

INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW

ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



DOSTOSOWANIE I WDROŻENIE KOMPLEKSOWEGO SYSTEMU PMS Z PERSPEKTYWY ZARZĄDCY

dr hab. inż. **ADAM ZOFKA** prof. nadzw. IBDiM

Sekretarz Naukowy IBDiM

7 czerwiec 2017 r. GDYNIA

autopromocja

- Ekspert przy OECD (ITF) nt. *Policies to extend the life of road assets*
- Przedstawiciel Polski w EATA
- Członek ISAP, AAPT, TRB, ASCE, PAN
- Sekretarz Naukowy w IBDiM, TRA2016
- Profesor w Connecticut, Minnesota, Litwa
- Edytor w magazynach RMPD i BJRBE
- Ponad 150 artykułów, prezentacji, raportów
- Rodzinne miasto:



GDYNIA!

ku pamięci



2013 r



Plan

O PMS

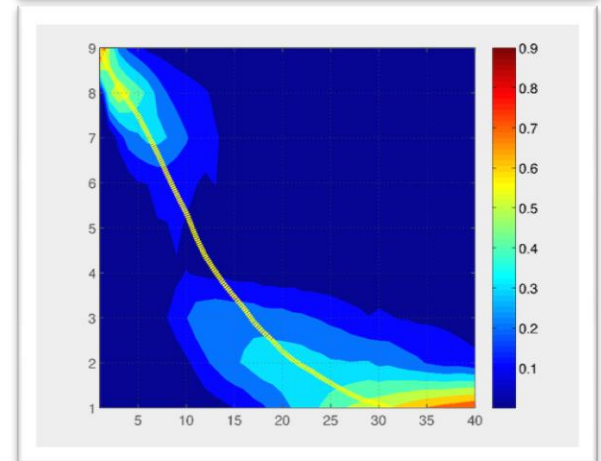
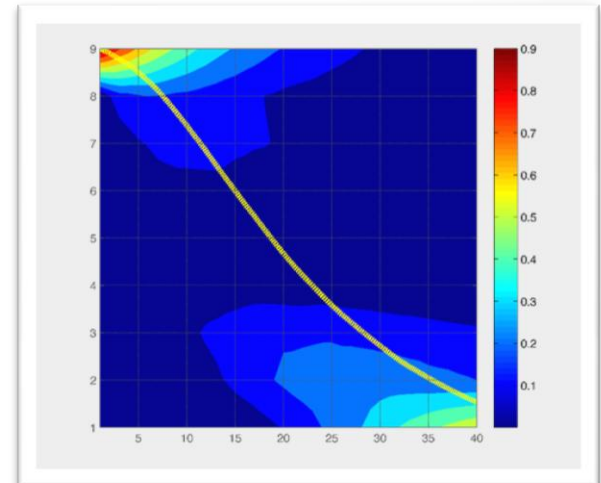
Wdrożenie i dostosowanie

Przykłady analizy

PMS w CT

LCA

Podsumowanie



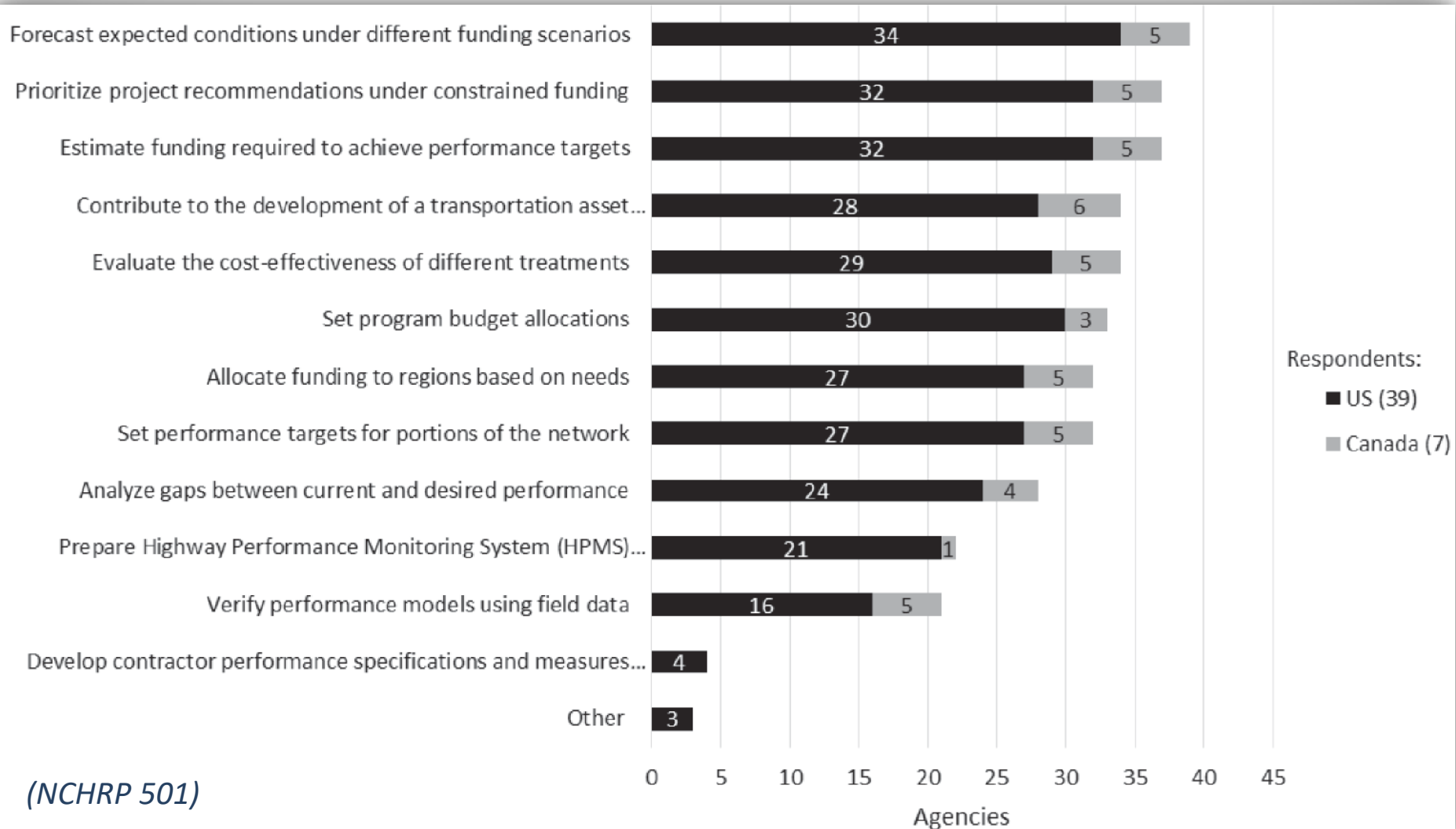
PMS

- Narzędzie do wspomagania decyzji na różnych poziomach zarządzania
- Wprowadza usystematyzowaną i obiektywną metodykę
- To jest proces – wymaga zaprojektowania i ciągłego koordynowania/utrzymania
- Pozwala na porównanie oraz ocenę różnych scenariuszy i strategii
- Kompleksowy Asset Management System (AMS) dla np. nawierzchni, mostów, znaków, barier drogowych, oznakowania poziomego, przepusty, przejść dla zwierząt etc.

