



**Joanna Świątek-Prokop, Marcin Skirucha**  
*Wydział Matematyczno-Przyrodniczy*  
*Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie*  
*al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa*  
*e-mail: j.swiatek.prokop@interia.pl*

## WYKORZYSTANIE DIAGRAMU ISHIKAWY DO IDENTYFIKACJI ZAGROŻEŃ PIESZYCH W RUCHU MIEJSKIM

**Streszczenie.** Diagram Ishikawy stosowany jest do ustalania przyczyn problemów jakościowych w organizacji. W pracy wykorzystano go do identyfikacji zagrożeń, z jakimi mogą spotkać się piesi biorący udział w ruchu miejskim. Korzystając z metodyki diagramu Ishikawy, zidentyfikowano i przeanalizowano zagrożenia wynikające ze sposobu wytyczania ciągów dla pieszych, wpływu natężenia ruchu, wyznaczania alternatywnych ciągów, rodzaju i jakości stosowanych materiałów, oświetlenia itp. Użycie diagramu umożliwiło systematyzację oraz utworzenie hierarchii określającej skalę ryzyka, jakie niesie ze sobą dany czynnik.

**Słowa kluczowe:** diagram Ishikawy, ruch miejski, identyfikacja zagrożeń.

## ISHIKAWA DIAGRAM USE TO IDENTIFY HAZARDS OF PEDESTRIANS IN URBAN TRAFFIC

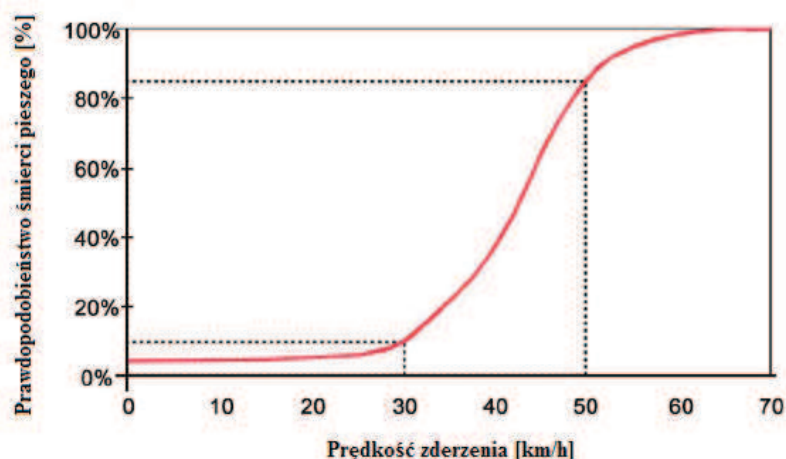
**Abstract.** Ishikawa's diagram is used to arranging reasons of quality problems in organization. In this paper it has been used to identify dangers which can face people that are involved in pedestrian traffic. Using the methodology of Ishikawa's diagram, we have identified and analysed dangers of appointment of walking routes, influence of traffic's intensity, appointing alternative walking routes, types and quality of used materials, lighting etc. Diagram enabled as to do systematization and to create hierarchy that determines scale of risk that provides each of this factor.

**Keywords:** Ishikawa diagram, urban traffic, hazards identification.

## Wstęp

Diagram Ishikawy, w swoim podstawowym założeniu, służy do ustalenia przyczyny problemów jakościowych pojawiających się w organizacji. Pozwala na graficzne zobrazowanie wzajemnych powiązań pomiędzy przyczynami wywołującymi dany problem. Zidentyfikowanie tych powiązań pozwala na ich hierarchizację, co sprzyja określeniu rozwiązań analizowanego problemu. W pracy wykorzystano diagram Ishikawy do ukazania nieprawidłowości w zagospodarowaniu przestrzeni miejskiej w wybranych obszarach miejskich na przykładzie Częstochowy.

