

WYKŁAD 2

AERODYNAMIKA STRUKTUR

URBANISTYCZNYCH



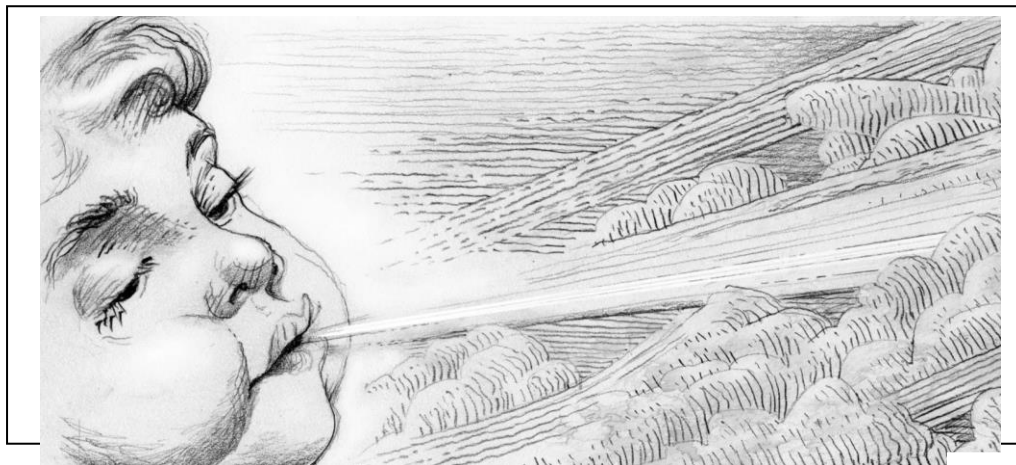
<https://prezi.com/11re8e-y7v4i/komfort-wiatrowy-przechodniow>

ZAGADNIENIA DOTYCZĄCE WIATRU W POZIOMIE PRZECHODNIA

WIATR

- Wynika z różnicy temperatur, które skutkują powstawaniem stref o niskim i wysokim ciśnieniu
- Gradienty ciśnienia i temperatury, siły bezwładności i siła Coriolisa powodują ruchy sferyczne na dużych wysokościach (powyżej 1000m)
- W warstwie przyziemnej wpływ tarcia staje się coraz większy, natomiast siła Coriolisa wynikająca z obrotu jak również siły odśrodkowe tracą na znaczeniu

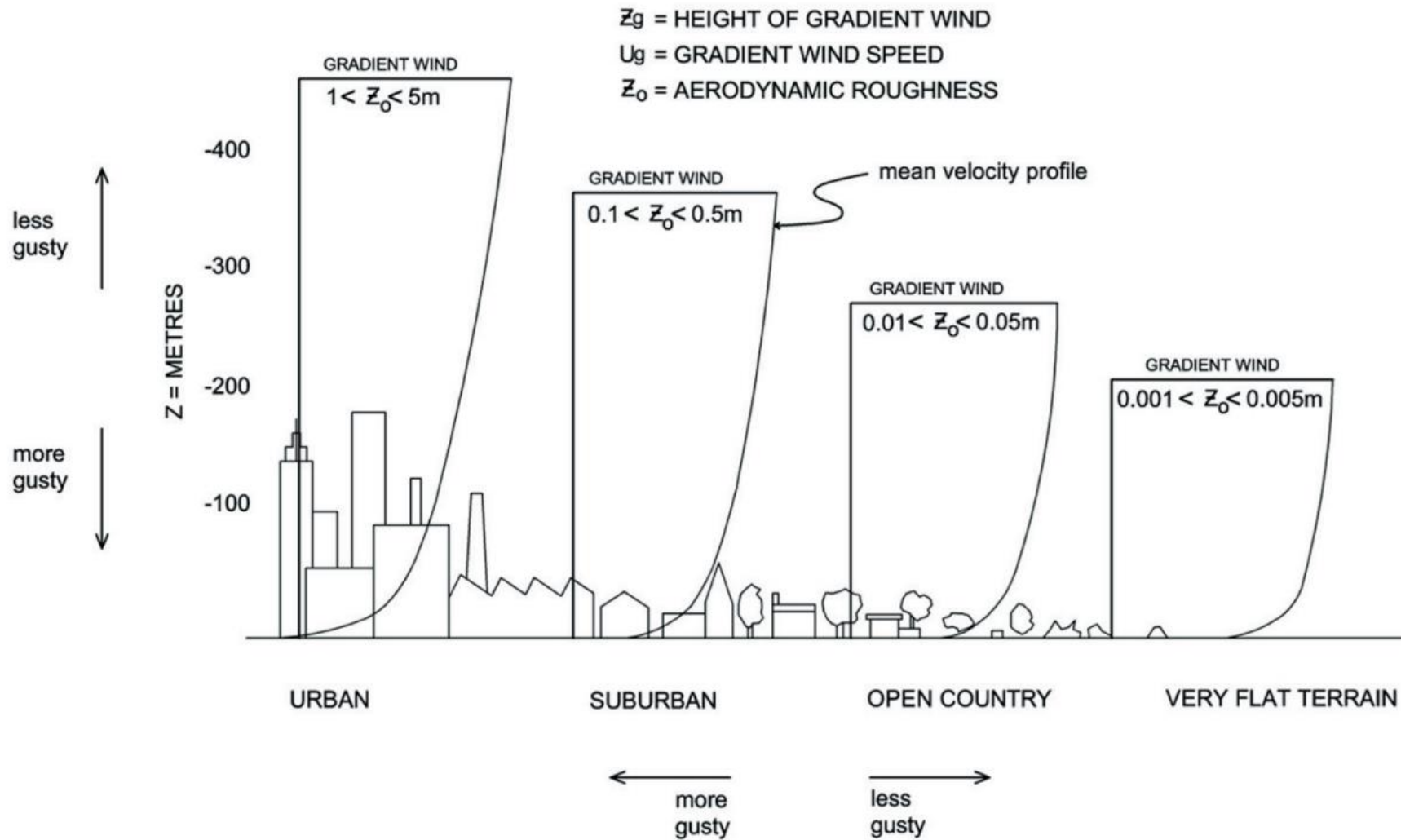
WIATR



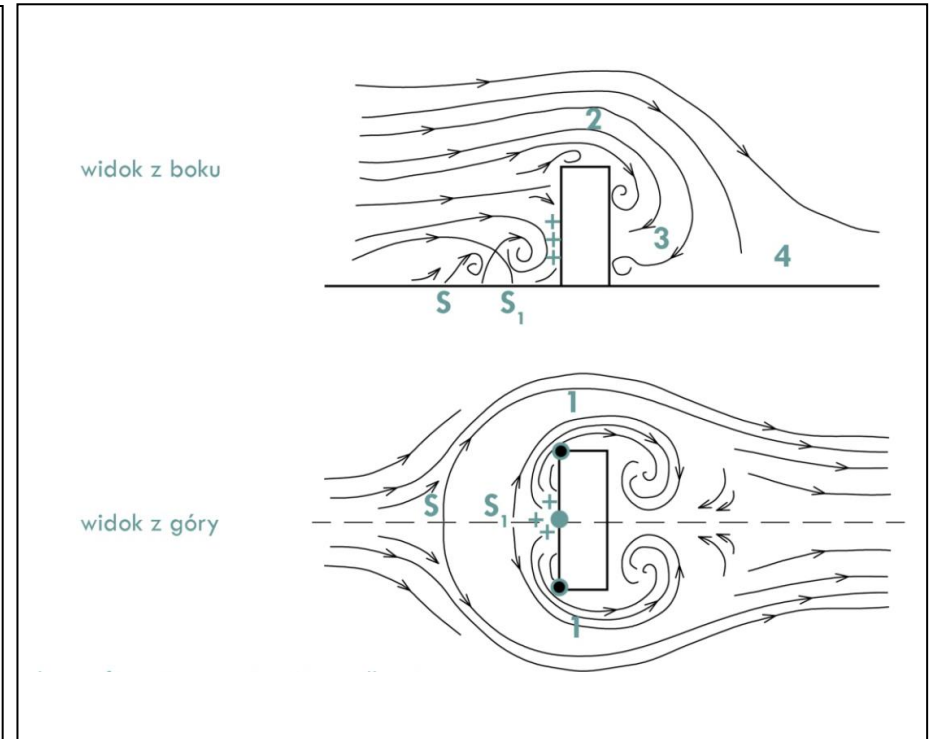
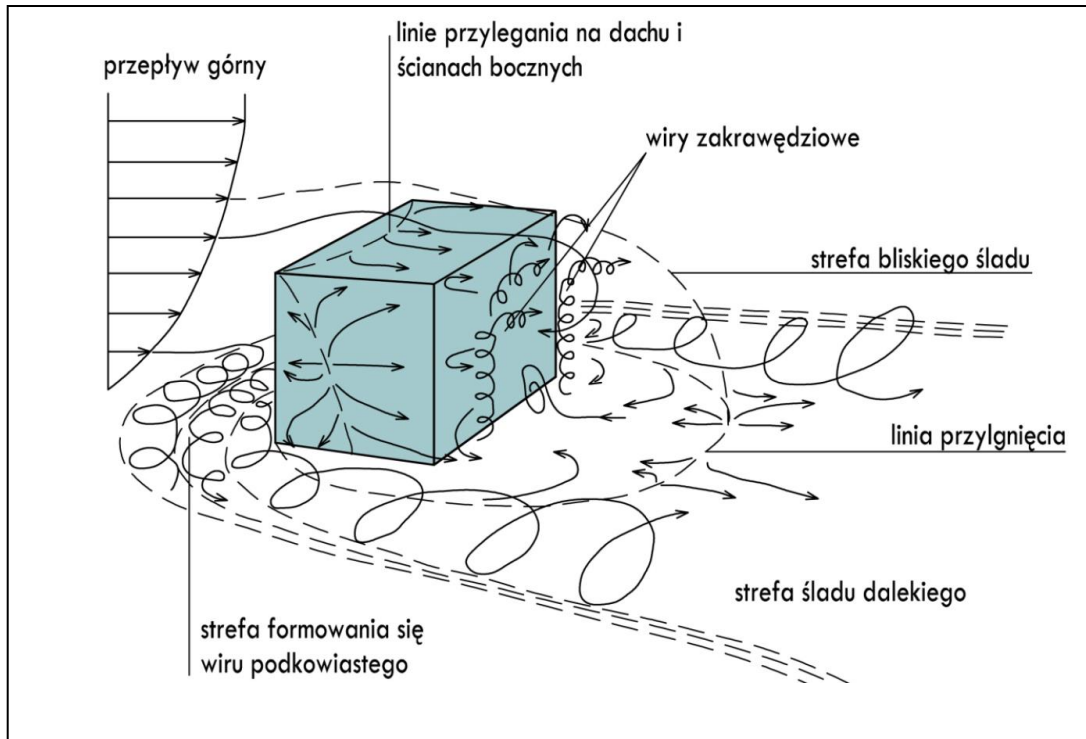
<https://www.architekturaibiznes.pl/miasto-i-wiatr>

