

Mercedes-Benz Museum



MERCEDES-BENZ MUSEO STUTTGARTISSA

– RAKENTAMISTA BETONIN TEKNISTEN RAJOITUSTEN PUITTEISSA

Maritta Koivisto, päätoimittaja *Betoni*

Mercedes-Benz museon rakentaminen Stuttgartissa on ollut yksi suurimmista betonirakentamisen haasteista. Haastetta toivat rakennuksen monimuotoinen geometria, tukirakenteiden etäisyydet ja isot kuormitukset. Laajojen, moneen suuntaa kaareutuvien teräsbetonirakenteiden toteuttaminen sekä erittäin tiukoilla laatuvaatimuksilla toteuttavat kaarevat betonipinnat olivat rakentajille vaativa tehtävä. Rakennuksen koko suunnittelu tehtiin kolmiulotteisena 3D -mallintamalla. Hanke edustaakin rakentamista betonin teknisten rajoitusten puitteissa.

Veistoksellinen rakennus tarjoaa kävijöilleen ainutkertaisen museokokemuksen. Kohde voitti myös Saksan Architekturpreis Beton -palkinnon vuonna 2008 (Concrete Architecture Award 2008).

Mercedes-Benz Maailma (Mercedes-Benz Welt) sijoittuu 53 000 neliömetrin tontille, Daimler -tehtaan pääportin eteen Stuttgartin Untertürkheimin alueella, kehätien B14 varrella. Uuteen rakennuskompleksiin kuuluu Mercedes-Benz museo sekä Mercedes-Benz keskus. Keskus liittyy suoraan museorakennukseen noin 100 metrin maanalaisen yhteyden kautta. Toinen yhteys syntyy rakennusta ympäröivän yhtenäiseksi suunnitellun laajan puistoalueen kautta Sinne on rakennettu ulkoilmanäyttämö ja tapahtumatiloihin.

Mercedes-Benz museossa ovat nähtävissä brändin ja yhtiön kaikki aikakaudet ja virstanpylväät: alkaen henkilöliikenteen alusta ajoneuvojen historiasta ulottuen moottoriajoneuvon tulevaisuuteen.

SUUNNITTELU

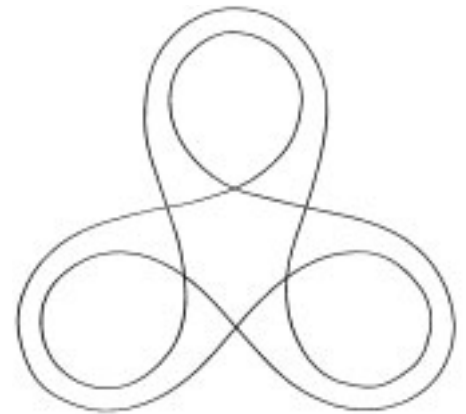
Arkkitehtitoimisto UN Studio van Berkel & Bos Amsterdamista voitti kansainvälisen arkkitehtuurikilpailun vuonna 2001. Rakennustyöt käynnistyivät syksyllä 2003 ja museo avattiin yleisölle keväällä 2006.

”Tämä on museo legendaarisesta moottoriajoneuvosta. Museo on tarkoitettu ihmisille, jotka liikkuvat, unelmoivat ja oppivat sekä haluavat vaikuttaa rakennuksen lumosta, valosta ja tilasta. Se on myös museo kaupungille, uusi maamerkki juhlistamaan Stuttgartin kuuluisimman keksinnön perinnettä ja innovaatiota,” kertoo arkkitehti Tobias Wallisser UN Studiosta.

Museon sisäänkäynti on nostettu kerroksella ylöspäin, jolloin museorakennus erottuu teollisesta ympäristöstään. Tasaisesti nouseva rinne johtaa vierailijan pääsisäänkäynnille. Pre-show-hissit korkeassa atriummaisessa aulassa kuljettavat vierailijat ylimpään kerrokseen, josta rakennuksen kiertokäynti etenee ylhäältä alaspäin.

Vertikaalinen rakennelma tiivistää museon ohjelman suhteellisen pienelle alueelle. Pohjapiirustus on kolmiapilan muotoinen. Viisi horisontaalista tasoa sisältää kukin yksikerroksisen tai kaksikerroksisen osan museon kokoelmille ja näyttelyille. Kaikki tekniset elementit on keskitetty isoihin yksikköihin. Ne on sijoitettu kotelopalkkeina joko atriumiin tai julkisivulle ja näin on saatu kaikille tasoille pilarittomat rakenteet.

