Fundusze Europejskie dla Polski Wschodniej

Rzeczpospolita Polska

Dofinansowane przez Unię Europejską

MPA

· Chełm ·

MIEJSKI PLAN ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU DLA MIASTA CHEŁM

Koncepcja zazieleniania miasta

Wykonawca:

LEMITOR Ochrona Środowiska
Sp. z o.o.
ul. Jana Długosza 40
51-162 Wrocław

Zespół autorski:

mgr inż. Przemysław Lewicki
dr Paweł Binkiewicz
dr inż. Krzysztof Papuga
mgr inż. Dominika Sobocińska
mgr Agata Gudek
mgr inż. Katarzyna Stadnik
mgr Zuzanna Szymków
mgr inż. Joanna Woźniak
inż. Ewelina Zajda

SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW 5
1. WSTĘP 6
1.1. Cele i założenia koncepcji zazieleniania miasta 6
2. CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO 7
2.1. Uwarunkowania geologiczne i geomorfologiczne 7
2.2. Struktura pokrycia terenu i udział powierzchni biologicznie czynnej 8
2.3. Charakterystyka gleb 9
2.4. Warunki klimatyczne 10
2.5. Warunki hydrologiczne 12
2.6. Formy ochrony przyrody i powiązania z obszarami cennymi przyrodniczo 13
3. ANALIZA PRESJI I ZAGROŻEŃ 15
4. MODEL DOCELOWEGO SYSTEMU ZIELENI 15
4.1. Zakładanie parków kieszonkowych 15
4.2. Wprowadzanie zielonej infrastruktury 19
4.2.1. Zielone ściany 19
4.2.2. Zielone dachy 21
4.2.3. Zielone przystanki 22
4.3. Ogrody deszczowe 24
4.4. Niecki bioretencyjne i rowy bioretencyjne 26
4.5. Powierzchnie przepuszczalne 29
4.6. Ogrody sąsiedzkie 31
4.7. Rozwój łąk kwietnych 33
5. DOBÓR GATUNKOWY I STANDARDY TECHNICZNE 35
5.1. Preferencja dla gatunków rodzimych i lokalnych ekotypów. 35
5.2. Dobór roślin w zależności od typu infrastruktury 36
5.3. Lista gatunków wykluczonych (inwazyjnych). 42
5.4. Utrzymanie istniejącej zieleni 43
5.4.1. Zasady cięcia drzew 43
5.4.2. Mechaniczne wzmocnienia drzew i konarów 48
5.4.3. Zabezpieczanie zieleni w trakcie realizacji inwestycji 49
6. ASPEKTY SPOŁECZNE I EDUKACYJNE 52
6.1. Partycypacja społeczna w planowaniu nasadzeń 52
6.2. Programy adopcji drzew i ogrody społeczne 53
6.3. Edukacja ekologiczna mieszkańców 54
6.4. Współpraca z placówkami oświatowymi i organizacjami pozarządowymi 54

7. PODSUMOWANIE 54
8. WYKAZ MATERIAŁÓW ŹRÓDŁOWYCH 56
8.1. Publikacje 56
8.2. Źródła internetowe 57

WYKAZ SKRÓTÓW

Skrót	Rozwinięcie
IGO	Inwazyjne Gatunki Obce
NSIS	Narodowego Systemu Informacji Satelitarnej
PPSS	Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy

1. WSTĘP

Opracowanie koncepcji zazieleniania dla miasta Chełm wynika z konieczności wdrożenia systemowego, długofalowego zarządzania środowiskiem przyrodniczym w warunkach nasilających się zmian klimatycznych, presji urbanizacyjnej oraz postępującej degradacji komponentów biotycznych i abiotycznych ekosystemu miejskiego.

Miasto pozostaje w strefie oddziaływania Polesia Zachodniego, regionu o wysokiej wrażliwości hydrologicznej i cennych siedliskach torfowiskowych, łąkowych oraz kserotermicznych. Jednocześnie obszar zurbanizowany Chełma charakteryzuje się znacznym udziałem powierzchni uszczelnionych, fragmentacją zieleni oraz przekształceniem naturalnych układów wodnych, co prowadzi do zaburzenia lokalnego bilansu wodnego, ograniczenia infiltracji oraz nasilenia spływu powierzchniowego wód opadowych.

W warunkach rosnącej częstotliwości epizodów suszy oraz opadów nawalnych brak systemowego podejścia do planowania zieleni zwiększa podatność miasta na zjawiska ekstremalne. Istotnym czynnikiem opracowania koncepcji jest nasilający się efekt miejskiej wyspy ciepła, będący konsekwencją zabudowy, wysokiej akumulacji ciepła przez materiały budowlane oraz niedostatecznego udziału zieleni wysokiej w strukturze przestrzennej miasta.

Podwyższone temperatury negatywnie wpływają na komfort termiczny mieszkańców, zwiększają zapotrzebowanie na energię do chłodzenia budynków oraz oddziałują stresowo na roślinność, skracając jej żywotność i obniżając odporność na patogeny. Nie bez znaczenia pozostaje aspekt zdrowia publicznego i jakości życia mieszkańców. Liczne badania wskazują, że dostęp do terenów zieleni wpływa na redukcję stresu, poprawę kondycji psychofizycznej (Ulrich R.S i in. 1991; Bratman G.N i in. 2015).

1.1. Cele i założenia koncepcji zazieleniania miasta

Wizją koncepcji jest rozwój systemu zieleni jako integralnego elementu błękitno-zielonej infrastruktury miasta, który wspiera adaptację do zmian klimatu, poprawia jakość środowiska miejskiego oraz podnosi komfort życia mieszkańców. System zieleni ma pełnić funkcje klimatyczne, ekologiczne i społeczne, integrując zieleń miejską z wodami opadowymi, przestrzenią rekreacyjną i siedliskami dla bioróżnorodności.

Cel główny

Głównym celem koncepcji jest zwiększenie odporności miasta na skutki zmian klimatu, w szczególności na susze i fale upałów przejawiające się wydłużaniem okresów bezopadowych, wzrostem liczby dni upalnych oraz nasileniem zjawiska miejskiej wyspy ciepła, a także poprawa jakości powietrza i mikroklimatu poprzez ograniczenie negatywnego oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych. Istotnym elementem celu głównego jest również ochrona i wzmacnianie bioróżnorodności poprzez przeciwdziałanie homogenizacji biologicznej krajobrazu miejskiego oraz odbudowę sieci siedlisk umożliwiających migrację i bytowanie

organizmów, jak również poprawa jakości życia mieszkańców poprzez podniesienie komfortu środowiskowego i poziomu zdrowia publicznego dzięki zapewnieniu równomiernego dostępu do terenów zieleni w strukturze miasta.

Cele szczegółowe

Do kluczowych celów szczegółowych koncepcji należą:

- zwiększenie udziału powierzchni biologicznie czynnej w granicach administracyjnych miasta,
- rozbudowa systemu małej retencji oraz infiltracji wód opadowych,
- zwiększenie pokrycia terenu koronami drzew,
- ograniczenie intensywności efektu miejskiej wyspy ciepła,
- zwiększenie udziału gatunków rodzimych w nowych nasadzeniach,
- tworzenie siedlisk wspierających zapylacze i ptaki,
- ograniczenie udziału gatunków inwazyjnych w zieleni miejskiej,
- zwiększenie powierzchni rekreacyjnych terenów zielonych.

2. CHARAKTERYSTYKA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

2.1. Uwarunkowania geologiczne i geomorfologiczne

Obszar miasta położony jest w obrębie struktury zrębowej podlasko-lubelskiej, na styku dwóch dużych jednostek geologicznych: wschodniej części prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej oraz paleozoicznej platformy środkowoeuropejskiej. Głębokie struktury dyslokacyjne podłoża wpływały na późniejszy rozwój procesów sedymentacyjnych.

W utworach wczesnego paleozoiku teren ten zaliczany jest do niecki nadbużańskiej, natomiast w osadach mezozoicznych stanowi południową część niecki lubelskiej. Występują tu utwory jury dolnej, środkowej i górnej oraz kredy dolnej i górnej. Osady jury reprezentowane są głównie przez wapienie pelityczne i krynoidowe oraz dolomity, o łącznej miąższości ok. 80 m.

Na utworach jurajskich zalegają piaski glaukonitowe z fosforytami wieku albu górnego. Powyżej występują utwory kredy górnej od cenomanu do mastrychtu, zbudowane z wapieni kredopodobnych z glaukonitem, opok oraz kredy piszącej. Miąższość osadów kredowych dochodzi do około 500 m.

Na powierzchni terenu lub pod niewielkim nadkładem młodszych osadów odsłaniają się utwory mastrychtu, głównie kreda pisząca, a także opoki, opoki margliste i margle. Strop masywu kredowego jest zwietrzały; miąższość zwietrzeliny wynosi od 1 do ok. 8 m. W rejonach występowania opok ma ona charakter rumoszu skalnego, natomiast w marglach przyjmuje postać gliny zwietrzelinowej.

Osady czwartorzędowe wypełniają doliny rzeczne wcięte w podłoże kredowe, osiągając miąższość do ok. 15 m, m.in. w dolinie rzeki Uherki. Wzdłuż dolin oraz w dolnych partiach zboczy miąższość utworów czwartorzędowych wynosi kilka metrów.

Miasto Chełm położone jest na północnym skłonie wschodniej części pasa wyżynnego Polski Środkowej. Krajobraz łączy cechy typowe zarówno dla obszarów wyżynnych, jak i nizinnych, przy czym dominują elementy rzeźby wyżynnej. W dolinie Uherki wysokości wynoszą 185-195 m n.p.m., natomiast na północ od niej sięgają do ok. 275 m n.p.m. (Pagór Janowski na zachód od Chełma). Na terenie miasta nie stwierdzono występowania osuwisk ani obszarów zagrożonych ruchami masowymi[1].

2.2. Struktura pokrycia terenu i udział powierzchni biologicznie czynnej

Struktura pokrycia terenu miasta Chełm, określona na podstawie Mapy pokrycia terenu obszaru Polski dla roku 2025 udostępnionej na platformie Narodowego Systemu Informacji Satelitarnej (NSIS)[2], wskazuje na znaczący udział terenów biologicznie czynnych oraz obszarów pokrytych roślinnością.

Największą część powierzchni zajmuje roślinność trawiasta, obejmująca 1517,49 ha, co stanowi 40,99% powierzchni miasta. Do tej kategorii zaliczają się m.in. łąki, pastwiska, tereny zieleni nieurządzonej oraz inne obszary pokryte roślinnością niską. Drugą pod względem udziału kategorią są tereny antropogeniczne, które zajmują 1223,74 ha (33,06%). Obejmują one przede wszystkim tereny zabudowane, komunikacyjne oraz inne powierzchnie przekształcone przez działalność człowieka.

Istotnym elementem struktury pokrycia terenu są również tereny leśne. Lasy liściaste zajmują 318,58 ha (8,61%), natomiast lasy iglaste 170,7 ha (4,61%). Łącznie obszary leśne stanowią ponad 13% powierzchni miasta, pełniąc ważne funkcje przyrodnicze, klimatyczne i rekreacyjne. Tereny rolne obejmują 433,98 ha, co odpowiada 11,72% powierzchni Chełma. Choć ich główną funkcją jest produkcja rolnicza, stanowią one również istotny element krajobrazu otwartego oraz lokalnego systemu przyrodniczego.

Niewielki udział w strukturze pokrycia mają torfowiska (28,52 ha; 0,77%), tereny bagienne (3,87 ha; 0,10%) oraz obszary wodne (4,94 ha; 0,13%). Mimo stosunkowo małej powierzchni, pełnią one ważne funkcje ekologiczne, w szczególności w zakresie retencji wody, ochrony bioróżnorodności oraz regulacji mikroklimatu.

Zasoby zieleni i potencjał retencyjny

Analiza pokrycia terenu wskazuje, że zasoby zieleni w Chełmie stanowią ok. 55% powierzchni miasta, obejmując głównie lasy i tereny trawiaste.

Potencjał infiltracyjny i retencyjny miasta, rozumiany jako udział obszarów przepuszczalnych, pokrytych roślinnością oraz powierzchni wodnych, wynosi ok. 67%. Wysoki udział terenów biologicznie czynnych wskazuje, że miasto posiada dobre warunki do rozwoju zielono-błękitnej infrastruktury oraz wzmacniania funkcji retencyjnych i klimatycznych terenów zieleni.

[1] Źródło: Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Planu Ogólnego Miasta Chełm, Wrocław 2025 r.
[2] Źródło: https://nsisplatforma.polsa.gov.pl/aktualnosci/mpt_2025 (06.03.2025 r.)

Tereny leśne

Grunty leśne w Chełmie zajmują łączną powierzchnię ok. 272,35 ha, z czego zdecydowaną większość stanowią lasy publiczne – ok. 265,27 ha, w tym 264 ha będące własnością Skarbu Państwa i pozostające w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (Nadleśnictwo Chełm). Grunty leśne prywatne zajmują niewielką powierzchnię 7,08 ha. W 2024 r. wskaźnik lesistości miasta wynosił 6,6%[3].

Największym kompleksem leśnym jest Las Borek (ok. 240 ha) w południowo-wschodniej części miasta. Jest to las sosnowy z domieszką dębów, grabów i klonów, z podszytem m.in. leszczyną, kruszyną i derenia, w wieku ok. 100 lat[4].

Zieleń miejska

Tereny zieleni w mieście zajmują łącznie powierzchnię 269,75 ha. W ich strukturze, według stanu na 2024 r.[5], wyróżnia się m.in. parki spacerowo-wypoczynkowe, zieleńce, zieleń uliczną, tereny zieleni osiedlowej oraz cmentarze.

Zasoby zieleni miejskiej są stabilne i trwałe. Liczba parków spacerowo-wypoczynkowych pozostaje niezmienna i wynosi 6 obiektów, a ich łączna powierzchnia utrzymuje się na poziomie 48,76 ha. Również zieleńce wykazują stabilność – w mieście funkcjonuje 26 obiektów tego typu o łącznej powierzchni 13,59 ha.

Stały charakter ma także zieleń uliczna, która zajmuje 86,60 ha powierzchni. W przypadku terenów zieleni osiedlowej odnotowano niewielki wzrost – z 90,56 ha w 2021 r. do 93,13 ha w 2023 r. *(brak danych GUS dla 2024 r.)*.

Stabilna pozostaje również liczba cmentarzy, których w Chełmie jest 8, przy niezmiennej powierzchni wynoszącej 26,40 ha.

Na terenie miasta znajduje się sześć parków miejskich o funkcjach rekreacyjnych, przyrodniczych i krajobrazowych: Park Międzyosiedlowy na Osiedlu XXX- lecia (ok. 6,5 ha), obecnie rewitalizowany z wykorzystaniem zielono-niebieskiej infrastruktury; Park Miejski im. Unii Europejskiej (ok. 8 ha) nad rzeką Uherką w centrum; Park Wysoka Górka na Górze Chełmskiej (ok. 17 ha) w sąsiedztwie Bazyliki Narodzenia NMP; Park XXX-lecia (ok. 11 ha), uzupełniający zieleń wokół Góry Chełmskiej; Park (ogród) Jordanowski (ok. 2 ha), rekreacyjno-edukacyjny dla dzieci i młodzieży; oraz Park Szpitalny (ok. 4,5 ha) z 1913 r., objęty ochroną zabytkową i związany z dawnym zespołem administracyjnym i późniejszym szpitalem[6].

2.3. Charakterystyka gleb

Gleby stanowią istotny element środowiska przyrodniczego i odgrywają ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów oraz w sposobie zagospodarowania przestrzeni. Ich właściwości i zróżnicowanie są wynikiem oddziaływania wielu czynników

[3] Źródło: GUS BDL (dostęp: 06.03.2026 r.)
[4] Źródło: Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla Miasta Chełm na lata 2024-2027 z perspektywą do roku 2031
[5] Źródło: GUS BDL (dostęp: 06.03.2026 r.)
[6] Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Planu Ogólnego miasta Chełm, Wrocław 2025 r.

środowiskowych, takich jak podłoże geologiczne, warunki klimatyczne, rzeźba terenu, stosunki wodne czy działalność organizmów żywych.

Typy gleb i ich przydatność siedliskowa

Na obszarze miasta występują gleby o średniej oraz stosunkowo dobrej jakości użytkowej. Dominują rędziny, gleby organiczne oraz gleby o charakterze piaszczystym i gliniastym. Przeważają gleby zaliczane do III i IV klasy bonitacyjnej, natomiast sporadycznie występują również gleby o niższej wartości użytkowej, w tym gleby zdegradowane.[7]

Stopień uszczelnienia powierzchni

W centralnej części miasta Chełm obserwuje się znaczny stopień uszczelnienia powierzchni, charakterystyczny dla obszarów intensywnej zabudowy mieszkaniowej i usługowej. Dominują tam powierzchnie nieprzepuszczalne, takie jak drogi i parkingi, place oraz rynek miejski, a także zwarta zabudowa mieszkaniowa i usługowa wraz z towarzyszącą infrastrukturą techniczną. Udział powierzchni biologicznie czynnych w tej części miasta jest ograniczony, co wpływa na warunki retencji wód opadowych oraz lokalny mikroklimat.

Wysoki stopień uszczelnienia powierzchni prowadzi do ograniczenia naturalnej infiltracji wód opadowych, co sprzyja zwiększonemu ryzyku lokalnych podtopień, a także nasila zjawisko przegrzewania przestrzeni miejskich. W związku z tym w procesie dalszego planowania struktury przestrzennej miasta istotne znaczenie ma zwiększanie udziału powierzchni biologicznie czynnych oraz wdrażanie rozwiązań sprzyjających retencji wód opadowych.

2.4. Warunki klimatyczne

Średnie temperatury i sumy opadów

Najbliżej położoną stacją synoptyczną względem miasta Chełm jest stacja we Włodawie, analizowane dane obejmują okres od stycznia do grudnia 2025 roku.

- Temperatura

Dla analizowanej stacji synoptycznej najwyższe średnie miesięczne temperatury powietrza występują w miesiącach letnich - w lipcu (19,3°C) oraz sierpniu (18,6°C), co potwierdza wyraźną sezonowość warunków termicznych. Najchłodniejszym miesiącem jest styczeń, dla którego średnia dobowa temperatura powietrza wynosi −2,5°C. Średnia roczna temperatura powietrza kształtuje się na poziomie 8,3°C, natomiast średnia roczna temperatura minimalna wynosi 2,8°C, a średnia roczna temperatura maksymalna 13,4°C. Wskazuje to na umiarkowany charakter klimatu z relatywnie łagodnym przebiegiem temperatur w skali roku.