Grupy ciągów pieszych, rowerowych czy samochodowych, pomimo iż stanowią realizacje oparte na najnowszych technologiach i designie, przyczyniają się, swoim przebiegiem i nierównoważnością dostępu, do degradacji miasta, poprzez preferowanie wykorzystania samochodu osobowego, sprzyjającego marginalizacji podróży ekologicznymi środkami transportu, jakie stanowią komunikacja zbiorowa czy rower. Ponadto, w wyniku przewymiarowania ciągów samochodowych, następuje zrywanie ciągłości obszarów zurbanizowanych oraz zwielokrotnianie konieczności niebezpiecznego krzyżowania dróg o dużej przepustowości, w obrębie których ruch pojazdów silnikowych odbywa się w sposób niestabilizowany metodami, mającymi za zadanie uspokojenie sposobu przemieszczania się w przestrzeni miejskiej. Z analizy diagramu Ishikawy wynika, że brak wypracowania przywileju pierwszeństwa ruchu niechronionych użytkowników dróg czy ekologicznych pojazdów komunikacji zbiorowej poprzez hierarchizację układu arterii samochodowych, do której przyczynić się mogą: geometria, widoczność lub rodzaj nawierzchni, spowoduje, że podejmowane działania nie wpłyną na zmianę zachowań dotychczasowych użytkowników dróg i poprawę bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu, a zwłaszcza pieszych. Ruch przechodniów, w aktualnie obowiązujących warunkach infrastrukturalnych, determinowany jest przez zachowania użytkowników pojazdów silnikowych, a dostęp do ciągów pieszych – przez obowiązujące przepisy prawa ruchu drogowego. Zatem zakłada się, iż jest on samosterujący i nie wymaga wdrażania opisujących go parametrów, takich jak: natężenie, prędkość przemieszczania w procesy projektowania ruchu drogowego [7], w ten sposób pieszy, pragnąc poruszać się najkrótszą trasą na wyznaczonych ciągach, napotyka wielorakie bariery, poczynając od zbyt odległej lokalizacji przejścia, a skończywszy na wstrzymywaniu przez sygnalizację świetlną. Ponadto, chęć osiągnięcia płynności ruchu samochodowego przez władze samorządowe przyczynia się do wyznaczania stref nieosiągalnych dla pieszych [12] i prowadzi do konieczności projektowania przejść pionowych, takich jak kładki, tunele podziemne. Najistotniejszym zagrożeniem dla ruchu pieszego pozostaje niewątpliwie prędkość ruchu samochodowego, gdyż wraz z jej wzrostem potęguje się ryzyko odniesienia śmiertelnych obrażeń w wyniku kolizji (rys.1.).



Rys. 1. Zależność prawdopodobieństwa śmierci pieszego od prędkości kolizji [3]

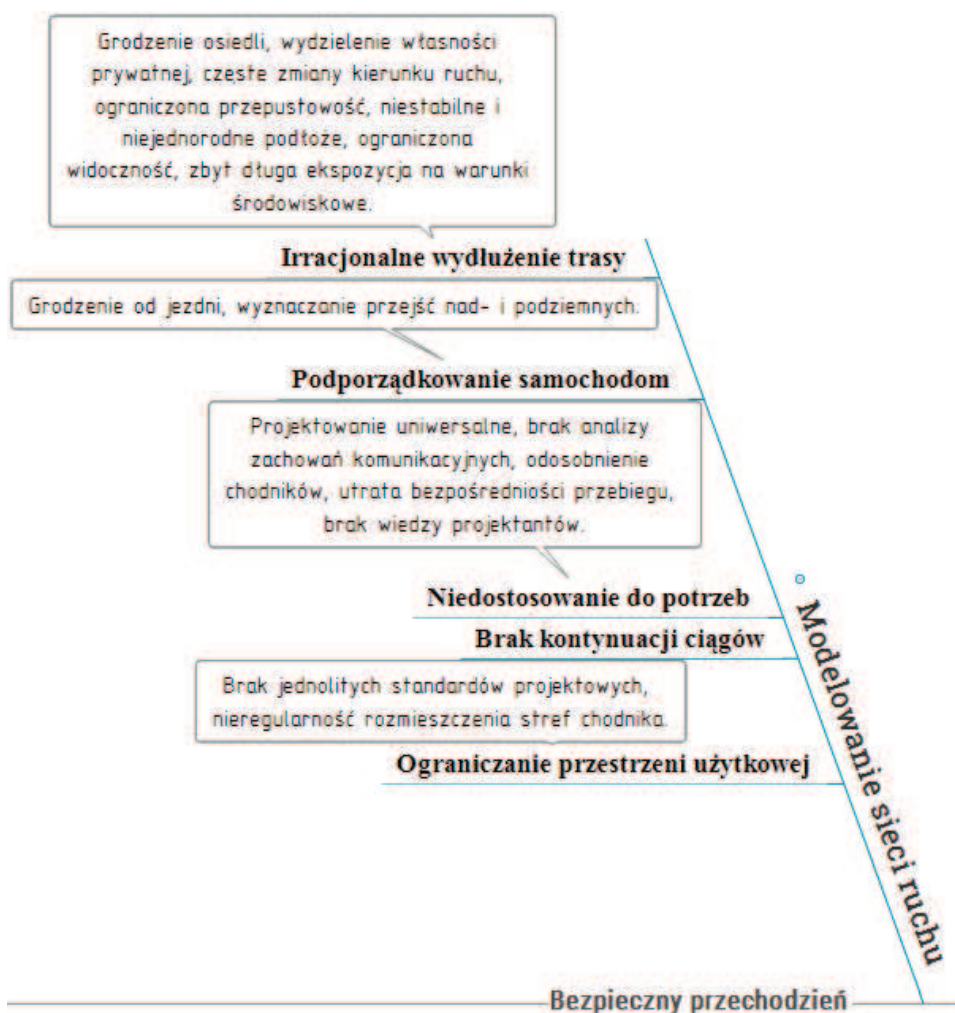
Warto zauważyć, iż przy dopuszczalnej prędkości miejskiej 50 km/h, prawdopodobieństwo śmierci pieszego wynosi prawie 85%, zatem zezwolenie na poruszanie się pojazdów silnikowych ze wspomnianą prędkością w obrębie ciągu współużytkowanego z przechodniami byłoby dramatyczne w skutkach.