- Pionowe gradienty temperatury i wilgotność w pobliżu powierzchni ziemi silnie wpływają na ruchy pionowe powietrza i są odpowiedzialne za huragany, tornada i silne burze z piorunami
- Na ruch powietrza w małej i średniej skali ma duży wpływ ukształtowanie terenu, przeszkody stworzone przez człowieka (wszelkiego rodzaju budowle w tym miasta w dużej skali) oraz szorstkość terenu (obszary zielone)

PROFIL PRĘDKOŚCI WIATRU I PORYWISTOŚĆ W ZALEŻNOŚCI OD CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI Z_0



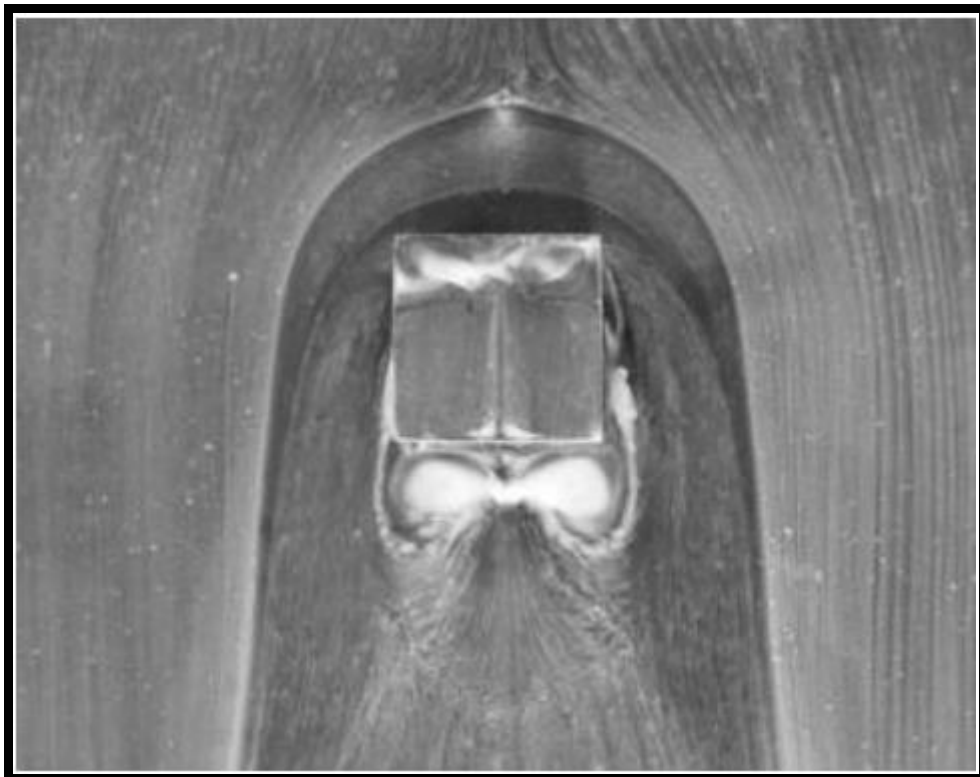
OPŁYW BRYŁY PROSTOPADŁOŚCIENNEJ



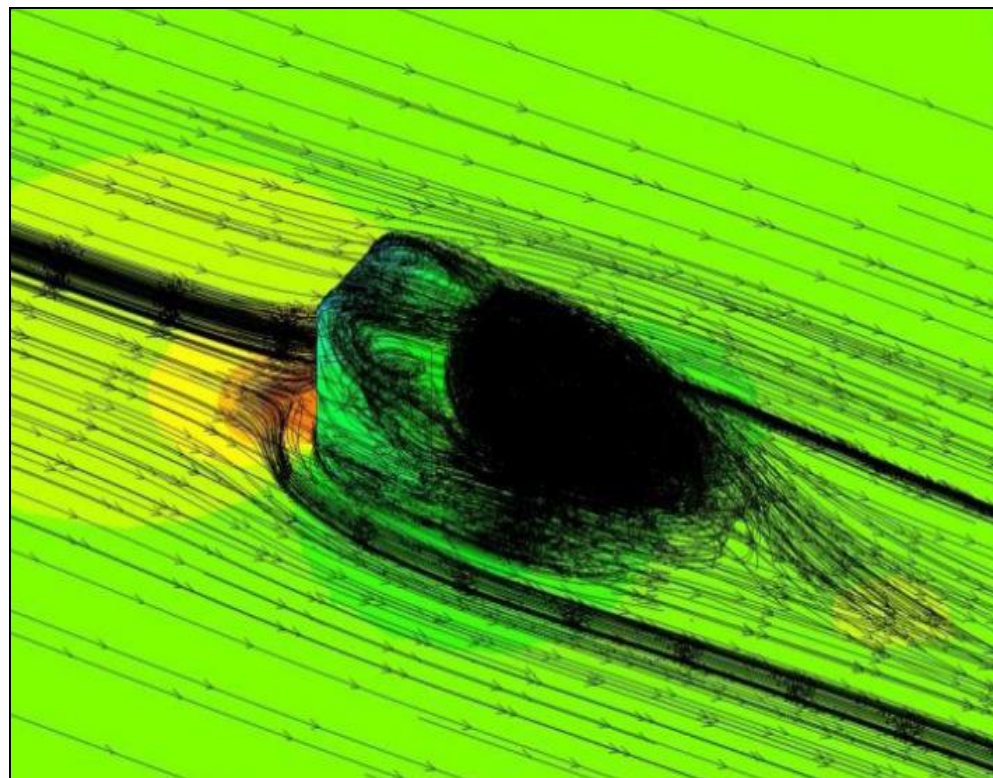
1. Obszar formującego się wiru podkowiastego
 2. Przepływ górny
 3. Rejon śladu bliskiego
 4. Rejon śladu dalekiego
- “S” pierwotny punkt separacji, “S1” wtórny punkt separacji
 ● punkt spiętrzenia ● punkt oderwania + strefa dużego ciśnienia

Źródło: Hosker R.P., Flow around isolated structures and building clusters, a review. ASHRAE Transactions 91, 2B (1985) pp.1672-1692

OPLYW BRYŁY PROSTOPADŁOŚCIENNEJ W EKSPERYMENCIE I OBLICZENIU NUMERYCZNYM



Wizualizacja olejowa opływu bryły
prostopadłościennej



Linie prądu uzyskane z obliczeń
numerycznych

GŁÓWNE CELE BADAŃ DOTYCZĄCYCH STREFY PRZECHODNIA

- **Ochrona przed gwałtownymi przyspieszeniami wiatru dla konkretnych układów geometrycznych (np. otoczenie budynków wysokościowych, przewężenia w zabudowie, długie, szczelnie zabudowane ulice, narożniki, załamania linii zabudowy)**
- **Zapewnienie właściwej wymiany powietrza w przestrzeniach miejskich**

Stagnacja powietrza znacząco pogarsza mikroklimat przestrzeni miejskich

- **Wpływa niekorzystnie na gospodarkę energetyczną budynków**
- **Nieskuteczna staje się wentylacja naturalna (szczególnie w okresie letnim)**
- **Prowadzi do przegrzewania przestrzeni w skali miasta (pogłębia efekt tkz miejskiej wyspy ciepła) i do zalegania zanieczyszczeń powietrza**

PROJEKT RUROS - (REDISCOVERING THE URBAN REALM AND OPEN SPACES)

W latach 2001-2004 realizowano projekt w Europie, którego celem było stworzenie narzędzi do projektowania urbanistycznego, które dostarcza architektom, urbanistom i inżynierom środki do efektywnej oceny budowy nowych budynków i rozwoju miast z ekonomicznej, psychofizycznej i socjologicznej perspektywy komfortu człowieka.

W badaniach były brane pod uwagę następujące czynniki:

- **Odczucie temperatury**
- **Wiatr**
- **Wilgotność względna**
- **Napromieniowanie słoneczne**
- **Jakość powietrza**



<http://alpha.cres.gr/ruros>

ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE W PODSTAWOWYCH TYPAH PRZESTRZENI MIEJSKICH

Ulica

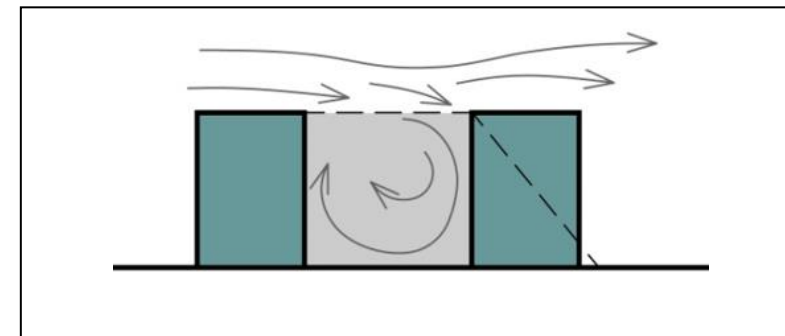
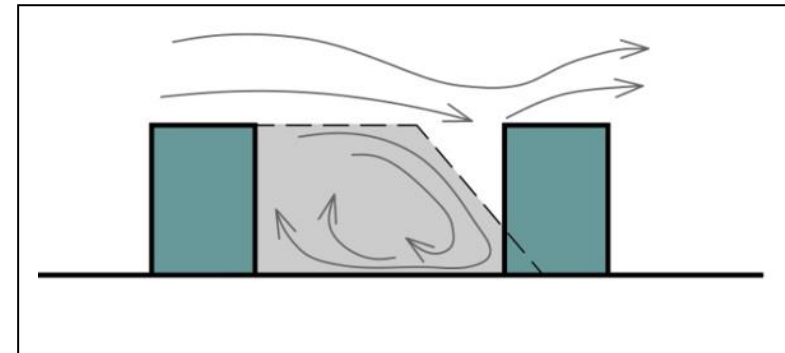
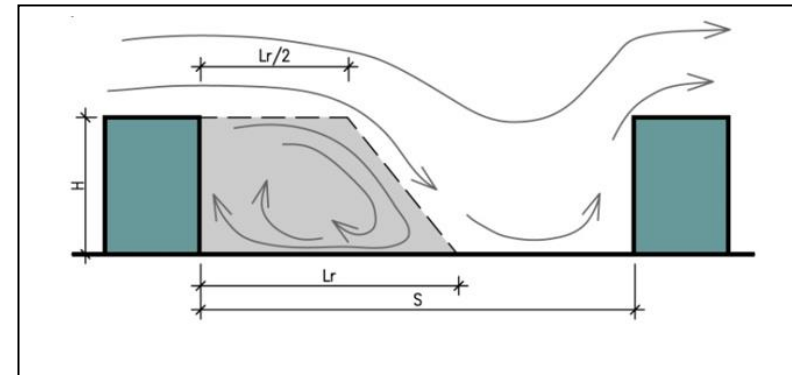
Najbardziej charakterystyczny układ aerodynamiczny powstaje przy wiatrach prostopadłych do ulicy. Wówczas jej przestrzeń dzieli się na dwie strefy: recyrkulacji i wentylacji. **Strefa recyrkulacji** to strefa podciśnienia występująca przy ścianie zawietrznej budynku. Natomiast **strefa wentylacji** znajduje się przy ścianie nawietrznej. Zakres obydwu stref jest zależny od szerokości pomiędzy budynkami.

