



MARZENA SUCHOCKA

marzena_suchocka@sggw.pl



MARTYNA MAGDZIAK

magdziak1205@gmail.com

Szkoła Główna
Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

Problematyka utrzymania nawierzchni wodoprzepuszczalnej w klimacie chłodnym

Miasto i woda to połączenie niosące zarówno korzyści, jak i zagrożenia. Niedobór wody w środowisku miejskim wywiera negatywny wpływ na funkcjonowanie tamtejszych ekosystemów [7], [8]. Z kolei nadmiar wody objawiający się występowaniem podtopień lub powodzi może wyrządzić wiele szkód [5], [6]. Projektowanie z ukierunkowaniem na wodę oraz rozwój myśli ekologicznej rozwijały się już w latach siedemdziesiątych XX wieku. Poglądy ekologiczne propagowali przedstawiciele nurtów Nowej Urbanistyki, Eko-urbanistyki oraz Zielonej Urbanistyki [4]. Dziesiątki lat w zdobywaniu doświadczeń

zaowocowały podstawami dla projektów uwrażliwionych na zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi w miastach. Jednak pomimo zdobytej wiedzy oraz dyskusji na temat ekologii i kierunku rozwoju urbanizacji, w naszym kraju nadal w wielu aspektach obserwuje się nienowoczesne podejście do omawianych zagadnień.

Idea równoważonej gospodarki wodnej jest częścią ogólnej koncepcji zrównoważonego rozwoju. Zarządzanie wodą na terenach zurbanizowanych jest dużym wyzwaniem w obecnych czasach, szczególnie po zmianie Ustawy Prawo wodne [13]. W celu osiągnięcia w ekosystemie miast równowagi, problem należy rozpatrywać pod kątem nie tylko dobrobytu gospodarczego i społecznego, ale także jakości środowiska naturalnego. Stosowanie nawierzchni o charakterze wodoprzepuszczalnym na terenach miejskich stanowi jedną z dobrych praktyk w zrównoważonym gospodarowaniu zasobami wodnymi. W czasach wzmożonej troski o zasoby wodne i ich jakość słusznie powinno zakładać się, by woda pozostawała tam, gdzie spadła wraz z deszczem. Skuteczną realizację tego celu można uzyskać rozszczelniając obecne nieprzepuszczalne powierzchnie miejskie, w zamian stosując nawierzchnie wodoprzepuszczalne [9], [10], [11]. Rozwiązanie to ma ogromny, niewykorzystany potencjał, ponadto nie generuje dodatkowych kosztów ani trudności w stosowaniu – nie mamy w takim przypadku do czynienia z brakiem miejsca czy koniecznością dodatkowych uzgodnień. W badaniach prezentowanych w artykule przyjęto założenie, iż nawierzchnie wodoprzepuszczalne mogą być stosowane w Polsce i wpisywać się bezkonfliktowo w projekty drogowe naszych miast. Analizy przepro-

wadzono pod kątem potencjału zastosowania nawierzchni porowatych w warunkach klimatycznych Polski.

Badania miały na celu ukazanie potencjału stosowania nawierzchni przepuszczalnych wodę na terenach zurbanizowanych, jako alternatywy do popularnych nawierzchni szczelnych oraz dobrej praktyki w ramach koncepcji zrównoważonego rozwoju na terenach polskich miast.

Zasadność stosowania nawierzchni wodoprzepuszczalnych

Określenie „przepuszczalny” (ang. *permeable*) oznacza coś, co posiada zdolność do przepuszczania przez siebie cieczy oraz gazów (Internetowy słownik języka polskiego PWN). Nawierzchnia wodoprzepuszczalna to taki typ nawierzchni, który pozwala wodzie oraz powietrzu na przenikanie do głębiej położonych warstw podbudowy i dalej do gruntu [9]. Infiltrowane płyny i gazy przechodzą przez warstwę ścierną i wędrują kolejno przez wszystkie warstwy podbudowy prosto do podłoża gruntowego. W przypadku nawierzchni wodoprzepuszczalnych budowanych na gruntach nieprzepuszczalnych lub słaboprzepuszczalnych, zalegająca w podbudowie woda odprowadzana jest systemem rur do kanalizacji [11].

W typowych konstrukcjach nawierzchni nieprzepuszczalnych warstwa ścierną jest niskoporowata, całkowicie uszczelniona, przez co infiltracja płynów i gazów jest niemożliwa. Woda opadowa pozostaje na powierzchni, dzięki spadkom podłużnym i poprzecznym nadanym konstrukcji wędruje w postaci spływu powierzchniowego do najbliższego odbiornika, jakim mogą być studzienki kanalizacyjne lub sąsiadujący teren biologicznie czynny, np. trawnik. W przypadku nawierzchni z przepuszczalną warstwą ścierną oraz podbudową następuje wertykalna penetracja wody deszczowej do gruntu [11].

