

# Zrozumieć potrzebę adaptacji dróg w Polsce do zmian klimatu: Przykład wspólnego projektu GDDKiA- JASPERS dla sieci dróg krajowych

**GDDKiA: Grzegorz Łutczyk**

**JASPERS: Elisabet Vila Jordà**

Polski Kongres Drogowy Webinar, 3 lipca 2020 r.

- Wprowadzenie
  - JASPERS
  - Zmiany klimatu a drogi
  - Projekt GDDKiA-JASPERS "Adaptacja do zmian klimatu dla dróg krajowych w Polsce"
- Wyniki projektu
- Stworzenie podstaw dla Planu Działań Adaptacyjnych
- Zaproszenie do debaty (pomysły nie tylko na stan obecny...)

## (ang.) Joint Assistance to Support Projects in European Regions

- Wspólna Inicjatywa Wsparcia Projektów w Regionach Europejskich jest przedsięwzięciem Komisji Europejskiej (KE) i Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EBI).
- JASPERS udziela pomocy krajom UE i krajom kandydującym w przygotowaniu wysokiej jakości projektów inwestycyjnych ubiegających się o wsparcie z funduszy europejskich.
- Około 130 ekspertów wspierających projekty w różnych sektorach (transport, woda i ścieki, energetyka i odpady, inteligentny rozwój).
- Pomoc na wszystkich etapach cyklu rozwoju projektu, w tym doradztwo w zakresie zmian klimatycznych, w celu wsparcia rozwoju projektów i programów zrównoważonych, niskoemisyjnych i odpornych na zmianę klimatu.



# Polskie projekty drogowe współfinansowane przez UE

## Zaangażowanie usług doradczych JASPERS



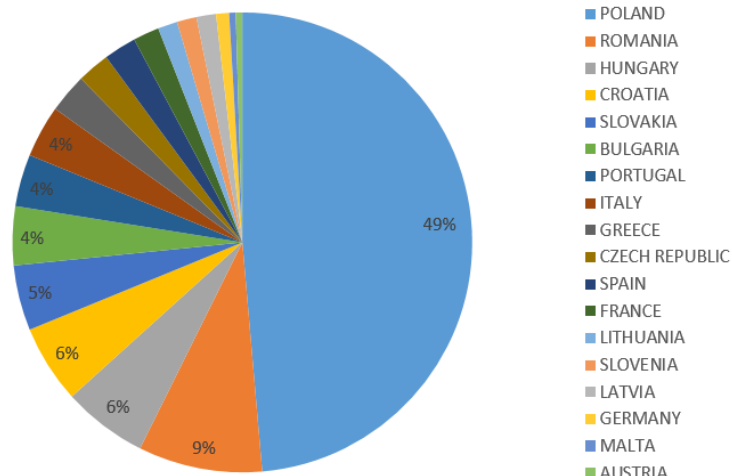
2007-2013 ACN

2014-2020 ACN & PSA

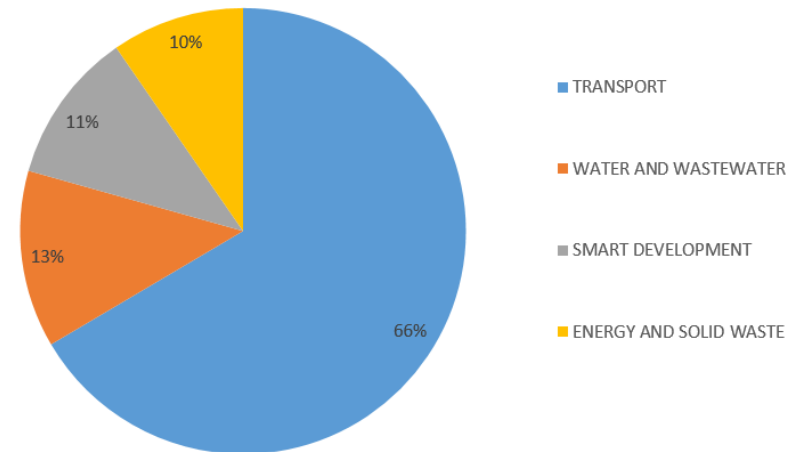
Planowane w latach  
2014-2020

# Projekty zatwierdzone do współfinansowania przez KE

## Countries



## Sectors



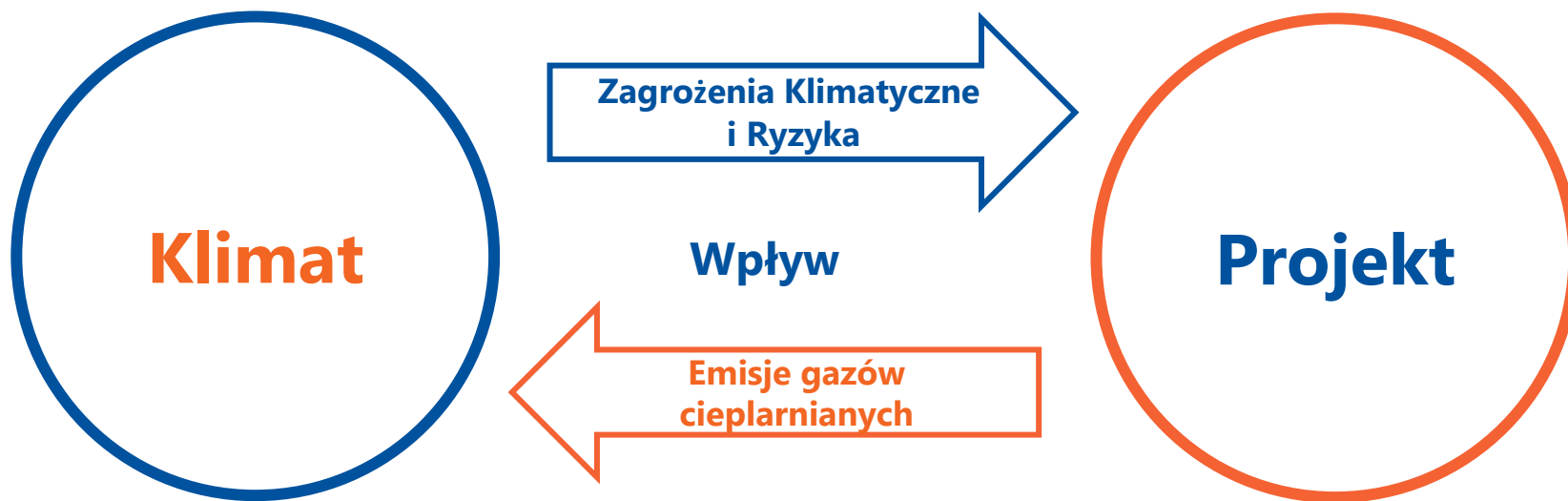
**218 dużych projektów** zatwierdzonych przez KE na lata 2014-2020

(Całkowity koszt inwestycji: **€72mld**)

(\* czerwiec 2020)

## Przystosowanie a łagodzenie:

- Podejście do zmian klimatu ma dwa główne elementy składowe: łagodzenie i przystosowanie.
  - **Łagodzenie (mitygacja)** odnosi się do likwidowania przyczyn zmian klimatu poprzez ograniczanie emisji gazów cieplarnianych (GC).
  - **Przystosowanie (adaptacja)** polega na uwzględnieniu nieuniknionych konsekwencji zmian klimatu oraz dążeniu do obniżenia poziomu ryzyka i poprawy odporności..



## Krajobraz Globalnych Zagrożeń 2020



Potrzeba podjęcia działań na rzecz klimatu ma najwyższy priorytet!

Źródło: The Global Risks Report 2020. World Economic Forum. Insight report, 15<sup>th</sup> Edition. In partnership with Marsh & McLennan and Zurich Insurance Group

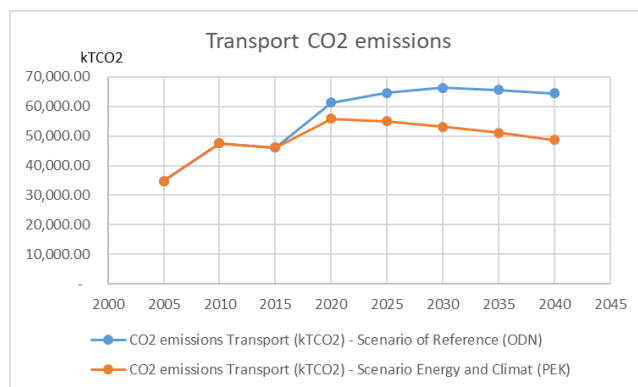
# Zmiana Klimatu i Drogi

Ponad 15% wszystkich emisji GC w Polsce pochodzi z sektora transportu – drugiego największego źródła zaraz po produkcji energii.

Drogi są odpowiedzialne za ponad 97% emisji transportowych.

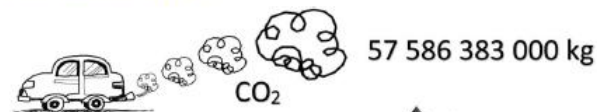


Potrzebne są **działania łagodzące wpływ na klimat.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie „Załącznik 1. Obecna sytuacja i prognozy przy istniejących politykach i środkach. & Załącznik 2. Ocena skutków planowanych polityk i środków. Do Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030”, v. Dec2019

Emisja dwutlenku węgla



odpowiada to wadze prawie 10 piramid Cheopsa



Aby las wchłonał taką ilość CO<sub>2</sub> potrzeba 12,8 miliardów drzew

Ustawiając drzewa co 3 metry uzyskano długość



963 105 obwózków Ziemi  
a to CO<sub>2</sub> tylko z transportu...

źródło: Opracowanie metodyki i oszacowanie kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego ze środków transportu drogowego na poziomie kraju, GUS, 2019. 8



# Zmiana klimatu i Drogi



Generalna Dyrekcja  
Dróg Krajowych i Autostrad



Zagrożenia klimatyczne mają wpływ na niezbędną infrastrukturę, największy wzrost zagrożenia dotyczy produkcji energii i transportu.



Potrzebne są **działania łagodzące wpływ na klimat.**



Węglówka, małopolskie, czerwiec 2020r. Źródło: TVN24



*Sokolniki, czerwiec 2010. Źródło: "Raport o stanie środowiska w 2010 r."*

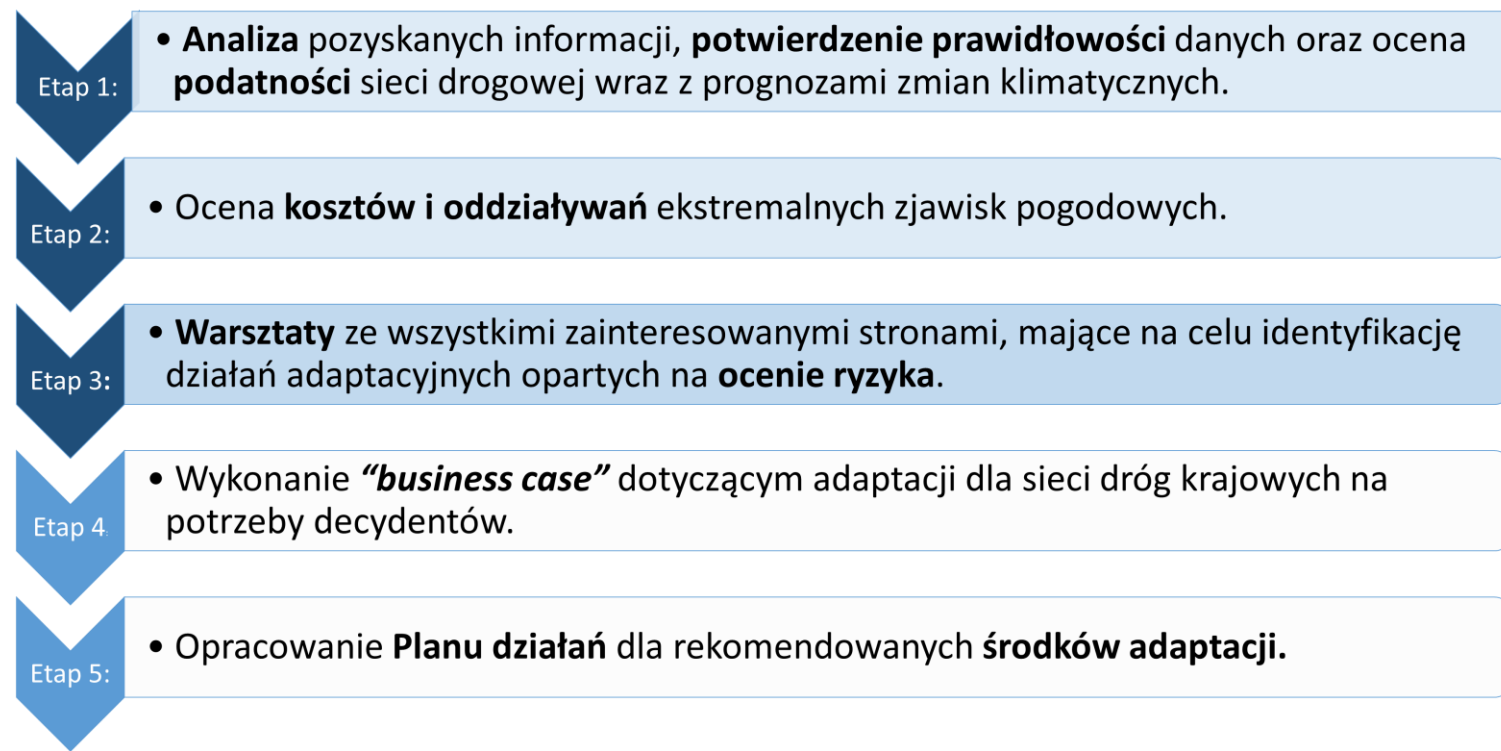
### **Oddziaływanie powodzi z 2010 w Polsce:**

- 266,000 osób dotkniętych skutkami z czego 31,000 ewakuowanych. Zniszczenia 1,387 obiektów.
- Zalanych zostało 683,000 ha terenu i ponad 18,000 budynków.
- 148 km linii kolejowych wyłączonych z użytkowania
- 1,690 dróg...

