



Jędrzej Maciejewski

4TI

**Zagospodarowanie wód opadowych
na terenie Zespołu Szkół
Górniczno-Energetycznych w Koninie
i terenach przyległych**

Praca na konkurs Politechniki
Warszawskiej pod tytułem
„Zrównoważone Środowisko”,
w edycji „Zagospodarowanie
wód opadowych”.

Konin, 27.03.2023

Spis treści

1. Wstęp	2
1.1 Planowany układ zagospodarowania przestrzeni	3
1.2 Wizja oraz pomysły na gromadzenie i gospodarowanie wodami opadowymi	4
2. Obliczenia	5
2.1 Powierzchnia dachowa budynków	6
2.2 Miarodajne natężenie deszczu - metoda Błaszczyka	8
2.3 Spływ powierzchniowy	9
2.4 Ilość wody opadowej w ciągu pojedynczego opadu	10
2.5 Ilość wody wymagana do podlewania roślin	11
2.6 Wykorzystanie wody opadowej w celu nawadniania	12
2.7 Wykorzystanie wody opadowej do mycia pojazdów	13
2.8 Energia pozyskiwana z paneli PV na rzecz zasilania pomp w jednostkach zbiornikowych	14
3. Projekt wykonania	15
3.1 Jednostki zbiornikowe	15
3.2 Sekcje magazynowania wody	17
3.3 Nawadnianie roślinności; Zraszacze.	18
3.4 Stacja myjąca	18
4. Koszty	20
5. Podsumowanie	21
6. Informacje końcowe	22
Literatura	23
Podziękowania	24

1. Wstęp

W niniejszej pracy zostanie omówione zagospodarowanie wód opadowych na terenie Zespołu Szkół Górniczo-Energetycznych w Koninie oraz terenach przyległych. Zespół ten składa się z Technikum, Liceum Ogólnokształcącego oraz Szkoły Branżowej i znajduje się w granicach wielkiej pradoliny Warty.

Obszar Konina nad Wartą posiada bogatą historię, a już w czasach rzymskich na tym terenie istniała osada Setidava, przez którą biegł bursztynowy szlak. Obecnie wzdłuż Warty ciągną się obszary Natura 2000, a na zachód od Konina znajduje się Nadwarciański Park Krajobrazowy.

W ostatnim czasie pojawił się autorski projekt zagospodarowania przestrzeni wokół szkoły, który ma na celu uczynienie okolic szkoły bardziej ekologicznymi i dostępnymi dla uczniów. W ramach tego projektu planowane jest utworzenie zielonych stref do wypoczynku i relaksu, z dużą ilością drzew i krzewów oraz kwiatów, takich jak platany, wiśnie, róże pnące, żonkile, hortensje, maki czy też słoneczniki. Jednakże takie strefy wymagają odpowiedniego nawodnienia.

Z racji, że powierzchnie dachów budynków szkoły oraz przyległego Centrum Kształcenia Zawodowego są duże, istnieje możliwość zgromadzenia znacznej ilości wody opadowej. Woda opadowa, po zgromadzeniu w podziemnych zbiornikach i procesie mechanicznej filtracji, mogłaby służyć do nawadniania zielonych stref w okresie wiosny i lata, a w okresie jesiennym i zimowym – przy odpowiednich warunkach – do mycia pojazdów pracowników i uczniów szkoły za symboliczną opłatą.

Celem niniejszej pracy jest zbadanie możliwości technicznych zagospodarowania wód opadowych na terenie Zespołu Szkół Górniczo-Energetycznych w Koninie oraz terenach przyległych. W pracy przedstawiłem sposoby zbierania, magazynowania i wykorzystania wody opadowej na terenie szkoły.

Przeprowadzona analiza ekonomiczna jest tylko szacowana, w celu określenia opłacalności inwestycji w infrastrukturę do gromadzenia i wykorzystywania wód opadowych. Praca ta wnosi nowe spojrzenie na temat wykorzystania wody opadowej jako zasobu w miejscach publicznych oraz może przyczynić się do popularyzacji praktyk ekologicznych wśród lokalnej społeczności.

1.1 Planowany układ zagospodarowania przestrzeni

Zgodnie z planowanym układem zagospodarowania przestrzeni, przedsięwzięciem jest stworzenie dwóch obszarów oznaczonych jako *zielone strefy*. Głównym celem tych obszarów będzie zapewnienie znacznej ilości zieleni, w tym drzew, krzewów, kwiatów, a także innych roślin w szkolnym otoczeniu. Wprowadzenie takiego rozwiązania przyczyni się do poprawy jakości codziennego życia w rejonie objętym planem, poprzez redukcję negatywnych skutków działalności ludzkiej na środowisko.