Viisi kaksikerroksista legendahuonetta esittelevät kuvataulujen kertomana yhtiön historian huippu-



1

1 Mercedes-Benz-museon pohjapiirustus on kolmiapilan muotoinen.

2, 3 Maisematason alla sijaitsevat ravintola, museon kauppa ja ulkonäyttämötilat. Ulkonäyttämön rakenteet ovat paikallavalettua betonia, jonka puhtasvalupinnat ovat erittäin korkeatasoiset. Betoni luo kiinnostavan vuoropuhelun teräs- ja lasijulkisivumateriaalien kanssa.





4

4 Mercedes-Benz Maaailma sijoittuu 53 000 neliömetrin tontille, Daimler -tehtaan pääportin eteen Stuttgartin Unter-
türkheimin alueella, kehätien B14 varrella. Uuteen raken-
nuskompleksiin kuuluu Mercedes-Benz museo sekä Mer-
cedes-Benz keskus.

5 Rakennus on jaettu kahdeksaan päätasoon, jossa erotetaan tavalliset kerrokset (tasot 3-7) sekä erikoiskerrokset (tasot 0, 1, 2, Z2 ja 8) käyttötarkoituksen ja kantavien rakenteiden vuoksi.

6, 7 Museon sisäänkäynti on nostettu kerroksella ylöspäin.

hetket, Mercedes-Benz legendan aikajärjestyksessä. Viisi ulos avautuvaa yksikerroksista kokoelmahuonetta on järjestetty teemojen mukaan. Päivänvalon ansiosta ne luovat vastakohtan legenda-tilojen asettelulle.

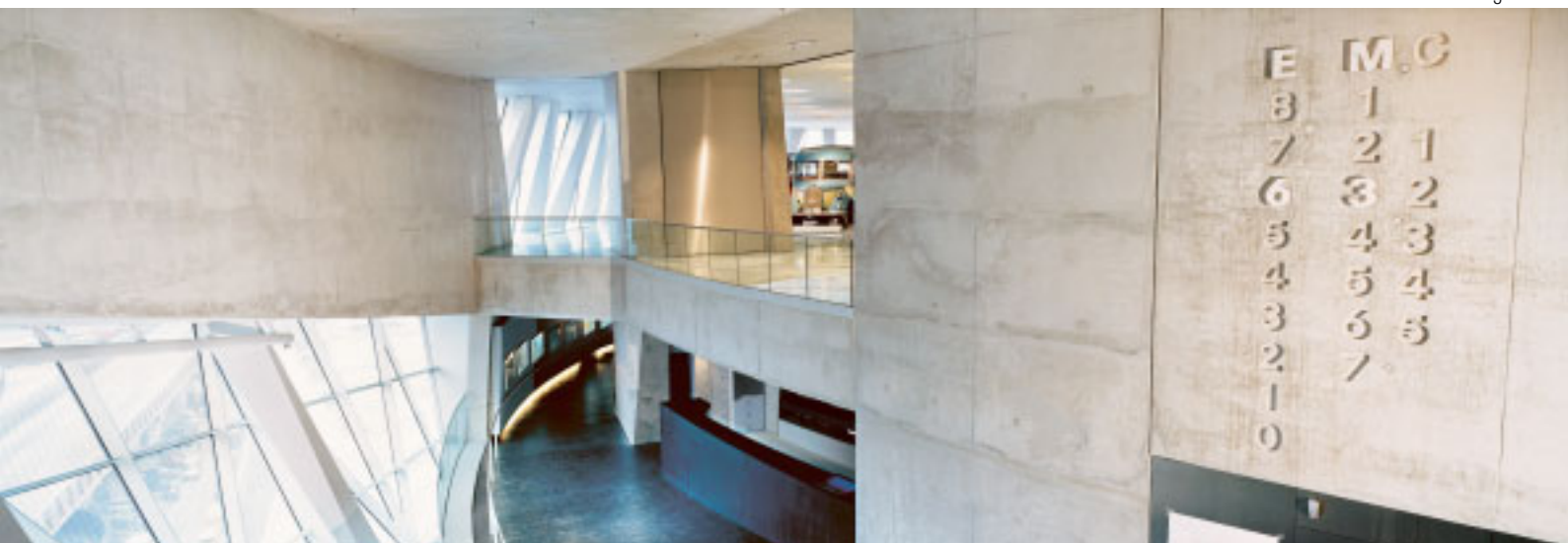
Atriumista on pääsy näyttelyyn, museon koulutustiloihin, museon kauppaan ja maisematason alla sijaitsevaan ravintolaan. "Museon suunnittelu pyrkii vastaamaan kysymyksiin, jotka koskevat Mercedes-Benzin identiteettiä, autolla ajon kokemusta, autoa yleisellä tasolla sekä nykyaikaista elämästä museosta," kertoo arkkitehti *Ben van Berkel*.