Przechwytywanie wody z opadu już w momencie jej kontaktu z nawierzchnią przynosi więcej korzyści w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami w odprowadzaniu wody. Takie warunki stworzyć można poprzez stosowanie nawierzchni przepuszczalnych i porowatych, które na drodze redukcji spływu powierzchniowego na rzecz natychmiastowej infiltracji w miejscu opadu mają potencjał do rekompensowania utraty wody w podziemnych zasobach wodnych [3]. Nawierzchnie wodoprzepuszczalne wymieniane są jako jedno z efektywnych rozwiązań problemu spływu powierzchniowego na terenach zurbanizowanych wg *The Runoff Reduction Methods*, narzędzia opracowanego w 2008 r. przez organizację *The Center for Watershed Protection*

z amerykańskiego stanu Wirginia [1]. Zebrane przez powyższą organizację dane wskazują, iż nawierzchnie wodoprzepuszczalne pozwalają na zmniejszenie spływu o 75%. Większą skuteczność mają tylko naturalna infiltracja (do 90%) oraz bioretencja (do 80%).

W związku z powyższym, poprzez przechwytywanie wody opadowej, nawierzchnie wodoprzepuszczalne mają potencjał wykorzystania jako efektywne narzędzie pomocne przy zasilaniu wód podziemnych.

Analiza potencjału zastosowania nawierzchni porowatych w warunkach klimatycznych zbliżonych do Polski (w klimacie chłodnym)

Jedną z przyczyn małej popularności nawierzchni wodoprzepuszczalnych (w szczególności porowatych) na terenie Polski są obawy odnośnie ich funkcjonowania w chłodnym klimacie. Obawy dotyczą przede wszystkim niszczenia nawierzchni w wyniku zjawiska zamarzania i odmarzania wody, zatykania porów oraz destruktywnego wpływu stosowania soli drogowej.

W klimatach strefy północnej woda pochodząca ze spływu powierzchniowego z nawierzchni nieprzepuszczalnych ma różny, zmieniający się sezonowo wpływ na otaczające środowisko naturalne [2]. W okresie zimowo-wiosennym utrzymanie dróg polegające na odladzaniu solą skutkuje bardzo wysokim stężeniem chlorków w spływającej bezpośrednio do gruntu lub cieków/zbiorników wody, co stanowi realne zagrożenie dla fauny i flory oraz zasobów wody pitnej. Ponadto zamarzająca i odmarzająca woda wypełniająca wolne przestrzenie zarówno w warstwie ścieralnej nawierzchni, jak i w szczelinach w podbudowie powoduje zniszczenia w konstrukcji nawierzchni, zmniejszając jej żywotność.

Począwszy od 2003 r. Uniwersytet New Hampshire (USA) opracował ocenę ponad dwudziestu tzw. dobrych praktyk z zakresu zrównoważonego rozwoju (z ang. *Best Management Practices, BMP*), w tym m.in. nawierzchni o charakterze wodoprzepuszczalnym. Szczególny nacisk położono na badania nad nawierzchniami porowatymi, czyli betonem jamistym i asfaltem porowatym oraz ich następującymi właściwościami: penetracja mrozowa, wydajność hydraulicznazdol-

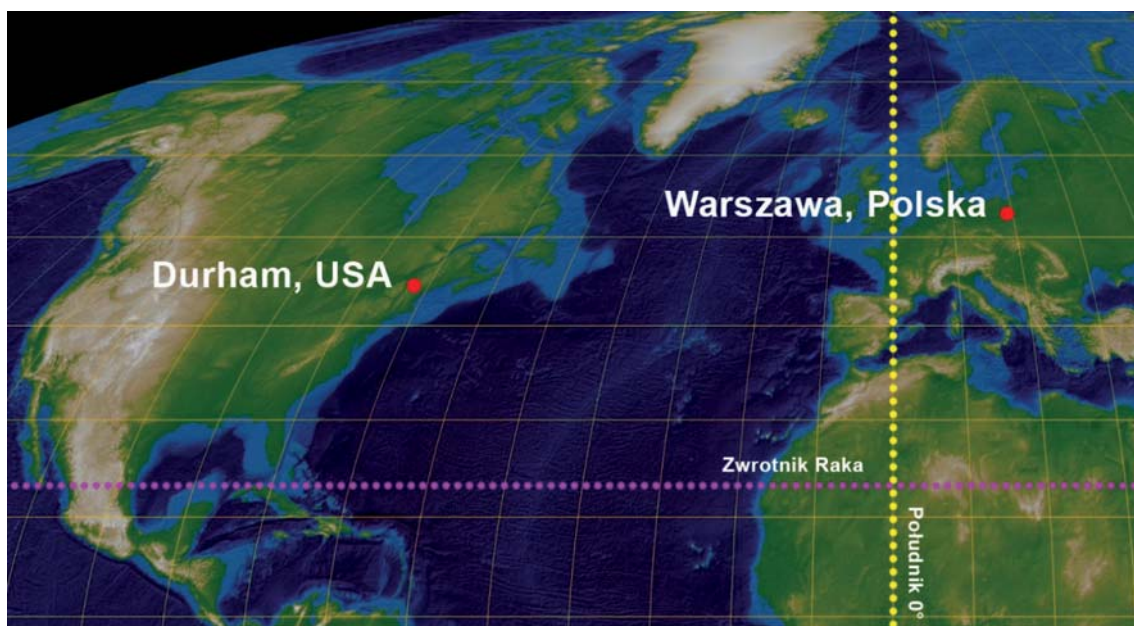
nością infiltracyjną, funkcjonowanie zimowe i wymagania pod kątem utrzymania [12]. Analizy przeprowadzane były w miejscowości Durham.

