

Copenhagen Tower II

An arch with a façade up to the 21st floor

The city of Copenhagen has been eager for Copenhagen Tower II to become a landmark. Accordingly, the architectural office Foster + Partners designed a façade with two curved building sides, by order of Solstra, the building's owners. The convex façade, shaped like a polygon, was constructed and produced by Feldhaus Windows + Façades in Emsdetten, while the AMP Engineering Society in Neuss were in charge of planning the façade concept and quality assurance.

Author: Stefanie Manger

The Copenhagen Tower II was erected by Solstra as an architectural highlight, near Copenhagen Airport and the Öresund Bridge, which connects Copenhagen to Malmö in Sweden. The curved façades have made the building project a figurehead for Denmark's cultural metropolis today. The tower is 87.5 m high and boasts a gross floor space of 20,000 sqm, the rental price is between 1,400 and 2,100 krone per square metre per year, plus additional expenses.

The end of 2015 saw the completion of a building complex, which includes Crowne Plaza Copenhagen Towers – one of the first climate-neutral hotels with one of the biggest photovoltaic façades. The Copenhagen Tower I was already ready for occupancy at the end of 2009, in time for the UN World Climate Conference, and building measures for Copenhagen Tower II were put on ice for the time being. "We had planned both towers and a conference building as a parallel unit, and the building project was then delayed as a result of the financial crisis," reports Palle Sort, Solstra Head of Finance. The idea was to create an environmentally friendly hotel with conference buildings and a LEED-certified office tower in one area. "With this project, we wanted to create synergies for the companies hiring the building, as well as the hotel and its guests, which set a unique standard," says Sort.

The curved façade

The post and mullion construction encompasses an area of around 13,000 square metres. Technicians installed the 1,100 aluminium and glass elements in only a year. Feldhaus' order amounted to €9 million.

The arch, which spans the building over its north and south sides, from the ground floor to the 21st floor, is marked by five curved bare brickwork supports on the exterior. It is placed in front of the heads, with an axial dimension of 6 m. The supports are insulated on the exterior, and clad in rear-ventilated stainless steel plates. The heat façade between the supports has been designed as a partly transparent, floor-high elemental façade. The façade arch is at its widest at the height of the 13th storey; this floor has the most surface area.

"We achieved the curve of the post and mullion façade over a height of nearly 90 m through a polygonal arrangement in the area of the vertical unit joint – the components are smooth

and even," explains Stefan Sandmann, the Feldhaus COO who is in charge of the technical side of the project. The angles vary from floor to floor. "The formats of the window elements are different for each storey," Palle Sort emphasises. In the lower floors, the maximum inclination is minus 9 degrees vertically. The elements are arranged vertically up until the 13th floor, and have a reverse inclination from the 14th floor to the attic. At the highest floors, the elements have a 5 degree inclination inwards.

Frames and glazing

Feldhaus collaborated with Wicona and Saint Gobain Glass in the building of the façades. The Wictec EL 60 standard system was redeveloped for the element frames as a special construction, with an overall depth of 329 mm. The exterior of the profile was anodised in black, in E6 C35. As the site is near the coast, and subsequently, salty air, the construction was protected from corrosion with an anodised layer, with a minimum of 25 µ. The Triple Insulating glass is a combination of the Saint Gobain Planiclear pane type, Cool-Lite SKN and Planitherm Ultra N. Planiclear was

Online Plus

photo gallery +
Draining the façade
www.metallbau-magazin.de
Webcode MBZZ6NA

Copenhagen Tower II

Ein Fassadenbogen hoch zum 21. Geschoss

Die Stadt Kopenhagen hat sich den Copenhagen Tower II als Landmarke gewünscht. Das Architekturbüro Foster + Partner kam dem Wunsch im Auftrag des Bauherren Solstra nach und entwarf eine Fassade mit zwei gekrümmten Gebäudeseiten. Konstruiert und produziert wurde die konvex-polygonale Fassade von Feldhaus Fenster + Fassaden in Emsdetten, die Fassadenplanung und Qualitätssicherung lag bei der AMP Ingenieursgesellschaft in Neuss.