PMS

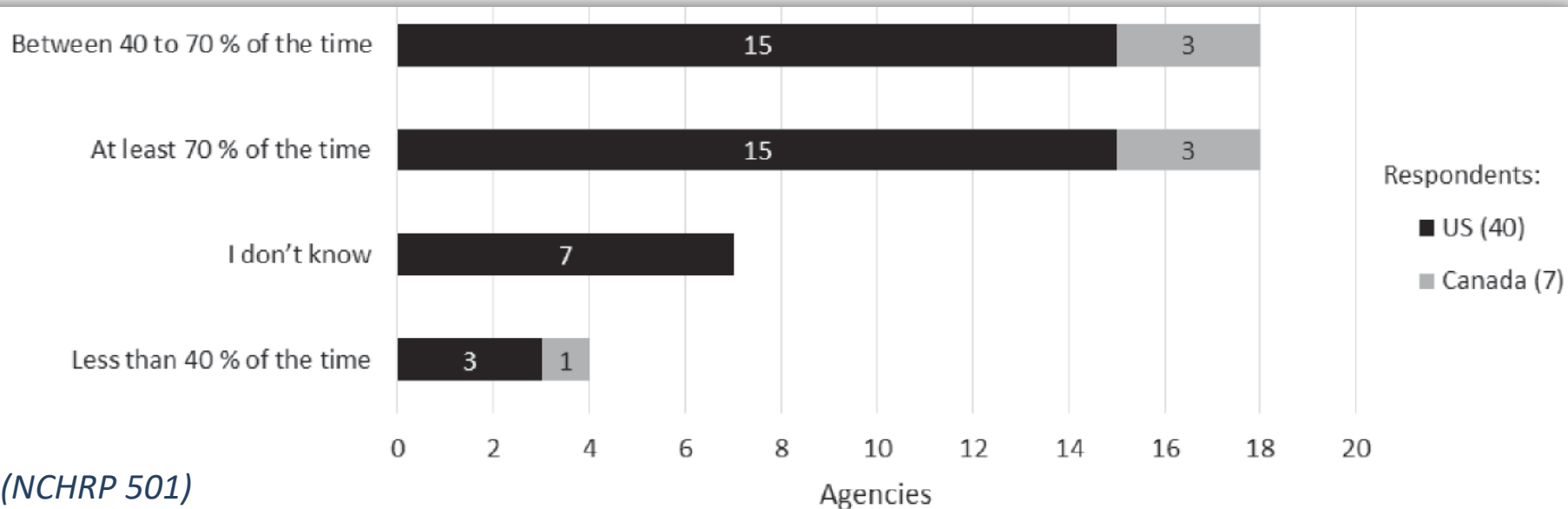
- Pomaga zarządcy racjonalnie oszacować potrzeby finansowe (krótko i długoterminowe)
- Pomaga zarządcy *optymalnie* wydatkować dostępne fundusze oraz wyjaśnić zasadność wydatków (np. na wyższym poziomie czy dla społeczeństwa)
- Pomaga *optymalnie* planować zabiegi i remonty
- Pozwala ocenić efektywność ekonomiczną i funkcjonalną konkretnych zabiegów utrzymaniowych i remontowych
- Jakość danych (GIGO)

PMS praktycznie



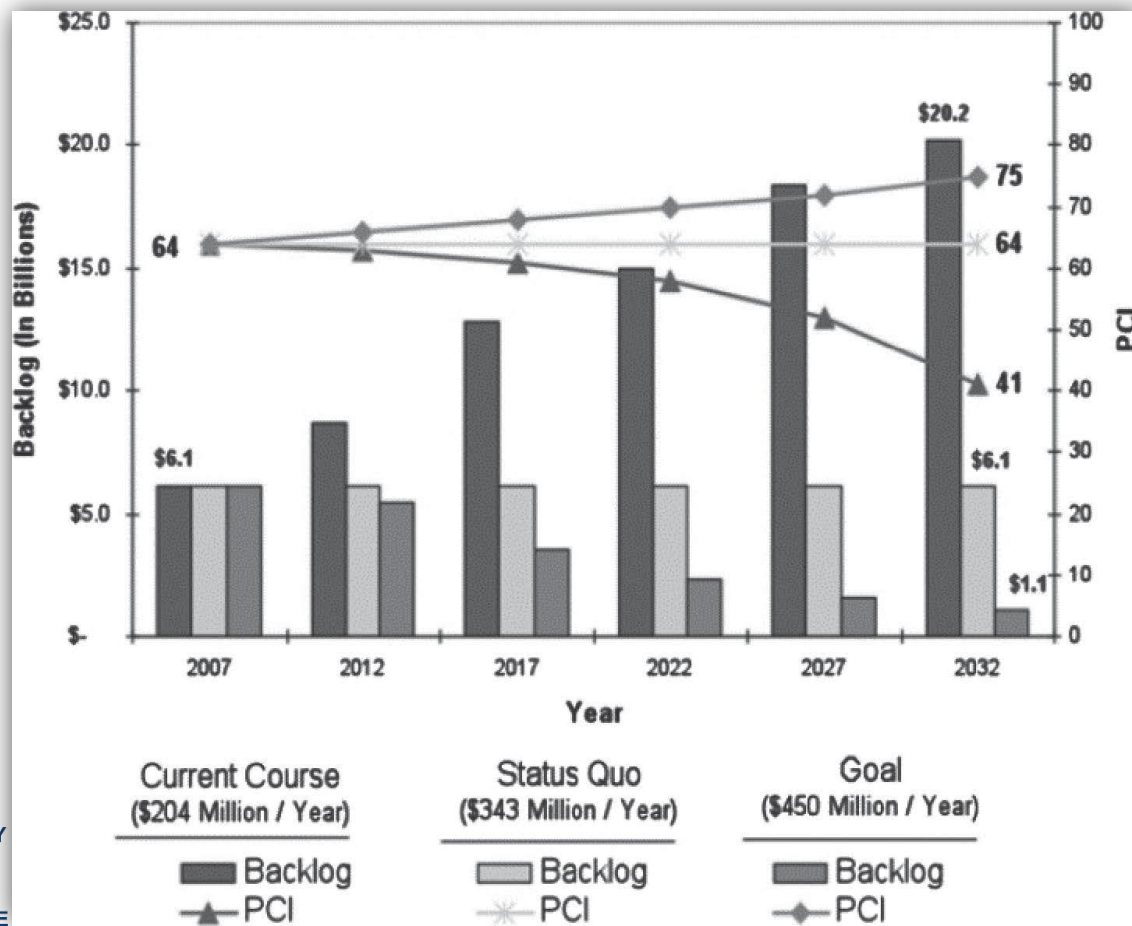
PMS wspomaga decyzje

→ Jak często zalecenia PMS są wykorzystywane?