Analiza porównawcza cech klimatu miast Durham (USA) oraz Warszawa (Polska)

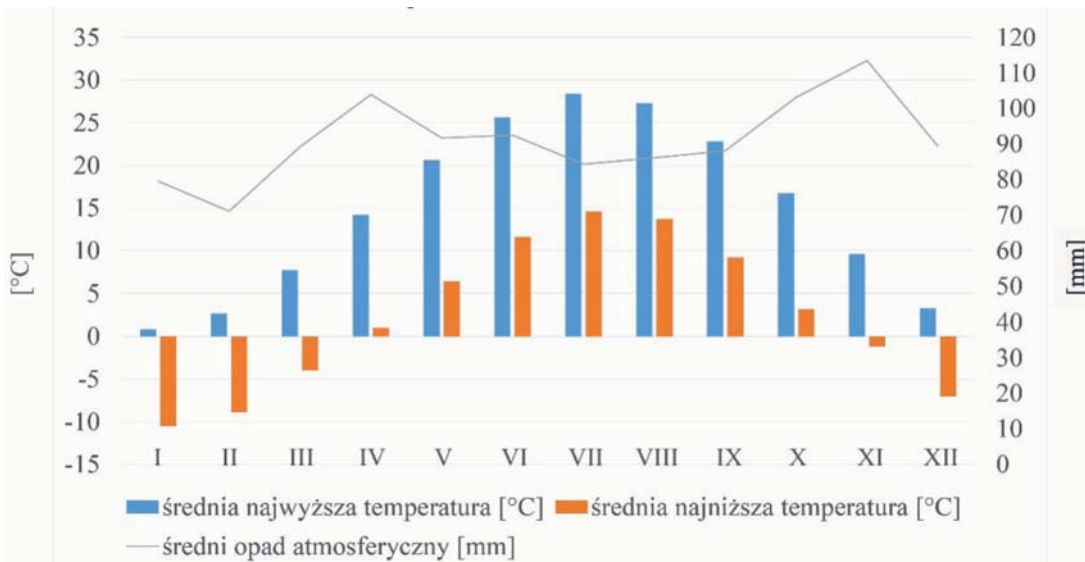
W celu przeprowadzenia analizy pod kątem potencjału zastosowania nawierzchni będących podmiotem opisanych badań na terenie polskich miast, przeprowadzono analizę porównawczą głównych cech klimatu miasta Durham oraz Warszawy.

Miasta Durham i Warszawa położone są na półkuli północnej, powyżej Zwrotnika Raka, pomiędzy 30° a 60° szerokości geograficznej (rys. 1). Durham objęte jest zachodnią długością geograficzną, z kolei Warszawa leży na długości wschodniej. Miasto Durham objęte jest zasięgiem klimatu umiarkowanego morskiego (według klasyfikacji Okołowicza). Najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą około 28,4°C. Najniższą temperaturę powietrza na poziomie około -10,5°C odnotowano w styczniu. Opady atmosferyczne występują przez cały rok na podobnym poziomie intensywności, a ich średnia roczna suma to 786,4 mm (rys. 2). Warszawa położona jest na obszarze charakteryzującym się klimatem umiarkowanym przejściowym (według klasyfikacji Okołowicza). Najwyższa temperatura powietrza około 22,9°C wypada w sierpniu, najniższa -6,1°C w styczniu. Najwyższe opady atmosferyczne przypadają na okres letni, a średnia roczna suma wynosi 515 mm (rys. 3).