"Hienostuneen muutokielen ja geometrian toteuttaminen oli mahdollista ainoastaan paikalla

valettuja betonirakenteita käyttäen. Tasaisten kaksoiskaartuvien pintojen luominen rakenteissa osoittautui erityisen haasteelliseksi. Tämän takia rajoittavat tekijät valumuottien valmistamiseksi otettiin huomioon jo suunnittelun alkuvaiheissa. Talon koko geometria rakennettiin parametrisoituna suunnittelumallina, jotta voitaisiin määrittää toteutettavuuden rajat", kertoo Wallisser.

Arkkitehdit toteuttivat kaikkien kaksoiskaartuvien rakenteiden suunnittelun tilallisena tietokonemallina, joka siirrettiin eteenpäin eri suunnittelijakonsulteille ja rakennusliikkeille. Suunnitelmien tuottamisen kolmiulotteisesta datasta automatisoitiin.

5





6



7



KANTAVAT RAKENTEET

Rakennusprojektin suurimmat haasteet olivat rakennuksen monimuotoinen geometria, tukirakenteiden etäisyydet ja isot kuormitukset. Lisäksi rakennustyömaa sijaitsi entisellä täyttömaa-alueella.

Koska normaalit mitoituksen rajat ylitettiin toistuvasti yksittäisten rakenneosien muodon vuoksi, rakenteellinen mitoitus voitiin tehdä vain raja-arvotarkastelujen pohjalta. Laaja-alaiset kaarevat teräsbetonirakenteet valettiin paikalla, kuten puhdasvalupinnatkin, joille oli asetettu erittäin korkeat laatuvaatimukset.

Museorakennuksen pohjapiirustus muistuttaa kaartuvaa kolmikulmiota, kolmiapilaa, jonka sivujen pituudet ovat noin 80 metriä. Rakennus on korkeudeltaan 48 metriä ja se on jaettu kahdeksaan päätasoon, jossa erotetaan tavalliset kerrokset (tasot 3-7) sekä erikoiskerrokset (tasot 0, 1, 2, Z2 ja 8) käyttötarkoituksen ja kantavien rakenteiden vuoksi. Horisontaaliset lattiatilat levittäytyvät 30 metriä leveiksi ja ne ovat varsinaisia näyttelyalueita. Keskiössä, joka rajoittuu kolmeen portaikkoon ja hissiukuiluun, on 40 metriä korkea atrium.

Museo on rakennettu spiraalin muotoisesti: vertikaaliset kuormat on jaettu toisaalta kolmen, rakennuksen sisään sijoitetun ytimen kautta ja tämän lisäksi seinien ja julkisivuun sijoitettujen pilareiden avulla. Tuenta vaakavoimille tapahtuu rakennuksen sisällä olevien ydinten avulla. Ne on kytketty yhteen ympäröivien tilarakennelmien avulla, joissa seinän paksuudet ovat jopa 500 millimetriä ja käytetyn betonin lujuusluokka K55.

Jokaisessa tavallisessa kerroksessa on yksi legenda- ja kokoelmataso, joka sijaitsee aina 1,08 metriä alempana kuin siihen liittyvä legendataso. Legendataso on ympäröity ulkopuolelta kehäpalkilla. Näin muodostuu kehänmuotoinen ramppi, jonka kautta vierailija siirtyy seuraavalle legendatasolle.

