por cruce	dimensiones del panel (mm)	capas	grosor de capa	resistencia al pandeo según el ejemplo 4A
1B	acero	2	1000 x 3000	3	27	99,1
					27	
					27	
1C	aluminio	2		3	38,4	99,2
					38,4	
					38,4	
1D	aluminio	2		3	41,3	99,0
					27	
					41,3	
1E	aluminio	2		3	27	42,0
					27	
					27	
-	aluminio	10*		3	27	97,3
		*no se puede fabricar con el espaciado tecnológico			27	
					27	

Tabla 1

#### 4 B Resistencia al pandeo - acercándose a los valores reales

Con el fin de aproximarnos lo máximo posible a los valores reales, la resistencia al pandeo se ha calculado utilizando constantes Eurocódigo. La resistencia al pandeo se calculó para paneles macizos individuales 1 fabricados con tornillos de acero según los ejemplos. La Tabla 2 a continuación muestra los resultados.

5

Ejemplo	dimensiones del panel (m)	material del tornillo	número de tornillos por cruce	capas	grosor de capa (mm)	grosor de panel (mm)	anchura de tabloncillos (mm)	rotación de las capas (°)	resistencia al pandeo según el ejemplo 4B
1	Paneles macizos para comparar la resistencia estática de diseño + construir un modelo de casa para medición de la permeabilidad al aire								
A	5x3	acero	2	3	27-27-27	81	200	90	305,973
B	1x3	acero	2	3	27-27-27	81	170	90	72,482
C	1x3	aluminio	2	3	38,4-38,4-38,4	115,2	170	90	-
D	1x3	aluminio	2	3	41,3-27-41,3	109,6	170	90	-
E	1x3	aluminio	2	3	27-27-27	81	170	90	-
F	5x5	acero	2	3	27-27-27	81	170	90	232,779
-	1x3	aluminio	10*	3	27-27-27	81	170	90	-
G	1x3	acero	4	3	19-19-19	57	170	90	45,289
H	1x3	acero	2	3	19-19-19	57	120	90	45,370
I	1x3	acero	2	3	29,5-29,5-29,5	88,5	400	90	45,278
J	1x3	acero	2	3	19-19-19	37	80	90	65,654
2	Paneles con aberturas para comparar el consumo de material de madera - puerta y ventana								
A	5x3	acero	2	3	27-27-27	81	200	90	362,461
B	5x3	aluminio	2	3	38,4-38,4-38,4	115,2	200	90	-
C	5x3	aluminio	2	3	41,3-27-41,3	109,6	200	90	-
D	5x3	acero	4	3	35-19-35	89	170	90	702,378
E	5x3	acero	2	3	19-19-19	57	400	45	69,625
F	5x3	acero	2	7	19-32-19-19-27-27-27	170	80-80-170-200-200-200	135-90	aprox. 1.000
G	5x3	acero	4	5	15-22-25-22-15	99	200	90	aprox. 400
3	Paneles con aberturas para comparar el consumo de material de madera - puertas, ventanas, portones								
A	20x3	acero	4	3	27-27-27	81	300	90	1.154,376
B	20x3	aluminio	4	3	38,4-38,4-38,4	115,2	300	90	-
C	20x3	aluminio	4	3	41,3-27-41,3	109,6	300	90	-

Tabla 2

## Ejemplo 5

### **Ahorro de materiales - comparación de diversos paneles**

- 5 Sobre la base del "experimento piloto" donde para diversos paneles sólidos 1 la resistencia al pandeo se calculó según el Ejemplo 1 (véase el Ejemplo 4A), se fabricó un panel compuesto de madera 1 sin desperdicios y sin cortes con aberturas y también paneles de madera 1 prefabricados conectados por tornillos de aluminio para madera con idéntica resistencia al pandeo. El ahorro se calculó sin tener en cuenta el recorte de los paneles 1, ya que se requiere recortar tanto con paneles compuestos manualmente como cortados 1 con la diferencia de que en el caso de un panel de madera compuesto 1 sin desperdicios y sin cortes más delgado, es necesario recortar ambas paredes laterales 11 del panel 1, y las aberturas compuestas manualmente del panel 1, mientras que en el caso del panel más grueso 1 con aberturas recortadas, solo hay que recortar las paredes laterales 11 del panel 1. Se sabe por experiencia que los valores relacionados con el recorte pueden ignorarse a los efectos de la comparación del consumo de material. El ahorro de material de madera en el caso de paneles individuales 1 fabricados según el Ejemplo 2 se proporciona en la Tabla 3 a continuación.
- 10 El ahorro de material de madera en el caso de paneles individuales 1 fabricados según el Ejemplo 3 se proporciona en la Tabla 4 a continuación.
- 15 El ahorro de material de madera se refirió al panel de madera compuesto 1 sin desperdicios y sin cortes, lo que significa que el consumo de material para el panel de madera compuesto 1 sin desperdicios y sin cortes se consideró del 100 %. La Tabla 3 muestra claramente que los paneles de madera 1 con pérdidas por corte con la misma resistencia al pandeo conectados por tornillos de aluminio para madera tienen un mayor consumo de material de madera hasta en un 79 %.
- 20 En el caso de que el panel 1 tenía mayores dimensiones (véase la Tabla 4), el consumo de material de madera fue mayor incluso en un 82 % en los paneles de madera recortados 1 conectados por tornillos de aluminio para madera en comparación con el panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes 1.