Ruch pieszy w Częstochowie, gdzie przeprowadzona była analiza zagrożeń, odbywa się w sposób zdeterminowany przez długość cyklu światła zielonego, charakter zagospodarowania terenu wzdłuż ciągów i dostępności środków transportu zbiorowego. Główną zasadą wyznawaną przez poruszających się po mieście jest przejście bez zatrzymywania jak najdłuższego dystansu [6]. Dla każdego skrzyżowania ustalana jest hierarchizacja uczestników ruchu, stąd, wraz ze zbliżaniem się do centrum miasta, piesi zajmują coraz wyższą pozycję w hierarchii, uzyskując w efekcie pierwszeństwo przemieszczania się w strefie śródmiejskiej.

Wzmocniony ruch pieszy w dzielnicach o dużym zagęszczeniu ludności, mieszczących się z dala od centrum, jest utrudniony ze względu na niski priorytet ruchu pieszego oraz występujące zakłócenia, takie jak: podwyższona kolizyjność ruchu, handel wzdłuż chodników, przecinanie dróg o znaczeniu wojewódzkim i krajowym. Z kolei wymuszanie przemieszczania się drogą okrężną, zbyt długie oczekiwanie na zielone światło oraz chodniki zablokowane samochodami wpływają na podejmowanie przez przechodniów decyzji takich jak: przekroczenie jezdni w miejscu niedozwolonym czy ignorowanie wskazań sygnalizatorów świetlnych [2].

## **Analiza przyczyn zagrożeń występujących w ruchu pieszym na obszarze miejskim**

Prawidłowe wyznaczenie dróg pieszych służy nie tylko przechodniom, lecz również kierowcom, którzy muszą uzyskać dostęp do swojego pojazdu, a także handlarzom pragnącym zachęcić jak największą grupę potencjalnych klientów do zapoznania się z ich ofertą. Wobec tego, dostępność ciągu dedykowanego przechodniom decyduje o mobilności danej przestrzeni, ułatwiając aktywność różnych grup społecznych. Utrudnieniem dla mieszkańca Częstochowy poruszającego się pieszo są bariery bezpieczeństwa ruchu, które wywołują konieczność częstych zmian kierunku ruchu, ograniczenie drożności, niestabilne i niejednorodne podłoże, zbyt długa ekspozycja na niekorzystne warunki środowiskowe oraz bariery informacyjne, do których należy zaliczyć ograniczoną widoczność oraz skomplikowany plan przebiegu podróży. Osoba odpowiedzialna za realizację ciągów pieszych powinna posiadać szczegółową wiedzę z zakresu dostępnych technologii, wytrzymałości i właściwości poszczególnych materiałów, a przede wszystkim wdrażania procedur ułatwiających i poprawiających bezpieczeństwo wszystkich jej użytkowników [10]. Ponadto wielokrotnie pojawiającym się problemem, również wpływającym na optymalizowanie przebiegu chodników, są wygrozienia osiedli mieszkalnych, parkingów, które determinują projektantów do przerywania ciągłości drogi dedykowanej przechodniom bądź rezygnację z podstawowej funkcji ciągu pieszego, jaką jest możliwość bezpośredniego dojścia do wybranych celów zlokalizowanych w przestrzeni miejskiej [5]. Następnym dominującym problemem na obszarze zurbanizowanym jest wyznaczanie przejść przechodniów w formie tuneli i kładek, które stanowią barierę dla osób niepełnosprawnych oraz są miejscem o nasilonej przestępczości. Należy również zwrócić uwagę, iż ogrodzenie osiedli postrzegane jest przez przechodniów jako wkraczanie na teren prywatny, co, w przypadku niedostępności drogi alternatywnej w pobliżu miejsca odseparowanego, skłania do wykorzystania bardziej komfortowego środka transportu, jaki stanowi samochód osobowy bądź środek komunikacji zbiorowej [11]. Zestawienie dotychczas zidentyfikowanych zagrożeń bezpieczeństwa, w formie diagramu Ishikawy, ukazuje rysunek 2.