- Okresy niedoborów i nadmiarów opadów

Dla analizowanej stacji synoptycznej we Włodawie, bardzo wysokie opady odnotowano w marcu, lipcu, październiku i listopadzie. Największą częstość ich występowania stwierdzono w lipcu. Maksymalna wartość dobowa osiągnęła 30,4

[7] Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla Miasta Chełm na lata 2024-2027 z perspektywą do roku 2031

mm. Dni z opadami wysokimi oraz umiarkowanymi występowały w ciągu całego roku, z wyjątkiem sierpnia.

Niedobory opadów definiowane są jako dni bez opadów lub dni z opadami nieefektywnymi. W wielu miesiącach obserwowano długotrwałe okresy bezdeszczowe. W sierpniu i lutym niemal wszystkie dni były pozbawione opadów, przy czym w lutym wystąpiły również wyraźne epizody suszy. Warto podkreślić, że w sierpniu odnotowano wystąpienie opadów, jednak ich wielkość zaklasyfikowano jako nieefektywną, gdyż nie była wystarczająca do uzupełnienia deficytu wody w glebie oraz zbiornikach.

Zaobserwowane zjawiska wskazują na narastający problem niedoboru wody, który pozostaje w bezpośrednim związku ze stanem środowiska i może wymagać podjęcia działań adaptacyjnych oraz racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi.

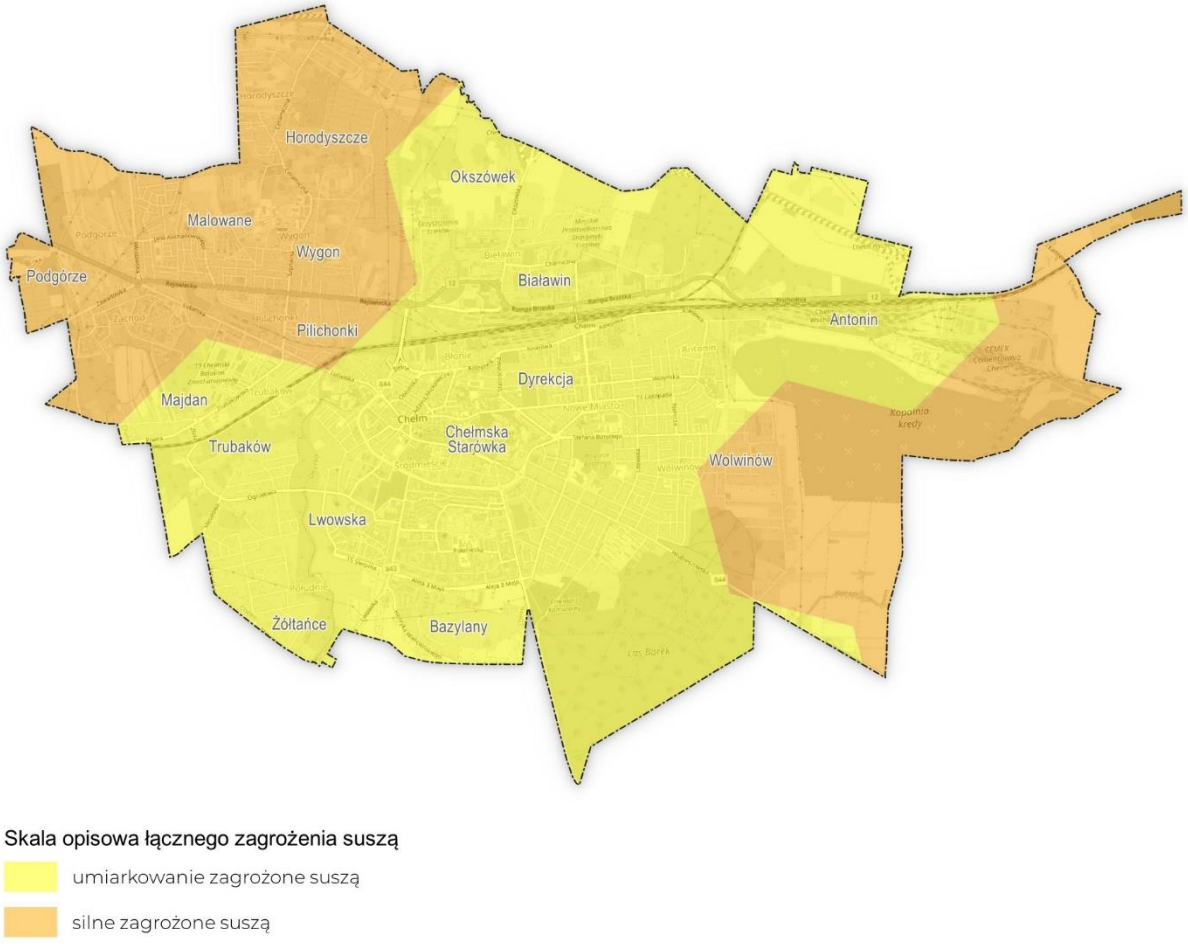
- Susza

Susza to zjawisko o charakterze naturalnym, polegające na czasowym zmniejszeniu ilości dostępnej wody, którego główną przyczyną jest długotrwały deficyt opadów atmosferycznych. Ma ona charakter przejściowy i ustępuje wraz z poprawą warunków hydrometeorologicznych.

Stopień zagrożenia suszą określono w Planie przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS) w czterostopniowym podziale zagrożenia suszą – cztery klasy obszarów:

- I klasa – obszary zagrożone w stopniu słabym,
- II klasa – obszary zagrożone w stopniu umiarkowanym,
- III klasa – obszary zagrożone w stopniu silnym,
- IV klasa – obszary zagrożone w stopniu ekstremalnym.

Obszary zagrożenia suszą przedstawiono na poniższej mapie.



Rysunek 1. Łączne zagrożenie suszą na terenie Miasta Chełm[8]

Obszar Miasta Chełm został zaliczony do terenów umiarkowanie (2 352,40 ha) lub silnie (1 349,54 ha) zagrożonych suszą. Wysokie zagrożenie suszą wiąże się z koniecznością podejmowania działań adaptacyjnych, takich jak zwiększanie retencji, racjonalizacja gospodarowania wodą czy planowanie inwestycji podnoszących odporność miasta na zmiany klimatu.

2.5. Warunki hydrologiczne

Sieć cieków i zbiorników

Chełm położony jest w regionie zlewni Bugu. Przez jego obszar przepływa Uherka, największy lewobrzeżny dopływ Bugu z dopływami takimi jak Janówka oraz Słyszówka, która miejscami wyznacza północną granicę miasta. Wschodnia część Chełma należy natomiast do zlewni rzeki Udal.

Na terenie miasta zlokalizowane są sztuczne zbiorniki wodne „Glinianki", powstałe w dawnym wyrobisku w osadach pojeziernych. Charakteryzują się one nierównym dnem z licznymi zagłębieniami i nagłymi zmianami głębokości, już w odległości około 10 metrów od brzegu głębokość osiąga około 2,5 m.

[8] Źródło: Opracowanie własne na podstawie map Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy (PPSS)

Obszary podmokłe i retencyjne

Na obszarach miejskich tereny podmokłe oraz obszary o funkcji retencyjnej pełnią istotną rolę w kształtowaniu stosunków wodnych. Obejmują one przede wszystkim doliny cieków wodnych, naturalne obniżenia terenu, stawy i zbiorniki wodne, a także podmokłe fragmenty terenów zieleni. Obszary te umożliwiają okresowe gromadzenie wód opadowych i roztopowych oraz sprzyjają ich infiltracji do gruntu.

Na terenie miasta Chełm obszary podmokłe zlokalizowane są przede wszystkim w obrębie dolin rzek Uherki, Janówki, Słyszówki oraz Udal. W granicach miasta występują również obszary o charakterze retencyjnym, obejmujące zbiorniki wodne „Glinianki" oraz Jeziorko Bazyliańskie.

W warunkach postępującej urbanizacji, związanej ze wzrostem powierzchni uszczelnionych, znaczenie hydrologiczne tych obszarów ulega zwiększeniu. Przyczyniają się one do ograniczania przeciążenia systemów kanalizacji deszczowej oraz zmniejszania ryzyka występowania lokalnych podtopień, a jednocześnie wspierają procesy regulujące mikroklimat i obieg wody w środowisku miejskim. W kontekście zmian klimatu oraz coraz częściej występujących zjawisk ekstremalnych, takich jak intensywne opady czy okresy suszy, zachowanie i rozwój obszarów retencyjnych uznaje się za szczególnie istotne.

2.6. Formy ochrony przyrody i powiązania z obszarami cennymi przyrodniczo

Na obszarze miasta Chełm tereny objęte ochroną, na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2024 r. poz. 1478 ze zm.), zajmują łączną powierzchnię 1,12 ha. W granicach administracyjnych miasta znajduje się:

- 1 rezerwat przyrody,
- 12 pomników przyrody[9].

Rezerwat przyrody Wolwinów położony jest w południowej części miasta i zajmuje powierzchnię 1,12 ha. Celem ochrony jest zachowanie ze względów naukowych i dydaktycznych stanowiska roślinności stepowej. Dla rezerwatu nie wyznaczono planu ochrony ani zadań ochronnych.

Na terenie miasta Chełm ustanowiono 12 pomników przyrody, obejmujących pojedyncze drzewa, grupy drzew oraz płat roślinności kserotermicznej. Szczegółową charakterystykę wspomnianych pomników przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 1 Pomniki przyrody występujące na terenie miasta Chełm[10]

Data ustanowienia	Typ pomnika	Rodzaj tworu	Gatunek Drzewa	Opis
1992-12-16	jednoobiektowy	drzewo	Gleditzja trójcierniowa (*Gleditsia triacanthos*)	Pierśnica: 49cm Obwód: 154cm Wysokość: 13m
1985-12-10	wieloobiektowy	grupa drzew	1. Modrzew europejski (*Larix decidua*)	1. Pierśnica: 75cm Obwód: 236cm

[9] Źródło: https://crfop.gdos.gov.pl/ (dostęp: 03.03.2026 r.)
[10] Źródło: https://crfop.gdos.gov.pl/ (dostęp: 03.03.2026 r.)

Data ustanowienia	Typ pomnika	Rodzaj tworu	Gatunek Drzewa	Opis
			2. Modrzew europejski (*Larix decidua*) 3. Modrzew europejski (*Larix decidua*)	Wysokość: 25m 2. Pierśnica: 72cm Obwód: 226cm Wysokość: 24m 3. Pierśnica: 75cm Obwód: 236cm Wysokość: 24m
1986-12-15	jednoobiektowy	drzewo	Modrzew europejski (*Larix decidua*)	Pierśnica: 99cm Obwód: 311cm Wysokość: 26m
1992-12-16	jednoobiektowy	drzewo	Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*)	Pierśnica: 107cm Obwód: 336cm Wysokość: 20m
1992-12-16	jednoobiektowy	drzewo	Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*)	Pierśnica: 100cm Obwód: 314cm Wysokość: 19m
1992-12-16	jednoobiektowy	drzewo	Wiąz szypułkowy (*Ulmus laevis*)	Pierśnica: 80cm Obwód: 251cm Wysokość: 22m
1986-12-15	jednoobiektowy	drzewo	Wiąz szypułkowy (*Ulmus laevis*)	Pierśnica: 109cm Obwód: 342cm Wysokość: 20m
1978-12-04	jednoobiektowy	drzewo	Miłorząb dwuklapowy (*Ginkgo biloba*)	Pierśnica: 117cm Obwód: 368cm Wysokość: 16m
1986-12-15	jednoobiektowy	drzewo	Bożodrzew gruczołkowaty (*Ailanthus altissima*)	Pierśnica: 73cm Obwód: 229cm Wysokość: 13m
1978-12-04	jednoobiektowy	drzewo	Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*)	Pierśnica: 82cm Obwód: 258cm Wysokość: 21m
1986-12-15	wieloobiektowy	grupa drzew	1. Modrzew europejski (*Larix decidua*) 2. Modrzew europejski (*Larix decidua*)	1. Pierśnica: 78cm Obwód: 245cm Wysokość: 24m 2. Pierśnica: 83cm Obwód: 261cm Wysokość: 24m
1992-08-21	wieloobiektowy	Inny	Płat roślinności kserotermicznej 1) Wisienka karłowata 2) Buławik wielokwiatowy 3) Lilia złotogłów 4) Lilia złotogłów	-

W granicach administracyjnych miasta Chełm nie występują korytarze ekologiczne, w tym korytarze o znaczeniu krajowym i regionalnym[11].

[11] Źródło: https://mapa.korytarze.pl/ (dostęp: 03.03.2026 r.)

3. ANALIZA PRESJI I ZAGROŻEŃ

Urbanizacja i uszczelnianie powierzchni

Postępująca zabudowa mieszkaniowa, infrastrukturalna i usługowa prowadzi do wzrostu udziału powierzchni nieprzepuszczalnych, co skutkuje ograniczeniem infiltracji wód opadowych, zwiększenie spływu powierzchniowego oraz pogorszeniem warunków siedliskowych dla roślinności.

Gatunki inwazyjne i ekspansywne

Rozprzestrzenianie się gatunków obcych o wysokim potencjalne konkurencyjnym prowadzi do wypierania rodzimych taksonów i uproszczenia struktury ekosystemu. Zjawisko to skutkuje spadkiem różnorodności biologicznej oraz obniżeniem odporności ekosystemu na czynniki stresowe. Jednocześnie dominacja kilku powtarzalnych gatunków nasadzeń miejskich zwiększa ryzyko masowych zamierań w przypadku pojawienia się patogenu lub szkodnika wyspecjalizowanego.

Degradacja gleb i zagęszczenie gleby

Intensywne użytkowanie przestrzeni publicznych, ruch pieszy i kołowy oraz brak odpowiednich stref ochronnych wokół drzew prowadzą do mechanicznego zagęszczenia gleby. Skutkiem jest ograniczenie przepuszczalności wodnej i powietrznej, redukcja rozwoju systemów korzeniowych oraz zahamowanie procesów próchniotwórczych. W dłuższej perspektywie powoduje to obniżenie stabilności drzew i zwiększenie ryzyka wywrotów podczas silnych wiatrów.

Zmiany klimatyczne i stres hydryczny

Wzrost średnich temperatur oraz wydłużenie okresów bezopadowych skutkują nasileniem stresu wodnego roślinności miejskiej. Fale upałów powodują przegrzewanie nawierzchni mineralnej, co dodatkowo podnosi temperaturę powietrza w strefie przygruntowej i potęguje efekt miejskiej wyspy ciepła.

Zanieczyszczenie powietrza i gleby

Emisje komunikacyjne, w tym tlenki azotu, pyły zawieszone i metale ciężkie, oddziałują negatywnie na zdrowie ludzi oraz roślin.

4. MODEL DOCELOWEGO SYSTEMU ZIELENI

4.1. Zakładanie parków kieszonkowych

Parki kieszonkowe to niewielkie, publicznie dostępne tereny zielone tworzone w gęstej zabudowie miejskiej. Ich powierzchnia wynosi zazwyczaj od 300 do 1000 m², jednak mimo niewielkich rozmiarów zachowują cechy typowe dla klasycznych parków, takie jak dostępność dla mieszkańców oraz obecność elementów małej architektury – ławek, tablic edukacyjnych, karmników dla ptaków czy huśtawek. Park kieszonkowy wpisuje się w ideę miasta przyjaznego ludziom. W terenach silnie zurbanizowanych jest to szczególnie ważne dla mieszkańców.

Z punktu widzenia ekologii miasta parki kieszonkowe stanowią niezwykle efektywne narzędzie poprawy jakości środowiska w obszarach o wysokim stopniu urbanizacji.

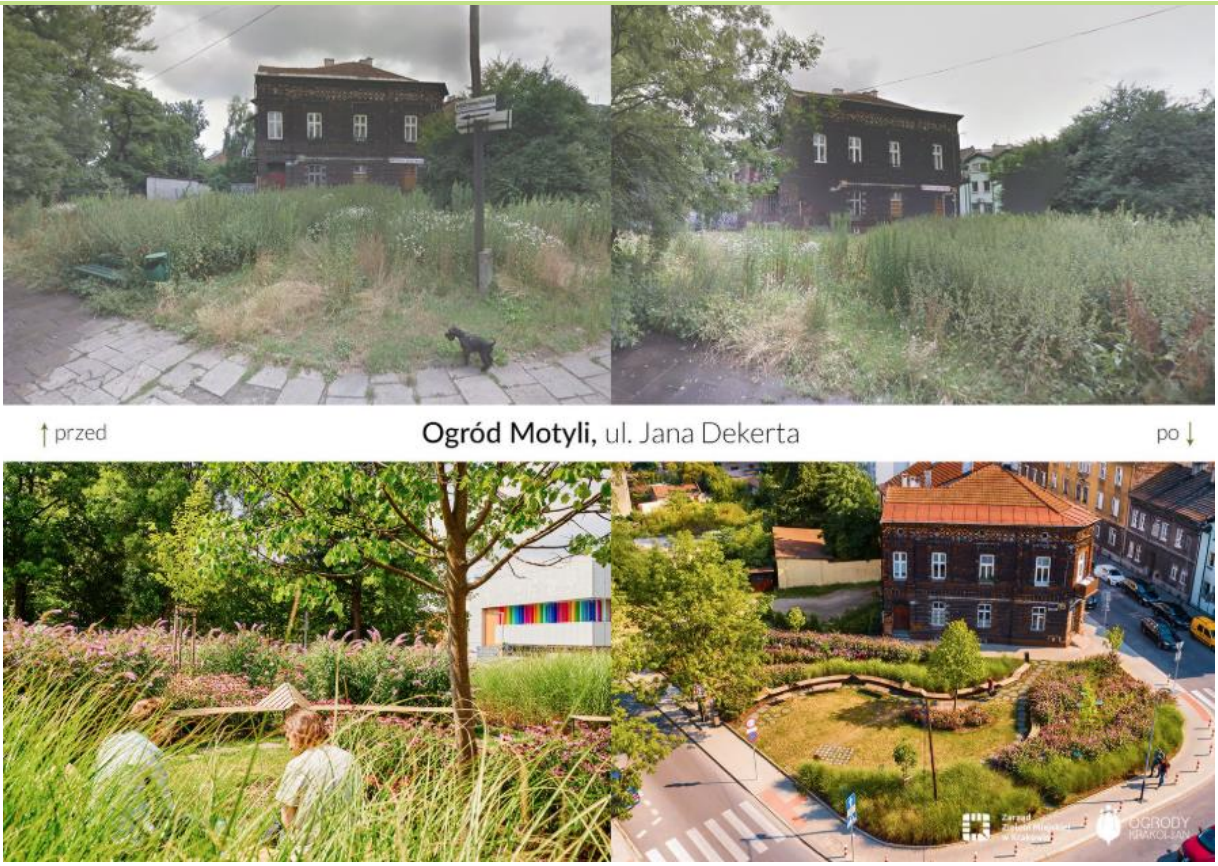
Mimo ograniczonej powierzchni wskazują zdolność do generowania mierzalnych efektów ekosystemowych, zwłaszcza w zakresie regulacji mikroklimatu, łagodzenia efektu miejskiej wyspy ciepła zwiększanie infiltracji i retencji wód opadowych oraz wspierania różnorodności biologicznej w silnie przekształconym środowisku miejskim. Wprowadzenie roślinności o zróżnicowanej strukturze, wartościowości i właściwościach ekologicznych pozwala tworzyć mozaikę mikrosiedlisk, które stają się ostoją dla owadów, ptaków i drobnych kręgowców.

