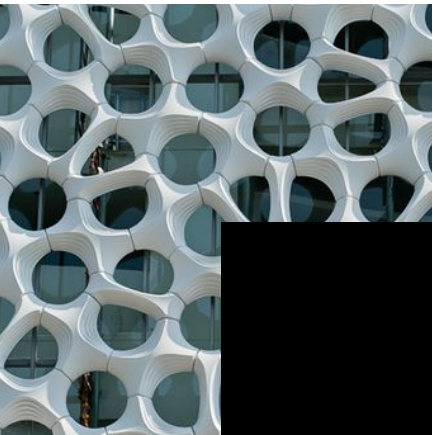




---

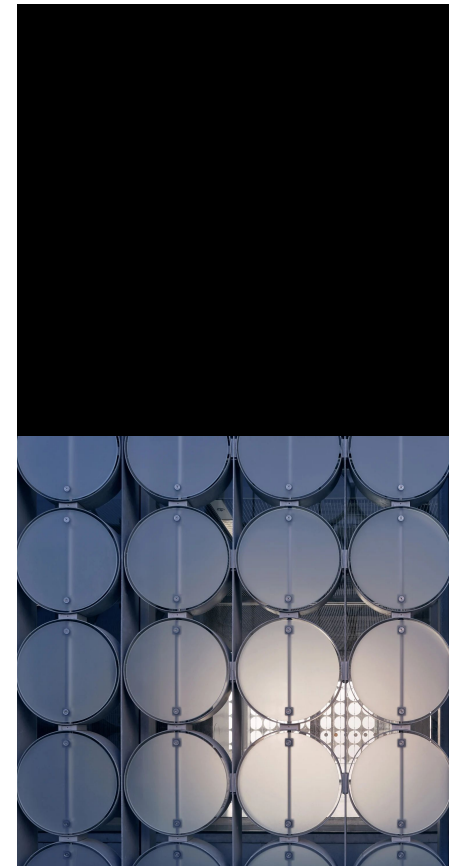
**POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

STUDIO DL  
LIGHTING DESIGN



# THE DYNAMICS OF LIGHT AND SHADOW OF MODULAR BUILDING FACADES/

DYNAMIKA ŚWIATŁA I CIENIA MODUŁOWYCH ELEWACJI BUDYNKÓW



M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

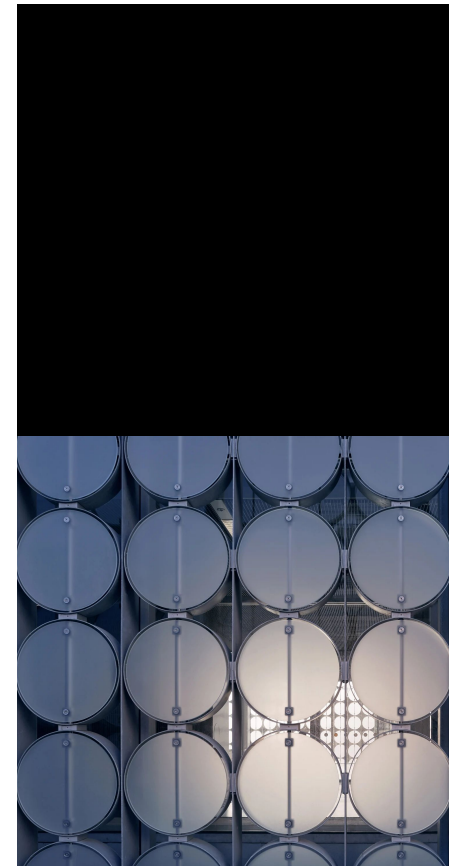
STUDIO DL



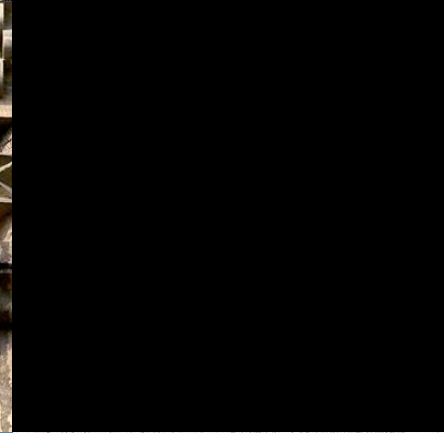
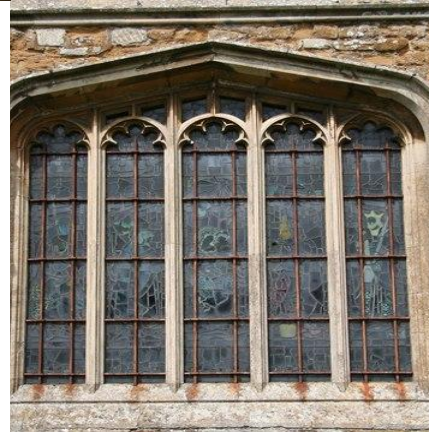


The beauty of architecture, manifests itself not only in the harmony of the composition, but also in the construction and structure of the building. Elevations are visiting card of the buildings and "skin" of the form. Modular facades have different functions, and their aesthetics and beauty is exposed in precisely designed details, while their construction and the type of materials used affect the dynamics and plasticity of the body. Analysis of quantitative and qualitative selected examples of world's architectural realizations, allowed to define current trends in facade design. Creation of chiaroscuro by optimal daylight management and innovative ways of illuminating with artificial light of selected parameters, together with selected control systems, constitute their fascinating variability, which is the subject of this article.

Piękno architektury, przejawia się nie tylko w harmonii kompozycji, ale i w konstrukcji oraz w strukturze budynku. Wizytówką i „skórą” formy są elewacje, które poddane działaniu światła naturalnego i sztucznego, dziennego i nocnego stanowią o odbiorze i czytelności formy. Estetyka i piękno modułowych fasad pełniących różne funkcje, przejawia się w precyzyjnie zaprojektowanych detalach, a ich konstrukcja i rodzaj zastosowanych materiałów ma wpływ na dynamikę i plastykę bryły. Analizy ilościowe i jakościowe wybranych przykładów światowych realizacji architektonicznych, pozwoliły na określenie współczesnych trendów w projektowaniu elewacji. Kreowanie światłocienia, optymalne zarządzanie światłem dziennym oraz innowacyjne sposoby iluminowania światłem sztucznym o wybranych parametrach wraz z dobranymi systemami sterowania, stanowią o fascynującej zmienności elewacji jak i całego obiektu, co jest przedmiotem artykułu.

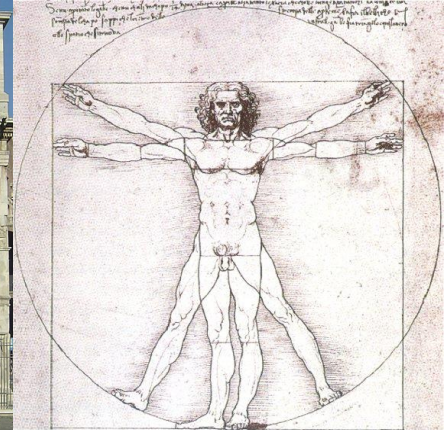
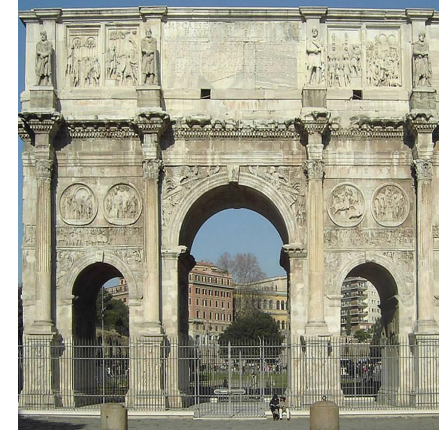






1.

# KLASYCZNE ELEWACJE/ CLASSICAL FACADES





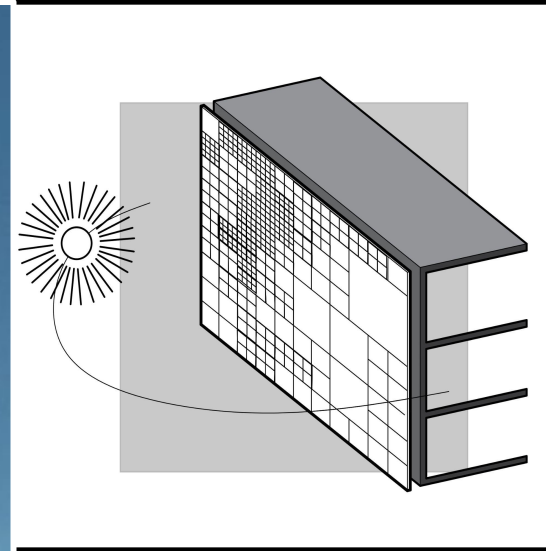


HARPA CONCERT & CONFERENCE CENTRE, REYKJAVIK IS  
Henning Larsen



2.