Online Plus

Fotostrecke +
Entwässerung der Fassade
www.metallbau-magazin.de
Webcode MBZZ6RG

Autor: Stefanie Manger



The constructors achieved the curve of the post and mullion façade over a height of nearly 90 m through a polygonal arrangement in the area of the vertical unit joint. Die Krümmung der Pfosten-Riegel-Fassade über eine Höhe von fast 90 Metern wurde durch eine polygonale Anordnung im Bereich des vertikalen Elementstoßes erreicht.

Nahе zum Flughafen Kopenhagen und der Öresundbrücke, die Kopenhagen mit Malmö in Schweden verbindet, wurde von Solstra der Copenhagen Tower II als architektonisches Highlight errichtet. Die gekrümmten Fassaden machen das Bauvorhaben schon heute zu einem Aushängeschild der Kulturmetropole Dänemarks. Der Turm ist 87,5 Meter hoch und verfügt über eine Bruttogeschossfläche von 20.000 m², der Mietpreis liegt zwischen 1.400 Kronen und 2.100 Kronen pro m² pro Jahr, plus Nebenkosten.

Mit Fertigstellung Ende 2015 kam ein Gebäudekomplex zum Abschluss, zu dem auch Crowne Plaza Copenhagen Towers gehört – eines der ersten klimaneutralen Hotels mit einer der größten Photovoltaikfassaden. Der Copenhagen Tower I war bereits Ende 2009 rechtzeitig zur UN-Weltklimakonferenz bezugsfertig, die Baumaßnahmen für Copenhagen Tower II wurden auf Eis gelegt. „Wir hatten die beiden Türme und ein Konferenzgebäude parallel als Einheit geplant, die Verzögerungen des Bauvorhabens ergaben sich dann durch die Finanzkrise“, berichtet Palle Sort, Finanzchef von Solstra.

Die Idee war, ein umweltbewusstes Hotel mit Konferenzgebäude und ein LEED-zertifiziertes Bürohochhaus auf einem Areal zu schaffen. „Damit wollten wir für die eingemieteten Firmen sowie das Hotel und seine Gäste Synergien schaffen, die einen einzigartigen Standard setzen“, so Sort.

Die gekrümmte Fassade

Die Pfosten-Riegel-Konstruktion umfasst eine Fläche von ca. 13.000 Quadratmetern. Die 1.100 Alu-Glas-Elemente haben die Monteure in nur einem Jahr eingebaut. Das Auftragsvolumen für Feldhaus betrug neun Millionen Euro.

Der Bogen, der sich über die Nord- und Südseite des Gebäudes vom Erdgeschoss bis zum 21. Geschoss spannt, wird außen jeweils von fünf gekrümmten Rohbaustützen markiert. Sie sind vor den Deckenköpfen mit einem Regel-Achismaß von 6 Metern angeordnet. Die Stützen sind außenseitig gedämmt und mit hinterlüfteten Edelstahlblechen verkleidet. Die Warmfassade zwischen den Stützen ist als teiltransparente geschosshohe Elementfassade konzipiert. Auf Höhe des 13. Stockwerks ist der Fassadenbogen am weitesten gespannt, das Geschoss hat die größte Fläche.

„Die Krümmung der Pfosten-Riegel-Fassade über eine Höhe von fast 90 Metern wurde durch eine polygonale Anordnung im Bereich des vertikalen Elementstoßes erreicht, die Bauteile sind planeben“, erklärt Stefan Sandmann, technisch für das Projekt verantwortlicher Geschäftsführer bei Feldhaus. Die Winkel variieren von Geschoss zu Geschoss. „Die Formate der Fensterelemente fallen in jedem Stockwerk anders aus“, hebt Palle Sort hervor. In den unteren Etagen beträgt die maximale Neigung minus 9 Grad zur Vertikalen. Bis zum 13. Geschoss sind die Elemente überhängend bis vertikal angeordnet, ab dem 14. Geschoss bis zur Attika rückgeneigt. In der obersten Etage neigen sich die Elemente 5 Grad nach innen.

