

KATALOG ROZWIĄZAŃ NAWIERZCHNI Z ZASTOSOWANIEM BETONU WODOPRZEPUSZCZALNEGO





MACIEJ SYPEK

Prezes
CEO Holcim Polska

Środowisko jest ważnym aspektem naszej działalności jako Holcim Polska. Jesteśmy liderem dekarbonizacji i nie poprzestajemy na tym. Podejmujemy szereg działań, szukamy nowych rozwiązań i aktualizujemy te już posiadane, by dać możliwość budowania w sposób zrównoważony. Doskonale zdajemy sobie sprawę, jak ważna w ekosystemie jest woda opadowa i zarządzanie nią szczególnie na terenach zurbanizowanych.

Z tego powodu wspólnie z SGGW w Warszawie przystąpiliśmy do projektu badawczego, w którym badamy wpływ betonu wodoprzepuszczalnego Hydromedia na retencję wody w mieście, mitygację wysp ciepła oraz rozwój potencjału drzewostanu.

Hydromedia to wodoprzepuszczalna nawierzchnia, która wykorzystana w tkance infrastruktury miejskiej redukuje zjawisko spływu powierzchniowego, odciąża kanalizację deszczową i wspiera usługi ekosystemowe świadczone przez roślinność miejską. Rozwiązanie pozwala projektować i rewitalizować zieloną przestrzeń publiczną, która pozytywnie wpływa na stan środowiska oraz komfort życia mieszkańców.

Oddajemy w Państwa ręce kompletny katalog projektowania nawierzchni wodoprzepuszczalnych, który mam nadzieję usprawni i przyspieszy przekształcanie naszych przestrzeni miejskich w bardziej przyjazne nam – ludziom – i środowisku.



LIDER INNOWACYJNYCH I ZRÓWNOWAŻONYCH ROZWIĄZAŃ

DEKARBONIZUJEMY BUDOWNICTWO OD PRODUKCJI
PO BUDYNKI I MIASTA

Zrównoważona produkcja



Budować lepiej, zużywając mniej



Recykling materiałów

Niskoemisyjne budownictwo



 **HOLCIM**

SPIS TREŚCI

Hydromedia 3

**Projekt
badawczo-rozwojowy** 6

Badanie nośności 14

Usługi ekosystemowe 16

**Wytyczne wykonawcze
i organizacyjne** 26

Treści katalogu opracowane wspólnie
z **dr hab. inż. Marzeną Suchocką**

- Kierowniczką Katedry Architektury Krajobrazu SGGW w Warszawie
- Przewodniczącą Sekcji Drzew Miejskich Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego
- Twórczynią i wykładowczynią kursu Inspektora Nadzoru Dendrologicznego w Procesie Inwestycyjnym, wykładowcą SITO-NOT oraz współtwórczynią metody diagnostyki drzew oraz systemu certyfikacji osób prowadzących ocenę drzew miejskich w Instytucie Drzewa
- Prowadzącą badania nad wpływem prac budowlanych na żywotność drzew oraz prace dotyczące oceny statyki drzew miejskich i technicznych metod rozwiązywania kolizji pomiędzy infrastrukturą a drzewami
- Wdrażającą w praktyce rozwiązania oparte na naturze (NBS), zwłaszcza zastosowanie systemów antykompresyjnych, wspomagających gospodarkę wodą opadową oraz podnoszących efektywność drzew w kontekście innych usług ekosystemowych świadczonych na terenie współczesnych miast
- Współtwórczynią opracowania polskiej metody wyceny wartości odtworzeniowej drzew
- Badaczką oceny i wyceny usług ekosystemowych oraz oceny różnorodności biologicznej terenów miejskich



dr hab. inż. Marzena Suchocka
Architekt krajobrazu
Katedra Architektury Krajobrazu
SGGW w Warszawie

✉ marzena_suchocka@sggw.edu.pl

☎ 506 650 607



Hydromedia™ to wodoprzepuszczalna nawierzchnia użytkowa, pozwalająca na odprowadzenie wody deszczowej do gruntu. Zapobiega efektowi lokalnych podtopień, gdyż umożliwia bardzo szybkie odprowadzenie wody deszczowej w przypadku nagłych i ulewnych opadów. Reguluje obieg wody opadowej i eliminuje w dużej mierze konieczność wykonania kanalizacji deszczowej.



KORZYŚCI Z ZASTOSOWANIA

- Wspiera usługi ekosystemowe drzew i innych roślin
- Umożliwia rozwój struktury korzennej drzew
- Niweluje problem stojącej wody na działce
- Ułatwia naturalną cyrkulację wody w ekosystemie
- Umożliwia wykorzystanie wód opadowych do podlewania zieleni
- Stanowi doskonały sposób na odwodnienie dróg, parkingów, chodników czy placów zabaw
- Jest rozwiązaniem proekologicznym, wspiera ideę zrównoważonego rozwoju



CECHY BETONU WODOPRZEPUSZCZALNEGO HYDROMEDIA

- Beton nawierzchniowy – nie wymaga dodatkowej nawierzchni
- Umożliwia bardzo szybkie odprowadzenie wody deszczowej do gruntu lub systemów kanalizacji
- Wodoprzepuszczalność regulowana przez dobór kruszywa
- Stabilna w czasie podbudowa o niewielkich odchyleniach od poziomu
- Klasa ekspozycji XF3
- Zastosowany jako podbudowa, może być przykryty np. płytami chodnikowymi

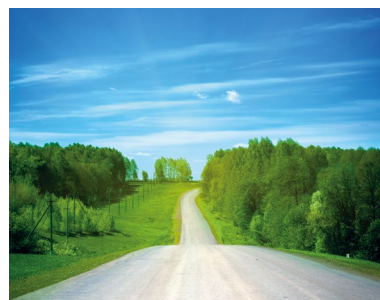
ZASTOSOWANIE



Drogi przeznaczone dla ruchu pieszego i rowerowego



Parkingi



Drogi przeznaczone dla ruchu kołowego do 3,5 t, ze sporadycznym wjazdem pojazdów ciężkich



W warstwie wodoprzepuszczalnej na stropodachach



Podbudowa zewnętrznych warstw wodoprzepuszczalnych nawierzchni sportowych



Podbudowa warstw nawierzchniowych placów zabaw



Podbudowa warstw nawierzchniowych terenów zielonych, zlokalizowanych zarówno na gruncie, jak i na dachach budynków



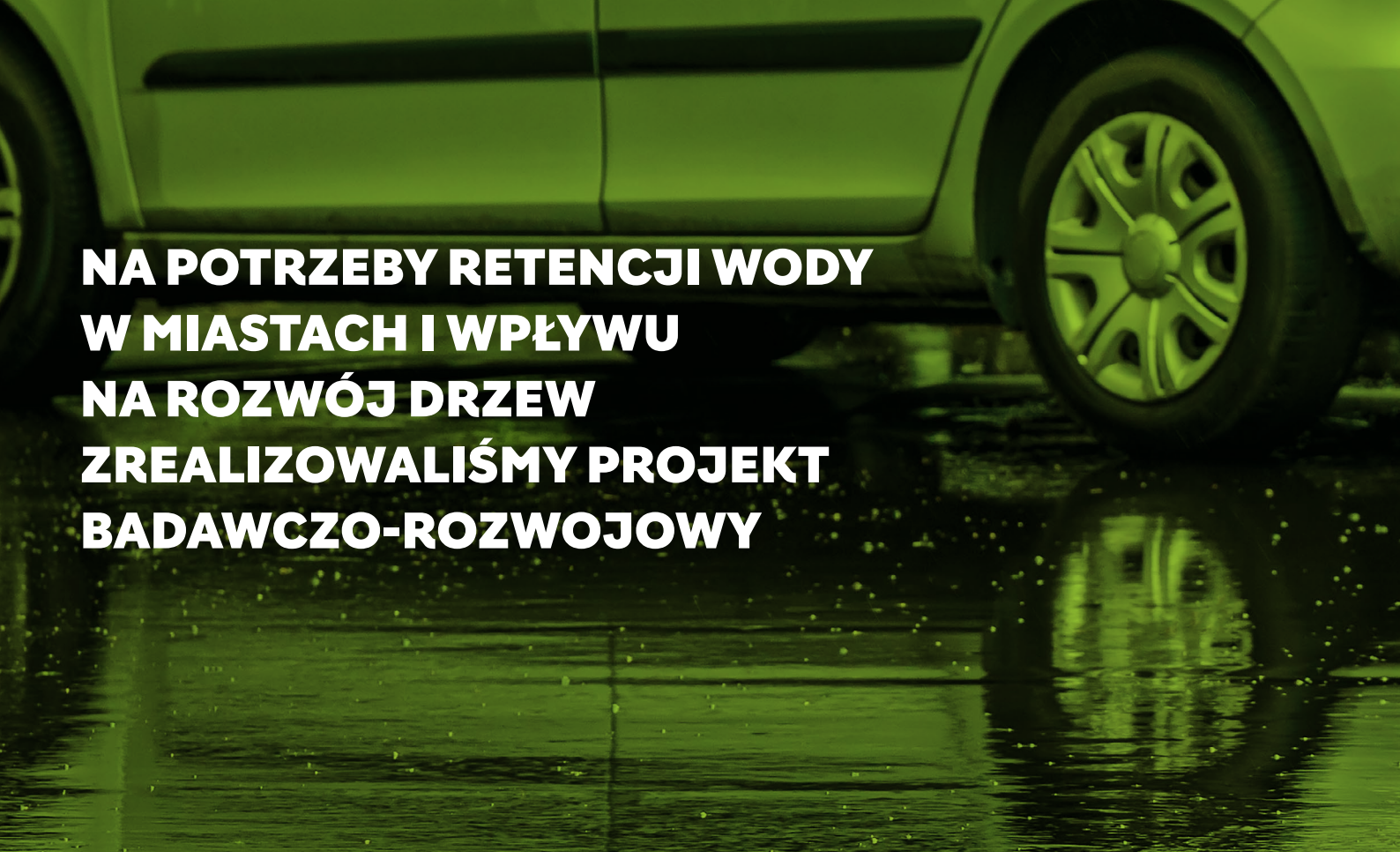
Podbudowa warstw nawierzchni drogowych



Pobocza dróg

Wymagania dla betonu

PARAMETRY	WARTOŚĆ
Wytrzymałość na ściskanie	8-20 MPa
Wytrzymałość na zginanie	1-3 MPa
Przepuszczalność wody	150-1000 l/min/m ²
Klasa ekspozycji	XF3



