

Viviendas de madera en altura

La introducción de estos sistemas en el mercado en los países nórdicos obedece a dos razones: competitividad de precios y mejores prestaciones ecológicas de los materiales. A pesar de eso se ha encontrado inicialmente con problemas de normativa y códigos. En estos momentos se está trabajando para que la Directiva de productos de la construcción elimine los antiguos prejuicios contra la madera y amplíe su espectro a sus materiales de última generación. Por ejemplo en Dinamarca se está presionando para revisar la prohibición de construir casas de madera de más de dos plantas, ya que se sobreentiende que el aislamiento térmico y acústico es, al menos, tan bueno como en la construcción tradicional. En Suecia se permite hasta seis plantas de altura.

La liberación de los requerimientos está en manos de CEN quien a través del Comité TC250/SC5 es responsable del Eurocódigo 5 sobre estructuras de madera.

Últimas obras

La firma Skanska ha desarrollado edificios de 4 y 5 plantas en las ciudades suecas de Linköping y Växjö y otras de 2/3 plantas en Ingelstad. Las plantas tienen de 7 a 9 viviendas, escaleras y ascensores comunes con estructura de hormigón. El coordinador en Suecia de las actividades de investigación en los temas acústicos y de resistencia fue el profesor Sven Thelandersson de

la Universidad de Lund. La ganancia de tiempo respecto a un sistema tradicional se evalúa en torno a las 14 semanas. En Dinamarca se está realizando una promoción denominada CASA NOVA con edificios de 3 plantas. Se está poniendo interés en cuidar el estilo de las construcciones para evitar el «pastiche» que dé la apariencia de vivienda provisional, rústica o cualquier otra imagen peyorativa. La presencia de aleros para la protección natural de las fachadas y la ausencia de voladizos que complican innecesariamente la estructura hacen que estas casas presenten una apariencia similar. También se detecta una gran preocupación por la durabilidad y mantenimiento de los elementos de fachada.

El problema del fuego

El avance de la legislación sobre fuego está siendo extraordinariamente lento aunque Suecia va muy rápido en este campo. El debate está en la omisión del concepto de materiales combustibles o no frente al de resistentes al fuego pero queda a la decisión de las autoridades legislativas la decisión sobre determinación de capacidad resistente de los elementos frente al fuego. Como orientación algunos países están adoptando los 60 minutos de resistencia al fuego en estructuras de 3 a 5 plantas. En Dinamarca se está intentando un cambio de filosofía que lleve a equiparar el comportamiento de la construcción en



Nordic and European Perspective on Multi Storey Timber Construction

Riberholt, Hilmer

Houses recently built

In Sweden two Nordic pilot projects have supported the finishing of a four storey in Linköping and a five storey block in Växjö, both with Skanska AB as the contractor. Further a 2-3 storey house has been built in Ingelstad. In Finland two three storey houses have been erected and other projects are under way. In Norway a four storey terrace house is under construction near Trondheim and others are being planned.

Last Projects

In the Nordic countries two parallel Nordic Wood projects are under way, both supporting the construction of timber houses. Nordic Wood, Multi Storey Timber Houses and Fire Safe Timber Houses. The active members of the projects are consulting engineers, contractors, research and development institutions and universities. The technical co-ordinator of the multi storey timber houses project is Prof. Sven Thelandersson at the Technical University of Lund, Sweden, and the technical co-ordinator of the Fire project is Birgit Östman at Träteknik in Stockholm. In Denmark a national project called CASA NOVA is progressing with COWI and the contractor C. G.



madera con la tradicional sin entrar en el debate de la combustibilidad de los materiales.

Los medios de protección que se sugieren son a base de tableros de yeso y de madera-cemento entre 13 y 15 mm de grueso que permiten alcanzar protecciones de 60 minutos.

Requerimientos acústicos

En Europa los requerimientos más extendidos son: 52-53 dB de aislamiento de ruido aéreo y 58 dB de ruido de impacto. El primero es fácilmente conseguible con el sistema de entramado, pero el segundo presenta más dificultades: Para las estructuras ligeras la presión de sonido es más importante en las bajas frecuencias que en las altas. Además la especificación de las normas parece que no se ajusta a los requerimientos de confort de los usuarios, especialmente en algunos países, como Suecia. Frente a posibles materiales alternativos se insiste en aplicar las soluciones constructivas clásicas: doblado de muros, suelos y techos suspendidos sobre perfiles elásticos, etc.