Rahmen und Gläser

Beim Bau der Fassade hat Feldhaus mit Wicona und Saint Gobain Glass kooperiert. Für die Elementrahmen wurde das Standardsystem Wictec EL 60 mit einer Bautiefe von 329 mm als Sonderkonstruktion weiterentwickelt. Die Profile wurden außen schwarz eloxiert in E6 C35. Wegen der Nähe zur Küste



The formats of the window elements are different for each storey. The LED lighting in the offices adjusts itself automatically. Light sensors are installed in all the rooms so that artificial light and daylight are exactly attuned to each other. Die Formate der Fensterelemente fallen in jedem Stockwerk anders aus. Die LED-Beleuchtung in den Büros stellt sich automatisch ein. Damit Kunst- und Tageslicht exakt aufeinander abgestimmt sind, sind in allen Räumen Lichtsensoren installiert.

introduced to the market in autumn 2014, and this glass helped reduce the demand for artificial lighting due to its colour neutrality and high level of transparency. "The LED lighting in the offices adjusts itself automatically. Light sensors are installed in all the rooms so that artificial light and daylight are exactly attuned to each other," reports Sort. The pane set-up of the façade elements varies partly according to point of the compass and storey. On the 12th storey, the following pane set-up was used for the windows on the north façade:

- Exterior: 12 mm Laminated Safety Glass with SI film made of 2 x Planiclear #4 Cool-Lite SKN 165
- 10 Swisspacer Ultimate sw, Ar, PS
- 6 mm Heat Strengthened Glass Planiclear
- 12 Swisspacer Ultimate sw, Ar, PS
- Interior: 8 mm Laminated Safety Glass with SI film made of 2 x Planiclear #7 Planitherm Ultra N

On the exterior, mirrored safety glass units with colour adjusted to fit the insulation glass units were inserted into the opaque panel area of the element, in order to give the appearance of a curtain wall. Laminated Safety Glass made of 2 x 6 mm Heat Strengthened Glass, with ceramic print in RAL 7021, were installed as panes.

The façade elements were produced in the factory with a prefabrication grade of 90% – including suspension, drainage and insulation. Film protection was used to prevent damage to the panes. A logistics concept was essential for organising the integration of the various formats. All elements had to be ordered in the exact positions. "On the building site, we directly mounted the elements onto the structure; all we had left to do was fix the horizontal saddle seal and mask the lines to the structure," reports Sandmann. Façade builders were tasked with assembling the structure in Copenhagen; technicians were recruited via a subcontractor.

The transparent standard elements are about 3.6 m high and weigh about 800 kg. The Triple Insulation Glass involves a sun

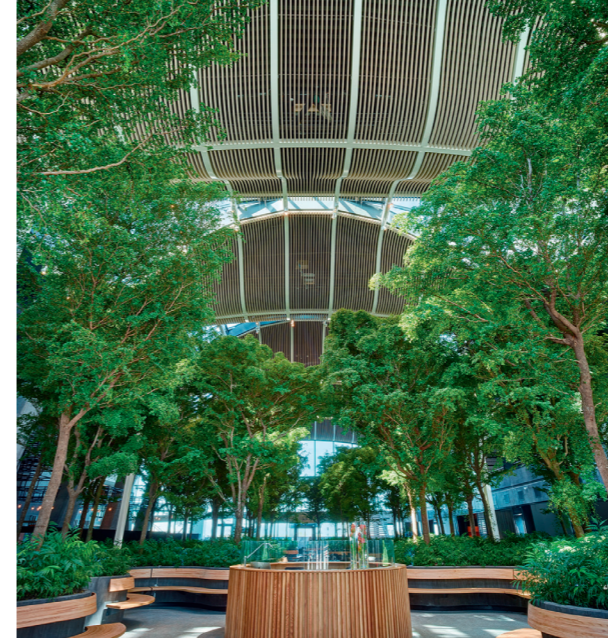
protection glass with a G value of 31%, a light transmission of 54% and a Ug value of 0.6 W/m²K. The pane combination of Planitherm with Planiclear offers excellent thermal insulation, and perfectly insulated the inner space against cold and drafts. The combination of Planiclear and Cool Lite offers protection from the sun, and lowers the level of heat in the room. An interior-lying screen deals with glare protection. Geothermy was installed in order to acclimatise the rooms. Ground water had been a major annoyance for eight years. Sort remembers: "From 2006 to 2014, we had to pump out the ground water to prevent the hotel's underground parking system and the Copenhagen Tower II basement from being flooded." A 100 m deep system was used to pump out the water, and used for both heating and cooling. The radiators have been hidden from view beneath the windowsills, behind a cover; a cooling system in the ceiling helps to make the temperature more comfortable in hot weather.