**Na tym się skupimy!**

## Adaptacja do zmian klimatu dla dróg krajowych w Polsce

### Planowane Etapy projektu



Etap 1:

- **Analiza** pozyskanych informacji, **potwierdzenie prawidłowości** danych oraz ocena **podatności** sieci drogowej wraz z prognozami zmian klimatycznych.

Etap 2:

- Ocena **kosztów i oddziaływań** ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Etap 3:

- **Warsztaty** ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, mające na celu identyfikację działań adaptacyjnych opartych na **ocenie ryzyka**.

Etap 4

- Wykonanie **“business case”** dotyczącym adaptacji dla sieci dróg krajowych na potrzeby decydentów.

Etap 5:

- Opracowanie **Planu działań** dla rekomendowanych **środków adaptacji**.

## Podstawowe informacje

- **Potrzeba zrozumienia w jakim stopniu sieć drogowa jest narażona na wpływy zmian klimatu.**
- **W 2016 GDDKiA zgromadziła dane dotyczące zdarzeń pogodowych na sieci dróg krajowych:**
  - **Okres z którego pozyskano informacje: styczeń 2004 - kwiecień 2016**
  - **Dane uzyskane od wszystkich 16 Oddziałów GDDKiA**
  - **Co udało się zgromadzić:**
    - **3,300 zdarzeń wymagających pracy zespołów utrzymania dróg:**

