

Konkurs „Zrównoważone Środowisko”

Edycja 22/23’ – Zagospodarowanie wód opadowych

**Projekt systemu wykorzystania  
wody deszczowej do nawadniania  
farmy hydroponicznej**

Karolina Kruss

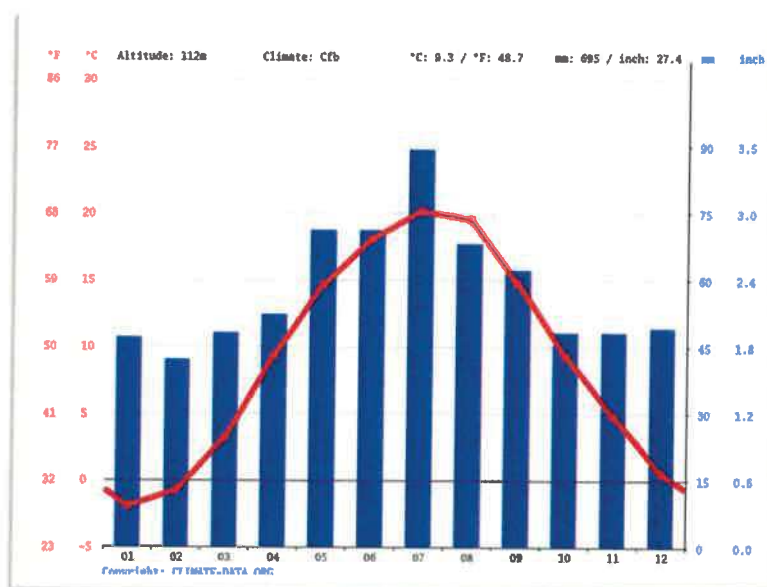
## Spis treści

1. Wprowadzenie .....	3
1.1. Przedstawienie problemu.....	3
1.2. Projekt rozwiązania .....	5
2. Elementy techniczne systemu .....	8
2.1. Kanał odwodnieniowy .....	8
2.2. Urządzenia podczyszczające .....	12
2.3. Zbiornik retencyjny i przepompownia .....	13
2.4. Kropelkowy system nawadniania.....	14
3. Farma hydroponiczna.....	15
4. Podsumowanie .....	19
4.1. Dane liczbowe – ilość wody deszczowej .....	19
4.2. Wydajność farmy i oszczędność wody.....	23
4.3. Wnioski.....	25
5. Bibliografia .....	26

# 1. Wprowadzenie

## 1.1. Przedstawienie problemu

W ostatnich latach w Polsce coraz częściej występuje zjawisko ulewnych deszczów. Gwałtowne opady w miesiącach letnich są zjawiskiem wynikającym z położenia Polski w strefie klimatu, który określa się jako umiarkowany ciepły przejściowy. Najwyższe opady odnotowuje się w okresie letnim, od maja do sierpnia. Rekordowy jest lipiec, w którym wartości w Warszawie sięgają 93,2 mm [1]. Wzrost częstotliwości występowania oraz intensywności zjawisk atmosferycznych wynika z postępujących zmian klimatycznych.



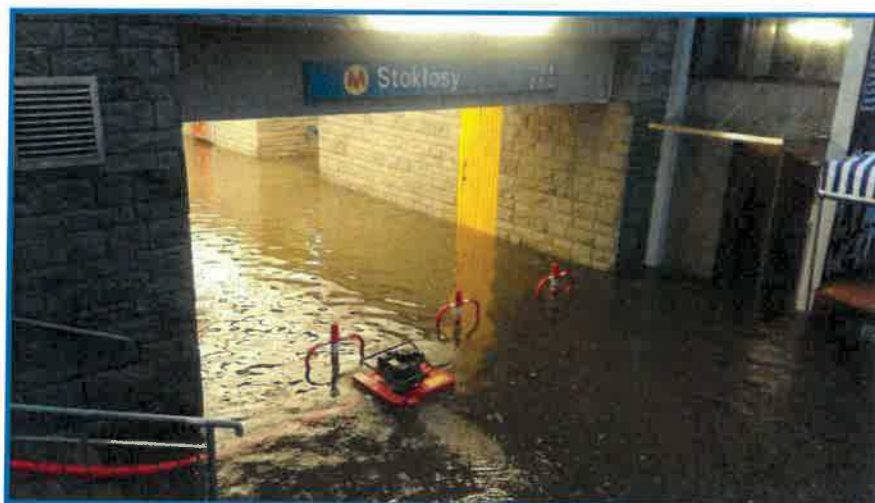
Klimatogram Warszawy [2]

Problemem, jaki powstaje w Warszawie podczas gwałtownych ulew, jest zalewanie nisko położonych stacji metra. Wynika to z braku odpowiednich rozwiązań oraz nieprzystosowania infrastruktury do skali opadów. Kanalizacja zostaje przeciążona i nie jest w stanie skutecznie odprowadzać nadmiaru wody, która nie ma gdzie spływać. Skutkuje to niszczeniem elementów infrastruktury, a także czasowym wyłączeniem z użytku fragmentów linii transportu publicznego oraz koniecznością kosztownego usuwania nadmiaru wody.

Stacje szczególnie narażone na zalanie to najstarsze stacje linii metra M1 budowane bez zadania oraz w obniżeniach terenu. Jedną z nich jest stacja metra Stokłosy, której wejście stanowi tunel podziemny. Poniżej znajdują się zdjęcia obrazujące problem.



Zdjęcie z 2016 r. [3]



Zdjęcie z 2021 r. [4]

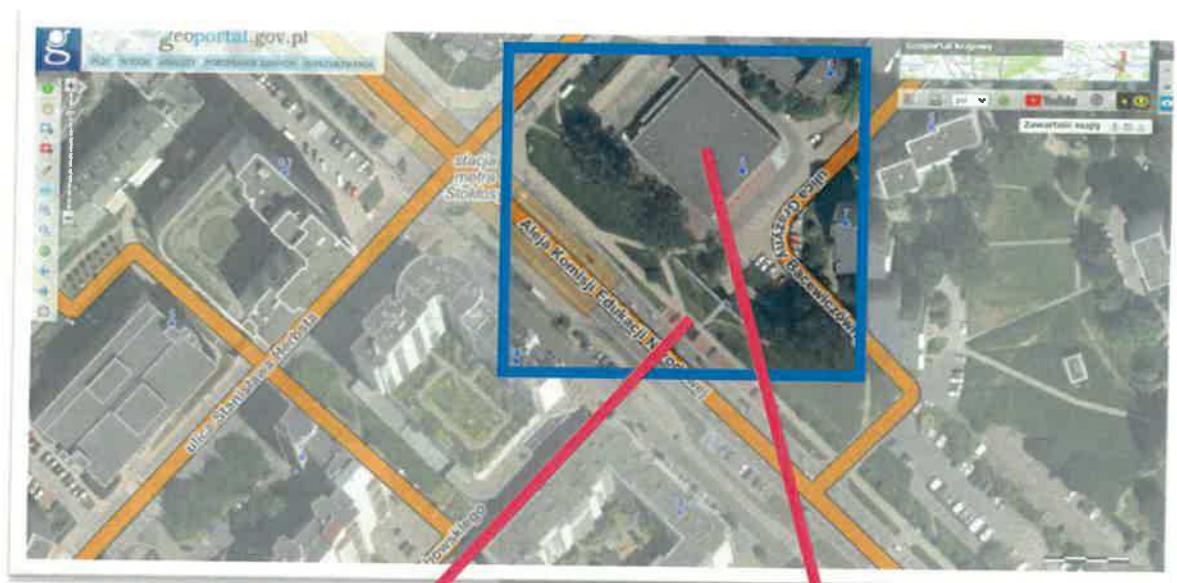


Zdjęcie z 2016 r. [5]

## 1.2. Projekt rozwiązania

Zaproponowana przeze mnie koncepcja zmiany zagospodarowania terenu polega na stworzeniu kompleksowego systemu zapobiegającego zalaniu stacji metra. Następnie spływająca woda deszczowa byłaby odprowadzana i wykorzystywana do nawadniania miejskiej farmy hydroponicznej znajdującej się na dachu pobliskiego sklepu.

Główna część konstrukcyjna znajdowałaby się przy wylocie przejścia podziemnego, w którym znajduje się wejście na stację metra Stokłosy.



1.

2.