Fot. 1.1. Wizualizacja budynków ZSGE i CKZ z zaprojektowanymi ogrodami zielonymi w miejsce parkingów i panelami fotowoltaicznymi

Jednocześnie, w trakcie przeprowadzanych prac przewidziane jest również zaprojektowanie na nowo przestrzeni i powierzchni terenów za budynkiem szkoły. To rozwiązanie przyczyni się do zwiększenia potencjału rozwojowego, także w kwestii efektywnego gospodarowania wodami opadowymi. Wprowadzenie nowych rozwiązań w zakresie zagospodarowania przestrzennego może mieć istotny wpływ na jakość życia uczniów i mieszkańców oraz na jakość środowiska, w którym funkcjonują.

1.2 Wizja oraz pomysły na gromadzenie i gospodarowanie wodami opadowymi

Budynek szkoły oraz przyległe obiekty edukacyjne posiadają dachy o znacznych rozmiarach, które w trakcie opadów deszczu gromadzą duże ilości wód opadowych. W kontekście dynamicznie zmieniającej się sytuacji klimatycznej oraz potrzeby rozwoju w kierunku bardziej ekologicznym, brak wykorzystania takiego pasywnego potencjału miałby negatywne skutki. Woda opadowa może być gromadzona w sposób nie wymagający ciągłej ludzkiej ingerencji, co przyczyniłoby się do pozytywnych efektów.

W ramach planów szkoły dotyczących wprowadzenia zmian w kierunku zielonej przestrzeni oraz związanych z tym projektów rozwojowych, takich jak np. tworzenie zielonych stref czy instalacja paneli fotowoltaicznych na dachach, wykorzystanie zbiorników na wodę opadową i wodociągów byłoby rozwiązaniem o niskim nakładzie. Takie działania ułatwiłyby instalację odpowiednich dróg odpływowych z powierzchni dachów oraz przygotowanie terenu pod instalację zbiorników.

Taka instalacja miałaby istotny wpływ na utrzymanie zielonych stref, ponieważ znacznie ograniczyłaby koszty oraz ilość wody z miejskiej sieci, potrzebnej do nawodnienia gruntu i roślin w okresie wiosenno-letnim. Jest to rozwiązanie, które w długiej perspektywie może przyczynić się do zmniejszenia obciążenia systemów kanalizacyjnych, redukcji kosztów eksploatacyjnych, ochrony środowiska naturalnego i wzbogacenia bioróżnorodności.

Projekt instalacji podziemnych zbiorników na wodę opadową zaproponowany dla szkoły byłby idealnym przykładem dla uczniów, którzy chcieliby zdobyć wiedzę z dziedziny techniki energii odnawialnych, hydrologii i ekologii. Kierunek ten, obecny w naszej szkole, obejmuje zagadnienia związane z wykorzystaniem alternatywnych źródeł energii, w tym hydrotechnikę, która zajmuje się projektowaniem i budową systemów wodnych. Projekt taki ma charakter edukacyjny i jest nie lada przykładem dla uczniów zainteresowanych tematyką związaną z energią odnawialną oraz hydrotechniką.

Dzięki temu projektowi uczniowie mieliby okazję nie tylko zobaczyć, jak działa instalacja zbierająca wodę opadową, ale również zapoznać się z praktycznymi aspektami pracy z takimi systemami. Mogliby nauczyć się, jak projektować i budować podobne rozwiązania oraz jak zapewnić im odpowiednie funkcjonowanie. Projekt ten może również wpłynąć na motywację uczniów do kształcenia się na kierunkach związanych z techniką energii odnawialnej, co jest szczególnie ważne w kontekście przyszłych potrzeb energetycznych i zmian klimatycznych.



2. Obliczenia

W tej sekcji przeprowadzone są obliczenia, których wyniki następnie wykorzystałem do formułowania odpowiednich wniosków lub dalszych działań.

Uwaga: Wszystkie obliczenia są przybliżone do pięciu miejsc po przecinku, w celu ułatwienia zapisu.

2.1 Powierzchnia dachowa budynków

W budynkach objętych projektem możemy wyróżnić następujące spadły dachowe, o podanych powierzchniach:

$$P_{Bud.A} = 10\text{ m} \cdot 66\text{ m} = 660\text{ m}^2$$

$$P_{Bud.B} = 15\text{ m} \cdot 13\text{ m} + (77\text{ m} - 15\text{ m}) \cdot 10\text{ m} = 815\text{ m}^2$$