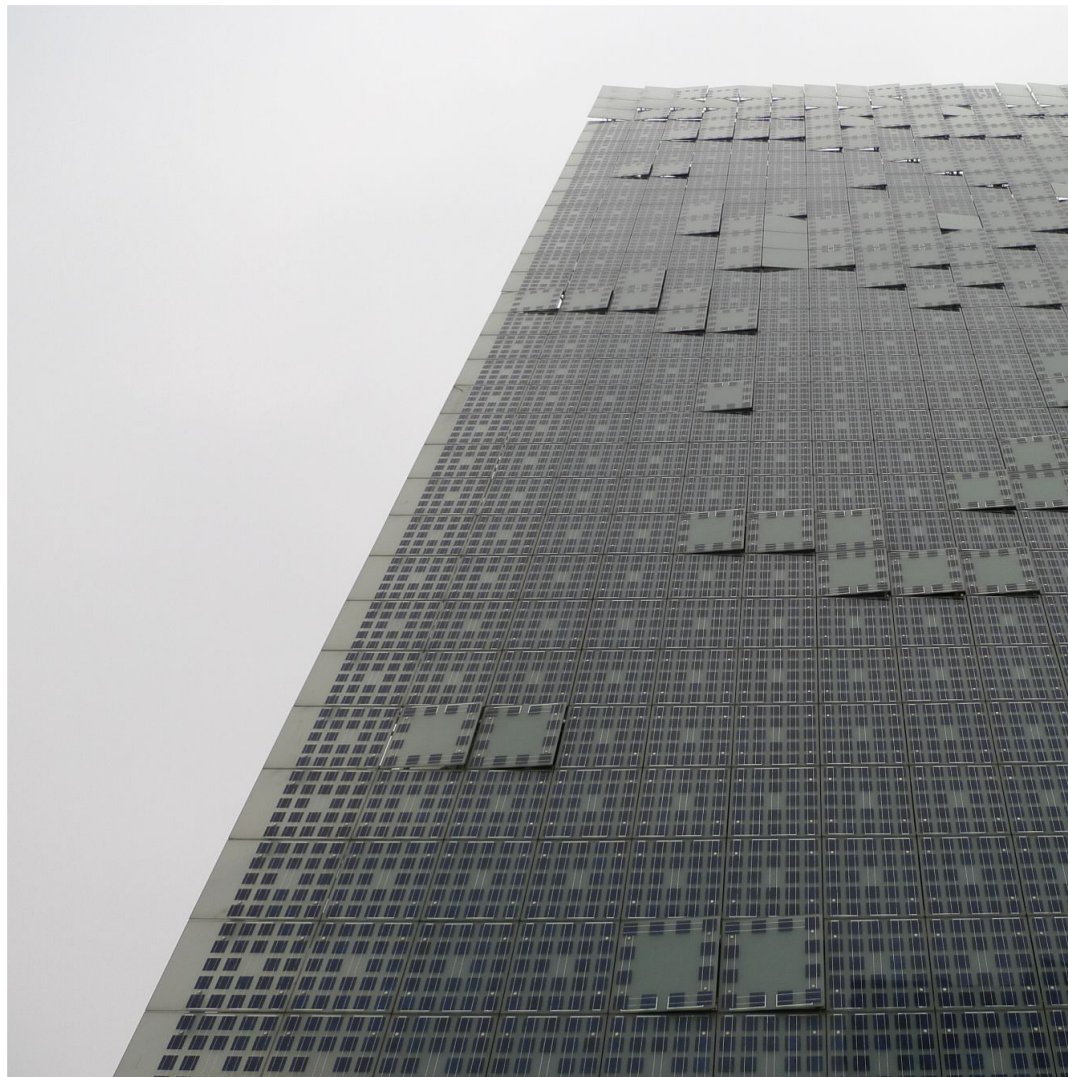
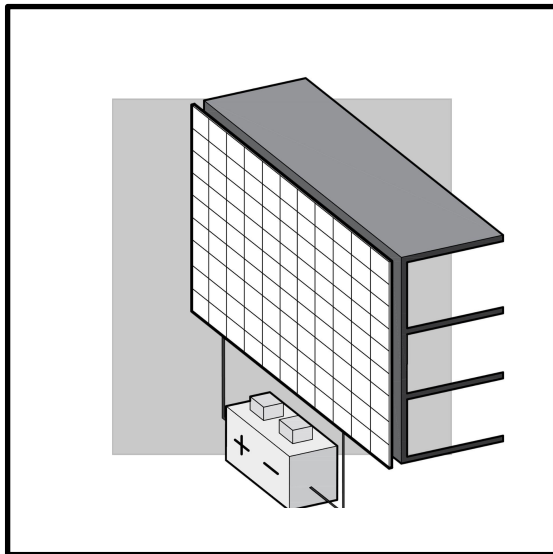
## **CECHY I FUNKCJE WSPÓŁCZESNYCH ELEWACJI / FEATURES AND FUNCTIONS OF MODERN FACADES**



MEDIA TIC, BARCELONA ES  
Enric Ruiz Geli

## MODUŁOWOŚĆ / MODULARITY





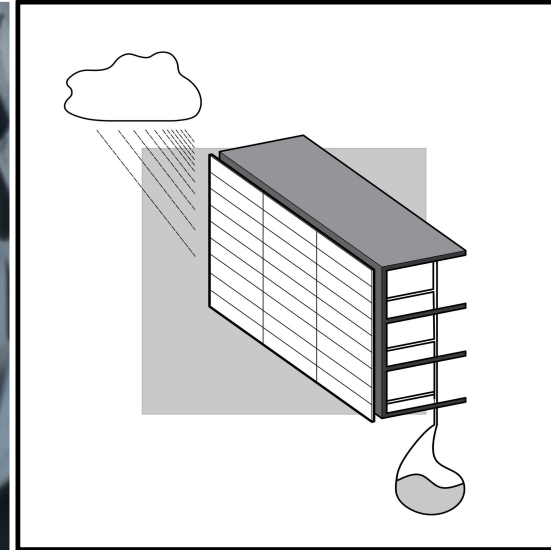
ENTERTAINMENT COMPLEX, BEIJING CN  
Simone Giostra & Partners