Rys. 2. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa związane z wytyczaniem dróg dla pieszych

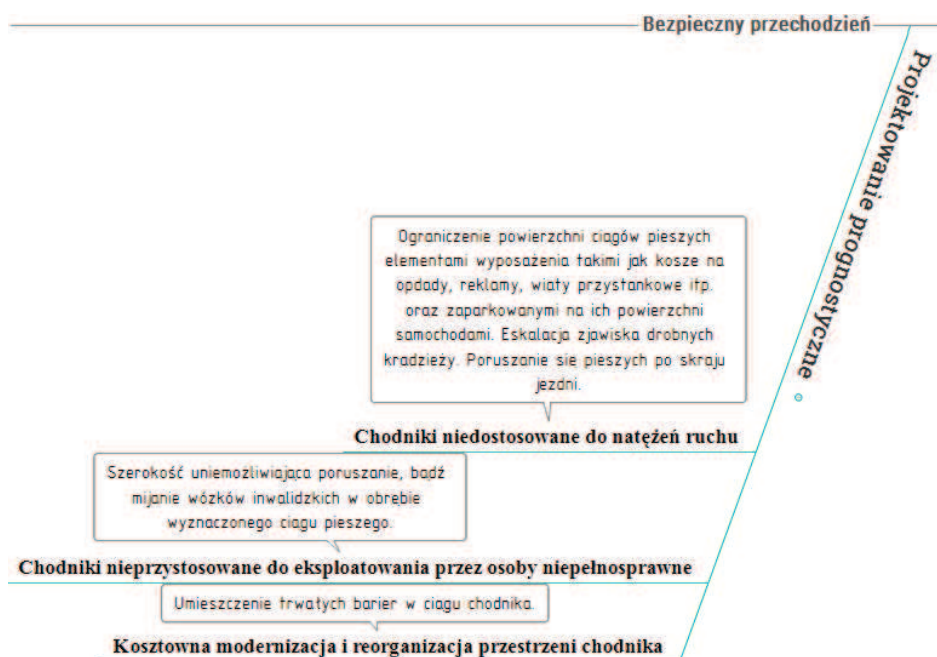
Aby przeciwdziałać niekorzystnemu wytyczaniu dróg przeznaczonych dla przechodniów, celowym wydaje się wdrożenie podziału chodników na strefy o określonym przeznaczeniu, co ukazuje rys. 3. Umożliwiają one intuicyjne poruszanie się pieszych oraz, stanowiąc wyraźnie wyodrębnioną, poprzez zastosowanie jednolitych nawierzchni, oznaczeń i szerokości powierzchni, jednocześnie wzbudzają czujność przechodniów w momencie zmiany dotychczasowego rozmieszczenia elementów wyposażenia chodnika [1].



Rys. 3. Podział chodnika ulicy miejskiej na strefy funkcjonalne [ 4]

Bezpieczne wyznaczenie przestrzeni ciągu pieszego wiąże się również z odseparowaniem pasa ruchu przechodniów od strefy frontu budynków, gdyż takie rozwiązanie chroni potencjalnych użytkowników chodnika przed kolizją z wyjeżdżającymi z bram pojazdami, otwieranymi drzwiami lokali usługowych i mieszkalnych oraz przyczynia się do zachowania płynności poruszania się przechodniów w głównej części ciągu pieszego, z równoczesnym umożliwieniem bezkolizyjnej rotacji mieszkańców względem zabudowań. Ponadto, w zaprezentowanym na powyższej fotografii standardzie projektowym, kubatura pasu ruchu pieszego stanowi strefę wolną od jakichkolwiek barier, gdyż wszelkie elementy wyposażenia dróg są umieszczone w specjalnie wydzielonym pasie technicznym, na powierzchni którego, celem prowadzenia czynności serwisowych z obszaru jezdni, preferuje się również lokalizowanie włączników studzienek kanalizacyjnych i rewizyjnych [4].

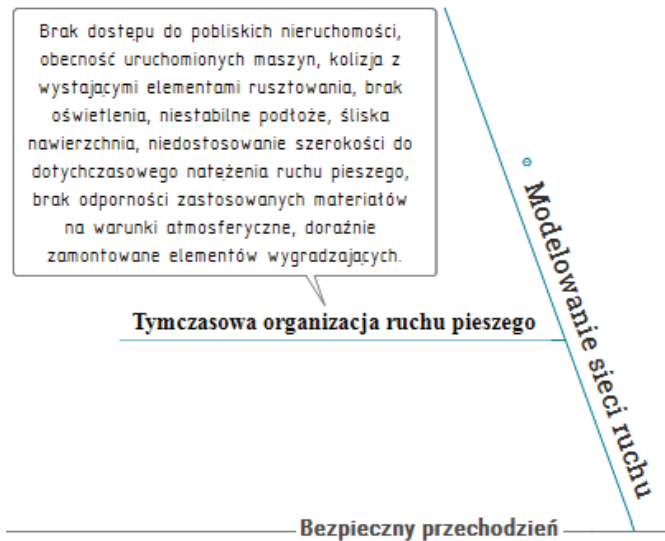
Równie istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa mieszkańców eksploatujących ciągi im dedykowane jest zagwarantowanie przestrzeni, w obrębie chodnika, dającej możliwość przemieszczania się z zachowaniem odpowiedniej strefy osobistej, jednocześnie redukując prawdopodobieństwo potencjalnych drobnych kradzieży. Najmniejsza dopuszczalna szerokość chodnika w przestrzeni miejskiej, biorąc pod uwagę bezkolizyjne przemieszczanie się w różnych kierunkach przechodniów, czy osobę poruszającą się na wózku inwalidzkim, wynosi 1,8 m [14, 9].