### Część 1

#### **Dane wstępne:**

Lokalizacja, czas,  
droga

### Część 2

#### **Czynnik pogodowy:**

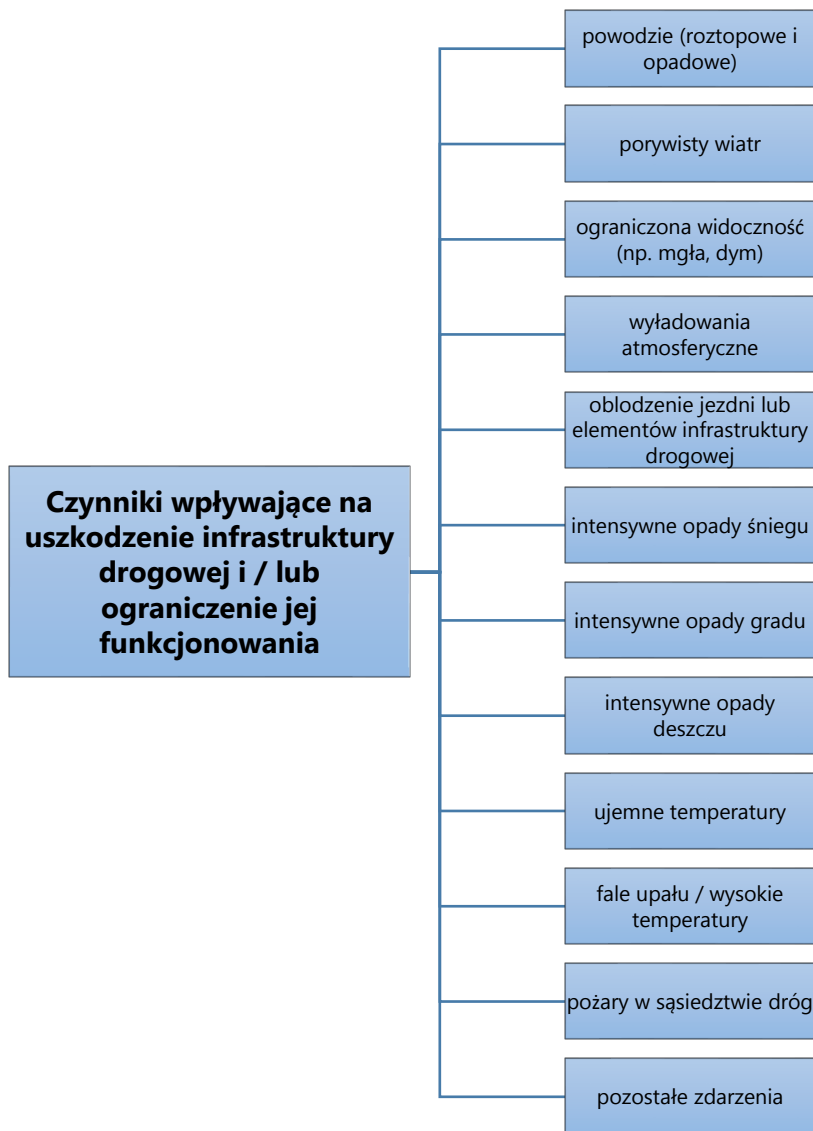
12 różnych zagrożeń  
klimatycznych

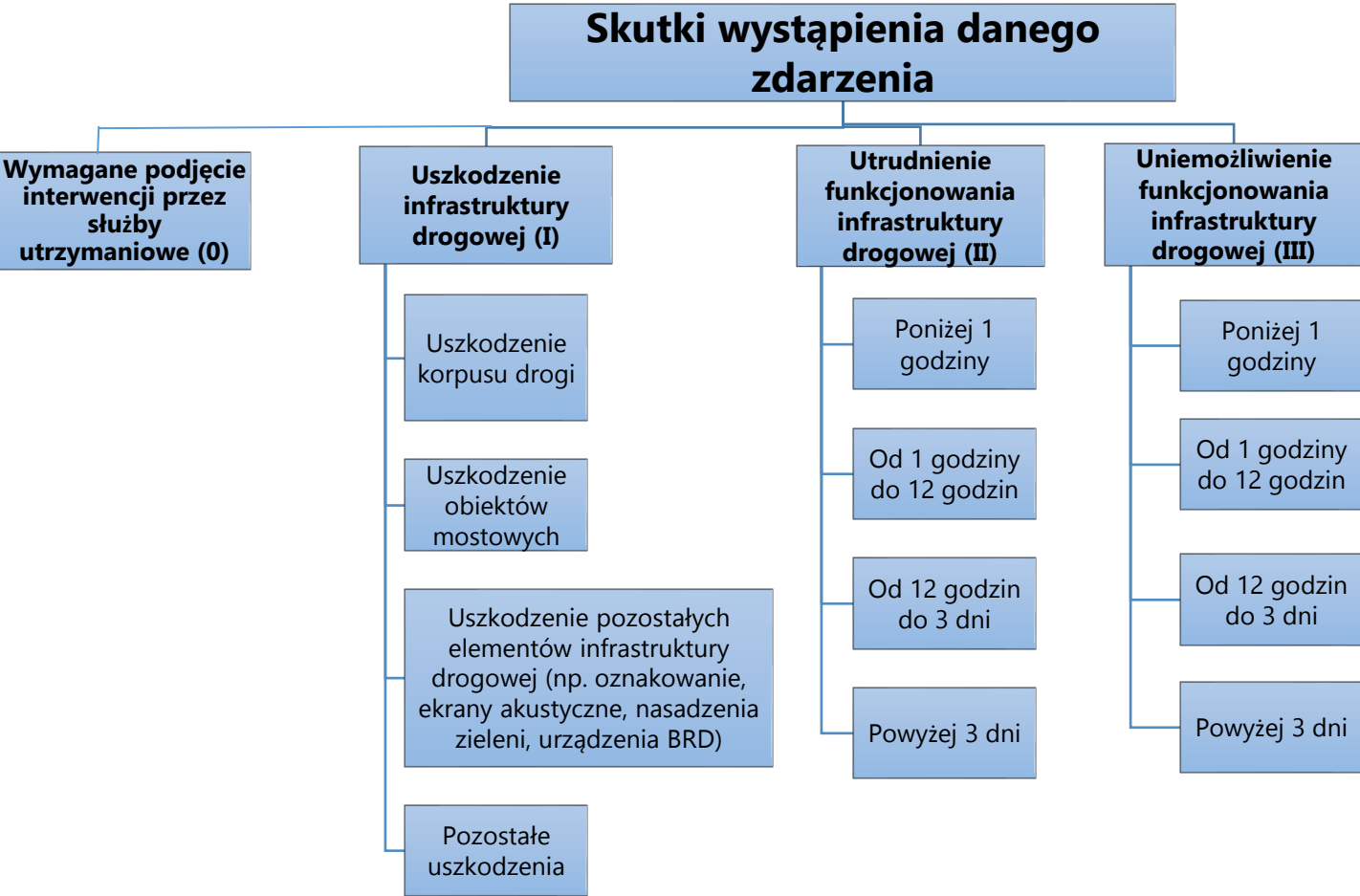
### Część 3

#### **Skutki:**

4 różne klasy

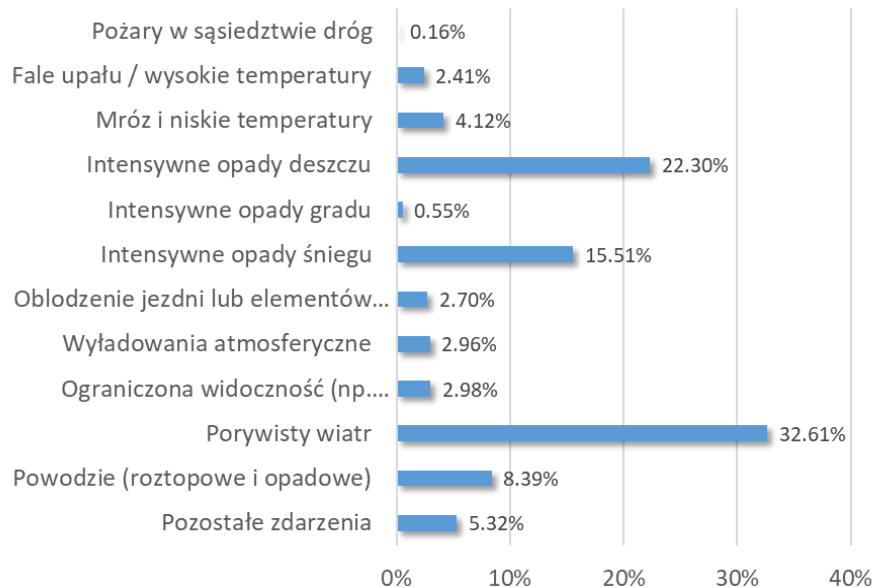
# Etap I – opracowanie i wyniki



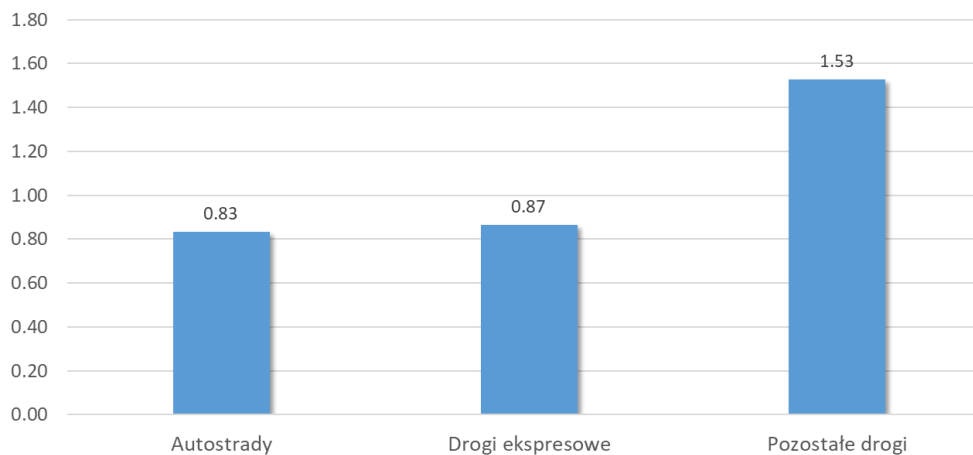


# Etap I – opracowanie i wyniki

## Wyniki wstępne:



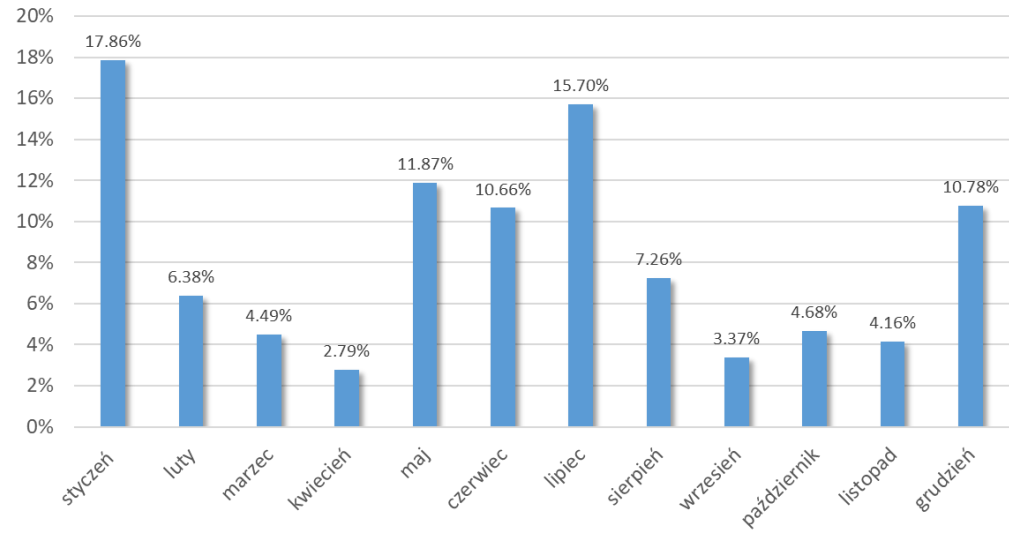
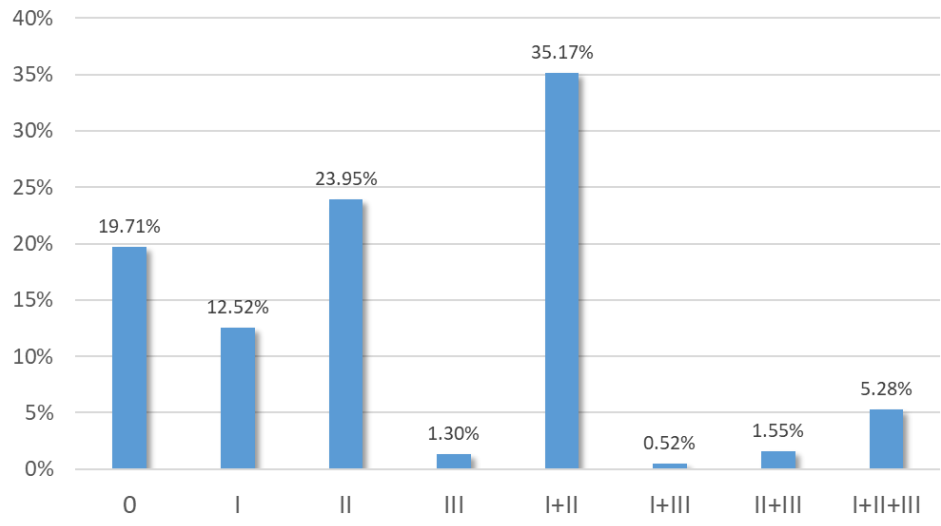
Odsetek zjawisk spowodowanych wystąpieniem danego czynnika



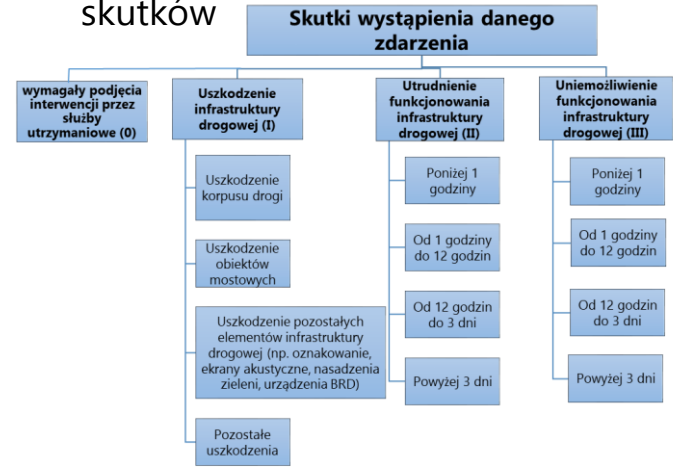
Średnia liczba zdarzeń na 100 km drogi

# Etap I – opracowanie i wyniki

## Wstępne wyniki:



Odsetek zdarzeń powodujących wystąpienie określonych skutków

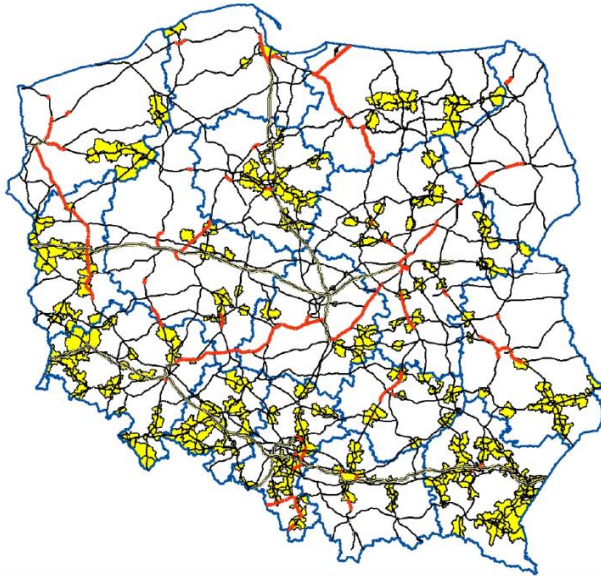


Odsetek zdarzeń w danym miesiącu

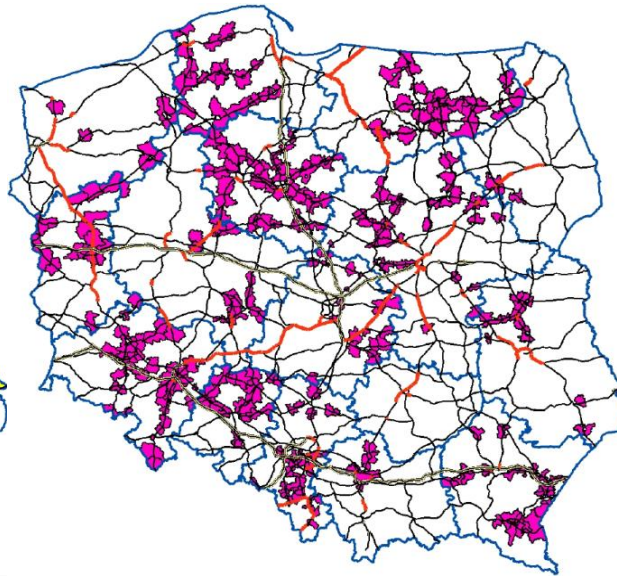


# Etap I – opracowanie i wyniki

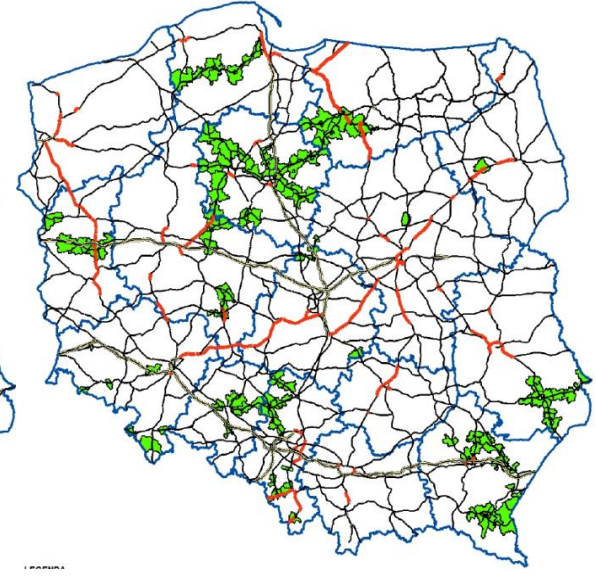
## Wstępne wyniki:



Zdarzenia wywołane opadami deszczu



Zdarzenia wywołane silnym wiatrem



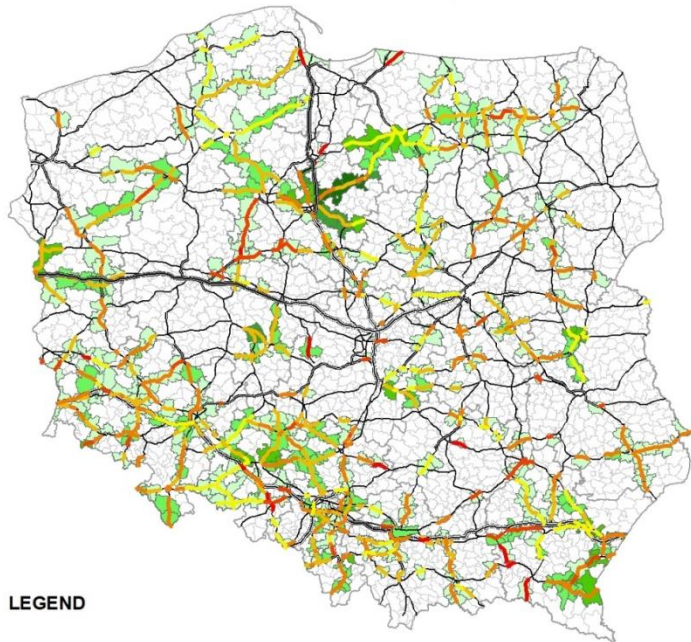
Zdarzenia wywołane opadami śniegu

## Wyniki i analiza:

- **Zidentyfikowano główne zagrożenia dla sieci dróg krajowych (intensywne opady śniegu i deszczu oraz wiatr – ponad 70% wszystkich zarejestrowanych zdarzeń – potwierdzenie wstępnych przypuszczeń projektu KLIMADA) Pozostałe jak upały nie mogły być oznaczone w tym studium.**
- **Więcej zdarzeń miało miejsce na „starej” sieci dróg krajowych niż na autostradach i drogach ekspresowych.**
- **Najwięcej zdarzeń miało miejsce pomiędzy majem i lipcem oraz grudniem i styczniem.**
- **Dane pozwoliły na analizę GIS dla potrzeb określenia stopnia narażenia.**
- **Około 10% wszystkich zdarzeń zaowocowało całkowitą blokadą drogi – duży wpływ na kwestie gospodarcze.**
- **Solidna podstawa do dalszego kontynuowania projektu przy wsparciu inicjatywy JASPERS w ramach projektu: “Adaptation to CC for national roads in Poland” (Adaptacja do zmian klimatu dla dróg krajowych w Polsce), 2017**
- **Podstawa do stwierdzenia, że dobrze zaplanowane środki adaptacyjne mogą przełożyć się na realne korzyści dla GDDKiA, użytkowników dróg oraz gospodarki.**

## Ocena Podatności: wstępne wyniki

**Podatność =**  
Wrażliwość × Narazenie



### LEGEND

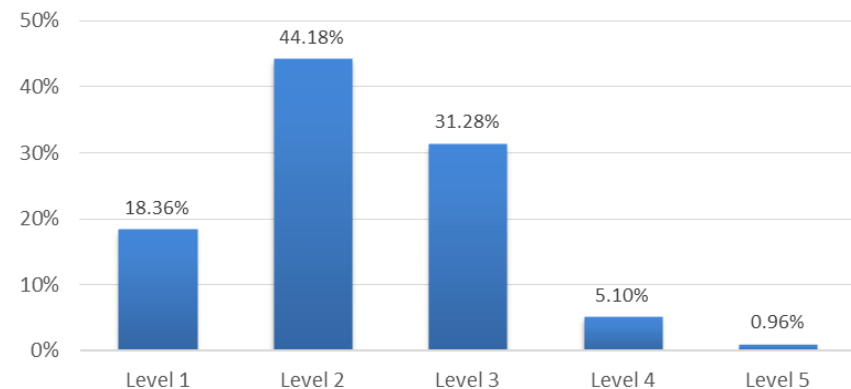
Impact levels\* - all events Number of all events



**Ilość zdarzeń oraz poziomy oddziaływania spowodowane przez wszystkie zagrożenia pogodowe**

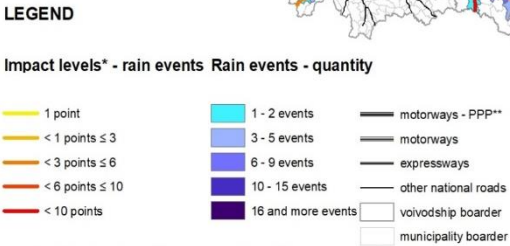
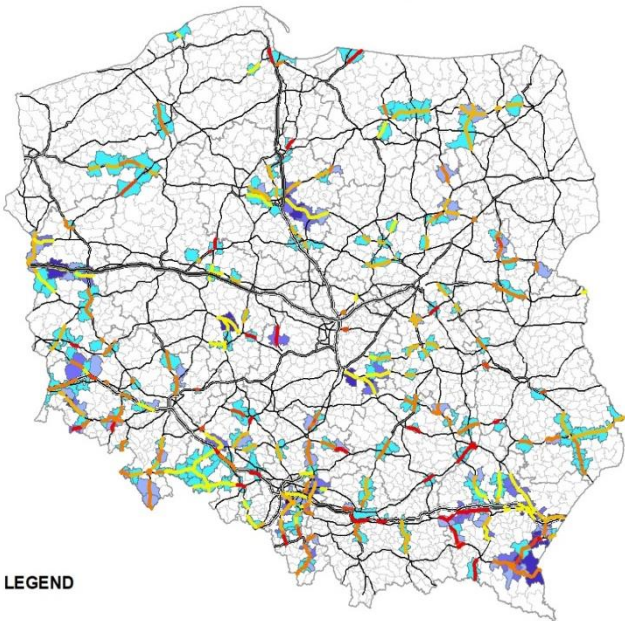
- **Wrażliwość (Eng. sensitivity) = identyfikacja odpowiednich zagrożeń klimatycznych: interwencje utrzymania dróg, uszkodzenia infrastruktury i/lub zakłócenia ruchu.**
- **Narazenie (Eng. exposure) = ze względu na lokalizację: liczba zarejestrowanych zdarzeń i dane klimatyczne oraz założenia projektowe.**

źródło: Wytyczne JASPERS, "Podstawy adaptacji do zmian klimatu, ocena podatności i ryzyka", Wersja 1, czerwiec 2017 r.