Elements with a flexible G value

The view of Copenhagen and the coast from the 21st storey is immense, and the public have access to views of the island. Beneath the roof, a restaurant has been built over two floors, and the façade elements are transparent over a height of 8.6 m. Micro Shade has been integrated into part of these large-sized panels. "It involves a transparent, micro-perforated system in the space between the panes, which adapts the G value depending on the position of the sun," Sort explains. The maintenance-free system filters sunlight like external shutters.

In order to remove the wind load of the elements, which weigh up to 4 tons, the aluminium profiles were reinforced, and an additional horizontal steel construction was incorporated into the space. The girders are at half the height of the attic, and were installed for the restaurant on an open second level," Sandmann states.

At heights of around 75 m, where the winds are strong, technicians had to wait for calm periods, so that they could incorporate the heavy elements into the 20th floor using tower cranes.



There are 60 Shady Ladies. They grow up to 9 m high – the shrubs, grow up to 2.5 m.

Unter dem Lichtdach stehen 60 Shady Ladies. Diese wachsen bis zu neun Meter hoch – die farnblättrigen Stauden werden bis zu 2,5 Meter hoch.

und der salzhaltigen Luft wurde die Konstruktion mit einer Eloxalschichtstärke mit Minimum 25 µ gegen Korrosion geschützt. Das Dreifach-Isolierglas ist eine Kombination der Saint Gobain Scheibentypen Planiclear, Cool-Lite SKN und Planitherm Ultra N. Planiclear wurde im Herbst 2014 in den Markt eingeführt, mit diesem Glas lässt sich dank Farbneutralität und hoher Lichtdurchlässigkeit der Bedarf an künstlicher Beleuchtung senken. "Die LED-Beleuchtung in den Büros stellt sich automatisch ein. Damit Kunst- und Tageslicht exakt aufeinander abgestimmt sind, sind in allen Räumen Lichtsensoren installiert", berichtet Sort. Der Scheibenaufbau der Fassadenelemente variiert teils nach Himmelsrichtung und Stockwerk. Im 12. Stockwerk ergab sich für die Fenster der Nordfassade folgender Scheibenaufbau:

- Außen: 12 mm VSG mit SI Folie aus 2 x Planiclear #4 Cool-Lite SKN 165
- 10 Swisspacer Ultimate sw, Ar, PS
- 6 mm TVG Planiclear
- 12 Swisspacer Ultimate sw, Ar, PS
- Innen: 8 mm VSG mit SI Folie aus 2 x Planiclear #7 Planitherm Ultra N

Außenseitig wurden für das Erscheinungsbild einer Vorhangfassade verspiegelte, farblich an die Isoliergläser angepasste Sicherheitsgläser in den nichttransparenten Paneelbereich der Elemente angebracht. Als Scheiben wurden VSG aus 2 x 6 mm TVG mit keramischer Bedruckung in RAL 7021 eingebaut.