## WYKORZYSTANIE ENERGII / USE OF ENERGY

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL

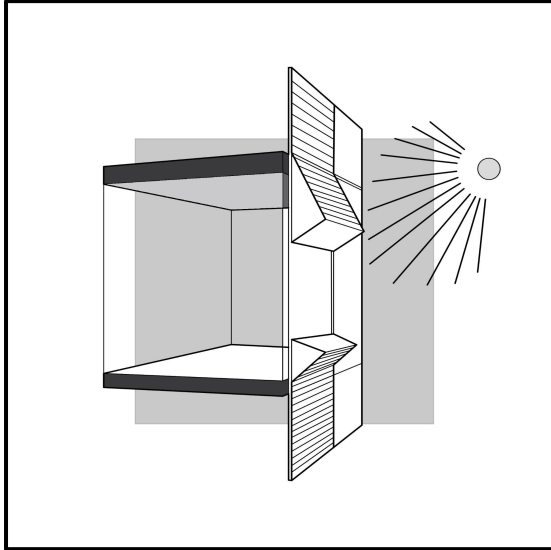




GRANGER BAY, CAPE TOWN RPA  
Shaakira Jassat

## ZBIERANIE WODY / **WATER COLLECTION**

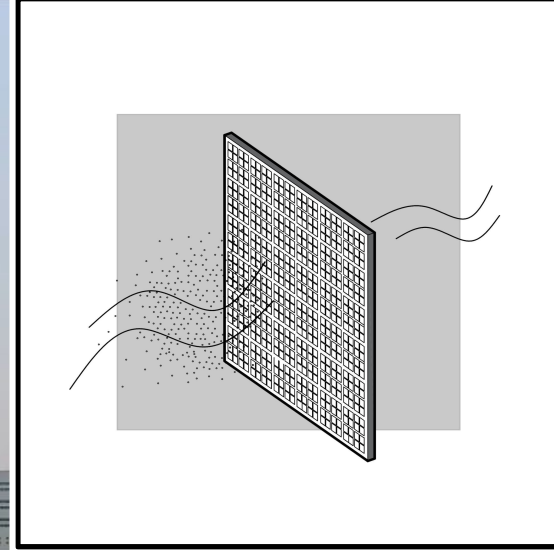




AL BAHAR TOWERS, ABU  
DHABI AE, AEDAS

## KINETYKA / KINETICS





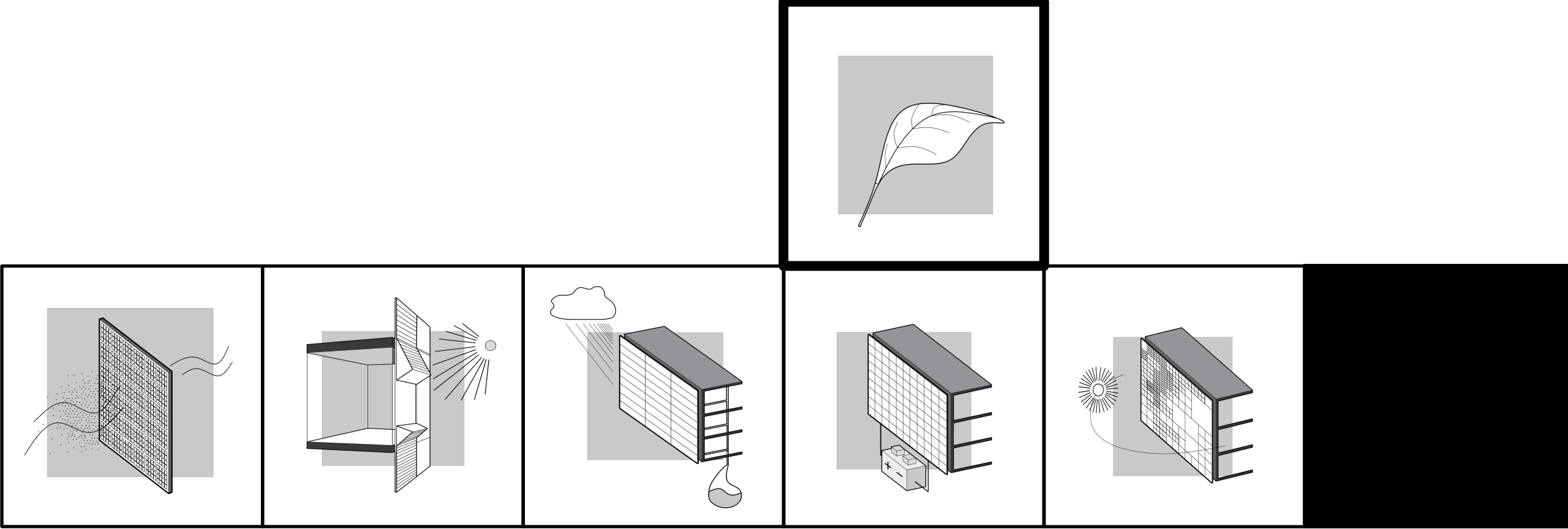
HOSPITAL 'DR M. GEA GONZALEZ', MEXICO MX  
Elegant Embellishments

## OCZYSZCZANIE POWIETRZA / AIR PURIFICATION

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

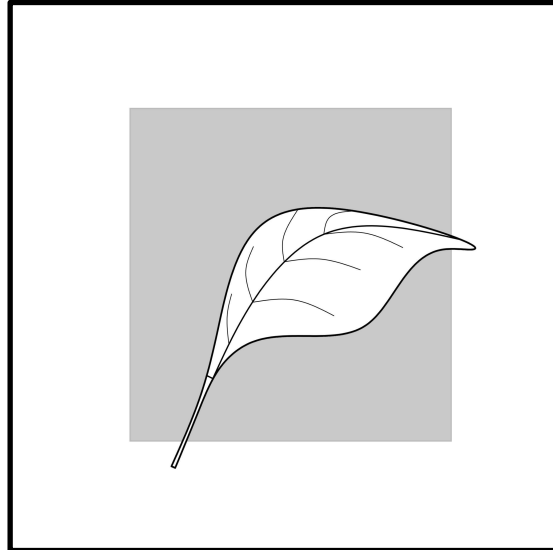
STUDIO DL





# FUNKCJE WSPÓŁCZESNYCH ELEWACJI



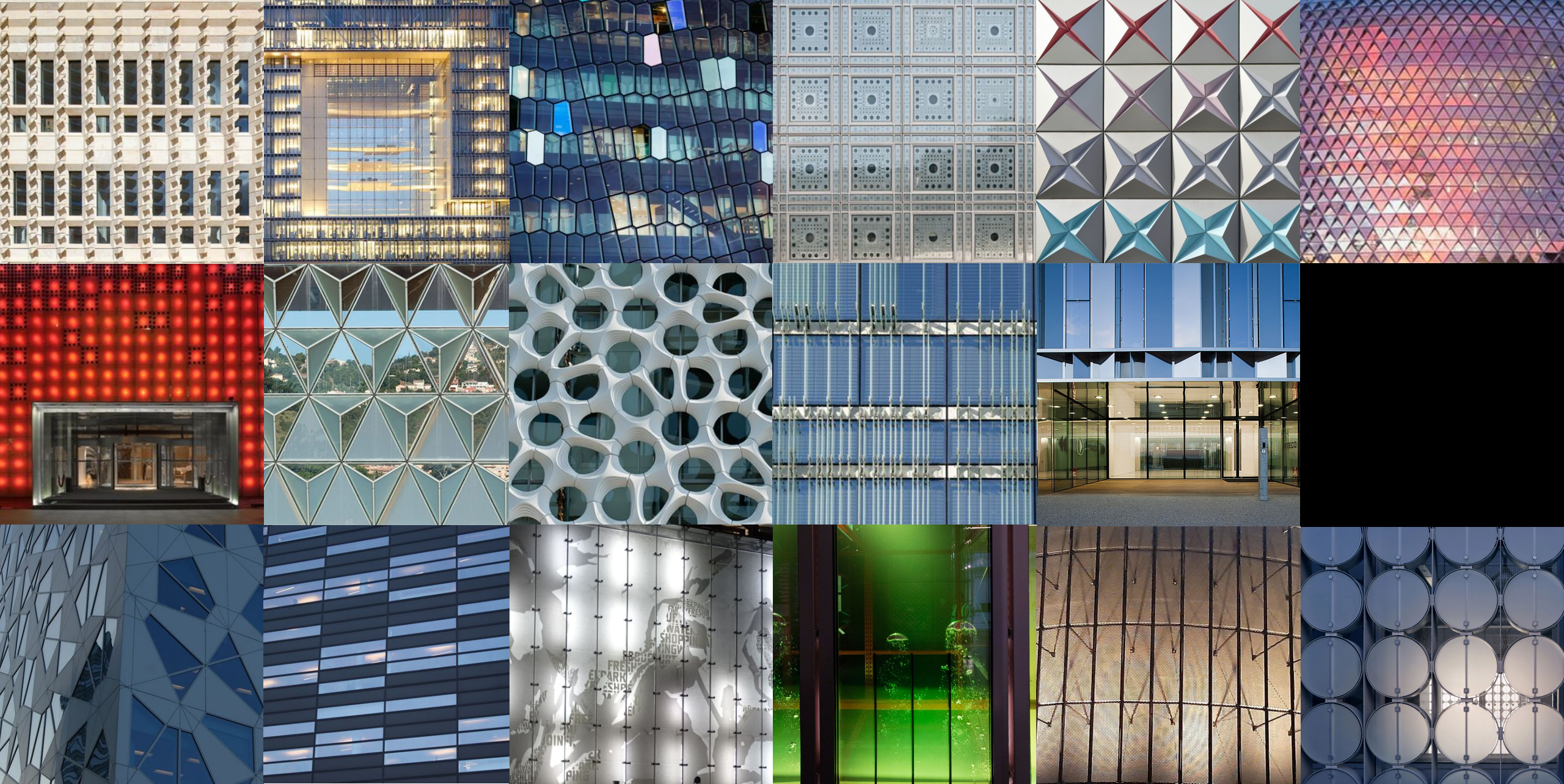


BIQ HOUSE, HAMBURG DE  
Splitterwerk Architects

FIRMA CASA STORE, SAO PAULO BR  
SuperLimão, Campana Brothers

## FASADA ZIELONA / GREEN FACADE





M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)







