

**Politechnika  
Warszawska**



Wydział Instalacji Budowlanych,  
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

## Intensywne aranżacje roślinne w pomieszczeniach – wyzwania, korzyści, konsekwencje



Halina Gackowska, FLORABO  
Zuzanna Skrzyńiarz, FLORABO  
Jerzy Sowa, Politechnika Warszawska

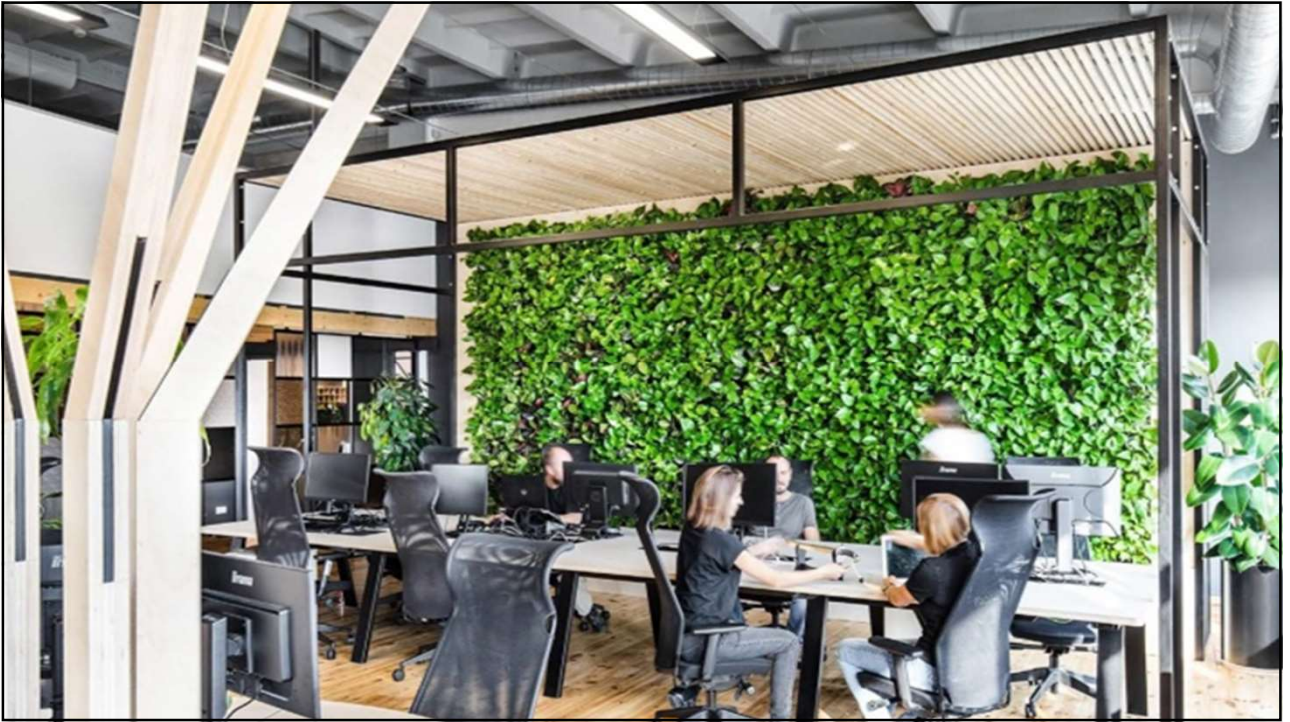


1



2





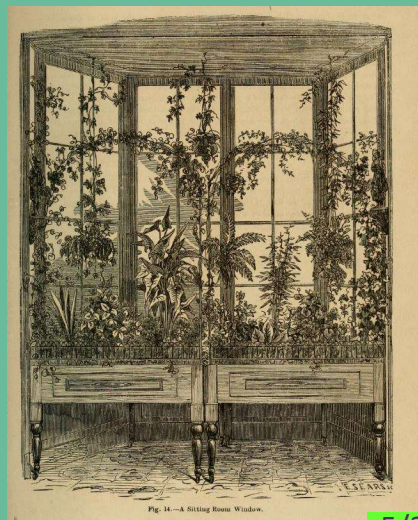
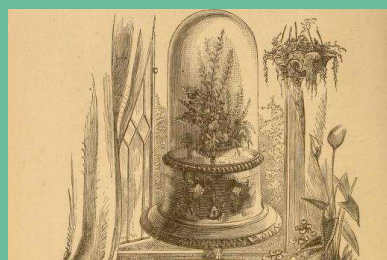
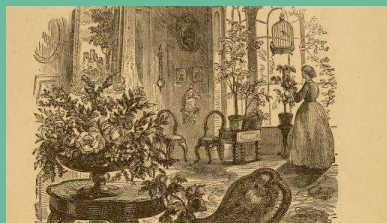
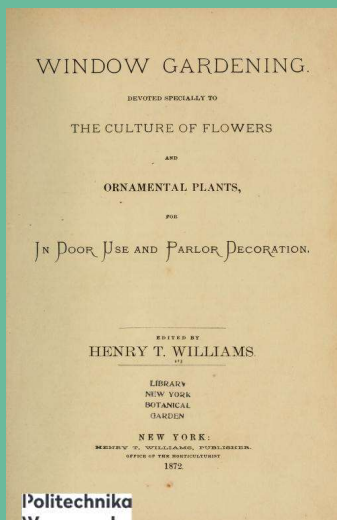
3



4



## Rośliny ozdobne we wnętrzach pojawiły się w XIX w.



5

## Biofilia - Edward O. Wilson

Wrodzone ludzkie upodobanie do natury (biofilia), to koncepcja, która od kilku już dziesięcioleci jest uznawana przez