Die Fassadenelemente wurden mit einem Vorfertigungsgrad von 90% im Werk produziert – inklusive Aufhängung, Entwässerung und Dämmung. Schäden an den Scheiben wurde mit einem Folienschutz vorgebeugt. Um den Einbau der unterschiedlichen Formate zu organisieren, war ein Logistikkonzept unerlässlich. Alle Elemente mussten positionsgenau abgerufen werden. "Auf der Baustelle haben wir die Elemente direkt an den Baukörper montiert, lediglich die horizontale Satteldichtung sowie die Abklebungen der Anschlüsse am Baukörper mussten noch ausgeführt werden", berichtet Sandmann. Die Montageleitung in Kopenhagen lag beim Fassadenbauer, die Monteure wurden über ein Subunternehmen rekrutiert.

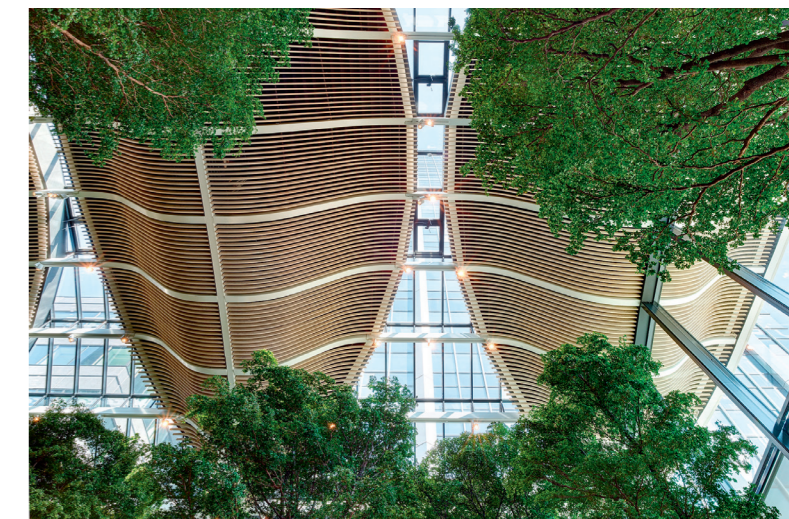
Die transparenten Standardelemente sind ca. 3,6 m hoch und ca. 800 kg schwer. Das Dreifach-Isolierglas ist ein Sonnenschutzglas mit einem g-Wert von 31%, einer Lichttransmission von 54% und einem U_g-Wert von 0,6 W/m²K. Die Scheibenkombination Planitherm mit Planiclear bietet eine sehr gute Wärmedämmung, isoliert den Innenraum perfekt gegen Kälte und Luftzug. Planiclear, kombiniert mit Cool Lite bietet Sonnenschutz und verringert die Aufheizung im Raum. Für Blendschutz sorgt ein innenliegender Screen.

Zur Klimatisierung der Räume wird Geothermie eingesetzt. Acht Jahre lang hatte das Grundwasser allerdings Ärger beschert. Sort erinnert sich: "Von 2006 bis 2014 haben wir das Grundwasser abpumpen müssen, damit die unterirdische Parkanlage des Hotels und die Kellergeschosse des Copenhagen Tower II nicht überflutet wurden." Inzwischen wird es mit einer Anlage aus 100 Metern Tiefe hochgepumpt und sowohl zur Beheizung als auch zur Kühlung eingesetzt. Die Heizkörper sind unsichtbar hinter einer Abdeckung unter den Fensterbänken angebracht, bei Hitze sorgt eine Deckenkühlung für behagliche Temperaturen.

Elemente mit flexiblem g-Wert

Die Aussicht vom 21. Stockwerk auf Kopenhagen und die Küste ist gigantisch, der Blick auf die Insel der Öffentlichkeit zugänglich. Unter dem Dach wird über zwei Geschosse ein Restaurant eingerichtet, die Fassadenelemente sind über eine Höhe von 8,5 Metern transparent. In einen Teil dieser großformatigen Scheiben wurde Micro Shade integriert. "Dabei handelt es sich um ein transparentes, mikroperforiertes System im Scheibenzwischenraum, das den g-Wert an den jeweiligen Sonnenstand anpasst", erklärt Sort. Das wartungsfreie System filtert das Sonnenlicht wie außenliegende Jalousien.

