

Licht en klimaat in Braziliaanse gebouwen

Campusgebouwen in Brazilië hebben weinig daglicht en het uitzicht naar buiten is beperkt. In Nederland zijn gebouwen juist volledig georiënteerd op de buitenwereld. Toch is het niet verstandig om een Nederlands gebouw in Brazilië na te bouwen. Door de hoge zonintensiteit zal deze namelijk volledig oververhit raken. In dit artikel wordt gekeken naar bouwkeuzes uit Nederland en Brazilië om de visuele prestatie van Braziliaanse gebouwen te verbeteren.

T.A. (Lennert) Evers BSc, ing. W.W. (Wouter) Karssies, ing. C.E.L. (Babette) Mattheus, ing. K.J. (Kay) van Meerwijk; Technische Universiteit Eindhoven

Zoveel landen, zoveel bouwstijlen. Ook op het gebied van lichtsystemen is er een duidelijk verschil te vinden tussen de toepassingen die karakteristiek zijn voor een land. Dit komt vaak voort uit historische en culturele ontwikkelingen, maar ook klimaat blijkt een belangrijke factor.

Op een zeker moment in de oudheid is de mens eigen leefruimten gaan creëren. Daarbij werden openingen hoofdzakelijk gebruikt als manier om naar binnen en buiten te gaan, zowel voor de mens zelf als voor frisse lucht en de afvoer van rook. De behoefte aan daglichttoetreding en een uitzicht naar buiten ontstaat pas tijdens de tiende eeuw in Europa. De daaropvolgende decennia wordt de grootte van raamopeningen voornamelijk bepaald door de beschikbare technische mogelijkheden, variërend van smalle spleten tot grotere openingen met luiken ter bescherming tegen de elementen. De ontwikkeling van vlakglas omstreeks 1200 betekent een enorme vooruitgang op het gebied van lichtinval: grote raampartijen zijn nu mogelijk, terwijl men grotendeels afgeschermd blijft van weersinvloeden. [1]

■ ONTWERPEN MET DAGLICHT

Aan het begin van de twintigste eeuw ontstaat

er binnen de Nederlandse architectuur een brede interesse in ontwerpen met daglicht. Het uitgangspunt om voor zoveel mogelijk daglichttoetreding te zorgen leidt tot de ontwikkeling van nieuwe woningtypen. De bovenklasse vestigt zich in herenhuizen met hoge plafonds en bijpassende raampartijen. Daarnaast maakt de doorzonwoning zijn opmars, waarbij de leefruimte van voor naar achter doorloopt en er van beide kanten licht binnentreedt. [2]

De opkomst van steeds grotere ramen betekent echter ook een grotere vraag naar verwarming in de winter en koeling in de zomer. Als Nederland in 1973 getroffen wordt door een energiecrisis ontstaat het vraagstuk van duurzaamheid binnen de architectuur. Er worden nieuwe systemen ontwikkeld om enerzijds excessieve zoninstraling tegen te gaan en anderzijds het overschot op te slaan voor later gebruik. Vernieuwd denken over positionering en oriëntatie van ramen en het gebruik van actieve blinds en dubbele huidfaçades zijn tekenend voor de versnelde vooruitgang in duurzaam bouwen van de afgelopen decennia. [3]

Deze ontwikkeling is niet tekenend voor de hele wereld. Vanaf de Portugese invasie in de

zestiende eeuw werden in Brazilië de eerste moderne bouwstijlen gezien. De Europese kolonisten beginnen daarbij te bouwen volgens de gebruiken van hun vaderland [6]. Dit heeft echter dramatische gevolgen. Gebouwen raken oververhit en onbewoonbaar. Een stad als São Paulo kent immers relatief hoge temperaturen waarbij het kwik nauwelijks onder de 10°C zakt en een gemiddelde maandelijkse zoninstraling heeft van ruim 170 kWh/m² [4], tweemaal zoveel als in Eindhoven [5]. Na enige tijd zagen de kolonisten in dat de manier van bouwen niet paste bij het klimaat. Ze begonnen met maatregelen zoals het verhogen van plafonds, het creëren van grotere ruimten en bredere deur- en raampartijen. Daarnaast verschijnen de eerste toepassingen van bioklimatische elementen: cobogos, geperforeerde keramische blokken, loggias, veranda's die een schaduw werpen op zonnige gevels, en musharabis, waarbij natuurlijke ventilatie mogelijk is zonder direct zonlicht binnen te laten.