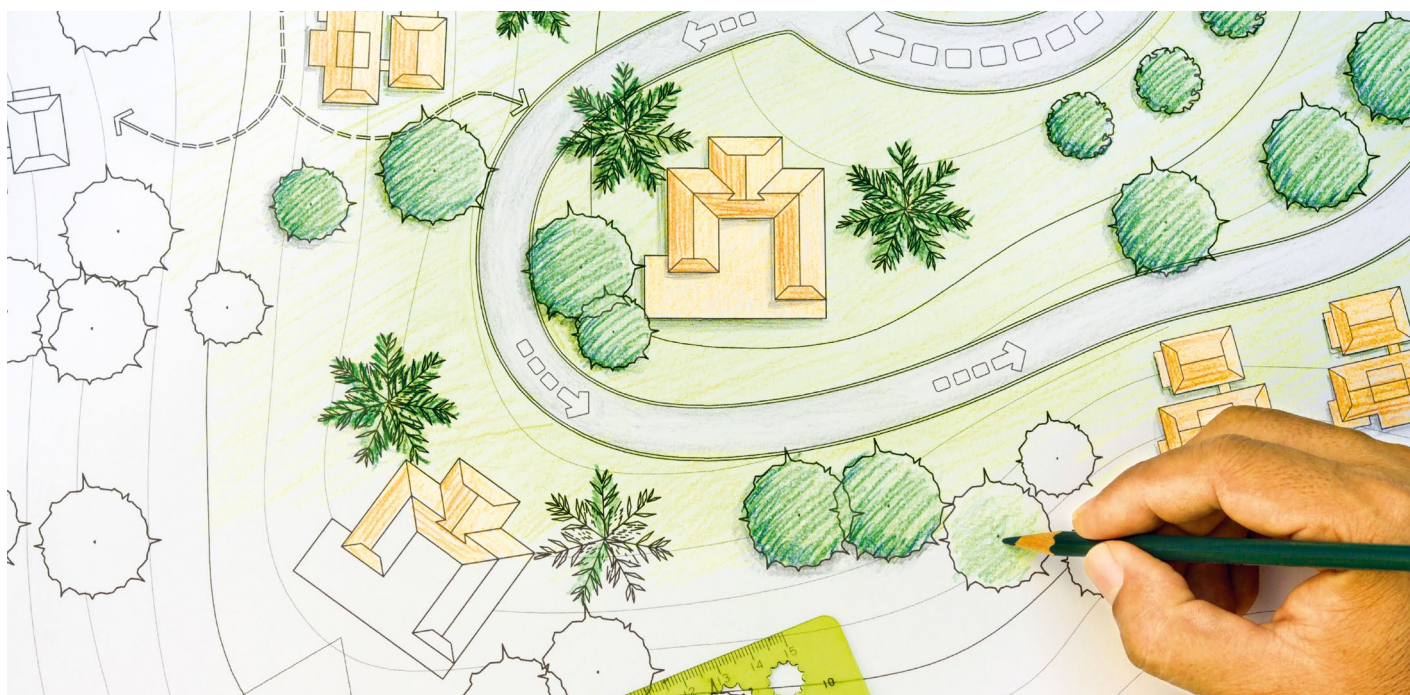
NA POTRZEBY RETENCJI WODY W MIASTACH I WPŁYWU NA ROZWÓJ DRZEW ZREALIZOWALIŚMY PROJEKT BADAWCZO-ROZWOJOWY

ZAŁOŻENIA

Przedmiotem projektu jest wymiana nawierzchni istniejących stanowisk postojowych na nawierzchnię doświadczalną o konstrukcji przepuszczalnej dla wód deszczowych i roztopowych umożliwiającą rozwój korzeni drzew w warstwie podbudowy antykompresyjnej. Inwestycja planowana jest na terenie SGGW w Warszawie. Zakres robót zaplanowano w jednej zatoce postojowej usytuowanej na parkingu przy budynku Wydziału Ogrodnictwa i Biotechnologii.

Ingerencja projektu obejmuje jeden rząd miejsc postojowych zgrupowanych w zatoce usytuowanej w północnej części parkingu. Zaplanowano całkowitą rozbiórkę istniejącej górnej warstwy nawierzchni na 14 miejscach postojowych. W ramach całego obszaru inwestycji wyodrębniono cztery lokalizacje obejmujące każdorazowo dwa przyległe stanowiska postojowe, gdzie zaplanowano całkowitą wymianę konstrukcji miejsc postojowych na doświadczalną. Zaprojektowano cztery typy konstrukcji doświadczalnej przepuszczalnej dla wody. Każdy typ konstrukcji obejmuje dwa przyległe stanowiska postojowe.

W pasie rozdzielającym zaprojektowano zastąpienie części utwardzeń specjalnie uformowanymi misami przygotowanymi do nasadzenia drzew. W ramach niniejszego projektu zaplanowano zabezpieczenie rurami dwudzielnymi istniejącego przewodu elektroenergetycznego zasilającego latarnie. Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie nawierzchni na warstwie podbudowy antykompresyjnej, z modyfikacjami warstwy dodatkowej konstrukcji wg projektu.



1

Rozbiórka elementów nawierzchni

2

Wykonanie koryta pod warstwy konstrukcyjne

3

Hydrofobowa stabilizacja podłoża (geowłóknina)

4

Wykonanie obrzeży i krawężników nawierzchni

5

Montaż elementów studzienek napowietrzających i ściekowych

6

Wykonanie warstw konstrukcyjnych nawierzchni doświadczalnych

7

Odtworzenie nawierzchni z kostki

ZAPROJEKTOWANO CZTERY RODZAJE NAWIERZCHNI DOŚWIADCZALNYCH NA STANOWISKACH POSTOJOWYCH

Typ 1

NAWIERZCHNIA I PODBUDOWA PRZEZNACZONA
DO RUCHU PIESZO-ROWEROWEGO



Typ 2

NAWIERZCHNIA I PODBUDOWA DO RUCHU <3,5T





Typ 3

NAWIERZCHNIA I PODBUDOWA PRZEZNACZONA DO RUCHU <3,5 t
ZE ZWIĘKSZONĄ MOŻLIWOŚCIĄ RETENCJI



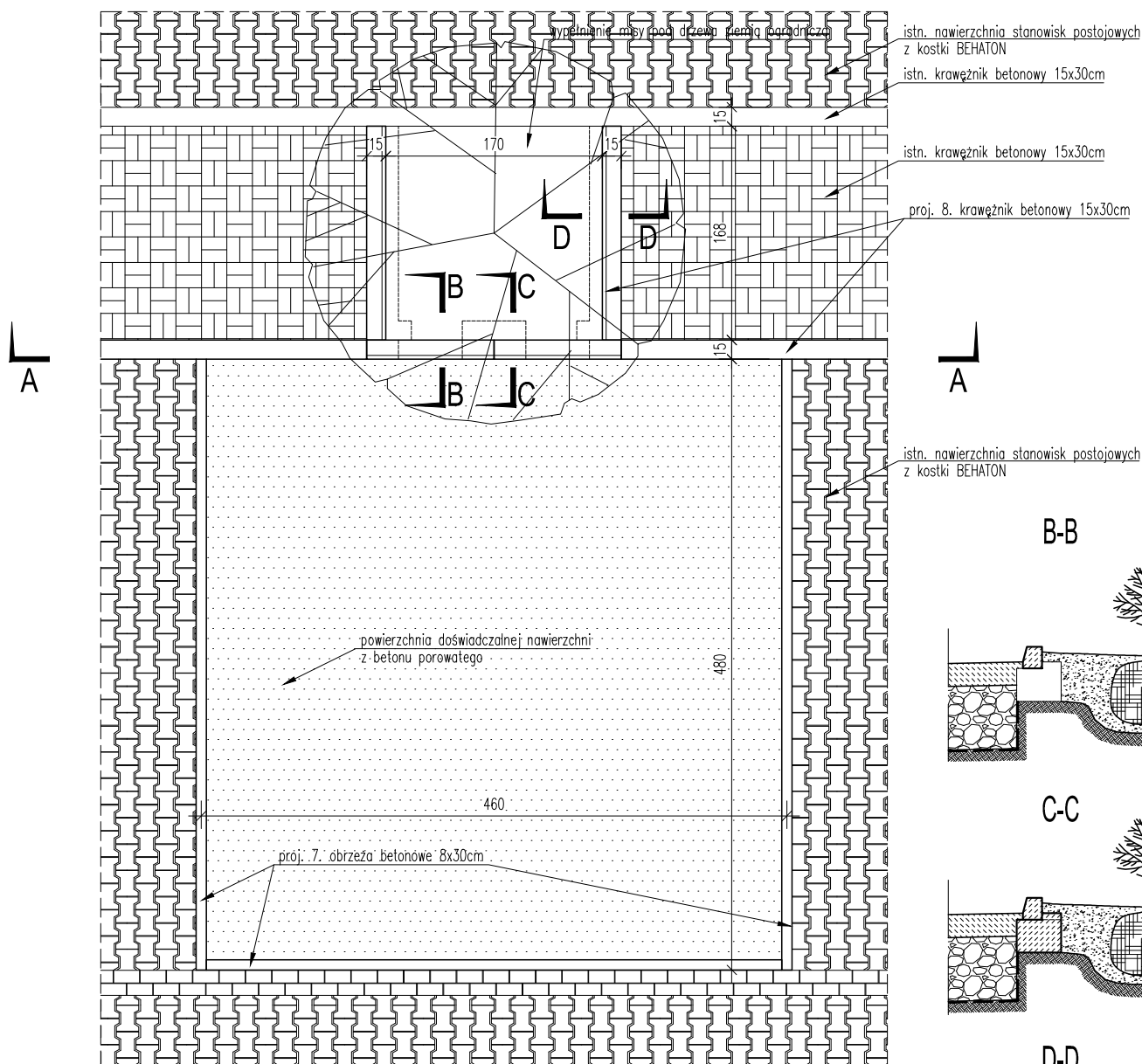
Typ 4

TRADYCYJNIE WYKONANA NAWIERZCHNIA BEZ WARSTWY PRZEPUSZCZALNEJ



* Dokładny skład mieszanki w patencie SGGW.