## HEXAGON FLOWER

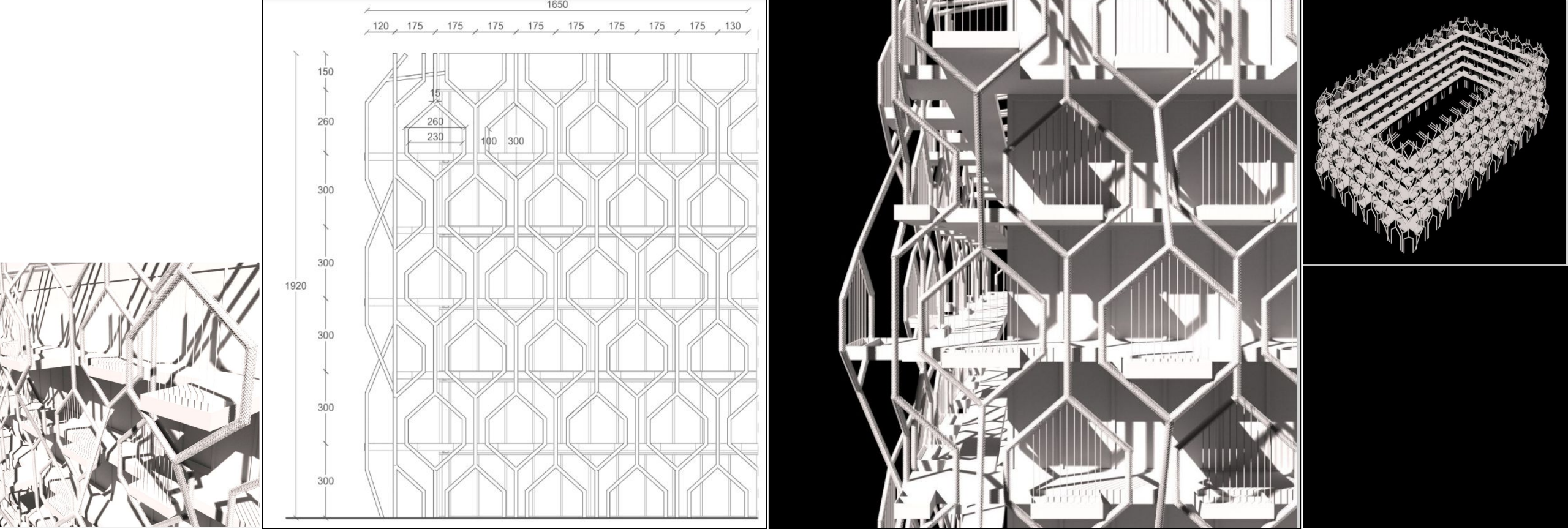
A. Dobczyńska, W. Wojciechowska

3.

## PROJEKTY - WYBRANE PRZYKŁADY / **PROJECTS - SELECTED EXAMPLES**

source of visualizations: students WAPP - authors of designs made under the supervision of H. Michalak in the academic year 2020/21





## DE-HYDRATION

K.Wleklak, Z.Zdanowicz

## PROJEKTY - WYBRANE PRZYKŁADY / PROJECTS - SELECTED EXAMPLES

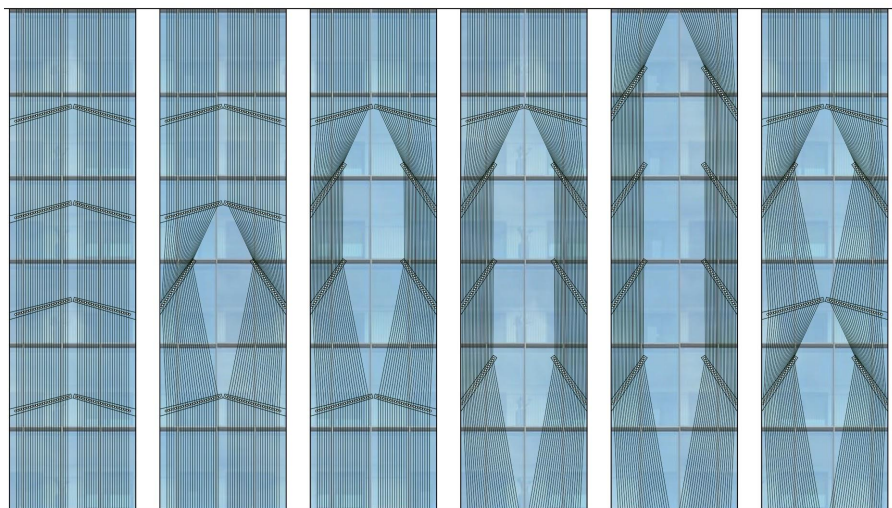
source of visualizations: students WAPP - authors of designs made under the supervision of H. Michalak in the academic year 2020/21

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL







## DOMKI DLA JERZYKÓW / SWIFT BIRDHOUSES

H. Żylińska, F. Wojtkowiak

## PROJEKTY - WYBRANE PRZYKŁADY / **PROJECTS - SELECTED EXAMPLES**

source of visualizations: students WAPP - authors of designs made under the supervision of H. Michalak in the academic year 2020/21



HOSPITAL 'DR M. GEA GONZALES', MEXICO MX  
Elegant Embellishments

4.

## **ANALIZA WYBRANYCH ELEWACJI** **ANALYSIS OF SELECTED FACADES**

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL



Table 1, 2, 3. A-M signs describe **the function of facade modules** (A-maximizing daylight, B-protection against excessive sun exposure, C-isolation, D-ventilation, E-air purification, F-heat rejection, G-improvement of acoustics, H-electricity generation, I-wind protection, J-improvement of aesthetics, K-water collection, L-show symbolic meaning, M-use of local materials). **The joints of the modules** (T) have been classified (X-rigid joints, Y-hinge joint, Z-other joints). The mobility of the façade (M) was determined on a scale of 0-2 (0-immobile façade, 1-mobile façade in one axis, 2-mobile façade in 2 axes). The types of facades are described: kinetic facade (\* object name), modular-mesh facade (\*\* object name), green facade (\*\*\*) object name).

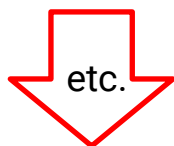
Tabela 1, 2, 3. Oznaczenia A-M opisują **funkcję modułów fasad** (A-maksymalizacja światła dziennego, B-ochrona przed nadmierną ekspozycją słońca, C-izolacja, D-wentylacja, E-oczyszczanie powietrza, F-odrzućanie ciepła, G-tłumienie dźwięku, H-wytwarzanie energii elektrycznej, I-ochrona przed wiatrem, J-zwiększenie estetyki, K-zbieranie wody, L-odzwierciedlenie symboliki, M-wykorzystanie lokalnych materiałów). **Łączenia modułów** (T) zostały poddane klasyfikacji (X-połączenie sztywne, Y-przegub, Z-inne połączenie). Mobilność fasady (M) określono w skali 0-2 (0-fasada niemobilna, 1-fasada mobilna w jednej osi, 2-fasada mobilna w 2 osiach). Rodzaje fasad zostały opisane: fasada kinetyczna (\*nazwa obiektu), fasada modułowa-siatki (\*\*nazwa obiektu), fasada zielona (\*\*\*)nazwa obiektu).

RGB

## ANALIZA WYBRANYCH ELEWACJI

### ANALYSIS OF SELECTED FACADES

Building name	City, country	Architect	Year	Building area [m <sup>2</sup> ]	Fasade function	Module dimensions [mm]	Number of modules	T	M
30 St Mary Axe	London, GB	Foster & Partners	2004	46400	C, J	3800x2000	24 000	X	0
727 W. Madison St. Parking	Chicago, US	FitzGerald Associates Architects	2018	~1000	B, H, J	900x3000	1000	X	0
Administrative Center YJP	Tianjin, CN	HHD_FUN	2009	18000	B, J	140x140	4000	X	0
*Al Bahar Towers	Abu Dhabi, AE	AEDAS	2012	32000	B, F,L	4200x4200	2098	Y	2
*Apple Dubai Mall	Dubai, AE	Foster+Partners	2014	2538	B	~5500x11000	18	Y	2
Bank building	Frankfurt, DE	TEK TO NIK	2016	5226	J	~3000x2500	60	X	0
*Ballet Mechanique	Zurich,CH	Manuel Herz	2017	600	B	~2500x3500, 5000x3500, 7500x3500	15	Y	2
***BIQ house	Hamburg, DE	Splitterwerk Architects	2013	1350	H	700x2500	129	X	0
*Brisbane Airport Parking	Brisbane, AU	Ned Khan + UAP	2011	16500	J	~150x200	118000	Y	1
Bulgari shop	Kuala Lumpur, MY	MVRDV	2018	103	A, J	~250-270	9	X	0
**Cabin of 3D Printed Curiosities	Oakland, US	Emerging Objects	2018	11	B, J, K	100x100	4500	X	0
CCTV Headquarters	Beijing, CN	OMA	2012	473000	J	6000x6000 12000x12000 24000x24000	~800	X	0
***CDL Tree House	Singapore, SG	City Developments Limited (CDL)	2013	2289	B, C, G, E	~4000x6000, 15000x19000	36	X	0
Centrum fitness Le Nuage	Montpellier , FR	Philippe Starck	2015	3000	A, J	main ~9500x2500	42	X	0
China Steel Corporation Headquarters	Kaohsiung, TW	Kris Yao   Artech Architects	2012	81054	C	3000x1500	~8450	X	0