Fot. - Karolina Kruss

1. Wejście do zagrożonej zalaniem stacji metra – miejsce odprowadzania wody
2. Dach sklepu – lokalizacja farmy hydroponicznej

## Ogólny zarys projektu



[6]

Występujący problem

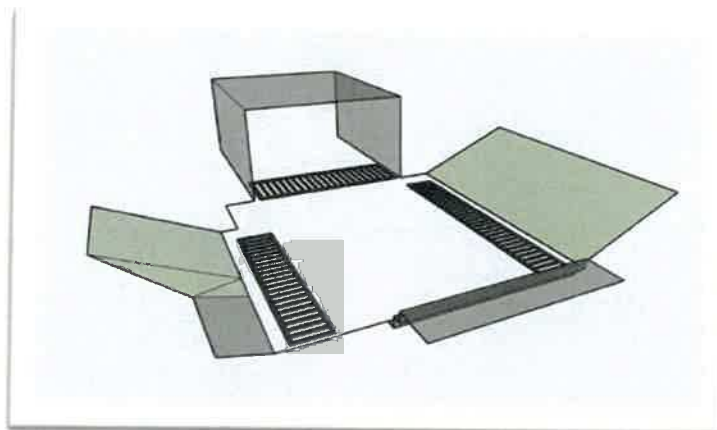


Lokalizacja zmiany zagospodarowania terenu



Model systemu

## Etapy działania systemu



**Odwadnianie terenu i odprowadzanie wody deszczowej**



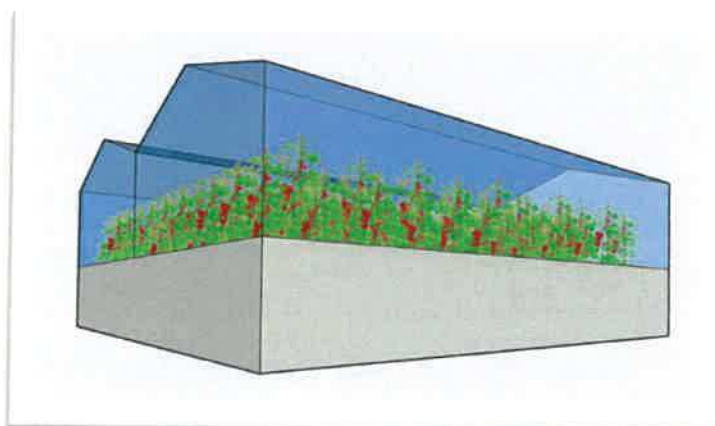
**Oczyszczanie zebranej wody**



**Retencja i przepompowywanie**



**Nawadnianie farmy hydroponicznej**



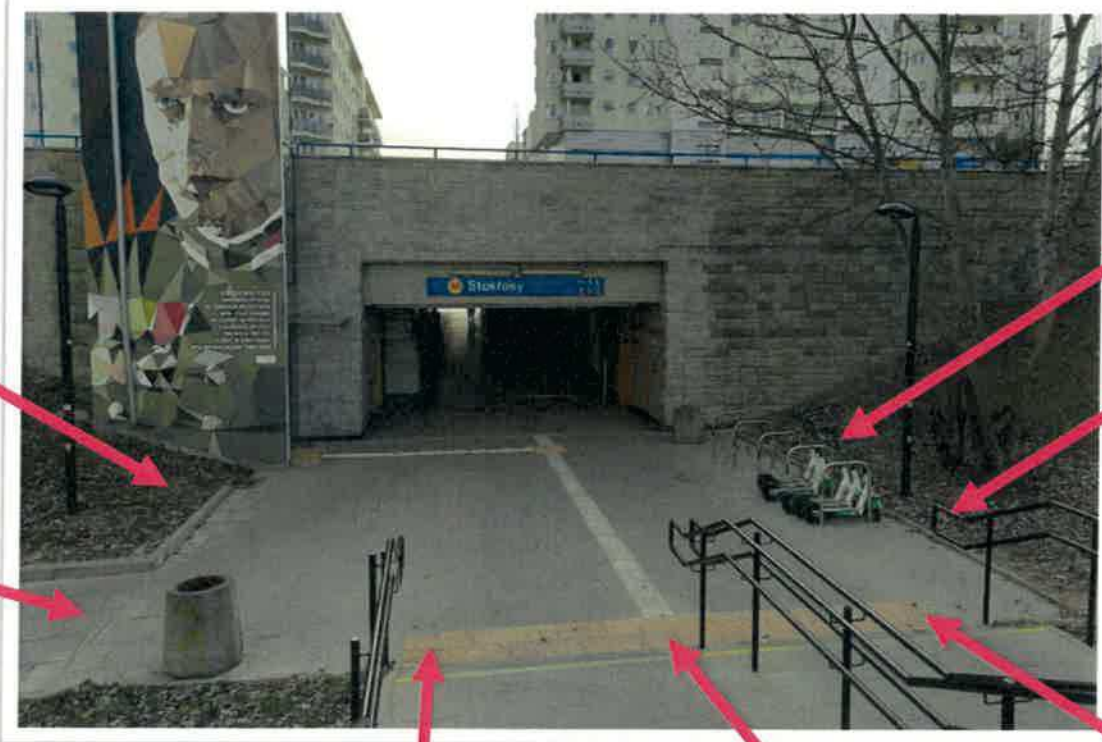
## 2. Elementy techniczne systemu

### 2.1. Kanał odwodnieniowy

Pierwszy element systemu stanowi kanał odwodnienia liniowego. Podczas opadów woda spływa po stoku oraz chodnikach i schodach do najniższego punktu, jaki stanowi wejście przejścia podziemnego. Dlatego układ jej odprowadzania umieszczony jest bezpośrednio przed wlotem tunelu.

Szerokie szczeliny oraz kraty o dużej powierzchni zapobiegają gromadzeniu się wody na powierzchni. Deszcz spływa do głębokiego koryta wykonanego z betonu polimerowo – cementowego. Beton charakteryzuje się wysoką odpornością na długotrwałe działanie mrozu oraz soli rozmrażających, a także odpornością chemiczną. Tak zbudowany układ zapewnia skuteczne odprowadzanie wody.

Zdjęcia oraz model poniżej obejmują odprowadzanie wody z wejścia do tunelu znajdującego się bliżej farmy hydroponicznej – jest to miejsce umieszczenia wszystkich głównych elementów systemu. Jednak woda zbierana jest przy obydwu wylotach przejścia podziemnego, następnie transportowana jest wzdłuż tunelu do kolejnych elementów systemu.

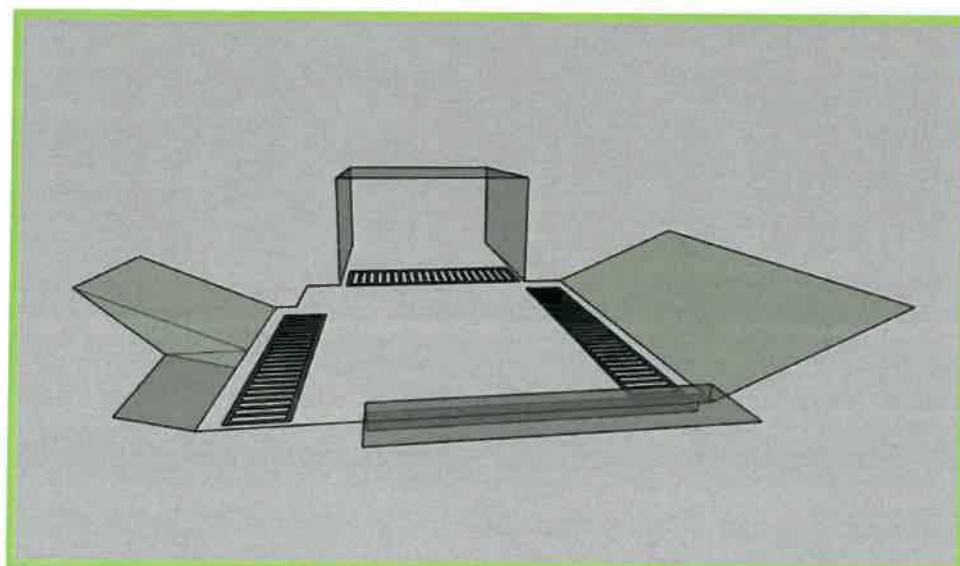
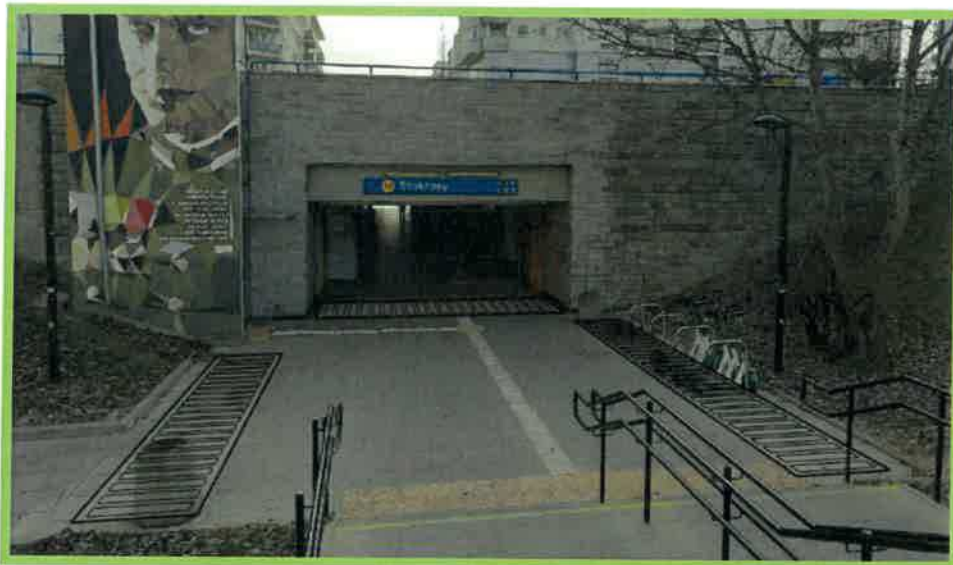