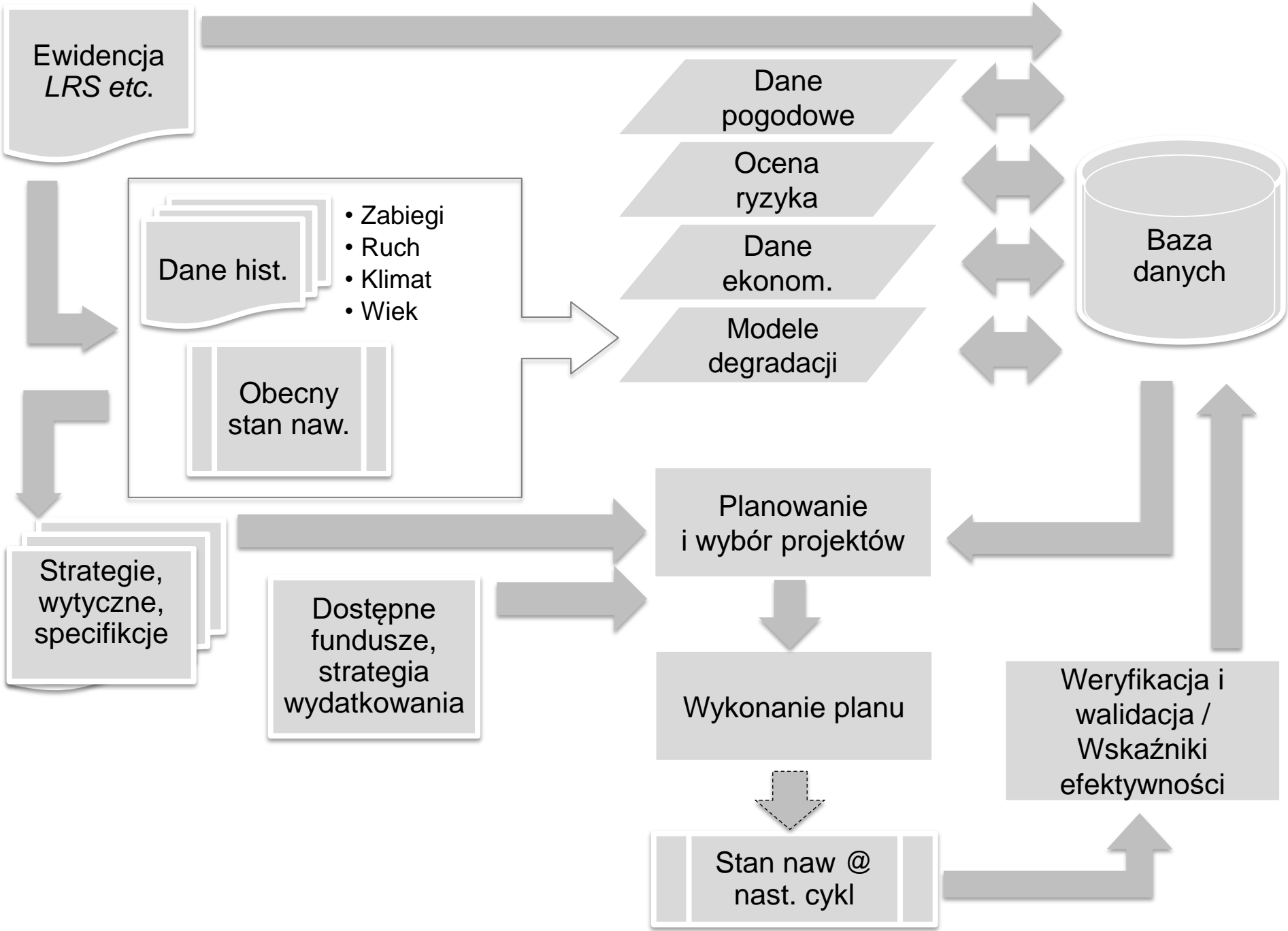


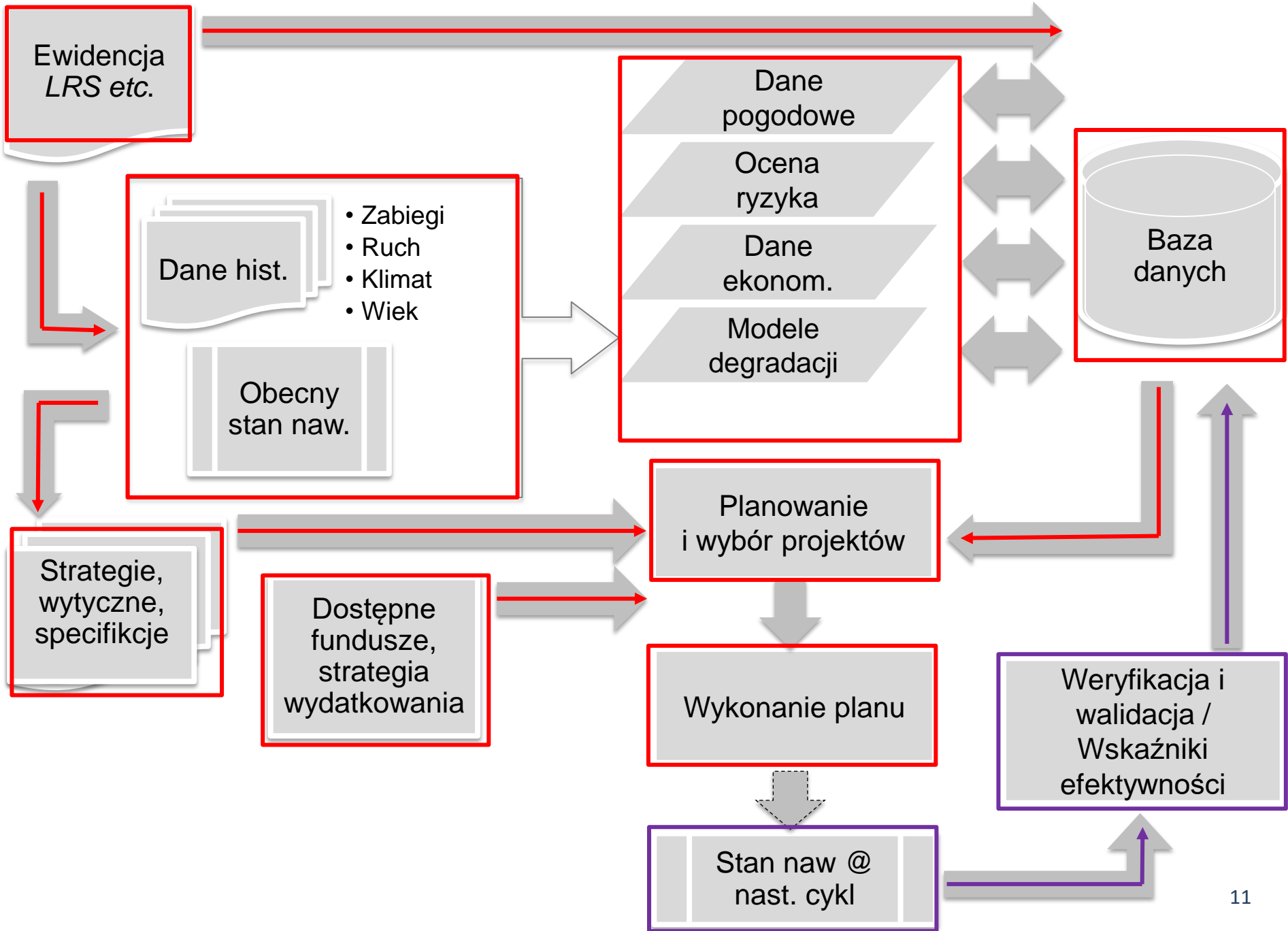
PMS przykład planowania

→ Szacunek potrzeb



(NCHRP 501)