WIDOK Z GÓRY

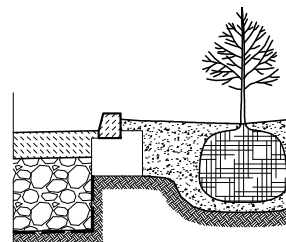


A-A

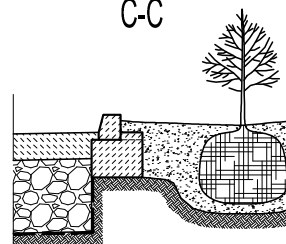
WIDOK Z BOKU NA DONICĘ Z KRAWĘŻNIKÓW



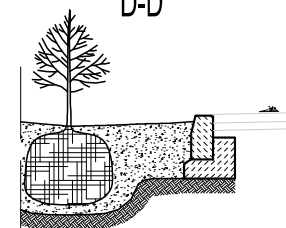
B-B

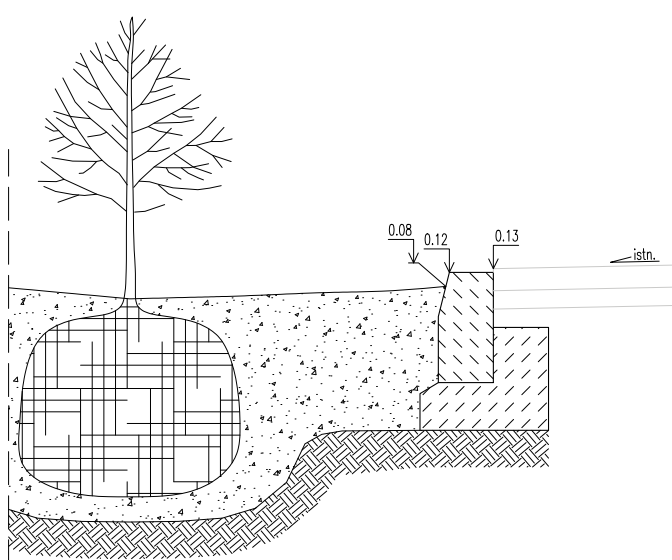
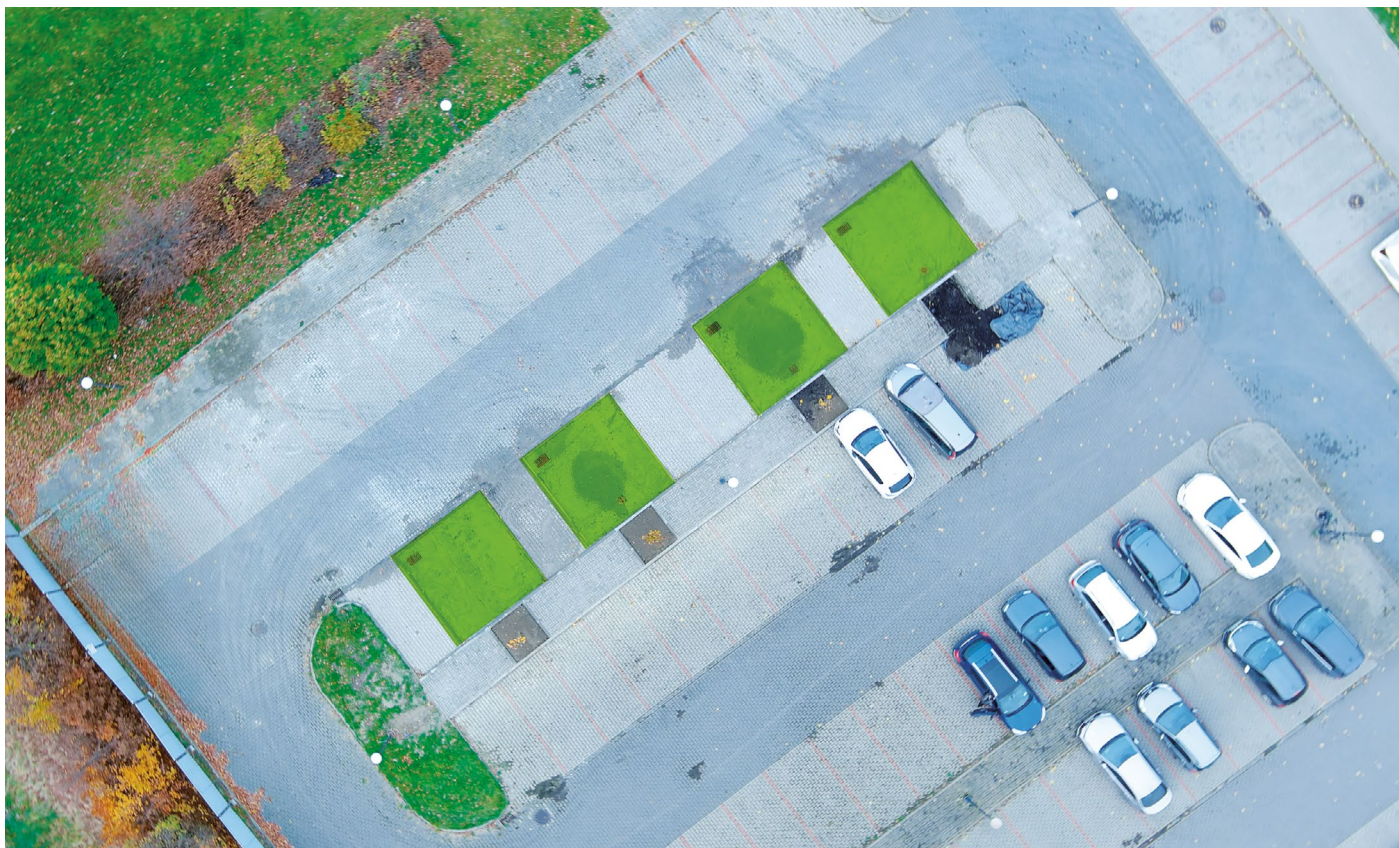


C-C

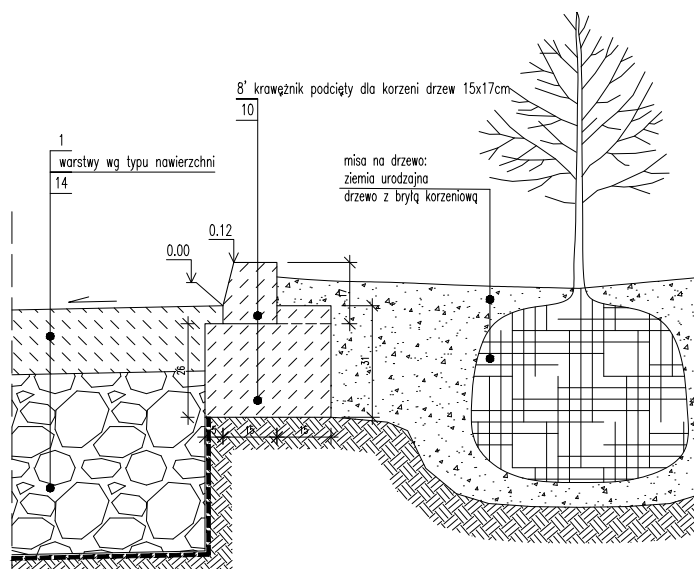


D-D



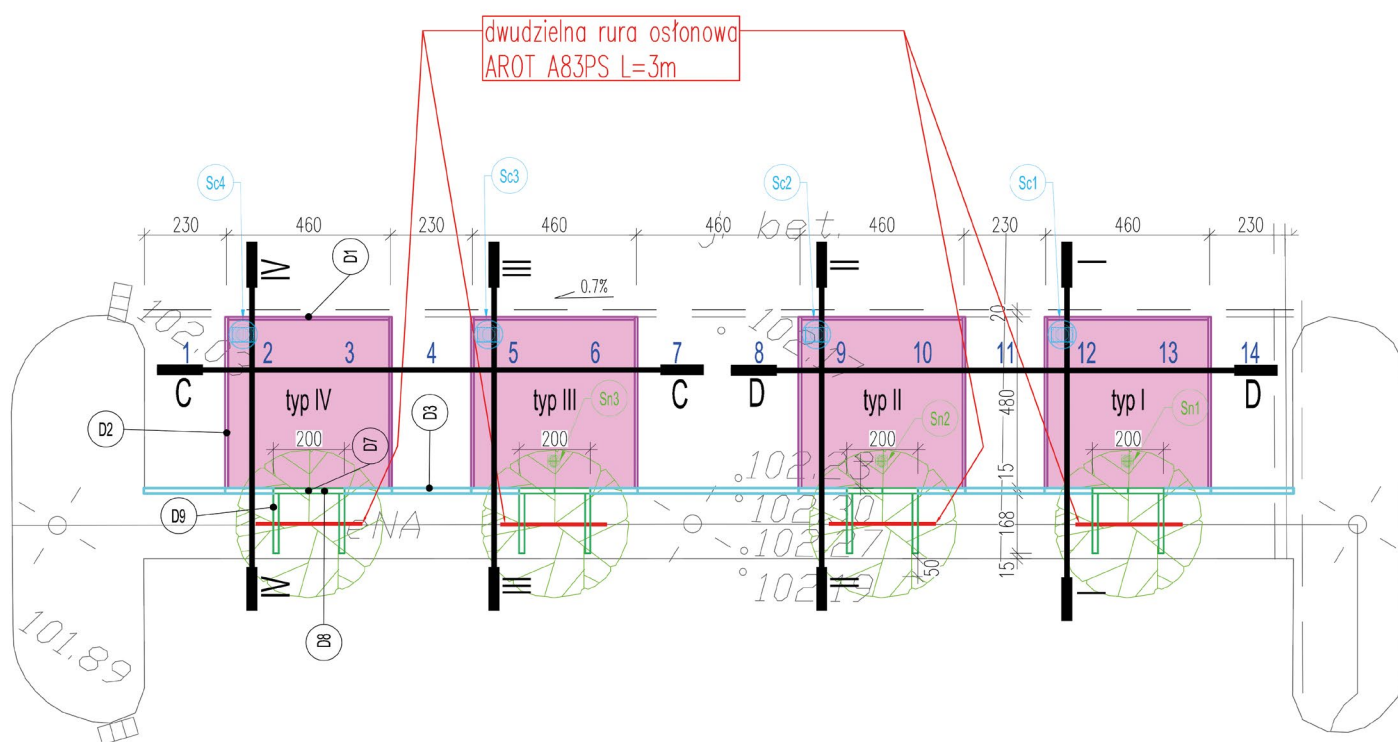
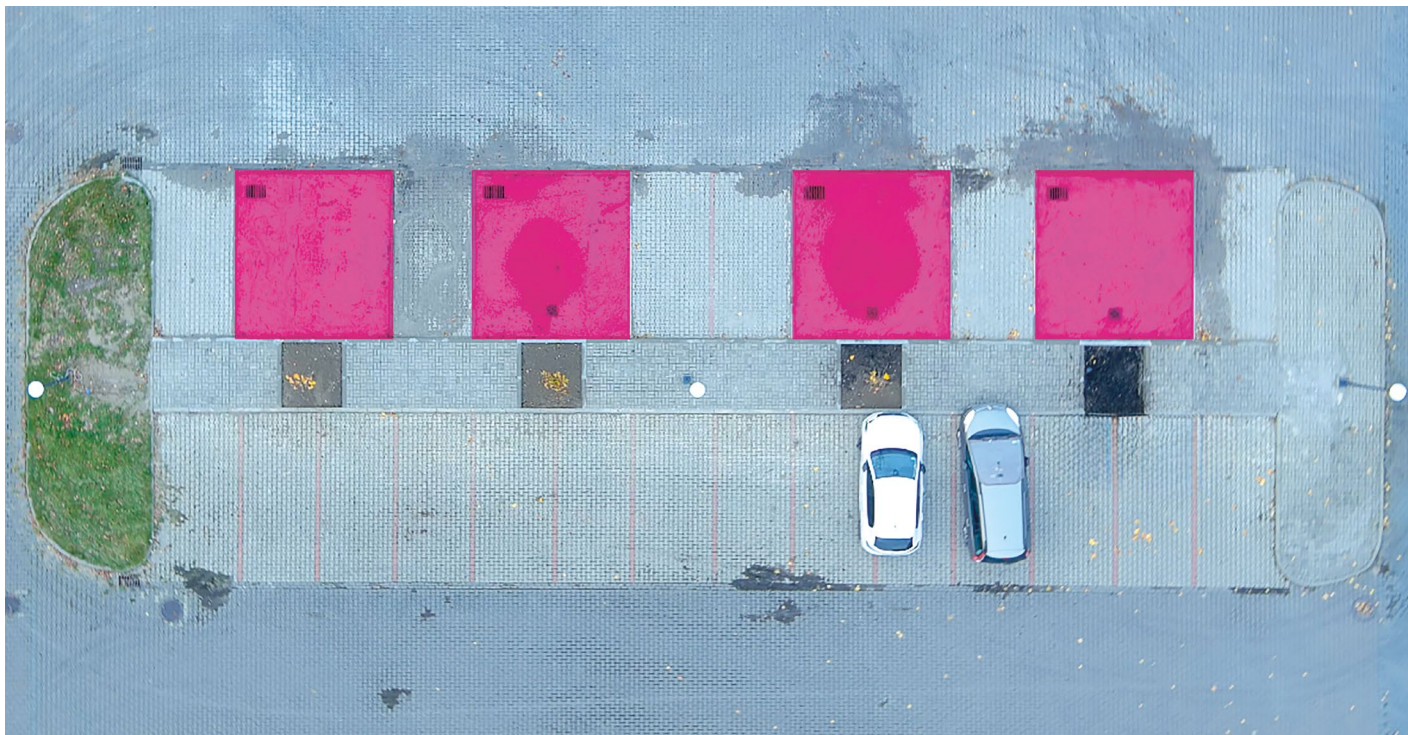