Parki kieszonkowe pełnią istotną funkcję społeczną. Mogą być miejscem do spokojnego wypoczynku, jak i aktywności ruchowej, jeśli zostaną wyposażone w elementy tj. niewielkie place zabaw, urządzenia do ćwiczeń, strefy sensoryczne. Sprzyjają kształtowaniu prozdrowotnych nawyków i integracji mieszkańców w skali mikro-siedliska.

Istotnym aspektem tych założeń jest potencjał edukacyjny, umożliwiający bezpośrednią obserwację procesów takich jak zapylanie, sukcesja roślinna czy sezonowa dynamika fauny miejskiej. Instalacje w postaci hoteli dla owadów, poideł dla ptaków, tablic edukacyjnych oraz rabat z gatunkami aromatycznymi i nektarodajnymi wzmacniają świadomość ekologiczną użytkowników oraz sprzyjają budowaniu relacji człowieka z przyrodą.

W wielu miastach europejskich parki kieszonkowe stały się ważnym elementem polityki zieleni. W Polsce za pioniera w zakładaniu parków kieszonkowych uznaje się Kraków, który ma na swoim koncie 39 takich parków, doprowadziło to do powstania licznych mikroprzestrzeni rekreacyjnych współtworzonych z mieszkańcami.

Parki kieszonkowe nie są jedynie niewielkim fragmentem zieleni w strukturze miasta, lecz mogą pełnić funkcję lokalnego węzła ekologicznego i społecznego.



Fotografia 1. Park kieszonkowy – Ogród Motyli w Krakowie[12]

[12] Źródło: https://zzm.krakow.pl/lista-parkow-kieszonkowych/668-park-kieszonkowy-ogrod-motyli.html (dostęp 25.02.2026r.)



Fotografia 2. Park kieszonkowy – Ogród Gołębi w Krakowie[13]

Proponowane kryteria lokalizacji

- strefy o znacznym stopniu uszczelnienia podłoża, w których dominują nawierzchni betonowe i asfaltowe, powodujące ograniczenie retencji wód opadowych oraz wzrost obciążenia cieplnego,
- jednostki urbanistyczne wykazujące niedobór terenów zieleni urządzonej,
- przestrzenie o wystawie południowej i zachodniej, cechujące się intensywną insolacją oraz podwyższoną akumulacją ciepła w okresie letnim,
- obszary zdegradowane i nieużytki o charakterze ruderalnym, które mogą zostać poddane procesom przekształceń funkcjonalnych i ekologicznej rewitalizacji.

Potencjalne lokalizacje

W budżecie obywatelskim pojawiła się konkretna propozycja lokalizacji parku kieszonkowego m.in. na osiedlu Zachód. To wskazuje na lokalne zapotrzebowanie na zielone przestrzenie w obszarach o wysokiej gęstości zabudowy mieszkaniowej. Projekt nie został wybrany.

- Osiedle Zachód,
- Osiedle XXX-lecia/Osiedle Kościuszki – Park Międzyosiedlowy – W kontekście większej rewitalizacji prowadzone jest obecnie rewitalizacja Parku Międzyosiedlowego. Choć jest to park o większej skali, to w jego obrębie można wyznaczyć mikroobszary o charakterze parków kieszonkowych,

[13] Źródło: https://zzm.krakow.pl/lista-parkow-kieszonkowych/1600-park-kieszonkowy-ogrod-golebi.html (dostęp 25.02.2026r.)

- Osiedle Cementowni,
- Osiedle Słoneczne okolic ulicy Wirskiego – niezagospodarowane tereny zielone, małe place zabaw idealne miejsce do zaprojektowania parku kieszonkowego.

4.2. Wprowadzanie zielonej infrastruktury

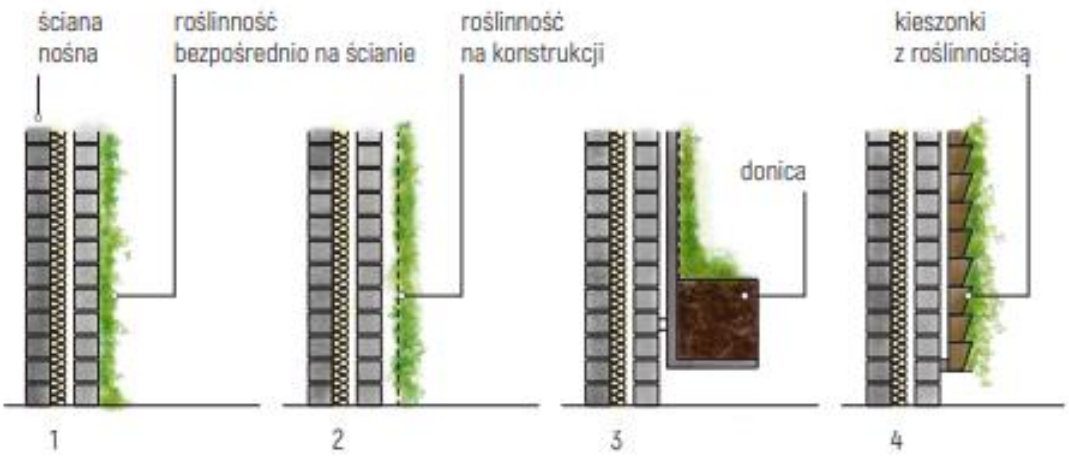
4.2.1. Zielone ściany

System ogrodów wertykalnych stanowią wysoce funkcjonalne rozwiązanie inżynieryjno-ekologiczne, którego implementacja na elewacjach budynków umożliwia aktywację biologiczną powierzchni dotychczas pozbawionych funkcji przyrodniczych, a tym samym zwiększenie udziału zieleni w silnie przekształconym środowisku miejskim. Pojęcie zielonej ściany odnosi się do złożonego systemu wegetacyjnego instalowanego na fasadach obiektów budowlanych, obejmującego elementy konstrukcyjne i nośne, warstwy separacyjne i hydroizolacyjne, komponenty umożliwiające zakorzenia roślin w odpowiedni dobranym substracie oraz zintegrowane systemy irygacyjne i fertygacyjne, zapewniające kontrolowane dostarczanie wody i składników mineralnych w warunkach ograniczonej dostępności.

W zależności od sposobu montażu, lokalizacji strefy korzeniowej oraz stopnia integracji z budynkiem wyróżnia się konstrukcje wolnostojące, funkcjonujące jako autonomiczne struktury przestrzenne, oraz systemy bezpośrednio przymocowane do elewacji, które mogą być projektowane jako rozwiązania ekstensywne lub intensywne o zróżnicowanej masie, retencji wodnej i wymaganiach pielęgnacyjnych. W literaturze przyjmuje się podział na „zielone fasady" oraz „żyjące ściany" czyli zaawansowane technologicznie systemy modułowe.

Zielone fasady oparte głównie na roślinach pnących, których przystosowania morfologiczne, takie jak korzenie przybyszowe, wąsy czepne, ciernie lub zdolność do owijania się wokół podpór, determinują sposób ich interakcji z podłożem i elementami konstrukcyjnymi. W odróżnieniu od żyjących ścian, które charakteryzują się większą różnorodnością taksonomiczną, obejmującą nie tylko pnącza, lecz również byliny, paprocie, trawy ozdobne czy gatunki o zróżnicowanych strategiach ekologicznych, co pozwala na tworzenie wielowarstwowych, funkcjonalnie złożonych układów przypominające pionowe fitocenozy.

Zielone ściany wykazują wielowymiarowe korzyści środowiskowe, techniczne i społeczne tj.: obniżają temperaturę, poprawiają jakość powietrza, zwiększają efektywność energetyczną służąc jako izolacja termiczna, w lato chłodzą budynek przed nagrzewaniem, w zimę zatrzymują ciepło, poprawiają akustykę redukując hałas, są siedliskiem dla owadów.



Rysunek 2 Różne rodzaje ścian: 1- klasyczna; 2- zielone fasady z wykorzystaniem konstrukcji, pnącza rosnące w ziemi; 3- zielone fasady z wykorzystaniem pnący rosnących w donicach; 4- żyjące ściany lub ogrody wertykalne (na podst. Perini i Rossaco, 2013)[14]

Proponowane kryteria lokalizacji

- ekrany akustyczne, mury oporowe oraz inne elementy infrastruktury liniowej o znacznej powierzchni i niskich walorach estetycznych,
- budynki użyteczności publicznej tj. szkoły, obiekty administracyjne czy instytucje kultury, na których zielone ściany mogą pełnić funkcję modelowych wdrożeń, rozwiązań opartych na przyrodzie, wspierając działania edukacyjne oraz promując dobre praktyki adaptacyjne w kontekście zmian klimatu,
- obszary o deficycie terenów zielonych oraz wysokim stopniu uszczelnienia powierzchni, zwłaszcza w centralnych strefach miast, gdzie wprowadzenie roślinności na elewacjach umożliwia zwiększenie udziału powierzchni biologicznej czynnej bez konieczności ingerencji w ograniczone zasoby gruntu,
- lokalizacje wydłuż cieków komunikacyjnych o wysokim natężeniu ruchu i podwyższonym poziomie emisji zanieczyszczeń,
- elewacje o ekspozycji południowej i zachodniej, charakteryzujące się najwyższą intensywnością promieniowania słonecznego oraz znacznymi amplitudami dobowymi temperatury.

Proponowane lokalizacje

- ul. Wojsławicka – obiekty użyteczności publicznej,
- rejony dworca kolejowego,
- ul. Rejowiecka – wysokie jednorodne elewacje (ekrany akustyczne) o znacznej absorbcji promieniowania słonecznego,
- rejon targowiska przy ul. Pijarskiej – obiekt o dużych, nieodsłoniętych elewacjach i intensywnej ekspozycji na promieniowanie słoneczne.

[14] Źródło: https://sendzimir.org.pl/wp-c (dostęp 26.022026r.)

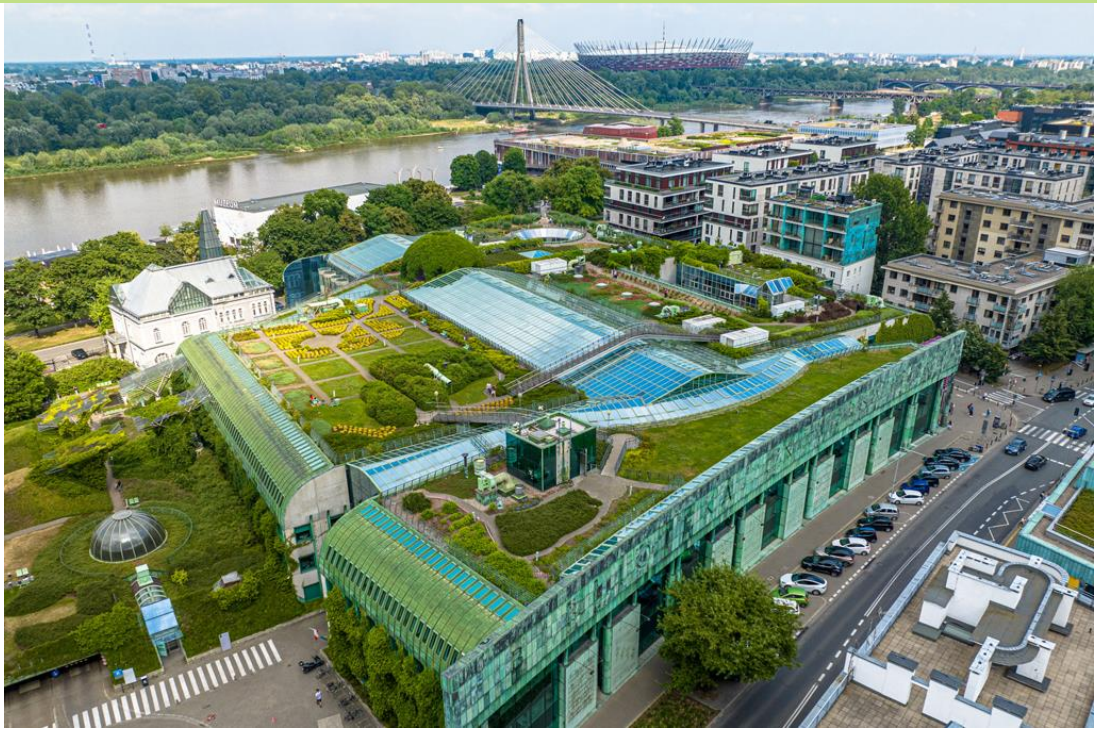
4.2.2. Zielone dachy

Zielone dachy to specjalne pokrycia dachowe zbudowana z warstwy umożliwiających uprawę na nim różnego rodzaju roślin. Dzielą się na ekstensywne (niskie, małoobsługowe) i intensywne (ogrody, trawniki). Pełnią wiele funkcji ekologicznych i użytkowych, w tym: gromadzenie i retencję wody deszczowej, oczyszczanie powietrza, obniżanie temperatury otoczenia oraz regulację klimatu wewnątrz budynku. Dodatkowo przyczyniają się do oszczędności energetycznych, wydłużają trwałość pokrycia dachowego i zwiększają różnorodność gatunkową w środowisku miejskim.



Fotografia 3 Zielony dach ekstensywny – C.H. Arkadia w Warszawie[15]

[15] Źródło: https://www.psdz.pl/content/warszawa-centrum-handlowe-arkadia (dostęp 26.02.2026r.)



Fotografia 4 Dach intensywny Biblioteka Uniwersytetu Warszawskiego[16]

Proponowane kryteria lokalizacji

- zabudowa o zwartej strukturze urbanistycznej, w której deficyt terenów biologicznie czynnych jest szczególnie wyraźny,
- lokalizacja w obszarach o wysokim udziale powierzchni uszczelnionych, gdzie wprowadzenie zielonych dachów przyczynia się do zwiększenia retencji wód opadowych,
- nośność konstrukcji dachu w przedziale od 80-150kg/m^2, w zależności od planowanego typu systemu.

Proponowane lokalizacje

- ul. Szpitalna – płaskie dachy budynków medycznych stanowią optymalną powierzchnię dla systemów ekstensywnych o niskiej masie,
- ul. Rejowiecka – hale logistyczne – duże jednorodne dachy o znacznej powierzchni,
- ul. Hrubieszowa – obiekty handlowe i wielkopowierzchniowe.

4.2.3. Zielone przystanki

Zielone przystanki stanowią innowacyjny element infrastruktury miejskiej, w którym funkcja transportowa zostaje zintegrowana z komponentem ekologicznym i retencyjnym poprzez wprowadzenie warstwy roślinnej, najczęściej w postaci ekstensywnego dachu zielonego instalowanego na konstrukcji wiaty. Oprócz podstawowej roli polegającej na zapewnieniu ochrony przed opadem atmosferycznym, wiatrem i nadmiernym nasłonecznieniem osobom oczekującym na transport publiczny, rozwiązanie to aktywnie uczestniczy w kształtowaniu

[16] Źródło: https://go2warsaw.pl/biblioteka-uniwersytetu-warszawskiego/ (dostęp 26.02.2026 r.)

lokalnego bilansu wodnego, umożliwiając okresowe magazynowanie wód opadowych w warstwie substratu, spowalnianie ich odpływu oraz ograniczanie przeciążenia systemów kanalizacji deszczowej w trakcie epizodów intensywnych opadów.

W kontekście adaptacji miast do zmian klimatu zielone przystanki pełnią funkcję mikrostruktur łagodzących skutki zjawisk ekstremalnych, ponieważ dzięki procesom transpiracji i ewaporacji przyczyniają się do obniżenia temperatury powierzchni dachu oraz powietrza w jego bezpośrednim otoczeniu, redukując lokalnie intensywność efektu miejskiej wyspy ciepła.

Wprowadzona roślinność, dobierana zazwyczaj spośród gatunków o wysokiej tolerancji na suszę, nasłonecznienie i zmienne warunki siedliskowe, tworzy jednocześnie mikrosiedliska sprzyjające obecności bezkręgowców zapylających, drobnych ptaków oraz organizmów charakterystycznych dla zieleni ruderalnej i synantropijnej, wzmacniając strukturę ekologiczną silnie przekształconych przestrzeni zurbanizowanych.

Dodatkowym atutem tego typu infrastruktury jest potencjalne ograniczenie ryzyka kolizji ptaków z przeszklonymi elementami wiat, ponieważ obecność warstwy roślinnej oraz zróżnicowanych elementów konstrukcyjnych zwiększa percepcyjną czytelność przeszkody w krajobrazie miejskim, w przeciwieństwie do tradycyjnych, w pełni transparentnych przystanków, które mogą być słabo rozpoznawalne dla awifauny.



Fotografia 5 Zielony przystanek w Białymstoku[17]

Potencjalne kryteria lokalizacji

- możliwość montażu konstrukcji,

[17] Źródło: https://sztuka-krajobrazu.pl/4038/artykul/zielone-przystanki-w-bialymstoku (dostęp 26.02.2026r.)

- brak naturalnego zacienieni drzewami.

Potencjalna lokalizacja

- ul. Lubelska,
- plac Łuczkowskiego,
- ul. Lwowska,
- ul. Wojsławicka,
- ul. Rejowiecka,
- ul. Kolejowa;
- pl. Gdański
- ul. Armii Krajowej

4.3. Ogrody deszczowe

Ogród deszczowy jest intencjonalnie zaprojektowanym układem roślinności, najczęściej zdominowanym przez rodzime gatunki bylin, turzyc, traw i krzewów, którego zasadniczą funkcją jest przechwytywanie, czasowe retencjonowanie oraz infiltracja wód opadowych pochodzących ze spływu z powierzchni uszczelnionych, takich jak dachy, place, parkingi czy ciągi piesze.

Pomimo że w warstwie wizualnej może przypominać tradycyjną rabatę ozdobną, w ujęciu hydrologicznym stanowi niewielki, lecz wysoce efektywny obiekt małej retencji, zdolny do przyjęcia i przetworzenia objętości wody znacząco przekraczającej jego własną powierzchnię dzięki odpowiednio ukształtowanej niecce oraz warstwowej budowie profilu filtracyjnego.