8 Rakennuksen vertikaaliset kuormat on jaettu toisaalta kolmen, rakennuksen sisään sijoitetun ytimen kautta.

9 Laaja-alaiset kaarevat teräsbetonirakenteet valettiin paikalla. Muottijärjestelmät olivat PERIn eri järjestelmät.

10 Ramppi muodostuu kotelomaisesta kannatuspalkista, jonka ulkoseinä on nouseva. Rakenteellinen paksuus palkissa on 500 millimetriä ja betonin lujuusluokka K55. Ramppi on tuettu ytimiin ja julkisivun pilareihin. Se jakaa vertikaaliset kuormat kaarevana jatkuvana kannatinpalkkina.



Ramppi muodostuu kotelomaisesta kannatuspalkista, jonka ulkoseinä on nouseva. Rakenteellinen paksuus palkissa on 500 millimetriä ja betonin lujuusluokka K55. Ramppi on tuettu ytimiin ja julkisivun pilareihin. Se jakaa vertikaaliset kuormat kaarevana jatkuvana kannatinpalkkina. Kotelonmuotoisen kannatinpalkin sisällä on väliseinät (100 cm - 235 cm), jotka varmistavat kuormien jakautumisen pilareiden ja rampin välillä.

Teräsbetonipilarit on sijoitettu julkisivun alueelle molemmissa pohjakerroksissa. Ne ovat poikkileikkaukseltaan kuusikulmaisia ja mitoiltaan 1,6 m x 0,8 m. Pilarit asennettiin 70 - 90 asteen kaltevuuteen ja korkeimmillaan ne ovat 8-metrisiä.

Julkisivun pilarit ovat kuusikulmaisia myös E2-tasosta ylöspäin. Näkyvissä pinnoissa on trapetsikuvio ja pinnat kallistuvat toisiaan kohti. Niin kutsutut nelijalkatuet ovat erikoismuotoisia julkisivupilareita. Nelijalkatukia on yhteensä 18. Ne ovat muodoltaan ylösalaisen Y-kirjaimen mallisia, taipuvat tasosta ulospäin ja ovat korkeudeltaan 14 metriä. Horisontaaliset kuormat on jaettu taipumiskohdasta teräksisen tuen avulla. Tuet tehtiin esivalmistettuina teräsbetonielementteinä tai komposiitirakenteisina, joissa oli teräsytimet.

Yksi kierre koostuu kahdesta kiertävästä pinnasta, jotka muodostavat kerroksen korkuisen kotelopalkin ytimen alueella, joka kiertää itsensä talon ulkoreunaa kohti kaltevaan kattoon. Katossa rakenepaksuus on 500 millimetriä ja betonin lujuusluokka K55. Kattojen välille on asetettu väliseiniä (60 cm - 100 cm), jotka vahvistavat kotelopalkkia tai toimivat tukirakenteina tasaisemmalla alueella.

Kaksiulotteinen malli oli riittämätön monimutkaiselle geometrialle. Geometria toteutettiin esivalmistettujen muottimallien avulla, jotka sovitettiin levytyksen kanssa sisäänrakennetussa mallissa. Jotta saavutettaisiin suoraviivainen kuva muotista ja kaarevasta betonipinnasta, muottilevyt oli leikattava kokoon, jossa otettiin huomioon materiaalin luonteenomaiset tiedot. Muottilevyinä käytettiin 9 millin paksuisia Betoplan - paneeleja, jotka leikattiin cnc-leikkauskoneella haluttuun kokoon.

Näyttelyhuoneiden lattiat ja katot muodostettiin komposiittiteräspohjista, jotka ovat jänneväliltään jopa yli 30 metriä. Katot koostuvat 800 - 1000 millimetriä korkeista teräskannatinpalkeista ja 200 millimetriä paksusta betonilaatasta. Muotteina käytettiin Holorib-levyjä. 140 millia paksu ripustettu puhdasvalubetonikatko on ripustettu läheisistä teräskannattimista.



11

Keskiosassa, joka rajoittuu kolmeen portaikkoon ja hissi-kuiluun, on 40 metriä korkea atrium.

Yksi kierre koostuu kahdesta kiertävästä pinnasta, jotka muodostavat kerroksen korkuisen kotelopalkin ytimen alueella, joka kiertää itsensä talon ulkoreunaa kohti kaltevaan kattoon. Betonoinnin kuormat, 2500 tonnia per kierre tai legendarampi siirrettiin alas pohjalaatalle kiinteiden tukikehien avulla, jotka ovat samantyyppisiä kuin silloissa.