Gdy odległość między budynkami jest mniejsza niż dolna podstawa trapezu, wentylacja ulicy może być niewystarczająca, gdyż nie sięga podłoża

Dla ulic o szerokości równej lub mniejszej niż górna podstawa trapezu wentylacja ustaje całkowicie.

Według Oke idealnym parametrem dla proporcji kanionu jest $H/S=0.65$

Źródło: Harman, I. N. (2003). The Energy Balance of Urban Areas (Unpublished doctoral dissertation). University of Reading, Reading, UK



ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE W PODSTAWOWYCH TYPAH PRZESTRZENI MIEJSKICH

Plac

Przy znacznych rozmiarach przestrzeni (dotyczy to placów miejskich, rynków i skwerów) nie występuje charakterystyczny dla kanionów ulicznych problem wymiany powietrza. Są one raczej narażone na zbyt intensywne wiatry.

W literaturze (Bottema M.) można odnaleźć wytyczne co do maksymalnych wymiarów placów, wyrażonych wielokrotnością wysokości zabudowy, które pozwalają na ochronę przed nadmiernym wiatrem.

Zestawienie prezentuje poniższa tabela. Odnosi się ona nie tylko do wymiarów, ale także do rodzaju aktywności użytkowników placu (woda, tereny wiejskie, przedmieścia, małe miasto, duże miasto).

Otoczenie	Aktywność użytkowników			
	długi pobyt	krótki pobyt	przechadzka	szybki marsz
duży zbiornik wodny (w odległości 10-20km)	S<7H	S<9H	S<9H	S<9H
teren wiejski	S<9H	S<14H	S<17H	
małe przedmieścia (promień ok.2km)	S<10H	S<17H	-	-
duże przedmieścia (promień > 10-20km)	S<15H	-	-	-
małe miasto (promień ok.2km)	S<15H	-	-	-
duże miasto (promień > 10-20km)	S<19H	-	-	-

Plac w sąsiedztwie otwartych zbiorników wodnych powinien być znacznie mniejszy niż plac w mieście, by gwarantować ochronę przed intensywnym wiatrem.

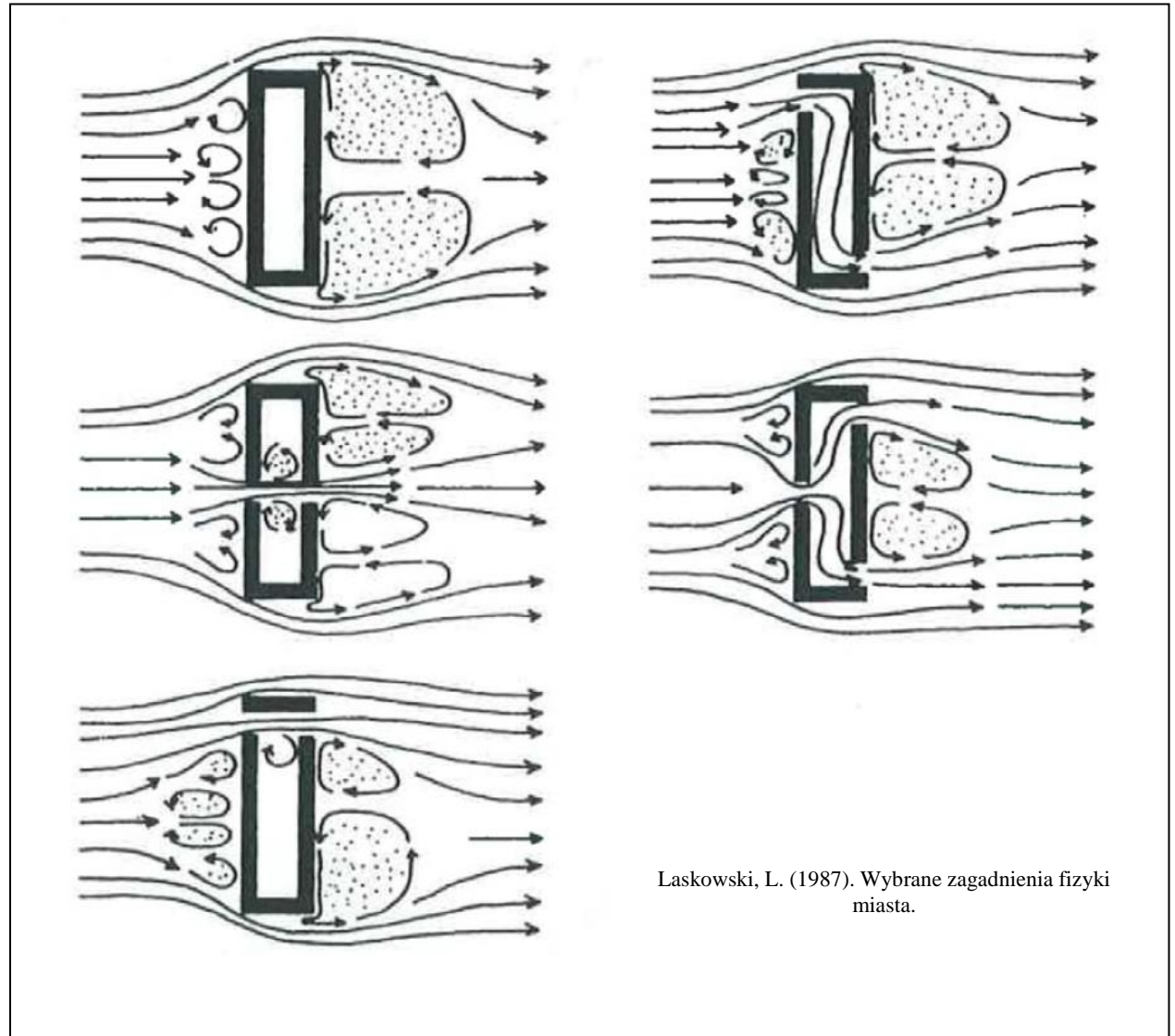
ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE W PODSTAWOWYCH TYPACH PRZESTRZENI MIEJSKICH

Dziedzińce kwartałów

Za szczególny przypadek placu można uznać zazwyczaj mniejsze powierzchniowo dziedzińce w zabudowie kwartałowej.

W tego typu przestrzeniach mogą wystąpić problemy analogiczne jak dla wąskich ulic, ale dodatkowo spotęgowane, gdyż „zamknięcie przestrzeni” następuje nie w jednym ale obu kierunkach.

Dla zintensyfikowania wentylacji duże znaczenie mają przerwy w zabudowie kwartału lub otwory bramne. Ważne są ich wymiary, liczba i rozmieszczenie względem siebie

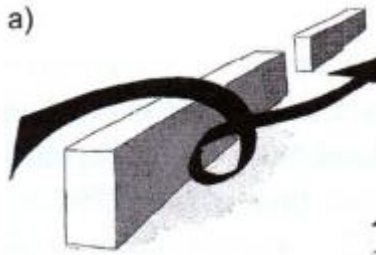


Laskowski, L. (1987). Wybrane zagadnienia fizyki miasta.

ZJAWISKA AERODYNAMICZNE WYSTĘPUJĄCE MIĘDZY BUDYNKAMI

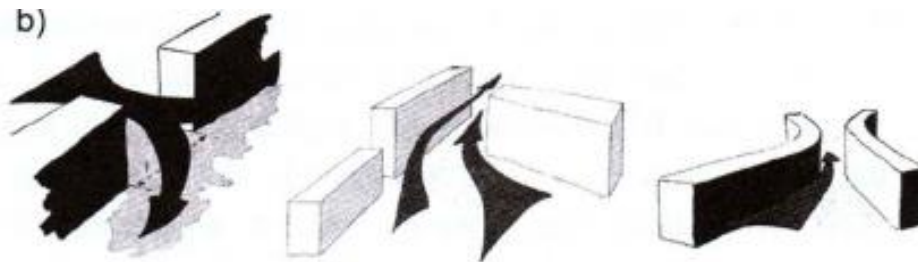
Charakterystyczne zjawiska wokół budynku i układów zabudowy:

- Efekt wydłużonego budynku



Anomalia powstaje, gdy kierunek wiatru utworzy z podłużną osią budynku kąt około 45 stopni. Wtedy większość opływającego budynek powietrza przepływa nad nim i opada po stronie zawietrznej, wywołując zawirowania strugi i wzrost prędkości wiatru.

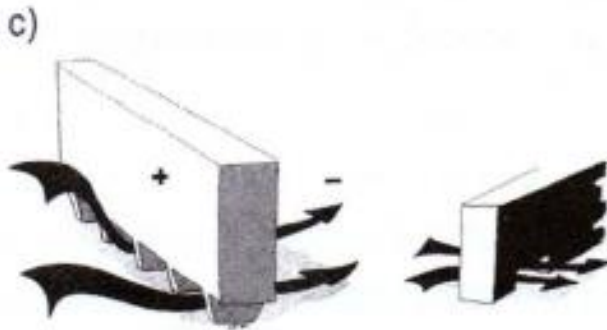
- Efekt przewężenia przepływu



Anomalia powstaje wówczas, gdy szerokość wylotu jest 2- 3 krotnie mniejsza od szerokości wlotu. U wylotu tworzy się strefa lokalnie podwyższonej prędkości

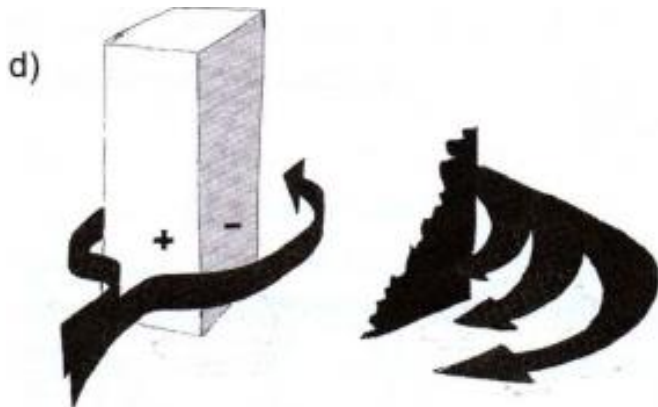
ZJAWISKA AERODYNAMICZNE WYSTĘPUJĄCE MIĘDZY BUDYNKAMI

- **Efekt otworu**



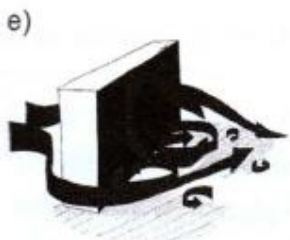
Anomalia powstaje wówczas, gdy kierunek wiatru jest równoległy do osi pasażu. Przepływające powietrze tworzy u wylotu strumień, gdzie następuje lokalny wzrost prędkości przepływu