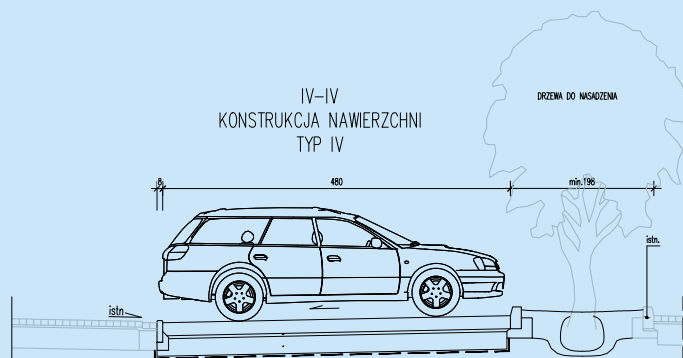
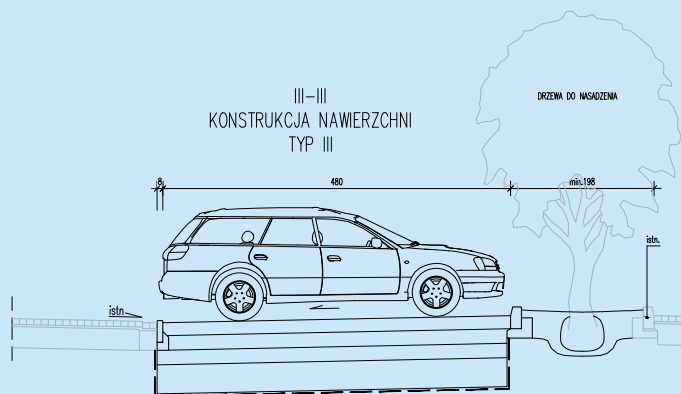
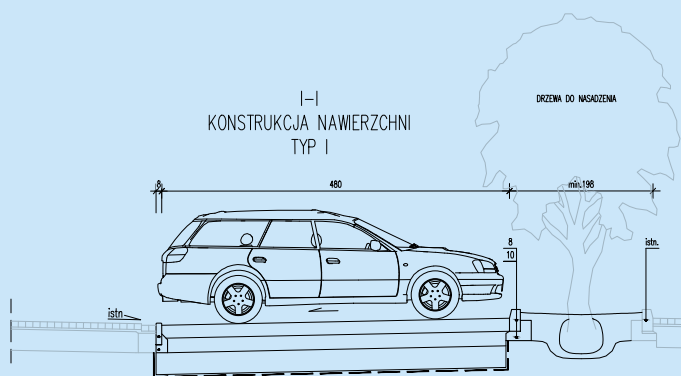
D9 – DETAL KRAWĘŻNIKA PRZY PLANOWANYCH NASADZENIACH DRZEW
OD STRONY NAWIERZCHNI CHODNIKA ROZDZIELAJĄCEJ ZATOKI POSTOJOWE



D7 – DETAL KRAWĘŻNIKA O ZMNIĘJSZONYM ŚMIECIE POSADOWIONEGO
NA ŁAWIE PRZY PLANOWANYCH NASADZENIACH DRZEW







BADANIE NOŚNOŚCI

Badania przeprowadzone zostały przez dr. Cezarego Kraszewskiego z Centralnego Laboratorium Drogowo-Kolejowego sp. z o.o., ul. Lotnicza 9a, 04-192 Warszawa, w okresie wrzesień-listopad 2023 roku.

Przedmiotem pracy było przeprowadzenie badań terenowych nośności i zagęszczenia podłoża oraz warstw konstrukcyjnych miejsc postojowych dla samochodów osobowych, wykonanych jako poletka doświadczalne z zastosowaniem nawierzchni przepuszczalnej i kamienno-glebowej podbudowy antykompresyjnej (PA). Badania przeprowadzono wg metodyki stosowanej w budownictwie drogowym. Są to badania statyczne (VSS) oraz dynamiczne (Evd).

Podbudowa antykompresyjna

Przeprowadzone badania nośności Evd i VSS na podbudowie antykompresyjnej (grubość **50-60 cm**) na stanowiskach I, II, i III wykazały, że nośność na poziomie wierzchu tego podłoża wynosi **$E_2 = 93,8-140,6 \text{ MPa}$** . Jest to wysoka nośność, jeżeli wziąć pod uwagę wymagania nośności dla podłoża dróg wg katalogów nawierzchni, gdzie dla typowych nawierzchni drogowych nośność podłoża powinna wynosić min. **50 MPa** lub **80 MPa**, w zależności

od kategorii obciążenia drogi. Przy projektowaniu niniejszych nawierzchni przyjęto, że podłoże (podbudowa antykompresyjna) będzie charakteryzowało się nośnością **$E_2 \geq 80 \text{ MPa}$** . W kwestii zagęszczenia podbudowy antykompresyjnej uzyskano wartości wskaźnika odkształcenia **$I_o = E_2/E_1 = 2,75-2,96$** . Przyjmuje się wg WiORB D-02.00.016, że dla kruszyw kamienistych, grubookruchowych maksymalna wartość wskaźnika odkształcenia nie powinna przekraczać **4,0**.

Na badanych poletkach uzyskano wartość znacznie mniejszą niż dopuszczalna, co świadczy o poprawnym zagęszczeniu podbudowy antykompresyjnej. Z przeprowadzonych badań wynika, że warstwa podbudowy antykompresyjnej o łącznej grubości **50 cm** może stanowić nośne podłoże drogowe spełniające warunki nośności (**$E_2 > 80 \text{ MPa}$**) wymagane przepisami w obowiązujących dokumentach technicznych.

Podbudowa z kruszywa

Na podłożu strukturalnym zaprojektowano podbudowę antykompresyjną. Ze względu na zwiększenie przepuszczalności wody przez podbudowę zaprojektowano mieszanek kruszywową o ciągłym uziarnieniu od **4 mm**, a nie od **0 mm**, jak dla typowych konstrukcji drogowych. Nośność

podbudowy z mieszanki **4/31,5 mm** wyniosła **$E_2 = 132,4-225 \text{ MPa}$** . Uzyskane nośności na podbudowie z kruszywa **4/31,5 mm** na obu stanowiskach (II i III) są odpowiednie dla podbudów drogowych przeznaczonych na ruch lekki zgodnie z katalogiem [3, 4], gdzie nośność podbudowy powinna wynosić **$E_2 > 130 \text{ MPa}$** . Konstrukcja „klasyczna”,

bez podłoża strukturalnego, na stanowisku IV charakteryzuje się niską nośnością na warstwie kruszywa **4/31,5 mm**, **$E_2 = 77,6 \text{ MPa}$** . Jest to poziom nośności niższy niż uzyskiwany na podbudowie antykompresyjnej na pozostałych stanowiskach. Podbudowa o grubości **50-60 cm** na podłożu wysadzinowym G4 zapewnia uzyskanie nośności wymaganej

dla podłoża drogowego $E_2 > 80 \text{ MPa}$. Warstwy ze względu na grubość wynoszącą **50–60 cm**, zabezpieczają przeciwmrozowo podłożę wysadzinowe lub wątpliwe, należące do grupy **G2–G4**,

przez co można je traktować jako warstwę mrozochronną. Zaprojektowana podbudowa może stanowić podłożę drogowie dla posadowienia konstrukcji nawierzchni drogowej. Grubość i układ nadległych warstw powinien

wynikać z przewidywanego obciążenia ruchem. **Przedmiotowe konstrukcje stanowisk postojowych są odpowiednie na obciążenie samochodami lekkimi o maksymalnym ciężarze 3,5 t.**