$$P_{ckz} = (19,95\text{ m} \cdot 60\text{ m}) \cdot 2 = 2394\text{ m}^2$$

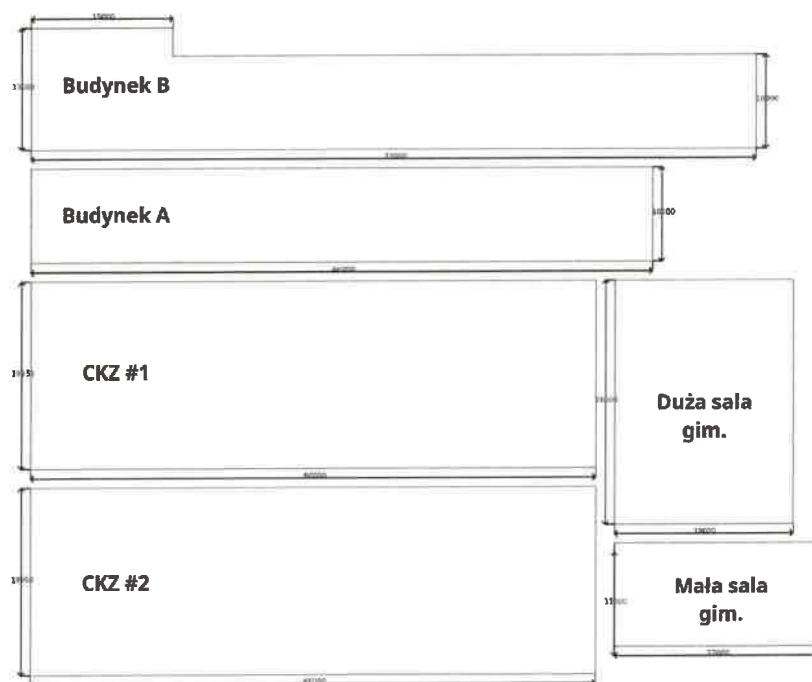
$$P_{sala\ mała} = 22\text{ m} \cdot 11\text{ m} = 242\text{ m}^2$$

$$P_{sala\ duża} = 19\text{ m} \cdot 26\text{ m} = 494\text{ m}^2$$

Tak więc, sumując:

$$P = P_{Bud.A} + P_{Bud.B} + P_{ckz} + P_{sala\ mała} + P_{sala\ duża}$$

$$P = 4605\text{ m}^2$$



Rys. 2.1. Wymiary powierzchni dachowych ZSGE i CKZ



Fot. 2.2. Wizualizacja przestrzeni szkoły z wyszczególnieniem sekcji spadowych w oparciu o ortofotomapę z serwisu Geoportal

2.2 Miarodajne natężenie deszczu - metoda Błaszczyka

W celu obliczenia natężenia deszczu, został zastosowany poniższy wzór:

$$q = \frac{6.631 \cdot \sqrt[3]{H^2 \cdot C}}{t^{\frac{2}{3}}}$$

gdzie:

q - natężenie deszczu

H - średnia roczna wartość opadu [mm]

C - częstość (powtarzalność) występowania deszczu obliczeniowego [lata]

t - czas trwania deszczu [min]

W przypadku rejonu konińskiego możemy przyjąć następujące wartości:

H = 660 mm¹

C = 2 lata²

t = 15 min³

W rezultacie czego otrzymujemy poniższe równanie:

$$q = \frac{6,631 \cdot \sqrt[3]{660^2 \cdot 2}}{15^{\frac{2}{3}}} = 104,12559 \frac{dm^3}{s \cdot ha}$$

¹ Rozkład rocznej sumy opadów w okresie 1991-2020; Źródło: IMGW

² Zalecane częstości deszczu obliczeniowego wg PN-EN 752:2008:2017

³ W pracy, zgodnie z przewodnikiem konkursowym, przyjęty został czas opadu równy 15 min

2.3 Spływ powierzchniowy

Spływ powierzchniowy liczony w litrach na sekundę, możemy wyrazić poniższym wzorem:

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

gdzie:

Q - spływ powierzchniowy [dm³/s]

F - powierzchnia zlewni [ha]

φ - współczynnik spływu

q - natężenie deszczu [dm³/(ha * s)]

Przyjmując odpowiednie wartości dla budynków szkoły, to jest:

$$F = \frac{P}{10000} = 0,4605 \text{ ha}$$

$$\varphi = 0,96^4$$

$$q = 104,12559 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{ha}}$$

otrzymujemy poniższe równanie:

$$Q = 0,4605 \text{ ha} \cdot 0,96 \cdot 104,12559 \frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{ha}}$$

$$Q = 46,03184 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

⁴ Współczynnik dla papy dachowej bitumicznej o spadku zlewni równemu 2,5%; Źródło A. Ciepeliowski, Sz. L. Dąbkowski, Metody obliczeń przepływów maksymalnych w małych zlewniach rzecznych, Bydgoszcz 2006

2.4 Ilość wody opadowej w ciągu pojedynczego opadu

Zakładając, że wartości sływu powierzchniowego oraz natężenia deszczu były obliczone przy zastosowaniu takiego samego przedziału czasowego, w przystępny sposób możemy obliczyć zgromadzoną ilość wody w ciągu jednego opadu deszczowego.