Panel según el ejemplo	construcción del panel	tornillo material	número de tornillos para el cruce	capas	grosor de capa (mm)	anchura del panel (mm)	décimas del panel (mm)	grosor del panel (mm)	volumen intermedio de panel total (m3)	volumen total del panel acabado (m3)	volumen de abertura (m3)	consumo de material (m3)	consumo de material	aumentar el consumo de material para mantener la resistencia estática del cortadas con desperdicio	aberturas
					27										
2A	compuesto	acero	2	3	27			81	0,9639	0,9639	0,2511	0,9639	100 %	0 %	0 %
					27										
					38,4										
2B	corte pasante	aluminio	2	3	38,4	5000	3000	115,2	1,728	1,37088	0,35712	1,728	179 %	79 %	21 %
					38,4										
					41,3										
2C	corte pasante	aluminio	2	3	27			109,6	1,644	1,30424	0,33976	1,644	171 %	71 %	21 %
					41,3										

Tabla 3

Panel según el ejemplo	construcción del panel	material del tornillo	número de tornillos para el cruce	capas	grosor de capa (mm)	anchura del panel (mm)	longitud del panel (mm)	grosor del panel (mm)	volumen intermedio de panel total (m3)	volumen total del panel acabado (m3)	volumen de abertura (m3)	consumo de material (m3)	consumo de material	aumentar el consumo de material para mantener la resistencia estática del cortadas con desperdicio	aberturas
					27										
3A	compuesto	acero	4	3	27			81	3,7989	2,7378	1,0611	3,7989	100 %	0 %	0 %
					27										
					38,4										
3B	corte pasante	aluminio	4	3	38,4	20000	3000	115,2	6,912	5,40288	1,50912	6,912	182 %	82 %	22 %
					38,4										
					41,3										
3C	corte pasante	aluminio	4	3	27			109,6	6,576	5,14024	1,43576	6,576	173 %	73 %	22 %
					41,3										

Tabla 4

**Ejemplo 6**

Usando el método A del CSN 13829 se comprobó la hermeticidad al aire de la casa.

**6A Mediciones de la hermeticidad al aire de una casa modelo con paneles revestidos** A los efectos de las mediciones de hermeticidad al aire, un modelo de suelo de una casa que comprende cuatro paneles exteriores revestidos 1 con la película de barrera al vapor 9 según el ejemplo 1A y un panel de techo revestido 1 con la película de barrera al vapor 9 según el Ejemplo 1F se compuso sobre una placa base de hormigón. Durante el ensamblaje de la casa, los paneles encajan estrechamente con las paredes laterales revestidas, lo que asegura que el espacio interior de la casa quede cerrado y no permita la libre penetración de aire y vapor. La película de revestimiento en la pared lateral del panel y la película de barrera al vapor encajan estrechamente en una dirección perpendicular y las partes superpuestas de la película de revestimiento en la superficie del panel proporcionan un cierre perfecto de la película de barrera al vapor dentro de la pared del panel. El panel revestido de esta manera se compone con el panel vecino y las películas de revestimiento de los paneles cerrados encajan estrechamente cerrando así el espacio interior.

**6B Mediciones de la hermeticidad al aire de una casa modelo con paneles sin revestimiento** A los efectos de las mediciones de hermeticidad al aire, un modelo de suelo de una casa que comprende cuatro paneles exteriores no revestidos 1 con la película de barrera al vapor 9 según el ejemplo 1A y un panel de techo no revestido 1 con la película de barrera al vapor 9 según el Ejemplo 1F, que al final de la fabricación no fue revestido por la película de revestimiento 8, se compuso sobre una placa base de hormigón.

La Tabla 5 muestra los resultados de las mediciones de hermeticidad al aire. Obviamente, el revestimiento de paneles individuales 1 reduce realmente la hermeticidad al aire, específicamente hasta en un 13 %, que es un parámetro diferencial muy importante, en particular en casas pasivas.

	Permeabilidad al aire $n_{50}(1/h)$
Valor recomendado para casa pasiva	0,6
Panel revestido según el Ejemplo 6A	0,27
Panel no revestido según el Ejemplo 6B	0,31

Tabla 5

**Lista de signos de referencia**

1. Panel
2. Una capa de los tableros 5 del panel 1
3. Una pared de contacto de la capa 2
4. La superficie del panel 1
5. Tablón
6. Una pared de contacto del tablón 5
7. Una pared lateral del tablón 5
8. Película de revestimiento
9. Película
10. Tornillo de acero para madera
11. Una pared lateral del panel 1
12. Cruce de tableros 5
13. Patrón de proyección
14. Núcleo estático del panel 1

**Aplicabilidad Industrial**

Estructuras de maderaje, prefabricación de paneles de madera de pocas capas con excelentes parámetros estáticos y con un enorme ahorro de material.