- **Efekt naroża**



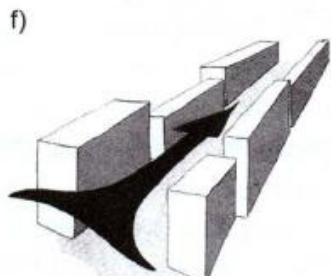
W obszarach wokół rogów budynków wytwarza się strefa o podwyższonej prędkości wiatru. Efekt naroża ma związek z połączeniem przy rogu budynku nadciśnienia od strony nawietrznej i ssania po stronie zawietrznej

- **Efekt zawirowań w śladzie aerodynamicznym**



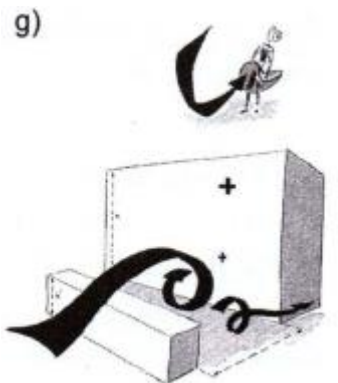
Zawirowanie tworzy się zawsze po stronie zawiętrznej budynku gdzie ciśnienie jest znacznie niższe niż po stronie nawietrznej

- **Efekt kanału**



Efekt taki pojawia się wtedy, gdy szerokość ulicy jest mniejsza od trzykrotnej wysokości budynków. Gdy pojawiają się wiry dyskomfort jest odczuwalny za całej długości zabudowy

- **Efekt splywającego wiru**



Efekt taki pojawia się, gdy dwa budynki o wyraźnie różnych wysokościach sąsiadują ze sobą w zbyt małej odległości.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM

Wiatry są zazwyczaj przyspieszane na poziomie pieszych wokół wysokich budynków.

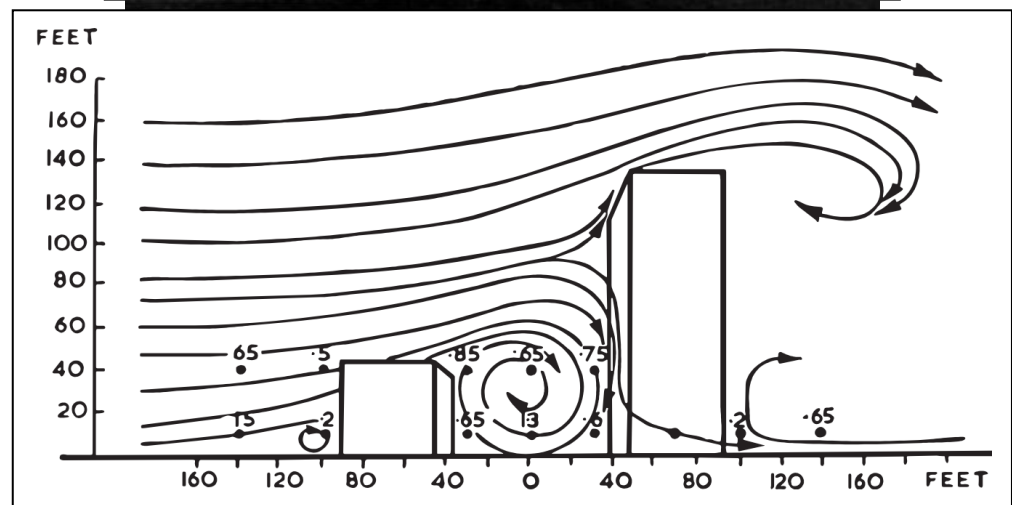
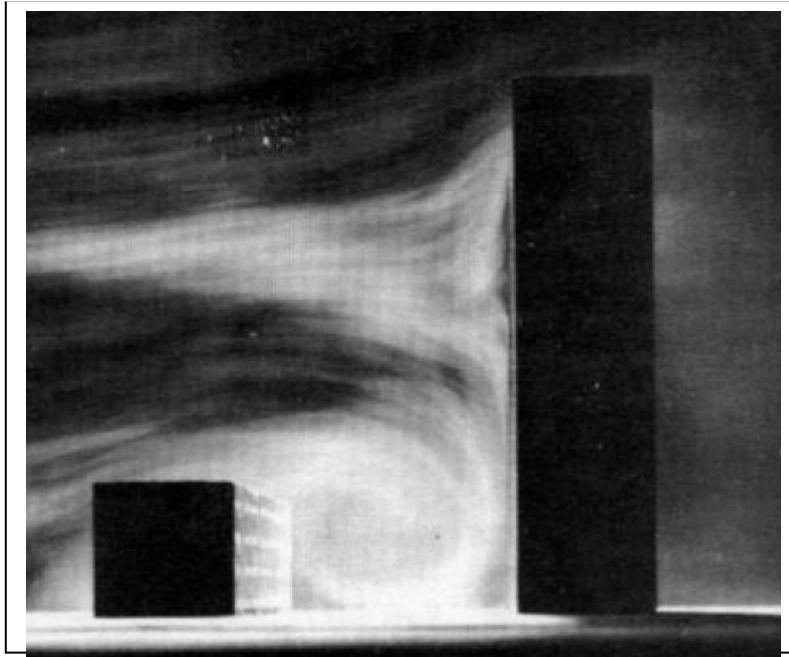
W przypadku prostego, prostokątnego budynku przepływ w warstwie przyziemnej powoduje przepływy opadające w kierunku poziomu ulicy. Są one wywołane różnicą ciśnień powstałą w wyniku różnic prędkości między wyższymi i niższymi poziomami.

Ten opadający przepływ jest znaczący, gdyż ciśnienie jest proporcjonalne do kwadratu prędkości (równanie Bernoulliego), a siła tego przepływu wzrasta wraz z wysokością budynku.

Jednak budynki będą wywoływać wysokie prędkości wiatru na niższych poziomach tylko wtedy, gdy znaczna ich część jest wystawiona na bezpośrednie działanie wiatru.

W rzeczywistości to właśnie bezpośrednie narażenie na działanie wiatru a nie sama wysokość jest przyczyną problemu.

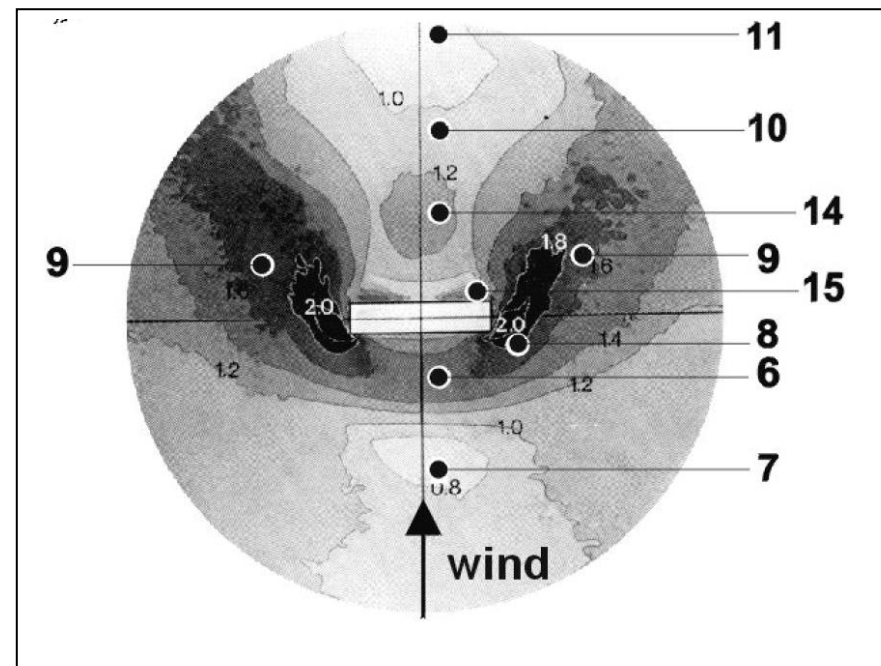
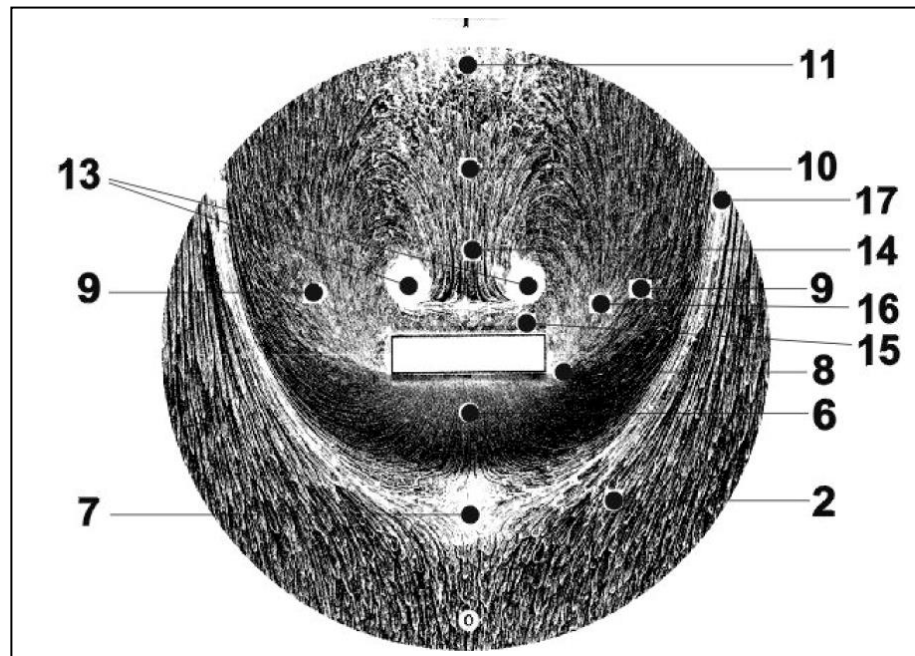
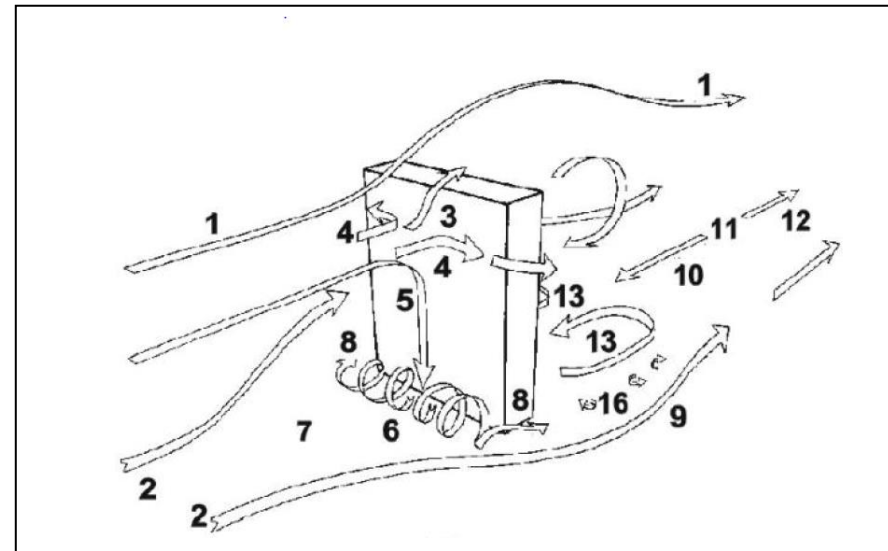
Wise, A.F.E., Sexton, D.E. and Lillywhite, M.S.T. (1965). Studies of Air Flow Round Buildings, The Architects' Journal, 141: (19th May), 1185–1189



WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM

Wysoki budynek koncentruje wiatr u podstawy, szczególnie przy narożach, gdzie powietrze schodzące w dół jest przyspieszane w ruchu horyzontalnym.