1- 71

## ANALIZA WYBRANYCH ELEWACJI ANALYSIS OF SELECTED FACADES

## TABELA 1 / TABLE 1





ENTERTAINMENT COMPLEX, BEIJING CN  
Simone Giostra & Partners Architects

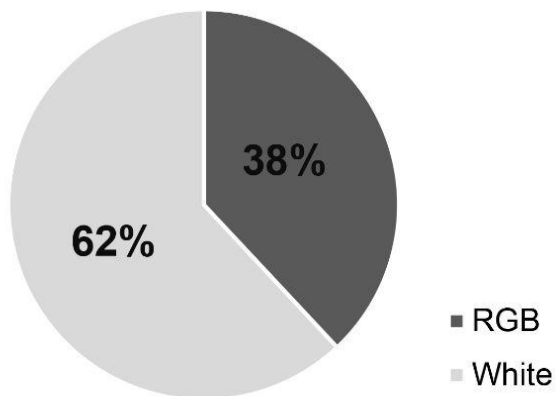
## 5. WYNIKI ANALIZ / **RESULTS ANALYSIS**

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

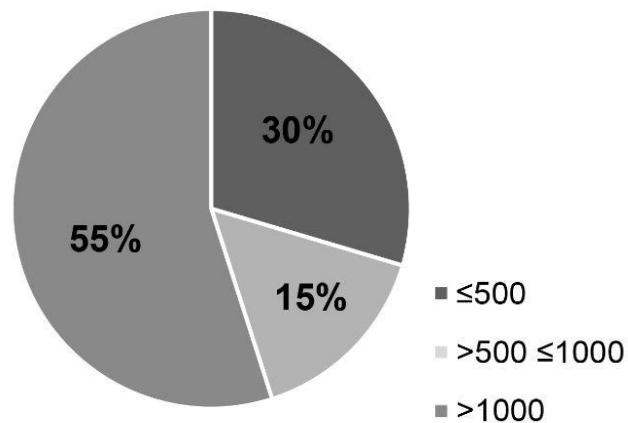
STUDIO DL  
ARCHITECTURE



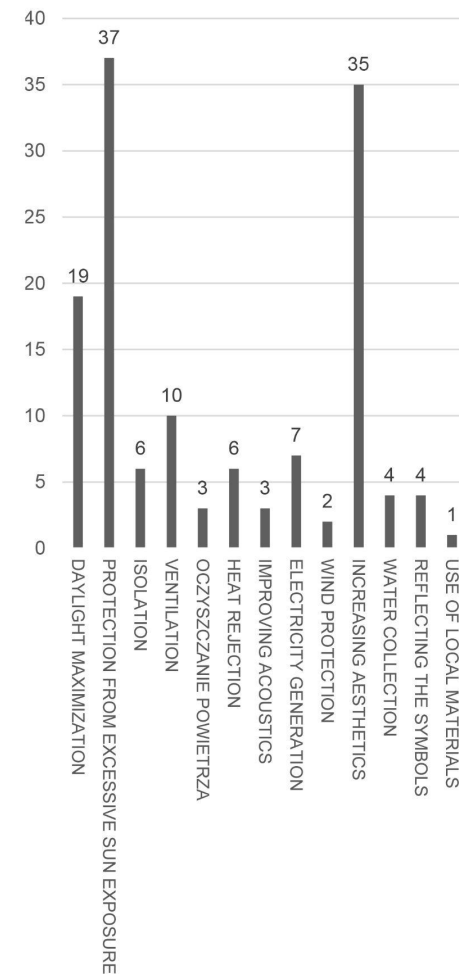
ILUMINACJA / ILLUMINATION



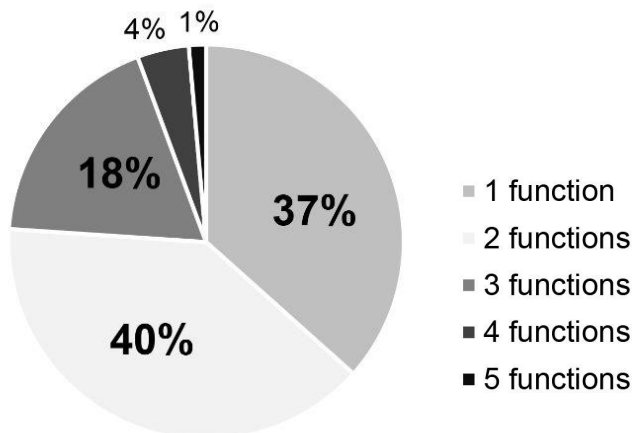
ILOŚĆ MODUŁÓW/ QUANTITY OF MODULES



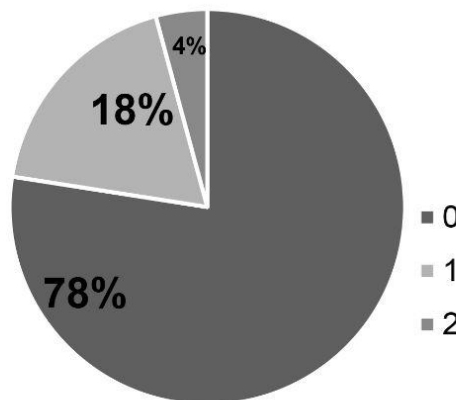
CZĘSTOŚĆ FUNKCJI  
FREQUENCY OF THE FUNCTION



ILOŚĆ FUNKCJI/ QUANTITY OF FUNCTIONS



STOPIEŃ MOBILNOŚCI FASADY/  
MOBILITY OF THE FACADE



WYNIKI /  
RESULTS



# TABELA 2 / TABLE 2

Building name	City, country	Architect	Year	Building area [m <sup>2</sup> ]	Fasade function	Module dimensions [mm]	Number of modules	T	M
*Municipal Stadium	Poznań, PL	Modern Construction Systems	2010	250000	A, B, I, J	~9000x4000	920	Z	1
Poznań Main Train Station	Poznań, PL	Pentagram Architekci	2012	60000	A	~750x1500	4870	X	0
Stary Browar Shopping Mall	Poznań, PL	ADS	2003, 2007	130000	J	glass planks 262, 331, 232	~8000	X	0
Poznań Congress Center	Poznań, PL	Wojciech Tkaczyk	1994 - 2008	5700	J	interior light modules Δ1800x3600	~154	X	0
**Posnania Shopping Mall	Poznań, PL	RTKL	2016	230000	J	~1800x1800	front 620	X	0
Malta Shopping Mall	Poznań, PL	Ewa i Stanisław Sipiński	2009	162000	B, J	screen printing modules 1500x1500	1500	X	0
Hala Gliwice	Gliwice, PL	Perbo Projekt, Modern Construction System	2018	65 890	B, J	~800x1500	~4000	X	0
Q22	Warsaw, PL	APA Kuryłowicz & Associates	2016	91164	A, F, G	4740x2540	2100	X	0
*Warsaw UNIT	Warsaw, PL	Projekt PBPA	2020	57000	B	~100x100	90000	Y	1
Złote Tarasy Shopping Mall	Warsaw, PL	Partnerstwo Jerde	2007	205000	A, B, J	Δ2500x3000	7000	X	0
Ethos	Warsaw, PL	maas projekt	2017	15808	J	similar windows ~1000x1500	~160	X	0

Tabela 1, 2, 3. Oznaczenia A-M opisują funkcję modułów fasad (A-maksymalizacja światła dziennego, B-ochrona przed nadmierną ekspozycją słońca, C-izolacja, D-wentylacja, E-oczyszczanie powietrza, F-odrzuwanie ciepła, G-tłumienie dźwięku, H-wytwarzanie energii elektrycznej, I-ochrona przed wiatrem, J-zwiększenie estetyki, K-zbieranie wody, L-odzwierciedlenie symboliki, M-wykorzystanie lokalnych materiałów). Łączenia modułów (T) zostały poddane klasyfikacji (X-połączenie sztywne, Y-przegub, Z-inne połączenie). Mobilność fasady (M) określono w skali 0-2 (0-fasada niemobilna, 1-fasada mobilna w jednej osi, 2-fasada mobilna w 2 osiach). Rodzaje fasad zostały opisane: fasada kinetyczna (\*nazwa obiektu), fasada modułowa-siatki (\*\*nazwa obiektu), fasada zielona (\*\*\*)nazwa obiektu).