Rys. 4. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa związane z dostosowaniem ciągów pieszych do występującego natężenia ruchu

Zatem, przy okazji prowadzenia prac modernizacyjnych ciągów pieszych, za priorytet należy uznać dostosowanie ich przepustowości do realnie pojawiających się natężeń ruchu, zweryfikowanych w różnych porach dnia oraz pod względem zapotrzebowań wynikających z funkcji i właściwości danego miejsca.

Podczas prowadzenia prac remontowych uniemożliwiających dotychczasowy dostęp do przestrzeni chodnika, należy wyznaczyć alternatywną trasę przeznaczoną dla przechodniów, która będzie stanowiła dla nich bezpieczny obszar w związku z sąsiadującymi pracami drogowymi, umożliwi to dostęp do nieruchomości, a wyznaczona trasa nie będzie stanowiła, sama w sobie, potencjalnego zagrożenia [13], takiego jak, obecność uruchomionych maszyn, kolizja z wystającymi elementami rusztowania, brak oświetlenia, grząskie, niestabilne podłoże czy śliska nawierzchnia. Nie ulega wątpliwości, że trasa alternatywna powinna być wolna od przeszkód oraz jej nawierzchnia powinna minimalizować ryzyko upadku czy potknięcia o nierówności.



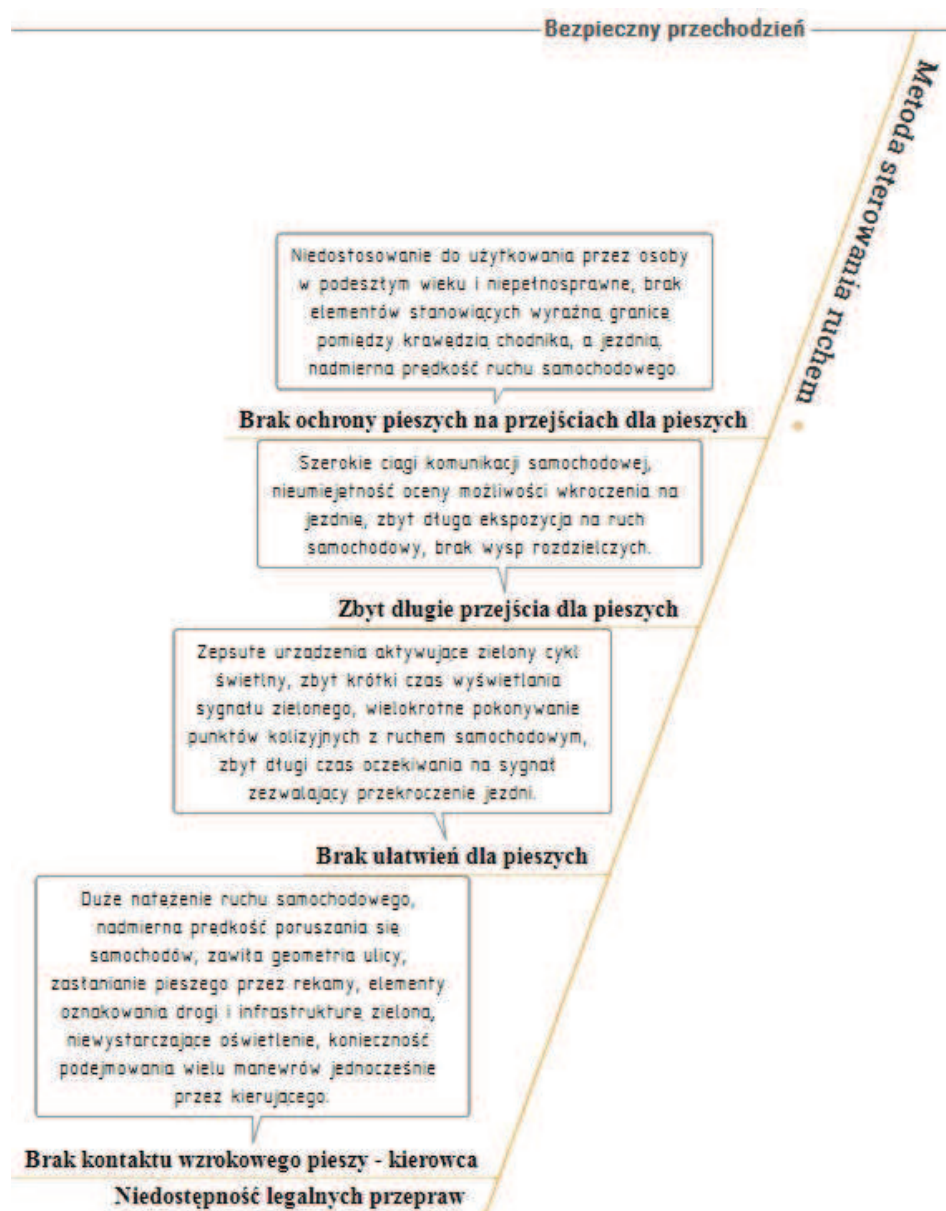
Rys. 5. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa wynikające z wyznaczenia alternatywnego przebiegu ciągów pieszych