W kompozycji gatunkowej dominują rośliny hydrofitowe i higrofitowe, przystosowane do okresowych fluktuacji poziomu wody oraz zmiennego natlenienia podłoża, których rozbudowany system korzeniowy intensyfikuje procesy infiltracji, sorpcji i transformacji zanieczyszczeń obecnych w spływie powierzchniowym. Współdziałanie korzeni roślin, mikroorganizmów glebowych oraz odpowiednio dobranych frakcji mineralnych i organicznych w warstwie filtracyjnej prowadzi do skutecznej redukcji zawiesin ogólnych, metali ciężkich, węglowodorów ropopochodnych oraz nadmiaru związków azotu i fosforu, przy czym efektywność usuwania wybranych frakcji zanieczyszczeń może osiągać bardzo wysokie wartości.

Oczyszczona woda ulega następnie stopniowej infiltracji do głębszych warstw gleby, wspierając zasilanie wód gruntowych i jednocześnie ograniczając gwałtowność odpływu do kanalizacji deszczowej, co ma istotne znaczenie w kontekście przeciwdziałania podtopieniom podczas opadów nawalnych. Charakterystyczny dla ogrodu deszczowego jest zmienny reżim wilgotnościowy, ponieważ przez większość czasu funkcjonuje on jako siedlisko mezofilne lub umiarkowanie wilgotne, natomiast krótkotrwałe spiętrzenia wody pojawiają się wyłącznie w trakcie intensywnych opadów i utrzymują się do momentu jej przesiąknięcia w podłoże.

Taka dynamika sprzyja zwiększeniu różnorodności biologicznej, gdyż mozaika warunków wilgotnościowych umożliwia współwystępowanie gatunków o odmiennych wymaganiach ekologicznych, tworząc lokalne mikrosiedliska dla bezkręgowców, w tym zapylaczy oraz drobnych kręgowców.

Rozwiązanie to może być realizowane zarówno bezpośrednio w gruncie rodzimym, jak i w formie systemów skrzyniowych lub pojemnikowych, co pozwala na jego implementację w przestrzeniach silnie przekształconych, w tym na terenach o ograniczonej przepuszczalności podłoża. W projektowaniu kluczowe jest jednak uwzględnienie przelewu awaryjnego lub innego mechanizmu bezpiecznego odprowadzenia nadmiaru wody podczas epizodów ekstremalnych, aby zapewnić stabilność hydrauliczną układu.

Z uwagi na dopływ substancji biogennych wraz ze spływem opadowym ogrody deszczowe zazwyczaj nie wymagają dodatkowego nawożenia, a nadmierna ingerencja w ich żyzność mogłaby wręcz zaburzyć równowagę troficzną i obniżyć efektywność procesów samooczyszczania, co podkreśla ich samoregulacyjny i ekosystemowy charakter w strukturze miasta.



Fotografia 6 Ogród deszczowy w Gdyni[18]

[18] Źródło: https://www.gdynia.pl/mieszkaniec/aktualnosci-2,3664/wlasny-ogrod-deszczowy-to-proste,536194 (dostęp 26.02.2025 r.)

Potencjalne kryteria lokalizacji

- miejsca, często zalewane podczas ulewnych deszczy, gdzie powstają uciążliwe kałuże i podtopienia,
- miejsca w których wody opadowe z dachów trafiają od razu do kanalizacji.

Potencjalna lokalizacja

- ul. Lubelska – fragmenty śródmiejskie przy parkingach,
- plac Łuczkowskiego – zabetonowana powierzchnia, mało zieleni,
- ul. Wojsławicka – przy szkołach i obiektach publicznych, możliwość podłączenia do rur spustowych, z funkcją edukacyjną,
- osiedle Zachód – przestrzenie międzyblokowe – trawniki o niskiej wartości użytkowej.

4.4. Niecki bioretencyjne i rowy bioretencyjne

Niecki bioretencyjne stanowią zagłębione w terenie, celowo ukształtowane obiekty małej retencji, zaprojektowane w celu przechwytywania, czasowego magazynowania oraz oczyszczania wód opadowych pochodzących ze spływu powierzchniowego z terenów uszczelnionych, takich jak jezdnie, parkingi czy dachy budynków.

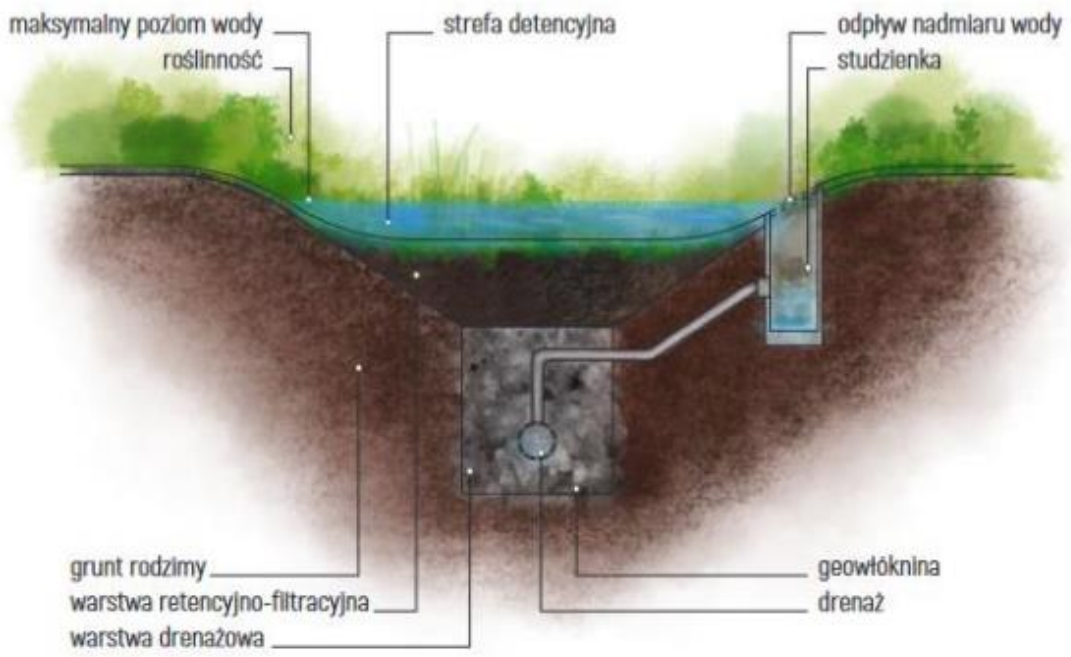
Konstrukcyjnie niecka bioretencyjne składa się z zagłębionej misy obsadzonej roślinnością – najczęściej hydrofitową i higrofitową – pod którą znajduje się warstwa filtracyjna oraz warstwa drenażowa zapewniająca kontrolowany odpływ nadmiaru wody. W czasie opadów woda okresowo gromadzi się w obrębie niecki, ulega sedymentacji i filtracji, a następnie- po częściowym oczyszczeniu w wyniku procesów biogeochemicznych zachodzących w strefie korzeniowej odprowadzana jest do gruntu. Niecki są częścią systemu gospodarowania wodami opadowymi, przyczyniając się do redukcji szczytowych przepływów w kanalizacji deszczowej, ograniczenia ryzyka podtopień, poprawy jakości wód oraz zwiększenia lokalnej bioretencji, a jednocześnie wzbogacają strukturę przyrodniczą przestrzeni zurbanizowanej poprzez tworzenie półnaturalnych mikrosiedlisk o zróżnicowanym reżimie wilgotności.

Rów bioretencyjny to wydłużony, liniowy element krajobrazu, zazwyczaj w formie lekkiego zagłębienia w terenie, który jest projektowany w celu zbierania i tymczasowego magazynowania wód opadowych spływających z powierzchni nieprzepuszczalnych, takich jak ulice, chodniki czy parkingi. Jego konstrukcja zwykle obejmuje odpowiednio dobraną roślinność hydrofitową, podłoże filtracyjne oraz odpowiednie nachylenie, co umożliwia powolną infiltrację wód w glebę, zatrzymywanie zanieczyszczeń i osadów oraz ich biologiczne oczyszczanie.

Rów bioretencyjny pełni również funkcję krajobrazową i ekologiczną, wspierając lokalną bioróżnorodność, integrując przestrzeń zieloną z miejskim systemem odwodnienia oraz zmniejszając ryzyko powodzi błyskawicznych poprzez kontrolowane kierowanie nadmiaru wody do dalszych systemów retencyjnych lub naturalnych cieków wodnych. Dzięki temu jest elementem kompleksowej zielonej

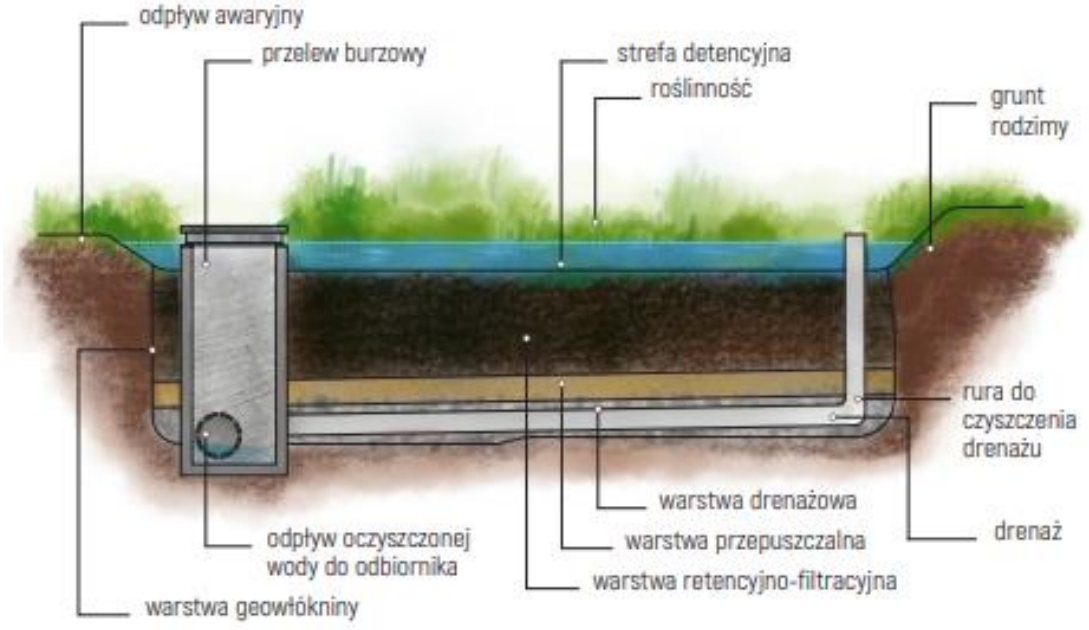
infrastruktury, który łączy funkcje hydrologiczne, ekologiczne i estetyczne w przestrzeni miejskiej i podmiejskiej.

Główna różnica polega na kształcie i skali działania – niecka bioretencyjna to zazwyczaj punktowy, zagłębiony zbiornik powierzchniowy, natomiast rów bioretencyjny jest liniearny i funkcjonuje wzdłuż ciągów komunikacyjnych, integrując system retencji z krajobrazem i spływem wody.



Rysunek 3 Schemat przekroju przez rów bioretencyjny (na podst. Groenblauw, 2019)[19]

[19] Źródło: https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2020/3205-blekitno-zielona-infrastruktura-dla-lagodzenia-zmian-klimatu-w-miastach-katalog-techniczny.pdf (dostęp 27.02.2026 r.)



Rysunek 4 Przekrój przykładowej niecki bioretencyjne (na podst. Leinster i in, 2010)

Potencjalne kryteria lokalizacji

- przestrzenie w sąsiedztwie dróg o dużym natężeniu ruchu oraz obiektów przemysłowych, gdzie istnieje potrzeba wstępnego oczyszczania spływu powierzchniowego przed jego wprowadzeniem do gruntu,
- tereny o wysokim udziale powierzchni uszczelnionych i ograniczonej infiltracji naturalnej, zwłaszcza w zwartej zabudowie miejskiej,
- lokalizacje, w których wody opadowe z dachów budynków są odprowadzone bezpośrednio do kanalizacji, bez uprzedniej retencji i infiltracji,
- rozległe parkingi i place manewrowe, stanowiące istotne źródło szybkiego spływu wód opadowych oraz zanieczyszczeń komunikacyjnych,
- dolne partie zlewni miejskich, w których kumuluje się odpływ z terenów położonych wyżej, a infrastruktura kanalizacji deszczowej ulega okresowemu przeciążeniu podczas intensywnych opadów.

Potencjalne lokalizacje

- ul. Lwowska – parkingi z utwardzoną powierzchnią,
- ul. Henryka Wieniawskiego – powierzchnie utwardzone, użytkowane jako parkingi,
- ul. Partyzantów – strefy przy obiektach publicznych,
- Rampa Brzeska – strefy z zielenią nieużytkową przy jezdni, możliwość zagospodarowania jako niecki, przy opadach przechwytują nadmiar wody, (zalania z 2023 r. – mogą się nie powtórzyć),
- ul. Piwna – ulica szczególnie podatna na zalewanie ze względu na brak skutecznego odpływu i kanalizacji burzowej,
- ul. Wołyńska – zgłaszane lokalne zalania i problemy z odpływem powierzchniowym,

- pl. Gdański- możliwość założenia niecek w miejscach gdzie występują nachylenia terenu,
- ul. Rejowiecka – pojawia się w zestawieniach jako jeden z ciągów ulic, gdzie po opadach pojawiają się problemy z gromadzeniem wody,
- ul. Lubelska – w relacjach mieszkańców pojawiają się opisy sytuacji, w których szeroka jezdnia i brak odpowiedniej infrastruktury odwadniającej powoduje „zamienianie się w potok" w trakcie ulewy w rejonie przejazdu kolejowego,
- ul. Kolejowa – wskazywana przez mieszkańców jako jedno z miejsc narażonych na zastoiska wodne po intensywnych opadach; możliwe do wsparcia retencją lokalną.

4.5. Powierzchnie przepuszczalne

Nawierzchnia przepuszczalna umożliwia infiltrację wód opadowych pochodzących ze spływu powierzchniowego bezpośrednio do gruntu, dzięki obecności szczelin, otworów lub zastosowaniu materiałów o wysokiej porowatości i odpowiednio zaprojektowanej warstwie podbudowy o dużej przepuszczalności hydraulicznej. Jej działanie opiera się na zwiększeniu retencji powierzchniowej oraz spowolnieniu odpływu, co sprzyja stopniowemu przesiąkaniu wody do profilu glebowego i ogranicza przeciążenie systemów kanalizacji deszczowej.

Wyróżnia się liczne typy nawierzchni przepuszczalnych, których konstrukcja jest dostosowana do przewidywanego obciążenia mechanicznego oraz funkcji przestrzennej. W przypadku ścieżek, chodników, placów zabaw czy ogrodów prywatnych stosuje się między innymi betonową kostkę brukową układaną z poszerzonymi spoinami wypełnionymi kruszywem, płyty ażurowe umożliwiające rozwój roślinności, nawierzchnie z zrębków drzewnych lub żwiru.

Natomiast na drogach o większym natężeniu ruchu oraz parkingach wykorzystuje się rozwiązania o podwyższonej wytrzymałości, takie jak betony porowate, kruszywa naturalne stabilizowane żywicami syntetycznymi, systemy ażurowe klinkierowe czy specjalistyczne konstrukcje modułowe zapewniające zarówno nośność, jak i infiltrację.

Zastosowanie nawierzchni przepuszczalnych przynosi wielowymiarowe korzyści środowiskowe, w tym ograniczenie spływu powierzchniowego i ryzyka podtopień, zasilanie wód gruntowych poprzez zwiększenie infiltracji, a także wstępne filtrowanie zanieczyszczeń dzięki procesom sedymentacji i sorpcji w warstwie podbudowy. Dodatkowo zmniejszają one nagrzewanie się powierzchni utwardzonych, co przyczynia się do redukcji lokalnego efektu miejskiej wyspy ciepła.

W konsekwencji ich stosowanie pozwala ograniczyć konieczność budowy kosztownych zbiorników retencyjnych i rozbudowanych systemów magazynowania wód opadowych, wspierając zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi w przestrzeni zurbanizowanej.

Dobrym przykładem jest parking przy Hotelu Lwów na Placu Niepodległości w Chełmie.



Fotografia 7 Przykład parkingu z nawierzchnią przepuszczalną. fot. B. Surmacz-Dobrowolska

Potencjalne kryteria występowania

- obszary o wysokim udziale powierzchni uszczelnionych, gdzie naturalna infiltracja wód opadowych jest ograniczona, a wprowadzenie powierzchni przepuszczalnych pozwala na poprawę retencji wodnej i redukcję szczytowych przepływów w systemach kanalizacyjnych,
- tereny generujące szybki odpływ, takie jak parkingi, place manewrowe, deptaki czy ciągi piesze, gdzie zastosowanie nawierzchni przepuszczalnych spowalnia spływ powierzchniowy, ogranicza erozję i wspiera procesy wstępnego oczyszczania wody,
- sąsiedztwo planowanych elementów zielonej infrastruktury, w tym łąk kwietnych, ogrodów deszczowych i niecek bioretencyjnych, co pozwala na uzyskanie efektu synergii w gospodarce wodami opadowymi, zwiększa różnorodność siedliskową i poprawia funkcjonowanie lokalnych ekosystemów,
- tereny publiczne i przyuliczne, gdzie integracja powierzchni przepuszczalnych z zielenią miejską poprawia komfort użytkowników, ogranicza ryzyko kałuż i lokalnych podtopień oraz zwiększa wartość krajobrazową przestrzeni,
- strefy w zabudowie zwartej, w których każda forma retencji i infiltracji jest cenna, a zastosowanie nawierzchni przepuszczalnych wspiera równowagę

hydrologiczną i funkcje ekologiczne w silnie przekształconym środowisku miejskim.