## REIVINDICACIONES

1. Un panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) para la construcción de edificio de maderaje de madera, el panel tiene paredes laterales (11) y capas (2), las capas (2) se componen de tablonces de madera laminada en cruce (5), donde las paredes de contacto (6) de los tablonces (5) forman las paredes de contacto (3) de las capas (2), mediante las cuales las capas individuales (2) del panel (1) encajan estrechamente, donde los tablonces (5) de una segunda capa (2) se posan con respecto a los tablonces (5) de una primera capa (2) en un ángulo que varía de 45° a 135°, en donde las paredes laterales (7) de los tablonces (5) se disponen en proyección ortogonal sobre la pared de contacto (3) de capas estrechamente ajustadas (2) del panel (1) para crear patrones de proyección (13) que tienen forma de cuadrángulos, caracterizado por que el panel (1) tiene al menos una abertura y/o al menos una depresión y contiene un núcleo estático (14) con una resistencia al pandeo de al menos 45 kN en tres metros de altura y un metro de anchura, donde el núcleo estático (14) se compone de tres capas (2) muy juntas de tablonces (5) con un grosor de los tablonces (5) que oscila entre 19 y 35 mm y una anchura de los tablonces (5) que oscila entre 80 y 400 mm, donde los tablonces (5) de una capa externa (2) del núcleo estático (14) se colocan verticalmente en el panel (1) y las paredes laterales (7) de los tablonces (5) de las capas externas (2) del núcleo estático (14) encajan estrechamente, donde los tablonces (5) colocadas en la misma capa (2) tienen el mismo grosor y las capas (2) de los tablonces (5) están atornilladas entre sí mediante tornillos de acero para madera (10) colocados en al menos dos piezas en cada patrón de proyección (13).
2. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el grosor de los tablonces (5) colocados en el núcleo estático (14) oscila entre 19 y 32 mm.
3. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que los tornillos de acero para madera (10) se colocan en al menos cuatro piezas en cada patrón de proyección (13).
4. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el núcleo estático (14) se conecta con otra(s) capa(s) (2) de tablonces (5).
5. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el núcleo estático (14) se atornilla junto con otra(s) capa(s) (2) de tablonces (5) mediante tornillos de acero para madera (10).
6. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que contiene dos núcleos estáticos (14).
7. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 4 o 6, caracterizado por que contiene hasta 7 capas.
8. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 4, caracterizado por que contiene hasta 5 capas.
9. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que los núcleos estáticos (14) se atornillan entre sí a través de otra capa (2) de tablonces (5).
10. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la resistencia al pandeo del núcleo estático (14) es de al menos 70 kN en tres metros de altura y un metro de anchura, donde el grosor de los tablonces (5) colocados en el núcleo estático (14) oscila entre 25 y 30 mm y la anchura de los tablonces (5) colocados en el núcleo estático (11) oscila entre 140 y 200 mm.
11. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que entre las dos capas (2) del panel (1) se coloca una película de barrera al vapor y/o hermética al aire (9).
12. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que las paredes laterales (11) del panel (1) se revisten por la película de revestimiento (8) impermeable a los gases.
13. El panel de madera compuesto sin desperdicios y sin cortes (1) según la reivindicación 11 caracterizado por que la película de barrera al vapor y/o hermética al aire (9) se hace de papel.