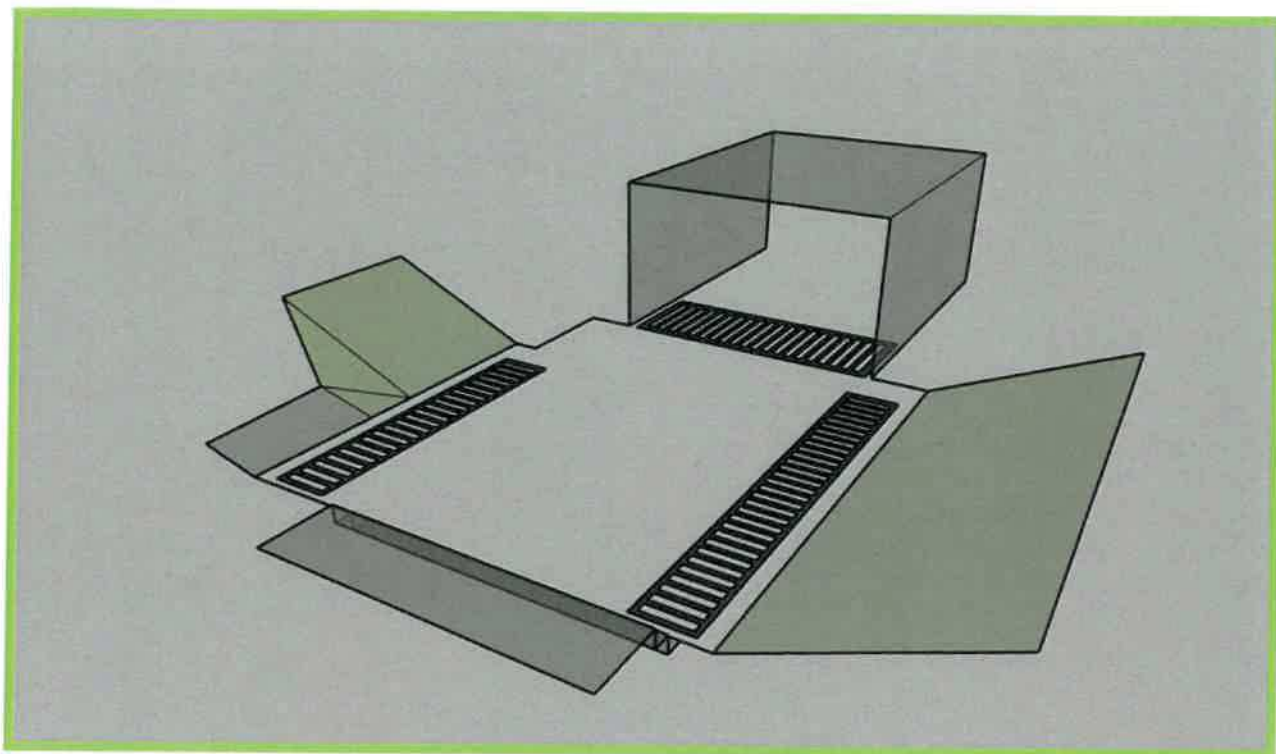
Fot. - Karolina Kruss

Strzałki pokazują kierunki spływania wody deszczowej podczas opadu

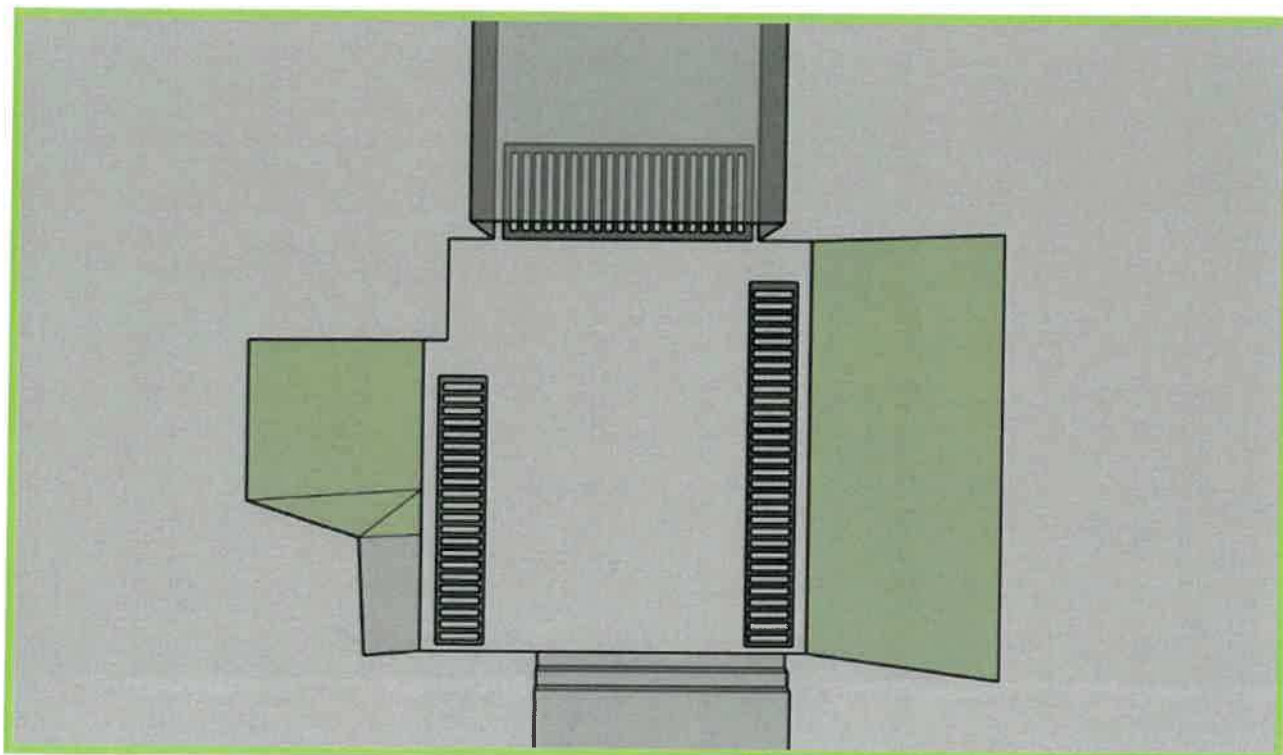


## Model kanału odwodnieniowego

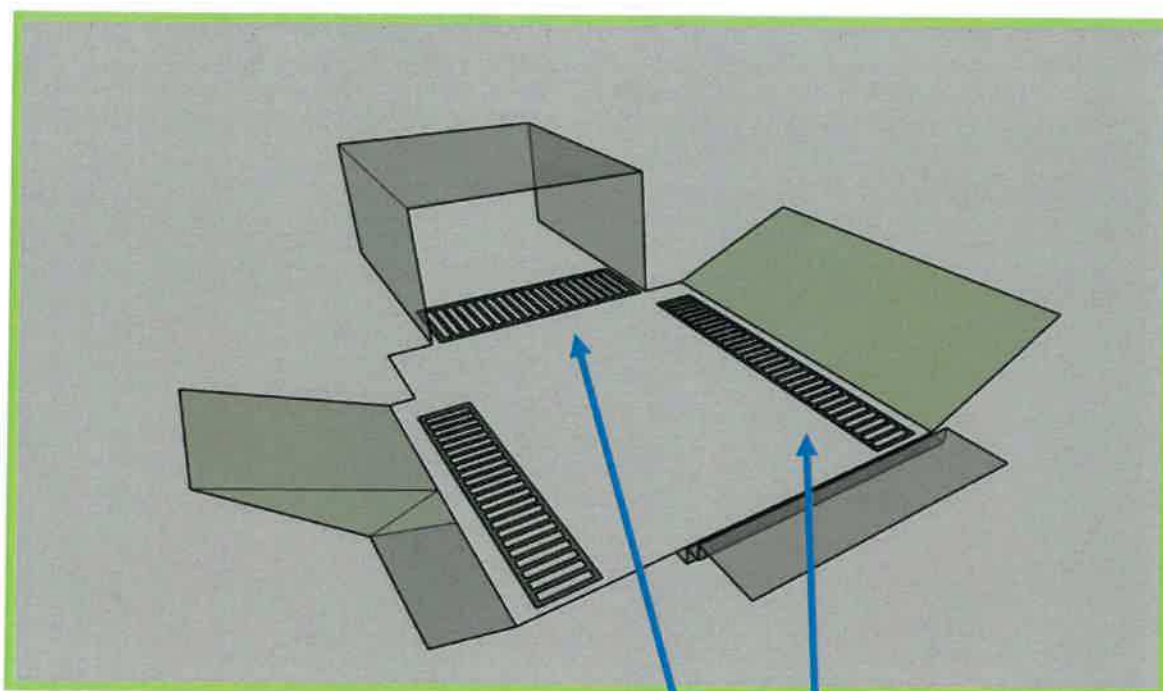




Widok z przodu z prawej strony



Widok z góry



*Model - Karolina Kruss*

**Przykładowe kanały odwodnienia  
dostępne na polskim rynku.**



Model pokazuje powierzchniową schematyczną budowę elementu kanalizacji, którego zadaniem jest zebranie całej wody, która miałaby zalać tunel. Obecnie elementy mające odwadniać przejście podziemne znajdują się jedynie na jego wlocie, jednak przy nawałnych deszczach nie są skuteczne. Dlatego konieczne jest zainstalowanie dodatkowych i przede wszystkich głębszych kanałów odwadniania, by uniknąć ich przeciążenia.

## 2.2. Urządzenia podczyszczające

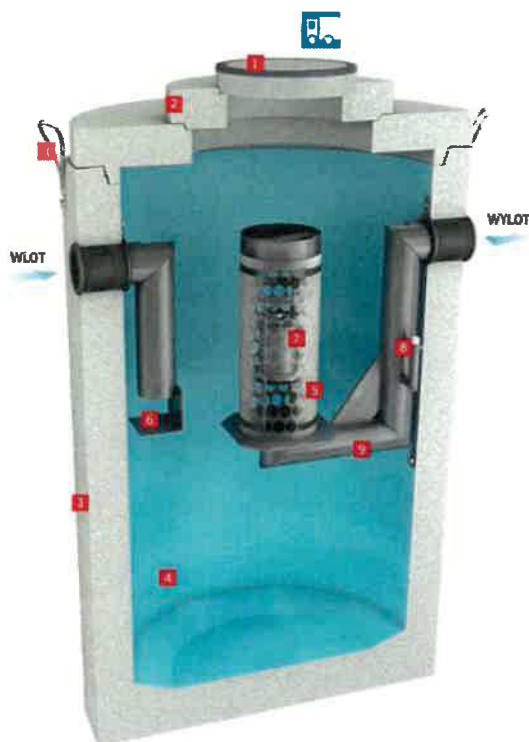
Zebrana z powierzchni woda jest kierowana do urządzeń podczyszczających znajdujących się pod ziemią. Kompleksowe rozwiązanie polega na połączeniu osadników przeznaczonych do oddzielania zawiesin mineralnych z separatorami substancji ropopochodnych i tłuszczu. Te dwa elementy razem zapewniają skuteczną eliminację niepożądanych substancji.

Proces filtracji rozpoczyna się od się spowolnienia przepływu wody przez osadnik. Siła grawitacji powoduje sedymentację cięższych od wody cząsteczek np. piasku na dnie urządzenia, gdzie są magazynowane.

Dalej woda przepływa do separatora. Tam, w pierwszym etapie zachodzi koalescencja, podczas której cząsteczki ropopochodne łączą się w większe zmniejszając dyspersję. Kolejnym procesem zachodzącym w urządzeniu jest flotacja, podczas której w górnej części urządzenia zbierają się oleje i emulsje unosząc się na powierzchni. Oddzielone zanieczyszczenia są usuwane.