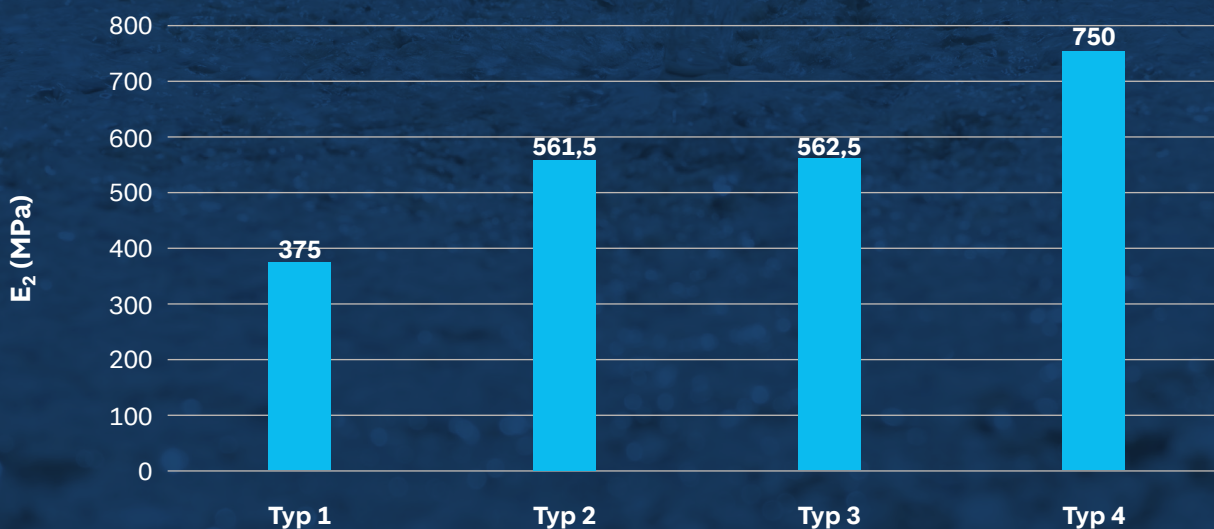
Przy wykonaniu podbudowy przepuszczalnej beton Hydromedia spełnia wyższe parametry mrozoodporności niż deklarowane.



Zestwienie wyników VSS wykonanych na nawierzchni Hydromedia

Lokalizacja punktu pomiarowego wg planu sytuacyjnego	Badana warstwa konstrukcji	E1	E2	E_2/E_1
Typ 1	nawierzchnia betonowa	160,7	375	2,33
Typ 2	nawierzchnia betonowa	281,3	561,5	2,00
Typ 3	nawierzchnia betonowa	375	562,5	1,50
Typ 4	nawierzchnia betonowa	375	750	2,00

Graficzne przedstawienie wyników badań modułu odkształcenia wykonanych na nawierzchni z betonu porowatego



USŁUGI EKOSYSTEMOWE

Wyspy ciepła

Drzewa miejskie są istotnym elementem strategii zarządzania zasobami wodnymi w miastach, wpływają bowiem w znaczącym stopniu na ograniczanie i spowolnienie spływu powierzchniowego wód opadowych, który nasila się w miarę zastępowania nawierzchni chłonnej pokrytej roślinnością przez nieprzepuszczalne powierzchnie budynków, dróg, chodników i parkingów. Nie wszędzie jest możliwe zdjęcie szczelnych nawierzchni chodników lub parkingów i zastąpienie ich nawierzchniami chłonnymi. Coraz trudniejsze jest również wprowadzenie zieleni, a zwłaszcza drzew, w warunkach ograniczenia przestrzeni dostępnych dla rozwoju korzeni. Badania wskazują na konieczność zapewnienia około 40 m² powierzchni misy dla prawidłowego i długotrwałego rozwoju drzewa. Standardowa misa o wymiarach 2 × 2 m zapewnia warunki rozwoju dla nowo sadzonego drzewa jedynie od 5 do 10 lat.

Ponadto w coraz większym stopniu odczuwalny jest negatywny efekt i znaczenie narastających procesów uszczelniania gruntów, które obok wpływu na anomalie pogodowe, powodują zwiększanie zagrożenia powodziowego w miastach (Usługi ekosystemów wodnych w miastach, Januchta-Szostak, 2012).

Zastosowanie naszego rozwiązania z nawierzchnią z betonu wodoprzepuszczalnego umożliwia wprowadzenie nasadzeń i ich wieloletni wzrost w strefach miast o wysokim stopniu antropopresji. Rozwiązanie to, zastosowane w sąsiedztwie mis obsadzonych drzewami lub inną roślinnością, w obrębie podbudowy parkingu czy szlaków komunikacyjnych, stanowi powierzchnię chłonną dla wody, ale również przestrzeń dla rozwoju roślin, dzięki dostępności tlenu i wody dla korzeni.

Prezentowane podejście jest przykładem współdziałania zielonej i szarej infrastruktury, prowadzącego do zwiększenia poziomu usług ekosystemowych na terenach współczesnych miast i może być traktowane jako przykład rozwiązania opartego na naturze (ang. *nature based solutions* – NBS).

Usługi ekosystemowe świadczone przez drzewa i inną roślinność to m.in. zwiększenie stopnia małej retencji, obniżanie temperatury i mitygacja miejskiej wyspy ciepła, zmniejszenie prędkości wiatru, oczyszczanie powietrza, poprawa zdrowia fizycznego i psychicznego mieszkańców – redukcja stresu, poprawa więzi społecznych, wartość estetyczna, zwiększenie różnorodności biologicznej i wiele innych. Korzyści te są kluczowe dla poprawy stopnia odporności na zmiany klimatu terenów miejskich.



Retencja wody

Retencja wody w miastach staje się coraz bardziej palącym problemem, z którym muszą zmierzyć się metropolie na całym świecie.

Wzrost urbanizacji prowadzi do znacznego zmniejszenia obszarów przepuszczalnych, co utrudnia naturalną infiltrację wód deszczowych. Nawet niewielkie opady deszczu mogą prowadzić do poważnych problemów, gdy brak jest dostatecznych obszarów zielonych czy też systemów retencji.

W odpowiedzi na te wyzwania miasta poszukują innowacyjnych rozwiązań. Jednym z podejść jest promowanie zrównoważonego projektowania urbanistycznego, które uwzględnia naturalną retencję wody. Obejmuje to tworzenie obszarów zielonych, parków deszczowych oraz innych rozwiązań, które umożliwiają lepszą infiltrację wód opadowych.

Rozwiązanie HOLCIM i SGGW nie tylko zatrzymuje

wodę deszczową, ale także pozwala na poprawę warunków siedliskowych nowo sadzonych drzew w sytuacji niedoboru miejsca (otwartego gruntu) i ma potencjał zapewnienia możliwości długookresowego rozwoju drzew aż do naturalnego starzenia w wysoko zurbanizowanych warunkach miejskich. Rozwiązanie pozwala na sadzenie i utrzymanie drzew w miejscach pokrytych nawierzchniami, w których dotychczas nie było to w ogóle możliwe.





OPIS WARSTWY	MIAŻSZOŚĆ WARSTWY [cm]	POJEMNOŚĆ RETENCYJNA [m³/m²]
TYP 1 PODBUDOWY		
Warstwa ścieralna z betonu porowatego	18	nie określono
Podbudowa 1		0,07
Podbudowa 2		0,105
Razem warstwy podbudowy	50	0,17–0,19
TYP 2 PODBUDOWY		
Warstwa ścieralna z betonu porowatego	18	nie określono
Podbudowa 1		0,044
Podbudowa 2		0,7
Podbudowa 3		0,105
Razem warstwy podbudowy	60	0,21–0,23
TYP 3 PODBUDOWY		
Warstwa ścieralna z betonu porowatego	18	nie określono
Podbudowa 1		0,088
Podbudowa 2		0,7
Podbudowa 3		0,14
Razem warstwy podbudowy	80	0,29–0,31

W zależności od układu warstw antykompresyjna podbudowa charakteryzuje się pojemnością retencyjną od 0,17 do 0,31 m³/m².

Wykonano symulację usług ekosystemowych świadczonych przez klony pospolite (*Acer platanoides*) rosnące obecnie na poletku doświadczalnym SGGW (drzewa młode) oraz symulację poziomu usług ekosystemowych dostarczanych przez te drzewa

w przyszłości, czyli klony o średnich i dużych gabarytach, typowych dla gatunku.

Parametry drzew (klony pospolite, *Acer platanoides*) posadzonych na poletku doświadczalnym SGGW zostały wprowadzone do programu iTree Eco w celu

oszacowania potencjalnych usług ekosystemowych dla poszczególnych faz rozwojowych wzrostu drzew. Analizie zostały poddane drzewa małe (wiek około 20 lat), a dla drzew średnich (około 50 lat) i dużych (około 100 lat) została przeprowadzona symulacja.



PRZYJĘTO NASTĘPUJĄCE GABARYTY DRZEW:

drzewa małe

wysokość drzewa: 5 m
pierśnica: 13 cm

drzewa średnie

wysokość drzewa: 13 m
pierśnica: 32 cm

drzewa duże

wysokość drzewa: 18 m
pierśnica: 57 cm



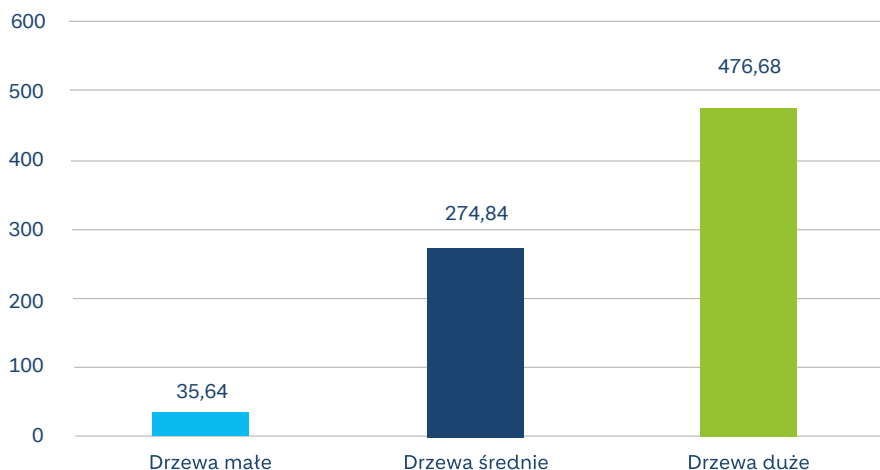
Lokalizacja badanych drzew przed budynkiem 37 SGGW i obszar, z którego mogą one pobierać wodę ze spływu powierzchniowego po utwardzonej nawierzchni parkingu wyszczególniony w programie jako obszar badania (4600 m²).