Movimientos de la madera

Los movimientos en la madera provocados por la humedad afectan principalmente a la estructura, a la carpintería y a determinadas instalaciones. Mientras no exista una metodología europea se está siguiendo la experiencia norteamericana. Las primeras experiencias de estudios realizados in situ se han comenzado el año pasado por investigadores suecos. Las recomendaciones constructivas apuntan a la estabilización con elementos de hormigón o acero y a la recomendación de empleo de madera convenientemente secada.



Durabilidad y protección

La presión medioambientalista es muy grande en los países nórdicos y el empleo de protectores químicos se ve como una amenaza a la Naturaleza. La solución apunta a la protección con medios constructivos, el correcto secado y la adecuada colocación de sucesivas capas envolventes. Entre ellas destaca el revestimiento exterior (enfoscado, tablero madera-cemento, piezas cerámicas, murete de ladrillo separado con cámara de aire).

Métodos de erección

Los nórdicos han estudiado cuidadosamente los métodos americanos pero están trabajando con mayor intensidad sobre la prefabricación que estiman debe llegar a un 80-90% del total para un óptimo rendimiento económico. La prefabricación exige condiciones secas, un correcto almacenaje y la protección sucesiva de las distintas fases de la obra. La prefabricación alcanza a las instalaciones (unidades completas de baños y cocinas). El modelo proviene de EE.UU.

Jensen as joint venture members. A three storey house is being planned north of Copenhagen.

Legislation and standardization

With the European market there is an European political interest in establishing a common regulation based on the 6 essential requirements laid down in the Construction products Directive, CPD. These will be transformed into operational performance requirements in the mandated CEN Standards.

This new situation gives a fine starting point for the introduction of new building materials, because it will render possible the substitution of old prescriptive building requirements with this background been possible to get rid of the fire requirements maximizing the number of stories in timber houses to two as for example in Denmark and Finland.

The liberation from the prescriptive requirements is led by CEN. Headed by the committee TC 250/SC5 responsible for Eurocode 5, Timber Structures several standardization committees are elaborating building standards based on performance requirements. These standards are expected to be used by the national authorities when they will formulate the requirements to the constructions and buildings.

Architecture

It has been a general approach to create new types of architecture. Partly to avoid pastiche e. g. from the houses in the Alps, partly to signal that this is a new type of house with its own technical conditions.

Large eaves of the roofs and the so called eyebrows on the facade are used as an architectural expression and as a technical mean

donde la construcción sigue los mismos patrones que la industria automovilística: el 75% de las piezas son idénticas cualquiera que sea el modelo producido. Sin embargo en EE.UU. 9 de cada 10 viviendas son de entramado de madera, mientras en Escandinavia sólo son 5 de cada 10.

Evaluación económica

La experiencia general es que la construcción tradicional es casi imposible que iguale al sistema de entramado, sin embargo algunos elementos, como el forjado, son más caros debido al suplemento de medidas de aislamiento acústico. Esto es particularmente interesante en Escandinavia donde el Estado ha eliminado prácticamente la política de viviendas subsidiadas.

La experiencia obtenidas hasta este momento en Escandinavia es que los constructores han ganado más dinero, los carpinteros han disfrutado pudiendo desarrollar todas sus capacidades y los instaladores han realizado su trabajo con mucha más facilidad y rapidez.

Sin embargo no es suficiente ofrecer mejores precios, hay que promocionar los aspectos de confort, aislamiento, ecología y durabilidad.

La garantía de solución de las dudas sobre durabilidad, fuego y aislamiento acústico (especialmente pisadas) debe ofrecerse al comprador.

RESUMIDO DE LA INTERVENCIÓN DE HILMER RIBERHOLT (COWI CONSULT AS, DINAMARCA) Y GUNNAR STONE (SKANSKA BOSTÄDER) SOLNA, SUECIA EN UN PROGRAMA COST E5.

Ylöjärvi: un proyecto finlandés modélico

Se pretendía, con el máximo número de elementos prefabricados solucionar los tres mayores problemas de este sistema: aislamiento acústico, protección

al fuego y resistencia estructural. Se escogió una estructura aporticada con empleo de LVL asegurando las juntas con unas placas especialmente diseñadas para esta obra clavadas en ambas caras.