Przyjmując, że wartość t zastosowana dla obliczeń wartości Q oraz q jest taka sama, a przy tym równa 15 min , możliwe jest zapisanie poniższego równania dla ilości zgromadzonej wody w ciągu jednego miarodajnego opadu:

$$n = Q \cdot t \cdot 60 = 41\,428,656 \text{ dm}^3$$

2.5 Ilość wody wymagana do podlewania roślin

Rośliny są organizmami żywymi, które potrzebują wody do swojego prawidłowego rozwoju i wzrostu. Woda jest niezbędna do fotosyntezy oraz transportu składników odżywczych z korzeni do liści i innych organów roślinnych. W przypadku planowanych zielonych stref, gdzie ilość i gęstość roślin jest znacząca, zapewnienie odpowiedniej ilości wody staje się kluczowe. Woda pochodząca z miejskiej sieci wodociągowej może być kosztowna i niewystarczająca, szczególnie w okresach suchych, ponieważ Wielkopolska i region koniński ulega postępującemu stepowieniu, a ilość opadów atmosferycznych spada. Z tego powodu, zbieranie wody deszczowej z dachów budynków szkolnych i jej przechowywanie w zbiornikach na terenie szkoły może zapewnić roślinom odpowiednią ilość wody, nawet w okresach suszy. W ten sposób, planowane zielone strefy będą mogły rozwijać się zgodnie z oczekiwaniami, a także przyczynić się do poprawy jakości życia wokół szkoły poprzez zwiększenie ilości zieleni i poprawę estetyki.



Fot. 2.3. Wizualizacja łąki kwietnej przy budynku A

W celu obliczenia szacunkowego zapotrzebowania na ilość wody potrzebnej do nawadniania, została przyjęta średnia wartość zapotrzebowania wody⁵ w wysokości 5mm na dzień, czyli $5l / m^2$.

⁵[Automatyczny system nawadniania - PORADNIK: DOBÓR. PROJEKT, MONTAŻ](#); Strona 13, sekcja 3.5.

Całkowita powierzchnia terenu za budynkiem szkoły, wynosi blisko ponad 3449,03 m², jednak znacząca część tej powierzchni jest zabudowana kostką brukową, chodnikami, bądź drogami dojazdowymi. Powierzchnia samego terenu na którym występuje roślinność, to około $P_{z.strefa} = 2769,64 \text{ m}^2$.

Tak więc, biorąc pod uwagę przyjęte zapotrzebowanie wody oraz powierzchnię terenu, możliwym jest poniższe założenie, iż zapotrzebowanie jest równe:

$$z_{nawadnianie} = P_{z.strefa} \cdot 5 \frac{l}{m^2} = 13\,848,2 \text{ l}$$

2.6 Wykorzystanie wody opadowej w celu nawadniania

Z przyjętych szacunków można wywnioskować, że pojedynczy, miarodajny opad deszczu w ciągu dnia, jest w stanie zgromadzić wodę na blisko trzy dni podlewania roślin; wynika to z następującego działania:

$$\frac{n}{z_{nawadnianie}} = \frac{41\,428,656}{13\,848,2} = 2,99163 \approx 3 \text{ dni}$$

To oznacza, iż woda zgromadzona w ciągu jednego dnia deszczowego, pozwoliłaby na zaspokojenie zapotrzebowania na następne trzy dni, zakładając, że w ich trakcie nie wystąpiłyby żadne opady.

2.7 Wykorzystanie wody opadowej do mycia pojazdów

Zgodnie z projektem, planuje się uruchomienie jednostanowiskowej myjni pojazdów wyposażonej w myjkę ciśnieniową w okresie jesienno-zimowym oraz przy odpowiednich warunkach w pozostałej części roku. W takiej myjni zużycie wody na godzinę wynosi między 300 a 500 litrów, przy czym dla obliczeń przyjęto wartość średnią 400 litrów na godzinę. Przewidywany czas mycia to przedział od 5 do 10 minut, lecz w dalszych działaniach przyjęto czas mycia na poziomie 7,5 minut. Zatem, średnie zużycie wody na jedno mycie można obliczyć poniższym równaniem:

$$Z_{\text{mycie}} = \frac{400 \text{ l}}{\frac{3600 \text{ s}}{7,5 \text{ min} \cdot 60 \text{ s}}} = 50 \text{ l}$$

Przy założeniu pełnego wypełnienia zbiorników, ilość zgromadzonej wody przekraczałaby wielokrotnie wymagane potrzeby myjni samochodowej. W przypadku braku opadów, stacja myjąca wykorzystująca zgromadzoną wodę nadal mogłaby być używana dzięki zoptymalizowanej ilości zużywanej wody. Takie rozwiązanie pozwoliłoby na uniknięcie nadmiernego obciążenia sieci wodociągowej oraz zapobiegłoby marnowaniu wody, co jest szczególnie ważne w kontekście globalnych problemów związanych z dostępem do wody. Odpowiednie gromadzenie i wykorzystywanie wody z opadów atmosferycznych byłoby zatem korzystnym rozwiązaniem.