naukowców i projektantów, a intuicyjnie przez setki lat przez ogół ludności. Termin biofilia spopularyzował w latach 80. XX wieku amerykański biolog Edward O. Wilson.

Praktycznym efektem coraz większej popularności tej koncepcji jest nowy trend w projektowaniu wnętrz (ang.) "biophilic design".

Projektowanie zgodne z ideą biofilii opiera się na trzech zasadach: wprowadzanie natury do wnętrza, wprowadzanie odpowiedników i substytutów natury oraz charakter (natura) przestrzeni.

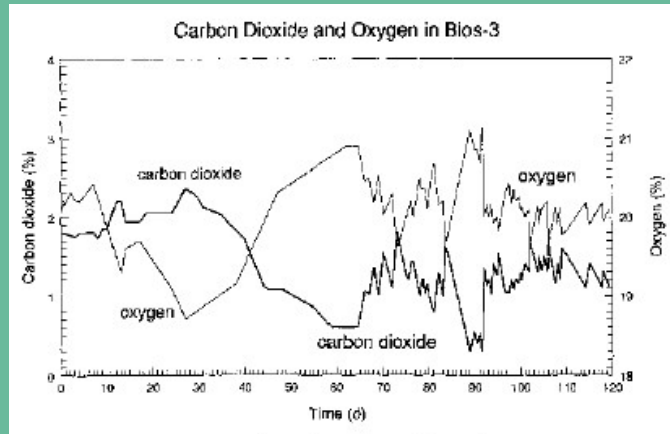


6

## Zamknięte ekosystemy (Bios-3, Krasnojarsk, ZSRR/Rosja)



<http://www.biosmhars.eu>



Salisbury et al 1997, Bios-3: Siberian Experiments in Bioregenerative Life Support

Zmienność stężenia  $O_2$ : 18,7-21% !