W programie iTree Eco oszacowano następujące wartości: wartość odtworzeniowa drzew, suma zgromadzonego węgla, roczna sekwestracja dwutlenku węgla, ewapotranspiracja i uniknięty spływ powierzchniowy, suma usuniętych z powietrza zanieczyszczeń oraz łączna roczna wartość monetarna usług ekosystemowych, a także szczegółowe ilości pochłoniętych z powietrza zanieczyszczeń, tj. CO, O₃, NO₂, SO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}.

WYNIKI

Posadzone na poletku doświadczalnym klony świadczą obecnie usługi ekosystemowe o wartości 35 zł rocznie. Roczna suma wartości usług ekosystemowych zwiększa się o około 770% dla drzew średnich w stosunku do małych, a następnie o około 173% dla drzew dużych w stosunku do średnich (Ryc. 1).

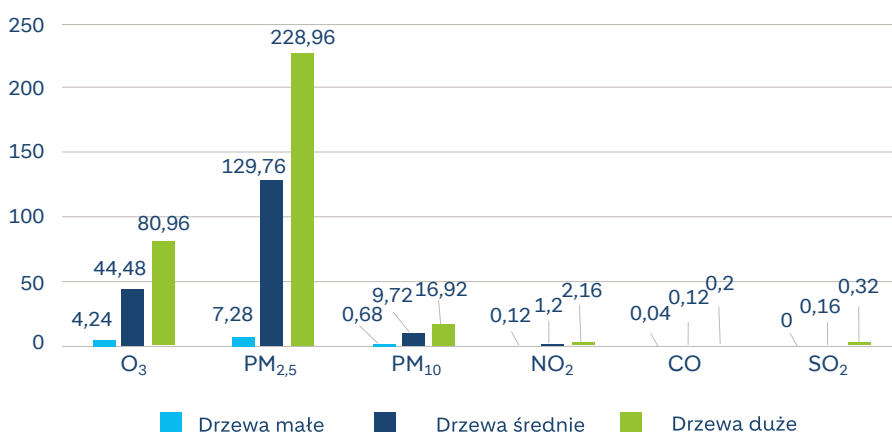
Roczna suma wartości usług ekosystemowych (zł)



Ryc. 1. Roczna suma wartości usług ekosystemowych

Najwyższą wartość uzyskano w symulacji zdolności usuwania przez drzewa z powietrza O_3 i pyłów zawieszonych $PM_{2,5}$, a w znacznie mniejszym stopniu pyłów zawieszonych PM_{10} , NO_2 , CO i SO_2 (Ryc. 2).

Wartość usunięcia zanieczyszczeń powietrza (zł/rok)

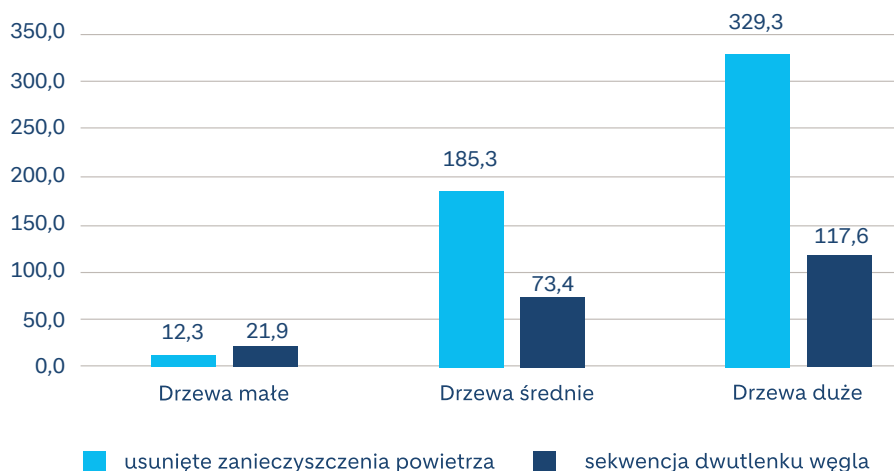


Ryc. 2. Wartość usługi ekosystemowej – usuwanie zanieczyszczeń powietrza

Wyceniono roczne zdolności pochłaniania zanieczyszczeń na około 12 złotych dla drzew małych, ale ponad 185 złotych dla drzew średnich i niemal 330 złotych dla drzew dużych.

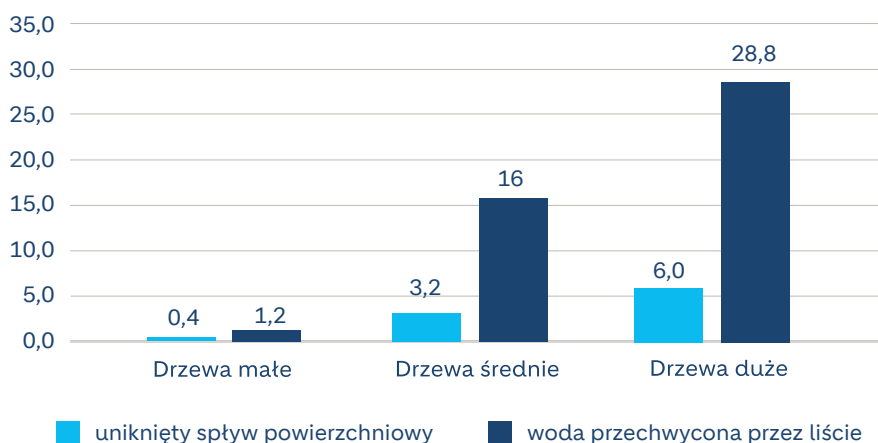


Wartość wybranych usług ekosystemowych (zł/rok)



Ryc. 3. Wartość wybranych usług ekosystemowych

Spływ powierzchniowy (m³/rok)



Ryc. 4. Objętość wody przechwyconej przez rośliny i unikniętego spływu powierzchniowego

Sekwestracja CO₂ jest istotna już u drzew małych, a jej poziom nie zwiększa się wraz ze wzrostem drzewa tak wyraźnie jak ilość pochłanianych zanieczyszczeń (Ryc. 3).

Objętość wody opadowej, która jest zatrzymywana przez rośliny i nie odpływa przez to do kanalizacji ogólnospławnej wynosi jedynie 0,4 m³ dla drzew małych, jednak rośnie do 3,2 m³ rocznie dla drzew średnich i 6 m³ rocznie dla drzew dużych, co przekłada się na zmniejszone koszty obsługi sieci burzowej, wpływa na ograniczenie ryzyka powodzi i zmniejsza dotkliwość okresów suchych.

Oszacowano także wpływ drzew na gospodarkę wodą na terenie opracowania. W badaniu przyjęto roczną sumę opadów atmosferycznych na poziomie 565,2 mm (średnia wartość dla Warszawy w wieloleciu 2007–2016).

Objętość wody opadowej przechwytywanej przez

liście zwiększa się niemal dziewięciokrotnie dla drzew średnich w stosunku do drzew małych i niespełna dwukrotnie dla drzew dużych w stosunku do drzew średnich.

Objętość wody opadowej, która jest zatrzymywana przez rośliny i nie odpływa przez to do kanalizacji

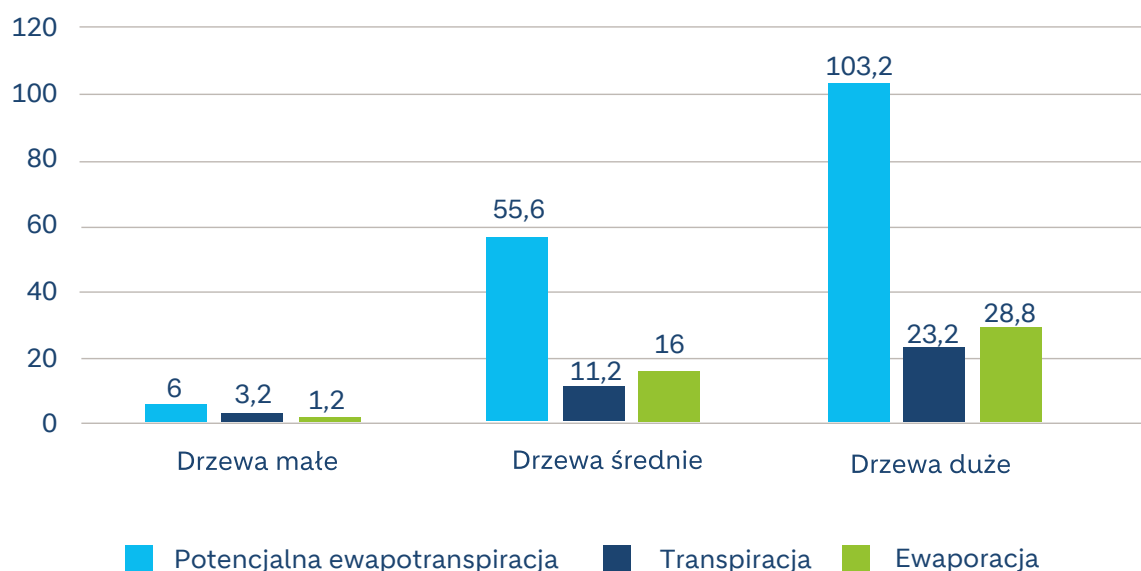
ogólnospławnej, wynosi jedynie 0,4 m³ dla drzew małych, jednak rośnie do 3,2 m³ rocznie dla drzew średnich i do 6 m³ rocznie dla drzew dużych (Ryc. 4), co przekłada się na zmniejszone koszty obsługi sieci burzowej, wpływa na ograniczenie ryzyka powodzi oraz zmniejsza dotkliwość okresów suchych.