2.8 Energia pozyskiwana z paneli PV na rzecz zasilania pomp w jednostkach zbiornikowych

Zgodnie z projektem, na dachu budynku A oraz budynku B ma pojawić się odpowiednio 120 i 150 paneli fotowoltaicznych, o maksymalnej mocy pojedynczego modułu 355 W. Teoretycznie, przekłada się to na gromadzenie energii rzędu:

$$355 \text{ W} \cdot 270 = 95\,850 \text{ W}$$

Planowana instalacja fotowoltaiczna, może również służyć jako źródło energii dla pomp znajdujących się przy jednostkach zbiornikowych. Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwiłoby efektywne wykorzystanie energii słonecznej, pozyskiwanej w całorocznie, zwłaszcza latem, gdy ilość promieniowania słonecznego jest największa. Ponadto, taki system umożliwiłby niezależność energetyczną stacji myjącej pojazdów oraz zwiększenie efektywności działania całej instalacji, poprzez wykorzystanie energii w sposób umożliwiający optymalne działanie poszczególnych urządzeń. Dzięki temu, uzyskana energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej mogłaby być wykorzystana do zasilania pomp wirowych o mocy 0,75 kW przy każdej jednostce zbiornikowej, zapewniając nieprzerwane i efektywne funkcjonowanie całego systemu.



Fot. 2.4. Panele fotowoltaiczne na dachu budynku B

3. Projekt wykonania

3.1 Jednostki zbiornikowe

W kontekście planowanych zielonych stref i projektów rozwojowych, istotnym elementem jest sposób gromadzenia wody. W celu wykorzystania wód opadowych zaproponowano zastosowanie *trzech podziemnych zbiorników*, każdy o pojedynczej pojemności $40 m^3$.

Choć takie rozwiązanie może wydawać się nieproporcjonalne do potrzeb, należy mieć na uwadze znaczącą ilość wód, która zbierałaby się z dachów w okresie silnych opadów deszczu, gdy dni deszczowe występują po sobie, często związane ze zmianami klimatycznymi. Dzięki takiej formie magazynowania wody, możliwe byłoby wykorzystanie pełnego potencjału systemu, poprzez gromadzenie wody na wiele dni, w których opady atmosferyczne nie występują. W ten sposób projekt zyskałby stabilność, a wykorzystanie zgromadzonej wody umożliwiłoby dalszy rozwój zielonej przestrzeni w szkole.

W ramach planowanych działań, każda jednostka magazynująca wody została wyposażona w mechaniczny system filtrujący oraz zawory sterowane programowo i mechaniczne, co pozwoliłoby na skuteczne gromadzenie wody opadowej. Ponadto, w celu zapewnienia poprawnego funkcjonowania systemu, niezbędne byłoby zastosowanie odpowiednich urządzeń pompujących, które zapewniłyby przepływ wody wraz z wykorzystaniem całej zainstalowanej infrastruktury.

Planowane jest, aby każda jednostka zbiornikowa została wyposażona w elektryczną pompę wirową o mocy $0,75 kW$. W przypadku każdej pompy, zastosowany zostałby zawór zwrotny na zasysaniu, co pozwoliłoby na uniknięcie konieczności instalowania zaworu dennego. Dodatkowo, przed każdą pompą zostałby zamontowany mechaniczny filtr, który miałby za zadanie chronić wirniki pompy przed zanieczyszczeniami, co zapewniłoby nieprzerwaną pracę urządzenia i wydłużyłoby żywotność jego części składowych. Mimo, że pompy te nie pracowałyby często, planowane jest, aby były zasilane jak najczęściej ze źródła energii odnawialnej, jakim jest instalacja fotowoltaiczna.

Zastosowanie elektrycznych pomp wirowych o mocy $0,75 kW$ jest uzasadnione ich wydajnością oraz niskim zużyciem energii elektrycznej. W przypadku tych pomp, mamy do czynienia z urządzeniami o średnim poborze mocy, co umożliwia ich efektywne zasilanie z instalacji fotowoltaicznej, ale jednocześnie zapewnia wysoką wydajność podczas pracy.

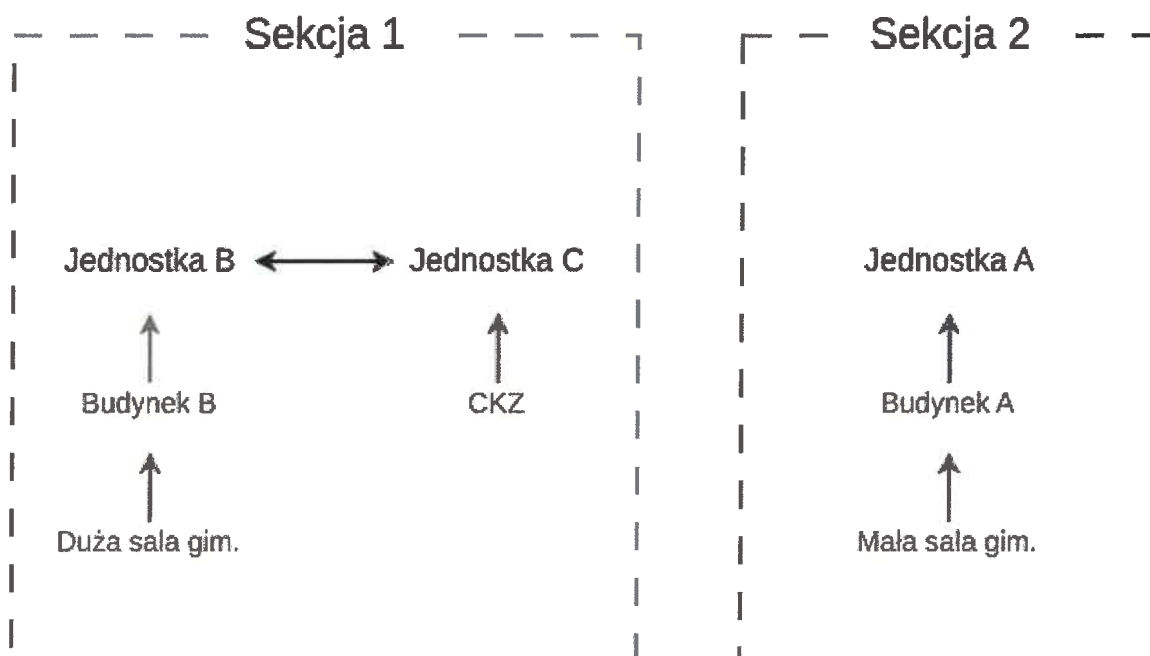
Zbiorniki zostałyby umieszczone na głębokości około 1 metra mierząc od gruntu do górnej części zbiornika, co zmniejszyłoby ryzyko zamarznięcia. Dodatkowo, każdy ze zbiorników miałby wąż dostępowy, umożliwiający przeprowadzanie niezbędnych prac serwisowych i konserwacyjnych. Takie rozwiązanie pozwoliłoby na efektywne wykorzystanie wody opadowej oraz zapewnienie jej odpowiedniej jakości przez mechaniczne filtrowanie.