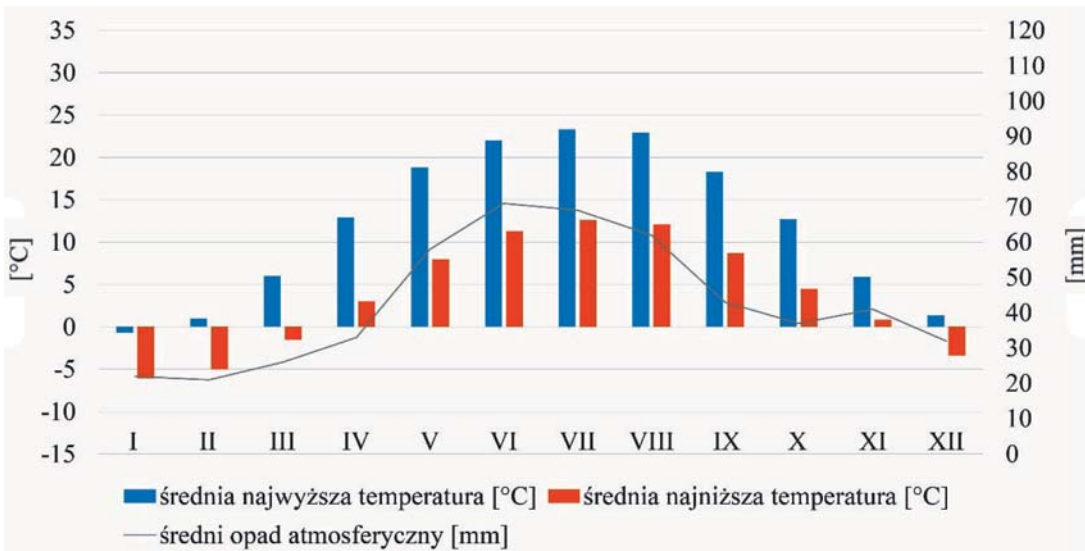
Klimat panujący na terenie Warszawy jest łagodniejszy w porównaniu do klimatu amerykańskiego miasta. Wysokie opady atmosferyczne oraz duża amplituda temperatur w skali roku w Durham stanowią wyzwanie dla drogowców, szczególnie jeśli chodzi o konstrukcje wodoprzepuszczalne.



Rys. 1. Położenie miast Durham i Warszawy (opracowanie własne)



Rys. 2. Cechy klimatu Durham w USA: średnia najwyższa i najniższa temperatura powietrza oraz średni opad atmosferyczny (opracowanie własne na podstawie [14])

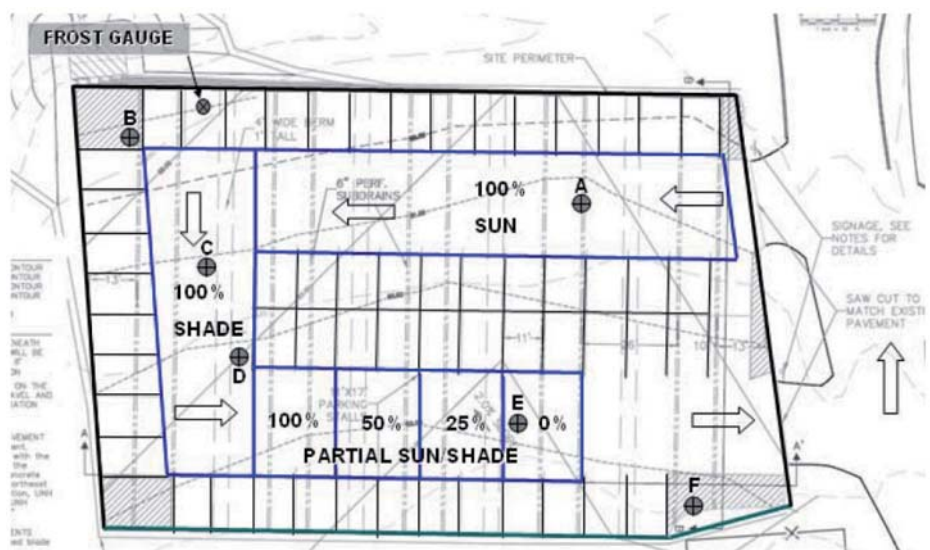


Rys. 3. Cechy klimatu Warszawy w Polsce: średnia najwyższa i najniższa temperatura powietrza oraz średni opad atmosferyczny (opracowanie własne na podstawie [14])

Analiza badań The University of New Hampshire Stormwater Center dotycząca betonu porowatego i asfaltu porowatego