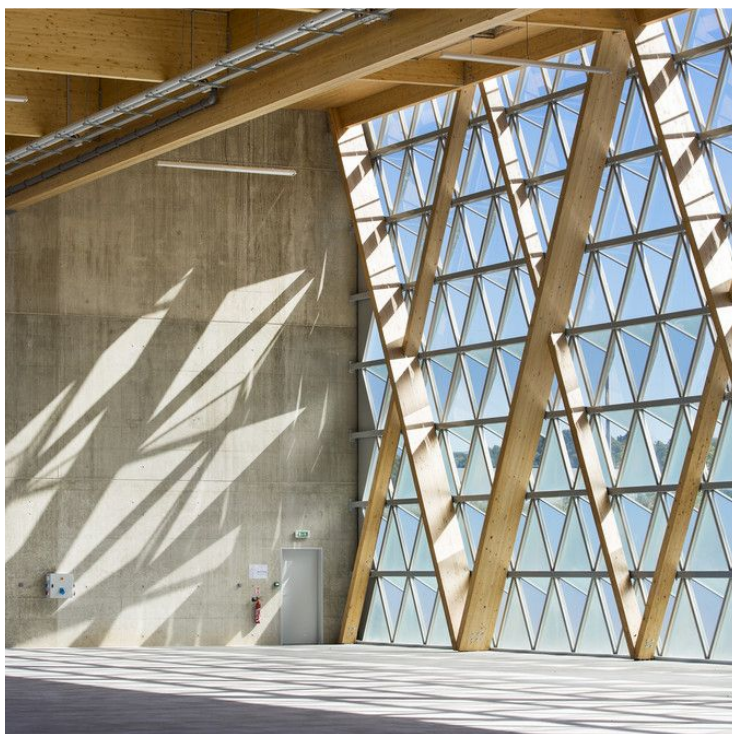


HANGAR H16, CANNES FR  
Comte & Vollenweider

6.

## KSZTAŁTOWANIE ŚWIATŁA DZIENNEGO / **SHAPING DAYLIGHT**

HANGAR H16, CANNES FR  
Comte & Vollenweider



CCTV HEADQUARTERS, BEIJING CN OMA



## ŚWIATŁOCIEŃ WE WNĘTRZACH / LIGHTNING IN THE INTERIORS

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL





PROJEKTOWANIE OŚWIETLENIA DZIENNEGO  
WE WNĘTRZACH / DAYLIGHT DESIGN IN INTERIORS  
WYKORZYSTANIE / USAGE:

- ŚWIATŁA SŁONECZNEGO / SUNLIGHT
- ŚWIATŁA NIEBOSKŁONU / SKY LIGHT

TYPY ŚWIATŁA DZIENNEGO / TYPES OF DAYLIGHT:

- ŚWIATŁO BEZPOŚREDNIE / DIRECT LIGHT
- ŚWIATŁO ROZPROSZONE / DIFFUSED LIGHT
- ŚWIATŁO ODBITE / REFLECTED LIGHT

DWORZEC PKP, POZNAŃ PL  
Bose International / Pentagram Architekci



Światło dzienne we wnętrzach/ **DAYLIGHT**

## SYSTEMY przekierowywania światła dziennego:

z przesłanianiem – ochrona przed bezpośrednim promieniowaniem słońca  
bez przesłaniania:

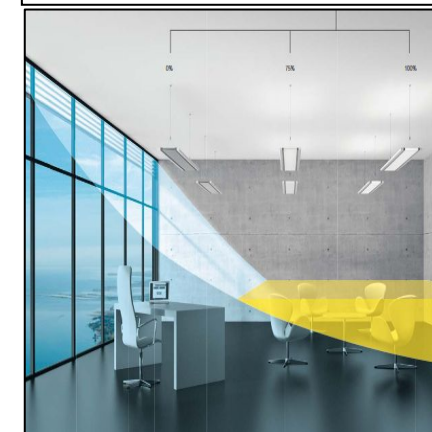
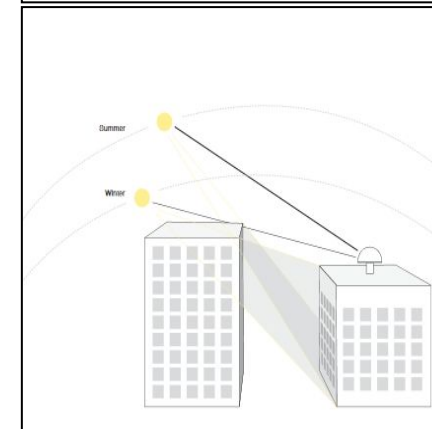
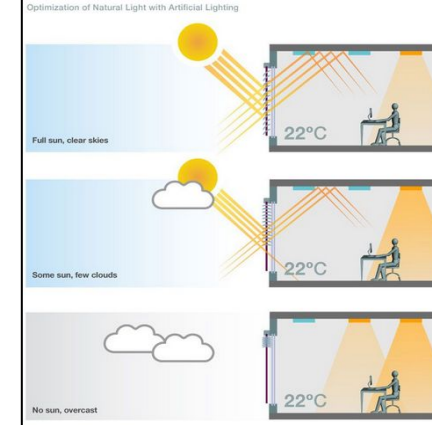
- systemy transportujące światło
- systemy rozpraszające światło
- systemy przekierowujące głównie światło nieboskłonu
- systemy przekierowujące głównie światło słoneczne

## SYSTEMS for daylight diversion:

with shading - protection from the direct rays of the sun

without shading:

- light transport systems
- diffuse systems
- systems that transmit mainly sky light
- systems that transmit mainly sunlight



## Światło dzienne we wnętrzach/ DAYLIGHT







Malta Office Park, Poznań PL,  
Litoborski + Marciniak Biuro Architektoniczne



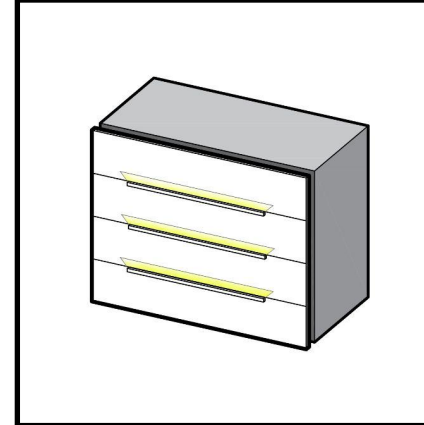
UNIwersytet Ekonomiczny, Poznań PL, ATRIUM ASA

## Metody iluminacji / **ILLUMINATIONS METHODS**

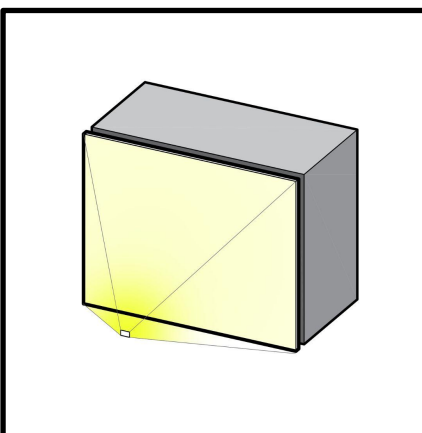
M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL