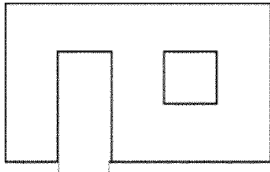


Fig. 1 A

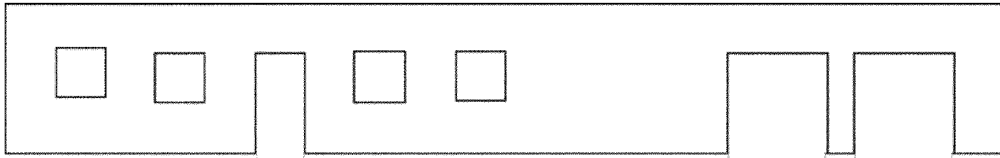


Fig. 1 B



Fig. 1 C

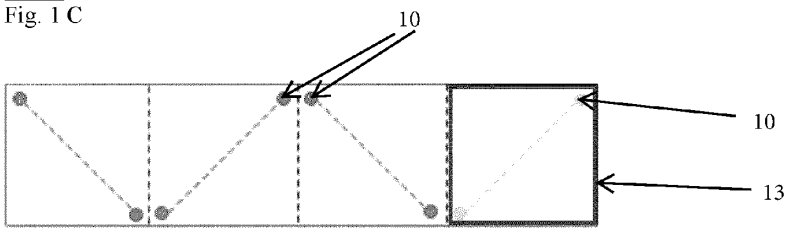


Fig. 2 A

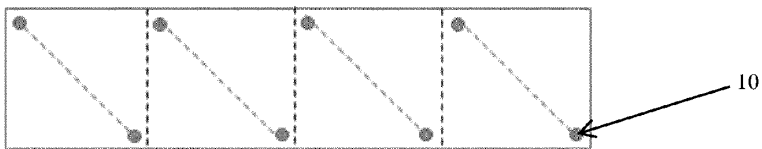