W 2004 roku instytucja *The University of New Hampshire Stormwater Center* wybudowała w mieście Durham 420 m²

Rys. 4. Schemat parkingu samochodowego z betonu porowatego [12]



parkingu samochodowego pokrytego nawierzchnią przepuszczalną. Parking przewidziany został dla 17 pojazdów. Jednocześnie obok parkingu z betonu asfaltowego jamistego wybudowano parking o tej samej powierzchni z betonu asfaltowego szczelnego. W 2007 roku rozpoczęto prace nad analizą funkcjonowania nawierzchni z betonu jamistego. W tym celu powstał parking o powierzchni 1850 m², mieszczący 75 pojazdów. Betonowy parking zlokalizowano przy istniejącym i użytkowanym parkingu z nieprzepuszczalnego asfaltu o nieznanym wymiarach. Przy obu parkingach przewidziano również pas zieleni.



Rys. 5. Schemat parkingu samochodowego z betonu asfaltowego porowatego [12]

ziano z obecnością wody w warstwach podbudowy oraz wyższym poziomem wód gruntowych. Zauważono, iż głębokość przemarzania nawierzchni z asfaltu porowatego osiągnęła pułap 0 cm szybciej o 2–3 tygodnie i utrzymała go na dłużej niż w przypadku betonu porowatego. Wpływ na to miał ciemny kolor nawierzchni asfaltowej i przez to niskie albedo. Nawierzchnia asfaltowa pochłaniała więcej energii słonecznej niż jaśniejsza powierzchnia betonowa.

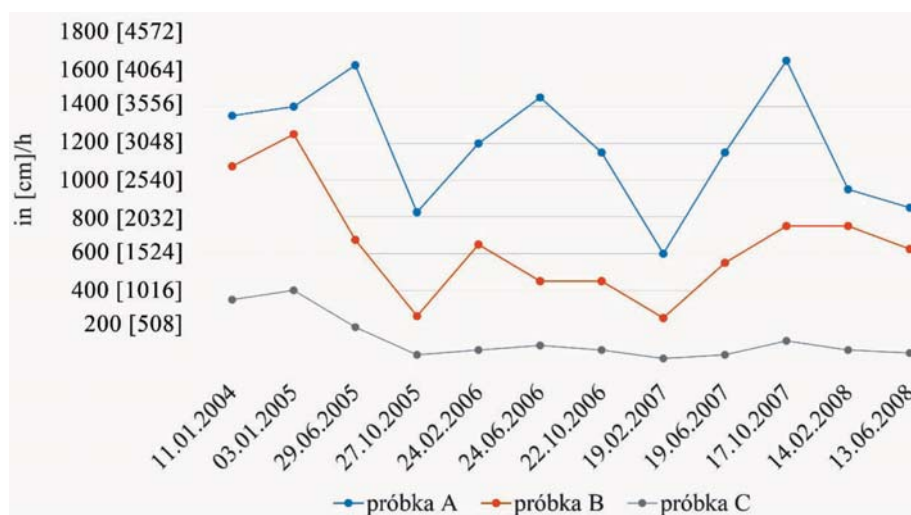
Zdolność infiltracyjna

Pomiary wskaźnika infiltracji rozpoczęto tuż po skończeniu budowy obu nawierzchni (asfalt porowaty, porowaty beton asfaltowy) i przeprowadzono je regularnie co miesiąc, na 3 różnych stanowiskach na parkingu z as-

Penetracja mrozowa

Intensywność zjawiska penetracji mrozowej mierzono specjalnym miernikiem (ang. *field assembled frost gauge*), który zainstalowany był w studzience PVC. Pomiary oparto o głębokość zamrażania roztworu wodno-metylenowego w studzience w okresie od grudnia 2007 do kwietnia 2008.