Om de huidige situatie in Brazilië te bestuderen is er een analyse gemaakt van de Braziliaanse bouwelementen en maatregelen op de universiteitscampus in São Paulo, ten behoeve van het leef comfort in gebouwen.

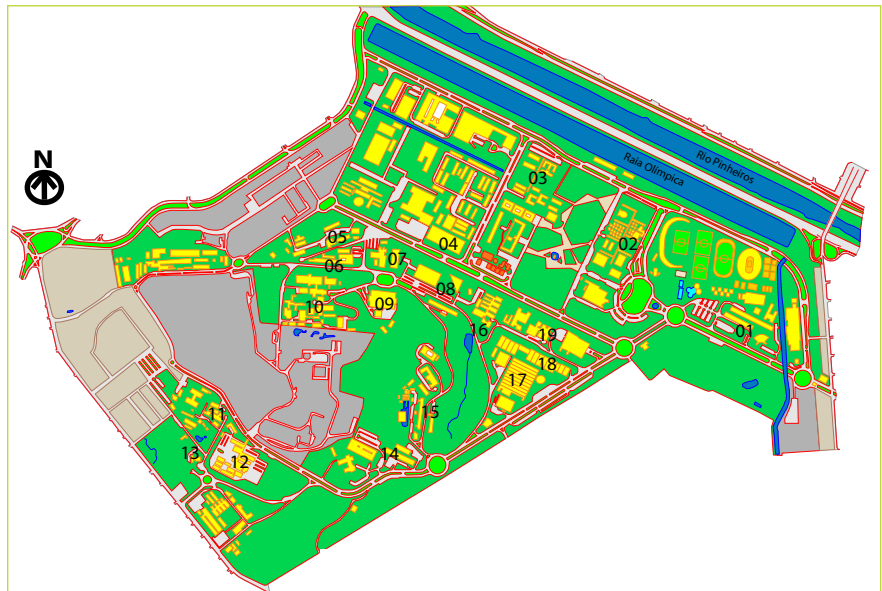
UNIVERSITEITSCAMPUS SÃO PAULO

De universiteit van São Paulo (Universidade de São Paulo, of USP) werd in 1934 opgericht door een aantal bestaande scholen te combineren. Tijdens de eerste jaren werden tal van buitenlandse professoren uit Europa geworven om hun kennis en expertise naar Brazilië over te brengen. Dit maakte de USP een hoeksteen voor de ontwikkeling van het land. De decennia daaropvolgend ontstonden nieuwe scholen die zich verspreidden over de stad São Paulo. Het was in 1960 dat de scholen en faculteiten werden samengebracht op één campus, Cidade Universitária. De USP is nu een van de grootste instellingen voor hoger onderwijs in Latijns-Amerika met meer dan 92.000 studenten. Het oudste faculteitsgebouw op de huidige campus werd gebouwd in 1886. Er is helaas niet veel bekend over de ontwikkeling van de Cidade Universitária zelf. Zie figuur 1 voor een overzicht van de Braziliaanse campus. Campus gebouwen in São Paulo zijn gemiddeld drie tot vier verdiepingen hoog. Op een enkel gebouw na is er geen hoogbouw op de universiteitscampus te vinden. De gebouwen worden getypeerd door weinig glasoppervlak en vele dichte delen. De gebouwen worden binnen verlicht met voornamelijk kunstlicht. Het enige daglicht in de gebouwen komt van atria, waarbij direct daglicht zoveel mogelijk wordt vermeden. Gemiddeld zijn er 3 tot 4 passieve maatregelen per gebouw gebruikt. Hieruit blijkt een voorkeur voor passieve zonwerende maatregelen tegenover actieve zonwerende maatregelen. De veelzijdigheid waarbij passieve zonwerende maatregelen zijn toegepast is vooral terug te zien in het gebruik van overstekten. Er is geen gebouw op de Braziliaanse campus te vinden waarbij overstekten niet zijn toegepast. Enkele gebouwen hebben zelfs een overstek van meer dan 4 meter. Dit gegeven, in combinatie met het gebruik van natuurlijke obstructies, zoals bomen, resulteert in minder dan 10 lux daglicht gemeten bij het raam, in verticale positie. De kleurtemperatuur van kunstverlichting is 4000K.