Potencjalne lokalizacje

- ul. Piwna – po intensywnych opadach pojawiają się zastoiska wody i lokalne problemy z progami wodnymi; modernizacja nawierzchni na przepuszczalną oraz implementacja rowów infiltracyjnych mogłaby zredukować lokalne zalewania,
- ul. Wołyńska – podobnie jak ul. Piwna, w niektórych odcinkach tworzą się stagnację wodne; potencjał dla rozwiązań typu przepuszczalna powierzchnia lub poboczne pasy infiltracyjne,
- ul. Kolejowa – integracja nawierzchni przepuszczalnej w miejscach parkingowych i łąki kwietnej może podnieść lokalną retencję,
- ul. Rejowiecka – duży ciąg komunikacyjny stwarzają możliwość wprowadzenia przepuszczalnych elementów jezdni, szczególnie w obszarach przystanków komunikacyjnych lub zatok parkingowych. W połączeniu z innymi elementami zielonej infrastruktury: łąki kwietne i/lub zielone ściany mogą przyczynić się do zmniejszenia problemu stagnacji wody,
- ulice wskazane jako planowane do modernizacji czy rewitalizacji (np. ul. Szpitalna i Ceramiczna) – można uwzględnić zieloną infrastrukturę w projekcie,
- ul Czarnieckiego – zalana w 2023 r. przez padający deszcz- rozszczelnienie chodników szczególnie w miejscach, gdzie rosną Kasztanowce w połączeniu z nieckami bioinfiltracyjnymi, mogą rozwiązać problem stagnacji wody,
- ul. Spółdzielcza – również dotknięta deszczem z 2023 r., rozszczelnienie chodników, pozwoliłoby na wchłonięcie większej ilości wody do gleby, co odciąży studzienki burzowe.
- pl. Gdański- rozszczelnienie zatok autobusowych

4.6. Ogrody sąsiedzkie

Ogrody sąsiedzkie to niewielkie przestrzenie zielone tworzone i utrzymywane oddolnie przez lokalne społeczności, pełniące funkcję rekreacyjną, edukacyjną i integracyjną. W odróżnieniu od klasycznych parków publicznych, które są projektowane i zarządzane przez instytucje miejskie, ogrody te powstają dzięki inicjatywie mieszkańców, którzy wspólnie planują układ przestrzeni, dobór roślin, a także angażują się w jej bieżącą pielęgnację i użytkowanie, kształtując przy tym więzi społeczne i poczucie odpowiedzialności za otoczenie.

Formy ogrodów sąsiedzkich mogą być bardzo zróżnicowane – od skrzynek ziołowych i donic przy blokach mieszkalnych, przez grządki warzywne i rabaty kwiatowe, aż po małe zielone zakątki wyposażone w ławki i altany sprzyjające spotkaniom mieszkańców. Takie ogrody często wykorzystują zasady zrównoważonego gospodarowania wodą, na przykład poprzez zbieranie i wykorzystanie wody deszczowej do podlewania roślin, a także stosowanie kompostu i naturalnych nawozów, co wspiera rozwój lokalnych ekosystemów i redukuje odpady.

Przykładem mogą być berlińskie inicjatywy „Princessinnengarten” oraz „Gartendeck”, gdzie warzywa i zioła uprawiane są w plastikowych skrzynkach, a podlewanie odbywa się przy użyciu wody deszczowej. Takie projekty nie tylko zwiększają dostępność świeżej żywności w miastach, ale także tworzą miejsca edukacyjne, w których mieszkańcy mogą zdobywać praktyczne umiejętności ogrodnicze, poznawać zasady permakultury oraz obserwować procesy ekologiczne w mikrośrodowisku miejskim.

Dodatkowo ogrody sąsiedzkie mogą pełnić rolę „zielonych punktów chłodzących”, poprawiając lokalny mikroklimat poprzez zacienienie i transpirację roślin, a także zwiększać bioróżnorodność w miastach, stanowiąc schronienie dla owadów zapylających, ptaków i drobnych organizmów glebowych.



Fotografia 8 Łódzki ogród sąsiedzki[20]

Potencjalne kryteria lokalizacji

- obszary o wysokiej gęstości zabudowy mieszkaniowej, gdzie dostęp do terenów zieleni publicznej jest ograniczony, a każda dodatkowa przestrzeń zielona znacząco poprawia komfort życia mieszkańców oraz mikroklimat lokalny,

[20] Źródło: https://www.rmf24.pl/regiony/lodz/news-owocna-praca-grup-sasiedzkich-czyli-ogrody-spoleczne,nId,6726953 (dostęp 27.02.2026 r.)

- istnienie aktywnej wspólnoty mieszkaniowej, rady osiedla lub grupy inicjatywnej, zdolnej do organizacji, planowania i bieżącej pielęgnacji ogrodu, co zapewnia trwałość projektu i zaangażowanie społeczności w jego funkcjonowanie,
- brak prywatnych ogródków przydomowych, który zwiększa potrzebę wspólnych przestrzeni do uprawy roślin, wypoczynku i integracji mieszkańców, tworząc alternatywne miejsce kontaktu z przyrodą w obrębie osiedla,
- dostępność powierzchni o umiarkowanej ekspozycji słonecznej i odpowiednim podłożu, które umożliwia rozwój roślin jadalnych i ozdobnych oraz ogranicza konieczność intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych,
- potencjał edukacyjny i społeczny miejsca, sprzyjający organizacji warsztatów ogrodniczych, zajęć przyrodniczych dla dzieci i młodzieży oraz wydarzeń integracyjnych, które wzmacniają więzi sąsiedzkie i promują postawy proekologiczne.

Potencjalne lokalizacje

- osiedle Zachód,
- osiedle Śródmieście,
- osiedle Słoneczne,
- osiedle Dyrekcja.

4.7. Rozwój łąk kwietnych

Intensywnie użytkowane trawniki, utrzymywane w formie niskiej, regularnie koszonej murawy o uproszczonej strukturze gatunkowej, coraz częściej ustępują miejsca łąkom kwietnym, które stanowią wielogatunkowe, dynamiczne zbiorowiska roślin zielnych o zróżnicowanej budowie morfologicznej, zróżnicowanym rytmie fenologicznym oraz odmiennej strategii ekologicznej. W przeciwieństwie do monokultur trawiastych o ograniczonej wartości przyrodniczej, łąki kwietne cechują się wysokim bogactwem taksonomicznym oraz mozaikową strukturą przestrzenną, co przekłada się na większą stabilność biocenotyczną, wyższą odporność na presję środowiskową, w tym okresowe niedobory wody i wahania temperatury, a także większą zdolność do samoregulacji.

Zróżnicowana wysokość roślin, obecność gatunków jednorocznych, bylin oraz traw o odmiennych typach systemów korzeniowych sprzyja tworzeniu licznych mikrosiedlisk, zwiększając heterogeniczność środowiska i umożliwiając współwystępowanie wielu grup organizmów. Łąki kwietne pełnią szczególnie istotną funkcję troficzną, stanowiąc wydajne źródło nektaru i pyłku dla zapylaczy, a także dla licznych gatunków motyli, muchówek i chrząszczy. Wydłużony i zróżnicowany okres kwitnienia, wynikający z odpowiedniego doboru gatunków, zapewnia ciągłość bazy pokarmowej w trakcie całego sezonu wegetacyjnego, co ma fundamentalne znaczenie w krajobrazach miejskich zdominowanych przez powierzchnie uszczelnione i ubogie florystycznie.

Z perspektywy gospodarki komunalnej zastąpienie trawnika łąką kwietną wiąże się z istotnym ograniczeniem nakładów pielęgnacyjnych oraz finansowych, ponieważ

redukcji ulega częstotliwość koszenia, potrzeba nawożenia mineralnego oraz intensywnego nawadniania, co przekłada się na zmniejszenie zużycia paliw kopalnych, emisji spalin oraz hałasu generowanego przez sprzęt ogrodniczy.

Głębokie i silnie rozwinięte systemy korzeniowe roślin łąkowych poprawiają strukturę gleby poprzez zwiększenie jej agregacji, porowatości i zdolności retencyjnych, wspierając infiltrację wód opadowych i ograniczając spływ powierzchniowy, a jednocześnie sprzyjając akumulacji materii organicznej i sekwestracji węgla w glebie. Większa biomasa nadziemna oraz intensywniejsza ewapotranspiracja powodują obniżenie temperatury przygruntowej warstwy powietrza i ograniczenie nagrzewania się powierzchni gleby, co przyczynia się do łagodzenia lokalnego efektu miejskiej wyspy ciepła.

Dodatkowo łąki kwietne mogą pełnić funkcję korytarzy ekologicznych, zwiększając łączność siedliskową pomiędzy rozproszonymi enklawami zieleni w obrębie miasta, a w skali krajobrazu wspierać procesy migracyjne organizmów. W rezultacie stanowią one rozwiązanie łączące wysokie walory estetyczne z kompleksowymi funkcjami ekosystemowymi, hydrologicznymi i klimatycznymi, wpisując się w model zrównoważonego i odpornego na zmiany klimatu kształtowania przestrzeni.



Fotografia 9 Łąka kwietna w Krośnie[21]

Potencjalne kryteria lokalizacji

- pasy zieleni przyulicznej, w tym strefy rozdzielające jezdnie, pobocza, ronda oraz pasy buforowe między chodnikiem a jezdnią, gdzie łąki mogą pełnić

[21] Źródło: https://krosno24.pl/informacje/koniec-kultu-wystrzyzonej-trawy-w-krosnie-pojawila-sie-kwietna-laka-i8129 (dostęp 27.02.2026 r.)

funkcję fitofiltracyjną, ograniczać wtórne unoszenie pyłów oraz podnosić walory estetyczne,
- trawniki o niskiej funkcjonalności, zwłaszcza rozległe powierzchnie zieleni osiedlowej, przy obiektowej lub towarzyszącej zabudowie wielorodzinnej, które nie są wykorzystywane, a generują istotne koszty utrzymania związane z częstym koszeniem i pielęgnacją,
- tereny o dobrej ekspozycji słonecznej i umiarkowanie przepuszczalnym podłożu, zapewniające optymalne warunki dla rozwoju gatunków łąkowych,
- przestrzenie w sąsiedztwie szkół, instytucji publicznych oraz parków miejskich, gdzie łąki mogą pełnić funkcję edukacyjną i wspierać kształtowanie postaw prośrodowiskowych.

Potencjalne lokalizacje

- aleja Armii Krajowej – szerokie pasy zieleni między jezdnią a chodnikiem, fragmenty rozdzielające pasy ruchu,
- ul. Hrubieszowska – rozległe jednolite chodniki o niskiej wartości biologicznej,
- ul. Kolejowa – zieleń przy uliczna,
- ul. 1 Pułku Szwoleżerów – rozległe jednolite chodniki o niskiej wartości biologicznej,
- ul. Wołyńska – dotknięta skutkami obfitych opadów, łąki w połączeniu z nieckami zatrzymywałyby wodę zapobiegając skutkom opadów,
- Aleja Przyjaźni – szerokie chodniki, lokalne parkingi przyblokowe, pasy zieleni niskiej oraz stosunkowo dużej ekspozycji słonecznej,
- ul. Rejowiecka – duży węzeł komunikacyjny- pasy zieleni o niskiej wartości biologicznej przy jezdni,
- ul. Kolejowa- pasy zieleni między chodnikiem a jezdnią,
- skrzyżowanie ul. Lubelskiej z pl. Gdańskim,
- Rampa Brzeska – w 2023 r. zalane przez deszcz, niska zieleń nieużytkowa przy jezdni.

5. DOBÓR GATUNKOWY I STANDARDY TECHNICZNE

5.1. Preferencja dla gatunków rodzimych i lokalnych ekotypów.

W kontekście projektowania i wdrażania zielonej infrastruktury w mieście takim jak Chełm, położonym w obrębie wschodniej części Wyżyny Lubelskiej i funkcjonującym w bezpośrednim sąsiedztwie cennych przyrodniczo obszarów, w tym Chełmski Park Krajobrazowy, preferencja dla gatunków rodzimych oraz lokalnych ekotypów stanowi fundamentalną zasadę planistyczną i ekologiczną.

Dobór roślinności nie może być traktowany wyłącznie jako kwestia estetyczna, lecz powinien wynikać z analizy warunków siedliskowych – typu gleb (często o podłożu kredowym i węglanowym), stosunków wodnych, ekspozycji oraz presji antropogenicznej charakterystycznej dla miejskiej mozaiki krajobrazowej Chełma. Gatunki rodzime, wykształcone w warunkach klimatycznych i glebowych regionu, wykazują wyższą tolerancję na lokalne amplitudy temperatur, okresowe niedobory

wody oraz specyficzne właściwości chemiczne podłoża, co przekłada się na ich większą przeżywalność i niższe koszty utrzymania.

Wykorzystanie lokalnych ekotypów – czyli populacji genetycznie dostosowanych do mikroregionalnych warunków – dodatkowo wzmacnia stabilność ekosystemów miejskich, zwiększa odporność zieleni na stresy środowiskowe oraz ogranicza ryzyko wprowadzania genotypów obcych, mogących zaburzać pulę genową populacji naturalnych.

W perspektywie funkcjonalnej zielonej infrastruktury, obejmującej m.in. ogrody deszczowe, rowy i niecki bioretencyjne, zielone dachy czy pasy zieleni przyulicznej, roślinność rodzima odgrywa kluczową rolę w procesach retencji, infiltracji i biologicznego oczyszczania wód opadowych. Jednocześnie wspiera ona lokalne sieci troficzne – owady zapylające, ptaki i drobne kręgowce – wzmacniając ciągłość korytarzy ekologicznych w strukturze miasta.

W warunkach Chełma, gdzie krajobraz miejski pozostaje w ścisłym powiązaniu z otaczającymi siedliskami łąkowymi, torfowiskowymi i murawowymi, konsekwentne stosowanie gatunków rodzimych stanowi nie tylko działanie proekologiczne, ale także element długofalowej strategii adaptacji do zmian klimatu i ochrony regionalnej bioróżnorodności.

5.2. Dobór roślin w zależności od typu infrastruktury

Parki kieszonkowe

W projektowaniu parków kieszonkowych w Chełmie należy koncentrować się na doborze gatunków roślin odpornych na intensywne nasłonecznienie, okresowe susze oraz podwyższoną temperaturę podłoża, typową dla silnie zurbanizowanych przestrzeni o ograniczonej retencji. W niewielkich formach zieleni, funkcjonujących często w otoczeniu zabudowy i nawierzchni utwardzonych, kluczowe jest stosowanie gatunków o niskich wymaganiach wodnych, dobrze rozwiniętym systemie korzeniowym oraz wysokiej zdolności adaptacyjnej do stresu środowiskowego.

Istotne jest również wprowadzanie roślin miododajnych, wspierających populacje zapylaczy, a także krzewów i pnączy o zwartej strukturze, zapewniających schronienie i miejsca lęgowe dla ptaków oraz drobnych zwierząt. Park kieszonkowy, mimo niewielkiej powierzchni, powinien mieć strukturę warstwową – z udziałem roślin zielnych, krzewiastych i drzewiastych – co zwiększa jego wartość biocenotyczną i funkcję mikroretencyjną.

Należy bezwzględnie zachowywać istniejące, dojrzałe drzewa, które pełnią istotną rolę w regulacji mikroklimatu i retencji opadów, oraz unikać wprowadzania gatunków obcych, koncentrując się na rodzimych taksonach i – w miarę możliwości – lokalnych ekotypach, przystosowanych do warunków siedliskowych regionu.

Dzięki temu parki kieszonkowe mogą stanowić trwały, ekologicznie stabilny element zielonej infrastruktury miasta.

Zielone ściany

Rośliny proponowane do stosowania przy tworzeniu zielonych ścian:

- Podagrycznik pospolity *Aegopodium podagraria*,
- Dąbrówka rozłogowa *Ajuga reptans*,
- Przywrotnik miękki *Alchemilla mollis*,
- Zawciąg nadmorski *Armeria martima*,
- Tawułka pojedynczolistna *Astilbe simplicifolia*,
- Azorella trójwidlasta *Azorella trifurcata*,
- Brunnera wielkolistna *Brunnera macrophylla*,
- Dzwonek gargański *Campanula garganica*,
- Poziomka indyjska *Duchesnea indica*,
- Epimedium czerwone *Epimedium rubrum*,
- Poziomka pospolita *Fragaria vesca*,
- Golteria pełzająca *Gaultheria procumbens*,
- Bodziszek korzeniasty *Geranium macrorrhizum*,
- Bluszczyk kurdybanek *Glechama hederacea*,
- Żurawka *Heuchera sp.*,
- Kłosówka miękka *Holcus mollis*,
- Funkia ogrodowa *Hosta hybrida*,
- Hutujnia sercowata *Houuttuynia cordata*,
- Lawenda wąskolistna *Lavebdula angustifolia*,
- Lebiodka pospolita *Origanum vulgare*,
- Folks skrzydlasty *Phlox subulata*,
- Karmnik ościsty *Sagina subulata*,
- Skalnica Andersa *Saxifraga arendsii*,
- Rozchodnik biały *Sedum album*,
- Rozchodnik kaukaski *Sedum spurium*,
- Macierzanka wczesna Thymus *praecox*,
- Barwinek pospolity *Vinnca minor*,
- Turzyca ptasie łapki *Carex ornithopoda*,
- Turzyca rzędowa pstra *Carex siderosticha*,
- Wydmuchrzyca Magellana *Elymus magellanicus*,
- Kostrzewa Gautiera *Festuca gautieri*,
- Kostrzewa owcza *Festuca ovina*,
- Igra Dammera *Cotoneaster dammeri*,
- Igra drobnolistna *Cotoneaster procumbens*,
- Trzmielina Fortunea *Euonymus fortunei*,
- Runianka japońska *Pachysandra terminalis*,
- Tawuła japońska *Spirea japonica*,
- Winobluszcze *Parthenocissus sp.*,
- Bluszcz *Hedera sp.*,
- Hortensja pnąca *Hydrangea petiolaris*,
- Przywarka *Schizophragma sp.*

Zielone dachy

Rośliny proponowane do stosowania na dachach ekstensywnych:

- Czyściec wełnisty Stachys byzantina,
- Dąbrówka rozłogow *Ajuga reptans*,
- Driakiew kaukaska *Scabiosa caucasica*,
- Drżączka średnia *Briza media*,
- Gęsiówka kaukaska *Arabis caucasica*,
- Głowienka wielokwiatowa *Prunella grandiflora*,
- Krwawnik pospolity *Achillea millefolium*,
- Macierzanka piaskowa *Thymus serpyllum*,
- Rojownik pospolity *Jovibara sobolifera*,
- Rojnik murowy *Sempervivum tectorum*,
- Rojnik pajęczynowaty *Sempervivum arachnoideum*,
- Rozchodnik biały *Sedum album*,
- Rozchodnik okazały *Sedum spectabile*,
- Rozchodnik ostry *Sedum acre*,
- Rozchodnik ościsty *Sedum reflexum*,
- Rozchodnik kamczacki *Sedum kamtschaticum*,
- Smagliczka skalna *Aurinia saxatilis*,
- Ukwap dwupienny *Antennaria dioica*,
- Zawciąg nadmorski *Armeria maritima*.