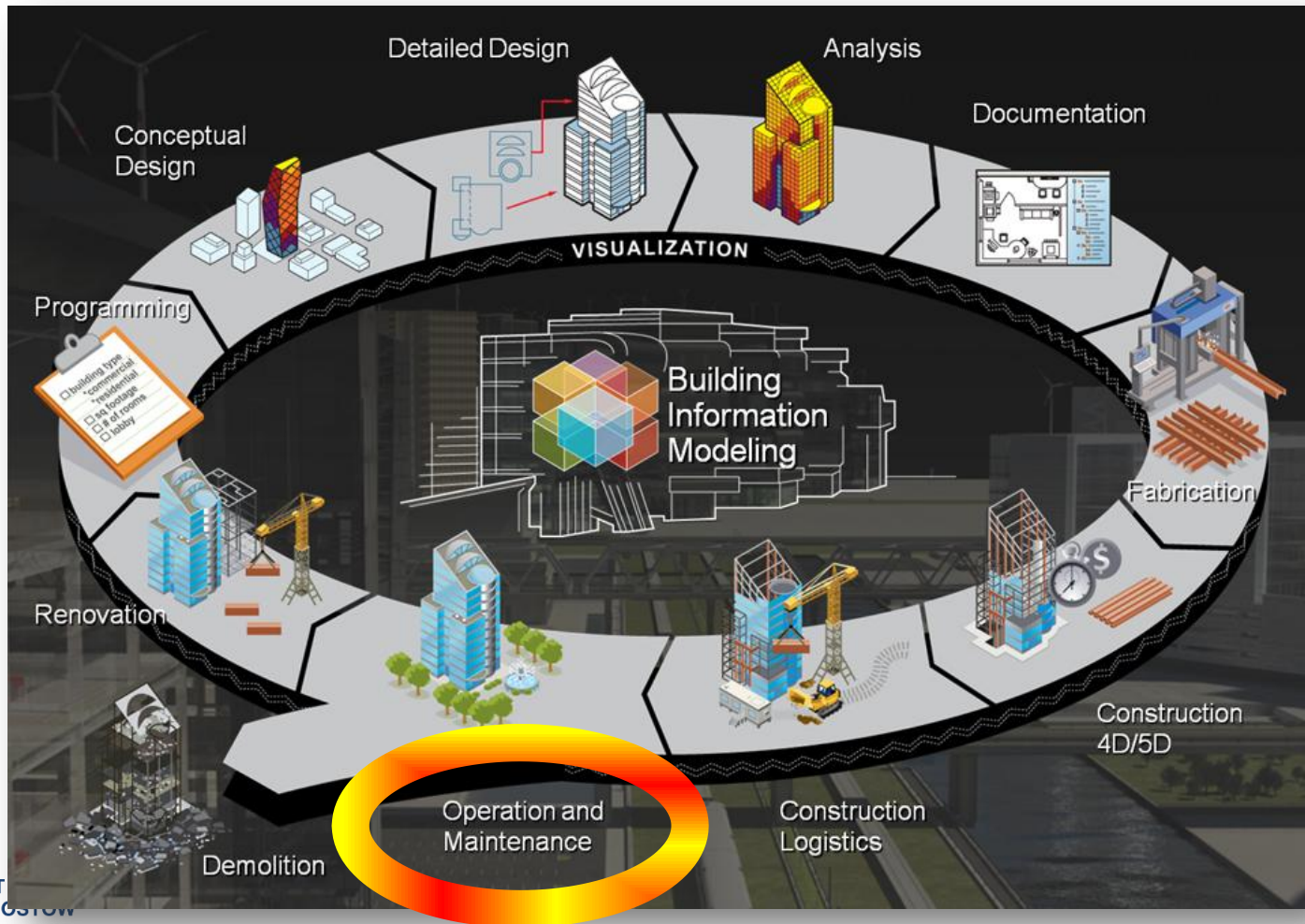




PMS i LCA: aspekty

- Potencjalnie PMS może uwzględniać koszty związane z:
 - Czasem podróży i przewozu towarów
 - Eksploatacją pojazdów
 - Wypadkowością (BRD)
 - Zanieczyszczeniem powietrza
 - Hałasem
- PMS pozwala ocenić ryzyka tych aspektów
- Zakres PMS zależy od organizacji/strategii
- Aspekty wprowadza się **stopniowo**
- PMS to jest proces – wymaga zaprojektowania i ciągłego koordynowania/utrzymania

PMS częścią BIM (AIM)



Wdrożenie i dostosowanie

- Co jest niezbędne do ustalenia z zarządcą - konsultacje
1. Do czego zarządca chce wykorzystać system? Jakie są cele i potencjalne wykorzystanie?
 2. Jakie dane chce uwzględniać?
 3. Jakie są dostępne zabiegi i remonty, strategię wytyczne, specyfikacje, mo
 4. Świadomość ograniczeń P
 5. Plan wdrożenia PMS oraz
 6. Potencjalne bariery we wdrożeniu (instytucjonalne, prawne)

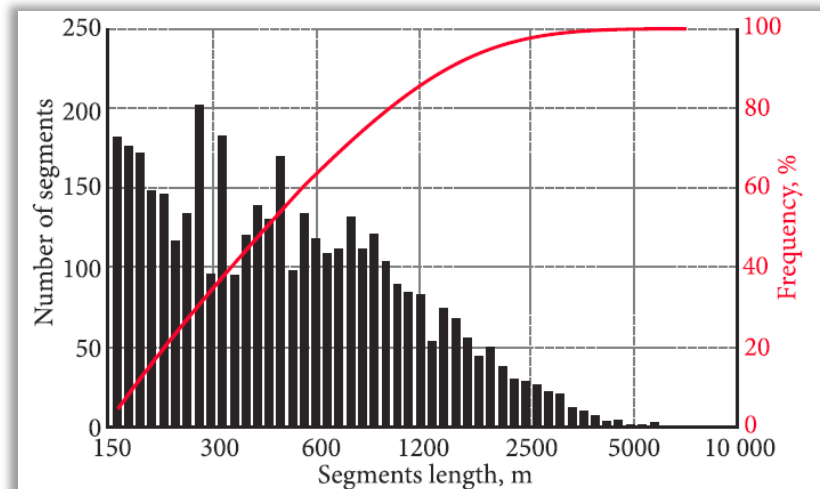
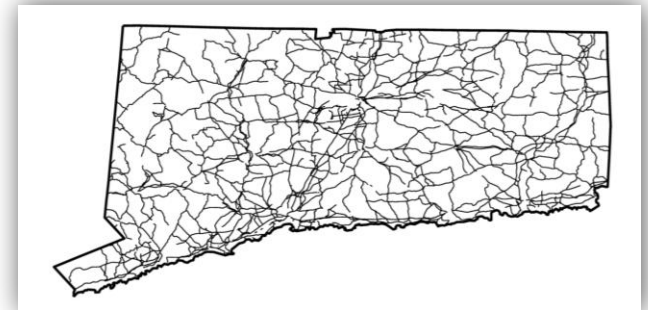
Uniknąć pośpiesznego i nieprzygotowanego „wdrożenia”, które pozostawi negatywne doświadczenie w całej instytucji na lata

Wdrożenie i dostosowanie

- System referencyjny (np. LRS, RSR)
- Baza danych i platforma/system; dane, jakość danych
- DSN (pomiary, jakość danych, katalog uszkodzeń, wielkości i wartości parametrów oraz wskaźniki stanu)
- Katalog remontów i przebudów
- Katalog strategii w zależności od klasy drogi, ruchu, rodzaju i postępu uszkodzeń (stanu nawierzchni tj. parametrów, wskaźników) etc.
- Dedykowany moduł planowania / optymalizacji
- Plan wdrożenia, warsztaty, szkolenia, zespół/lider
- Udoskonalanie – pętla zwrotna