### Separator substancji ropopochodnych Oleopator-C-FST

 Żelbetowy separator substancji ropopochodnych z wkładem koalescencyjnym zintegrowany z osadnikiem.  
Do zabudowy w gruncie.  
Klasa obciążenia D 400 (do 40 ton).



Przykład urządzenia łączącego w sobie separator z osadnikiem oferowanego przez firmę ACO Polska, która stawia sobie za cel „ochronę ludzi przed wodą oraz ochronę wody przed ludźmi.” [7]

#### Elementy separatora

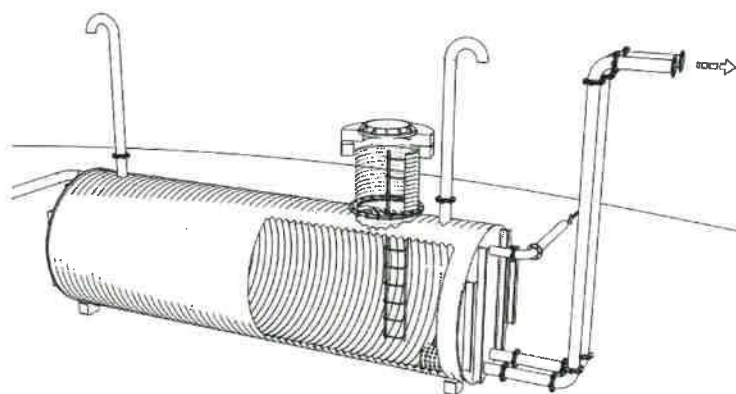
- 1 Właz  $\varnothing$  600/800 (BEGU/żelazo) klasy D 400
- 2 Płyta redukcyjna, żelbetowa (C35/45)
- 3 Zbiornik monolityczny, żelbetowy (C35/45), może być pokryty wewnętrzną powłoką ochronną
- 4 Zintegrowana komora osadnika
- 5 Filtr koalescencyjny (tkanina stalowo-propylenowa / pianka poliuretanowa)
- 6 Deflektor (PEHD)
- 7 Samoczynne „pływakowe” zamknięcie na odpływie (stal nierdzewna)
- 8 Końcówka do podłączenia urządzenia do poboru próbek
- 9 Zasytonowany kanał odpływowy (PEHD)
- 10 Pętle transportowe (stal nierdzewna)

### 2.3. Zbiornik retencyjny i przepompownia

Podczyszczona woda opadowa trafia do podziemnych zbiorników retencyjnych połączonych w zespolony moduł, co umożliwia zebranie dużej ilości wody. Zbiorniki w kształcie podłużnych walców wykonane są ze stali i dodatkowo zabezpieczone powłoką polimerową chroniącą przed korozją oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Stanowią one kluczowy element systemu magazynując wodę deszczową w celu jej późniejszego wykorzystania.