Celowym wydaje się, aby wariant tymczasowej organizacji ruchu przechodniów przebiegał możliwie jak najkrótszym szlakiem, a przede wszystkim umożliwiał jego bezpieczne pokonanie wszystkim grupom społecznym, począwszy od dzieci, a skończywszy na osobach niepełnosprawnych. W związku z tym, należy zwrócić szczególną uwagę na wspomnianą wcześniej szerokość ciągu pieszego oraz solidność podłoża, które musi zagwarantować stabilne i antypoślizgowe oparcie dla stopy, nie posiadać stromych podejść, pęknięć, a ponadto umożliwić bezpieczny przejazd wózka dziecięcego, roweru, czy wózka dla niepełnosprawnych, którego ciężar może wynosić nawet 250 kg [15]. Zatem niezbędny okazuje się taki dobór materiałów i grubości przekrojów konstrukcji tymczasowych ramp i podjazdów, aby pod obciążeniem ciężkich wózków elektrycznych oraz oddziałującej w przypadku drewna wilgoci, nie ulegały takim odkształceniom, które mogłyby spowodować ich zniszczenie.

Ograniczenia wpływające na bezpieczeństwo podczas przekraczania jezdni przez pieszych stanowią czynniki takie, jak: brak widoczności, zepsute urządzenia aktywujące cykl sygnalizacji, duże natężenie ruchu samochodowego, niedostosowanie do użytkowania przez osoby niepełnosprawne oraz w podeszłym wieku, zbyt krótki cykl sygnału zielonego, niedostępność legalnych przejść, brak elementów stanowiących wyraźną granicę pomiędzy krawędzią chodnika a jezdnią [10]. Dodatkowo niebezpieczeństwo stanowią szerokie ciągi komunikacji samochodowej, których przekroczenie wiąże się z pokonaniem długich przejść dla pieszych. Przechodnie nie są w stanie poprawnie ocenić możliwości wkroczenia na jezdnię, gdyż pokonanie trzy- lub czteropasmowych



ulic, bez przestrzeni dzielącej, w postaci azylu, jest na tyle czasochłonne, iż sytuacja drogowa wokół przejścia ulega wielokrotnym zmianom [8].



Rys. 6. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa wynikające z eksploatacji przejść dla pieszych