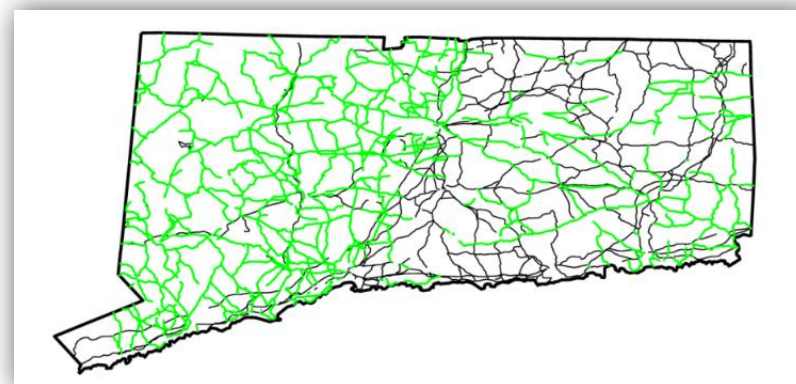
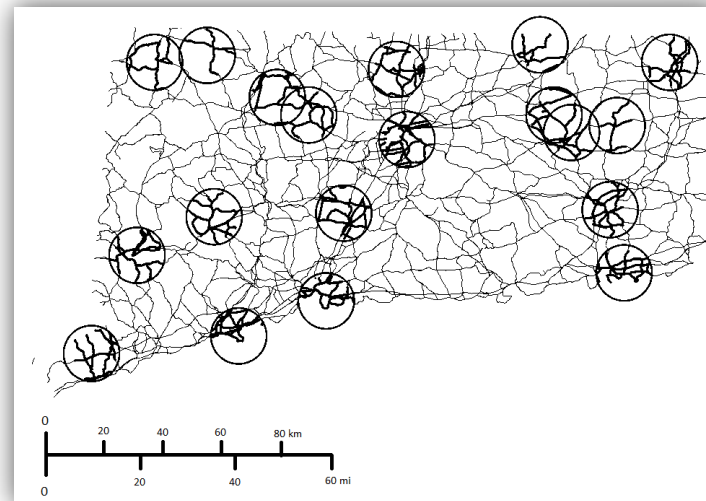
PMS przykład z CT

- Na podstawie danych ze stanu Connecticut
- 4070 odcinków jednorodnych
- 5000 km
- Różne aspekty
- Własny program
- Monte Carlo
- Sztuczna sieć neuronowa



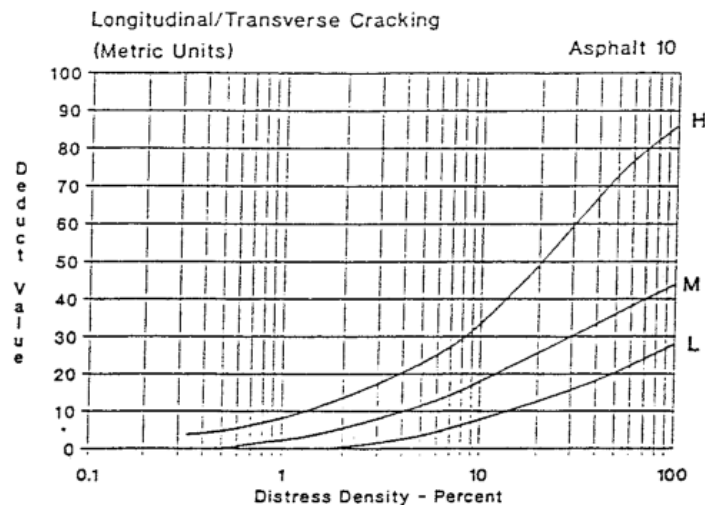
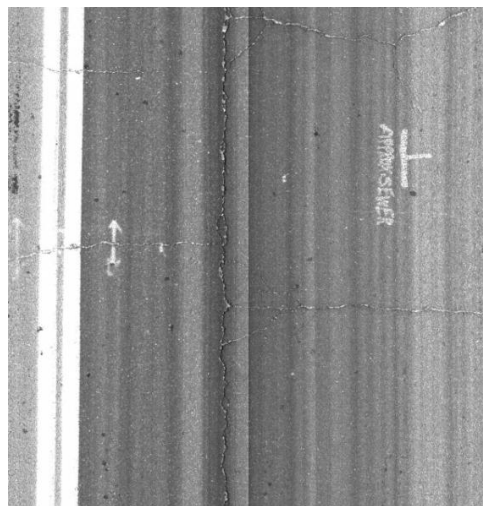
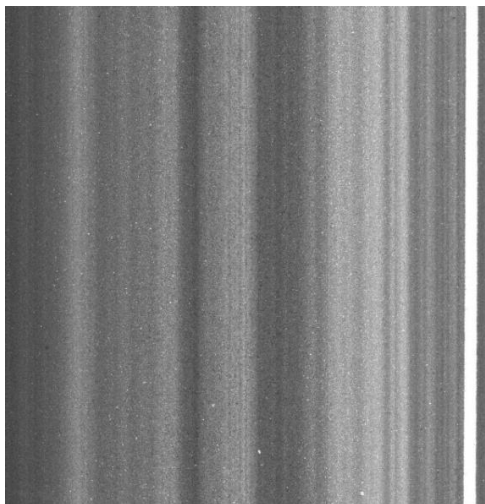
PMS CT dane

- Dane z różnych źródeł
- Kontrola jakości danych
- Powiązane i analizowane przy pomocy narzędzi **GIS**
 - Nawierzchnia (typ, konstrukcja, historia)
 - Dane pogodowe (historyczne, wskaźniki)
 - Ruch drogowy
 - Stan nawierzchni (równość podłużna, spękania) tylko z jednego roku