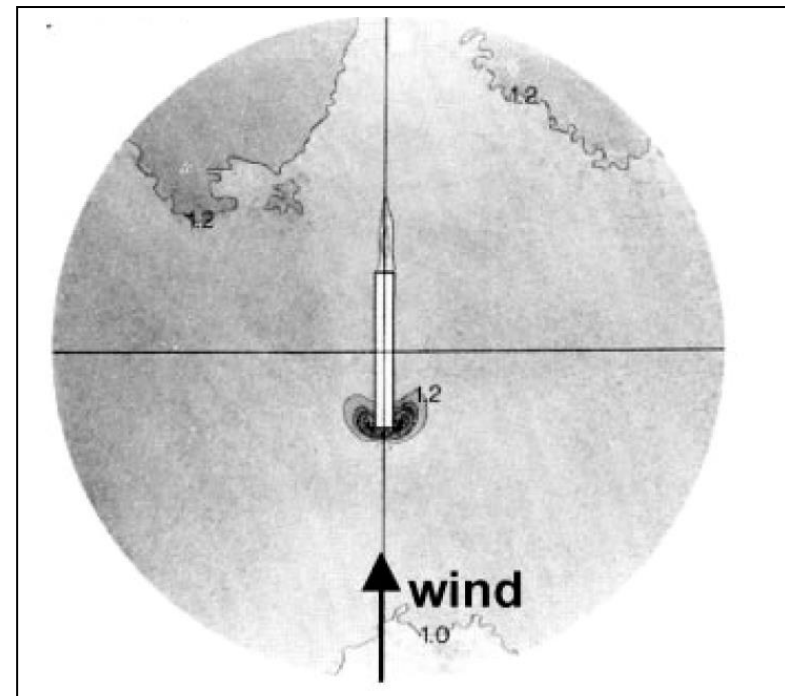
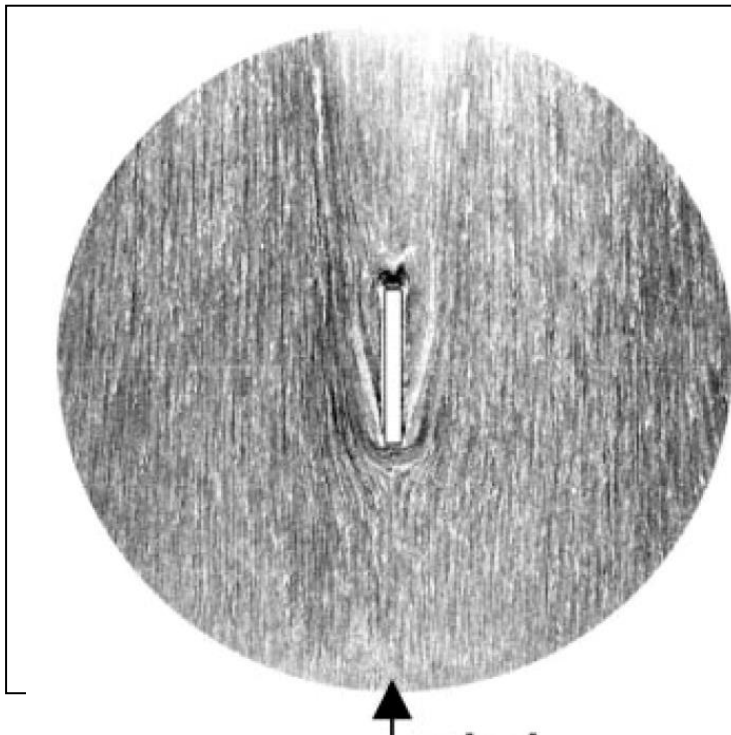
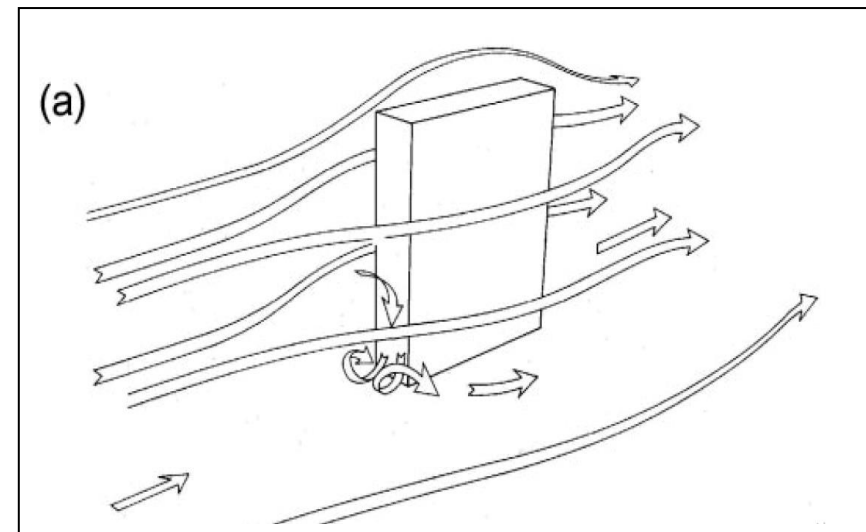
Blocken, B., & Carmeliet, J. (2004). Pedestrian wind environment around building: Literature review and practical examples. *Journal of Thermal Envelope and Building Science*, 28(2), 107–159



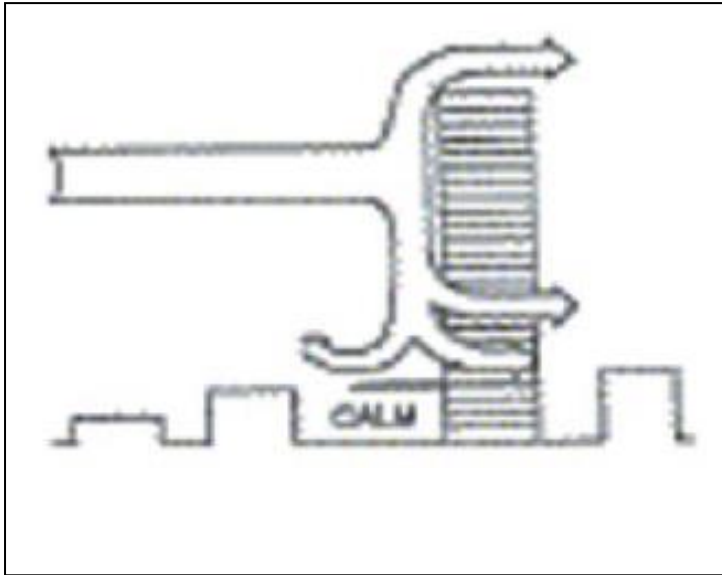
WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZMNIĘSZANIE NIEKORZYSTNEGO ODDZIAŁYWANIA WIATRU

W przypadku napływu powietrza na wąski budynek przepływ jest głównie odchylany na boki z powodu wąskiej nawietrznej fasady. Wir stojący jest prawie nieobecny, a przepływ szybko powraca do normalnego kierunku (mały obszar oddziaływania).

Strumienie narożne mają niewielką powierzchnię, a wysokie wartości szczytowe występują tuż za narożnikami budynków.



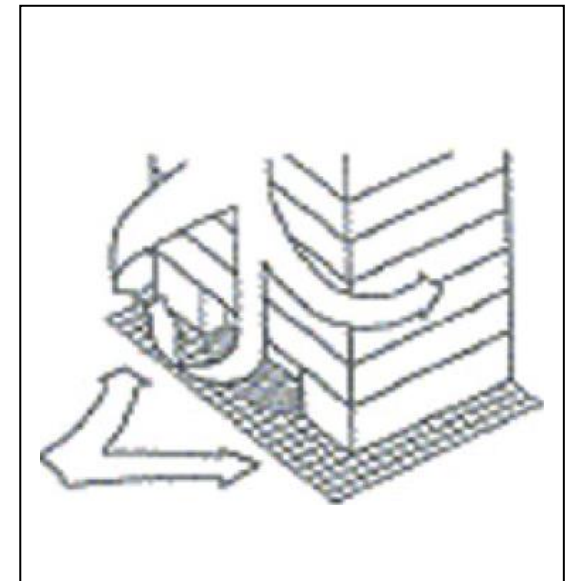
WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM - ZMNIEJSZANIE NIEKORZYSTNEGO ODDZIAŁYWANIA WIATRU



Powietrze schodzące w dół może być odchylane przez odpowiednio duże zadaszenie nad podstawą budynku. Tworzy się wtedy przyjemna strefa wejściowa do budynku



Kombinacja podium/wieża koncentruje wiatr na dachu podium a nie u podstawy.