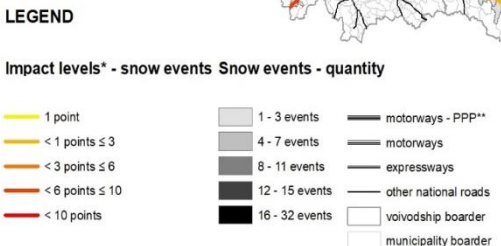
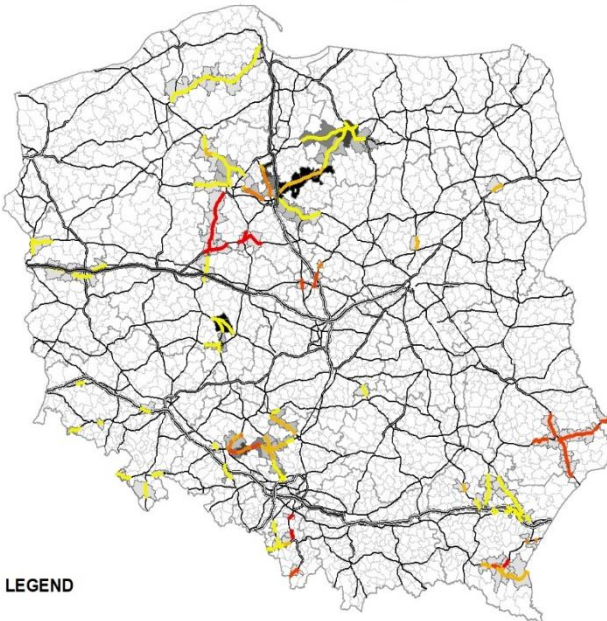


**Poziomy wrażliwości dla wszystkich zarejestrowanych zdarzeń**

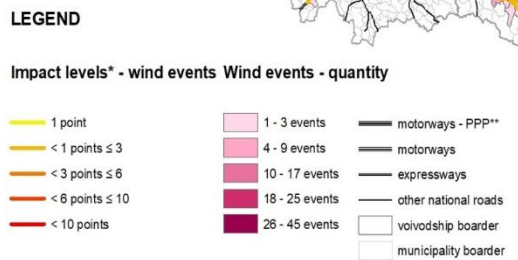
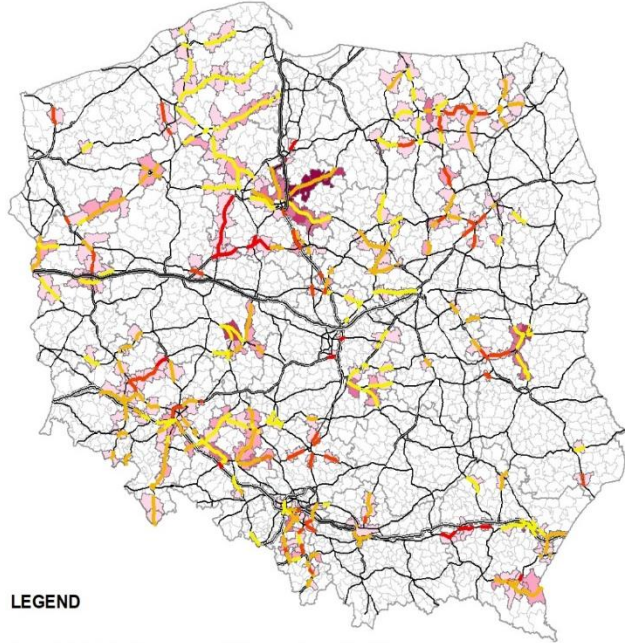
## Ocena Podatności: wstępne wyniki



**Deszcz**



**Wiatr**

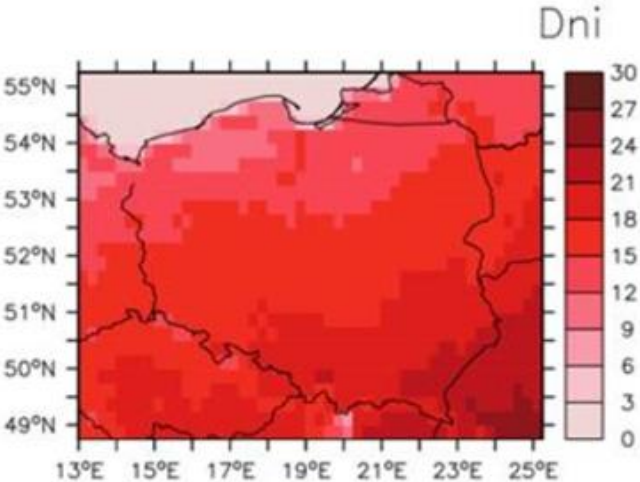


**Śnieg**

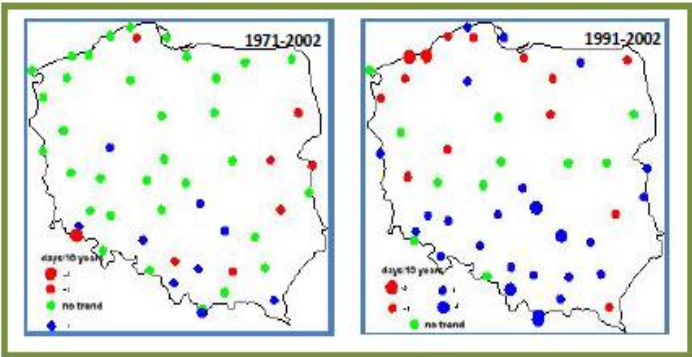
## Trendy i prognozy zmian klimatycznych

- **Zaobserwowane trendy:**
  - **Systematyczny wzrost temperatury (T) od końca XIX wieku do teraz (w szczególności duże zmiany od roku 1989).**
  - **Opady (P) uległy zmianom, jednak nie ma jednoznacznego kierunku i w zróżnicowanym zakresie geograficznym.**
  - **Zwiększona częstotliwość wstępowania ekstremalnych zjawisk pogodowych.**
- **Mało danych naukowych dotyczących prognoz zmian klimatu w Polsce.**
- **Platforma z łatwym dostępem do prognoz zmian klimatu i danych o klimacie:**
  - **[KLIMADA 2.0](#) - IOŚ-PIB projekt w trakcie tworzenia**
- **Prognozy zmian klimatu:**
  - **Wzrosty średniej rocznej T (głównie w zimie), więcej dni z  $T > 25^{\circ}\text{C}$  i mniej dni z  $T_{\text{min}} < 0^{\circ}\text{C}$ ;**
  - **Zmiany w P, zróżnicowane prognozy, ogólny wzrost (zimą wzrost, spadek latem), wzrost w  $P_{\text{max}} 24\text{h}$  i wzrost liczby dni z  $P > 10 \text{ mm/doba}$  oraz  $P > 20 \text{ mm/doba}$ ;**
  - **Mniej dni z pokrywą śnieżną i redukcja grubości maksymalnej pokrywy śnieżnej;**
  - **Zwiększenie częstości i intensywności wiatru.**

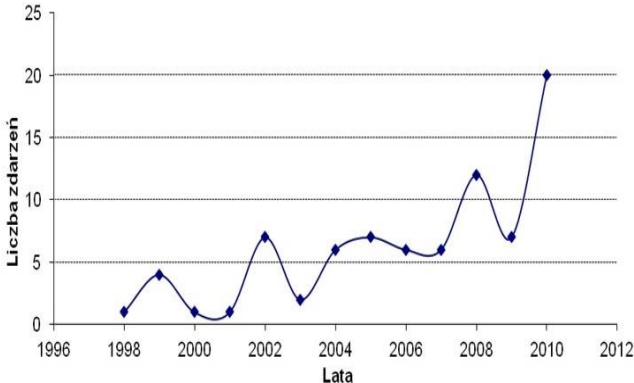
## Trendy i prognozy zmian klimatycznych



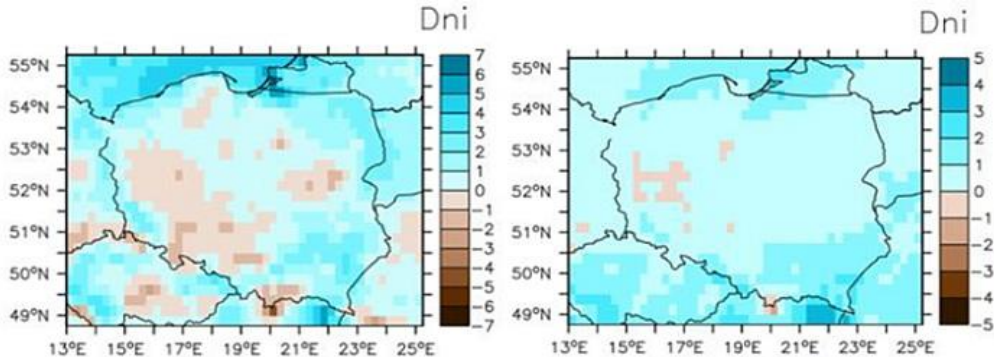
**Różnica w ilości dni z Tmax>25°C pomiędzy 1971-2000 i 2041-2070. źródło: KLIMADA.**



**Trend i liczba dni z opadem ≥50 mm. źródło: KLIMADA.**



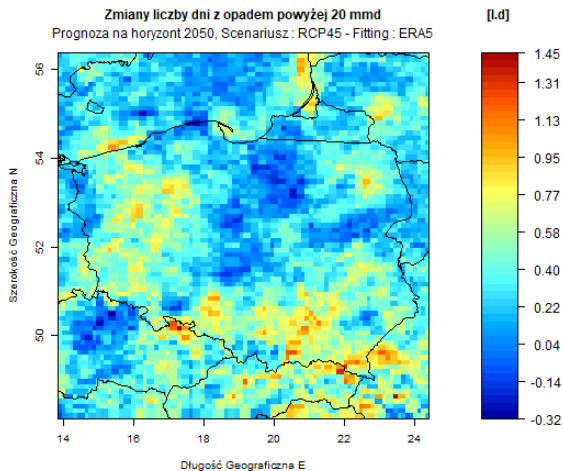
**Roczna liczba wystąpień tornad w Polsce. źródło: IMiGW.**



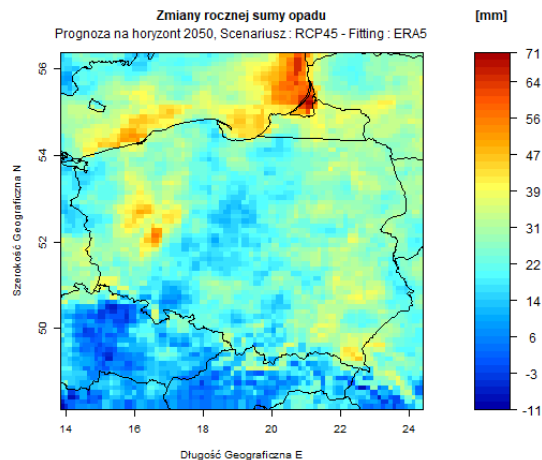
**Różnica w ilości dni P>10 mm/doba (L) and P>20 mm/doba (P) pomiędzy 1971-2000 i 2041-2070. źródło: KLIMADA.**

# Etap I – Prognozy głównych zagrożeń

## Prognozy...

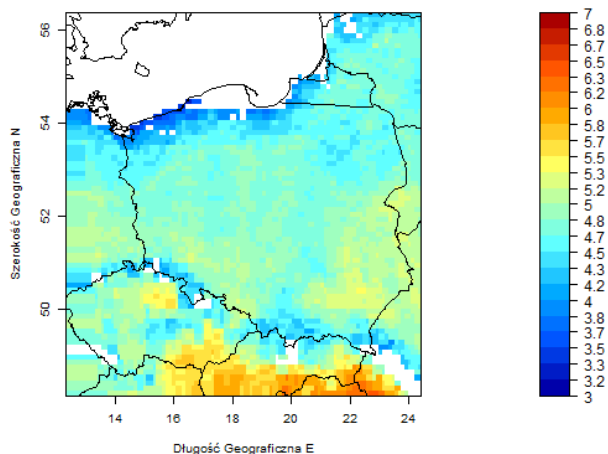


Różnica w ilości dni z opadem powyżej 20 mm w horyzoncie czasowym dla roku 2050. Źródło: IOŚ.