12

Rakennuksen leikkaus. Museorakennus on korkeudeltaan 48 metriä ja se on jaettu kahdeksaan päätasoon.





LEGENDARAMPIT

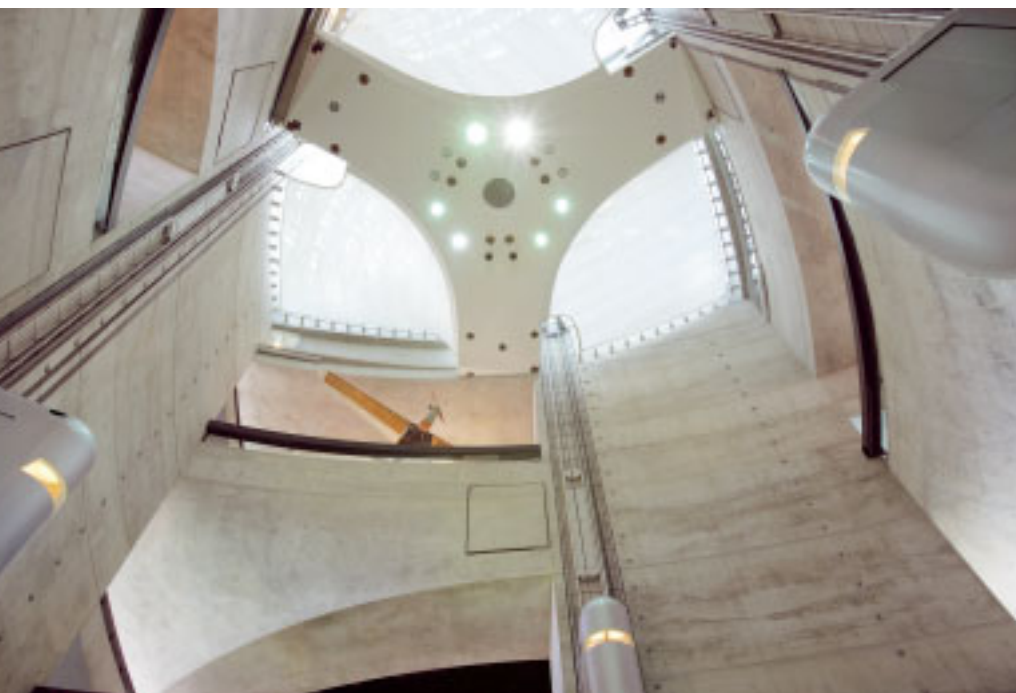
Viisi noin 70 metriä pitkää legendaramppia ovat muodoltaan puolipyöreitä teräsbetonisia kotelopalkkeja, jotka tukeutuvat julkisivun pilareihin. Ne rakentuvat kotelopalkista, joka koostuu suorakulmaisesta poikkileikkauksesta kolmikulmaiseen. Legendaramppien lattiat muodostuvat edellä mainituista teräskomposiittikatoista ja alapuolella olevasta puhdasvalupinnasta, joka on kaareva yhden akselin suhteen ja joka liittyy julkisivupilariin. Jopa 2,5 metrin levyiset väliseinät on sijoitettu ramppien sisälle, jotta suuret kuormat voi siirtää pilareille.

Rakennustekniset järjestelmät, kuten ilmanvaihto ja sprinklerit, asennettiin rakennusvaiheessa jääviin onttoihin tiloihin.

Kuten "kilpailut ja ennätykset" kerroksessa myös kotelokannatinpalkkien alapuolelta on rakennettu käyttäen kolmiulotteisia, esivalmistettuja muottirunkoja ja sitten päällystetty yksittäisillä esilaskeutuilla puhdasvalupintaisilla muottilevyillä. Kerroskorkuiset, 500 millin paksut seinät sijaitsevat legendaramppien ulkopuolella.