Rośliny proponowanie do stosowania na dachach intensywnych:

- Berberys Thunberga *Berberis thunbergii*,
- Biota wschodnia *Platycladus orientalis*,
- Bodziszek czerwony *Geranium sanguineum*,
- Dyptam jesionolistny *Dictamnus albus*,
- Floks szydlasty *Phlox subulata*,
- Goździk siny *Dianthus gratianopolitanus*,
- Irga Dmmera *Cotoneaster dammeri*,
- Jałowiec chiński *Juniperus chonensis*,
- Jałowiec płożący *Juniperus horizontalis*,
- Jałowiec pospolity *Juniperus communis*,
- Lawenda wąskolistna *Lavandula angustifolia*,
- Lebiotka pospolita *Origanum vulgare*,
- Liliowiec ogrodowy *Hemerocallis ×hybrida*,
- Pięciornik krzewiasty *Potentilla fruticosa*,
- Powojniki botaniczne *Clematis sp.*,
- Sosna czarna *Pinus nigra*,
- Sosna górska *Pinus mugo*,
- Sosna pospolita *Pinus sylvestris*,
- Świerk biały *Picea glauca*,
- Tawuła japońska *Spirea japonica*.

W przypadku dachów intensywnych nie ma specjalnego ograniczenia odnośnie do doboru roślin. Należy pamiętać o specyficznych warunkach panujących w tym

środowisku i uwzględnić czas, jaki inwestor może poświęcić na zabiegi pielęgnacyjne. Zatem najlepiej decydować się na rośliny stanowisk słonecznych, znoszących czasową suszę. W przypadku dachów półintensywnych, będących formą przejściową, można sadzić wszystkie rośliny w/w.

Zielone dachy typu ekstensywnego nie wymagają specjalistycznej pielęgnacji poza okresowymi koszeniami (jeśli porasta je trawa) lub pieleniem. Dachy intensywne ze względu na zróżnicowany dobór gatunków, który ma większe potrzeby wodne, nie są w stanie zabezpieczyć wody z opadów na czas suszy.

Zielone przystanki

Zielony przystanek, projektowany jako mikroekosystem o ograniczonej objętości podłoża, silnej ekspozycji na promieniowanie słoneczne, okresowe przesuszenia oraz podwyższone zasolenie wynikające z aerozolu drogowego, powinien być obsadzany gatunkami rodzimymi lub od dawna zadomowionymi, niewykazującymi cech inwazyjności, a jednocześnie odznaczającymi się wysoką tolerancją na stresy abiotyczne oraz zdolnością do funkcjonowania w warunkach siedlisk antropogenicznych.

Dachy przystanku:

- rozchodniki ostry *Sedum acre,*
- rozchodnik biały *Sedum album,*
- rozchodnik sześciorzędowy *Sedum sexangulare,*
- rojnik pospolity *Sempervivum tectorum,*
- macierzanka piaskowa *Thymus serpyllum,*
- goździk kartuzek *Dianthus carthusianorum.*

Ściany przystanku:

- Winobluszcze *Parthenocissus sp.,*
- Bluszcz *Hedera sp.,*
- Hortensja pnąca *Hydrangea petiolaris,*
- Przywarka *Schizophragma sp.*

Ogrody deszczowe

Ogrody deszczowe nie wymagają intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych, jeśli do ich utworzenia zostaną wykorzystane gatunki roślin rodzimych i odpornych na lokalne warunki atmosferyczne.

Podstawowe prace ograniczają się do usuwania obumarłych części roślin oraz ewentualnych zanieczyszczeń. Należy również kontrolować stan warstwy kamieni i uzupełniać jej ubytki, a ponadto monitorować rozwój roślin, aby zapobiec nadmiernemu rozrastaniu się niektórych gatunków kosztem pozostałych. Szczególnie ważne jest również podlewanie nowych nasadzeń na początku funkcjonowania ogrodu oraz w okresach suszy.

Nasadzenia powinny składać się głównie:

- z gatunków charakterystycznych dla mokrych łąk, odpornych zarówno na okresy zalewnia jak i suszy,

- roślin hydrofitowych, które powinny stanowić ponad 50% kompozycji ogrodu.

Przykładowy dobór roślin do nasadzeń w pojemnikach:

- Bodziszek żałobny *Geranium phaeum*,
- Fiołek błotny *Viola palustris*,
- Krwawnica pospolita *Lythrum salicaria*,
- Lebiodka pospolita *Origanum vulgare*,
- Mięta nadwodna *Mentha aquatica*,
- Nerecznica samcza *Dryopteris filix-mas*,
- Rdest wężownik *Polygonum bistorta*,
- Szałwia łąkowa *Salvia pratensis*,
- Tojeść rozesłana *Lysimachia nummularia*,
- Wiązówka błotna *Filipendula ulmaria*,
- Wietlica samicza *Athyrium filix-femina*,
- Kosaciec syberyjski *Iris sibirica*,
- Kosaciec żółty *Iris pseudacorus*,
- Sit rozpierzchły *Juncus effusus*,
- Śmiałek darniowy *Deschampsia cespitosa*,
- Turzyca owłosiona *Carex hirta*,
- Turzyca pospolita *Carex nigra*.

Przykładowy dobór roślin do nasadzeń w gruncie:

- Bodziszek żałobny *Geranium phaeum*,
- Kozłek lekarski *Valeriana officinalis*,
- Krwawnica pospolita *Lythrum salicaria*,
- Mięta nadwodna *Mentha aquatica*,
- Pełnik europejski *Trollius europaeus*,
- Rdest wężownik *Polygonum bistorta*,
- Sadziec konopiasty *Eupatorium cannabinum*,
- Tojeść kropkowana *Lysimachia punctata*,
- Tojeść rozesłana *Lysimachia nummularia*,
- Wiązówka błotna *Filipendula ulmaria*,
- Wierzbownica drobnokwiatowa *Epilobium parviflorum*,
- Żywokost lekarski *Symphytum officinale*,
- Kosaciec syberyjski *Iris sibirica*,
- Kosaciec żółty *Iris pseudacorus*,
- Mozga trzcinowata *Phalaris arundinacea*,
- Sit rozpierzchły *Juncus effusus*,
- Śmiałek darniowy *Deschampsia cespitosa*,
- Trzcina pospolita *Phragmites australis*,
- Turzyca pospolita *Carex nigra*,
- Turzyca sina *Carex flacca*,
- Wierzba iwa *Salix caprea*,
- Wierzba purpurowa *Salix purpurea*,
- Wierzba szara *Salix cinerea*.

Niecki bioretencyjne i rowy bioretencyjne

Roślinność powinna wykazywać tolerancję na naprzemienne okresy zalewania i suszy- po epizodzie opadowym następuje szybki obniżenie wody wskutek infiltracji. Preferowane są gatunki o silnie rozwiniętym, głębokim i rozgałęzionym systemie korzeniowym m.in.:

- turzyce *Carex sp.*,
- sitowie *Juncus sp.*,
- kosaciec żółty *Iris pseudacorus*,
- krwawnica pospolita *Lythrum salicaria*,
- wiązówka błotna *Filipendula ulmaria*,
- tojeść pospolita *Lysimachia vulgaris*,
- mięta nadwodna *Mentha aquatica*,
- śmiałek darniowy *Deschampsia cespitosa*,
- trzcinnik piaskowy *Calamagrostic epigejos*,
- kostrzewa trzcinowa *Festuca arundinacea*,
- mozga trzcinowata *Pchalaris arundinacea*,
- wiechlina łąkowa *Poa pratensis*,
- krwawnik pospolity *Achillea millefolium*,
- dereń świdwa *Cornus sanguinea*.

Niecka bioretencyjne i rów powinien być obsadzone roślinnością hydrofitową i mezofilną o silnych systemach korzeniowych, wysokiej tolerancji stresów hydrologicznych oraz dużym potencjalne fitoremediacyjnym, przy zachowaniu podziału na strefy wilgotnościowe i dostosowaniu składu gatunkowego do lokalnych warunków siedliskowych.

Łąki kwietne

Tabela 2. Rośliny proponowane do stosowania na łąkach kwietnych.

Nazwa polska	Nazwa łacińska	Uwagi
JEDNOROCZNE		
Mak polny	*Papaver rhoeas*	Odporny na ubogie i przekształcone gleby; intensywnie kwitnący; silnie przyciąga owady.
Chaber bałwatek	*Centaurea cyanus*	Dobrze znosi suszę i nagrzewanie podłoża, atrakcyjny dla pszczół samotnic i motyli.
Facelia błękitna	*Phacelia tanacetifolia*	Gatunek miododajny.
Nagietek lekarski	*Calendula officinalis*	Długo kwitnący, odporny, toleruje gleby zdegradowane.
Len wielokwiatowy	*Linum grandiflorum*	Odporny na warunki miejskie.
DWULETNIE		
Marchew zwyczajna	*Daucus carota*	Cenna dla owadów, szczególnie muchówek i błonkówek.
Dziewannna drobnokwiatowa	*Verbascum thapsus*	Odporna na suszę i wysokie temperatury.
WIELOLETNIE		

Nazwa polska	Nazwa łacińska	Uwagi
Krwawnik pospolity	*Achillea millefolium*	Odporny na suszę i ubogie gleby, stabilizuje darń i ogranicza erozję.
Lebiodka pospolita	*Origanum vulgare*	Miododajna, odporna na zmiany klimatyczne.
Jastrun właściwy	*Leucanthemum vulgare*	Długowieczny i stabilny.
Żmijowiec zwyczajny	*Echium vulgare*	Doskonały na gleby suche i nasłonecznione, atrakcyjny dla pszczół.
Koniczyna łąkowa	*Trifolium pratense*	Wiąże azot z powietrza, poprawia strukturę gleby.
Koniczyna biała	*Trifolium repens*	Odporna, dobra do miejsc bardziej eksploatowanych.
Szałwia łąkowa	*Salvia pratensis*	Cenny gatunek dla dzikich zapylaczy szczególnie trzmieli.
TRAWY		
Kostrzewa czerwona	*Festuca rubra*	Odporna, mało ekspansywna.
Kostrzewa owcza	*Festuca ovina*	Doskonała na suche, ubogie gleby.
Tomka wonna	*Anthoxanthum odoratum*	Poprawia różnorodność biologiczną.
Wiechlina łąkowa	*Poa pratensis*	Stabilizuje glebę.

Należy pamiętać, że jest to część roślin jakich można użyć, a łatwo dostępne są specjalne mieszanki ze wszystkimi potrzebnymi gatunkami.

Gleba pod łąki kwietne powinna być zupełnie inna niż gleba pod trawniki czy rabaty ozdobne, ponieważ w przypadku łąk im bardziej uboga, tym lepszy efekt długofalowy można uzyskać. Kluczem nie jest wysoka żyzność, lecz stabilna struktura, dobra przepuszczalność i ograniczony dostęp azotu, co pozwala roślinom kwietnym konkurować z trawami oraz tworzyć trwały samoregulujący się ekosystem.

Najbardziej pożądana jest gleba lekka do średniej, piaszczysto-gliniasta lub gliniasto-piaszczysta, która dobrze odprowadza nadmiar wody, ale jednocześnie potrafi ją zatrzymać w głębszych warstwach, przy czym struktura gruzełkowata jest znacznie ważniejsza niż sama klasa bonitacyjna. To to ona decyduje o dostępie tlenu do korzeni i aktywności mikroorganizmów glebowych, które stopniowo budują naturalną żyzność.

5.3. Lista gatunków wykluczonych (inwazyjnych).

Inwazyjne gatunki obce (IGO) to rośliny, zwierzęta, patogeny i inne organizmy, które nie są rodzime dla ekosystemów i mogą powodować szkody w środowisku lub gospodarce, lub negatywnie oddziaływać na zdrowie człowieka. W szczególności oddziałują negatywnie na różnorodność biologiczną, w tym zmniejszenie populacji lub eliminowanie gatunków rodzimych, poprzez konkurencję pokarmową, drapieżnictwo lub przekazywanie patogenów.

Przykładowe gatunki roślin najczęściej spotykane:

- nawłoć kanadyjska *Solidago canadensis,*
- nawłoć późna *Solidago gigantea,*

- rdestowiec ostrokończysty *Reynoutria japonica,*
- niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora*,
- robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia,*
- klon jesionolisty *Acer negundo,*
- czeremcha amerykańska *Padus serotina,*
- dąb czerwony *Quercus rubra,*
- niecierpek gruczołowaty *Impatiens glandulifera*.

Cała lista gatunków IGO: https://www.iop.krakow.pl/ias/gatunki

5.4. Utrzymanie istniejącej zieleni

Prawidłowe utrzymanie istniejącej zieleni, w szczególności drzew wysokich, stanowi jeden z fundamentalnych filarów skutecznej i długofalowej polityki zazieleniania miast. Dojrzały drzewostan zapewnia największą efektywność ekosystemową przy relatywnie niskich kosztach środowiskowych w porównaniu z nowymi nasadzeniami.

Drzewa w pełni wykształconej strukturze koron i systemów korzeniowych odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu lokalnego mikroklimatu, ograniczaniu efektu miejskiej wyspy ciepła, a także poprawie jakości powietrza.

W warunkach zurbanizowanych szczególnego znaczenia nabiera funkcja hydrologiczna drzew, polegająca na zwiększeniu retencji wód opadowych, poprawę infiltracji oraz stabilizację struktury gleby, co w konsekwencji ogranicza ryzyko podtopień i erozji.

Z tego względu priorytetem powinno być zachowanie możliwie największej liczby drzew w dobrej kondycji zdrowotnej i statycznej poprzez systematyczne monitorowanie stanu fitosanitarnego, prowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych oraz minimalizowanie ingerencji w strefę systemu korzeniowego podczas realizacji inwestycji oraz nieuszczelnianie powierzchni, na której drzewa rosną.

5.4.1. Zasady cięcia drzew

Cięcia drzew należy postrzegać jako działanie o charakterze ingerencyjnym, które powinno być realizowane wyłącznie w sytuacjach uzasadnionych względem bezpieczeństwa publicznego, poprawy stanu fitosanitarnego lub koniecznością usunięcia kolizji z infrastrukturą techniczną, przy czym każdorazowo zakres interwencji powinien być ograniczony do absolutnego minimum.

Wyróżnia się dwie podstawowe kategorie cięć: przyrodnicze (pielęgnacyjne) oraz nie przyrodnicze (techniczne), przy czym podział ten wynika z odmiennych celów oraz zakresu ingerencji w strukturze drzewa. Cięcia techniczne są zazwyczaj determinowane czynnikami zewnętrznymi, takimi jak kolizje z liniami energetycznymi, obiektami budowlanymi czy skrajną drogą, natomiast cięcia przyrodnicze koncentrują na biologii i stabilności drzewa.

Dodatkowo należy podkreślić, że każde cięcie powinno być poprzedzone oceną stanu fitosanitarnego i statycznego drzewa, a także analizą potencjalnych skutków długoterminowych, ponieważ nadmierna lub nieprawidłowo wykonana ingerencja

może skutkować przyspieszonym starzeniem się drzewa, degradacją jego struktury oraz obniżeniem wartości przyrodniczej całego układu zieleni.

Tabela 3. Rodzaje cięć przyrodniczych drzew[22]

Rodzaj cięcia	Cel cięcia	Zakres i charakter ingerencji	Uwagi planistyczne i przyrodnicze
Cięcia sanitarne	Eliminacja czynników fitosanitarnych	Usuwanie gałęzi martwych, obumierających, połamanych z objawiamy infekcji	Najmniej inwazyjna forma ingerencji; ogranicza ryzyko rozprzestrzeniania patogenów oraz poprawia bezpieczeństwo użytkowników przestrzeni
Cięcia prześwietlające	Usunięcie wad budowy drzew	Eliminacja gałęzi krzyżujących się, ocierających, konkurujących z przewodnikiem	Działania prewencyjne; szczególnie istotne w młodocianych fazach rozwojowych, gdy możliwa jest korekta architektury koron
Cięcia formujące	Ukierunkowanie prawidłowego wzrostu	Kształtowanie przewodnika i równomiernego rozkładu konarów	Ogranicza konieczność radykalnych interwencji w dojrzałym wieku drzewa; wspiera stabilną strukturę mechaniczną
Cięcia odmładzające	Stymulacja regeneracja i wzrost pędów	Stopniowe usuwanie najstarszych, słabo witalnych części korony	Zabieg rozłożony w czasie;
Cięcia stabilizacyjne	Zwiększenie bezpieczeństwa statycznego	Redukcja masy i długości wybranych konarów w celu zmniejszenia obciążeń dynamicznych	Często łączone z instalacją wiązań elastycznych lub sztywnych; ogranicza ryzyko wyłamań podczas silnych wiatrów

Cięcia techniczne

Stanowią szczególną kategorię, ponieważ nie wynikają z fizjologicznych potrzeb drzewa ani z dążeniem do maksymalizacji jego długowieczności, lecz są konsekwencją kolizji pomiędzy rozwiniętą zielenią wysoką a elementami infrastruktury techniczne lub zabudowy.

W praktyce miejskiej są one najczęściej efektem historycznych lub współczesnych błędów planistycznych, polegających na niedoszacowaniu docelowych rozmiaru gatunku, nieuwzględnieniem przestrzeni dla rozwoju korony i systemu korzeniowego bądź braku koordynacji pomiędzy projektowaniem infrastruktury a istniejącym drzewostanem.

[22] Źródło: Chachulski Z., Rodek L., 2014: Pielęgnowanie i ochrona drzew z normami jakości

Do najczęstszych źródeł konfliktów przestrzennych należą:

- sadzenie gatunków o dużym potencjalne wzrostowym w bezpośrednim sąsiedztwie budynków, ulic, parkingów oraz napowietrznych linii energetycznych,
- brak analizy docelowej wysokości i szerokości korony na etapie projektowania zieleni,
- rewitalizacji inwestycji drogowych, kubaturowych i sieciowych bez uwzględnienia istniejących drzew, w tym młodocianych egzemplarzy,
- ograniczenie przestrzeni życiowej systemów korzeniowych poprzez nadmierne uszczelnianie powierzchni i zagęszczenia gleby.

Zasady wykonywania cięć technicznych:

- niedopuszczanie do całkowitego usunięcia korony,
- w ramach pojedynczego zabiegu technicznego dopuszcza się redukcję maksymalnie do ok. 30% całkowitej masy wegetacyjnej koron,
- w sytuacjach wymagających znacznej redukcji korony, przekraczającej 50% masy asymilacyjnej, zabieg powinien zostać rozłożony w czasie, na dwa lub trzy kolejne sezony wegetacyjne.

Zasady wykonywania cięć w koronach drzew

Terminy wykonywania cięć powinny być każdorazowo dostosowane do biologii gatunku, jego dynamiki wzrostu, tempa przyrostów wtórnych oraz reakcji fizjologicznej na uszkodzenia mechaniczne, ponieważ właściwy moment prowadzenia zabiegu ma bezpośredni wpływ na tempo zabliźniania ran, ograniczenie infekcji patogenami oraz stabilność gospodarki wodnej drzewa.