Różnica w całkowitej rocznym opadzie w horyzoncie czasowym dla roku 2050 . Źródło: IOŚ.

Średnia długość fal upałów, CORDEX ensemble - Dekada: 2021-2030  
Scenariusz: RCP45 - Fitting: EOBSv17



Średnia liczba dni z uderzeniem fal ciepła w latach 2021 – 2030 . Źródło: IOŚ.

- Dane pozyskane z Instytutu Ochrony Środowiska w czasie, kiedy nie działała jeszcze platforma sieciowa.
- Nie wszystkie wskaźniki zaplanowane do ujęcia w projekcie są już dostępne.

 Wkład na potrzeby etapów III, IV....

Etap 1:

- **Analiza** pozyskanych informacji, **potwierdzenie prawidłowości** danych oraz ocena **podatności** sieci drogowej wraz z prognozami zmian klimatycznych.

Etap 2:

- Ocena **kosztów i oddziaływań** ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Etap 3:

- **Warsztaty** ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, mające na celu identyfikację działań adaptacyjnych opartych na **ocenie ryzyka**.

Etap 4:

- Wykonanie **“business case”** dotyczącym adaptacji dla sieci dróg krajowych na potrzeby decydentów.

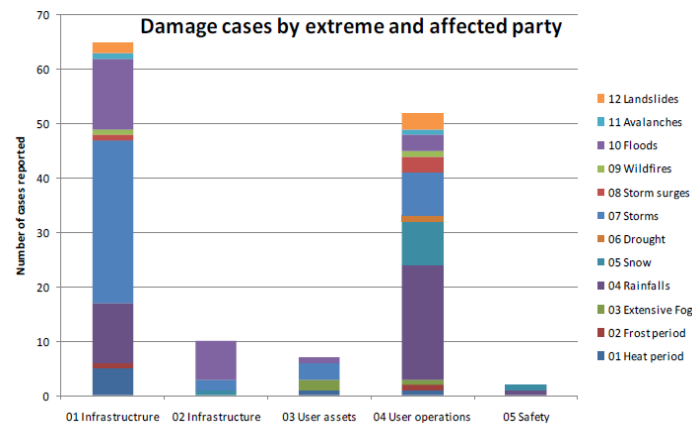
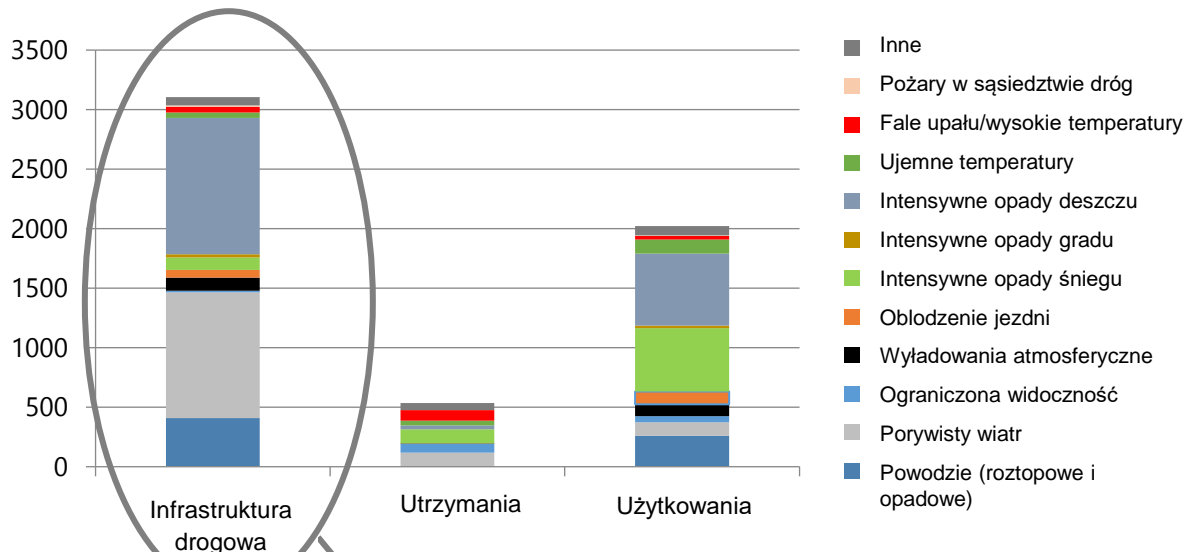
Etap 5:

- Opracowanie **Planu działań** dla rekomendowanych **środków adaptacji**.

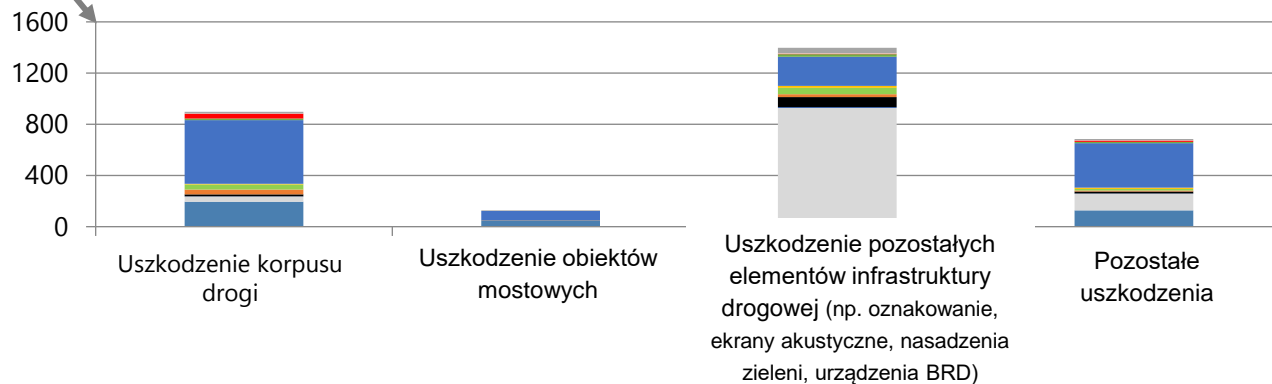


# Etap II – Ocena kosztów i oddziaływań

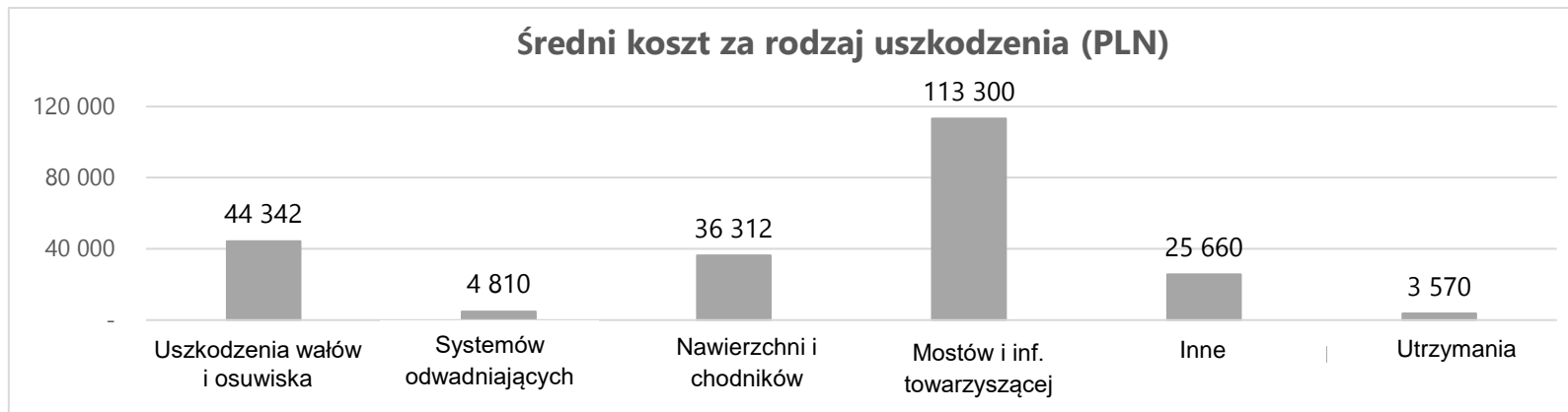
## Typy oddziaływań



Źródło: WEATHER project, Annex 3 Vulnerability Assessment for Road Transport, 2011.



## Oddziaływania na infrastrukturę drogową



Na podstawie próby 88 zdarzeń zarejestrowanych przez Oddziały GDDKiA w Katowicach, Opolu, Rzeszowie, Warszawie i Wrocławiu  
 - (\*) 3 zdarzenia zostały usunięte z próby w celu uniknięcia zaburzeń wyników.

| Typ uszkodzenia  | Liczba działań | % całości |
|--|----------------|-----------|
| Uszkodzenia wałów i osuwiska                           | 30             | 35.3%     |
| Systemów odwadniających                                | 7              | 8.2%      |
| Nawierzchni i chodników                                | 9              | 10.6%     |
| Mostów i inf. towarzyszącej                            | 5              | 5.9%      |
| Inne   | 9              | 10.6%     |
| Systemów odwadniających & Nawierzchni i chodników      | 2              | 2.4%      |
| Uszkodzenia wałów i osuwiska & Systemów odwadniających | 7              | 8.2%      |
| Utrzymania & Inne                                      | 7              | 8.2%      |
| ....   | ...            | ...       |

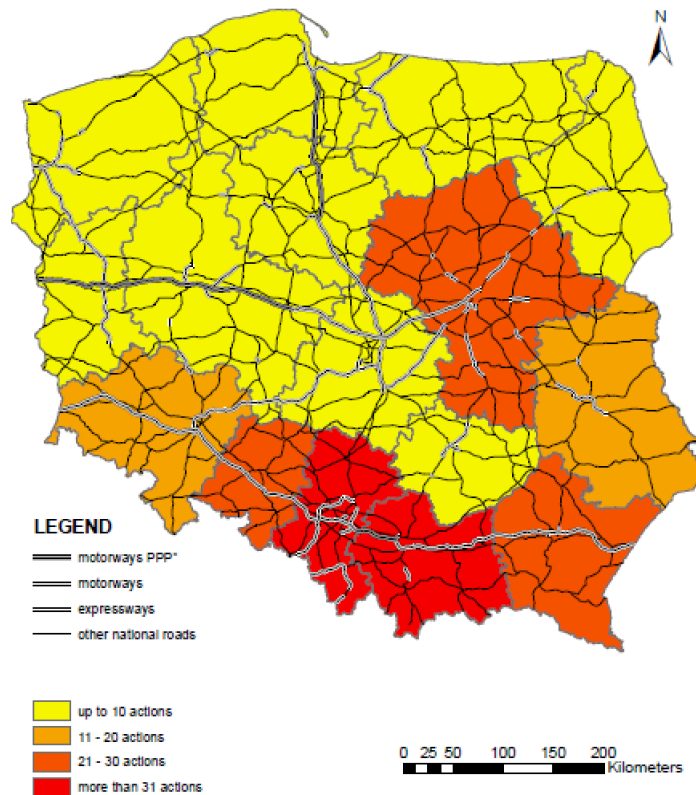
Ogólny średni koszt zdarzenia z zarejestrowanymi szkodami:

92,000 PLN (\*)