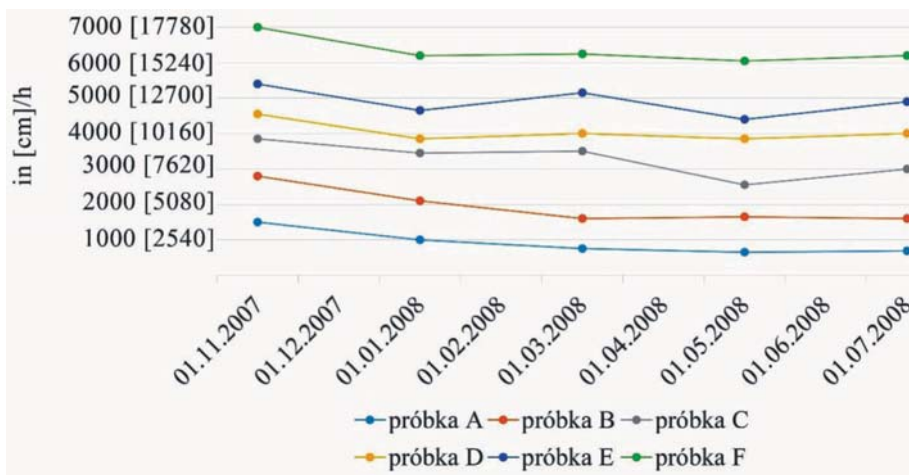
Nawierzchnia z betonu porowatego okazała się być wrażliwsza na nagłe obniżenia temperatur i przy pierwszym ataku mrozu przemarzała głębiej w porównaniu do nawierzchni z porowatego asfaltu. Głębokość zasięgu mrozu zaczęła maleć z początkiem lutego 2008 roku. Wiązało się to z odnotowanymi wtedy opadami deszczu. Woda deszczowa sprawiła, iż obie nawierzchnie porowate zaczęły szybko odtajać. W kolejnych tygodniach powrót ujemnych temperatur sprawił, że nawierzchnie ponownie zamrzły. Głębokość penetracji mrozowej w nawierzchni z asfaltu porowatego sięgnęła około 33 cm, w przypadku betonu porowatego było to tym razem około 20 cm. Wyjaśnieniem różnic w wynikach na dwóch różnych typach nawierzchni okazało się rozmieszczenie urządzeń pomiarowych i różnice w poziomach wód gruntowych. Po lutowych opadach deszczu zaobserwowano, iż wody podziemne znajdowały się około 66 cm pod nawierzchnią z betonu porowatego i około 94 cm pod nawierzchnią z asfaltu porowatego. Szybsze odtajanie nawierzchni i płytsze przemarzanie powią-



Rys. 6. Wskaźnik infiltracji dotyczący nawierzchni z asfaltu porowatego; opracowanie własne na podstawie [12]

Tabela 1. Wskaźnik infiltracji dotyczący nawierzchni z asfaltu porowatego [12]

Data pomiaru	01.11.04	01.03.05	29.06.05	27.10.05	24.02.06	24.06.06
Próbka	in [cm]/h					
A	1350 (3429)	1400 (3556)	1625 (4127)	825 (2095)	1200 (3048)	1450 (3683)
B	1075 (2730)	1250 (3175)	675 (1714)	260 (660)	650 (1651)	450 (1143)
C	350 (889)	400 (1016)	200 (508)	50 (127)	75 (190)	100 (254)
Data pomiaru	22.10.06	19.02.07	19.06.07	17.10.07	14.02.08	13.06.08
Próbka	in [cm]/h					
A	1150 (2921)	600 (1524)	1150 (2921)	1650 (4191)	950 (2413)	850 (2159)
B	450 (1143)	250 (635)	550 (1397)	750 (1905)	750 (1905)	625 (1587)
C	75 (190)	30 (76)	50 (127)	125 (317)	75 (190)	60 (152)



Rys. 7. Wskaźnik infiltracji dotyczący nawierzchni z betonu porowatego; opracowanie własne na podstawie [12]

Tabela 2. Wskaźnik infiltracji dotyczący nawierzchni z betonu porowatego [12]

Data pomiaru	15.11.07	15.01.08	16.03.08	16.05.08	16.07.08
Próbka	in [cm]/h				
A	1500 (3810)	1000 (2540)	750 (1905)	650 (1651)	690 (1752)
B	2800 (7112)	2100 (5334)	1600 (4064)	1650 (4191)	1600 (4064)
C	3850 (9779)	3450 (8763)	3500 (8890)	2550 (6477)	3000 (7620)
D	4550 (11557)	3850 (9779)	4000 (10160)	3850 (9779)	4000 (10160)
E	5400 (13716)	4650 (11811)	5150 (13081)	4400 (13081)	4900 (12446)
F	7000 (17780)	6200 (15748)	6250 (15875)	6050 (15367)	6200 (15748)

faltobetonu jamistego i 6 różnych na parkingu z betonu porowatego. Wykorzystano metodę zalania powierzchniowego (z ang. *fallingheadsurfaceinundation*), polegającą na wylewaniu odpowiedniej i stałej ilości wody do specjalnego cylindra i mierzeniu czasu potrzebnego na całkowite wchłonięcie płynu przez nawierzchnię.