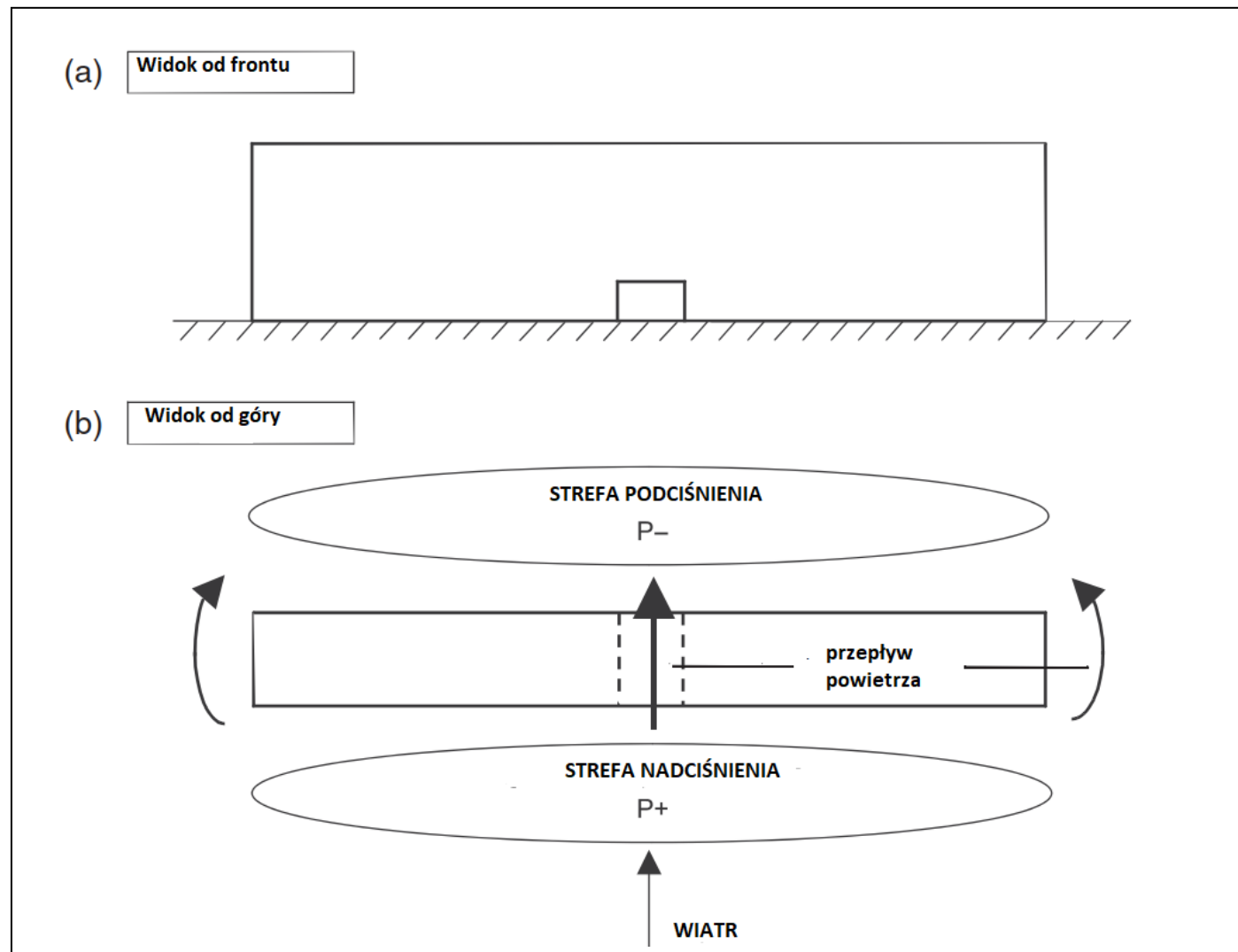


Zagłębione wejścia zapewniają obniżenie prędkości przy drzwiach.

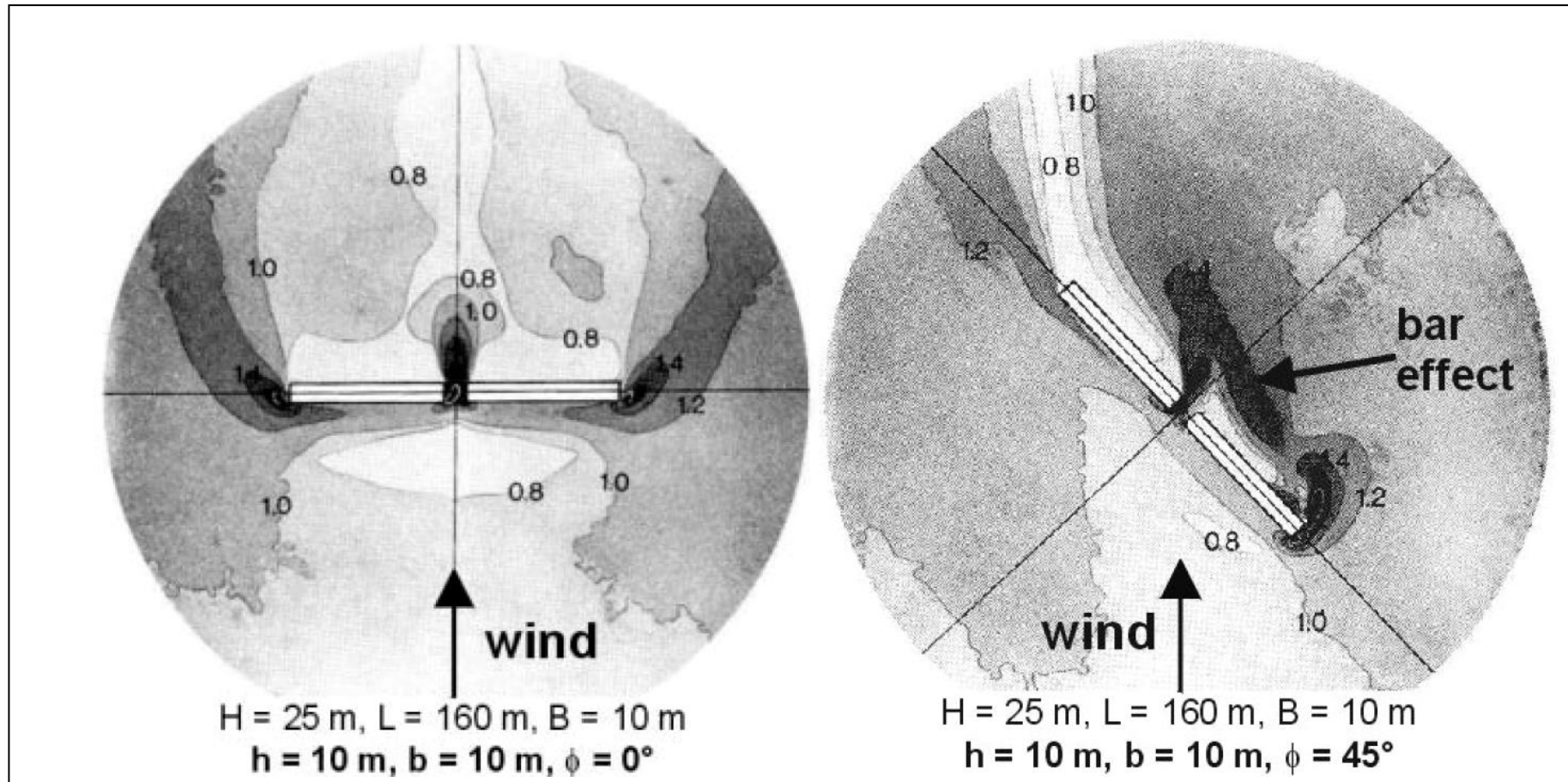
WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – EFEKT OTWORU

Ze względu na różnicę ciśnień pomiędzy fasadą nawietrzną (nadciśnienie) i zawietrzną (podciśnienie) warunki wiatrowe w przejściach bramnych lub pasażach są prawie zawsze niekorzystne.

Strumienie narożne w rzeczywistości są również generowane przez efekt różnicy ciśnień między ścianą nawietrzną i zawietrzną.



WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM



Strumień o mocno zwiększonej prędkości wiatru znajduje się w przejściu i za budynkiem. Największa prędkości występują tuż za wejściem (wzmocnienie do 1.8), ale wysokie wartości utrzymują się wyraźnie w znacznej odległości za budynkiem. W przypadku przepływu pod kątem 45 stopni obserwuje się efekt wydłużenia strefy wzmocnienia. Współczynnik wzmocnienia prędkości dla tego przypadku wynosi od 1.4 do 1.6.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM - ZMNIEJSZANIE NIEKORZYSTNEGO ODDZIAŁYWANIA WIATRU

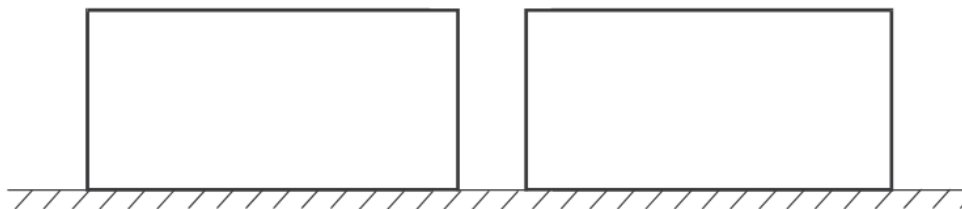
Środki mające na celu poprawę klimatu wiatrowego w przejściach bramnych i pasażach mogą polegać na:

- **umieszczeniu ekranów w przejściu w celu zwiększenia oporu przepływu**
- **zastosowaniu długich rur, kończących się poza strefami nad i podciśnienia w celu zmniejszenia różnicy ciśnień**
- **trwałym zamknięciu przejść**
- **unikaniu w projektach budynków przejść (najprostsze rozwiązanie!)**

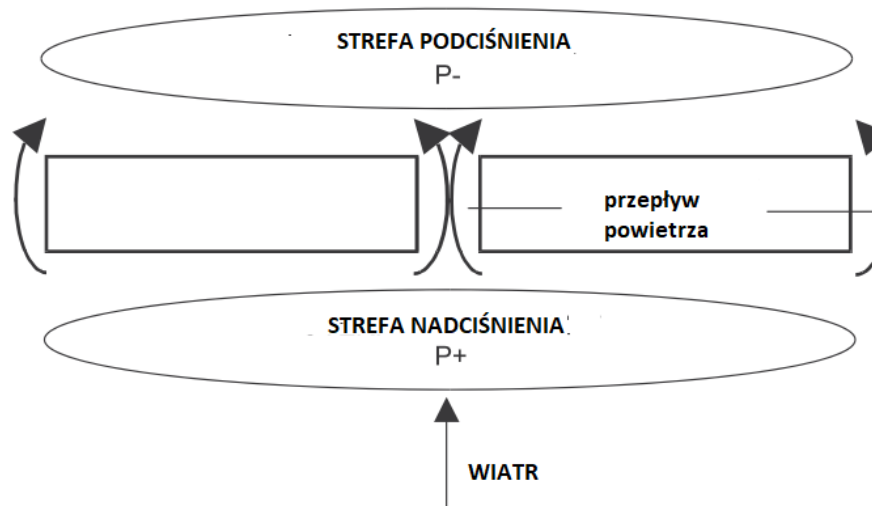
WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – PRZEJŚCIE MIĘDZY BUDYNAKAMI USTAWIONYMI RÓWNOLEGLE

Schematyczne przedstawienie przepływu wiatru na poziomie pieszego dla dwóch równoległych budynków z przejściem pomiędzy nimi. Różnica ciśnień pomiędzy fasadą nawietrzną i zawietrzną przyczynia się do przepływu pomiędzy budynkami oraz przepływu wokół narożników.