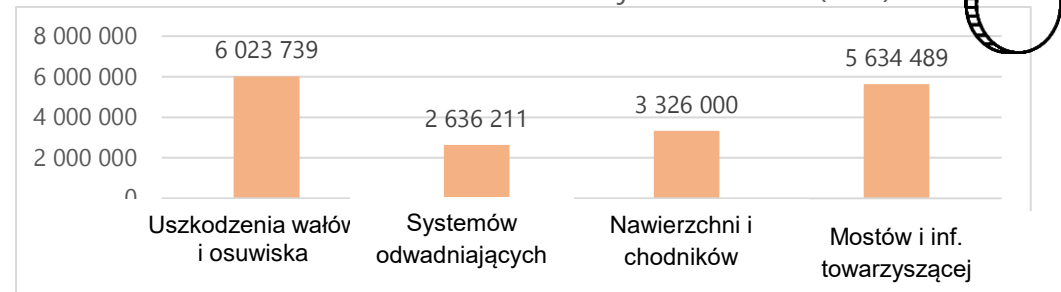


## Przykład powodzi z roku 2010

Liczba działań – powodzi 2010

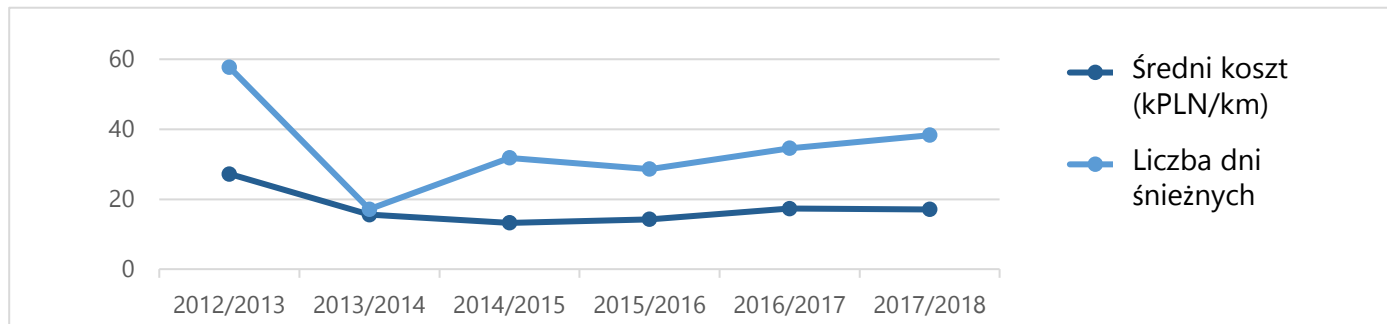


Średni koszt za rodzaj uszkodzenia (PLN)



| Typ uszkodzenia                            | Liczba działań | % całości |
|--|----------------|-----------|
| Uszkodzenia wałów i osuwiska               | 11             | 5.1%      |
| Systemów odwadniających                    | 7              | 3.2%      |
| Nawierzchni i chodników                    | 17             | 7.9%      |
| Mostów i inf. towarzyszącej                | 31             | 14.4%     |
| Osuwiska/wały & odwodnienie & nawierzchnie | 9              | 4.2%      |
| Odwodnienie & nawierzchnie                 | 67             | 31.0%     |
| Osuwiska/wały & odwodnienie                | 12             | 5.6%      |
| Osuwiska/wały & nawierzchnie               | 5              | 2.3%      |

## Oddziaływania na infrastrukturę drogową: utrzymanie zimowe

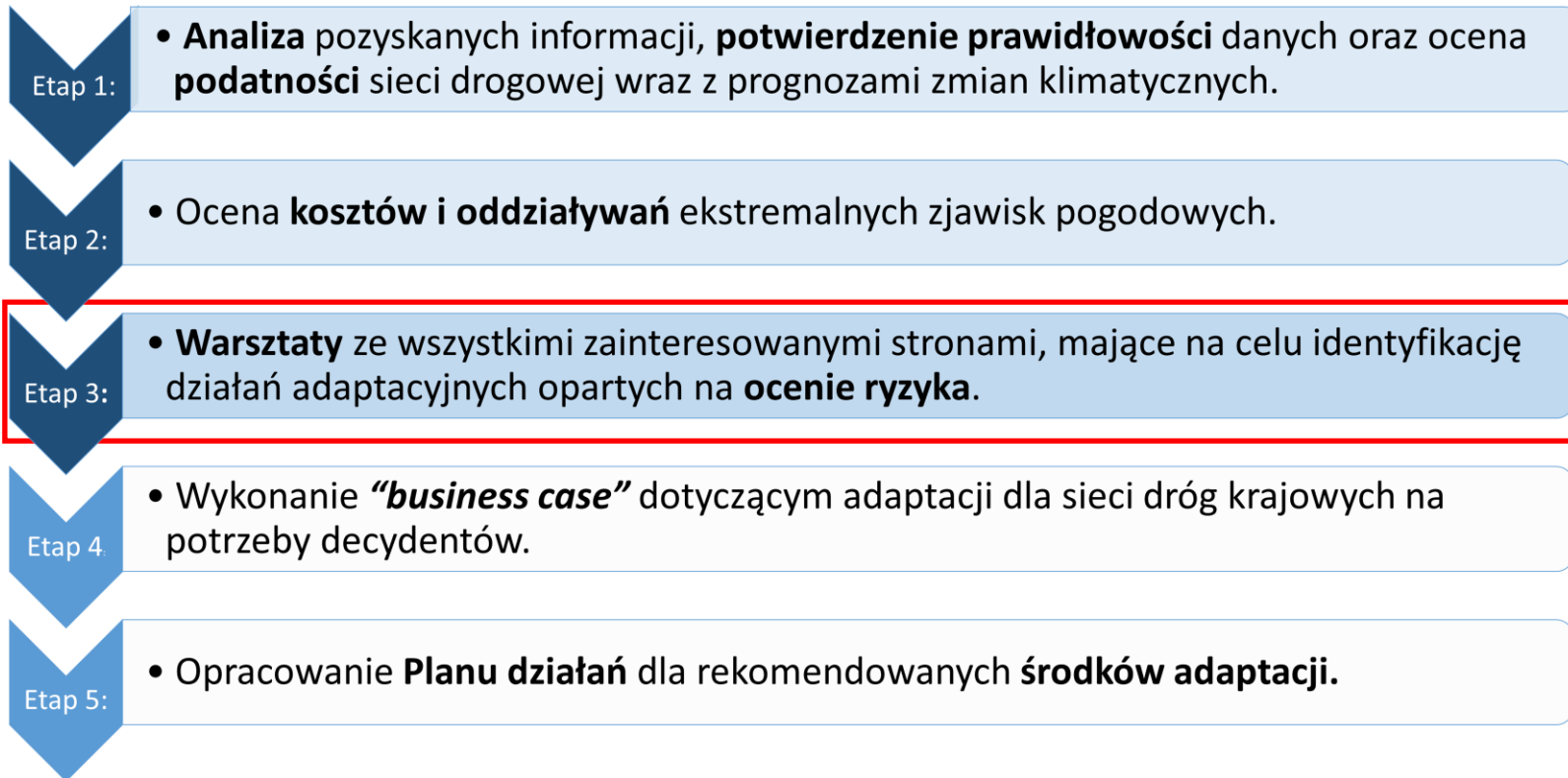


## Oddziaływania na użytkowników i społeczeństwo

- 66% wszystkich zdarzeń dotyczyło zaburzeń ruchu a 8.7% spowodowało jego całkowitą blokadę

| Czynnik pogodowy         | Utrudnienie funkcjonowania infrastruktury drogowej |                         |                               |                            |        | Uniemożliwienie funkcjonowania infrastruktury drogowej |                         |                               |                            |        |
|--------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------|
|                          | Czas trwania do 1 godz.                            | Czas trwania 1-12 godz. | Czas trwania 12 godz. - 3 dni | Czas trwania powyżej 3 dni | Całość | Czas trwania do 1 godz.                                | Czas trwania 1-12 godz. | Czas trwania 12 godz. - 3 dni | Czas trwania powyżej 3 dni | Całość |
| Porywisty wiatr          | 18.8%  | 39.6%                   | 9.7%                          | 5.3%                       | 73.3%  | 2.4%   | 2.9%                    | 1.1%                          | 0.8%                       | 7.1%   |
| Intensywne opady śniegu  | 1.5%   | 43.9%                   | 29.5%                         | 3.2%                       | 78.1%  | 4.3%   | 2.1%                    | 1.6%                          | 0.0%                       | 8.0%   |
| Intensywne opady deszczu | 5.1%   | 17.1%                   | 11.3%                         | 32.6%                      | 66.2%  | 3.9%   | 3.6%                    | 1.5%                          | 7.4%                       | 16.4%  |

- Statystycznie: liczba wypadków jest większa przy sprzyjających warunkach pogodowych.



# Etap III – Warsztaty



**GDDKiA Oddział w Katowicach– 15/11/18**



**GDDKiA Oddział w Gdańsku– 05/03/19**



**GDDKiA Oddział w Bydgoszczy– 18/02/19**



**GDDKiA Oddział we Wrocławiu – 11/04/19**

## Podsumowanie niektórych omawianych wrażliwości klimatycznych:

|                        |  |
|------------------------|--|
| Deszcz/<br>Podtopienia | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zalewanie terenów przylegających do drogi (różni zarządcy o różnych standardach utrzymania) np. – autostrada „oskarżana” o zalewanie przyległych terenów,</li><li>• Pojemność systemów odwodnienia, zbiorników i utrzymanie,</li><li>• Ryzyko osuwisk w określonych miejscach,</li><li>• Wytrzymałość materiałowa wałów,</li><li>• Drogi biegnące wzdłuż koryt rzecznych – przegląd zagrożeń powodziowych,</li><li>• Utrzymanie koryt rzecznych i infrastruktury.</li></ul>  |
| Wiatr                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Problemy wynikające z obecności starych, słabych drzew w złej kondycji lub gatunków inwazyjnych – kwestie utrzymania dróg i ochrony przyrody,</li><li>• Oznakowanie,</li><li>• Ekrany akustyczne na przejściach dla zwierząt,</li><li>• Problemy związane z wiatrem na nowych lokalizacjach dróg po wycinkach.</li></ul>   |
| Śnieg                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Problemy ze skarpami dróg, zidentyfikowane punkty zapalne,</li><li>• Kwestie jakości standardów dróg (im wyższe – tym mniej problemów)</li></ul>   |
| Inne                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Braki w dokumentacji do postępowań przetargowych (dla „Projektuj”, „Projektuj i Buduj” oraz „Buduj”), które zapewniały by wdrożenie odpowiednich i wytrzymałych rozwiązań,</li><li>• Wysokie temperatury: problemy z nawierzchniami, w szczególności gdy droga nie jest przystosowana do nacisku 115 kN na oś, oraz stabilnością skarp drogowych,</li><li>• Monitoring i rejestr zdarzeń – punkty zapalne zidentyfikowane przez Oddziały,</li><li>• Informowanie użytkowników dróg,</li><li>• Koordynacja działań na różnych szczeblach zarządczych i administracyjnych.</li></ul> |

# Etap III – Warsztaty

### List oddziaływań na drogi krajowe

#### Oddziaływania związane z wydłużonym/intensywnymi opadami deszczu:

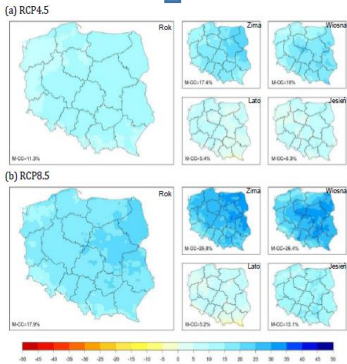
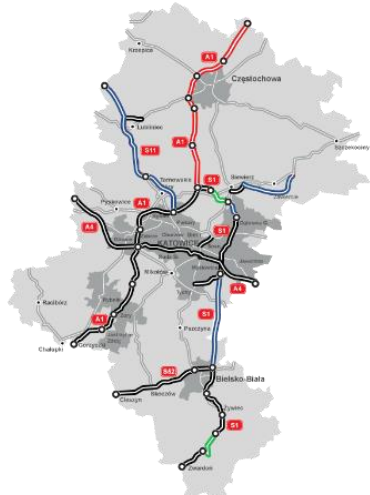
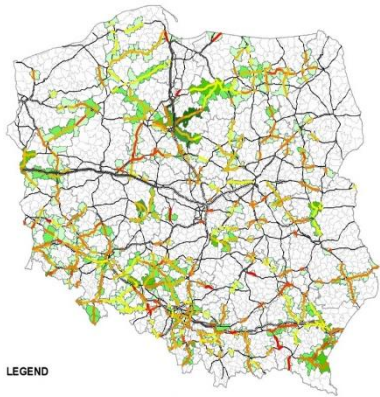
- uszkodzenia dróg (nawierzchni, el. ziemnych i inf. towarzyszącej) oraz systemów odwodnienia;
- zwiększony odpływ z przylegających terenów powodujący powodzie;
- powodzie;
- zwiększona niestabilność nachyleń i osuwiska;
- zwiększone podmywanie dróg, mostów i fundamentów obiektów;
- pogarszanie się stabilności podłoża z powodu podwyższonej wilgotności;
- redukcja ograniczenie;
- Częstsza utrata przyczepności nawierzchni (śliskość) - zaburzenia płynności ruchu.

#### Oddziaływania związane z opadami śniegu:

- zwiększone/zmniejszone zapotrzebowanie na odśnieżanie i utrzymanie zimowe;
- zwiększona ilość topniejącego śniegu prowadzące do powodzi;
- zwiększona ilość zaburzeń płynności ruchu.