Badania nad wskaźnikiem przepuszczalności nawierzchni z asfaltu porowatego prowadzono w okresie 4 lat, od listopada 2004 r. do czerwca 2008 r. W tym czasie zaobserwowano średnią zdolność infiltracyjną nawierzchni asfaltowej na poziomie około 1270 cm/h. W pierwszym roku trwania analiz najlepsze wyniki osiągnięto w okresie zimy i wiosny, przy czym głębokość przemarznięcia nawierzchni sięgała około 15 cm. W kolejnych latach zdolność infiltracyjna porowatej nawierzchni asfaltowej okazała się być najlepsza w miesiącach letnich, przy czym wskaźnik przepuszczalności w okresach zimowych nigdy nie spadł poniżej 635 cm/h. Wyniki przedstawiono na wykresie (rys. 6) oraz w tabeli (tab. 1).

Parking z betonu porowatego analizowano przez kilka miesięcy. Średni wskaźnik przepuszczalności nawierzchni na podstawie pomiarów ze wszystkich próbek określono na około 4064 cm/h. Wyniki także zobrazowano na wykresie (rys. 7) oraz w tabeli (tab. 2).

Podczas badań zauważono, że przepuszczalność nawierzchni spadała nieznacznie na obszarach położonych blisko pasów zieleni. Związane to było z zatykaniem porów w warstwie ściernalnej przez szczątki organiczne, np. resztki liści.

Stosowanie soli drogowej

Badanie potrzeby użycia soli (chlorku sodu) w celu redukcji pokrywy lodowej i śniegowej oparto na stosowaniu odpowiednich ilości soli, przy czym standardową dawkę określono jako 1,5 kg/m². Sól w dawkach 100%, 50%, 25%, 0% aplikowano na fragmenty o wymiarach 37 m² na terenie drogi jezdnej na parkingu z betonu jamistego. Na pozostałą część parkingu aplikowano 100% dawki soli. Parking z asfaltu porowatego otrzymał 25% standardowej dawki soli, parking pokryty asfaltem nieprzepuszczalnym został potraktowany dawką 100%.

Możliwość ograniczenia zużycia soli w skali roku została oszacowana poprzez określenie, w jakich warunkach otoczenia użycie soli jest wymagane, a w jakich nie. Całkowitą liczbę aplikacji soli do odladzania nawierzchni oraz zapobiegania tworzeniu się pokrywy lodowej na każdym z parkingów zsumowano z aplikacjami wymaganymi do utrzymania optymalnych warunków drogowych (w porównaniu z tradycyjną nawierzchnią szczelną-asfaltową). Wynik wskazywał przewidywaną całkowitą masę soli w przypadku każdej z czterech różnych dawek (tab. 3).

Tabela 3. Wymagane dawki soli i możliwa redukcja zużycia soli w przypadku nawierzchni wodoprzepuszczalnych przy porównaniu z nawierzchnią uszczelnioną z asfaltu

Rodzaj nawierzchni	TA	PA	PB słońce	PB cień	
Aplikacja antylodowa	23	23	23	23	
Aplikacja odladzająca	22	27	31	23	
Masa soli [kg/ha/rok]	100%	6588	7318	7904	6732
	50%	3294	7318	3951	3667
	25%	1647	3951	1976	1683
	0%	0	0	0	0
Redukcja na NWP w porównaniu do TA przy dawce 100%	dawka soli [%]	100	25	100	100
	redukcja [%]	0	72	-2	-2

Oznaczenia: PA – porowaty beton asfaltowy, PB – porowaty beton, TA – tradycyjny beton asfaltowy, NWP – nawierzchnie wodoprzepuszczalne

Analiza pokazała, iż w większości przypadków wodoprzepuszczalnych nawierzchni wymagane było minimum jednokrotnego użycia soli w skali roku.

Właściwości przeciwpoślizgowe

Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni (szorstkość nawierzchni) na obu parkingach zmierzono za pomocą urządzenia *Munro Stanley London British Pendulum Skid*

Resistance Tester (wahadła angielskiego). Przyrząd mierzył energię zużytą przez specjalny gumowy suwak oparty na testowanej powierzchni w następujących warunkach: nawierzchnia sucha/mokra, śnieg/błoto, ubita powłoka lodowa/śnieżna. Pomiary wykonano w różnych miejscach na terenie obu parkingów, w 5 cyklach. Im większy opór na tarcie stawała nawierzchnia, tym lepszy wynik antypoślizgowości.

Największą odpornością na poślizg w warunkach deszcz/śnieg/ubita powłoka śnieżna wykazał się asfalt porowaty (tab. 4). Wynik związany jest ściśle z grubą frakcją kruszywa tworzącego warstwę ścieralną i brakiem frakcji drobnych. Nawierzchnia z betonu jamistego wykazała się zmienną antypoślizgowością, w zależności od warunków otoczenia. Nawierzchnie z gładką powierzchnią (kruszywo o drobnej frakcji w mieszance warstwy ścieralnej) charakteryzowały się niską odpornością na poślizg.