[8]

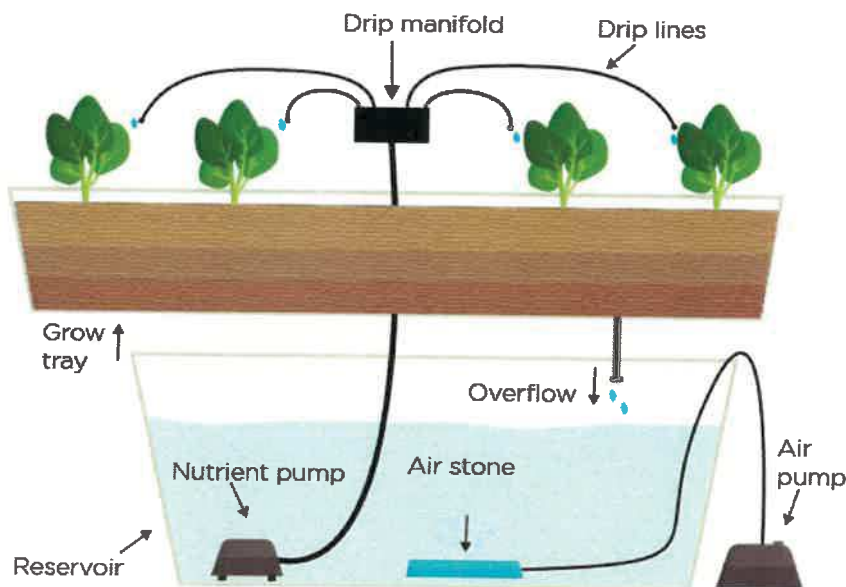


[9]

Zmagazynowana w zbiorniku woda jest następnie transportowana na wyższy poziom za pomocą przepompowni. Układ pomp wyposażony jest w nowoczesne czujniki oraz urządzenia sterujące zapewniające jego bezobsługowe działanie, jednocześnie umożliwiając kontrolę nad przepływem wody. Za sprawą zwiększonego ciśnienia woda unosi się wbrew sile grawitacji i za pośrednictwem rur wprowadzana jest do obiegu wody na farmie.

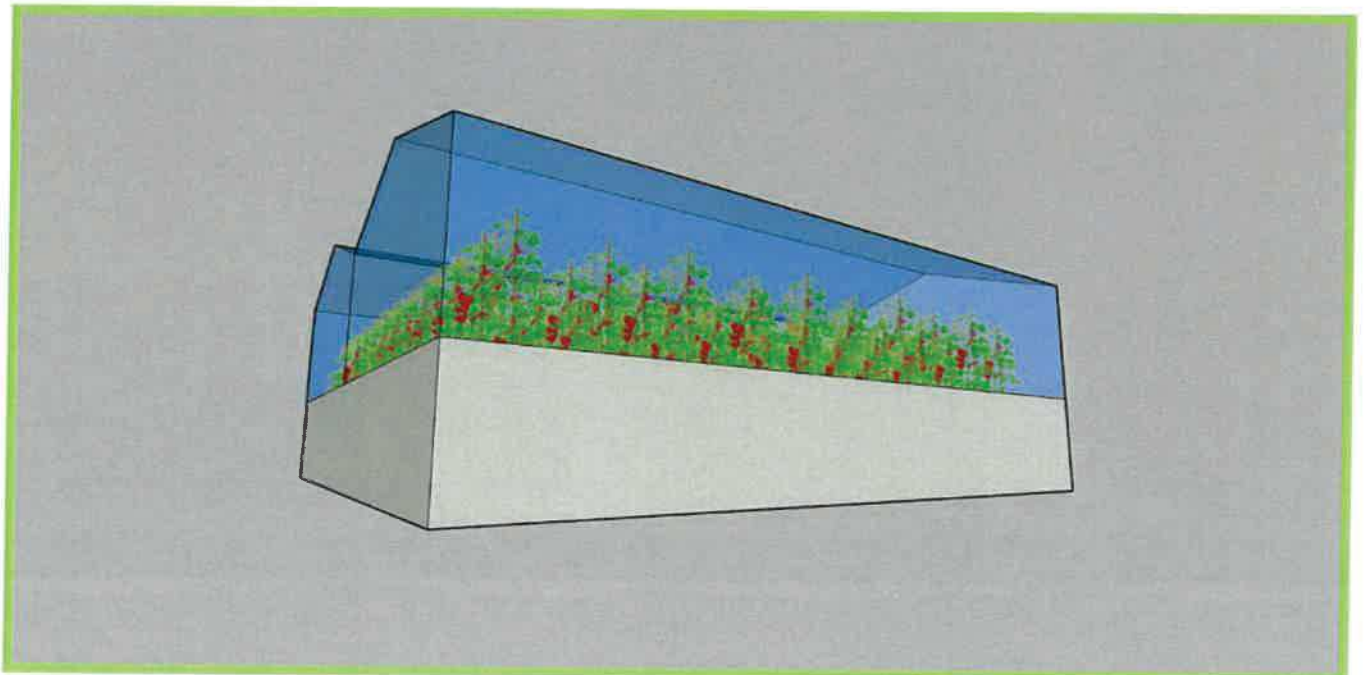
## 2.4. Kropelkowy system nawadniania

System kropelkowy stosowany jest do aktywnego nawadniania upraw hydroponicznych. Odzyskana woda deszczowa zostaje wzbogacona o składniki odżywcze do uprawy roślin. Powstała w ten sposób substancja przeprowadzana jest przez system rur zakończonych kroploownikami. Rozdzielają one roztwór na pojedyncze krople i powoli dostarczają go bezpośrednio do podłoża uprawnego. Zapewnia to odpowiednią kontrolę przepływu oraz ilości wody, która może być dostosowywana do konkretnych roślin zapewniając im optymalne warunki. Ponadto działanie systemu uprawnego nadzorowane jest przez automatyczny system sterowania i zegary, które kontrolują czas i ilość płynu odżywczego dostarczanego roślinom. Woda krąży w zamkniętym systemie co pozwala na jej maksymalne wykorzystanie.