Um die Windlasten der bis zu 4 Tonnen schweren Elemente abzutragen, wurden die Aluminiumprofile verstärkt sowie eine zusätzliche horizontale Stahlkonstruktion in den Raum eingezogen. Die Träger befinden sich auf halber Höhe des Dachgeschosses und werden für das Restaurant zu einer offenen, zweiten Ebene ausgebaut", führt Sandmann aus.



The cross-section of the skylights is shaped like an arch, and the ground plan is uneven.

Der Querschnitt der Lichtdächer ist bogenförmig und der Grundriss ungleichmäßig.

By the sea, where a breeze is constantly blowing, it can be a very trying task – work was constantly interrupted for periods of several days. “In projects like this, you have to plan early on for potential challenges resulting from weather conditions. Luckily, we managed to carry out our building work and get on top of things in only a year,” Sandmann states.

An atrium connects the towers

The atrium is not only a corridor from Tower I to Tower II, but is also used by office workers as a canteen at the same time. With a small forest, it offers a new feeling of space from an architectural point of view. There are 60 trees underneath the skylight. The Shady Ladies (Bucida Buceras) from Florida grow up to 9 m high – the shrubs, (Polyscias filicifolia), with 4,500 leaves, grow up to 2.5 m. The greenery requires a specific ventilation concept, and an engineering firm calculated the costs. “The workers like to sit alone under the trees between the shrubs for a while, and catch their breath”, says Sort.

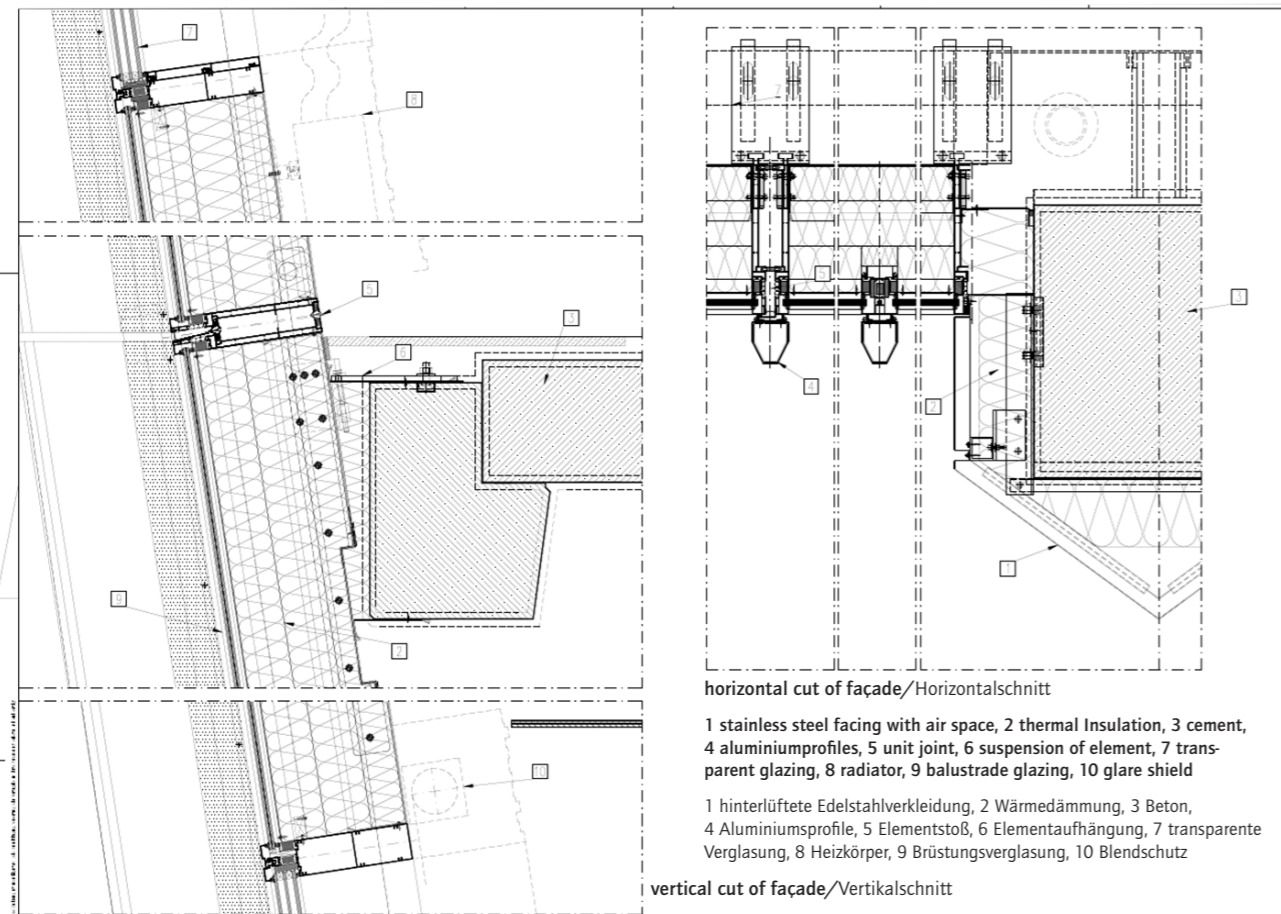
The gardener ensures that there is room air in the green area. With 450 to 800 ppm, the carbon dioxide content of the air is no different to that of the streets. The CO₂ value is just one of many parameters which are scanned by a variety of sensors on a Siemens CTS system, and are controlled by the central building automation in order to keep to defined target values. For example, the window elements can also be automatically opened and closed by the Siemens CTS system. Sort states that the in-house technology is not managed centrally from one room; rather, it is managed virtually by an app.