Een groot nadeel van de huidige situatie is dat Braziliaanse gebouwen weinig transparant zijn. Het uitzicht voor gebruikers naar buiten is daardoor nauwelijks aanwezig. Kortom, de bouwkeuzes in Brazilië worden grotendeels beïnvloed door het klimaat. Dit zou niet erg zijn als de perceptie van mensen internationaal zou verschillen. Dit blijkt niet het geval.

VOORKEUR EN PERCEPTIE VAN LICHT

Door middel van metingen en een enquête bij Nederlandse en Braziliaanse studenten is de internationale voorkeur en de perceptie



-Figuur 1- Overzicht universiteitscampus São Paulo

van licht in kaart gebracht. De metingen en de enquête vonden tegelijkertijd plaats in één van de prominentste gebouwen op de campus, de School voor Architectuur en Planning. De focus van de enquête lag op de voorkeur ten aanzien van daglicht, kunstverlichting en kleurtemperatuur. De metingen hadden als doel de lichtcondities tijdens de enquête vast te leggen. De hypothese was dat de Braziliaanse studenten minder daglicht zouden prefereren dan de Nederlandse studenten omdat Brazilianen daglicht eerder associëren met warmte. Uit de metingen zou moeten blijken dat het percentage kunstverlichting in een Braziliaanse collegezaal hoger is dan in een collegezaal in Nederland. Aangezien de verlichtingssterkte in beide landen 500 lux moet zijn op werkblad niveau. [10]

Deze verwachtingen zijn deels uitgekomen. De metingen tonen inderdaad aan dat de verlichtingssterkte aanwezig in de ruimte volledig werd gecreëerd door kunstverlichting. Echter is de uitkomst van de enquête dat er geen internationale voorkeur bestaat voor meer of minder daglicht in gebouwen. We kunnen daarom concluderen dat meer daglicht en uitzicht naar buiten, prettiger is voor de gebruikers van een gebouw, ook in Brazilië.

Een kleine nuance in de conclusie van dit onderzoek is dat de deelnemersgroep van de enquête een omvang had van 32 personen. Een onderzoek met een grotere omvang zou de resultaten van de enquête moeten ondersteunen. Daarnaast zijn de metingen uitgevoerd in mei, het winterseizoen in Brazilië. Een tweede meting in het zomerseizoen (november-maart) zou uit moeten wijzen of er inderdaad niet tot nauwelijks daglicht binnentreedt in de collegezaal.

UNIVERSITEITSCAMPUS EINDHOVEN

Nu het duidelijk is dat de voorkeur en de perceptie van licht internationaal gezien gelijk is, kunnen we constateren dat er in Brazilië grote stappen te maken zijn wat betreft de visuele prestatie van gebouwen. Zoals eerder is aangegeven staat in Europa het ontwerpen met daglicht hoog in het vaandel. Om het visuele comfort in Braziliaanse campusgebouwen te verbeteren is er gekeken naar de manieren waarop Nederland zijn gebouwen ontwerpt. Hiervoor is de universiteitscampus in Eindhoven als voorbeeld genomen.

De Technische Universiteit Eindhoven is opgericht in 1958. Dit betekent dat het één van de jongste universiteiten in Nederland is. Sinds de oprichting is de TU/e eigenaar van zijn eigen campus in het centrum van Eindhoven. Het TU-gebied is 121 hectare groot [8]. Zie figuur 2 voor een overzicht van de campus.

'Het Paviljoen', gebouwd in 1958 door Van Embden c.s., was het eerste universiteitsgebouw op de campus. In een vrij korte periode van elf jaar bouwde Van Embden C.S. nog eens elf andere universiteitsgebouwen, waaronder Atlas, Vertigo en het Auditorium. De gebouwen hebben verschillende doeleinden. In de jaren '70 neemt de architect OD205 het bouwproces over, waarna tussen 1974 en 1994 geen prominente gebouwen meer worden gebouwd. In 1994 ontstaat een brand in het Auditorium. De periode tot tien jaar na de brand wordt de campus grondig aangepakt. Nieuwe gebouwen worden gerealiseerd en oude gebouwen worden gerenoveerd, waaronder het Auditorium. Verschillende architecten leiden gedurende deze periode de projecten. In 2002 worden de laatste gebouwen gerenoveerd: Vertigo, het La Place gebouw en Cyclotron. De volgende tien jaar vinden er

wordt overschreden. Dit soort actieve regelsystemen moeten echter op de juiste manier worden afgestemd op de HVAC systemen om energieverstopping te voorkomen.