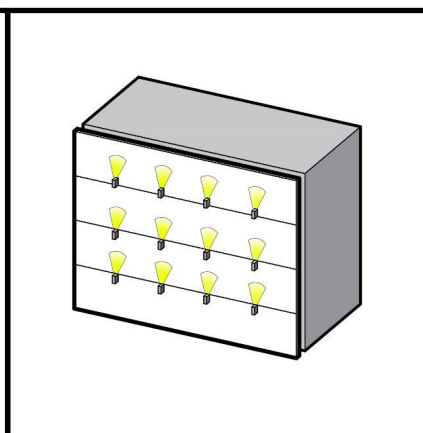




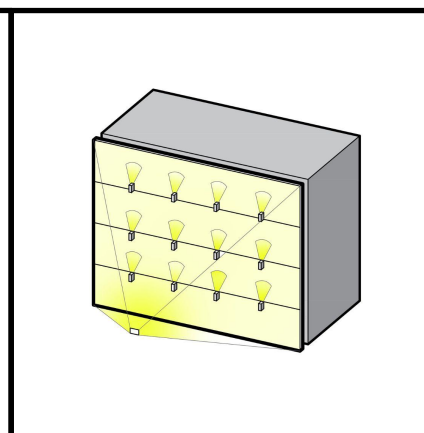
liniowa/ linear



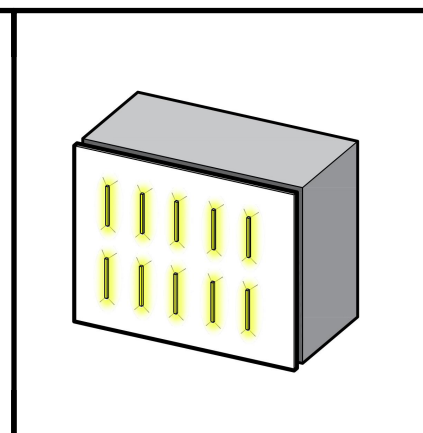
metoda zalewowa/  
flood method



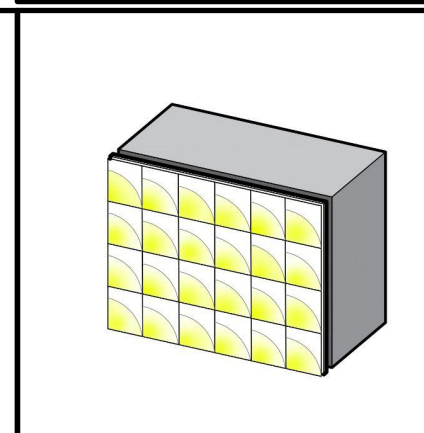
punktowa/ spot



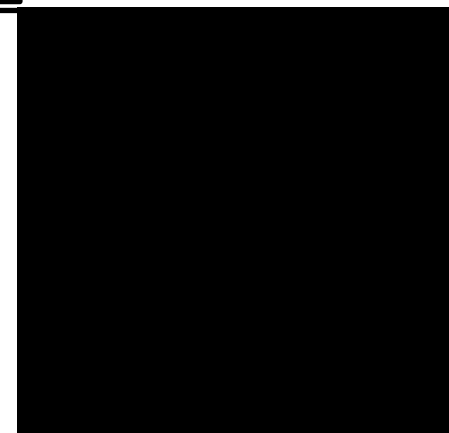
mieszana/ combined



bezpośrednia/ direct

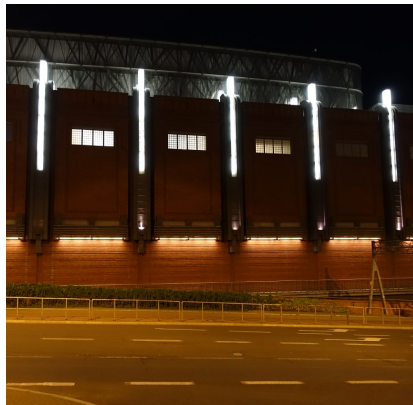
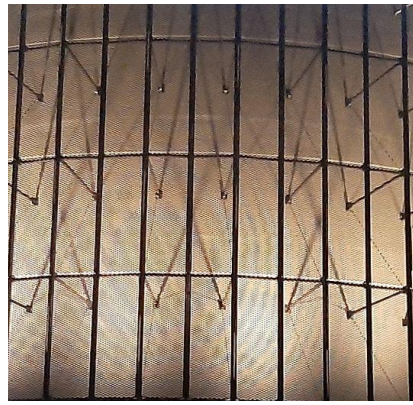
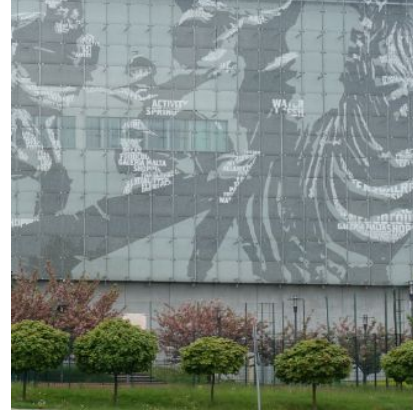
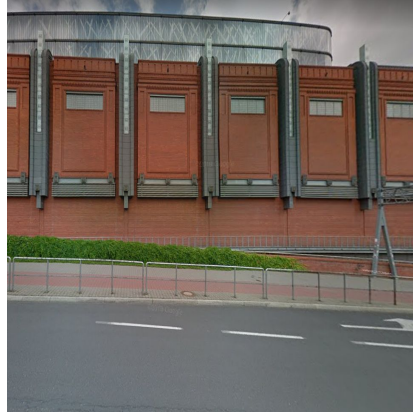
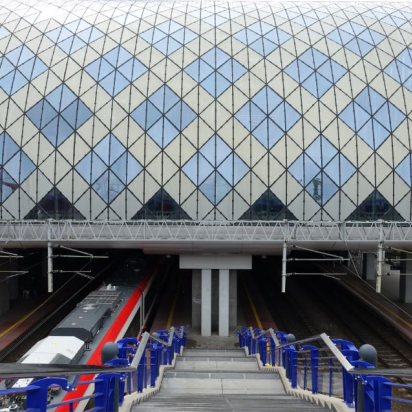


modułowa/ modular



## Metody iluminacji / **ILLUMINATIONS METHODS**





Dworzec PKP,  
Poznań PL

**metoda zalewowa/  
flood method**

Malta Office Park,  
Poznań PL

**punktowa/ point**

Biurowiec ETHOS,  
Warszawa PL

**liniowa/ linear**

Centrum Posnania,  
Poznań PL

**mieszana/ mixed**

Stary Browar,  
Poznań PL

**bezpośrednia/ direct**

Centrum Malta,  
Poznań PL

**modułowa/ modular**

## METODY ILUMINACJI / ILLUMINATIONS METHODS



**Elewacje w ruchu** Światło naturalne powoduje zmienność odbioru elewacji. Kierunkowość padania słońca powoduje grę światła i cienia na elewacjach o przestrzennej budowie. W nocnym wizerunku obiektu do wprowadzenia elewacji w ruch może posłużyć oświetlenie sztuczne.

**Możliwe sposoby dynamizacji fasady:**

- zastosowania zróżnicowanych kierunków świecenia,
- zróżnicowanie barwa światła,
- zastosowanie kolorów,
- realizacja scenariuszy świetlnych,
- wprowadzenie systemów ściemniających,
- oświetlenie fasad kinetycznych
- wideo projekcja.

**Facades in motion** Natural light causes a change in the perception of a façade. The directionality of the sun creates a play of light and shadow on a façade with a spatial structure. In the night-time image of a building, artificial lighting can be used to set the façade in motion.

**Possible ways to dynamise a façade:**

- the use of varying light directions,
- variation of the colour of the light,
- use of colours,
- Implementation of light scenarios,
- introduction of dimming systems,
- illumination of kinetic facades
- video projection



**Dynamika światła/ LIGHT DYNAMICS**



## Oświetlenie żywych fasad:

- oświetlenie dzienne powinno gwarantować pełną vegetację roślin,
- ze względów ekonomicznych i ekologicznych nie stosować systemów doświetlających
- iluminacja zielonych fasad może być realizowana metodą zalewową przy pełnej kontroli natężenia oświetlenia na roślinach w poziomach nie powodujących wzbudzenia procesów wegetatywnych

## Lighting of living facades:

- daylight should guarantee full vegetation of the plants,
- for economic and ecological reasons, no floodlight systems should be used
- Illumination of the green façades can be carried out using the flood method with full control of the illumination intensity on the plants at levels which do not stimulate vegetative processes



POZNAN CONGRES  
CENTER,  
POZNAŃ PL  
architekt Wojciech Tkaczyk

## Oświetlenie żywych elewacji/ **LIVING WALLS ILLUMINATIONS**

**System BMS** integruje systemy sterowania funkcjami technicznymi budynku.

Podsystem zasilania i sterowania energią elektryczną:

- o zabezpieczenia i rozdzielnie elektryczne,
- o instalacje pomiarowe,
- o sterowanie i monitorowanie zadań,
- o okablowanie instalacji zasilających,
- o instalacje oświetleniowe,
- o urządzenia i układy zasilania awaryjnego,
- o transport pionowy i poziomy.

Podsystem sterowania komfortem :

- o sterowanie klimatyzacją,
- o sterowanie wentylacją,
- o sterowanie ogrzewaniem,
- o sterowanie oświetleniem,
- o sterowanie nagłośnieniem,
- o sterowanie systemami parkingowymi,
- o obsługa urządzeń audio-video,
- o system pogodowy.