(a) Widok od frontu



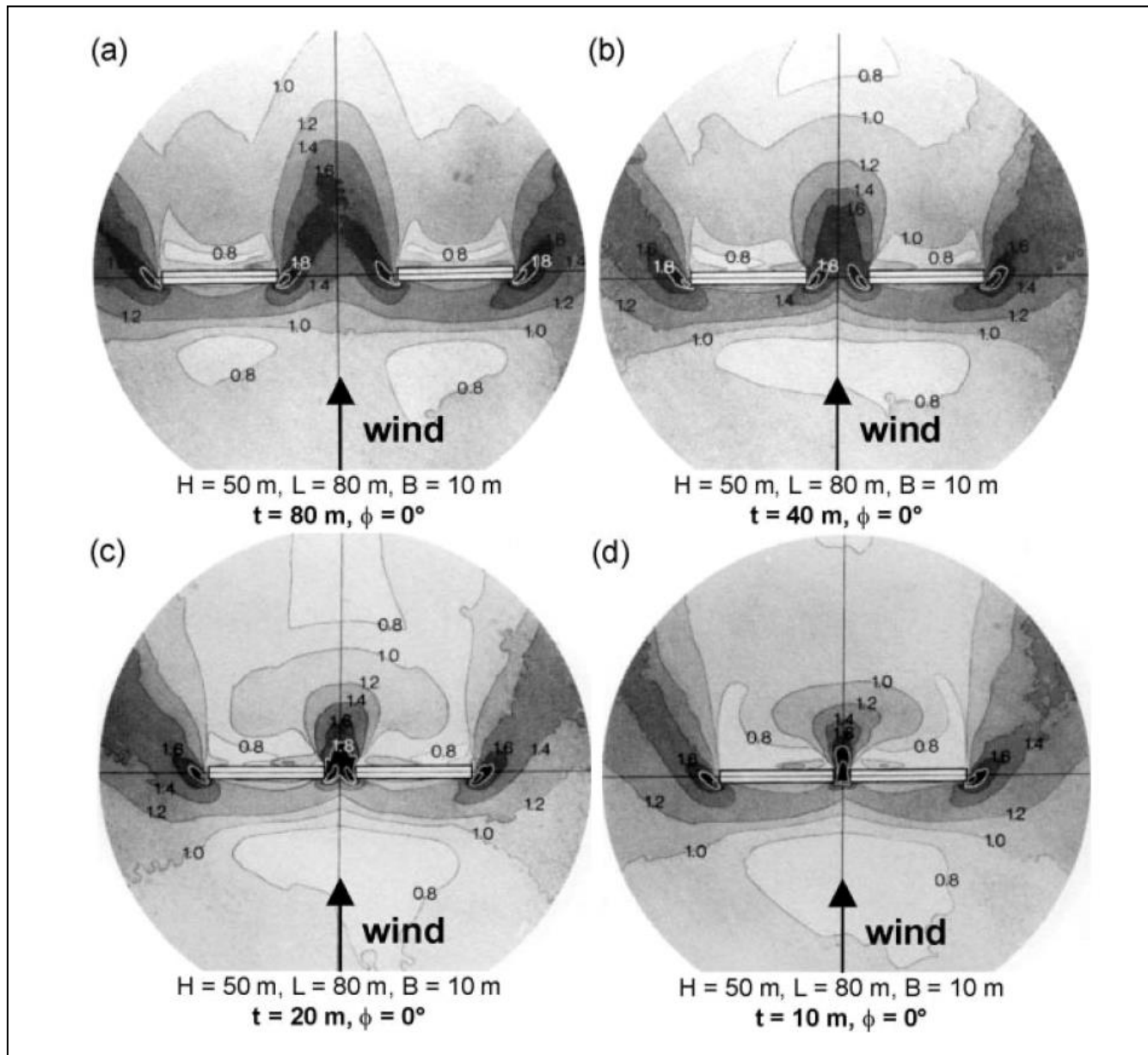
(b) Widok z góry



W przeciwieństwie do przejść przez budynki (typu brama czy pasaż) przejścia między budynkami są wszechobecne.

Szczególnie w przypadku przejść między wysokimi budynkami warunki wietrzne są często uznawane za nieprzyjemne.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – PRZEJŚCIE MIĘDZY BUDYNAKAMI USTAWIONYMI RÓWNOLEGLE



WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – INTERPRETACJA SYTUACJI Z POPRZEDNIEGO SLAJDU

- a) Budynki tylko nieznacznie oddziałują na siebie a przepływ wiatru zachowuje się jak w przypadku przepływu wokół odizolowanego budynku. Dwie oddzielne strefy stagnacji są obecne przed budynkami i obserwuje się dwa oddzielne wiry stojące oraz oddzielne strumienie narożne.**

- b-d) W miarę zbliżania się budynków do siebie interakcja budynków wzrasta. Dwie strefy stagnacji łączą się w jedną dużą strefę, wiry oddziałują na siebie, a strumienie narożne w przejściu łączą się w jeden przepływ. Współczynniki wzmocnienia zmniejszają się, gdy budynki przysunięte są bliżej (szczególnie w strefie za budynkiem), a szczytowe wartości w przejściach nie są wcale wyższe niż w przypadku oddzielnego strumienia narożnego.**

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – PRZEJŚCIE MIĘDZY BUDYNAKAMI USTAWIONYMI RÓWNOLEGLE

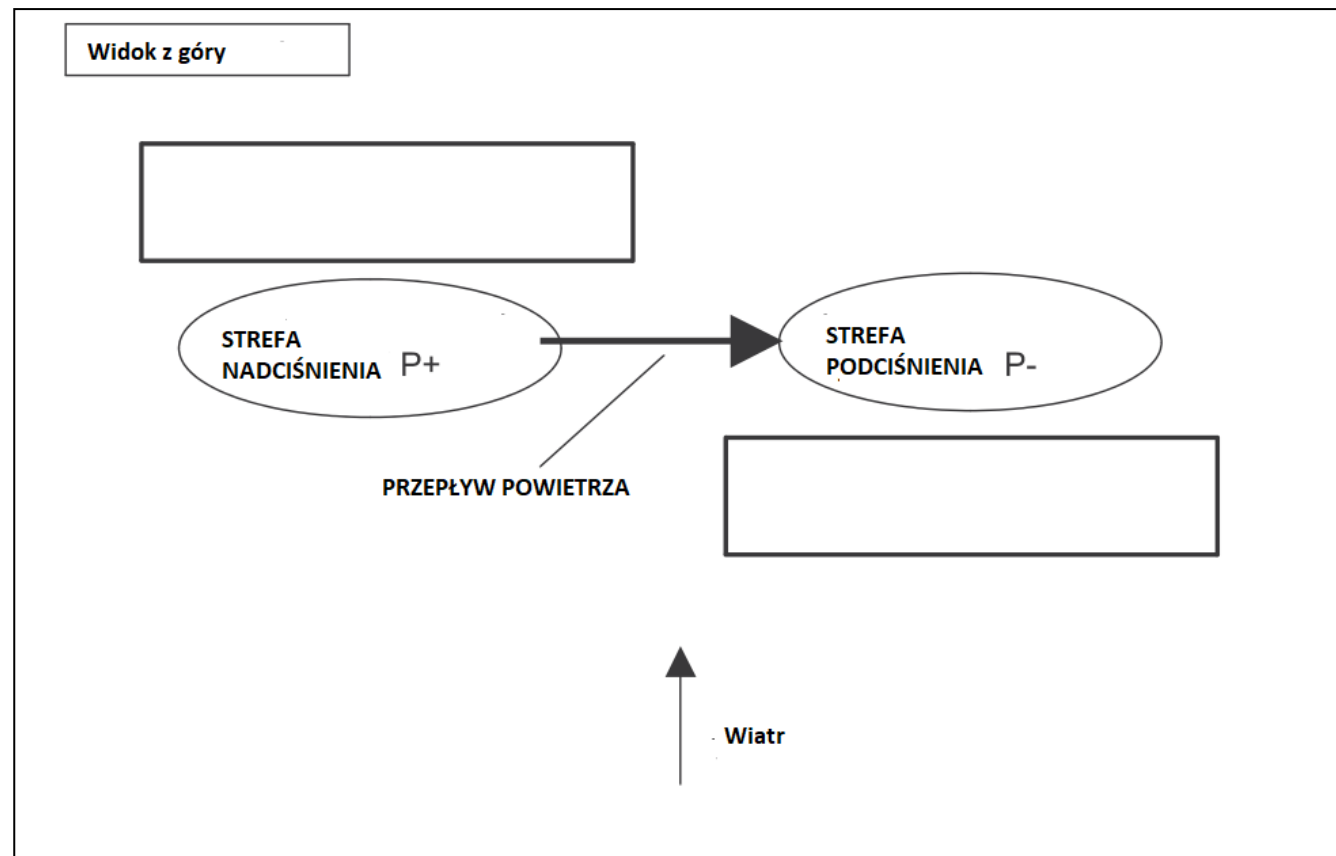
Wnioski:

- **Przejścia między budynkami ustawionymi równolegle wprowadzają „doświadczenie zwiększonej prędkości wiatru”.**
- **W przypadku a) osoby przechodzące przez przejście będą miały tendencję do unikania narożników budynku i w związku z tym nie będą narażone na największą prędkość wiatru.**
- **W miarę gdy szerokość przejścia maleje (przypadki b-d) obszary o największej prędkości wiatru nie mogą być omijane przez osoby korzystające z przejścia. Zatem doświadczenie zwiększonej prędkości wiatru zgłaszana przez osoby korzystające z przejść między budynkami o mniejszych rozmiarach niż w sytuacji a) wynika z faktu, że osoby są zmuszone do poruszania się przez strumienie narożne**

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – BUDYNKI PRZESUNIĘTE RÓWNOLEGLE