Fig. 2 B

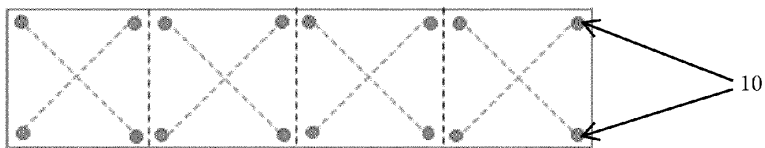


Fig. 2 C

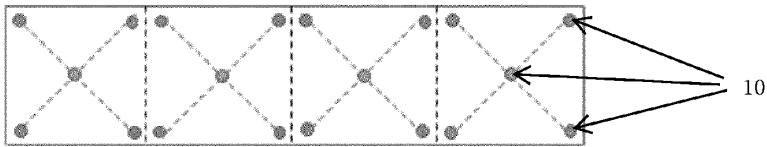


Fig. 2 D

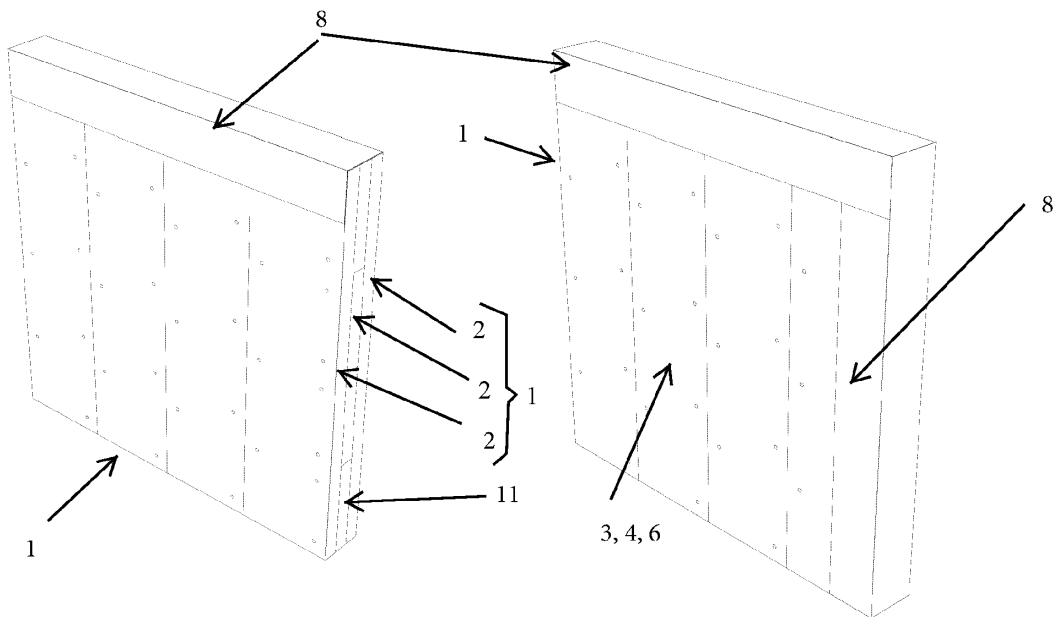


Fig. 3 A

Fig. 3 B

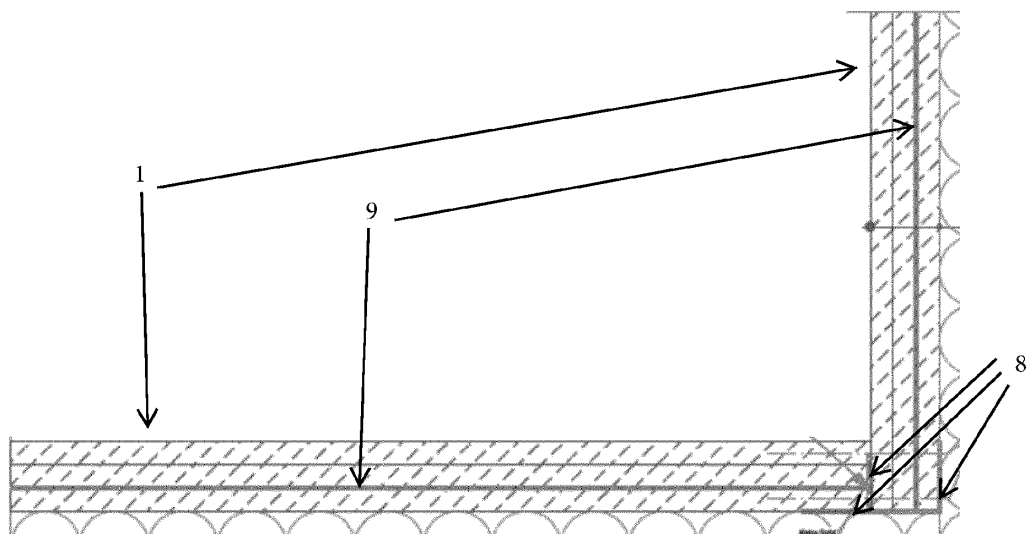