Feldhaus selected the Raico steel profile system, the Therm +56 aluminium system, and Triple Insulation Glass for the skylights. The panes are composed of 12 mm Laminated Safety Glass with 4 PVB films (interior), 6 mm Toughened Safety Glass (centre), and 8 mm Toughened Safety Glass with SI film (exterior). These elements were also planned in three dimensions; Sandmann reports: “The cross-section of the skylights is shaped like an arch, and the ground plan is uneven. A three-dimensional view of the construction was needed, because different seal levels had to be joined together in the joint area – a different type for each joint, in fact.

Conclusion

The Copenhagen Towers building ensemble has become an imposing landmark. Eyes everywhere are fixed on a skyscraper with a façade shaped like an arch, all the way from the lakeside to the inbound E20 motorway.

With its generous amount of greenery, the atrium conveys an extraordinary experience of space, which is a complete novelty for most of the hotel guests. In contrast to the surrounding businesses, the leafy oasis offers a safe haven for small breaks for the potential 1,500 people passing through the area. Sustainable small touches also contribute to the atmosphere of the atrium, such as wavy blankets made from recycled plastic bottles, which absorb sound and improve the canteen’s acoustics, or the walls, which are clad with recycled window frames and floorboards. The restaurant on the 20th floor gives the public access to the building; “Denmark’s fastest lift” brings visitors to this 80 m high space in a matter of seconds.



In luftiger Höhe von ca. 75 Metern mussten die Monteure Windstille abwarten, damit sie mithilfe der Turmkräne die schweren Elemente in der 20. Etage einbauen konnten. Am Meer, wo immer eine Brise weht, kann das zur Geduldsprobe werden – die Arbeiten wurden immer wieder für mehrere Tage unterbrochen. „Doch bei einem solchen Projekt werden auch Herausforderungen, die von der Wetterlage abhängig sind, frühzeitig eingeplant. So ist es uns gelungen, die Montage in nur einem Jahr zu meistern“, konstatiert Sandmann.