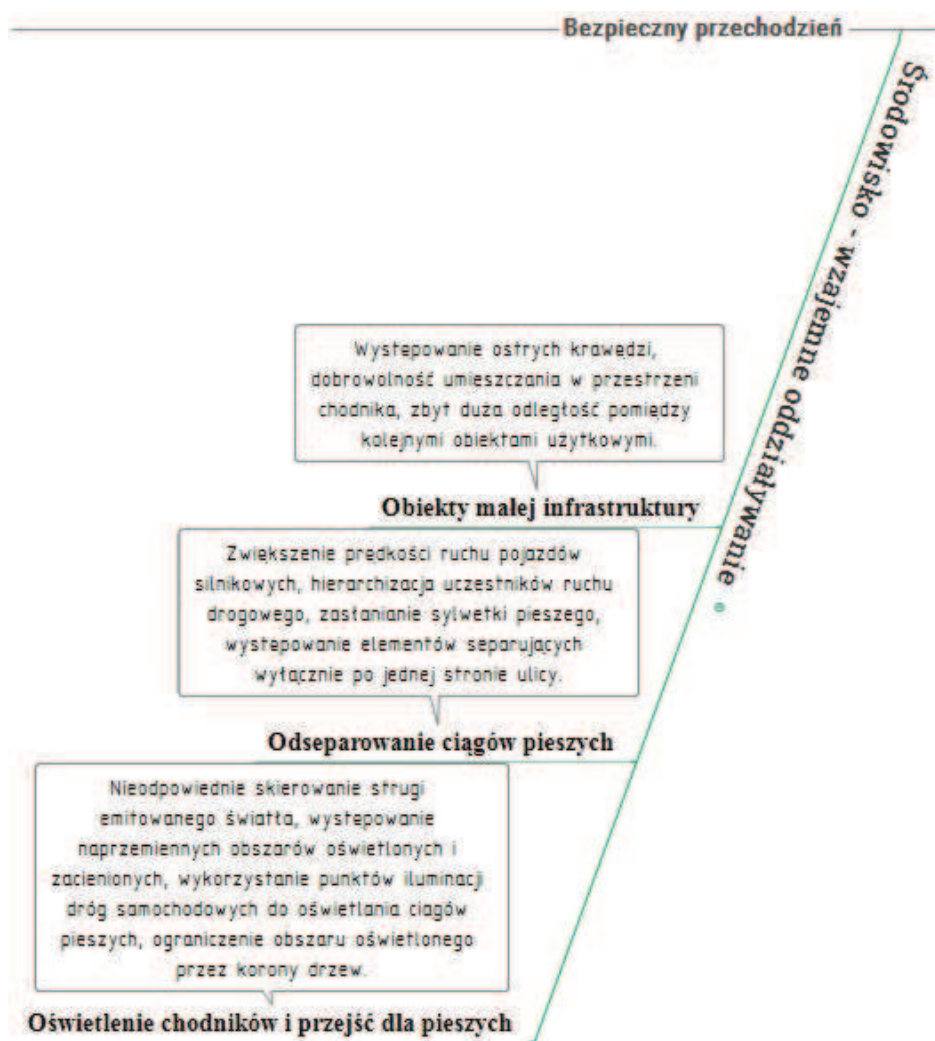
Rozpatrując zagadnienia związane z zagrożeniami w ruchu pieszym, należy uwzględnić zagrożenia wynikające z doboru rodzaju nawierzchni.



Rys. 7. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa wynikające z doboru rodzaju nawierzchni przeznaczonej na budowę chodnika

W przestrzeni miejskiej zaleca się stosowanie wyselekcjonowanych materiałów, określonych dla poszczególnych ciągów, funkcji przestrzeni, równocześnie nadając priorytet dla ruchu pieszego, w wyniku zniesienia wyraźnych granic pomiędzy chodnikiem a ulicą oraz propagując walor informacyjny, określający przebieg ciągu komunikacyjnego, w wyniku zastosowania odmiennych, kontrastujących odcieni czy struktur [14]. Eksploatowana przez przechodniów nawierzchnia pasa ruchu pieszego, wydzielonego z powierzchni chodnika, musi umożliwiać jednoznaczny identyfikację przebiegu ciągu dedykowanego niechronionym użytkownikom dróg [4], która zaakcentuje miejsca występowania kolizji z innymi uczestnikami ruchu na skutek przecięcia jej powierzchni pasami ostrzegawczymi wyposażonymi w elementy dotykowe, równocześnie eliminując konieczność stosowania różnic wysokości poziomów pomiędzy jezdnią, a chodnikiem, a zatem ułatwiający przeprawę osobom starszym i niepełnosprawnym. Warto podkreślić, iż pasy sygnałowe należy stosować w postaci elementów kontrastujących względem ciągu pieszego, poprzez zaadaptowanie kolorów, których różnica współczynnika odbicia światła wyniesie przynajmniej 70%, a szerokość obszaru ostrzegawczego będzie osiągała minimum 60 cm, gdyż taka rozpiętość, wyklucza możliwość ominięcia powierzchni sygnałowej na skutek postawienia umiarkowanej długości kroku oraz stanowi, wyraźny i niebagatelizowany przez pieszych, symbol odbierany w sposób równoważny do znaku stop. Zastosowany w konstrukcji chodników budulec musi zapewniać szorstkość uniemożliwiającą poślizgnięcie się przechodnia w każdych warunkach atmosferycznych oraz charakteryzować się przyczepnością względem różnych przedmiotów kontaktowych, używanych w procesie przemieszczania się przechodniów. Równie istotna okazuje się trwałość zastosowanej nawierzchni, gdyż musi ona zakładać okres eksploatacji wynoszący co najmniej 20 lat.

Wyposażenie dróg dedykowanych przechodniom w obiekty małej architektury, wiąże się z analizą każdej ich części składowej pod względem występowania w jej konstrukcji elementów mogących narazić osobę eksploatującą oraz przechodniów na uraz. Powszechnie stosowane na terenie miasta Częstochowa elementy wygradzające ruch pieszy od ciągów samochodowych i tramwajowych, występujące w postaci biało-czerwonych barier łańcuchowych i pomalowanych na żółto przęsł ogrodzeniowych, mogą przyczynić się do zwiększenia prędkości ruchu pojazdów silnikowych, gdyż kierowcy doświadczają poczucia trwałego odseparowania od chodników, nadającego pierwszeństwo ich ruchowi, wykluczając, w ich rozumieniu, możliwość zaistnienia przemieszczeń innych użytkowników dróg z przestrzeni obszaru wygradzonego, co w efekcie może wiązać się z niedostrzeżeniem, na skutek zasłonięcia przez elementy separujące, przechodniów przekraczających jezdnię.