Fig. 3 C

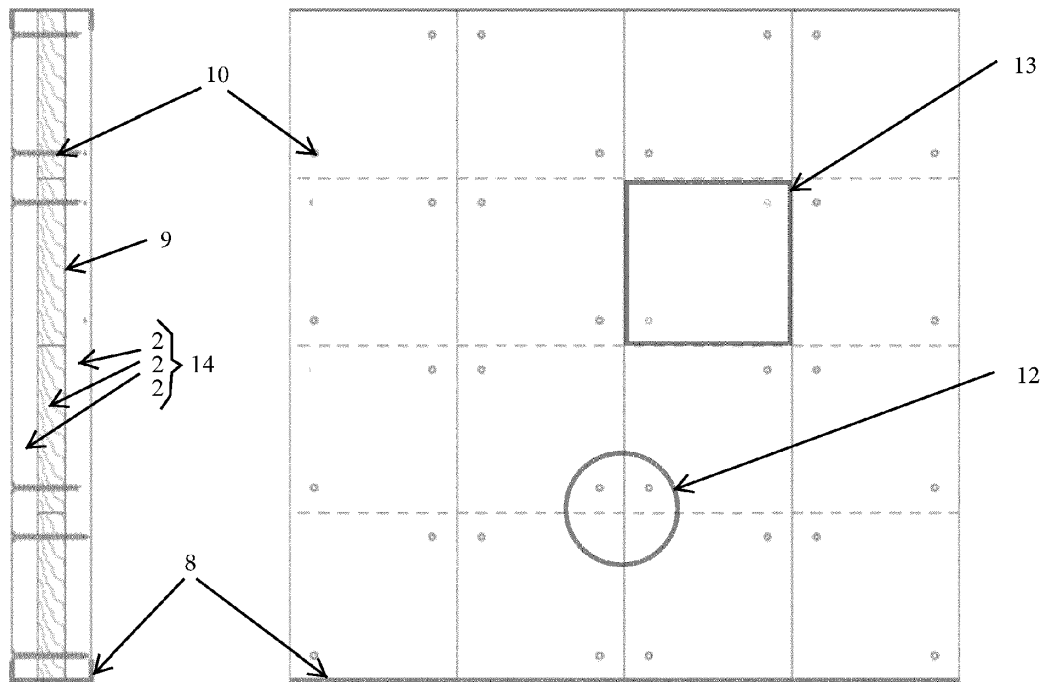


Fig. 4 A

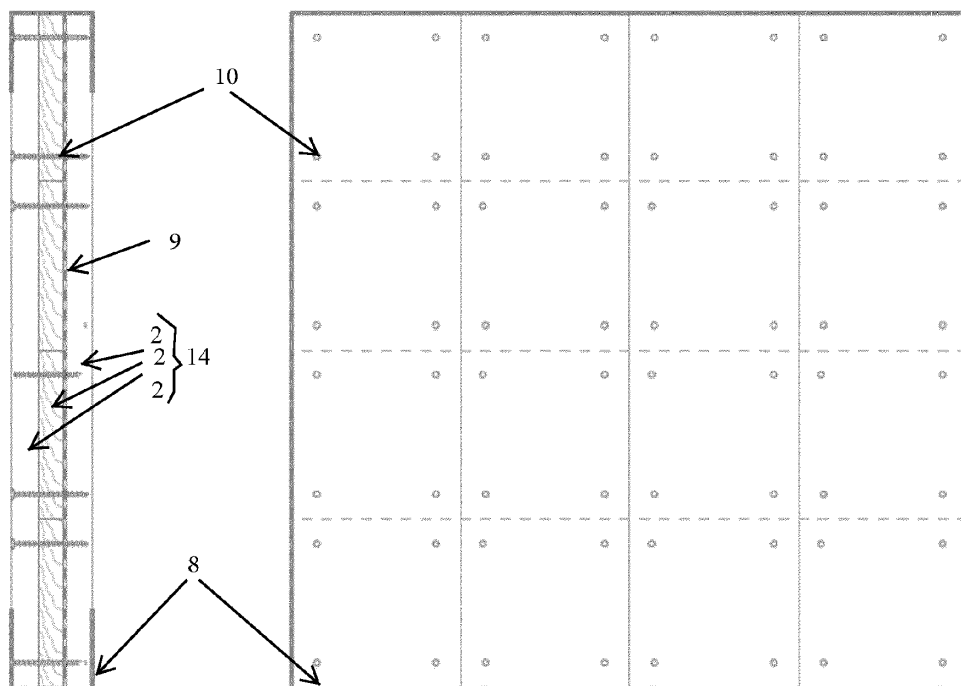


Fig. 4 B

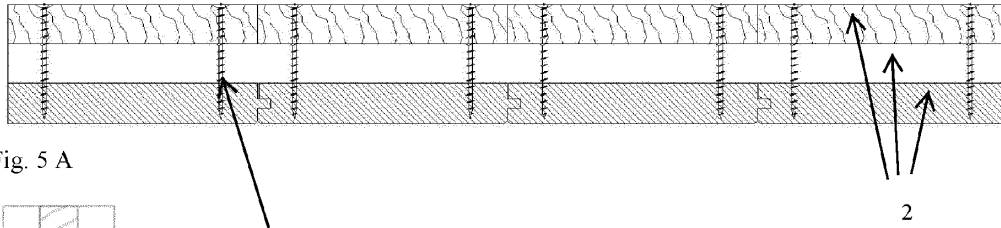


Fig. 5 A