Las ventajas ofrecidas por esta junta técnica son la eficiente transmisión de esfuerzos, la tolerancia de las variaciones de humedad además de un dimensionamiento muy ajustado. Los elementos fueron fabricados con tecnología robótica de control numérico (tolerancia 0,3 mm). Los elementos de forjado se forman con tableros armados por costillas de LVL. Debido a las premuras del tiempo de construcción la estructura se ha arriostrado convencionalmente pero para futuros proyectos existe una solución integrada en el sistema viga-pilar.

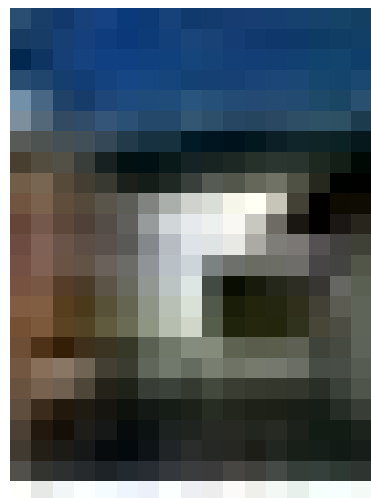
El sistema viga-pilar ha sido desarrollado por Finnforest dentro de un gran proyecto que pretende acortar tiempos de construcción mejorando la calidad de los materiales.

Viviendas en Viikimansio

Kiinteistö es una compañía inmobiliaria que ha desarrollado una serie de viviendas de entramado ligero en altura en Finlandia con carácter de pionero en Finlandia en los años 90. Antes de que comenzaran los trabajos se convocó un concurso de proyectos de casas en doble altura.

Los edificios, construidos en el barrio Viiki, destinadas a personal de la Universidad de Helsinki. Los edificios tienen entre 2 y 4 alturas. Para uso comunitario existe una sauna.

La construcción se interrumpió en el verano de 1996 debido al mal tiempo. Dado que la mayoría de los muros y forjados eran prefabricados, necesitaron ser protegidos de la lluvia, lo



to keep the wood dry and stop a facade fire. So the architecture supports the constructive preservation method.

Further, the architecture has to recognize the technical possibilities for the external surfaces which shall provide physical robustness, fire resistance and durability. In Sweden this has been combined with insulation. The hard mineral wool has been covered with plaster reinforced with coated glass fibre reinforcement.

Balconies are attractive for the occupants. Meanwhile it is considered prudent not to use cantilevered beams to carry them, but instead to use easy exchangeable timber columns at the front.

Concerning the facades, we have experienced that the building owner wished to have documentation for the durability and easy maintenance. The reason why is that he wants low maintenance costs. It appears that the competitiveness of the timber houses will depend on the development of facade systems with long durability and long maintenance intervals.

Fire requirements

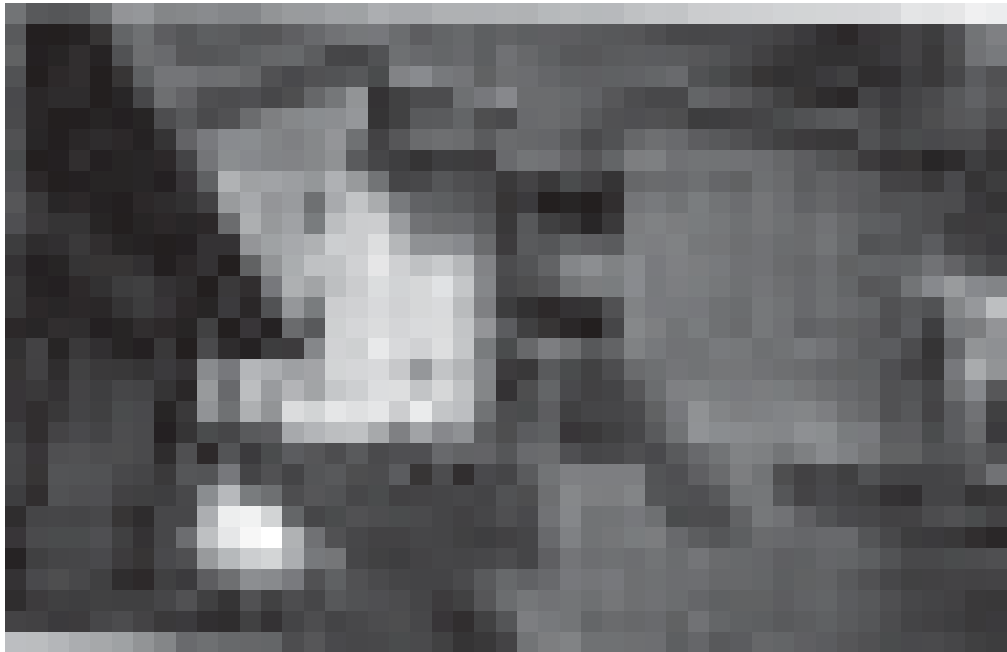
European requirements are changing by means the introduction of performance requirements. This new attitude now are put into force in the building regulation of Sweden and UK. Other countries such as Norway will soon follow.