CONCLUSIE

Het verschil in de bouwkeuzes tussen universiteitsgebouwen in São Paulo en Eindhoven in lichttechniek wordt veroorzaakt door de keuze van het zonweringssysteem in combinatie met het klimaat. In Eindhoven zijn een combinatie van passieve en actieve systemen de algemene norm, terwijl in São Paulo alleen passieve technologieën worden gebruikt.

Actieve systemen hebben als voordeel dat uitzicht en daglichtinval worden geoptimaliseerd in een relatief kort tijdsbestek. Door het gematigde klimaat in Eindhoven, waarbij temperaturen doorgaans ver boven of ver onder de comfort temperatuur liggen, biedt het aanpassingsvermogen van actieve systemen een groot voordeel. In São Paulo is dit aanpassingsvermogen minder belangrijk. De zonstraling moet gedurende het hele jaar beperkt worden, waardoor de keuze voor passieve systemen op het gebied van warmtehuishouding kostentechnisch de meest logische is. Daarentegen moeten gebruikers veel inleveren aan visueel comfort. En er is geen internationaal verschil tussen voorkeur en lichtperceptie.

Om het visueel comfort van Braziliaanse gebouwen gebruikers te verbeteren kunnen er een aantal technieken worden toegepast. Allereerst zullen de natuurlijke obstructies, zoals de bomen, verwijderd of verplaatst moeten worden. Dit vergroot direct het uitzicht van de gebruiker. Direct zonlicht moet echter vermeden worden. Dit kan bijvoorbeeld door de al veel toegepaste overstekken en/of terug liggende ramen. Op een tweede plaats zal de buitentemperatuur zoveel mogelijk buiten gehouden moeten worden. Door dubbel glas (of triple glas) toe te passen zal de warmte overdracht door convectie van buiten naar binnen verminderen. Ook kan de interne warmte last verlaagd worden door LED verlichting toe te passen.

Actieve zonwering zou een goede aanvulling zijn op bovenstaande maatregelen. Deze moet echter goed worden afgestemd op de koelinstallaties.

REFERENTIES

1. E.H. ter Kuile, Venster en gevel, van den Roomaanschen tijd tot het einde der 18e Eeuw, overdruk uit Elsevier's geïllustreerd maandschrift, dl. 88 (1934)
2. Bosma, K., Mekking, A., Ottenheim, K., & van der Woud, A. (2007). *Bouwen in Nederland, 600-2000*. Waanders
3. Verbong, G. (2001). Een Kwestie van lange



- adem: De geschiedenis van duurzame energie in Nederland. Uitgeverij Aeneas BV
4. Market Study PV Energy in Brazil, Ministry of Economic Affairs, April 2015
 5. Klimaatatlas 1981 - 2010, KNMI, Augustus 2011
 6. Corbella, O. D., & Magalhães, M. A. A. Reflections about Bioclimatic Architecture in the Tropics
 7. Corbella, O. D., & Magalhães, M. A. D. A. A. (2000, July). Bioclimatic devices in Brazilian modern architecture design. In *Architecture, City, Environment: Proceedings of PLEA 2000: July 2000*, Cambridge, United Kingdom (p. 306). Earthscan
 8. Jaarverslag. Technische Universiteit Eindhoven, 2011, Eindhoven
 9. D. Maniccia, A. Tweed, B. Andrew, and V. N. Bill, "The effects of changing occupancy sensor time out setting on energy savings, lamp cycling and maintenance coats," *J. Illum. Eng. Soc.*, vol. 30, no. 2, p. 97, 2001
 10. L. Halonen, E. Tetri, and P. Bhusal, "Lighting and energy standards and codes," in *Guidebook on Energy Efficient Electric lighting for buildings, ANNEX 45.*, International Energy Agency, 2010, pp. 57-90
 11. Fleischer, S., Krueger, H., Schierz, C. (2001). Effect of brightness distribution and light colours on office staff, results of the 'Lighting harmony' project. The 9th European Lighting Conference 'Lux Europa 2001' (77-80), Reykjavik

DANKBETUIGING

Dit artikel is mede mogelijk gemaakt door de Bouwkundewinkel van de Technische Universiteit Eindhoven. De Bouwkundewinkel helpt groeperingen en individuen die niet over de financiële middelen beschikken om een regulier advies- of architectenbureau in te schakelen met problemen of vragen op bouwkundig gebied. Mocht u een bouwkundig vraagstuk hebben, kijk dan voor meer informatie op www.bouwkundewinkel.nl.