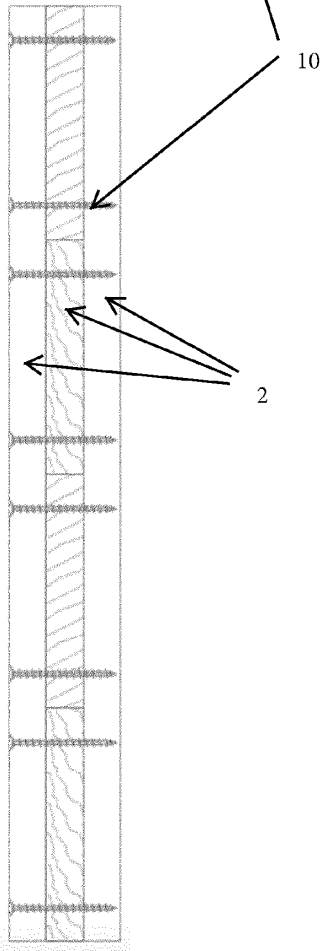


Fig. 5 B

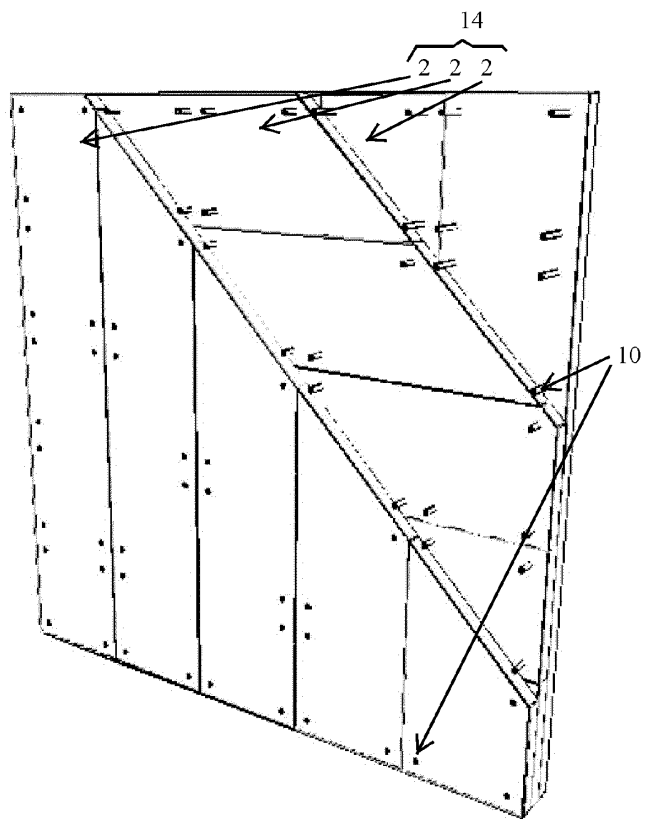


Fig. 5 C

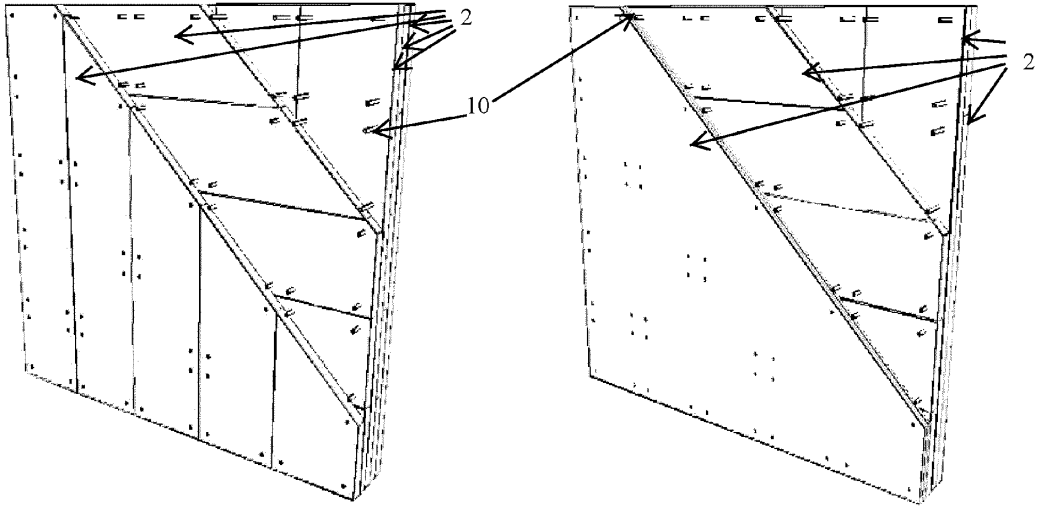


Fig. 6 A

Fig. 6 B

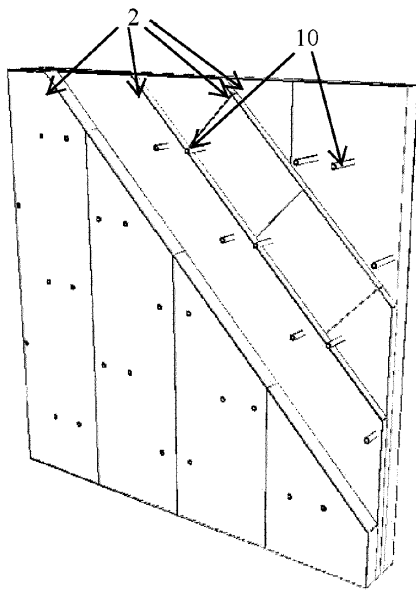


Fig. 7 A