As a guideline in several countries the legislation requires a fire resistance of 60 minutes for habitable houses in three to five stories.

In Denmark the intention has been that the fire performance of a wood based structure shall be equal to that of an already accepted non-combustible structure. The timber structure shall be protected; with a layer of ordinary 13 mm gypsum and a 15 mm fire protect gypsum board a fire resistance of 60 min can be achieved. With two 15 mm fire gypsum boards the timber will be protected against the fire for 60 min.



Ojo. foto a sacar del Bol. 184, pág 34.



que se comprobó más difícilso de lo previsto inicialmente. La mayoría de las estructuras de madera se realizan con madera aserrada estandarizada, mientras que los elementos verticales portantes eran de madera laminada. Como aislamiento térmico se empleó lana mineral, el cual se comprobó también adecuado para aislamiento acústico. Todos los requerimientos fueron cumplidos y en algunas zonas fueron excedentes. No se emplearon soluciones de aislamiento acústico en cocinas y baños. La caja de ascensores se aisló también con lana mineral. Para la impermeabilización en baños y cubiertas se empleó una lámina de caucho EPDM vulcanizada, de una sola pieza, con perforaciones para el paso de instalaciones, lo que exigió una atención particular en el montaje.

Cada vivienda y caja de escaleras forman un área de incendio diferente. Las fachadas disponen de cortafuegos de madera revestidos de acero perpendicularmente al revestimiento de tablas verticales. Todos los

apartamentos de 3 y 4 plantas llevan incorporado un sistema de protección de incendios con aparatos de extinción y detección automáticos.

Sound requirements in the building legislation

In Europe the prevailing sound requirements are 53 dB-52 dB in aerean sound and impact sound. It is not difficult in the first case to achieve this level of sound insulation.

But it is opposite for impact sound.

The difference in the sound spectrum of heavy and light structures is that the sound pressure is larger at the low frequencies for light structures than for the heavy structures.

The strategies to obtain acceptable sound levels in the dwellings must be constructive solutions: separation between the noisy rooms, ceiling suspended in elastic suspended acoustic profiles from the deck structure, floating floors on a elastic layer , carpets, vinyl floors, etc.

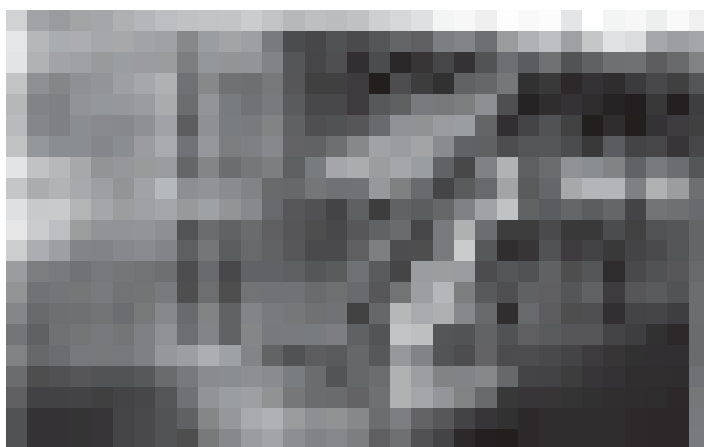
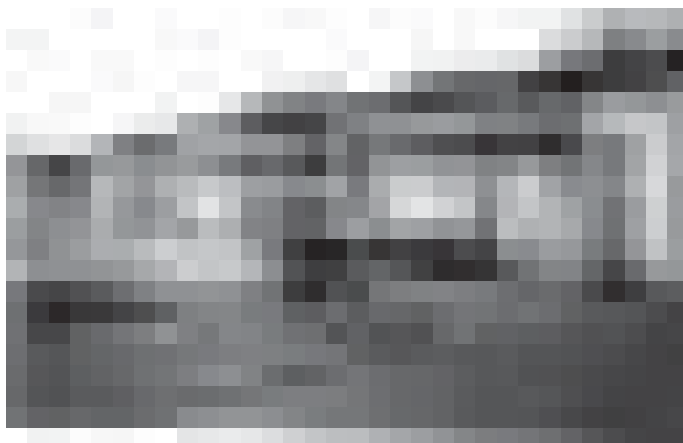
Moisture and movements in general

Moisture induced movements in the structure, doors, windows, plumbings and other installations

Until now the European approach is to follow the Nort American methods.