#### Oddziaływania związane z wiatrem i burzami:

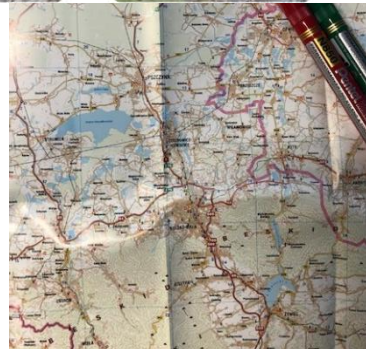
- różne zagrożenia: połamane drzewa, zniszczenia infrastruktury, latające i spadające przedmioty;
- uszkodzenia znaków drogowych, ekranów akustycznych itd.;
- ograniczenia ruchu w odsłoniętym terenie (np. wysokie pojazdy itd.)
- zwiększona liczba dachowań wywołana wiatrem i burzami;
- zaburzenia płynności ruchu.



- droga S22, km 423+250, strona prawa, msc. Szylony, utworzone rozlewisko wody opadowej spowodowane słabym odbiorem wód przez system odwodnieniowy.



- km 432+500 do 600, strona lewa, most M-45. Rozmycie skarpy spowodowane ulewnymi opadami deszczu w nocy z 29 na 30 sierpnia 2013 – przelanie wody przez ścieki przykrawędziowe.

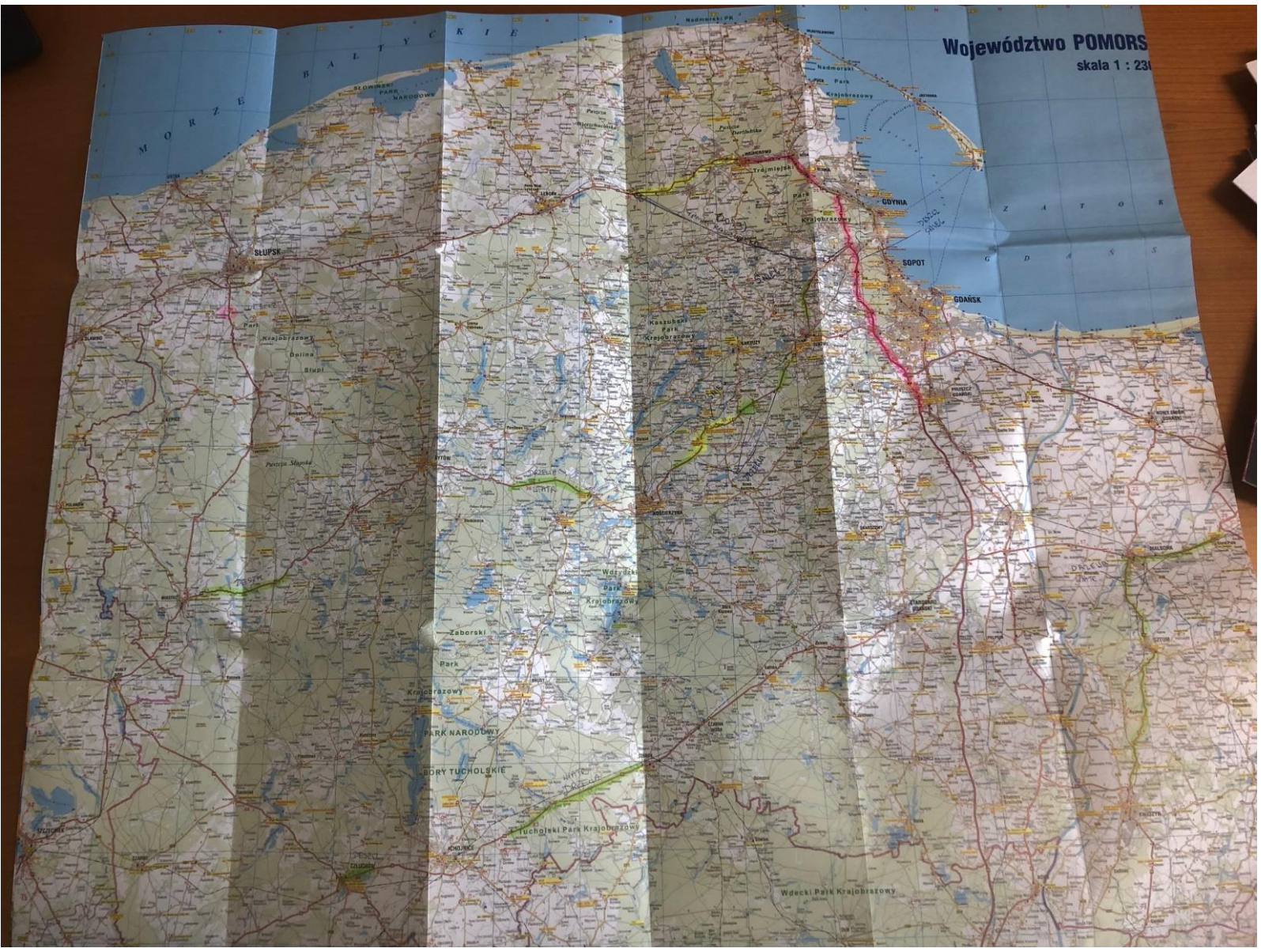


| Oddział  | Klasa drogi (A, S, DK) | nr drogi | Kod gminy | Nazwa gmin | Hazard     | Assessment of future impacts | Comments   |
|----------|------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------------------------|--|
| odział   | kat_dr                 | nr_dro   | kod_g     | nazwa_gm   |            |                              |  |
| Katowice | DK                     | 52       | 2402072   | Kozy       | Heavy rain | 4                            | Road under bad condition and presenting several incidents related to heavy precipitation |
| Katowice | DK                     | 52       | 2402082   | Porąbka    |            |                              |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nieistniejący/ograniczony wpływ na ruch i/lub infrastrukturę. | Średni wpływ na ruch i/lub infrastrukturę. | Znaczący wpływ na ruch i/lub infrastrukturę. |
| Pozioms 1 - 2   | Pozioms 3 - 4                              | Poziom 5                                     |



# Etap III – Warsztaty



## Podsumowanie propozycji określonych działań adaptacyjnych

|                        |   |
|------------------------|---|
| Deszcz/<br>Podtopienia | <ul style="list-style-type: none"><li>• Na drogach wzdłuż rzek wymagane zabezpieczenia (m.in. ścianki) na odcinkach nie uznawanych wcześniej za zagrożone),</li><li>• Potrzeba odpowiedniego utrzymania systemów odwodnienia, koryt rzecznych i skarp,</li><li>• Zwiększenie średnic rur odwadniających (m.in. w obszarach miejskich), które pozwalają na prace utrzymaniowe,</li><li>• Koordynacja działań pomiędzy różnymi zarządcami, w tym przeglądy przylegających systemów odwadniających,</li><li>• Szersza analiza funkcjonowania systemu odwodnienia, koordynacja działań z lokalnymi zarządcami zasobów wodnych lub odpowiednimi podmiotami odpowiedzialnymi.</li></ul>       |
| Wiatr                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Drzewa:<ul style="list-style-type: none"><li>• Określenie minimalnego dystansu pomiędzy krawędzią drogi a drzewami,</li><li>• Regularne przeglądy stanu roślin,</li><li>• Wzięcie pod uwagę (i) gatunku i (ii) czasu posadzenia,</li><li>• Tworzenie szkółek leśnych na lokalne potrzeby nasadzeń.</li></ul></li><li>• Analiza materiałów przeznaczonych na podpory ekranów akustycznych.</li></ul>   |
| Śnieg                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Przegląd i potwierdzenie skuteczności planów utrzymania.</li></ul>  |
| Inne                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fale ciepła:<ul style="list-style-type: none"><li>• Wykorzystanie wzmocnionych nawierzchni przed światłami,</li><li>• Wprowadzenie ograniczeń dla ruchu pojazdów ciężkich,</li></ul></li><li>• Wytyczne dla potrzeb procedur przetargowych w celu zapewnienia odporności klimatycznej,</li><li>• Systematyczny monitoring i rejestr zdarzeń dla potrzeb użytkowników dróg i planowania działań zapobiegawczych,</li><li>• Koordynacja działań ze Sztabem Zarządzania Kryzysowego,</li><li>• Możliwy przegląd i zmiany legislacyjne,</li><li>• Wymóg specjalnego finansowania – nie można włączyć adaptacji do działań utrzymaniowych!</li></ul> |

## Zapisywanie zdarzeń w odniesieniu do zdarzeń pogodowych

| Nr | Dane podstawowe   |  |      | Rodzaj czynnika pogodowego | Oddziaływanie              |                  |                         | Koszty | Inne |
|----|---|--|------|----------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|--------|------|
|    | Lokalizacja   |  | Czas |                            | Uszkodzenie infrastruktury | Zaburzenia ruchu | Całkowita blokada ruchu |        |      |
|    | Klasa drogi (A, S, DK)  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Numer drogi   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Przybliżony kilometraż (XXX+XXX)                                  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Koordynaty (X,Y,Z)  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Gmina   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Województwo   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Dzień   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Miesiąc   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Rok   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Deszcz  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Wiatr   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Śnieg   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | ....  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Cechy charakterystyczne (magnituda, umiejscowienie czasowe, itd.) |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Ziemne: wały/nachylenia   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Nawierzchnia  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Mosty/objekty   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Oznakowanie/zabezpieczenia/ekrany                                 |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Inne  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Do 1h   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | ...   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Więcej niż 3 dni  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Do 1h   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | ...   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Więcej niż 3 dni  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Liczba roboczogodzin ekip   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Uszkodzenia i odbudowa  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Budowa nowych elementów   |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Inne  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Komentarze  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Powiązane zdarzenia/wypadki                                       |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Szczegóły tras alternatywnych (jeśli były)                        |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |
|    | Komentarze  |  |      |                            |                            |                  |                         |        |      |

# Etapy IV i V – w trakcie...

Etap 1:

- **Analiza** pozyskanych informacji, **potwierdzenie prawidłowości** danych oraz ocena **podatności** sieci drogowej wraz z prognozami zmian klimatycznych.

Etap 2:

- Ocena **kosztów i oddziaływań** ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Etap 3:

- **Warsztaty** ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, mające na celu identyfikację działań adaptacyjnych opartych na **ocenie ryzyka**.

Etap 4:

- Wykonanie **“business case”** dotyczącym adaptacji dla sieci dróg krajowych na potrzeby decydentów.

Etap 5:

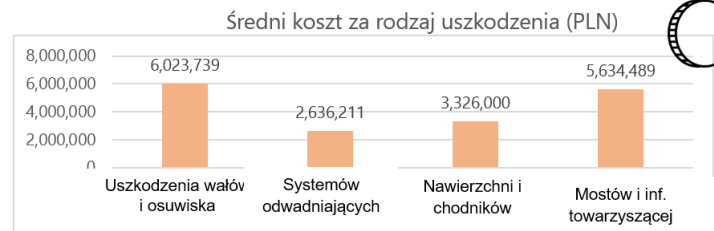
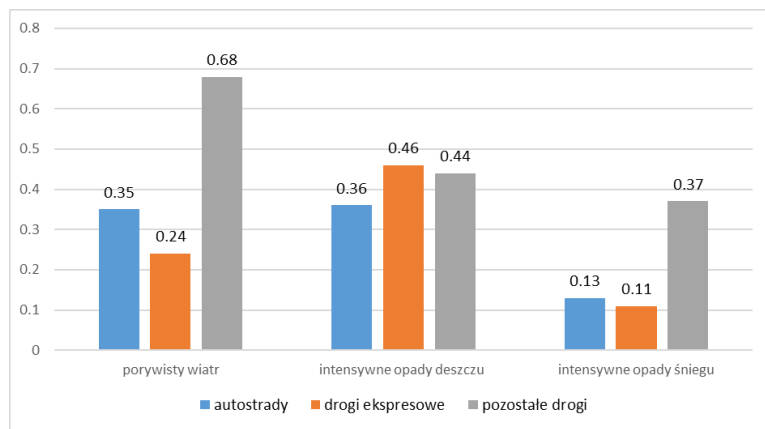
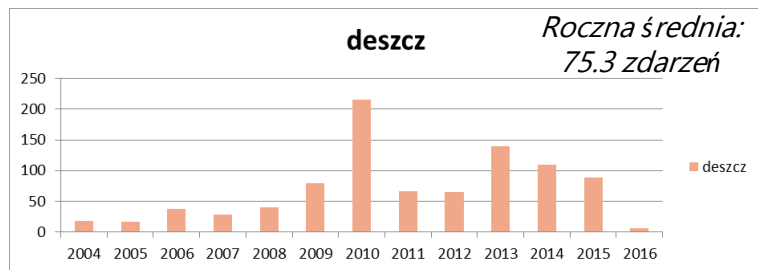
- Opracowanie **Planu działań** dla rekomendowanych **środków adaptacji**.