Tabela 4. Statystyki opisowe badań nad odpornością na poślizg nawierzchni w różnych warunkach otoczenia, sezon zima 2007–2008, na podstawie [12]

Warunki	Rodzaj nawierzchni	Wartość średnia	Wartość minimalna	Wartość maksymalna
Sucho	PA	99,7	90	109
	TA	100	92,5	104,5
	PB	96,9	95	100
Deszcz	PA	86	77	95
	TA	73,6	69	82
	PB	73,9	59,5	96
Błoto	PA	51,4	43,5	65
	TA	58,1	45	78
	PB	50,2	47,5	55
Śnieg	PA	47,5	24,5	64
	TA	50,4	41,5	56,5
	PB	48,3	45	55
Ubity śnieg	PA	46,4	37	51
	TA	38,9	37,5	40
	PB	41,6	37,5	45
Lód	PA	29,6	21	45
	TA	29,1	11,5	45
	PB	28,5	21	36,5

PA – porowaty beton asfaltowy, PB – porowaty beton, TA – tradycyjny beton asfaltowy

Mnożąc średnie wartości odporności na poślizg przez procent pokrycia nawierzchni warstwą lodu lub śniegu uzyskano średnią ważoną (tab. 5). Celem działania było opracowanie danych liczbowych, które opisywałyby bezpieczeństwo poruszania się po nawierzchniach wodoprzepuszczalnych zimą, w porównaniu do warunków suchych.

Wartości średniej ważonej dotyczące parkingu pokrytego betonem porowatym okazały się niższe niż w przypadku asfaltu porowatego oraz tradycyjnej nawierzchni nieprzepuszczalnej. Wpływ na to miały przede wszystkim nasłonecznienie oraz liczba pojazdów na parkingu. Teren wokół parkingu z betonu porowatego był zadrzewiony, stąd na

warunki badania miała wpływ mała ekspozycja na słońce skutkująca dłuższym okresem utrzymywania się pokrywy śniegowej i lodowej. Ponadto, ze względu na znajdujące się w pobliżu akademiki, parking był zwykle w 100% zapelniony samochodami, co wpływało na stopień ubicia pokrywy śnieżnej.

Tabela 5. Średnia ważona odporności na poślizg, na podstawie [12]

Rodzaj nawierzchni	Dawka soli [%]	Wartość średnia	Wartość minimalna	Wartość maksymalna
PA stanowisko postojowe	25	72,3	29	100
PA parking	25	71,6	29	100
TA stanowisko postojowe	100	65,1	8,9	100
TA parking	100	64,1	10	97,9
PB	100	64,1	29,5	97
PB	50	59,4	29	97
PB	25	54,4	30,4	97
PB	0	53,7	31,3	97
PB parking w słońcu	100	72,4	42	97
PB parking w cieniu	100	60,5	31	97

PA – porowaty beton asfaltowy, PB – porowaty beton, TA – tradycyjny beton asfaltowy

Podsumowanie

Analiza przeprowadzonych badań w Durham, w trudniejszym niż w warunkach Polski klimacie, dotycząca zastosowania nawierzchni wodoprzepuszczalnych wskazuje, iż nawierzchnie przepuszczalne i porowate funkcjonują tam poprawnie i spełniają swoje zadania. Stąd wniosek, że w warunkach polskich mają one szansę zastosowania z takim samym powodzeniem. Dwa lata analiz pokazały, że nawierzchnia z betonu asfaltowego porowatego sprawuje się bardzo dobrze w chłodnym klimacie strefy północnej. Penetracja mrozowa oraz okres odwilży w żadnym stopniu nie wpłynęły na wytrzymałość i wygląd nawierzchni – brak widocznych uszkodzeń powierzchniowych. Asfalt wodoprzepuszczalny wykazał się lepszą odpornością na poślizg oraz redukcją pokrywy śnieżnej i lodowej niż tradycyjna nawierzchnia szczelna. Całkowita redukcja zużycia soli w przypadku nawierzchni z asfaltu porowatego wyniosła około 70%, a aplikacja soli wymagana była jedynie w okresach szybko marznącego deszczu.

Wyniki betonu jamistego okazały się ogólnie gorsze niż w przypadku asfaltu porowatego, jednak w niektórych kwestiach nawierzchnia betonowa sprawowała się lepiej. Wskaźnik infiltracji okazał się wyższy na nawierzchni z wodoprzepuszczalnego betonu. Warstwa ścieralna nawierzchni z betonu porowatego wykazała większą odporność na zatykanie. Z kolei gorsze wyniki osiągnięto przy odporności na poślizg oraz redukcji zużycia soli, jednak uważa się, iż wpływ na to miało położenie parkingu w cieniu.