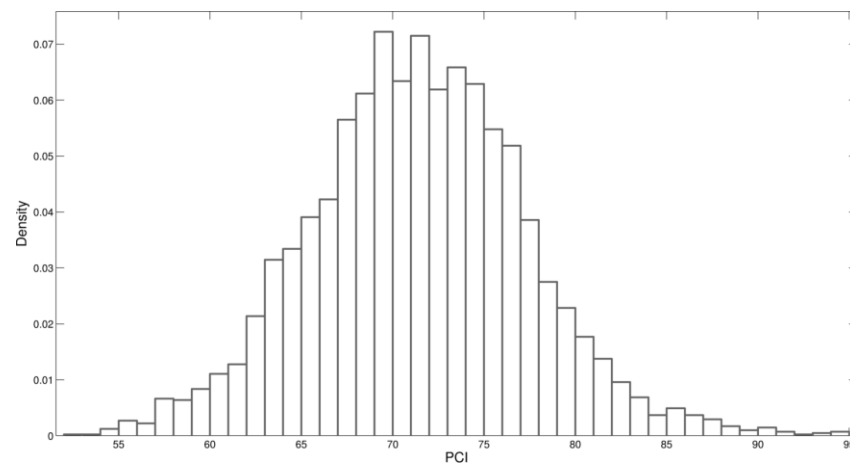


PMS CT wskaźnik stanu

- PCI 0 do 100
- Na podstawie krzywych potrąceń



Źródło: ASTM D6433

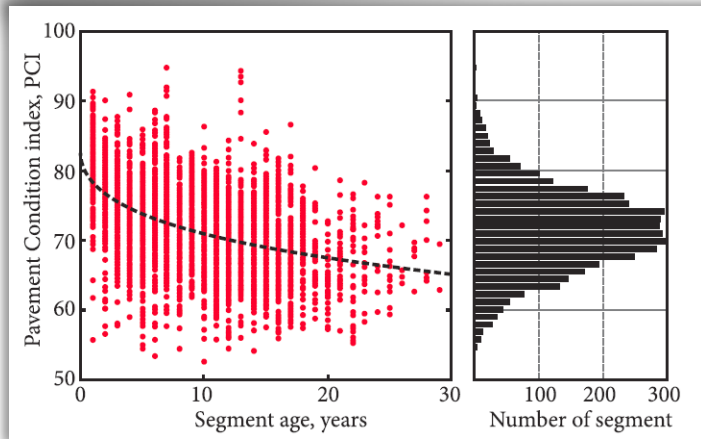


PMS grupowanie odcinków

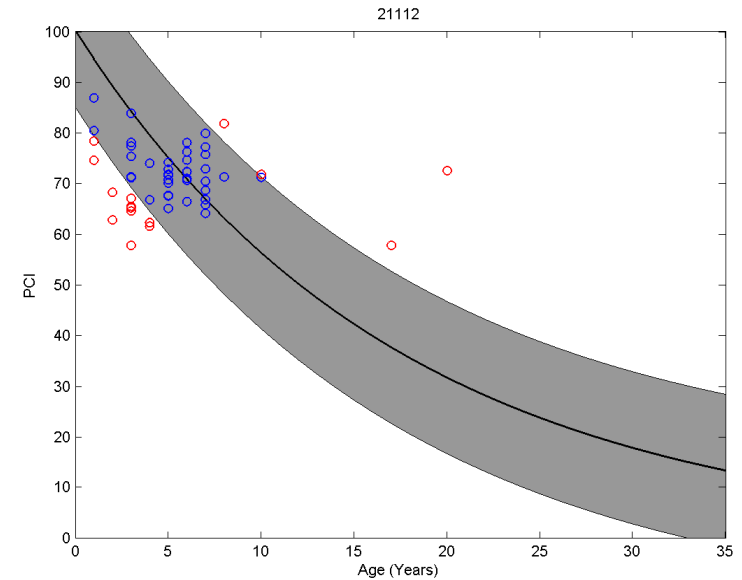
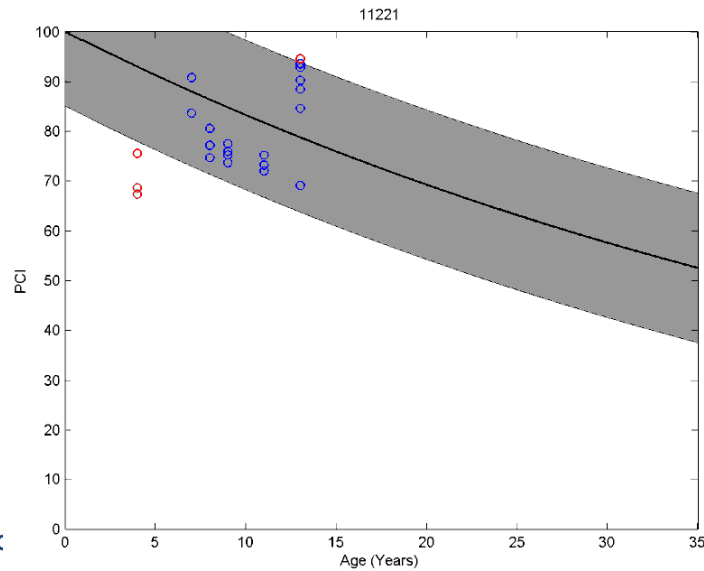
- 4070 odcinków jednorodnych pogrupowanych według pięciu czynników:
 - Wskaźnik zimowy (średni, zimny)
 - Wskaźnik letni (średni, ciepły)
 - Ruch drogowy (mały, wysoki)
 - Grubość warstw asfaltowych (cieńkie, grube)
 - Typ nawierzchni (podatne, półsztywne)
- Sumaryczna ilość grup $2^5 = 32$
- W każdej grupie nawierzchnie o różnym wieku => krzywe degradacji dla każdej grupy $PCI(\text{wiek})$

$$PCI(t) = 100 \times e^{-\frac{t}{\alpha}}$$

PMS krzywe degradacji

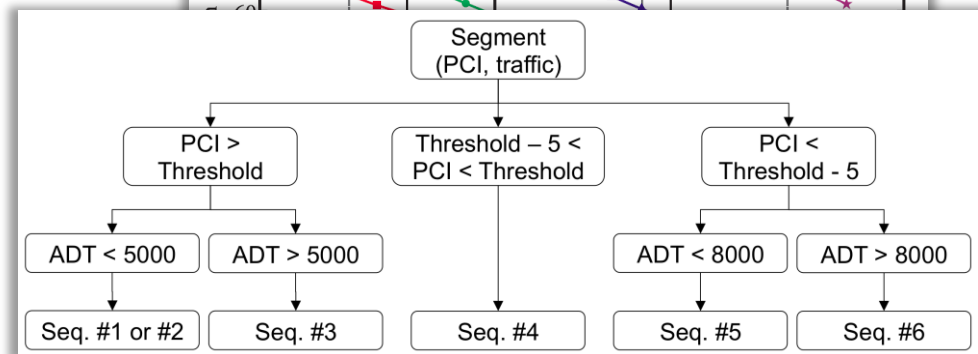
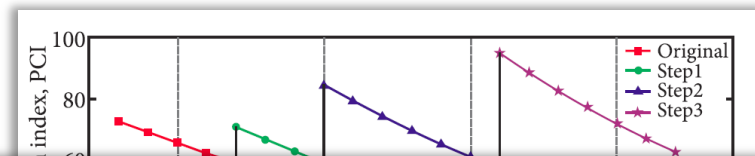


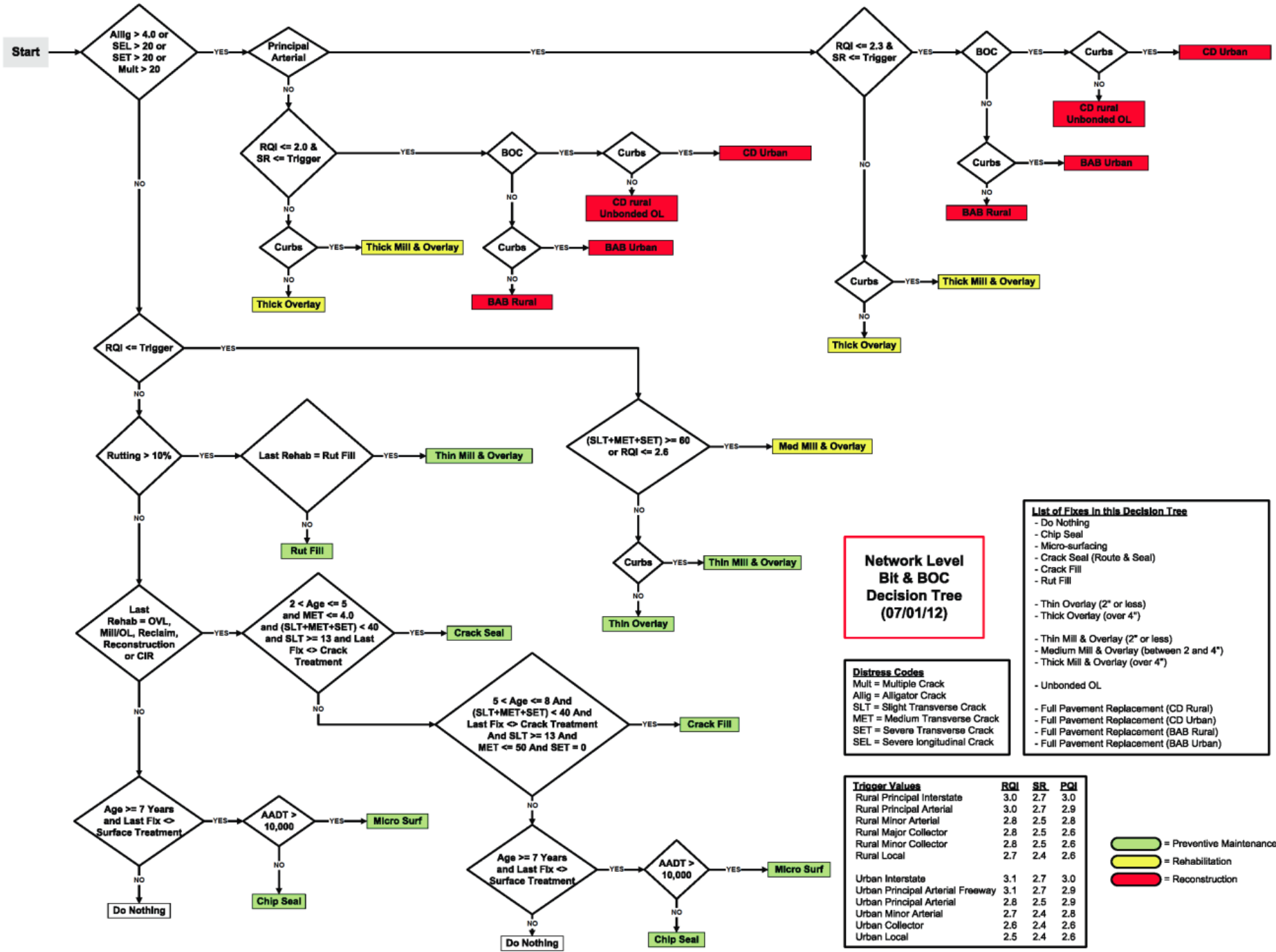
$$PCI(t) = 100 \times e^{-\frac{t}{\alpha}}$$