# “Business case”- w trakcie:

- Poziom krajowy:**

- Ogólne zestawienie obecnych i przewidywanych kosztów w odniesieniu do silnych opadów deszczu przy braku budżetu adaptacyjnego:

- Wkład:**



| Czynnik pogodowy                | Utrudnienie funkcjonowania infrastruktury drogowej |                        |                               |                            | Uniemożliwienie funkcjonowania infrastruktury drogowej |                        |                        |                               |                            |              |
|---------------------------------|--|------------------------|-------------------------------|----------------------------|--|------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|
|                                 | Czas trwania do 1 godz                             | Czas trwania 1-12 godz | Czas trwania 12 godz. - 3 dni | Czas trwania powyżej 3 dni | Całocic  | Czas trwania do 1 godz | Czas trwania 1-12 godz | Czas trwania 12 godz. - 3 dni | Czas trwania powyżej 3 dni | Całocic      |
| Porywisty wiatr                 | 18.8%  | 39.6%                  | 9.7%                          | 5.3%                       | 73.3%  | 2.4%                   | 2.9%                   | 1.1%                          | 0.8%                       | 7.1%         |
| Intensywne opady śniegu         | 1.5%   | 43.9%                  | 29.5%                         | 3.2%                       | 78.1%  | 4.3%                   | 2.1%                   | 1.6%                          | 0.0%                       | 8.0%         |
| <b>Intensywne opady deszczu</b> | <b>5.1%</b>  | <b>17.1%</b>           | <b>11.3%</b>                  | <b>32.6%</b>               | <b>66.2%</b>   | <b>3.9%</b>            | <b>3.6%</b>            | <b>1.5%</b>                   | <b>7.4%</b>                | <b>16.4%</b> |

# “Business case”- w trakcie:

## Roczne koszty

$$TC = TDC + TUC$$

where:

TC = Total Costs (PLN)

TDC = Total Damage Costs (PLN)

TUC = Total User Costs (PLN)

$$TDC = \sum_i^3 N_i * D$$

where

N<sub>i</sub> = number of events on each type of road

D = unit cost of damage (PLN)

i = class of road (A, S, DK)

and

$$TUC = \sum_i^3 N_i * AADT_i * \frac{L_i}{V_i} * tb * db * VoT * p * 0.5 + \sum_i^3 N_i * AADT_i * \frac{L_i}{V_i} * td * dd * VoT * p * 0.3$$

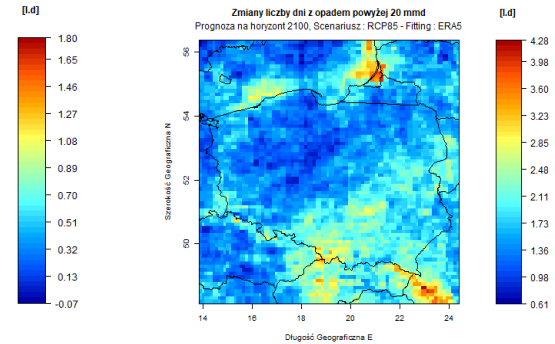
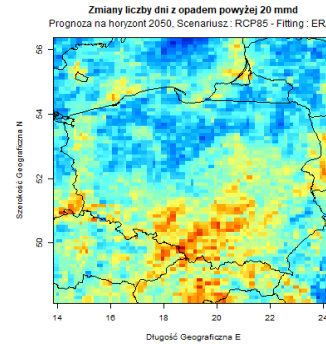
where

AA DT<sub>i</sub> = Average Annual Daily Traffic on each type of road (veh/day)

L<sub>i</sub> = average length of trip per road category (km)

V<sub>i</sub> = average speed per road category (km/h)

tb = % of events with traffic blocking



| Year | Numb events | Total damage costs (m PLN) | Total user costs (m PLN) | Total (m PLN) | Discount factor | Discounted total costs (m PLN) | Total discounted damage costs (PLN) | Total discounted user costs (PLN) |       |
|------|-------------|----------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1    | 2016        | 75.30                      | 6.93                     | 13.88         | 20.81           | 1.00                           | 20.81                               | 6.93                              | 13.88 |
| 2    | 2017        | 75.39                      | 6.94                     | 14.03         | 20.97           | 0.96                           | 20.07                               | 6.64                              | 13.43 |
| 3    | 2018        | 75.48                      | 6.94                     | 14.19         | 21.14           | 0.92                           | 19.35                               | 6.36                              | 13.00 |
| 4    | 2019        | 75.57                      | 6.95                     | 14.35         | 21.30           | 0.88                           | 18.67                               | 6.09                              | 12.58 |
| 5    | 2020        | 75.66                      | 6.96                     | 14.51         | 21.47           | 0.84                           | 18.01                               | 5.84                              | 12.17 |
| 6    | 2021        | 75.75                      | 6.97                     | 14.67         | 21.64           | 0.80                           | 17.37                               | 5.59                              | 11.78 |
| 7    | 2022        | 75.85                      | 6.98                     | 14.84         | 21.82           | 0.77                           | 16.75                               | 5.36                              | 11.39 |
| 8    | 2023        | 75.94                      | 6.99                     | 15.01         | 21.99           | 0.73                           | 16.16                               | 5.13                              | 11.03 |
| 9    | 2024        | 76.03                      | 6.99                     | 15.17         | 22.17           | 0.70                           | 15.59                               | 4.92                              | 10.67 |
| 10   | 2025        | 76.12                      | 7.00                     | 15.34         | 22.35           | 0.67                           | 15.04                               | 4.71                              | 10.32 |
| 11   | 2026        | 76.21                      | 7.01                     | 15.52         | 22.53           | 0.64                           | 14.51                               | 4.51                              | 9.99  |
| 12   | 2027        | 76.30                      | 7.02                     | 15.69         | 22.71           | 0.62                           | 13.99                               | 4.33                              | 9.67  |
| 13   | 2028        | 76.39                      | 7.03                     | 15.87         | 22.89           | 0.59                           | 13.50                               | 4.14                              | 9.36  |
| 14   | 2029        | 76.48                      | 7.04                     | 16.04         | 23.08           | 0.56                           | 13.02                               | 3.97                              | 9.05  |
| 15   | 2030        | 76.57                      | 7.04                     | 16.21         | 23.26           | 0.54                           | 12.56                               | 3.81                              | 8.75  |
| 16   | 2031        | 76.66                      | 7.05                     | 16.40         | 23.46           | 0.52                           | 12.12                               | 3.64                              | 8.48  |
| 17   | 2032        | 76.75                      | 7.06                     | 16.59         | 23.65           | 0.49                           | 11.69                               | 3.49                              | 8.20  |
| 18   | 2033        | 76.85                      | 7.07                     | 16.77         | 23.84           | 0.47                           | 11.28                               | 3.35                              | 7.94  |
| 19   | 2034        | 76.94                      | 7.08                     | 16.96         | 24.04           | 0.45                           | 10.89                               | 3.20                              | 7.68  |
| 20   | 2035        | 77.03                      | 7.09                     | 17.15         | 24.24           | 0.43                           | 10.50                               | 3.07                              | 7.43  |
| 21   | 2036        | 77.12                      | 7.09                     | 17.34         | 24.44           | 0.41                           | 10.12                               | 2.94                              | 7.17  |
| 22   | 2037        | 77.21                      | 7.10                     | 17.53         | 24.64           | 0.40                           | 9.74                                | 2.82                              | 6.92  |
| 23   | 2038        | 77.30                      | 7.11                     | 17.72         | 24.84           | 0.38                           | 9.37                                | 2.70                              | 6.67  |
| 24   | 2039        | 77.39                      | 7.12                     | 17.91         | 25.04           | 0.36                           | 9.01                                | 2.59                              | 6.42  |
| 25   | 2040        | 77.48                      | 7.13                     | 18.10         | 25.24           | 0.35                           | 8.66                                | 2.48                              | 6.17  |

W trakcie...

## Wzór (1/2)

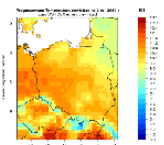
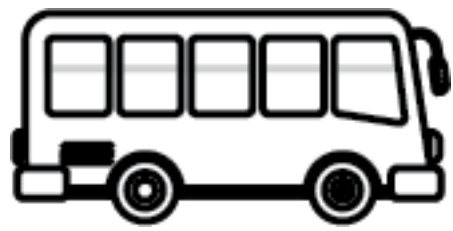
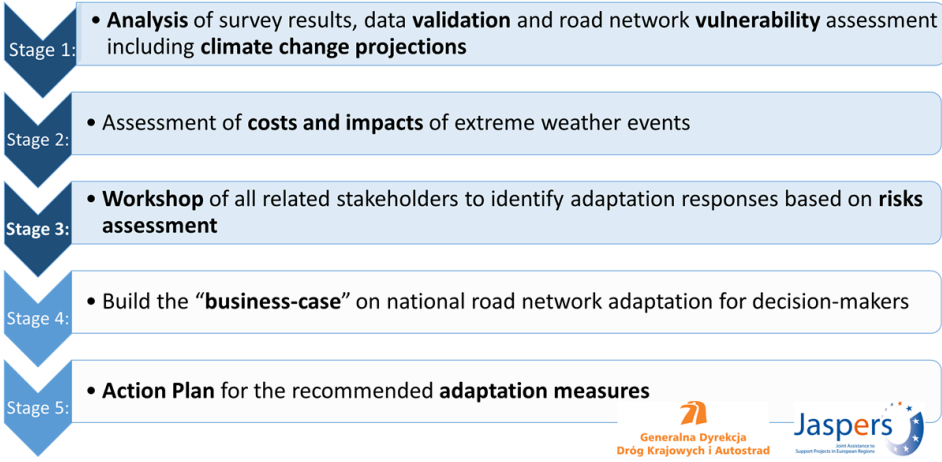
| Obszar zagrożenia                       | Zidentyfikowane elementy wrażliwe                                | Działanie adaptacyjne   | Kto/<br>kiedy |
|---|--|---|---------------|
| <b>Ogólnie (silne opady deszczu...)</b> |  |   |               |
| Wszystkie                               | Istniejąca sieć &<br>Strategia i Planowanie &<br>Nowe inwestycje | <ul style="list-style-type: none"> <li>Priorytet w działaniach przy wrażliwych elementach projektu, włączając: (i) krytyczność – uzgodnione poziomy; (ii) prognozy klimatyczne</li> <li>Zdefiniowanie różnych działań zapobiegawczych dla różnych poziomów ryzyka jak określono powyżej.</li> </ul> |               |
|   | Planowanie i nowe inwestycje                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Systematyczne wykonywanie oceny wrażliwości klimatycznej i analizy ryzyka opartej na poprzednich praktykach i dostępnej analizie wyników (np. mapowaniu istniejących obszarów wrażliwych itd..)</li> </ul>   |               |
|   | Remonty/modyfikacje  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Włączenie zmian klimatycznych jako głównego aspektu w rozważaniach dot. analizy kosztów i korzyści.</li> </ul>   |               |

## Wzór (2/2)

| Obszar zagrożenia                 | Zidentyfikowane elementy wrażliwe                                | Działania adaptacyjne   | Kto/<br>kiedy |
|-----------------------------------|--|---|---------------|
| <b><i>Silne opady deszczu</i></b> |  |   |               |
| Odwodnienie                       | Zalanie obszaru/systemu odwodnienia innego użytkownika/zarządcy. | <ul style="list-style-type: none"><li>Wzmocnienie/stworzenie wymiany informacji z różnymi zarządcami w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu działań utrzymaniowych oraz z innymi odpowiedzialnymi podmiotami,</li></ul> |               |
|                                   | Niewystarczająca pojemność systemu na pewnych drogach.           | <ul style="list-style-type: none"><li>Przegląd standardów projektowych systemów odwodnienia w celu zapewnienia odporności przyszłych elementów infrastruktury.</li></ul>  |               |



# Kolejny główny filar projektu.



**---Swiadomość Problemu ---Wymiana Wiedzy---Współpraca Międzynarodowa---**



- **Systematyczny rejestr** zdarzeń o podłożu klimatycznym mających wpływ na infrastrukturę drogową i/lub jej działanie – czy analizujemy i wykorzystujemy te informacje?

*Zrozumienie tych informacji umożliwi działania związane z oddziaływaniem zmian klimatycznych („informacja to siła”).*

- Czy przy **planowaniu i projektowaniu dróg** rozważamy kwestie związane z klimatem? Czy obowiązujące **standardy projektowania** zapewniają wystarczającą odporność (w odniesieniu do różnych typów dróg itd.)?

*Po „Powodzi Tysiąclecia” zmieniono standardy projektowe dla mostów (tzn. wdrożono działania adaptacyjne).*

- **Eksploatacja i utrzymanie są kluczowe** dla zapewnienia odporności, w jaki sposób nimi zarządzamy?

*Celem nie jest wyłącznie rozbudowa dróg i zwiększanie średnic odpływów...również wiedza o tym jak damy sobie z tym radę i towarzyszącymi oddziaływaniami (efektywność kosztowa).*

- Zmiany klimatyczne jako jeden z **kluczowych aspektów mijającej perspektywy finansowej Unii Europejskiej**, jaka jest w niej rola dróg?

*Jest to z pewnością możliwość zapewnienia odporności sieci drogowej oraz rozwiązania innych palących problemów, jak m.in. bezpieczeństwa na drogach.*

---

# Dziękujemy za uwagę!

**Grzegorz Łutczyk – GDDKiA**

[glutczyk@gddkia.gov.pl](mailto:glutczyk@gddkia.gov.pl)

**Elisabet Vila Jordà - JASPERS**

[e.vilajorda@eib.org](mailto:e.vilajorda@eib.org)