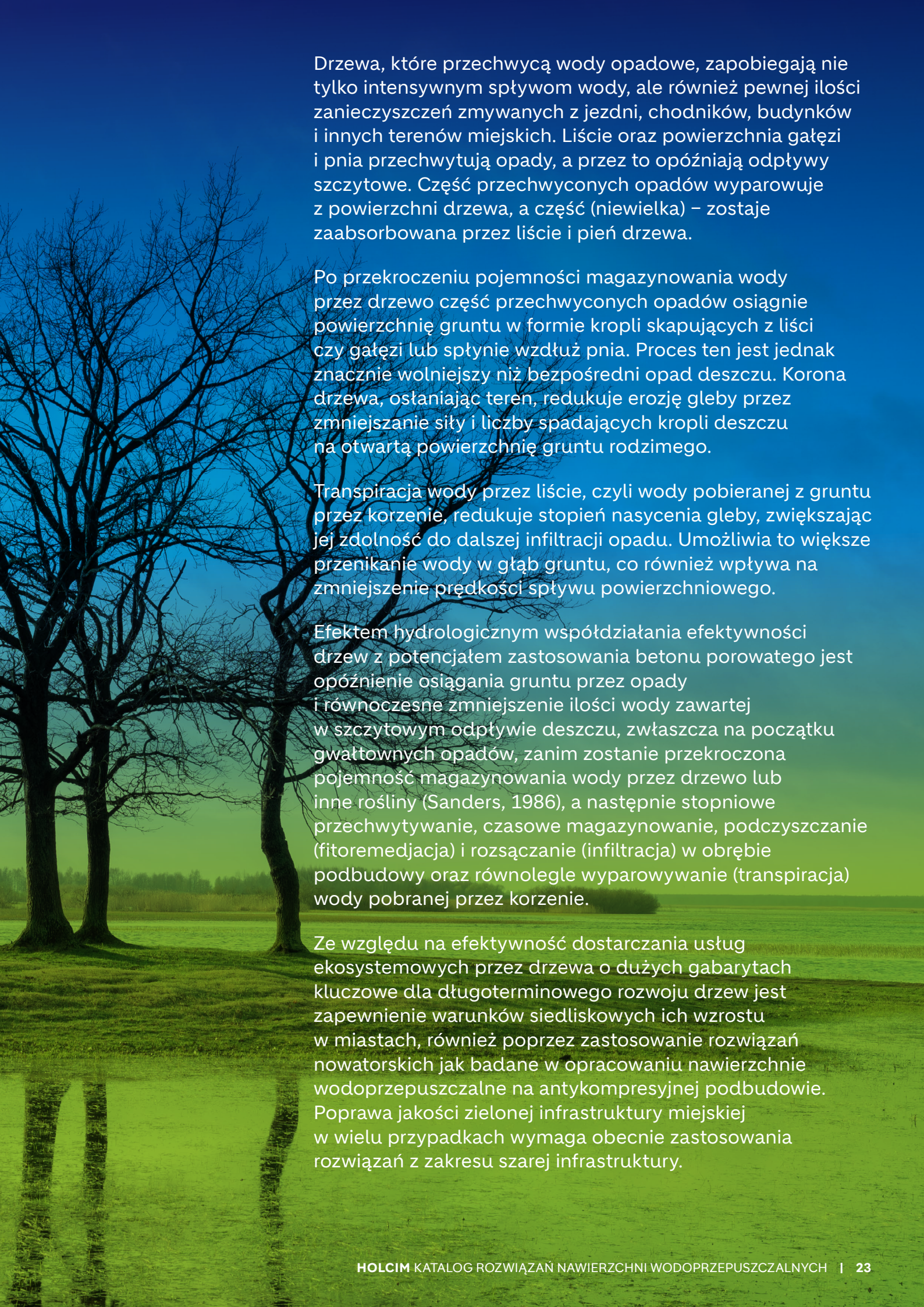


Poziom potencjalnej ewapotranspiracji dla drzew średnich i dużych przy dostępności nieograniczonej ilości wody jest niemal trzykrotnie wyższy niż rzeczywisty poziom ewapotranspiracji przy obecnie dostępnej ilości wody (Ryc. 5), co pokazuje,

że odpowiednie kształtowanie spływu powierzchniowego i retencji wody w strefie korzeniowej drzew może korzystnie wpływać na zarówno rozwój roślin, jak i zmniejszenie ilości odprowadzanej wody opadowej do kanalizacji ogólnospławnej.

Ewapotranspiracja (m³/rok)





Drzewa, które przechwycą wody opadowe, zapobiegają nie tylko intensywnym spływom wody, ale również pewnej ilości zanieczyszczeń zmywanych z jezdni, chodników, budynków i innych terenów miejskich. Liście oraz powierzchnia gałęzi i pnia przechwytyują opady, a przez to opóźniają odpływy szczytowe. Część przechwyconych opadów wyparowuje z powierzchni drzewa, a część (niewielka) – zostaje zaabsorbowana przez liście i pień drzewa.

Po przekroczeniu pojemności magazynowania wody przez drzewo część przechwyconych opadów osiągnie powierzchnię gruntu w formie kropli skapujących z liści czy gałęzi lub spłynie wzdłuż pnia. Proces ten jest jednak znacznie wolniejszy niż bezpośredni opad deszczu. Korona drzewa, osłaniając teren, redukuje erozję gleby przez zmniejszanie siły i liczby spadających kropli deszczu na otwartą powierzchnię gruntu rodzimego.

Transpiracja wody przez liście, czyli wody pobieranej z gruntu przez korzenie, redukuje stopień nasycenia gleby, zwiększając jej zdolność do dalszej infiltracji opadu. Umożliwia to większe przenikanie wody w głąb gruntu, co również wpływa na zmniejszenie prędkości spływu powierzchniowego.

Efektem hydrologicznym współdziałania efektywności drzew z potencjałem zastosowania betonu porowatego jest opóźnienie osiągania gruntu przez opady i równoczesne zmniejszenie ilości wody zawartej w szczytowym odpływie deszczu, zwłaszcza na początku gwałtownych opadów, zanim zostanie przekroczona pojemność magazynowania wody przez drzewo lub inne rośliny (Sanders, 1986), a następnie stopniowe przechwytywanie, czasowe magazynowanie, podczyszczanie (fitoremedjacja) i rozsączanie (infiltracja) w obrębie podbudowy oraz równoległe wyparowywanie (transpiracja) wody pobranej przez korzenie.

Ze względu na efektywność dostarczania usług ekosystemowych przez drzewa o dużych gabarytach kluczowe dla długoterminowego rozwoju drzew jest zapewnienie warunków siedliskowych ich wzrostu w miastach, również poprzez zastosowanie rozwiązań nowatorskich jak badane w opracowaniu nawierzchnie wodoprzepuszczalne na antykompresyjnej podbudowie. Poprawa jakości zielonej infrastruktury miejskiej w wielu przypadkach wymaga obecnie zastosowania rozwiązań z zakresu szarej infrastruktury.

MOŻLIWE ZASTOSOWANIE HYDROMEDIA

ZEWNĘTRZNA NAWIERZCHNIA SPORTOWA

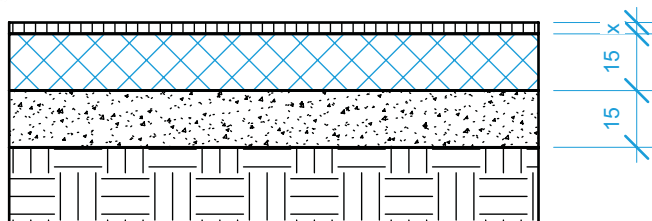


Trawa syntetyczna, podłoże akrylowe, podłoże polipropylenowe itp.

Hydromedia

Warstwa odsączająca (np. kruszywo 0–31,5 mm lub 4–31,5 mm)

Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej nośności podłoże należy doprowadzić do grupy nośności G1)



ZEWNĘTRZNA NAWIERZCHNIA SPORTOWA



Trawa naturalna

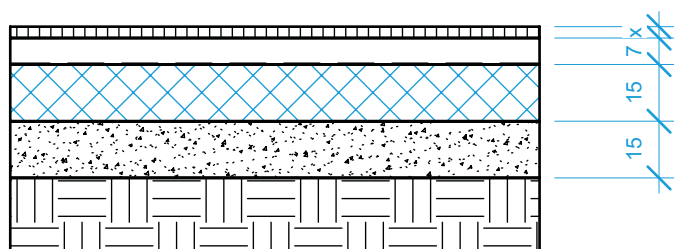
Warstwa humusu

Włóknina filtracyjna

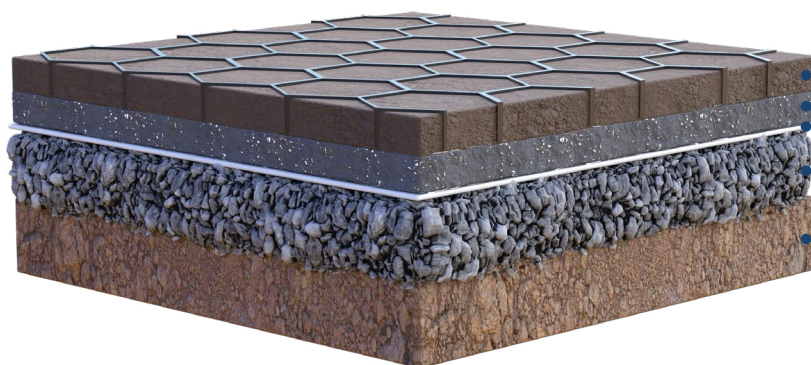
Hydromedia

Warstwa odsączająca (np. kruszywo 0–31,5 mm lub 4–31,5 mm)

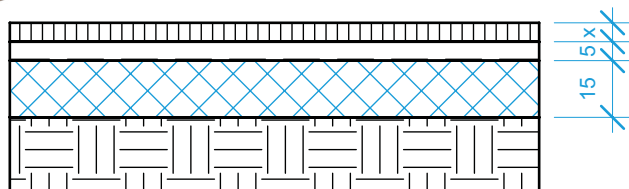
Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej nośności podłoże należy doprowadzić do grupy nośności G1)



KONSTUKCJA CIĄGÓW KOMUNIKACJI SAMOCHODOWEJ



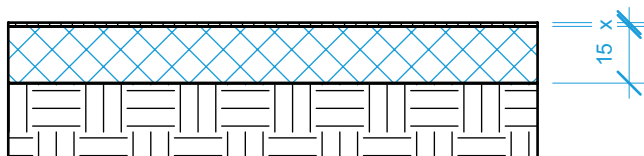
- Krata ażurowa z tworzywa sztucznego lub betonu wypełniona ziemią
- Warstwa mieszanki humusu, piasku i perlitu
- Włóknina filtracyjna
- **Hydromedia**
- Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej nośności podłoże należy doprowadzić do grupy nośności G1)