W odniesieniu do wielkości drzew liściastych za najkorzystniejszy uznaje się okres wczesnowiosenny, przypadający na luty i marzec, czyli fazę poprzedzającą intensywny rozwój liści i pędów, gdy aktywność kambium zaczyna wzrastać, co sprzyja szybkiemu tworzeniu tkanki przyrannej i efektywnemu odgradzaniu stref uszkodzeń. Jednocześnie dopuszczalne jest wykonywanie cięć w innych porach roku, z wyjątkiem okresu dynamicznego rozwoju pąków orz fazy jesiennego opadania liści, kiedy drzewo znajduje się w stanie zwiększonej wrażliwości.

Szczególne zasady dotyczą gatunków pestkowych, które powinny być przycinane bezpośrednio po zakończeniu kwitnienia, co ogranicza ryzyko infekcji chorobami i sprzyja prawidłowej regeneracji tkanek. U gatunków wykazujących zjawisko tzw. „płaczu wiosennego", takich jak brzozy *Betula sp.,* grab *Carpinus sp.,* czy klony *Acer sp.,* nie należy wykonywać cięć w okresie intensywnego przepływu soków, ponieważ prowadzi to do znacznych strat asymilatów i osłabienia kondycji drzewa; zabiegi można przeprowadzać dopiero po pełnym rozwinięciu liści.

Drzewa z rodziny *Juglandacea,* w tym orzechy *Juglans sp.,* orzeszniki *Carya sp.* oraz skrzydłorzech *Pterocarys sp.,* wykazują szczególną wrażliwość na usuwanie żywych gałęzi, dlatego ewentualne cięcia powinny być realizowane w okresie letnim, optymalnie między 15 lipca a 15 sierpnia, kiedy aktywność fizjologiczna sprzyja ograniczeniu wycieków soków i poprawie procesów zabliźniania ran.

W przypadku drzew iglastych najkorzystniejszy termin przypada na okres od końca maja do połowy czerwca, czyli fazę zakończenia intensywnego przyrostu wiosennego, co pozwala ograniczyć stres fizjologiczny i zmniejszyć ryzyko infekcji patogenami.

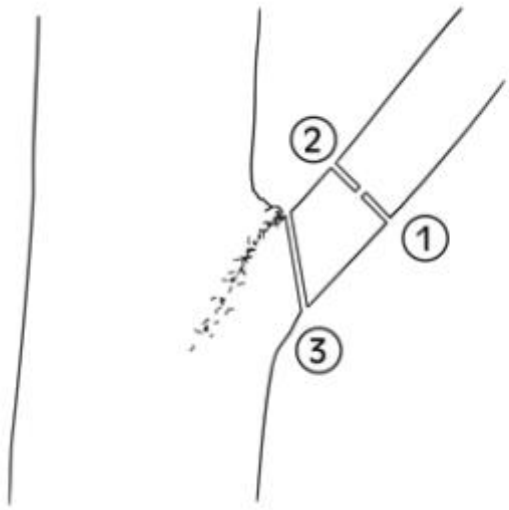
Uwzględnienie specyfiki gatunkowej oraz fazy fenologicznej drzewa stanowi zatem podstawowy warunek prowadzenia cięć w sposób bezpieczny i zgodny z zasadami dobrej praktyki arborystycznej.

W praktyce arborystycznej należy dążyć do ograniczania usuwania konarów o średnicy przekraczającej 10 cm, ponieważ wraz ze wzrostem średnicy gałęzi istotnie zwiększa się powierzchnia rany oraz czas niezbędny do jej skutecznego odgrodzenia przez tkanki przyranne, co podnosi ryzyko zakażeniu drzewa. Duże rany stanowią poważne obciążenie fizjologiczne, zaburzając równowagę pomiędzy częścią nadziemną a systemem korzeniowym oraz osłabiając stabilność biomechaniczną drzewa.

Podczas usuwania gałęzi należy bezwzględnie przestrzegać zasad prawidłowej techniki ciecia, aby zminimalizować rozległość uszkodzeń tkanek przewodzących i wspierających. Nie wolno dopuszczać do uszkodzeń nasady gałęzi ani obrączki przygałęziowej, ponieważ struktury te zawierają tkanki odpowiedzialne za efektywne odgradzanie rany. Cięcie nie powinno być wykonane ani zbyt blisko pnia ani zbyt płasko. Niedopuszczalne jest również pozostawianie kikutów (tylców), które nie ulegają prawidłowemu zrośnięciu i stają się miejscem wnikania patogenów.

Należy ponadto unikać jednoczesnego usuwania gałęzi rosnących bardzo blisko siebie lub bezpośrednio nad sobą, gdyż może to prowadzić do łączenia się ran i powstawania rozległych stref martwicy kambium, co znacząco osłabia strukturę mechaniczną pnia lub konaru.

Gałęzie o średnicy przekraczającej 3 cm powinny być usuwane z zastosowaniem tzw. metody trzystopniowej, która ogranicza ryzyko rozdarcia tkanek pod wpływem ciężaru odcinanej części. W pierwszym etapie wykonuje się cięcie podcinające od spodu gałęzi, na głębokość ok. ¼-⅓ jej średnicy, w pewnej odległości od pnia. Następnie wykonuje się ciecie od góry, kilka centymetrów dalej, co powoduje kontrolowane oddzielenie gałęzi bez wyłamania nasady. W trzecim etapie usuwa się pozostałe fragmenty przy nasadzie, prowadząc cięcie tuż za obrączką przygałęziową i wyrównując powierzchnię rany w sposób sprzyjający jej prawidłowemu zabliźnianiu. Tak przeprowadzony zabieg minimalizuje uszkodzenia mechaniczne i zwiększa skuteczność naturalnych mechanizmów obronnych drzewa.



Rysunek 5 Sposób prawidłowego wykonywanie cięcia trzystopniowego (Standard Cięcia i Pielęgnacji Drzew, wrzesień 2020)

Formułując ogólne zalecenia dotyczące wykonywania cięć w koronach drzew, należy kierować się zasadą minimalnej ingerencji oraz nadrzędnym celem, jakim jest zachowanie integralności strukturalnej i fizjologicznej drzewa przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa użytkowników przestrzeni.

Podczas prowadzenia zabiegów konieczne jest zachowanie naturalnego pokroju korony, odpowiadającego formie charakterystycznej dla danego gatunku i osobnika przed wykonaniem cięcia, ponieważ nadmierna modyfikacja architektury drzewa prowadzi do zaburzeń statyki, nierównomiernego rozkładu obciążeń wiatrowych oraz wzmożonej reakcji odroślowej o obniżonej stabilności mechanicznej.

Przy usuwaniu wyżej położonych, zwłaszcza masywnych gałęzi, należy bezwzględnie chronić niższe partie korony przed uszkodzeniami mechanicznymi, które mogą powstawać w wyniku niekontrolowanego opadania odcinanych fragmentów; w tym celu zaleca się stosowanie lin opuszczających i systemów asekuracyjnych umożliwiających kontrolowane sprowadzanie elementów korony.

Martwe gałęzie powinny być usuwane w sposób selektywny, bez naruszania żywych tkanek w obrębie nasady, tak aby nie uszkodzić obrączki przygałęziowej odpowiedzialnej za proces odgradzania rany i inicjację kalusa.

Do usuwania gałęzi o średnicy poniżej 5 cm należy stosować piły ręczne, które umożliwiają precyzyjne wykonanie cięcia i ograniczają ryzyko powstawania postrzępionych powierzchni rany; użycie pilarek spalinowych w przypadku drobnych gałęzi zwiększa prawdopodobieństwo uszkodzeń tkanek oraz obniża jakość cięcia.

Podczas prac prowadzonych z wykorzystaniem podnośników koszowych należy unikać mechanicznego uszkadzania gałęzi przez elementy konstrukcyjne urządzenia, a także nie stosować podnośników samochodowych na gruntach nieutwardzonych, ponieważ prowadzi to do zagęszczenia gleby, ograniczenia porowatości powietrznej oraz wtórnego uszkodzenia systemu korzeniowego.

W przypadku technik alpinistycznych niedopuszczalne jest stosowanie drzewołazów oraz innych narzędzi penetrujących tkanki pnia, gdyż powodują one trwałe uszkodzenia kory i kambium, zwiększając podatność drzewa na infekcje patogeniczne oraz procesy rozkładu drewna.

5.4.2. Mechaniczne wzmocnienia drzew i konarów

Wzmocnienia mechaniczne pni i konarów stanowią specjalistyczne działania techniczne, których celem jest zwiększenie bezpieczeństwa statycznego drzewa poprzez ograniczenie ryzyka rozłamania rozwidleń, wyłamania konarów lub całkowitego wywrócenia, przy jednoczesnym zachowaniu możliwie największej integralności biologicznej organizmu.

Zabiegi te stosuje się przede wszystkim w odniesieniu do drzew o obniżonej wytrzymałości mechanicznej, z ubytkami wgłębnymi, pęknięciami w strefie rozwidleń, asymetrycznie rozwiniętą koroną bądź rosnących w warunkach silnej presji urbanizacyjnej, gdzie potencjalne skutki awarii drzewa mogłyby zagrażać ludziom lub infrastrukturze technicznej.

W praktyce arborystycznej wyróżnia się cztery podstawowe typy wzmocnień konstrukcyjnych.

- Wiązania sztywne polegają na mechanicznym zespoleniu rozchodzących się części drzewa przy użyciu prętów gwintowanych, śrub lub kotew stalowych, instalowanych najczęściej w obrębie rozwidleń o wąskim kącie i osłabionej strukturze drewna; ich zadaniem jest trwałe ograniczenie przemieszczeń elementów konstrukcyjnych i redukcja naprężeń rozciągających w strefie pęknięcia,
- Wiązania elastyczne, określane również jako linowe, wykorzystują systemy lin syntetycznych o wysokiej wytrzymałości lub liny stalowe, montowane w wyższych partiach korony w celu stabilizacji konarów przy jednoczesnym zachowaniu ich kontrolowanego ruchu pod wpływem wiatru; rozwiązanie to pozwala na częściowe przenoszenie obciążeń dynamicznych bez całkowitego usztywnienia struktury, co sprzyja utrzymaniu naturalnej biomechaniki drzewa,
- Odciągi stosuje się w sytuacjach, gdy zachodzi potrzeba poprawy stateczności całego drzewa lub jego części poprzez zakotwienie w gruncie za pomocą lin stabilizujących; system ten przeciwdziała przechyłom oraz zmniejsza momenty wywracające działające na system korzeniowy,
- Podpory stanowią zewnętrzne elementy konstrukcyjne, najczęściej drewniane lub stalowe, instalowane pod osłabionymi konarami bądź pniem w celu przejęcia części obciążeń i ograniczenia ryzyka złamania; rozwiązanie to bywa stosowane w odniesieniu do drzew o szczególnej wartości przyrodniczej lub historycznej.

Dobór odpowiedniej metody wzmocnienia powinien być poprzedzony szczegółową oceną stanu zdrowotnego, stopnia rozkładu drewna, architektury korony oraz analizy ryzyka upadku, a także uwzględniać wiek drzewa, jego zdolności kompensacyjne i lokalne warunki siedliskowe. Wzmocnienia mechaniczne nie

eliminują przyczyn osłabienia drzewa, lecz stanowią narzędzie zarządzania ryzykiem, które powinno być łączone z właściwą pielęgnacją i systematycznym monitoringiem stanu technicznego.

5.4.3. Zabezpieczanie zieleni w trakcie realizacji inwestycji

Zieleń zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie inwestycji powinna zostać objęta kompleksową ochroną techniczną i organizacyjną na cały okres prowadzenia robót budowlanych.

Prace ziemne, transport materiałów oraz eksploatacja ciężkiego sprzętu generują istotne ryzyko uszkodzeń mechanicznych, przesuszenia bryły korzeniowej, przemarzania tkanek oraz trwałego pogorszenia właściwości fizycznych i biologicznych gleby.

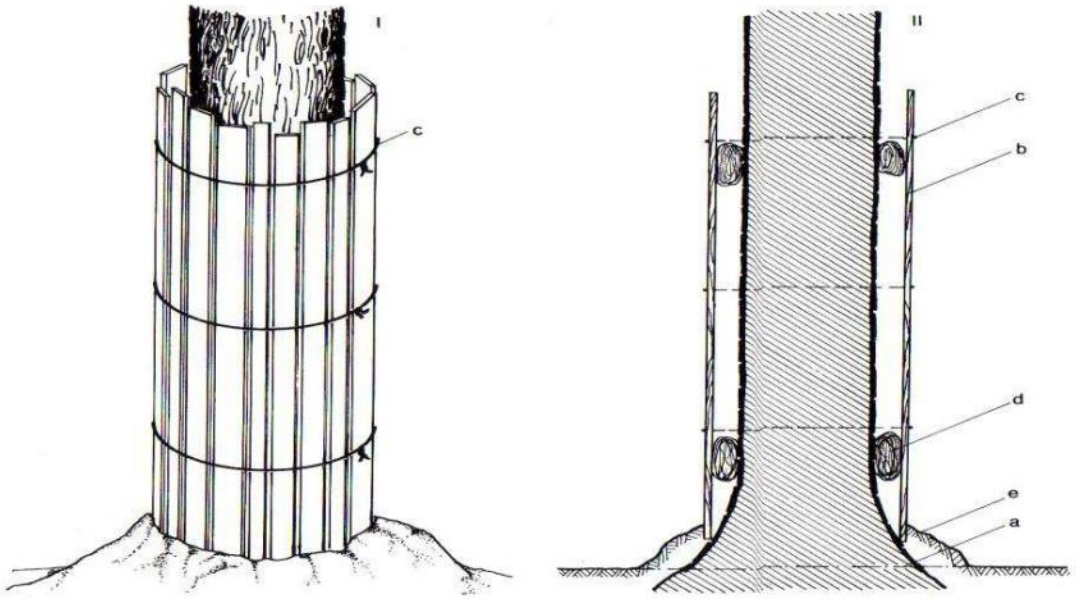
Wszystkie działania należy realizować w sposób minimalizujący presję na drzewa i krzewy, z poszanowaniem obowiązujących regulacji prawnych dotyczących ochrony przyrody oraz zasad dobrej praktyki dendrologicznej.

Zabezpieczanie pni drzew

Zabezpieczenie pni drzew powinno dotyczyć wszystkich egzemplarzy narażonych na potencjalne uszkodzenia mechaniczne wynikające z ruchu sprzętu lub składowania materiałów.

Ochronę realizuje się poprzez montaż osłon z mat słomianych, jutowych lub z desek, instalowanych na wysokości ok. 1,6-2,0 m, a optymalnie do poziomu pierwszych konarów. Elementy ochronne należy mocować do pnia przy użyciu drutu, taśmy stalowej lub sznurka syntetycznego w odstępach co 40-60 cm, zapewniając stabilność konstrukcji bez nadmiernego ucisku kory. Wysokość osłony powinna wynosić co najmniej 200 cm, dolna jej część powinna opierać się na podłożu lub być lekko zagłębiona w gruncie, a w przypadku braku takiej możliwości – ustabilizowana poprzez obsypanie ziemią bądź zastosowanie dodatkowej opaski.

W celu dalszego ograniczenia ryzyka zaleca się stosowanie wygrodzeń wokół drzew, wyznaczających strefę ochronną niedostępną dla sprzętu budowlanego.



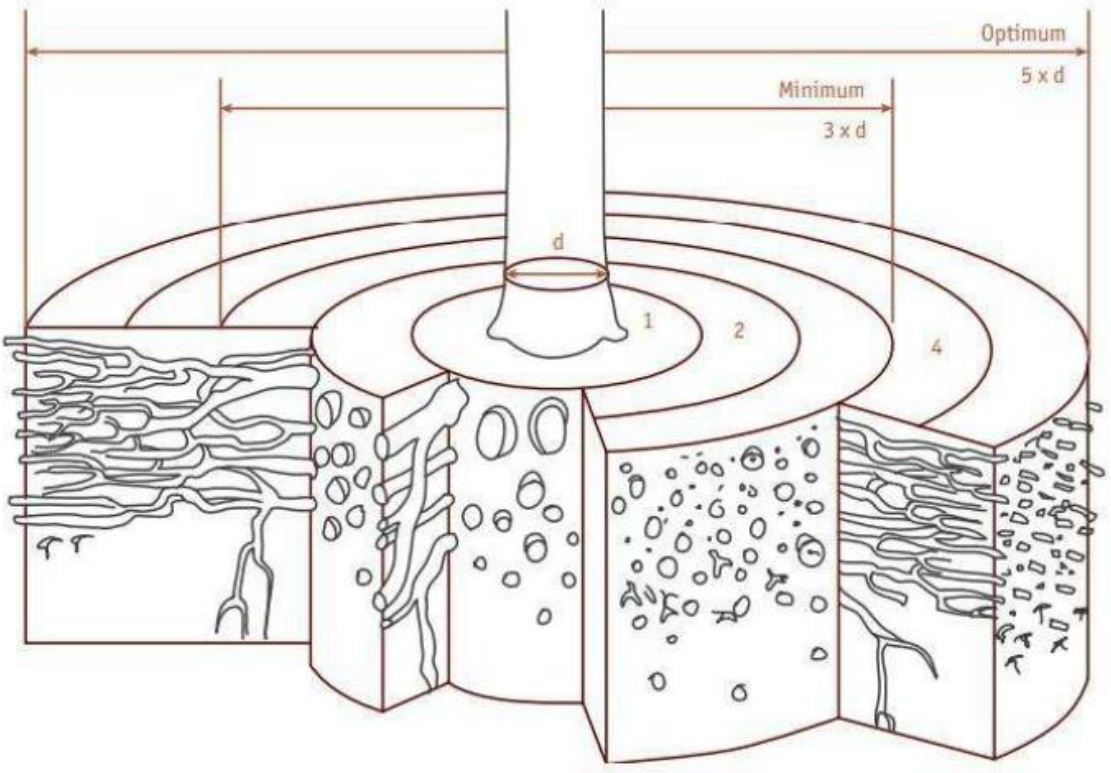
Rysunek 6 Zabezpieczenie drzew wg Chachulski (2000): a) szyja korzeniowa b) deski c) opaska z drutu d) mata słomiana e) ziemia stabilizująca deski

Ochrona systemu korzeniowego

System korzeniowy jako kluczowy element odpowiedzialny za stabilność i gospodarkę wodno-mineralną drzewa, wymaga szczególnej ochrony. Niedopuszczalne jest składowanie materiałów budowlanych, parkowanie maszyn ani przejazd ciężkiego sprzętu w obrębie rzutu korony, gdyż prowadzi to do zagęszczenia gleby, redukcji porowatości powietrznej i ograniczenia dostępu tlenu do korzeni.