KIERTEET

Laivan potkurin siiven muotoinen kierre alkaa portaitakosta huoneenkorkuisena, vertikaalisena kotelopalkkina ja tasoittuu julkisivua kohden. Näin muodostuu laakea, melkein 40 metriä pitkä ramppi, jonka kaltevuus on noin 13 astetta julkisivua myöten. Tämän laatikkokannatinpalkin ala- ja yläpuolelta muodostuvat kahden akselin suhteen kaarevista betonipinnoista, alapuoli on tämän lisäksi tehty korkealuokkaisesta puhdasvalubetonista. Arkkitehtien suunnitelmat koskien muottipintoja, ankkuripisteiden, ruuvireikien ja sprinkleriaukkojen kohtia täytyi toteuttaa suurella tarkkuudella myös tässä kaksoisakseliikaartuvassa pinnassa. Kuormien jakaantuminen ja päärunon tukeminen toteutettiin kotelokannattimen sisällä, raskaasti raudoitettujen väliseinien ja ripojen avulla. Niiden paksuudet olivat jopa metrin luokkaa.



13 Kuormien jakaantuminen ja päärunon tukeminen toteutettiin kotelokannattimen sisällä, raskaasti raudoitettujen väliseinien ja ripojen avulla. Niiden paksuudet olivat jopa metrin luokkaa.

Legendojen ja kierteiden suuret kuormat pystytettiin siirtämään vain rajallisesti jo valmiiseen rakenteeseen. Betonoinnin kuormat, 2500 tonnia per kierre tai legendaramppi siirrettiin alas pohjalaa- talle kiinteiden tukikehien avulla, jotka ovat samantyyppisiä kuin silloissa.

Rakennusteknisten haasteiden lisäksi haasteena oli myös hyvin lyhyt rakennusaika. Koska kaikki rakennuksen osat ovat tiiviisti yhteydessä toisiinsa, logistiikka oli suunniteltava yksityiskohtaisesti jo hyvissä ajoin.

LÄHTEET:

- Opus C, Concrete Architecture & Design, issue 2, 2008. Ad-media GmbH. 2008.
- Mercedes-Benz Museum Stuttgart.
www.mercedes-benz.com/museum
- PERI GmbH, Germany
www.peri.de