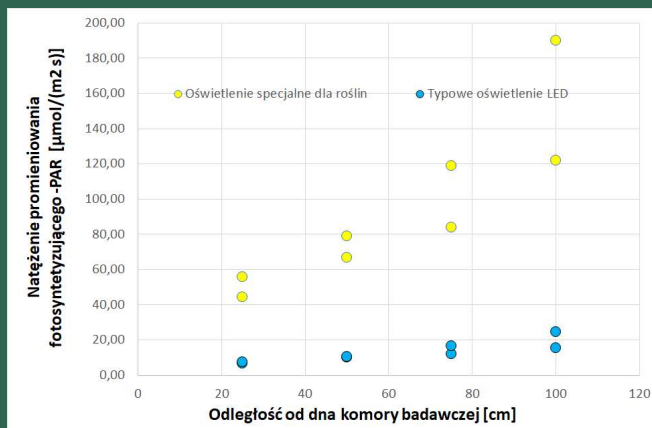
Zmienność stężenia  $CO_2$ : 0,5-2,2% (5000-22000) ppm!

7/22

Politechnika  
Warszawska

7

## Własne badania nad roślinami ozdobnymi



Rośliny:

- Aglaonema
- Epipremnum złociste
- Ficus Elastica
- Sansewieria



Badane typy oświetlenia:

- Oświetlenie specjalne dla roślin
- Typowe oświetlenie LED

Politechnika  
Warszawska



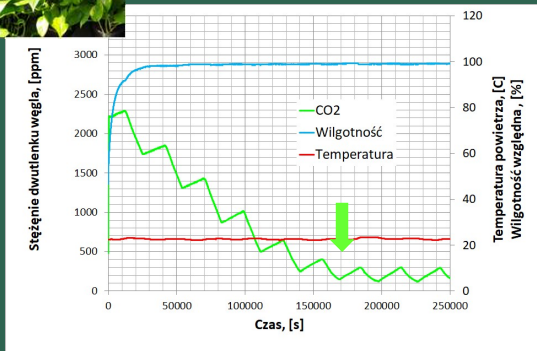
8/22

8

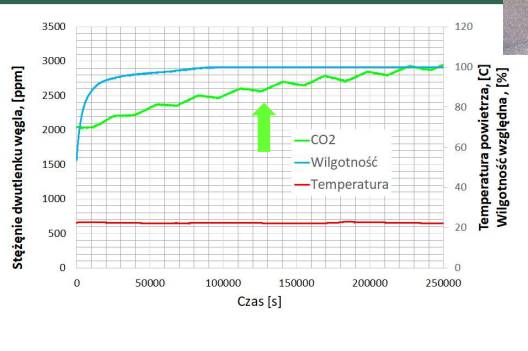
# Procesy fotosyntezy i foto-oddychania



Epipremnum złociste  
 Oświetlenie specjalne dla roślin  
 Dominacja procesu fotosyntezy



Ficus elastica  
 Typowe oświetlenie LED  
 Dominacja procesu foto-oddychania

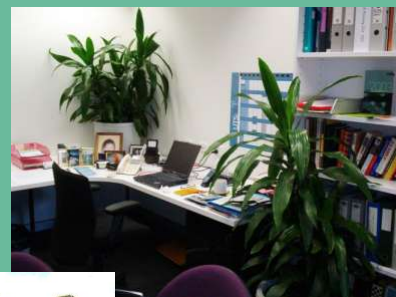
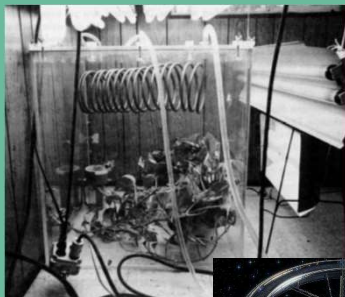