Prace ziemne w obrębie systemu korzeniowego powinny być wykonywane ręcznie, o ile jest to technicznie możliwe, a ingerencję w strefę korzeniową należy ograniczyć do niezbędnego minimum. Zaleca się zachowanie strefy nienaruszalnej w promieniu co najmniej trzykrotności średnicy pnia, a optymalnie pięciokrotności tej wartości.

Odsłonięte korzenie należy zabezpieczać przed przesuszeniem i przemarzaniem poprzez okrycie matami słomianymi, jutą lub innym materiałem izolacyjnym oraz unikać zmian poziomu gruntu w bezpośrednim sąsiedztwie drzewa.



Rysunek 7 Progi krytyczne uszkodzeń mechanicznych w zakresie osłabienia żywotności i ryzyka upadku (Stolarczyk, Suchocka 2012, za Smiley 2008)

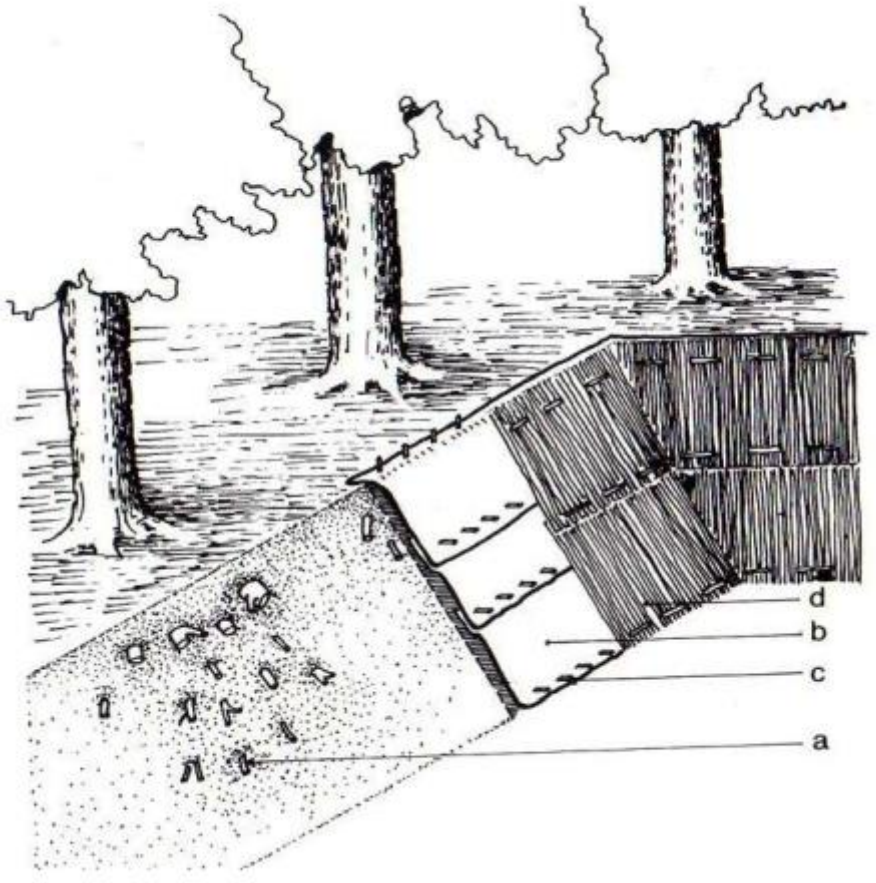
Zabezpieczenie korzeni podczas wykonywania wykopów

W przypadku wykonywania wykopów w pobliżu drzew należy zachować szczególną ostrożność i nie prowadzić ich bliżej niż w odległości odpowiadającej co najmniej dwukrotnej średnicy pnia mierzonej u nasady.

Odsłonięte korzenie powinny być chronione przed wysychaniem i uszkodzeniami mechanicznymi. Korzenie uszkodzone należy przycinać ostrym, zdezynfekowanym narzędziem, wykonując cięcie prostopadle do osi korzenia, a następnie zabezpieczyć powierzchnię rany preparatem o działaniu grzybobójczym.

Szczególnie istotne jest niedopuszczenie do uszkodzenia korzeni centralnych i podporowych, które odpowiadają za stabilność mechaniczną drzewa.

W sytuacji, gdy wykop pozostaje otwarty przez dłuższy czas, system korzeniowy powinien być zabezpieczony wilgotnym materiałem izolacyjnym w celu utrzymania odpowiedniego poziomu uwilgotnienia tkanek.



Rysunek 8. Zabezpieczanie korzeni w wykopie wg Chachulskiego (2000): a) sposób przycięcia korzeni na krawędzi wykopu, b) osłonięcie ściany wykopu warstwą torfu, a następnie przykrycie folią lub jutą, c) kołeczek mocujący osłonę do ziemi, d) w przypadku wykonywania

Ochrona drzew i krzewów podczas prowadzenia robót

Podczas prowadzenia robót należy także chronić nadziemne części roślin. Zwisające gałęzie powinny być podwiązywane lub podpierane, aby zapobiec ich złamaniu, a krzewy zabezpieczane poprzez wygrodzenia lub konstrukcje ochronne.

Prace budowlane należy organizować w sposób ograniczający bezpośredni kontakt sprzętu z roślinnością, a w okresach suszy zapewnić utrzymanie odpowiedniej wilgotności gleby w obrębie systemu korzeniowego.

Po zakończeniu inwestycji wskazane jest przeprowadzenie zabiegów pielęgnacyjnych, obejmujących cięcia sanitarne, poprawę struktury gleby oraz ewentualne nawożenie regeneracyjne, w celu przywrócenia optymalnej kondycji fizjologicznej drzew i krzewów.

6. ASPEKTY SPOŁECZNE I EDUKACYJNE

6.1. Partycypacja społeczna w planowaniu nasadzeń

Zaangażowanie mieszkańców w proces planowania i realizacji działań związanych z zazielenianiem miasta stanowi istotny element skutecznej adaptacji do zmian

klimatu. Partycypacja społeczna umożliwia uwzględnienie lokalnych potrzeb oraz oczekiwań użytkowników przestrzeni miejskiej, a także sprzyja budowaniu poczucia odpowiedzialności za stan środowiska w miejscu zamieszkania.

W procesie planowania nowych nasadzeń warto wykorzystywać różne formy konsultacji społecznych, takie jak spotkania z mieszkańcami, warsztaty planistyczne, ankiety internetowe czy platformy konsultacyjne. Pozwalają one na identyfikację miejsc wymagających wprowadzenia zieleni oraz wskazanie preferowanych form zagospodarowania przestrzeni. Szczególne znaczenie mają działania prowadzone na poziomie lokalnym, np. w obrębie osiedli, gdzie mieszkańcy najlepiej znają potrzeby swojej najbliższej przestrzeni.

W budżecie obywatelskim Chełma pojawiło się kilka propozycji związanych z tworzeniem nowych terenów zielonych. Wśród nich znalazły się m.in. park kieszonkowy na osiedlu Zachód, zielona aleja przedszkolaka oraz rodzinny skwer rekreacyjny przy ul. Jedność. Żaden z tych projektów ostatecznie nie został wybrany do realizacji, jednak wskazują one na lokalne zapotrzebowanie na zielone przestrzenie w obszarach o wysokiej gęstości zabudowy mieszkaniowej i mogą stanowić cenną wskazówkę przy planowaniu przyszłych działań zazieleniających[23].

6.2. Programy adopcji drzew i ogrody społeczne

Jednym z działań wspierających rozwój zieleni miejskiej mogą być programy adopcji drzew, polegające na symbolicznym obejmowaniu opieką wybranych drzew przez mieszkańców, instytucje lub lokalne przedsiębiorstwa. Programy takie sprzyjają zwiększeniu świadomości ekologicznej oraz budowaniu więzi mieszkańców z przestrzenią miejską.

Przykładem takich działań była akcja adopcji drzew zorganizowana w Lesznie w 2020 r., w ramach której mieszkańcy mogli bezpłatnie otrzymać drzewa. Podobne inicjatywy realizowano również w gminie Leśnica, gdzie prowadzono adopcję drzew czereśniowych, oraz w gminie Gryfino w 2022 r.

Istotną rolę mogą odgrywać również ogrody społeczne, czyli przestrzenie zielone tworzone i pielęgnowane przez mieszkańców. Ogrody tego typu umożliwiają wspólne działania na rzecz poprawy jakości środowiska, integrują społeczność lokalną oraz sprzyjają rozwojowi inicjatyw oddolnych. Mogą one powstawać na terenach publicznych, nieużytkach miejskich lub w sąsiedztwie zabudowy mieszkaniowej[24].

Przykładami inicjatyw związanych z tworzeniem ogrodów społecznych na terenie Polski są działania realizowane w różnych miastach. W Warszawie powstał sąsiedzki ogród przy ul. Paca 40, gdzie mieszkańcy zaangażowali się w rewitalizację terenów zielonych, wspólnie tworząc przestrzeń sprzyjającą odpoczynkowi i integracji społecznej. W ramach zagospodarowania terenu ustawiono ławki, zawieszono huśtawki oraz udostępniono leżaki w sezonie letnim.

[23] Źródło: https://chelm.budzet-obywatelski.org/projekty (dostęp: 05.03.2026 r.)
[24] Źródło: https://klimada2.ios.gov.pl/pokaz-ogrody-spoleczne/ (dostęp: 05.03.2026 r.)

W Krakowie funkcjonuje kilka ogrodów społecznych, w tym Podgórski Tajemniczy Ogród, obejmujący strefy relaksu, użytkową oraz przestrzeń przeznaczoną dla dzieci. Kolejnym przykładem jest Ogród Społeczny Park Stacja Wisła, w którym możliwa jest uprawa roślin oraz udział w różnorodnych zajęciach społecznych i edukacyjnych.

W Łodzi realizowany jest Program Ogrody Społeczne w Mieście Łódź, zainicjowany przez Urząd Miasta we współpracy z Zespołem Szkół Rzemiosła. W ramach programu na terenie miasta funkcjonuje około 40 ogrodów społecznych, stanowiących ważny element działań na rzecz integracji mieszkańców oraz rozwoju zielonej infrastruktury miejskiej. Podobny program realizowany jest także w Lublinie, obecnie na terenie miasta działa 8 takich ogrodów.

6.3. Edukacja ekologiczna mieszkańców

Edukacja ekologiczna stanowi ważny element działań wspierających rozwój zielonej infrastruktury w mieście. Podnoszenie świadomości mieszkańców w zakresie znaczenia zieleni miejskiej, retencji wód opadowych czy ochrony bioróżnorodności sprzyja większej akceptacji dla działań adaptacyjnych oraz zachęca do podejmowania indywidualnych inicjatyw proekologicznych.

Działania edukacyjne mogą obejmować m.in. kampanie informacyjne, warsztaty tematyczne, wydarzenia plenerowe, spacery edukacyjne czy materiały informacyjne dotyczące zakładania ogrodów deszczowych, łąk kwietnych lub zielonych dachów. Ważnym elementem jest także promowanie dobrych praktyk w zakresie pielęgnacji zieleni oraz gospodarowania wodami opadowymi.

6.4. Współpraca z placówkami oświatowymi i organizacjami pozarządowymi

W procesie zazieleniania miasta istotną rolę mogą odgrywać placówki oświatowe oraz organizacje pozarządowe. Szkoły i przedszkola mogą uczestniczyć w działaniach edukacyjnych oraz praktycznych inicjatywach, takich jak zakładanie szkolnych ogrodów, sadzenie drzew czy tworzenie ogrodów deszczowych na terenach szkolnych.

Organizacje pozarządowe natomiast często posiadają doświadczenie w realizacji projektów środowiskowych oraz prowadzeniu działań edukacyjnych i społecznych. Współpraca miasta z tego typu podmiotami może przyczynić się do skuteczniejszego wdrażania działań związanych z rozwojem zielonej infrastruktury oraz zwiększenia zaangażowania społecznego w ochronę środowiska.

7. PODSUMOWANIE

Przedstawiona koncepcja zazieleniania miasta Chełm została opracowana jako materiał wspierający przygotowanie i wdrażanie Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu. Jej celem jest wskazanie kierunków działań, które mogą przyczynić się do zwiększenia odporności miasta na skutki zmian klimatycznych poprzez rozwój i lepsze wykorzystanie systemu zieleni miejskiej. Opracowanie obejmuje analizę obecnego stanu terenów zieleni, identyfikację najważniejszych problemów

środowiskowych oraz wskazanie obszarów, w których działania adaptacyjne powinny być realizowane w pierwszej kolejności.

Przeprowadzone analizy wykazały, że Chełm charakteryzuje się znacznym udziałem terenów biologicznie czynnych. Największe obszary zieleni koncentrują się jednak głównie na obrzeżach miasta, natomiast w części centralnej większy udział mają tereny zabudowane i infrastruktura komunikacyjna, co lokalnie wiąże się z wyższym stopniem uszczelnienia powierzchni. W takich obszarach może to sprzyjać nasilaniu się niektórych skutków zmian klimatu, takich jak wzrost temperatury w przestrzeni miejskiej czy zwiększone ryzyko lokalnych podtopień podczas intensywnych opadów.

Proponowane działania koncentrują się na rozwoju zielonej oraz błękitno-zielonej infrastruktury z wykorzystaniem rozwiązań opartych na przyrodzie. Szczególną uwagę zwrócono na wprowadzanie niewielkich form zieleni w przestrzeni silnie zurbanizowanej, takich jak parki kieszonkowe, zielone dachy i ściany, zielone przystanki, ogrody deszczowe czy elementy retencji powierzchniowej. Rozwiązania te mogą wspierać poprawę mikroklimatu miasta, zwiększać retencję wód opadowych oraz podnosić estetykę i funkcjonalność przestrzeni publicznych. Istotnym elementem adaptacji jest również właściwe utrzymanie istniejących terenów zieleni, w szczególności drzewostanu miejskiego, który pełni ważną rolę w kształtowaniu warunków środowiskowych.

Wdrażanie zaproponowanych rozwiązań powinno odbywać się w powiązaniu z innymi dokumentami planistycznymi i strategicznymi miasta, takimi jak dokumenty dotyczące planowania przestrzennego, ochrony środowiska czy rozwoju lokalnego. Ważne jest także podejmowanie działań pilotażowych w przestrzeniach publicznych, które mogą stanowić przykład dobrych praktyk oraz pełnić funkcję edukacyjną. W procesie zazieleniania miasta istotne znaczenie ma również udział mieszkańców, m.in. poprzez rozwijanie ogrodów społecznych i inicjatyw lokalnych związanych z kształtowaniem zieleni.

Realizacja zaproponowanych działań może przyczynić się do zwiększenia udziału powierzchni biologicznie czynnej w mieście, poprawy retencji wód opadowych oraz ograniczenia skutków ekstremalnych zjawisk klimatycznych. W efekcie możliwe będzie także podniesienie jakości środowiska miejskiego i komfortu życia mieszkańców. Koncepcja zazieleniania miasta Chełm stanowi zatem podstawę do planowania spójnych działań adaptacyjnych, które będą wspierać zrównoważony rozwój oraz wzmacniać odporność miasta na zmiany klimatu.

8. WYKAZ MATERIAŁÓW ŹRÓDŁOWYCH

8.1. Publikacje

1. Ulrich R.S., Simons R.F., Losito B.D., Fiorito E., Miles M.A., Zelson M., 1991, Stress recovery during exposure to natural and urban environments, Journal of Environmental Psychology, 11(3): 201–230.
2. Bratman G.N., Hamilton J.P., Hahn K.S., Daily G.C., Gross J.J., 2015, Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation, Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 112(28): 8567–8572.
3. N.Szołucha, A. Żelejko, B. Dawczyk, K.Radwańska- Zieleń miejska-ciekawe urozmaicenie terenów zabudowanych
4. M. Rzeszotarska-Pałka, Gra w zielone-Zieleń w architekturze (2015)
5. M. Janasz, P.Kałużyński, Zielona infrastruktura wyzwaniem dla logistyki miejskiej
6. Czechowska M. (2022), Park kieszonkowy - co to jest? W Polsce przybywa parków kieszonkowych. (https://www.muratorplus.pl/inwestycje/inwestycje-publiczne/park-kieszonkowy-co-to-jest-definicja-aa-S4fV-VgxS-K418.html)
7. Studenckie Koło Naukowe „Kąt" (2022), Ochrona środowiska i polityka klimatyczna – Park kieszonkowy https://pdm.irmir.pl/narzedziownik/ochronasrodowiska-i-polityka-klimatyczna/park-kieszonkowy)
8. Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie (2018a), ZZM - Zarząd Zieleni Miejskiej w Krakowie - Park Kieszonkowy - Ogród Magiczny (https://zzm.krakow.pl/lista-parkow-kieszonkowych/448-ppark-kieszonkowy-ogrod-magiczny.html)
9. Szołucha N., Juszczuk M. (2022), Ogrody w pionie, czyli ogrody wertykalne jako interesujący element zielonej architektury. W: E. Stępień, E. Kozłowska (red.), Koła Naukowe – szkołą twórczego działania. Edycja ósma (s. 75-94). Wydawnictwo Akademii Bialskiej Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II.
10. Palermo S.A., Turco M. (2020), Green Wall systems: where do we stand? IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 410, 1.
11. N. Szołucha i in., Zieleń miejska-ciekawe urozmaicenie terenów zabudowanych. Akademia Bialska.
12. M.J. Latkowska (2012), Community gardens, czyli ogrody sąsiedzkie- nowe formy zieleni w przestrzeni miejskiej.
13. Ecologic Institute i Fundacja Sendzimira (2019) Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach."
14. I. Wagner, K. Krauze (2014) Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne.
15. Zrównoważony rozwój- zastosowania, Fundacja Sendzimira 2013
16. Standard Cięcia i Pielęgnacji Drzew, wrzesień 2020
17. Z.Chachulski, L.Rodek, Pielęgnowanie i ochrona drzewa 2014
18. Europejski standard wiązań i innych wzmocnień drzew (2022). EAS 02:2022. Europejskie standardy arborystyczne (EAS), Working group "Technical Standards in Treework (TeST)".

8.2. Źródła internetowe

1. https://www.supertydzien.pl/artykul/27886,chelm-niby-ulica-a-jednak-bajoro-mieszkancy-skarza-sie-na-zalewana-ul-budowlana (dostęp: 27.02.2026 r.)
2. https://www.nowytydzien.pl/chelm-znow-pod-woda/ (dostęp: 27.02.2026 r.)
3. https://uslugiekosystemow.pl/ogrody-deszczowe/ (dostęp: 27.02.2026 r.)