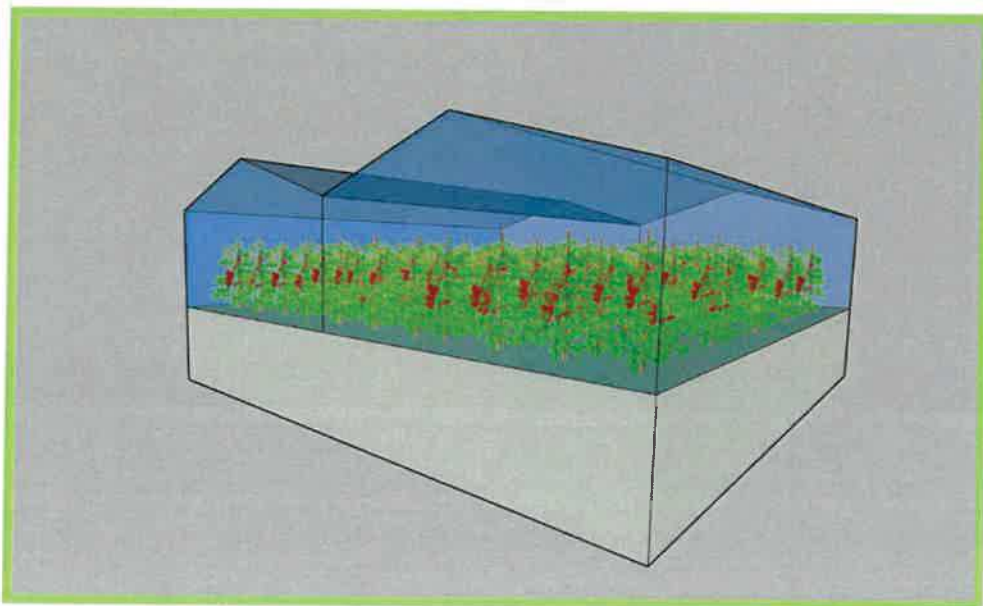
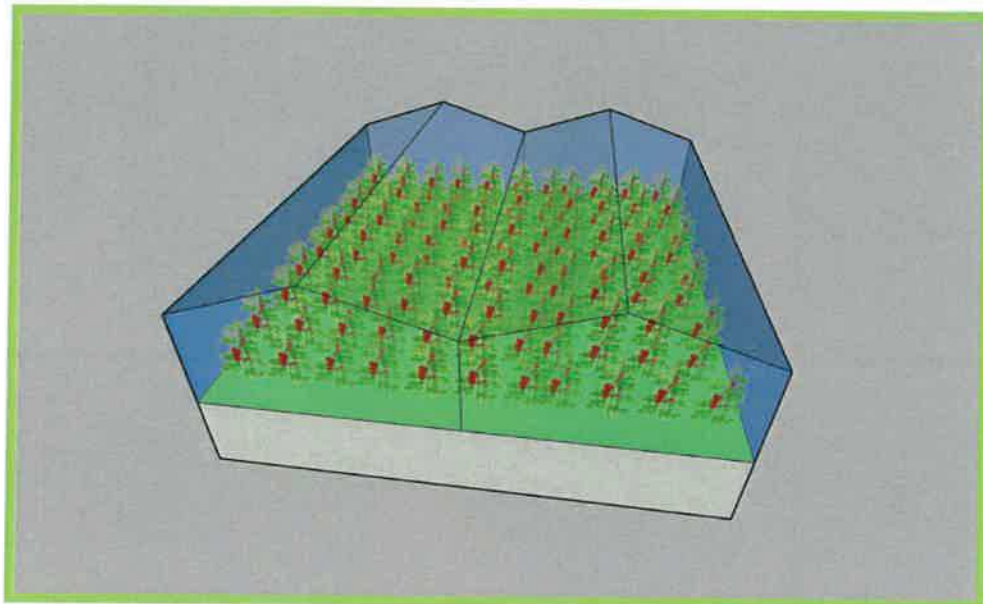
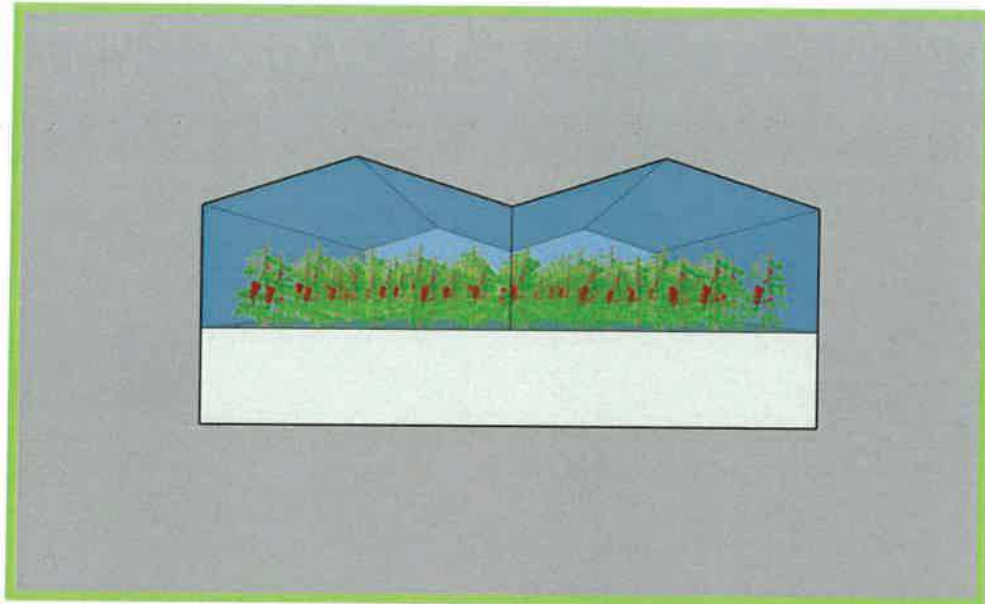


### 3. Farma hydroponiczna

#### Model farmy na dachu sklepu



Model - Karolina Kruss





## Hydroponika

Miejska farma na dachu sklepu wykorzystuje bezglebową metodę uprawy roślin jaką jest hydroponika. Dobudowana część budynku działa jak szklarnia zapewniając roślinom odpowiednie warunki, co pozwala na ich uprawę oraz zbiory przez cały rok. Temperatura jest stała i dopasowana do wymagań roślin. Kontrolowane jest również oświetlenie, którego źródło, poza naturalnym światłem słonecznym, stanowią specjalne diody LED, emitujące pełne spektrum światła. Optymalne zaopatrzenie w substancje odżywcze, wodę i tlen, jak również kontrola wartości pH sprawia, że rośliny są duże i silne.



[11]

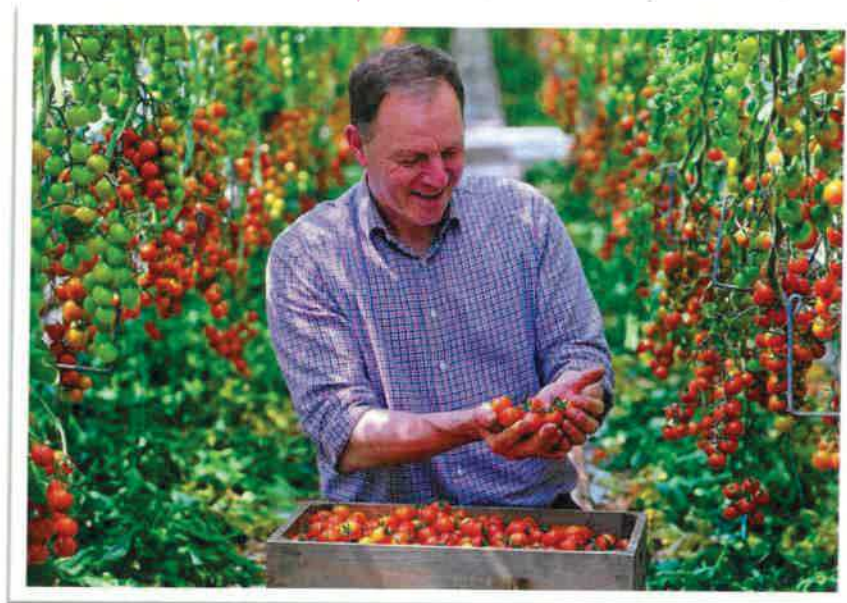


[12]

Miejskie uprawy są niezwykle przyszłościowym rozwiązaniem. Dzięki lokalizacji uprawy blisko rynku zbytu, marnuje się dużo mniej produktów rolnych, które mogłyby ulec zniszczeniu podczas długiego i kosztownego transportu. Są one również zdrowsze, ponieważ nie wymagają użycia dużej ilości sztucznych substancji chemicznych. Ponadto, pozwalając zaoszczędzić nawet do 90% wody w porównaniu do konwencjonalnych metod rolnictwa, hydroponika ma niską szkodliwość dla klimatu i środowiska naturalnego.



[13]



[14]

Do uprawy 1 kilograma pomidorów metodami tradycyjnej gospodarki rolnej potrzeba 400 litrów wody, natomiast przy zastosowaniu hydroponiki ta liczba spada do 70 litrów wody.

Poza wykorzystaniem wody opadowej, umieszczenie upraw na dachu sklepu wpływa pozytywnie na krajobraz zabetonowanego miasta. Uprawa roślin stanowi również źródło zdrowych warzyw i owoców, które mogą być udostępnione lokalnej społeczności, zachęcając mieszkańców do integracji oraz poprawy diety.



[15]

## 4. Podsumowanie

### 4.1. Dane liczbowe – ilość wody deszczowej

Zadaniem systemu wykorzystania wody deszczowej do nawadniania farmy hydroponicznej jest przede wszystkim skuteczne odprowadzanie nadmiaru wody deszczowej podczas gwałtownych ulew. Aby zapobiec zalaniu stacji metra, należy odvodnić teren z całej spływającej wody, dlatego niezwykle istotne jest zaprojektowanie wydajnej kanalizacji. W tym celu trzeba znać wartości natężenia deszczu oraz spływu powierzchniowego miejsca wprowadzenia zmiany zagospodarowania terenu, które obliczyłam poniżej.