# Zdolność roślin do usuwania LZO

Oryginalne badania NASA

Półka spin-off prowadząca intensywny marketing

Rozczarowanie użytkowników



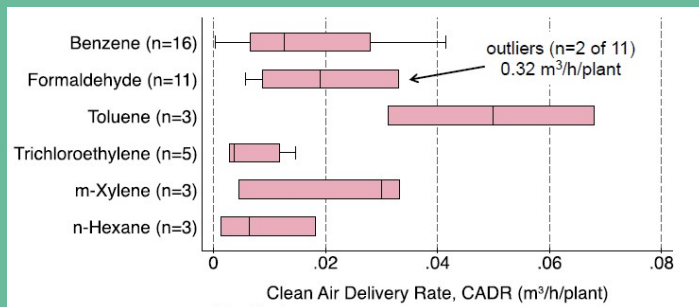


## Jak dobrym biofiltrem powietrza jest pojedyncza roślina?



Efekt zależy od:

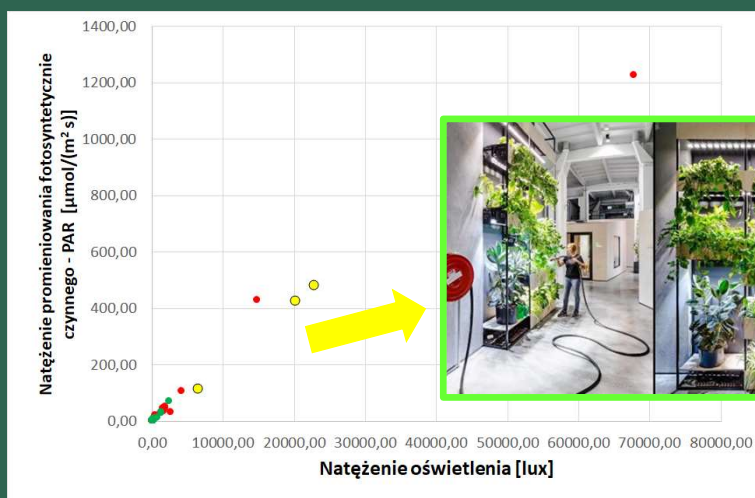
- gatunku rośliny,
- podłoża,
- parametrów oświetleniowych,
- temperatury i wilgotności powietrza,
- związku chemicznego
- stężenia związku chemicznego,
- występowania mieszaniny wielu związków.



Waring MS, Bio-walls and indoor houseplants: facts and fictions 2016

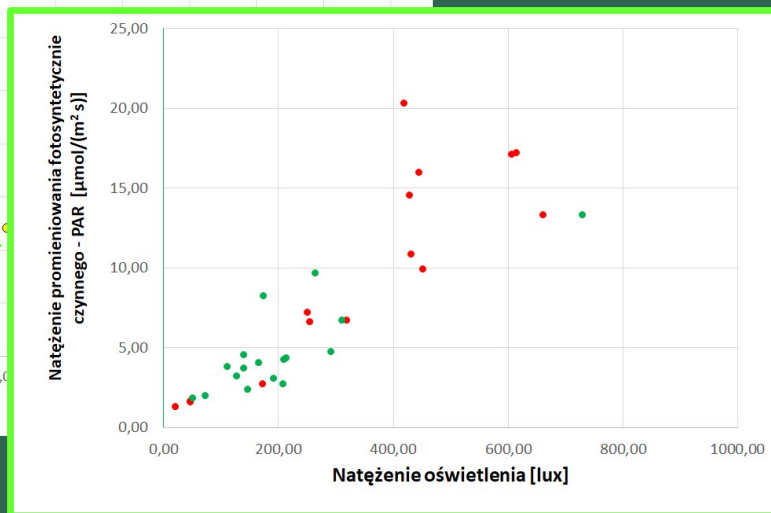
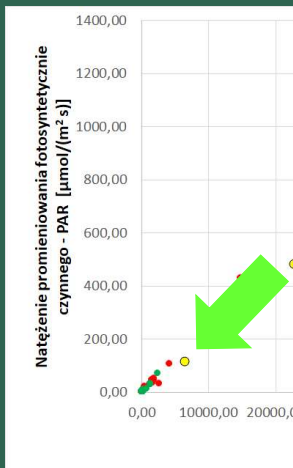
11

## Natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego spotykane w budynkach biurowych



12

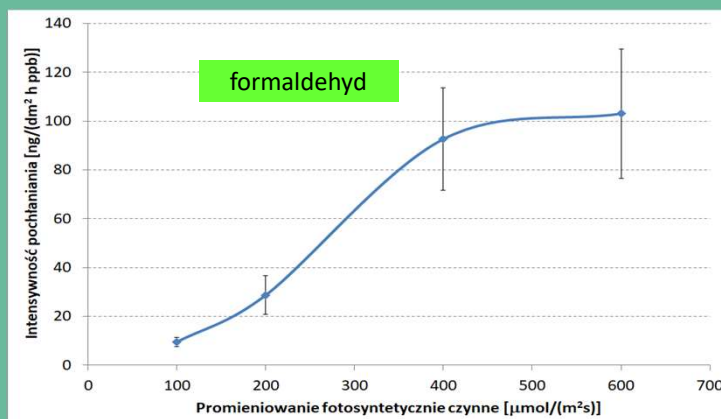
## Natężenia promieniowania fotosyntetycznie czynnego na typowych stanowiskach pracy biurowej



13

## Czy tak zebrane wyniki są porównywalne?

Oleander  
*Nerium indicum*



Kondo, T et al. (1995). Absorption of formaldehyde by oleander (*Nerium indicum*)

14

## Badania sorpcji LZO przez rośliny ozdobne wraz z substratem

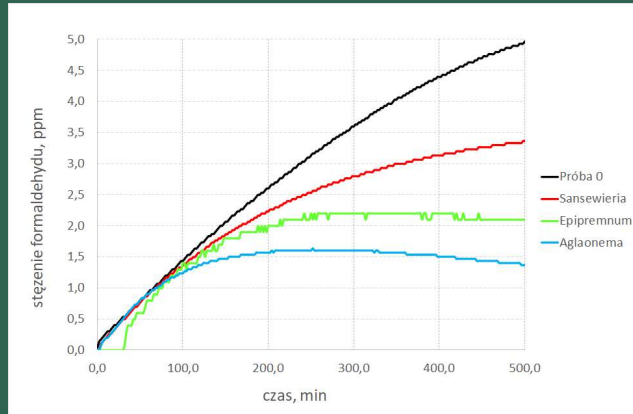
Badane zanieczyszczenia:

- Benzen
- Fenol,
- Formaldehyd
- Styren
- Toluen

Rośliny:

- Sansewieria
- Epipremnum
- Aglaonema

Liczba roślin w komorze 1,2,3



15/22

Jaka jest wymagana liczba roślin na metr kwadratowy powierzchni dla osiągnięcia zauważalnego efektu?

Założenia:

Powierzchnia pomieszczenia 60 m<sup>2</sup>

Kubatura 180 m<sup>3</sup>

Rekord aranżacji FLORABO 5,44 rośliny/m<sup>2</sup> podłogi !

Założona efektywność biofiltracji	Liczba wymian powietrza w pomieszczeniu [h <sup>-1</sup> ]			
	0,2	0,5	1	2
10%	3	8	17	33
25%	10	25	50	100
50%	30	75	150	300

16/22

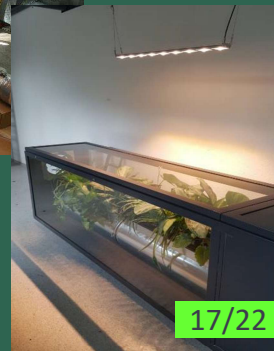


## Filtr aktywny biologicznie: koncepcja i badania w skali laboratoryjnej



moduł kwiatowy,  
moduł wentylatora,  
moduł filtracji dodatkowej (filtr węglowy)

Szacowana  
wartość CAD  
ok. 30 m<sup>3</sup>/h !!!