Rys. 3.1. Wizualizacja prezentująca przekrój planowanej jednostki zbiornikowej

3.2 Sekcje magazynowania wody

Planowane jest instalacja trzech jednostek zbiornikowych w dwóch sekcjach:



Rys. 3.2. Schemat sekcji oraz jednostek zbiornikowych

Każda z sekcji miałaaby za zadanie nawadniać odpowiednią zieloną strefę, a dodatkowo Sekcja 1, służyłaby jako źródło wody dla myjni ciśnieniowej.

Jednostki B i C zostałyby połączone w taki sposób, aby w przypadku przepełnienia tylko jednego zbiornika, drugi był w stanie przyjmować wody. W sytuacji, gdy opady byłyby zbyt obfite i wszystkie sekcje zostałyby zapełnione, woda zostałaby odprowadzana na zewnątrz systemu, dokładniej mówiąc, na tereny zielone przed szkołą, które byłyby w stanie przyjąć nadmiarową ilość wody. Wodociąg odpływowy poprzez swoje położenie ułatwiłby pozbycie się nadmiaru wody z systemu.

3.3 Nawadnianie roślinności; Zraszacze.

W ramach projektu planowane jest rozmieszczenie zraszaczy nawadniających rotacyjnych na terenach zielonych w sposób zapewniający równomierne pokrycie wody na całej powierzchni. W celu osiągnięcia tego celu, zdecydowano się na rozmieszczenie zraszaczy w gęstej siatce, z odległością między nimi wynoszącą mniej więcej 10 metrów. Planowane zastosowanie zraszaczy z uwagi na zróżnicowany charakter obszaru zielonego oraz różnorodność roślinności, wymaga określenia optymalnego ustawienia, co nie jest prostym zadaniem.

W zakresie założeń projektowych przyjęto, że na obszarze planowanej inwestycji wymagana jest ilość jednostek nawadniających w przedziale od 80 do 100 sztuk, co jest zależne od konkretnego projektu. W związku z tym, należy odpowiednio rozplanować ilość zraszaczy, aby pokryły one cały obszar zielony.

W szczególności, należy zwrócić uwagę na zieloną strefę przy budynku A, gdzie planowane jest urządzenie kwiecistej łąki, której powierzchnia jest znacząca i wymaga dokładnego nawodnienia. Z tego względu, proporcjonalnie większa ilość zraszaczy zostanie umieszczona na tym obszarze, w porównaniu z terenem przy budynku B, który składa się głównie z drzew platanów.



Fot. 3.4. Wizualizacja przestrzeni przy budynku B. Widoczne drzewa platanów.

3.4 Stacja myjąca

Zaproponowany projekt stacji myjącej dla pojazdów nie zakłada zaawansowanych rozwiązań przemysłowych ani komercyjnych. Zamiast tego, proponuje się wykorzystanie nieskomplikowanej myjki ciśnieniowej, która zostanie zintegrowana z całym systemem. W trakcie użytkowania, stanowisko do mycia pojazdów będzie chronione przed niekontrolowanym rozprzestrzenianiem się wody z dyszy, dzięki prostej konstrukcji zabezpieczającej przed rozpryskiwaniem.

Dodatkowo, wewnątrz stanowiska, prócz myjki ciśnieniowej z dyszą i przewodem, przewiduje się umieszczenie miejsca na środki do pielęgnacji karoserii, biodegradowalne środki myjące oraz akcesoria niezbędne do mycia pojazdów. Istotne jest, aby te środki były ekologiczne, tj. pozbawione toksycznych składników, a odpady po myciu zostały odprowadzone do miejskiej kanalizacji, aby uniknąć zanieczyszczenia gruntu.