Ein Atrium verbindet die Türme

Das Atrium ist nicht nur eine Durchgangshalle von Tower I zu Tower II, sondern wird von den Büromitarbeitern zugleich als Kantine genutzt. Mit einem kleinen Wald bietet es architektonisch ein neues Raumgefühl. Unter dem Lichtdach stehen 60 Bäume. Die Shady Ladies (Bucida Buceras) aus Florida wachsen bis zu neun Meter hoch – die 4.500 farnblättrigen Stauden (Polyscias filicifolia) bis zu 2,5 Meter hoch. Die Begrünung fordert ein spezielles Belüftungskonzept, die Berechnung dafür hat ein Ingenieurbüro geleistet. „Unter den Bäumen zwischen den Stauden sitzen die Angestellten gern auch mal alleine und schnaufen durch“, sagt Sort.

Der Gärtner versichert, die Raumluft ist im grünen Bereich. Mit 450 bis 800 ppm ist der Kohlendioxidgehalt der Luft nicht anders als auf der Straße. Der CO₂-Wert ist nur einer von vielen Parametern, die über diverse Sensoren einer Siemens CTS-Anlage abgefragt und über die zentrale Gebäudeautomation so gesteuert werden, dass definierte Soll-Werte eingehalten werden. So können beispielsweise auch die Fensterelemente über die Siemens CTS-Anlage automatisch geöffnet und geschlossen werden. Sort betont, dass die Haustechnik nicht zentral

von einem Raum aus verwaltet wird, sondern virtuell lediglich über eine App.

Für die Lichtdächer hat Feldhaus das Raico Stahlprofilssystem Aluminiumsystem Therm +56 und Dreifach-Isolierglas ausgewählt. Die Scheiben sind aufgebaut aus 12 mm VSG mit 4 PVB-Folien (innen), 6 mm ESG (mitte) und 8 mm ESG mit SI Folie (außen). Auch diese Elemente wurden dreidimensional geplant. Sandmann berichtet: „Der Querschnitt der Lichtdächer ist bogenförmig und der Grundriss ungleichmäßig. Die Konstruktion in dreidimensionaler Ansicht war nötig, weil im Stoßbereich verschiedene Dichtungsebenen zusammengeführt werden mussten, und zwar unterschiedlich für jeden Stoß.

Fazit

Aus dem Gebäudeensemble Copenhagen Towers ist eine imposante Landmarke geworden. An einem Hochhaus, dessen Fassade einen Bogen schlägt, bleibt das Auge hängen, ob man sich nun von der Seeseite aus nähert oder von der Autobahn E 20.

Das Atrium mit seiner großzügigen Begrünung vermittelt ein ungewöhnliches, für die meisten Hotelgäste wohl neues Raumerlebnis. Im Kontrast zum Business bietet die bewaldete Oase für die 1.500 Menschen, die sich künftig auf dem Areal aufhalten, einen Rückzugsort für kleine Pausen.

Zum Ambiente des Atriums tragen auch nachhaltige Feinheiten bei, beispielsweise gewellte Filzdecken aus recycelten Plastikflaschen, die Schall absorbieren und die Raumakustik der Kantine verbessern, oder die Wände, die mit recycelten Fensterrahmen und Dielenböden verkleidet sind. Mit dem Restaurant in der 20. Etage ist das Gebäude für die Öffentlichkeit zugänglich, der „schnellste Aufzug Dänemarks“ bringt Besucher in Sekundenschnelle 80 Meter hoch unters Dach.



The Triple Insulating Glass is a combination of the Saint Gobain Planiclear pane type, Cool-Lite SKN and Planitherm Ultra N. Das Dreifach-Isolierglas ist eine Kombination der Saint Gobain Scheibentypen Planiclear, Cool-Lite SKN und Planitherm Ultra N.

Info & Kontakte

Solstra
Capital Partners
Lautrupsgade 7,3.
DK-2100 Copenhagen
Tel. +45 (0)391 39100
dk@solstracapital.com
www.solstracapital.com

Feldhaus
Fenster + Fassaden
GmbH & Co. KG
Grevener Damm 250
48282 Emsdetten
Tel. 02572 929 0
info@feldhaus.de
www.feldhaus.de

AMP Ingenieurgesellschaft mbH
Bussardweg 1
41468 Neuss
Tel. 02131 291690
info@ib-amp.de
www.ib-amp.de