## CD Projekt Red, Warszawa, Polska



Powierzchnia biura: 3633 m<sup>2</sup>

Pracownicy: około 350 osób.

- Zielona ściana 40 m<sup>2</sup> 1080 roślin
- 50 zwieszonych biofiltrów pasywnych z 200 roślinami
- 80 zwieszonych biofiltrów z wymuszonym przepływem z 320 roślinami
- 60 roślin dużych i średniej wielkości (wysokości 80-150 cm)

*Philodendron Xanadu, Philodendron "CumLuade", Philodendron scandens, Epipremnum aureum, Alocasia Gaganea, Scindaptus pictus, Aglaonema Silver Bay, Chlorophytum comosum, Monstera Deliciosa.*

## Jaka jest wymagana liczba filtrów aktywnych biologicznie do osiągnięcia zauważalnego efektu?

Założenia:

Powierzchnia pomieszczenia 60 m<sup>2</sup>

Kubatura 180 m<sup>3</sup>

Założona efektywność biofiltracji	Liczba wymian powietrza w pomieszczeniu [h <sup>-1</sup> ]			
	0,2	0,5	1	2
10%	0,13	0,33	0,67	1,33
25%	0,40	1,00	2,00	4,00
50%	1,20	3,00	6,00	12,00

## Wpływ roślin na temperaturę i wilgotność powietrza

Budynek biurowy 3 kondygnacyjny

Lokalizacja: Warszawa-Włochy

Wentylacja mechaniczna  $V_{\text{hig}} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ; ( $> 6,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ );

Regulacja temperatury: Klimakonwektory wentylatorowe (woda 12/18°C; 45/35°C).

Projektowane parametry mikroklimatu

- Lato: temperatura powietrza  $t_p \approx +25-26^\circ\text{C}$ ,  $\phi$  wynikowa
- Zima: temperatura powietrza  $t_p = +20^\circ\text{C}$   $\phi > 40\%$

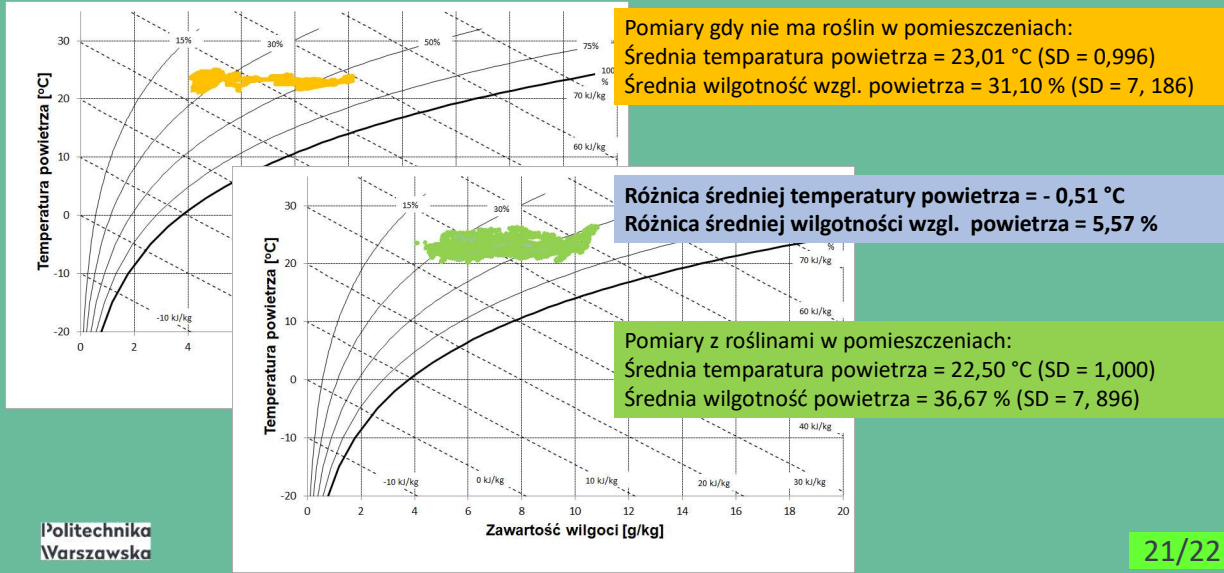
Urządzenia przeciwsłoneczne: żaluzje zewnętrzne