Tak jak zostało to poruszone w sekcji dotyczącej sekcji magazynowania wody, *Sekcja 1* będzie odpowiedzialna za dostarczanie wody potrzebnej do użytkowania stacji myjącej. W celu zapewnienia odpowiedniego przepływu wody przez system, obydwa elementy systemu będą połączone za pomocą instalacji kierującej wodą.

Pomiędzy jednostkami zbiornikowymi, a stacją myjącą umieszczone zostaną pompy, które będą odpowiadały za przepompowywanie wody z jednostek do stacji. Programowalny sterownik PLC będzie nadzorował sterowanie przepływem wody oraz włączanie pomp.

Użytkownikami myjni będą wyłącznie pracownicy i uczniowie szkoły. Przed rozpoczęciem mycia, trzeba będzie uiszczać symboliczną opłatę w portierni szkoły, aby otrzymać dostęp za pomocą pilota do myjni. Po rozpoczęciu procesu mycia, woda zostanie przepompowana ze zbiornika do myjki. Cały proces będzie trwał do 10 minut, ale użytkownik będzie miał możliwość wcześniejszego zakończenia mycia.

System elektroniczny będzie zaprojektowany w sposób redundantny, co oznacza, że będzie posiadał awaryjny, zapasowy układ. Dodatkowo, cały system zostanie zaprojektowany w idei fail-safe, co oznacza, że w przypadku jakiegokolwiek krytycznej usterki, cały system wszedłby w odpowiedni tryb, który zapewniłby bezpieczeństwo całej instalacji. Wizją projektową jest również wprowadzenie prostego systemu powiadamiania za pomocą telefonii, a dokładniej poprzez SMS. W przypadku wystąpienia awarii, osoby odpowiedzialne za cały system otrzymałyby powiadomienie z informacją o przyczynie usterki, co mogłoby wpłynąć na szybkie działanie i zapobieganie dalszym problemom.

4. Koszty

Dokładne oszacowanie kosztów powyższego przedsięwzięcia jest zadaniem wymagającym dużo uwagi i dokładności. Nie należy ono z pewnością do prostych. Wymaga ono uwzględnienia kosztów wszystkich elementów składowych, takich jak zbiorniki, pompy, filtry oraz inne elementy wodociągowe, a także kosztów związanych z pracami ziemnymi i instalacyjnymi.

Koszty tych elementów składowych mogą się znacznie różnić w zależności od ich rodzaju, jakości, dostawcy i innych czynników. Dodatkowo, koszty prac ziemnych są również zależne od wielu czynników, takich jak sam teren, warunki glebowe czy dostępność maszyn budowlanych oraz rosnące ceny eksploatacyjne.

Największym kosztem projektu jest instalacja zbiorników retencyjnych, co wynika z ich rozmiaru oraz ograniczonych możliwości transportu i dostawy. Szacunkowy koszt trzech zbiorników retencyjnych dwupłaszczowych wynosi 150 000,00 zł. Następnie, koszt urządzeń pompujących wraz z zaworami elektromagnetycznymi do wody to około 9 580,00 zł, a koszt wodociągów i instalacji kanalizacyjnych w 4530,00 zł. Myjka ciśnieniowa to koszt około 3 500,00 zł. Systemy elektronicznie i sterowniki wyniosłyby w przybliżeniu 5 000,00 zł. Ostatnim elementem kosztowym są prace ziemne, szacowane na około 40 000,00 zł. Wszystkie powyższe szacunki sumują się do teoretycznej kwoty 21 930,00 zł.

Z pewnością byłaby to znacząca inwestycja dla szkoły, jednak należy wziąć pod uwagę, że część lub nawet całość kosztów projektu mogłaby zostać sfinansowana z dotacji, funduszy publicznych, na przykład poprzez programy finansowe takie jak Koniński Budżet Obywatelski (KBO), działający w Koninie lub projektów EU.

5. Podsumowanie

Projekt instalacji podziemnych zbiorników na wodę opadową dla szkoły i przyległych obiektów edukacyjnych ma szereg zalet, które warto podkreślić. Przede wszystkim, taka instalacja pozwoliłaby na gromadzenie wody opadowej w sposób pasywny i efektywny, co w obliczu zmieniającej się sytuacji klimatycznej jest bardzo istotne. Dzięki temu można znacznie ograniczyć koszty i ilość wody z miejskiej sieci potrzebnej do nawodnienia gruntu i roślin w okresie wiosenno-letnim, co przyczyni się do zmniejszenia obciążenia systemów kanalizacyjnych i kosztów eksploatacyjnych, a także do ochrony środowiska naturalnego i wzbogacenia bioróżnorodności.