#### I. Natężenie deszczu - model Błaszczyka

$$q = \frac{6,631 \sqrt[3]{H^2 C}}{t^{0,67}}$$

gdzie:

q - natężenie deszczu [ $\text{dm}^3 / \text{s} \times \text{ha}$ ]

H – średnia roczna wartość opadu dla danego regionu [mm/rok]

C - częstość występowania deszczu o natężeniu q lub większym [lata]

t - czas trwania deszczu [min]

Dane:

**H = 565,2 mm/rok [1]**

**C = 3,5 roku** (zakłada się że w mieście w perspektywie 2 do 5 lat nastąpi jednorazowe przekroczenie natężenia deszczu, dlatego obliczona wartość C stanowi średnią arytmetyczną  $C = (2+5)/2 = 3,5$ )

**t = 15 min** (taki czas przyjmuje się przy projektowaniu odwodnienia – krótkotrwały i intensywny opad)

$$q = \frac{6,631 \sqrt[3]{565,2^2 \times 3,5}}{15^{0,67}} \approx \underline{\underline{113 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}}}$$

## II. Spływ powierzchniowy

$$Q = F \cdot \varphi \cdot q$$

gdzie:

Q – ilość spływu [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]

F – powierzchnia zlewni [ha]

$\Psi$  – współczynnik spływu powierzchniowego

q - natężenie deszczu [ $\text{dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$ ]

ponadto przyjmujemy:

F<sub>1</sub> – zlewnia o nawierzchni brukowej (chodniki i schody)

F<sub>2</sub> – zlewnia o nawierzchni zielonej (trawniki)

$\Psi_1$  – współczynnik spływu dla F<sub>1</sub>

$\Psi_2$  – współczynnik spływu dla F<sub>2</sub>

Dane:

q = 113  $\text{dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$  (obliczone wyżej)

$\Psi_1 = 0,65$

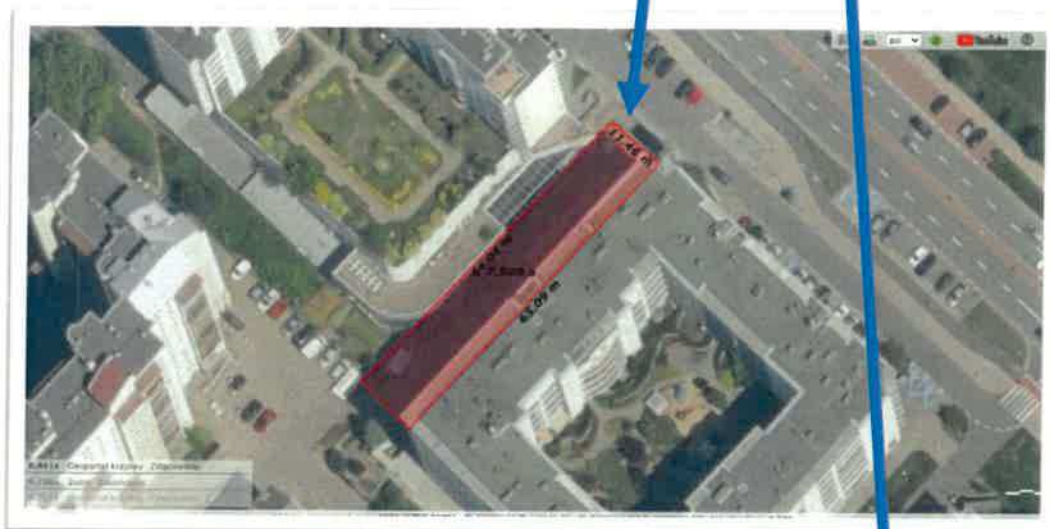
$\Psi_2 = 0,10$

Współczynnik spływu z Tabeli

Lp.	Rodzaj nawierzchni	F	$\psi$
		<b>m<sup>2</sup></b>	
1	Drogi	8000	0,90
2	Bruki	4000	0,65
3	Dachy	5000	0,95
4	Zieleń	5000	0,10
	<b>Razem</b>	<b>22000</b>	

[16]

Obliczenia sływu powierzchniowego wykonałam na podstawie przybliżonych powierzchni zlewni zmierzonych za pomocą programu Geoportal.



Zlewnia przy  
południowo-zachodnim  
wyjściu z tunelu  
podziemnego -  
nawierzchnia brukowa

Zlewnia przy  
północno-wschodnim  
wyjściu z tunelu  
podziemnego -  
nawierzchnia brukowa  
i zielona



Zlewnia przy  
północno-wschodnim  
wyjściu z tunelu  
podziemnego -  
brukowa część zlewni



$$F_1 = 2,776 \text{ a} + 7,588 \text{ a} = 10,364 \text{ a} \approx 0,11 \text{ ha}$$

$$F_2 = 0,09 - 0,03 = 0,06 \text{ ha}$$

$$F = 8,901 \text{ a} \approx 0,09 \text{ ha}$$

$$\begin{aligned} Q &= F_1 \times \Psi_1 \times q + F_2 \times \Psi_2 \times q = \\ &= 0,11 \times 0,65 \times 113 + 0,06 \times 0,10 \times 113 \\ &= 8,757 \approx \underline{8,8 \text{ dm}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

Kolejnym krokiem jest obliczenie ilości wody, jaka ma zostać odprowadzona za pomocą kanalizacji oraz zmagazynowana podczas jednorazowego opadu przy założeniu o 15 - minutowym deszczu.

$$15 \text{ min} = 900 \text{ s},$$

więc sumaryczna objętość wody spływającej w czasie opadu wynosi

$$8,8 \times 900 = 7920 \text{ l} = 7,92 \text{ m}^3$$

Znając tę wartość można dobrać odpowiednie przepływy koryt będących częścią systemu odwodnieniowego oraz rozmiary zbiorników retencyjnych.

## 4.2. Wydajność farmy i oszczędność wody

By pokazać skuteczność systemu wykorzystania wody deszczowej do nawadniania farmy hydroponicznej obliczyłam ilość wody, jaka zostałaby zaoszczędzona przy realizacji tego projektu. Obliczenia zrobiłam na podstawie *Długoterminowej Analizy Możliwości Odzyskiwania Wody dla Hydroponicznego Nawadnianie Sałaty na Farmie Wertykalnej* [17], w ramach której inżynierowie z Politechniki Wrocławskiej w latach 2000-2019 badali, jak sprawdza się woda deszczowa w systemach nawadniania miejskiej uprawy.

Wrocławska farma hydroponiczna miała powierzchnię  $300 \text{ m}^2$  oraz dzienne zapotrzebowanie na wodę wynoszące  $1030 \text{ dm}^3$ .

Natomiast powierzchnia dachu sklepu przy metrze Stokłosa, na którym znajdować by się mogła warszawska farma, wynosi w przybliżeniu  $13,946 \text{ a} = 1394.6 \text{ m}^2$ .



Trzeba założyć, że powierzchnia farmy, ze względu na konieczność dostosowania dobudowanej części budynku do dachu, byłaby mniejsza. Dlatego w przybliżeniu farma zajmowałaby cztery razy większą powierzchnię, niż ta, na której prowadzono badania we Wrocławiu, a jej zapotrzebowanie wynosiłoby  $4 \times 1030 = 4120 \text{ dm}^3$  wody dziennie.

Według wrocławskiej analizy, odzyskana woda deszczowa była w stanie zapewnić 38,94% rocznego zapotrzebowania wodnego. Jednak ta liczba wzrosła do 90,4% w przypadku połączenia systemu odzyskującego wodę opadową z systemem odzyskującym wodę z powietrza w budynku. Ponadto, zaproponowane połączone rozwiązanie było w stanie zapewnić 100% wydajność przez 7 miesięcy w roku.

Zaproponowane przez inżynierów PW rozwiązanie jest bardzo efektywne, dlatego mogłoby stanowić wartościowe udoskonalenie zaprojektowanego przeze mnie systemu. Wracając jednak do wykorzystania wody opadowej, obliczyłam jaka byłaby procentowa wydajność mojego systemu i ile wody można by oszczędzić nawadniając farmę wodą deszczową. W tym celu musiałam najpierw obliczyć natężenie deszczu i spływ powierzchniowy, jakie występowały w warunkach branych pod uwagę w *Analizie*.

## I. Natężenie deszczu

Dane:

$$H = 563 \text{ mm}$$

$$C = 3,5$$

$$t = 15 \text{ min}$$

$$q = \frac{6,631 \sqrt[3]{563^2 \times 3,5}}{15^{0,67}} \approx \underline{\underline{112 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}}}$$

## II. Spływ powierzchniowy

Dane:

$$F = 300 \text{ m}^2 = 0,03 \text{ ha}$$

$$\Psi = 0,95$$

$$q = 112 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$$

$$Q = 0,03 \times 0,95 \times 112 = 3,192 \approx \underline{\underline{3,2 \text{ dm}^3/\text{s}}}$$

Z obliczeń wynika, że podczas 15-minutowego opadu zbierano  $3,2 \times 900 = 2880 \text{ dm}^3$  wody.

W przypadku zrealizowania mojego projektu można by odzyskać  $7920 \div 2880 = 2,75$  razy więcej wody na 4 razy większej farmie. Z tego wynika, że w odniesieniu do wrocławskich badań, odzyskana woda zapewni  $2,75 \div 4 \times 38,94 \approx 26,77\%$  **rocznego zapotrzebowania farmy na wodę** oraz pozwoli zaoszczędzić rocznie  $4120 \times 365 \times 26,77\% \approx 402\,567$  **litrów wody**.