In some cases timber buildings are stabilised by concrete or steel structures. Such structures have been investigated in Denmark and Germany. but he use of chemical preserved wood is regarded as a future threat to the environment. The solution to secure the durability of the timber houses appears to be the constructive preservation. Or simply to deep the wood dry. This strategy is followed by having constructive solutions: separate building envelopes as plaster (cement) on heavy mineral wool, cement bonded particle boards, tiles (ceramic) fastened to the timber based facade wall, separate brick wall built in front of the timber structure.

(Ojo: fotolitos sacados del Bol. 184, pág 38)



Erection methods

The North American platform-frame method has been studied carefully by Scandinavians and some have selected this erection method.

In other cases prefabricated elements have been used. From the experiences harvested it appears that it is important to have a high degree of prefabrication in degrees of 80 % to 90 %. The prefabrication process requires dry conditions, correct storing and protection of the materials.

The trend is using prefabricated bath room units and kitchen units.

Economic evaluation

The general experience is that the costs of timber houses are less than those of traditional houses. The reasons why are the short building period reducing both interests and site costs, dry building and easy erection.

Concluding Remarks

In Europe with very old building traditions favouring "stonebuildings" the multi story timber houses has been a challenge to get accepted by the occupants, the building owners and the authorities.

The quality of the timber houses shall be high. It is not sufficient to offer low cost houses. It has to be attractive to live: they shall be comfortable, signal an ecological and environmental friendly attitude.

It shall be documented that the requirements from, durability, fire and sound insulation, specially for footfalls, shall be met. Further developments are needed in these areas. For footfall sound insulation it has been pointed out that a new requirement has to be established in order to achieve occupant satisfaction.

References

- Bodlund, K. 1985. Alternative reference curves for evaluation of the impact sound insulation between dwellings. Jour of sound and vibration, 1985, 102(3), 381-402.
- Nussberger, Jörg. 1995. Sonderprogram Holzbauweise. Baumeister 6/1995:12-47.
- Jorddow, Niklas, Enockson, Per. 1996. Fiktrörelser och deformationer i stomsystem av trä. Lund Institute of Technology, Dpt. Of Struc. Eng. Report TVBK-5079
- Rudén, Anneli, 1995. Deformationer hos trä under tryck vinkelrätt fiberrektingen i kombination med fuktvariationer. Lund Institute of Technology, Dept. Of Struc. Eng. Report TVBK-

5076.

Viikinmansio Promotion in Helsinki

Kiiteistö Oy Viikinmansio is a housing company managing a residential area of multistorey wooden buildings, the first of the new wave of wooden high-rise buildings to be built in Finland in the 1990's. Before construction work has started, a two stage design competition was held. The dwellings, built in the new suburb called Viiki near Helsinki, are intended for the staff of Helsinki University. The buildings are 2 to 4 stories high. By the local pond, there is a community building that also includes a sauna. The area was completed in 1992.

Construction during summer of 1996 was hindered by bad weather. Because most of the wall and floor units were prefabricated, they had to be protected from rain, which proved to be more costly than expected.

Most structures used in the Viiki buildings are made of standard sawn timber, whereas the load-bearing vertical structures in balconies and elevator shafts consist of glue-laminated wood. Mineral wool was used for thermal insulation, and sound proofing performance proved to satisfy the preset requirements. In certain areas, the specifications were exceeded. No especial soundproofing materials were used in either bathrooms or kitchens. The elevator shaft is insulated with mineral wool. Moisture proofing (waterproofing bathrooms) was provided by means of a solid EPDM vulcanized rubber trough, which was installed while taking great care to ensure that proper sealing was used where cables and pipes passed through the floors. Each dwelling and stairwell constitutes a separate fire cell, while the facades feature wooden sheetmetal-clad fire stops between floors. All the dwellings and stairwells in the 3 and 4-storey buildings are fitted with sprinklers. In addition, each flat includes fire detectors that are connected to the main power supply.