Okres pomiarów: 20 kwietnia – 15 maja

Badane pomieszczenia: pom 1 osobowe wydzielone z przestrzeni open space o pow. 15,87 m<sup>2</sup> oraz 13,47 m<sup>2</sup>.



## Temperatura i wilgotność powietrza



21

## Rośliny w zaawansowanym projektowaniu procesów klimatyzacyjnych



Aranżacja roślinna odpowiada wzrostowi obecnie przyjętych zysków wilgoci o:

- 21 % przy 100 % obecności pracowników,
- 42 % przy 50 % obecności pracowników.

22



## Podsumowanie (1)

- Zapotrzebowanie człowieka na ilość tlenu niezbędną do życia jest równe jego produkcji z ok. 0,64 kg biomasy roślinnej w korzystnych warunkach środowiskowych. Odpowiada to powierzchni liści ok. 28 m<sup>2</sup>. W rzeczywistych pomieszczeniach powierzchnie liści rzadko przekraczają 5% tej wartości.
- W dobrze naświetlonych, silnie zagęszczonych i słabo wentylowanych pomieszczeniach o stężeniach CO<sub>2</sub> rzędu 1500-2000 ppm następuje bardzo szybki wzrost roślin, niestety przy niewielkiej poprawie jakości środowiska.
- Zdolność pojedynczych roślin do oczyszczania powietrza z lotnych związków organicznych jest ograniczona. W zależności od wielkości rośliny, natężenia oświetlenia i związku chemicznego pojedyncza roślina ozdobna może być traktowana jako oczyszczacz powietrza o wskaźniku CADR rzędu 0,02 – 0,06 m<sup>3</sup>/h. W pomieszczeniach o bardzo dużym wypełnieniu roślinami łączny efekt może odpowiadać oczyszczaczowi o wydajności 10-20 m<sup>3</sup>/h.
- Próbki roślin i substratów przed końcową instalacją w „zielonych” biurach powinny być sprawdzone pod względem emisji substancji zapachowych.
- W przypadku gdy przestrzeń biurowa charakteryzują się silnym zróżnicowaniem natężenia promieniowania fotosyntetyzującego PAR, należy doświetlać rośliny w niekorzystnych lokalizacjach specjalnymi lampami lub stosować rotację roślin.

## Podsumowanie (2)

- W „zielonych” pomieszczeniach biurowych zyski wilgoci po uwzględnieniu typowego serwisowania roślin są wyższe od założonych w projekcie o 20-40%. W budynkach wyposażonych w systemy klimatyzacji powietrzno-wodnej może to powodować wzrost zawartości wilgoci o ok 0,5-1 g/kg (możliwe wrażenie duszności) oraz wzrost temperatury punktu rosy o ok. 1K (np. groźba wykraplania wilgoci w aktywnych belkach chłodzących).
- W okresie zimowym zwiększone zyski wilgoci korzystnie wpływają na wzrost wilgotności względnej powietrza i stwarzają okazję do zmniejszenia kosztów nawilżania powietrza.
- W wyniku odparowania wody powietrze w „zielonych” biurach ulega lekkiemu ochłodzeniu. Efekt chłodzący zwykle nie przekracza 1,5-2 W/m<sup>2</sup> podłogi, ale lokalnie bezpośrednio przy dużych aranżacjach roślinnych może być większy.





Dziękuję za uwagę

Źródło: <http://workplace.pl/>, foto: Adam Grzesik