### 4.3. Wnioski

Projekt systemu wykorzystania wody deszczowej do nawadniania farmy hydroponicznej jest koncepcją zagospodarowania terenu miejskiego, którego lokalizacją miałyby być stacja metra Stokłosy w Warszawie.

Dla ludzi żyjących w dużych metropoliach kontakt z przyrodą jest ograniczony, dlatego tak ważne jest wprowadzanie rozwiązań, którą mogą ją im przybliżyć. Koncepcje jak ta są udogodnieniami, jakie dają miastom możliwość rozwoju i szansę na bycie bardziej przyjaznym dla swoich mieszkańców poprzez połączenie nowoczesnych technologii z naturą.

Odpowiednio dostosowane elementy systemu gwarantowałyby jego skuteczność od momentu odwadniania terenu aż do uprawy roślin na farmie hydroponicznej, czego bezpośrednim efektem byłoby zaoszczędzenie ponad 400 tys. litrów wody rocznie.

Najważniejszą korzyścią wynikającą z realizacji tego projektu byłoby rozwiązanie problemu zalewania tunelu oraz samej stacji. Wartość zastosowanego rozwiązania stanowiłoby przede wszystkim odprowadzenie wody opadowej i wykorzystanie jej do nawadniania miejskich upraw. Farma hydroponiczna na dachu sklepu wpływałaby pozytywnie na krajobraz miasta oraz stanowiłaby ekologiczne i nieszkodliwe dla środowiska źródło zdrowych i świeżych warzyw i owoców.



## 5. Bibliografia

1. "Potencjał Do Kształtowania Warunków Klimatycznych – w Tym Wymiany i Regeneracji Powietrza w Warszawie." *Architektura.um.warszawa.pl*, Biuro Architektury i Planowania Przestrzennego w Urzędzie M.st. Warszawy, [architektura.um.warszawa.pl/documents/12025039/22491719/klimat\\_broszura.pdf](http://architektura.um.warszawa.pl/documents/12025039/22491719/klimat_broszura.pdf).
2. "KLIMAT WARSZAWA (POLSKA)." *Pl.climate-Data.org*, [pl.climate-data.org/europa/polska/masovian-voivodeship/warszawa-4560/#climate-graph](http://pl.climate-data.org/europa/polska/masovian-voivodeship/warszawa-4560/#climate-graph).
3. "Ogromne Utrudnienia W Stolicy! Zalane Ulice I Stacje Metra." *Fakt24.Pl*, 13 lipca 2016, [www.fakt.pl/wydarzenia/polska/warszawa/wielka-ulewa-w-warszawie-zalane-sa-ulice-i-metro/y71qbcz](http://www.fakt.pl/wydarzenia/polska/warszawa/wielka-ulewa-w-warszawie-zalane-sa-ulice-i-metro/y71qbcz).
4. "Podtopione Auta, Zalane Wejście Do Metra. Wylał Potok Służewiecki, Nie Lądowały Samoloty." *TVN Warszawa*, WarszawaTVN, 12 lipca 2021, [tvn24.pl/tvnwarszawa/najnowsze/warszawa-burza-podtopione-ulice-zalana-stacja-metra-wezbrany-potok-sluzewiecki-wideo-5146613](http://tvn24.pl/tvnwarszawa/najnowsze/warszawa-burza-podtopione-ulice-zalana-stacja-metra-wezbrany-potok-sluzewiecki-wideo-5146613).
5. "Warszawa: Zamknięte Po Ulewie Stacje Metra Już Uruchomione." *Onet Wiadomości*, 13 lipca 2016, [wiadomosci.onet.pl/warszawa/warszawa-metro-juz-uruchomione-burze-i-nawalnice-w-warszawie/l8b3njd](http://wiadomosci.onet.pl/warszawa/warszawa-metro-juz-uruchomione-burze-i-nawalnice-w-warszawie/l8b3njd).
6. Konrad Majszyk, Adam Robiński. "Zalane Metro, Powódź Na Mokotowie." *Rzeczpospolita*, 17 lipca 2009, [www.rp.pl/kraj/art7604941-zalane-metro-powodz-na-mokotowie](http://www.rp.pl/kraj/art7604941-zalane-metro-powodz-na-mokotowie).
7. "Separatory Z Wkładem Koalescencyjnym." *ACO Polska*, [www.aco.pl/produkty/zarzadzanie-woda-powierzchniowa/separatory-substancji-ropopochodnych/separatory-z-wkladem-koalescencyjnym/](http://www.aco.pl/produkty/zarzadzanie-woda-powierzchniowa/separatory-substancji-ropopochodnych/separatory-z-wkladem-koalescencyjnym/).
8. "20000 Litre GRP Underground Storage Tank - Spel 300 Series." *www.tanks-Uk.com*, [www.tanks-uk.com/product/water/rainwater-tanks/20000-litre-grp-underground-storage-tank-spel-300-series-copy-2/](http://www.tanks-uk.com/product/water/rainwater-tanks/20000-litre-grp-underground-storage-tank-spel-300-series-copy-2/).
9. "Zbiorniki Przeciwpowozarowe." *OKSYDAN*, [oksydan.pl/rozwiwania-systemowe/zbiorniki-retencyjne/zbiorniki-przeciwpowozarowe/](http://oksydan.pl/rozwiwania-systemowe/zbiorniki-retencyjne/zbiorniki-przeciwpowozarowe/).
10. "Hydroponic Drip System Explained." *Trees.com*, 21 grudnia 2022, [www.trees.com/gardening-and-landscaping/hydroponic-drip-system](http://www.trees.com/gardening-and-landscaping/hydroponic-drip-system).
11. Allison Spence. "3 Reasons Indoor Farming Is the Future of Agriculture." *Harvest Returns*, 20 lutego 2019, [www.harvestreturns.com/blog/2018/4/26/indoor-agriculture](http://www.harvestreturns.com/blog/2018/4/26/indoor-agriculture).

12. "Hydroponics Melon Farm." *Adobe Stock*, [stock.adobe.com/images/hydroponics-melon-farm/98357847](https://stock.adobe.com/images/hydroponics-melon-farm/98357847).
13. Li Yap. "Converting Urban Areas into Indoor Pesticide-Free Farms for Year-Round Food." *AZoCleantech.com*, 14 lipca 2021, [www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1275](https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1275).
14. Louise Eccles. "Fifty Shades Tomatoes Now Thrash Strawberries for Sweetness." *The Times & The Sunday Times: Breaking News & Today's Latest Headlines*, The Sunday Times, 31 lipca 2021, [www.thetimes.co.uk/article/fifty-shades-tomatoes-now-thrash-strawberries-for-sweetness-gmn68vrs3](https://www.thetimes.co.uk/article/fifty-shades-tomatoes-now-thrash-strawberries-for-sweetness-gmn68vrs3).
15. "Paris Takes Urban Farming to New Heights with the World's Largest Rooftop Farm." *Lonely Planet*, 3 sierpnia 2022, [www.lonelyplanet.com/news/agropolis-urban-farm-paris](https://www.lonelyplanet.com/news/agropolis-urban-farm-paris).
16. Adam Masłowski. "Jak Wyznaczyć Miarodajne Natężenie Deszczu (Dane Opadowe) w Polsce Tekst Pochodzi z: <https://Poradnikprojektanta.pl/Jak-Wyznaczc-Miarodajne-Natezenie-Deszczu-Dane-Opadowe-w-Polsce/>." *Poradnik Projektanta - Blog Ekspercki Nr 1 w Polsce*, 29 listopada 2020, [poradnikprojektanta.pl/jak-wyznaczc-miarodajne-natezenie-deszczu-dane-opadowe-w-polsce/](https://poradnikprojektanta.pl/jak-wyznaczc-miarodajne-natezenie-deszczu-dane-opadowe-w-polsce/).
17. Anna Jurga, Anna Pacak, Paweł Draj, Demis Pandelidis, Bartosz Kaźmierczak "A Long-Term Analysis of the Possibility of Water Recovery for Hydroponic Lettuce Irrigation in an Indoor Vertical Farm. Part 2: Rainwater Harvesting." *MDPI*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 30 grudnia 2020, [www.mdpi.com/2076-3417/11/1/310](https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/310).