PODBUDOWA PLACÓW ZABAW



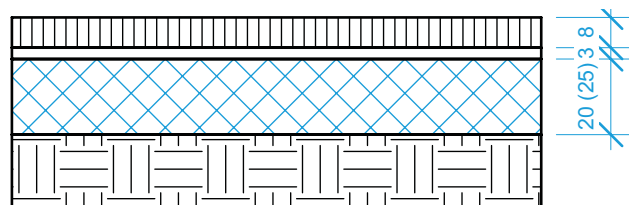
- Warstwa spełniająca wymagania PN-EN 1176 i PN-EN 1177
- **Hydromedia**
- Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej nośności podłoże należy doprowadzić do grupy nośności G1)



KONSTRUKCJA CIĄGÓW KOMUNIKACJI SAMOCHODOWEJ



- Warstwa ścierna z betonowej lub kamiennej kostki brukowej
- Zaprawa drenażowa
- **Hydromedia**
- Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej nośności podłoże należy doprowadzić do grupy nośności G1)



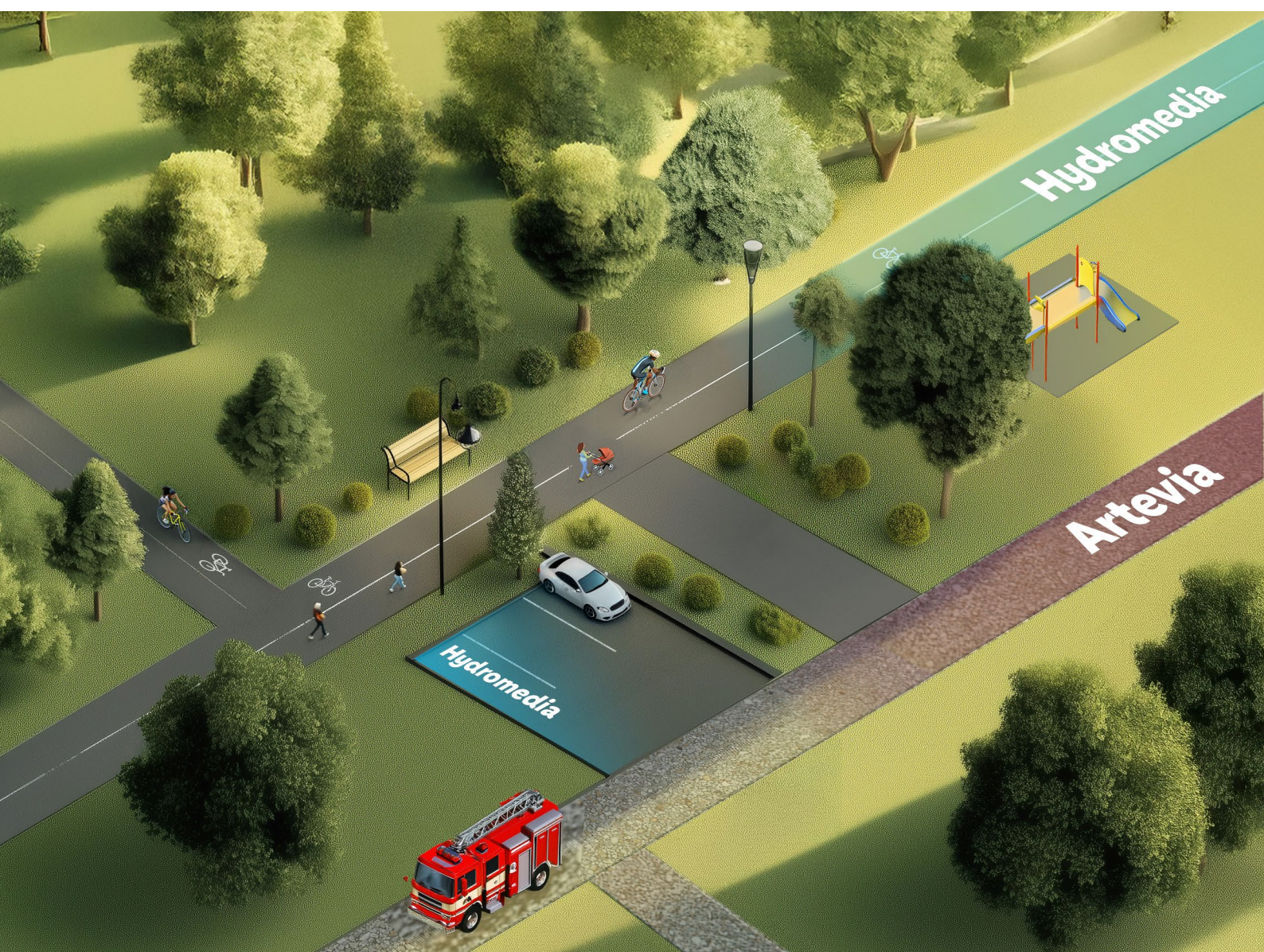
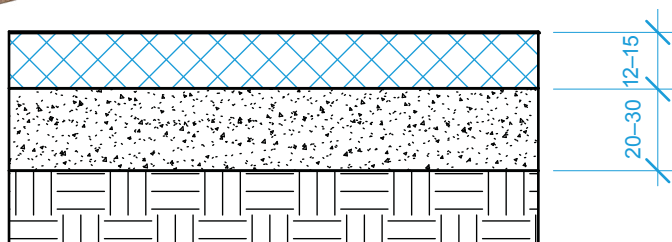
ŚCIEŻKI PIESZE I ROWEROWE



Hydromedia (12-15 cm)

Warstwa odsączająca
(np. kruszywo 0-31,5 mm lub 4-31,5 mm)

Podłoże G1 (dla gruntów o mniejszej
nośności podłoże należy doprowadzić
do grupy nośności G1)



WYTYCZNE WYKONAWCZE I ORGANIZACYJNE

Transport, podawanie i zagęszczanie warstwy nawierzchni:

- Transport betonomieszarką – maksymalna ładowność z reguły mniejsza niż dla standardowej mieszanki. Zazwyczaj maksymalnie 6 m³
- Mieszanka nie nadaje się do podawania pompą (mieszanka niepompowalna)
- Materiał podawany zazwyczaj bezpośrednio z leja betonomieszarki, czasami w sytuacji ograniczonego dojazdu wozidłem możliwość zastosowania taśmociągu

- Podbudowa powinna zostać zwilżona wodą, aby uniemożliwić wysuszenie właściwej warstwy nawierzchni
- Mieszanka powinna zostać zagęszczona odpowiednią techniką w maksymalnym czasie 15 minut od opuszczenia betonomieszarki, w celu ograniczenia negatywnego wpływu odparowania wody
- Sposób zagęszczania należy dobrać tak, aby zagwarantować uzyskanie gęstości zgodnej z recepturą w odpowiednio krótkim czasie, a jednocześnie

nie dopuścić do segregacji – oddzielania zaczynu od kruszywa (co prowadzi do zamknięcia pustek powietrznych i znacznej redukcji przepuszczalności wody)

- Możliwe zastosowanie zagęszczania mechanicznego w postaci rozściełacza, płyt zagęszczających lub lekkiego walca bez wibracji
- Przed realizacją rekomendujemy wykonanie testowego odcinka w celu doboru optymalnego sposobu zagęszczenia mieszanki

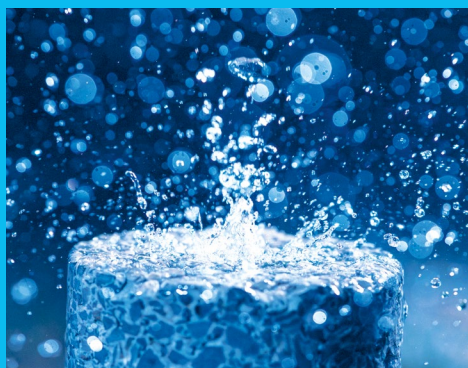


Dylatacje

Mieszanka Hydromedia ma znacznie ograniczony skurcz w porównaniu z betonem standardowym. Z reguły przyjmuje się wykonanie pól dylatacyjnych o boku 6 m, jednak możliwe jest wykonanie pól o większych wymiarach

bez występowania niekontrolowanych pęknięć. Wymaga to jednak indywidualnego podejścia. Głębokość nacięcia powinna wynosić około 1/3 grubości nawierzchni. Nacięcie najlepiej jest wykonać zaraz po ułożeniu nawierzchni lub stosować typowe zalecenia jak dla betonu

standardowego, zwracając jednak szczególną uwagę na zabezpieczenie nawierzchni przed wysychaniem podczas procesu nacinania. Dylatacje konstrukcyjne powinny zostać przeniesione na nowo wykonywaną nawierzchnię.



Pielęgnacja

Należy pamiętać, że odparowywanie wody z Hydromedii jest znacznie bardziej efektywne niż w przypadku standardowego betonu, gdyż przebiega w całej objętości. Niezmiernie istotne jest, aby pielęgnację przeprowadzić niezwłocznie po zagęszczeniu nawierzchni.

Użytkowanie

Nawierzchnię można przeznaczyć do użytku po osiągnięciu przez nią docelowej wytrzymałości. Poniżej kilka istotnych uwag dotyczących zimowego utrzymania nawierzchni:

- Niedopuszczalne jest permanentne stosowanie środków odładowych, a w szczególności opartych na chlorku magnezu, octanie wapnia, potasu i magnezu. Środki odładowe mogą zawierać nawozy w postaci siarczanu

amonu, azotanu amonu, co stanowi głównie chemicznie destrukcyjne środowisko dla betonu

- Trzeba mieć świadomość, że stosowanie drobnego piasku podczas zimowego utrzymania nawierzchni powoduje szybkie zatykanie pustek w betonie i radykalne ograniczenie jego przepuszczalności
- Pługi stosowane do odśnieżania nawierzchni powinny być wyposażone w poliuretanowe nakładki, lemiesze, aby ograniczyć ścieranie nawierzchni i wyrywanie kruszywa

- Zabronione jest wykorzystywanie ładowarek lub koparek w celu odśnieżania

- Nawierzchnia tego typu nie powinna być wykorzystywana jako plac do magazynowania hałd śniegu z odśnieżania, gdyż może to prowadzić do kumulacji zanieczyszczeń oraz środków odładowych





MATEUSZ JOB

Product Manager Hydromedia

☎ +48 502 786 981

✉ mateusz.job@holcim.com

HOLCIM POLSKA S. A.

Biuro Zarządu: Al. Jerozolimskie 142B

02-305 Warszawa

tel.: 22 324 60 00

faks: 22 324 60 05

www.holcim.pl