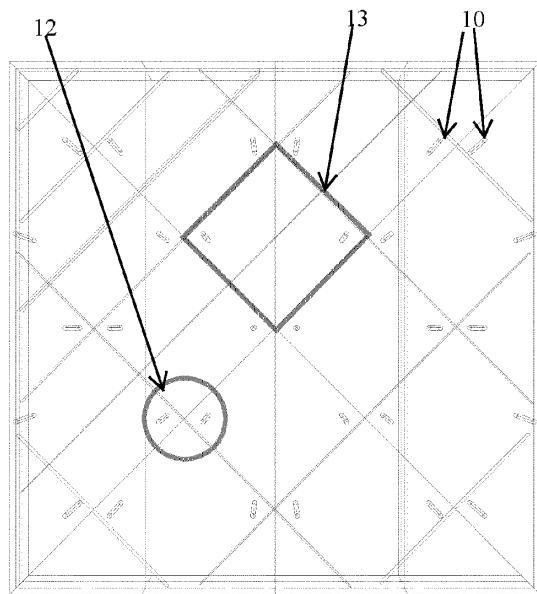


Fig. 7 B



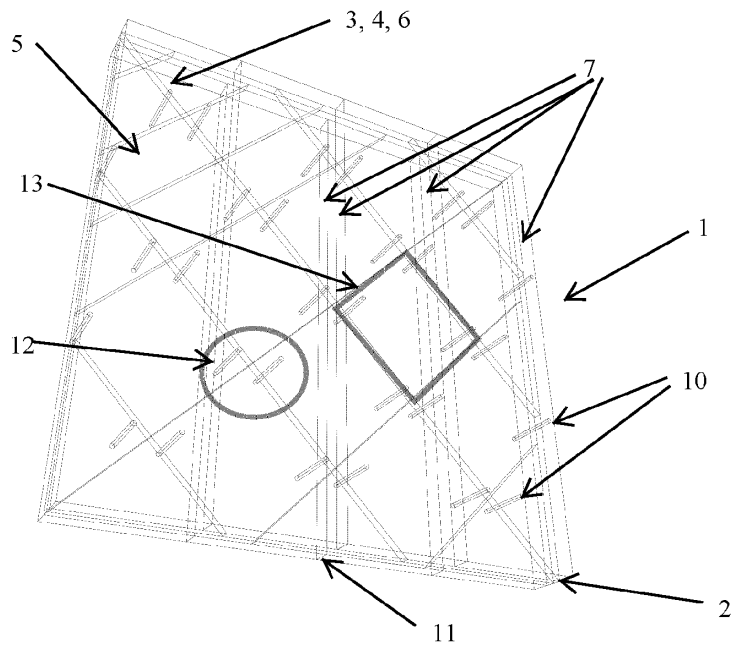


Fig. 7 C

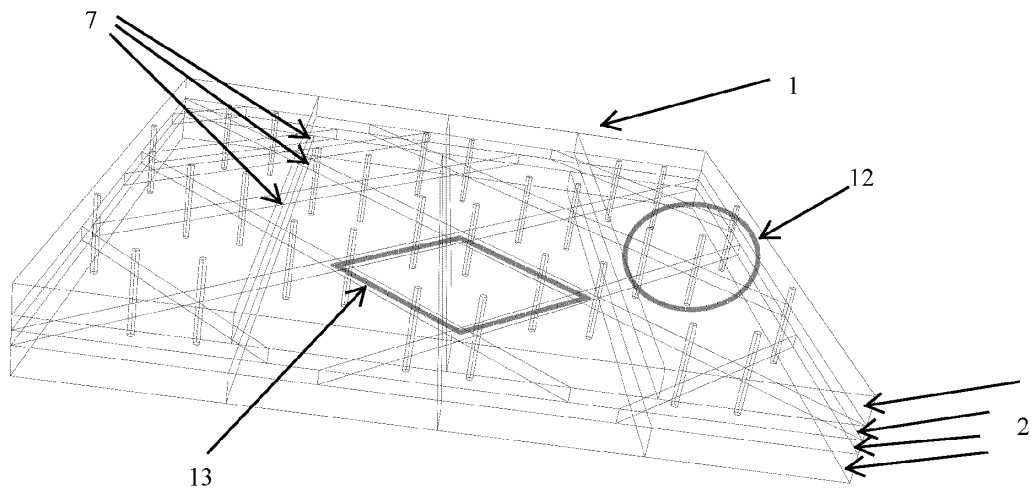


Fig. 7 D

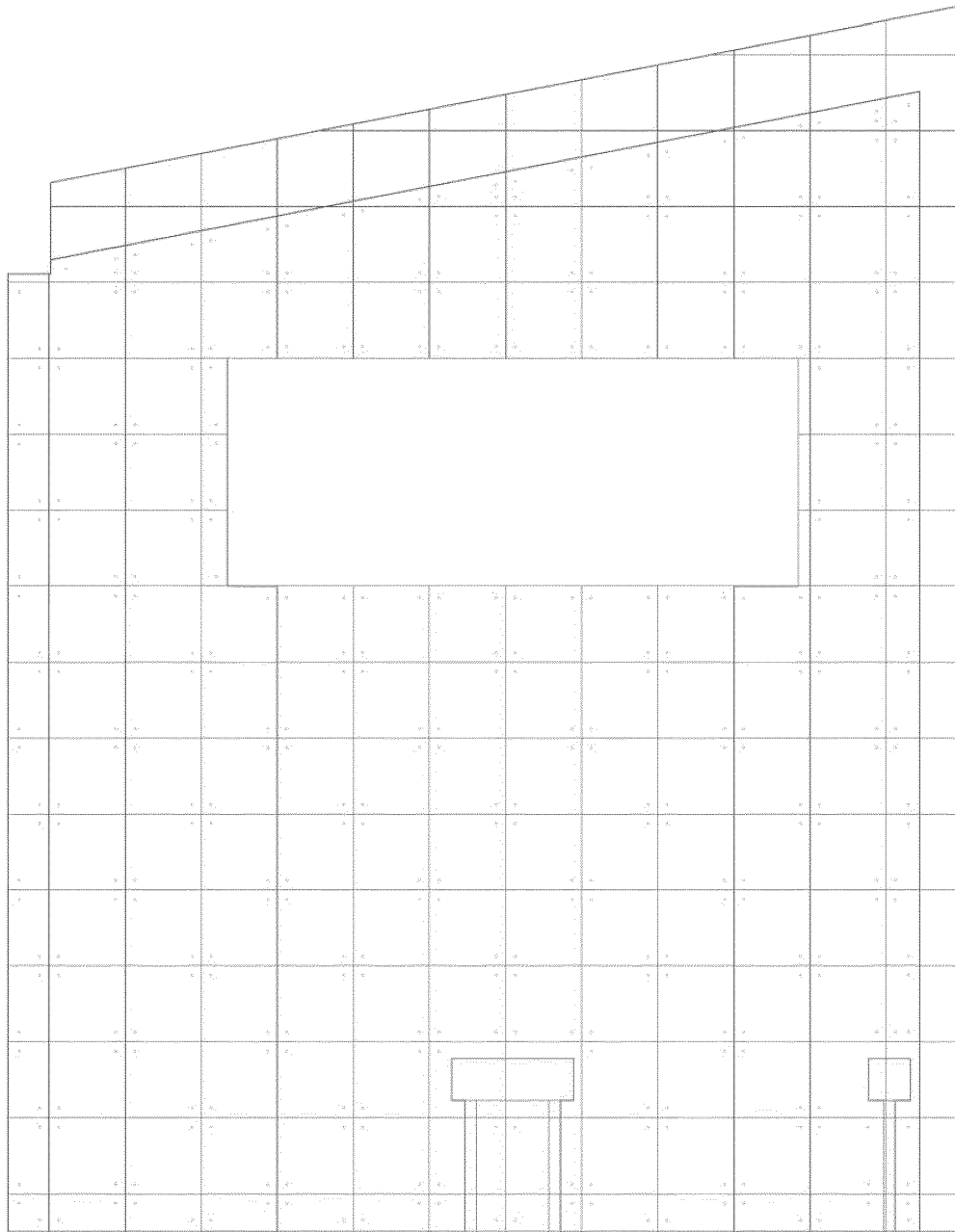


Fig. 8