The **BMS system** integrates systems for controlling technical functions of a building

Electricity supply and control subsystem:

- o electrical protection and switchboards,
- o metering equipment,
- o control and monitoring tasks,
- o wiring of power supply installations,
- o lighting installations,
- o emergency power equipment and systems,
- o vertical and horizontal transport.

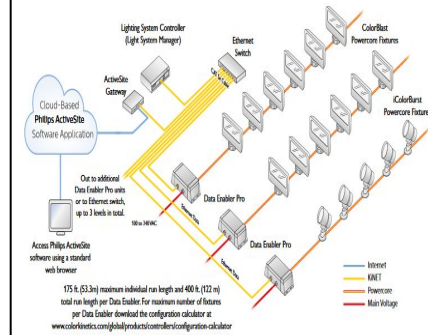
Comfort control subsystem:

- o air-conditioning control,
- o ventilation control,
- o heating control,
- o lighting control,
- o Controls of sound systems,
- o control of parking systems,
- o control of audio-video equipment,
- o weather system.



## ZARZĄDZANIE OŚWIETLENIEM / LIGHT MANAGEMENT

Installation Example



**BMS**  
Building  
Management  
System

**LMS**  
Light  
Management  
System



Commission Internationale de l'Eclairage CIE 150: Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installation, CIE, 2017, Vienna

Dybczyński W, Pracki P, "Technika świetlna `09, tom 1", Letter Quality, Warszawa 2009. ISBN 9788391084953

Goronczy E. Light Pollution in Metropolises: Analysis, Impacts and Solutions", Springer 2020, ISBN: 9783658297220

Grzonkowski J, Pracki P, "Technika świetlna `09, tom 2", Letter Quality, Warszawa 2013. ISBN 9788391084953

Grzonkowski J, Pracki P, "Technika świetlna `09, tom 3", Letter Quality, Warszawa 2013. ISBN 9788391084953

Keller M., "Fascynujące Światło", LTT, Warszawa 2013. ISBN 9788393558902

Kronhagel C. et al. Ag4 Media Facades, Daab gmbh, Köln 2006 (OMA, Rem Koolhaas Pekin )

Martyniuk-Pęczek J., "Światła miasta", Marina, Wrocław 2014. ISBN 9788361872726

Michalak H., Illusionistic Game of Light – the Art of Shaping of Realistic Space in: Defining the Architectural Space - The Truth and Lie of Architecture, ed. T. Kozłowski Oficyna Wydawnicza ATUT, Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Wrocław 2020, vol. 5 PN-71/B-02380. Oświetlenie wewnątrz światłem dziennym.

PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. 2014

PN-EN 12464-2: Light and Lighting – Lighting of work places – Part 2: Outdoor work places, CEN, 2014,

Ratajkiewicz P., Michalak H. (2020), Minimalizacja ilości parametrów oświetleniowych przyczyną zubożenia nocnego krajobrazu miast, w: Academic Journals Poznan University of Technology, Electrical Engineering, nr 104, Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej, Poznań, 119-128

Skarżyński K, Żagan W., 'The "layered method" – A third method of floodlighting', Article in Lighting Research and Technology · October 2019 DOI: 10.1177/1477153519882997

Wasserfurth-Grzybowski N. W., The Light Code. Light Encodes Reality, VIA-Verlag, Gütersloh 2018. ISBN 9783981194098

Weinert J., "LED Lighting Explained, Pjilips Solid-Stat Lighting Solutions Inc, Burlington 2010. ISBN 9780615360614

Żagan W. "Iluminacje obiektów", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003. ISBN 8372073600

## WYBRANA LITERATURA / **SELECTED LITERATURE**

<http://www.zigersnead.com/current/blog/post/greenpix-the-zero-energy-media-wall/08-27-2008/1530/>  
[https://archirama.muratorplus.pl/architektura/najlepszy-budynek-swiata-media-tic-w-barcelonie,67\\_1088.html](https://archirama.muratorplus.pl/architektura/najlepszy-budynek-swiata-media-tic-w-barcelonie,67_1088.html)  
<https://archfoto.pl/ima/>  
[https://www.swedishwood.com/publications/wood-magazine/2015-3/garage\\_for\\_the\\_jetset/](https://www.swedishwood.com/publications/wood-magazine/2015-3/garage_for_the_jetset/)  
<https://divisare.com/projects/165724-henning-larsen-architects-harpa-concert-conference-centre>  
<https://pl.pinterest.com/pin/390124386442759401/>  
<https://www.detail.de/artikel/im-bluetenrausch-lagerhalle-von-brisac-gonzalez-12287/>  
<https://prints.edmundsumner.co.uk/products/car-park-01-copy>  
<http://www.colorkinetics.com>  
<https://divisare.com/projects/227798-sean-godsell-architects-rory-gardiner-earl-carter-rmit-design-hub#lg=1&slide=7>  
<https://architectureau.com/articles/beyond-parametricism-transforming-the-city-with-sustainable-design/>  
[https://cdn.archilovers.com/projects/c\\_383\\_6aaf8340-e417-4c68-b044-2bf9c5c5864f.jpg](https://cdn.archilovers.com/projects/c_383_6aaf8340-e417-4c68-b044-2bf9c5c5864f.jpg)  
<https://www.archdaily.com/431304/hangar-h16-comte-and-vollenweider-architectes>

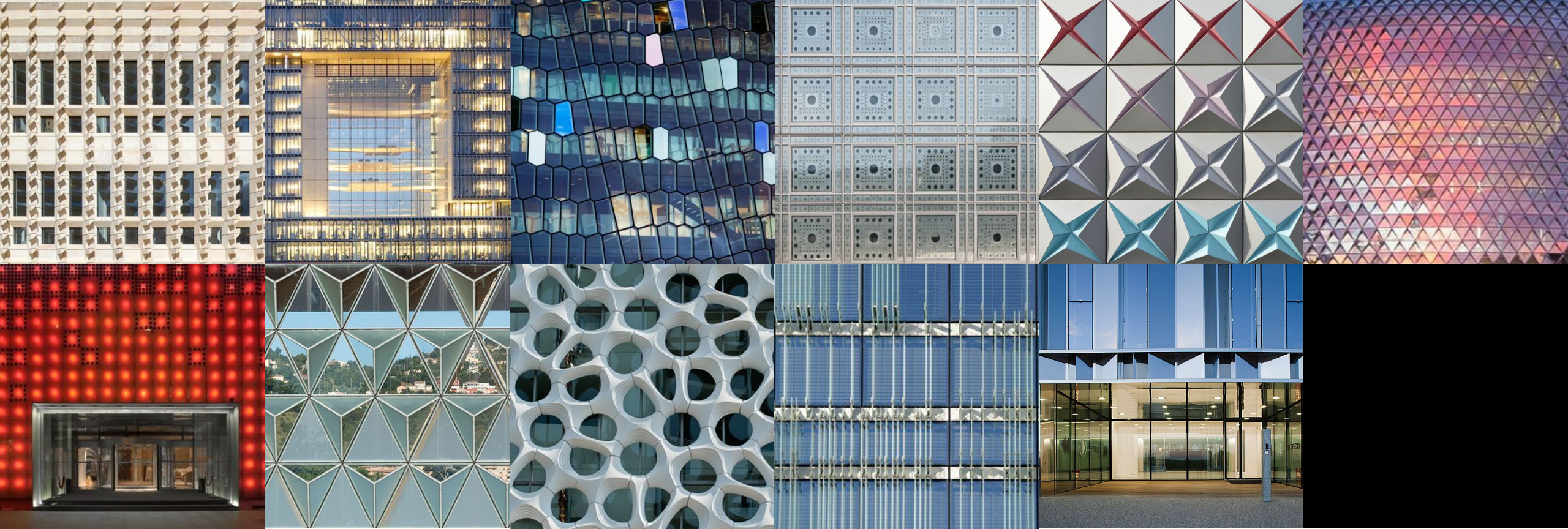
STUDIO DL Polska

fotografia autorskie: Piotr. Ratajkiewicz, Hanna Michalak

diagramy: Patrycja Kamińska

## ŹRÓDŁA ILUSTRACJI / ILLUSTRATIONS SOURCES





Thank you for your attention

M. Arch. Patrycja Kamińska, Assoc. Prof. D.Sc. Ph.D. Arch. Hanna Michalak, Politechnika Poznańska, Wydział Architektury Poznan University of Technology Faculty of Architecture; M.Sc.Eng. Piotr Ratajkiewicz (Studio DL)

STUDIO DL  
ARCHITECTURE DESIGN