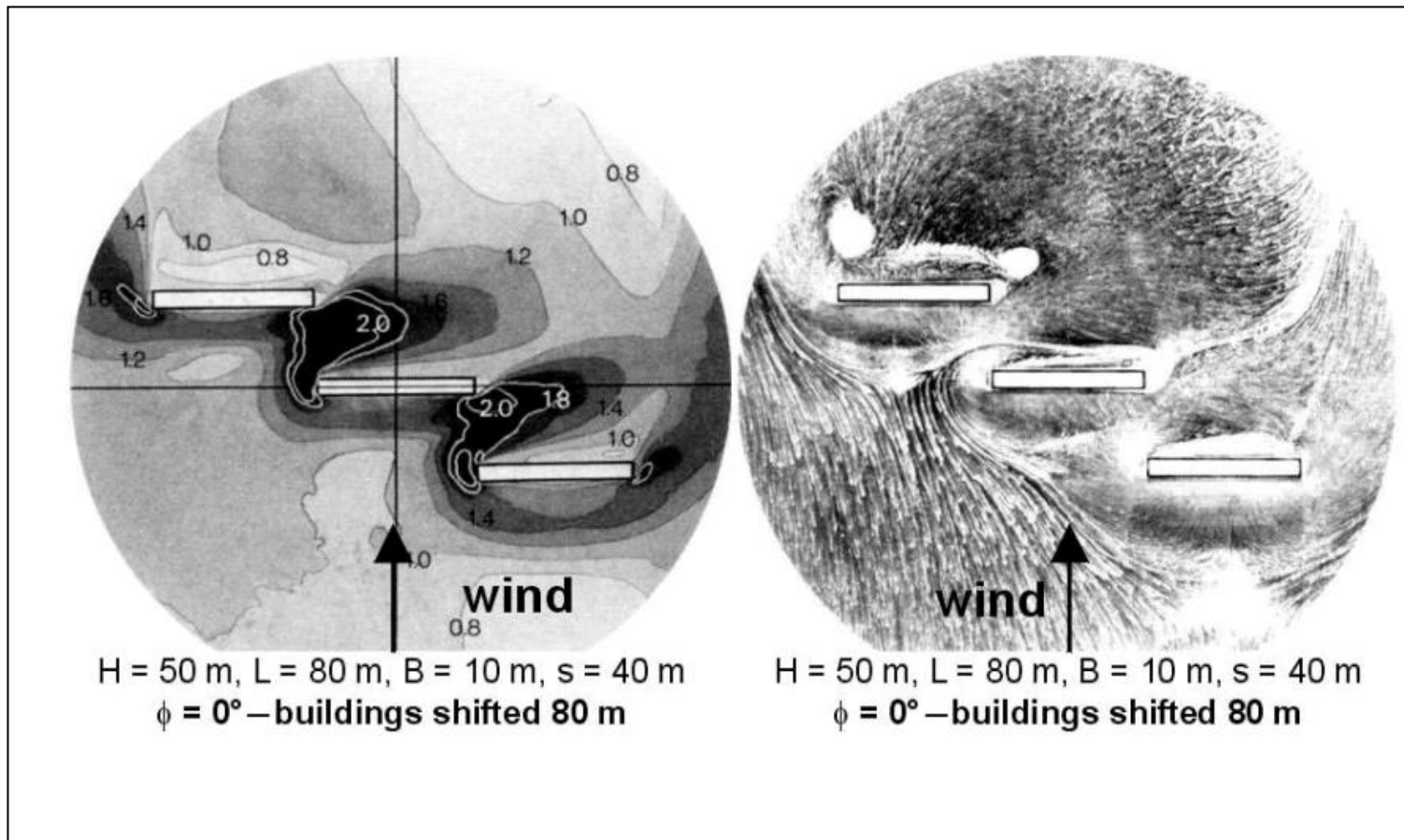
Schematyczne przedstawienie przepływu wiatru dla dwóch równoległych budynków przesuniętych względem siebie.

Przepływ powietrza między budynkami spowodowany jest różnicą ciśnień między strefą nadciśnienia przed nawietrzną fasadą jednego budynku a strefą podciśnienia za zawietrzną fasadą drugiego budynku.



W zależności od kierunku wiatru, przesunięte budynki równoległe mogą powodować poważne różnice ciśnień między elewacją nawietrzną a fasadą zawietrzną. Jeśli to możliwe, należy unikać takich układów.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – BUDYNKI PRZESUNIĘTE RÓWNOLEGLE



Różnica ciśnień może prowadzić do powstania dużych obszarów o bardzo silnych warunkach wiatrowych (lokalny współczynnik wzmocnienia prędkości większy niż 2.0). Układ smug oleju wskazuje, że lokalny przepływ wiatru pomiędzy budynkami pozostaje równoległy do podłużnej fasady w znacznej odległości od budynku.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – KRÓTKIE PODSUMOWANIE DOTYCZĄCE OCHRONY PRZED SILNYM WIATREM

Są dwa typy powodów wywołujących wiatr w środowisku urbanistycznym:

- 1. przepływy idące z góry w dół**
- 2. przepływy przyspieszone horyzontalnie**

W przypadku pierwszych zmniejszenie prędkości można uzyskać przez stosowanie podiów, lub dodatkowych elementów architektonicznych takich jak cofnięcia, balkony itp.

W przypadku drugich prędkość zmniejsza się przez zmiany kształtu narożników budynku, wprowadzenie ochronnych pasów zieleni izolujących od wiatru i rozpraszających wiatr lub zastosowanie porowatych ekranów.

Na poziomie projektu należałoby przemyśleć odpowiednie usytuowanie budynku względem innych przeszkód terenowych oraz najbardziej niekorzystnych wiatrów.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

Tabela pokazuje tradycyjną skalę Beauforta używaną w nawigacji statków w zmodyfikowanej wersji aplikowalnej do regionów lądowych dla wysokości reprezentatywnych dla pieszych. Przedstawia mechaniczny wpływ wiatru o różnych prędkościach na ludzkie ciało

Prędkość wiatru jest prędkością mierzoną na wysokości 1.75 m w otwartym terenie. Tabela była tworzona dla stałych prędkości wiatrów (nie podmuchów) uśrednionych w odcinkach czasowych równych 10 minut lub 1 godzinę. Można jej jednak używać zarówno do wiatrów stałych jak i chwilowych podmuchów.

Skala Beauforta	Prędkość wiatru [m/s]	Efekt
0	0 – 0.1	Niezauważalny wiatr
1	0.2 – 1	Niezauważalny wiatr
2	1.1 – 2.3	Odczuwalny na twarzy
3	2.4 – 3.8	Podwiewa włosy, trudności przy czytaniu gazet
4	3.9 – 5.5	Podnosi kurz i luźne papiery, targa włosy
5	5.6 – 7.5	Siła wiatru odczuwalna na ciele, niebezpieczeństwo podczas wejścia w strefę wietrzną
6	7.6 – 9.7	Trudności z używaniem parasola, silne podmuchy na włosach, trudności w chodzeniu bez zatrzymywania, nieprzyjemny dźwięk dla uszu
7	9.8 – 12	Niedogodności odczuwalne podczas chodzenia
8	12.1 – 14.5	Ogólnie utrudnione przemieszczanie się, przy porywach problemy z utrzymywaniem równowagi
9	14.6 – 17.1	Przewraca ludzi

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

Efekty związane z wiatrem nie muszą koniecznie powodować dyskomfortu.

„ Dyskomfort pieszych występuje wtedy, gdy oddziaływanie wiatru jest na tyle silne i występuje na tyle często, że osoby pod jego wpływem zaczynają odczuwać zdenerwowanie i ostatecznie podejmują działania, aby tego oddziaływania uniknąć.”

(Wind Climate and Urban Geometry, Bottema M., Eindhoven University of Technology Ph. D. Thesis 1993)



Ekspozycja ludzi w tunelu aerodynamicznym przy wietrze o prędkości 10-15 km/h



Ekspozycja ludzi w tunelu aerodynamicznym przy wietrze o prędkości 20 (z lewej) i 40 (z prawej)



Ekspozycja ludzi w tunelu aerodynamicznym przy wietrze o prędkości 70 km/h

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

W latach 70-tych XX w. Wise i Pendwarden przedstawili proste zasady dotyczące komfortu wiatrowego:

- **$v = 5$ M/S LUB **18** KM/H – POCZĄTEK DYSKOMFORTU**
- **$v = 10$ M/S LUB **36**KM/H – WARUNKI ZDECYDOWANIE NIEPRZYJEMNE**
- **$v = 20$ M/S LUB **72** KM/H – WARUNKI ZDECYDOWANIE NIEBEZPIECZNE**

Zasady te bazują na średniej prędkości wiatru v .

Warunki dla pieszych można rozpatrywać jako akceptowalne jeśli $v > 5$ m/s występuje rzadziej niż 20 % w ciągu rozpatrywanego czasu (np. roku).

Powyższe zasady nie biorą pod uwagę podmuchów wiatru (porywistości wiatru). Przeważająca opinia wśród ekspertów zajmujących się inżynieria wiatrową postuluje oparcie kryteriów komfortu na tkz efektywnej prędkości wiatru.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

Prędkość efektywną można wyrazić następującym wzorem:

$$U_e = U + k \cdot \sigma_u > U_{\text{THR}}$$

Gdzie U jest prędkością średnią, k - stałą (o wartościach 1~3), σ_u - jest odchyleniem standardowym prędkości wiatru (turbulencja) a U_{THR} jest wartością progową i określa próg dyskomfortu wiatrowego.

Różni autorzy proponują różne wartości k i U_{THR} . Jedną z propozycji wynikającą z badań jest przyjęcie $k = 1$ i $U_{\text{THR}} = 6\text{m/s}$.

Ogólnie rzecz biorąc, warunki komfortowe nie zawsze mogą być spełnione, a warunki niekomfortowe muszą być akceptowane przez pewien procent czasu.

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

Prawdopodobieństwo dyskomfortu i prawdopodobieństwo zagrożenia definiuje się jako odsetek godzin (w ciągu roku), w których przekroczone są wartości progowe.

Maksymalna dopuszczalna wartość procentowa zależy od rodzaju planowanej działalności człowieka.

Podobnie jak w przypadku progów, również maksymalne dopuszczalne prawdopodobieństwo dyskomfortu jest zazwyczaj oparte na intuicji. W wielu badaniach przyjmuje się, że $U_{THR} = 6\text{m/s}$ a prawdopodobieństwo dyskomfortu $P_{max} = 15\%$

Tabela 4: Komfort pieszego w zależności od terenu na jakim przebywa

Opis terenu	Limitująca prędkość wiatru	Częstotliwość występowania
Place i parki	Okazjonalna podmuchy do 6 m/s	10% czasu lub 1000h w roku
Deptaki i inne tereny przeznaczone dla pieszych	Okazjonalne podmuchy do 12 m/s	1 lub 2 razy w miesiącu lub 50h w roku
Wszystkie powyżej	Okazjonalne podmuchy do 20 m/s	5h w roku
Wszystkie powyżej	Okazjonalne podmuchy do 25 m/s	Mniej niż 1h w roku

WIATR W ŚRODOWISKU MIEJSKIM – ZAGADNIENIE KOMFORTU WIATROWEGO

W świecie są bardzo różne rozporządzenia dotyczące wiatru.

W niektórych przypadkach ustalono specjalne przepisy i nowe pozwolenia na budowę są wydawane do czasu aż deweloperzy nie udowodnią, że projekt nie będzie generował niebezpiecznych i niepożądanych warunków wiatrowych w poziomie przechodnia (San Francisco, Nowy Jork, Boston, Montreal, Toronto , Sydney, ...)

W innych przypadkach oczekuje się, że stanie się to w ramach przyjętej dobrej praktyki inżynierskiej i architektonicznej