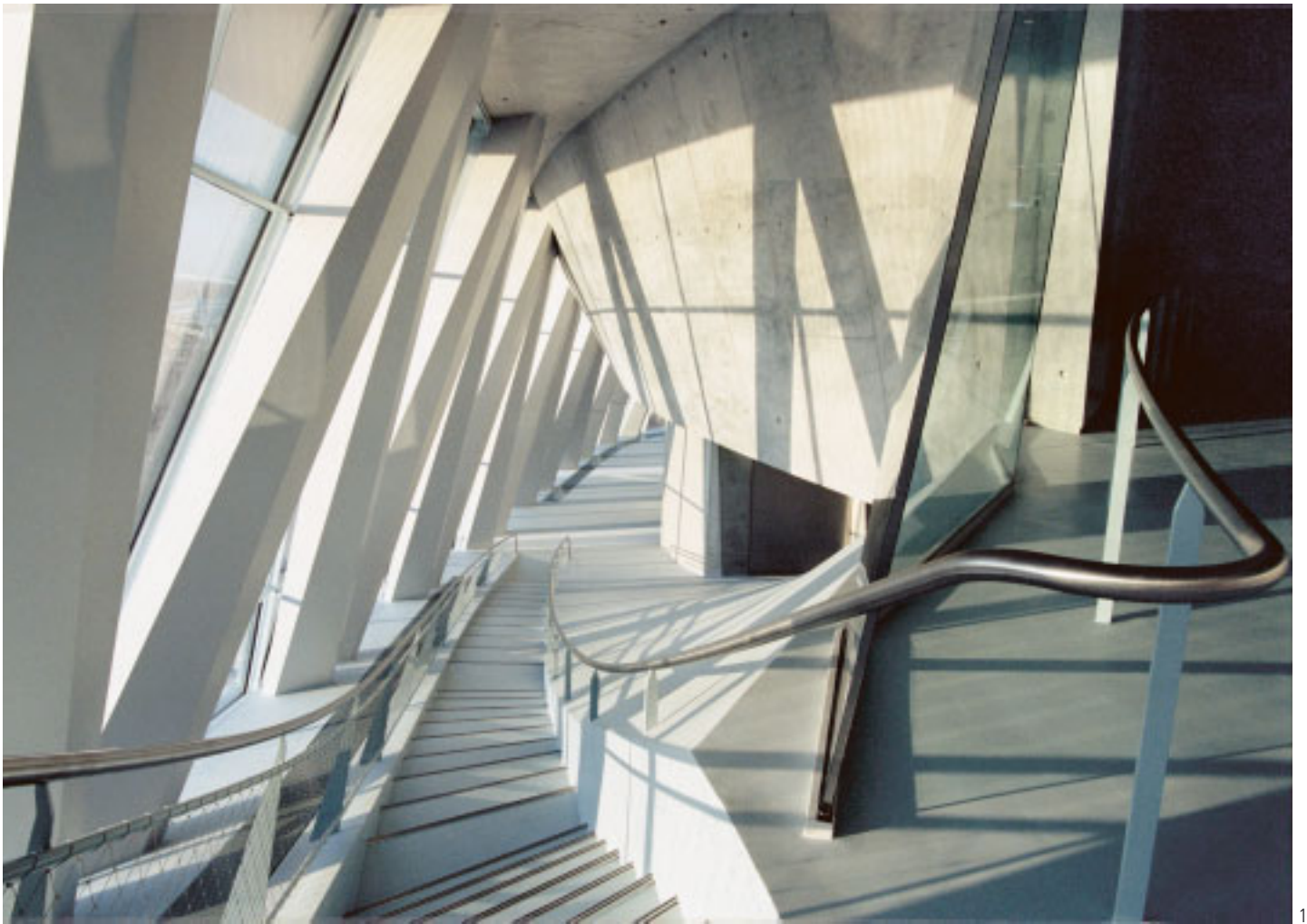
MERCEDES-BENZ MUSEO

Arkkitehtisuunnittelu: UN Studio, Amsterdam
Rakennesuunnittelu: Werner Sobek Engineering & Design, Stuttgart
Rakenteiden urakointi: Ed. Züblin AG, Stuttgart
Wolff & Müller GmbH & Co. KG, Stuttgart

14, 15

Horisontaaliset lattiatilat levittäytyvät 30 metriä leveiksi ja ne ovat varsinaisia näyttelyalueita. Keskiosassa, joka rajoittuu kolmeen portaikkoon ja hissikuiluun, on reilu 40 metriä korkea atrium. Pre-show-hissit aulassa kuljettavat vierailijat ylämpään kerrokseen, josta rakennuksen kiertokäynti etenee ylhäältä alaspäin.





16



17

MERCEDES-BENZ MUSEUM IN STUTTART

The Mercedes-Benz Museum in Stuttgart won the Concrete Architecture Award 2008. The building is one of the greatest challenges in European concrete construction due to the futuristic design, geometry and form technology. There is not a single straight angle in the building. The Museum building contains both extensive reinforced concrete structures that curve in several directions and curved as well as flat concrete surfaces produced pursuant to extremely strict requirements. The entire building design process was implemented utilising three-dimensional 3D design.

The Mercedes-Benz World comprises the Museum and a centre that displays the most recent car models. It is located in the Untertürkheim area of Stuttgart near the main gate of the Daimler facility. The international design contest was organised in 2001 and the winning entry was submitted by Architects UN Studio van Berkel & Bos from Amsterdam.

The building is shaped like a double spiral with the Museum contained within a relatively small area. The base plan of the building resembles a three-leaf clover. An evenly rising hillside leads visitors to the entrance, which is one floor higher than the surrounding industrial estate. Visitors can take the panorama lift to the top floor and start the tour of the building coming down floor by floor.

The plan drawing of the building is almost triangular with each side ca. 80 m long. The height of the building is about 48 m, and it is divided into nine main levels. The centre, which is bordered by three stairwells and a lift shaft, features a 40 m tall atrium. The external appearance of the building is dominated by curved facade columns, which are hexagons in cross-section.

Werner Sobek Engineering and Design from Stuttgart were consulted already at the contest stage about issues related to the design of load-bearing structures.

The refined form language and the futuristic geometry could only be implemented by means of concrete structures cast in place. The creation of smooth surfaces with a double curve proved a challenge. The five ca. 70 m long semi-circular ramps were particularly demanding, as well as the spirals in the size of an extra-large ship's propeller blade, starting from the stairwell as box girders of room height and levelling out toward the façade.

16 - 20

Jokaisessa tavallisessa kerroksessa on yksi legenda- ja kokoelmataso, joka sijaitsee aina 1,08 metriä alempana kuin siihen liittyvä legendataso. Legendataso on ympäröity ulkopuolelta kehäpalkilla. Näin muodostuu kehänmuotoinen ramppi, jonka kautta vierailija siirtyy seuraavalle legendatasolle.