W ramach planów dotyczących wprowadzenia zmian w kierunku zielonej przestrzeni oraz związanych z tym projektów rozwojowych, wykorzystanie zbiorników na wodę opadową i wodociągów byłoby rozwiązaniem o niskim nakładzie, zakładając, że będą prowadzone prace przy tworzeniu zielonych korytarzy, tj. kwietnych łąk oraz kącika relaksu. Takie działania zdecydowanie ułatwiłyby instalację właściwych dróg odpływowych z powierzchni dachów oraz przygotowanie terenu pod instalację zbiorników.

Projekt instalacji podziemnych zbiorników na wodę opadową dla szkoły i przyległych obiektów edukacyjnych jest przykładem rozwiązania, które w dynamicznie zmieniającej się sytuacji klimatycznej ma duże znaczenie. Dzięki temu projektowi uczniowie zainteresowani tą tematyką mieliby okazję nauczyć się, jak projektować i budować podobne rozwiązania oraz jak zapewnić im odpowiednie funkcjonowanie. Projekt ten może również wpłynąć na motywację uczniów do kształcenia się na kierunkach związanych z techniką energii odnawialnej, co jest szczególnie ważne w kontekście przyszłych potrzeb energetycznych i zmian klimatycznych.

Przedstawiony projekt gospodarowania wodami opadowymi ma pozytywny wpływ na kwestie ekologiczne. Niniejsza praca skupia się na małym, lokalnym obszarze szkolnym, co oznacza, że jest bardziej skoncentrowana i może być łatwiejsza do zrealizowania i implementacji niż duże projekty obejmujące całe miasta.

Uważam, że takie projekty są szczególnie ważne dla naszej przyszłości, ponieważ pozwolą nam na zachowanie jak największej ilości wody i przeciwdziałanie szkodliwym skutkom zmian klimatycznych. Co więcej, wdrażanie takich projektów na mniejszą skalę może pomóc w zapobieganiu stratom finansowym, a jednocześnie zapewnić pozytywne efekty ekologiczne.

Chciałbym także podkreślić, że moją wizją jest to, aby w przyszłości moja szkoła stała się szkołą ekologiczną i w jak największym stopniu samowystarczalną pod względem energetycznym i hydrotechnicznym. Wdrażanie projektów takich jak ten może być cennym krokiem w kierunku osiągnięcia tego celu. Ponadto, chciałbym, aby tereny szkoły były zielone, pełne roślin i kwiatów; miałyby to niezwykle pozytywny wpływ na nasze środowisko do rozwoju, swoiste przełamanie obecnego krajobrazu miast postindustrialnych, takich jak Konin, gdzie przemysł wydobywczy niedługo się skończy.

6. Informacje końcowe

Autorem powyższej pracy jest Jędrzej Maciejewski uczeń Zespołu Szkół Górniczo-Energetycznych w Koninie z klasy 4 TI.

Wszystkie ilustracje, wizualizacje oraz grafiki zostały stworzone w całości przez Autora pracy.



Rys. 6.1. Przekrój przez poszczególne etapy tworzenia wizualizacji ogólnej

Do stworzenia wszystkich wizualizacji zostały użyte otwartoźródłowy program do grafiki komputerowej Blender organizacji Blender Foundation.





Literatura

- [1] Andrzej Kotowski, Bartosz Kaźmierczak, *Zalecenia metodyczne do ćwiczeń projektowych i prac dyplomowych z kanalizacji rozdzielczej*, Wrocław 2019.
- [2] https://www.nawodnienia.eu/files/1676974311/file/poradnik_hbssystem_automatyczny_system_nawadniania_doborprojektmontaz.pdf, *Automatyczny System Nawadniania, HB-system*, 2013.
- [3] https://www.bonita.net.pl/files/productsfiles/id255/dg_res-handbook_po.pdf, *Przydomowe systemy zraszaczy podręcznik projektowania*, 2013.
- [4] https://dbc.wroc.pl/Content/7791/PDF/Pawlak_Sterowniki_programowalne.pdf, Marcin Pawlak, *Sterowniki programowalne*, 2011.
- [5] <https://www.valsir.pl/wp-content/uploads/2021/06/Rozdz.-6.-Projektowanie-systemow-odprowadzania-wod-deszczowych.pdf>, *Projektowanie systemów odprowadzania wód deszczowych, INSTRUKCJA TECHNICZNA SYSTEMÓW KANALIZACYJNYCH*, 2021.
- [6] Aleksander Walczak - *Poradnik edytorski prac dyplomowych*, Szczecin 2012.
- [7] *Przewodnik konkursowy Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej*.
- [8] *Karty katalogowe oraz instrukcje producentów*.

Podziękowania

Podziękowania kieruję do:

Leszek Hopen, nauczyciel biologii w ZSGE - konsultant projektu,

Karina Ciesielska, uczennica klasy 4TG ZSGE - pomoc w składzie tekstu do druku oraz wykonaniu zdjęć terenu szkoły,

Gracjan Adamus, uczeń klasy 4B II LO w Koninie - konsultacje w zakresie weryfikacji obliczeń projektowych,

Aleksandra Wójcik, uczennica klasy 3LOI ZSGE - Pomoc w wykonaniu zdjęć szkoły z powietrza.