Rys. 8. Fragment diagramu Ishikawy ukazujący zagrożenia bezpieczeństwa wynikające z różnorodnego wyposażenia ciągów pieszych

Należy również zwrócić uwagę, iż stosowanie ogrodzeń wzdłuż ciągów rowerowych może przyczynić się do upadku cyklisty w wyniku zaczepienia kierownicą o słupki przesł. Również elementy oświetlenia, zamontowane na wysokości linii wzroku człowieka [15], mogą oślepić przechodniów, bądź, powodując ich olśnienie, wpłynąć na zdolność dostrzegania niebezpieczeństw. Jednak naczelnym zagrożeniem, związanym z brakiem bądź niewłaściwym sposobem oświetlenia, jest przekraczanie miejsc przejścia dla pieszych w wa-

runkach sztucznej iluminacji, które, poprzez tworzenie naprzemiennie występujących obszarów oświetlonych i zacienionych, sprawiają przechodniom złudne wrażenie, iż są oni dostrzeżeni przez kierującego pojazdem silnikowym [8].

## Podsumowanie

Wykorzystanie diagramu Ishikawy jako narzędzia badawczego umożliwiło przeprowadzenie szczegółowej analizy przyczyn różnych zagrożeń pojawiających się w ruchu pieszych w środowisku miejskim. Pozwoliło na ich bieżącą systematyzację oraz utworzenie hierarchii określającej skalę ryzyka, jakie niesie za sobą dany czynnik. Poprzez ilość zdefiniowanych przyczyn, ukazanych na diagramach zaprezentowanych w formie prostokątnych dymków, można określić źródło zagrożeń (o różnym stopniu znaczenia), względem którego, sugerowano działania zapobiegawcze bądź modernizacyjne. Ponadto graficzna forma prezentacji diagramu umożliwiła spostrzeżenie podobnych, a nawet identycznych czynników zagrożeń zdefiniowanych w różnych grupach kategorii. Należy zwrócić uwagę, iż diagram Ishikawy umożliwia również identyfikację przyczyn ukrytych, które ujawniają się w procesie prowadzonej analizy, jako domniemane powiązania, skonkretyzowane przez ludzi o dużej wiedzy specjalistycznej z danego zakresu. Zatem zastosowanie tej metody poza organizacją znajduje swoje uzasadnienie w uzyskanych rezultatach.

## Literatura

- [1] *Abu Dhabi Urban Street Design Manual 2030*, Wyd. Otak International, Abu Dhabi 2015
- [2] Beim M., *Bariera chaosu przestrzennego*, [w:] Ł. Malinowski (red.), *Biała Księga Mobilności*, Stowarzyszenie Transportu Publicznego, 2014, s. 13.
- [3] Bohatkiewicz J., *Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych*, Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego „EKKOM”, Kraków 2008, s. 8
- [4] Brzeziński A., *Poradnik organizacji przestrzeni ulic w obszarach śródmiejskich*, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2013.
- [5] Brzeziński A., *Strategia rozwoju systemu transportu pieszego*, Wyd. TransEko, Warszawa 2011.
- [6] Chachulski M., *System sterowania ruchem w kontekście oczekiwań różnych grup uczestników ruchu drogowego*, Klub Inżynierii Ruchu – Informacja, Nr 84, czerwiec 2015, s. 63–65.

- [7] Grunt-Mejer J., *Problemy pieszych w polskich miastach*, [w:] Ł. Malinowski (red.), *Biała Księga Mobilności*, Stowarzyszenie Transportu Publicznego, 2014.
- [8] Jamroz K., *Ochrona pieszych*, Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Gdańsk, Kraków, Warszawa 2014.
- [9] Khanna T., *Street Design Guidelines*, UTTIPEC - New Delhi Development Authority, New Delhi 2010.
- [10] Mcmillen B., *Designing Sidewalks and Trails for Access. Part II of II*, Wyd. Federal Highway Administrator, Washington 2001
- [11] *Pedestrian planning and design guide*, NZ Transport Agency, New Zealand 2009.
- [12] Pluta K., *Ruch pieszy i dostępność - główne wyznaczniki przyjaznych przestrzeni publicznych*, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, zeszyt 14/107, Kraków 2010.
- [13] *Traffic Management Guidelines*, Department of Transport, Tourism and Sport, Dublin 2003
- [14] Varadkar L., *Design Manual for Urban Roads and Streets*, Minister for Transport, Tourism and Sport, Dublin 2013.
- [15] Wysocki M., *Standardy dostępności dla miasta Gdyni*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2013.