PMS CT zabiegi i strategie

- Zabiegi remontowe (8 zabiegów)
 - Każdy zabieg z założonym efektem (przedłużenie żywotności), kosztem, wpływem na PCI(wiek)
 - Od powierzchniowego utrwalenia do przebudowy
- Zabiegi sprzężone w strategii (3-stopniowe); **6 strategii**
- Aplikacja strategii w zależności od:
 - Grupy odcinka
 - Stanu odcinka (PCI-based)
 - Ruchu drogowego
- Tzw. decisions tree





Network Level Bit & BOC Decision Tree (07/01/12)

- List of Fixes in this Decision Tree**
- Do Nothing
 - Chip Seal
 - Micro-surfacing
 - Crack Seal (Route & Seal)
 - Crack Fill
 - Rut Fill
 - Thin Overlay (2" or less)
 - Thick Overlay (over 4")
 - Thin Mill & Overlay (2" or less)
 - Medium Mill & Overlay (between 2 and 4")
 - Thick Mill & Overlay (over 4")
 - Unbonded OL
 - Full Pavement Replacement (CD Rural)
 - Full Pavement Replacement (CD Urban)
 - Full Pavement Replacement (BAB Rural)
 - Full Pavement Replacement (BAB Urban)

Distress Codes

Mult = Multiple Crack
 Allig = Alligator Crack
 SLT = Slight Transverse Crack
 MET = Medium Transverse Crack
 SET = Severe Transverse Crack
 SEL = Severe longitudinal Crack

Trigger Values

	RQI	SR	PCI
Rural Principal Interstate	3.0	2.7	3.0
Rural Principal Arterial	3.0	2.7	2.9
Rural Minor Arterial	2.8	2.5	2.8
Rural Major Collector	2.8	2.5	2.6
Rural Minor Collector	2.8	2.5	2.6
Rural Local	2.7	2.4	2.6
Urban Interstate	3.1	2.7	3.0
Urban Principal Arterial Freeway	3.1	2.7	2.9
Urban Principal Arterial	2.8	2.5	2.9
Urban Minor Arterial	2.7	2.4	2.8
Urban Collector	2.6	2.4	2.6
Urban Local	2.5	2.4	2.6

- = Preventive Maintenance
- = Rehabilitation
- = Reconstruction

PMS CT scenariusze

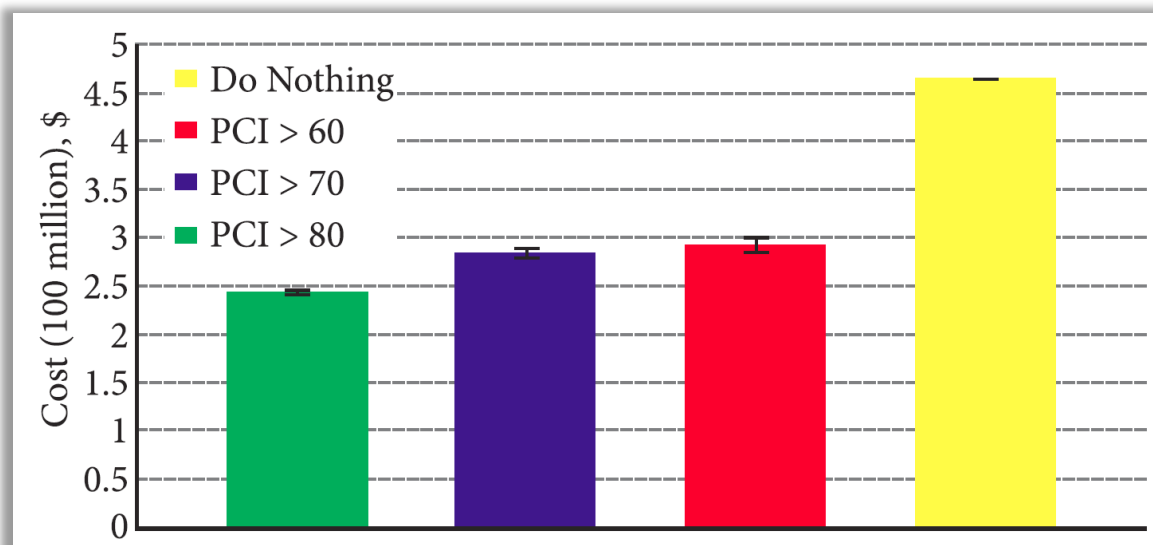
→ Cztery przykładowe scenariusze:

1. Nie rób nic
2. min PCI = 60
3. min PCI = 70
4. min PCI = 80

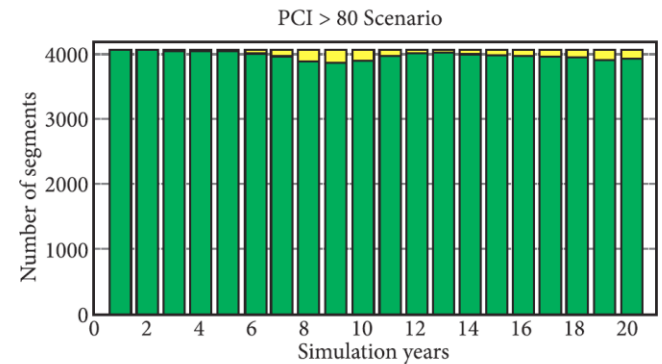
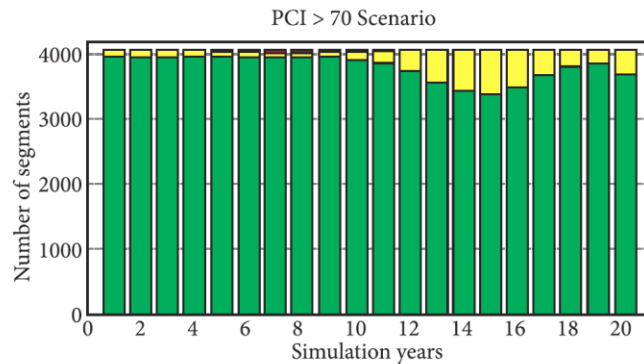
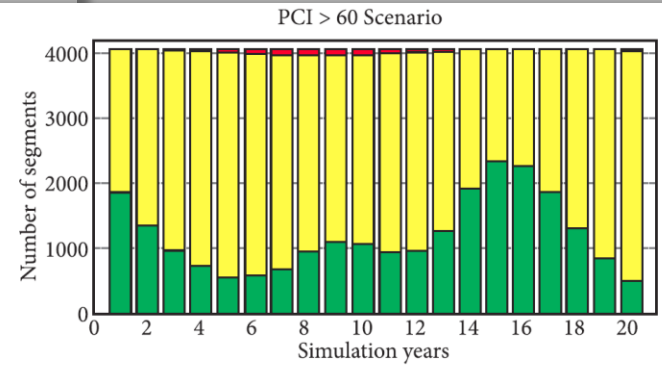
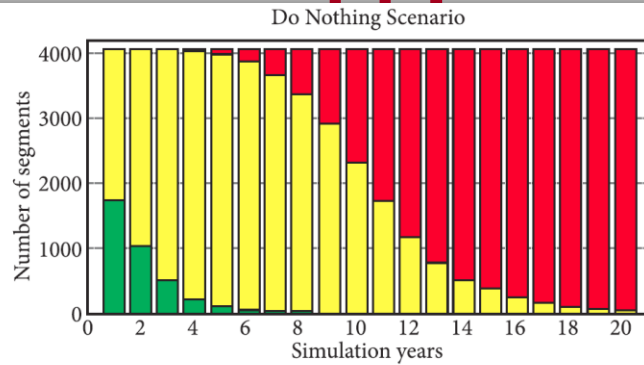
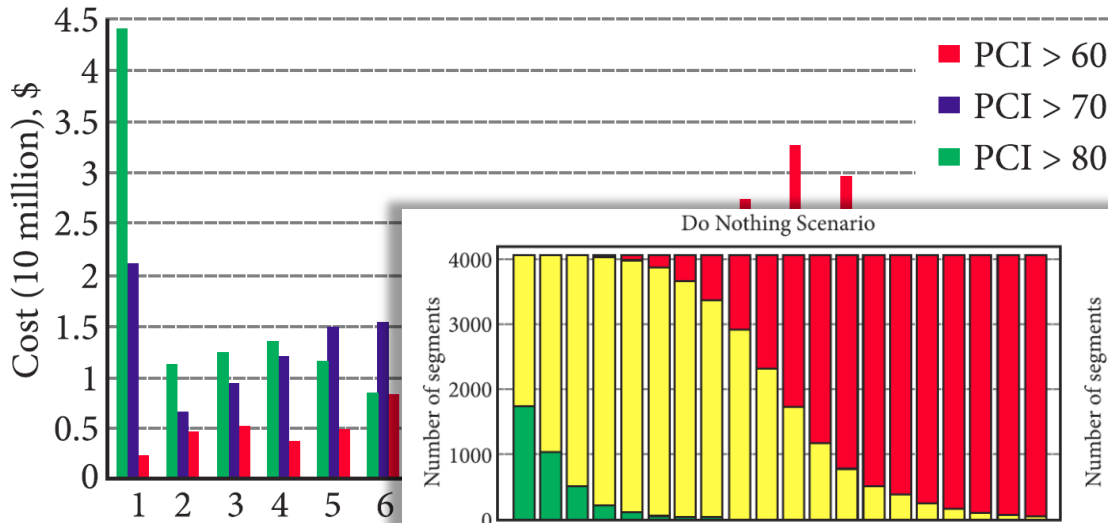
→ Okres analizy = **20 lat**

→ Porównane poprzez:

- Wartość bieżąca netto (NPV)
- Przepływy kosztów
- Predykcje stanu sieci



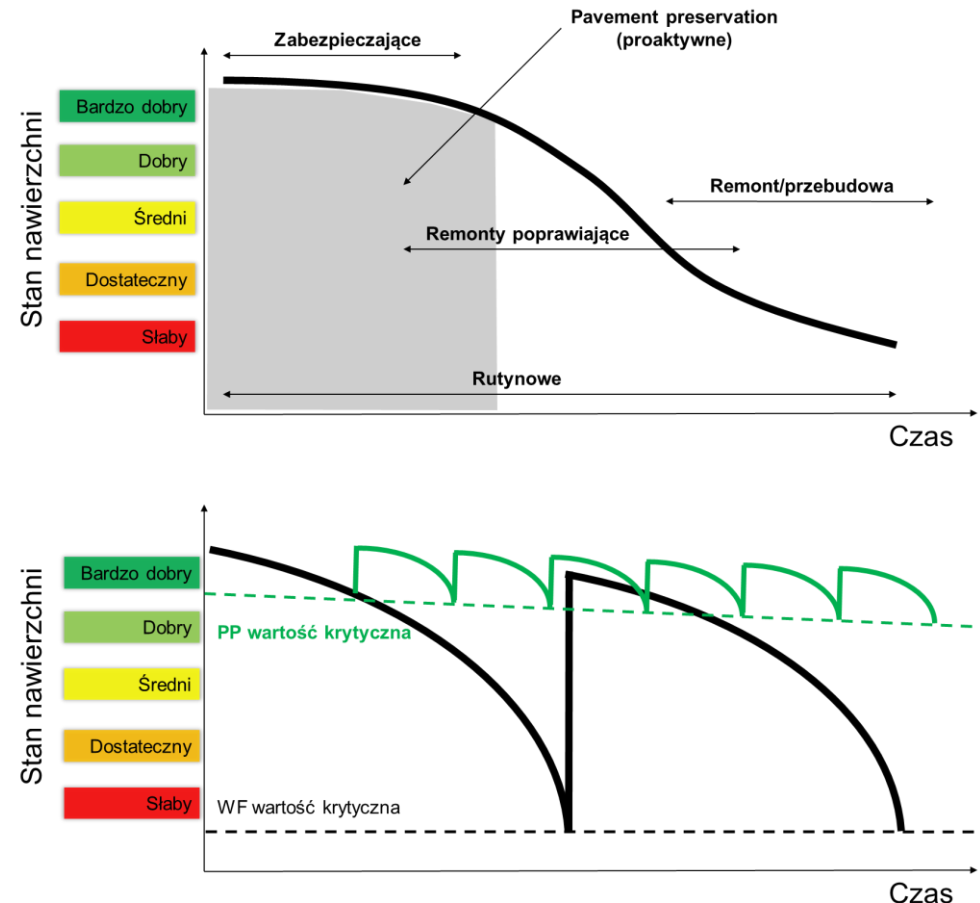
PMS CT scenariusze



Legend: good condition (green), fair condition (yellow), poor condition (red)

LCA aspekty w PMS - przykład

- Przykład syntetyczny, 10 km, 2 pasy ruchu
- Porównanie strategii:
 - Worst-first (WF)
 - Proaktywnej (PP)



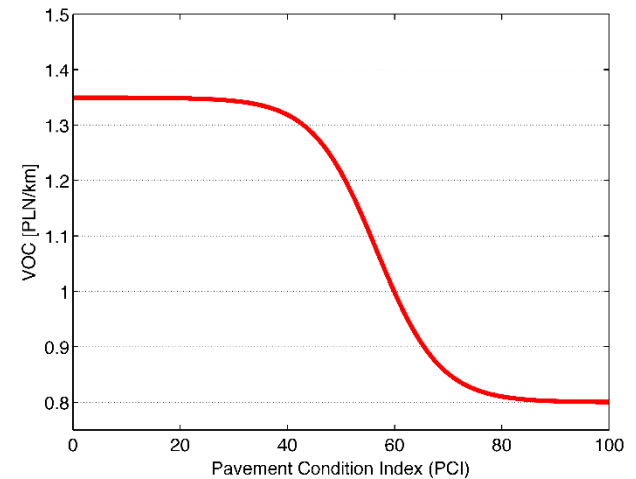
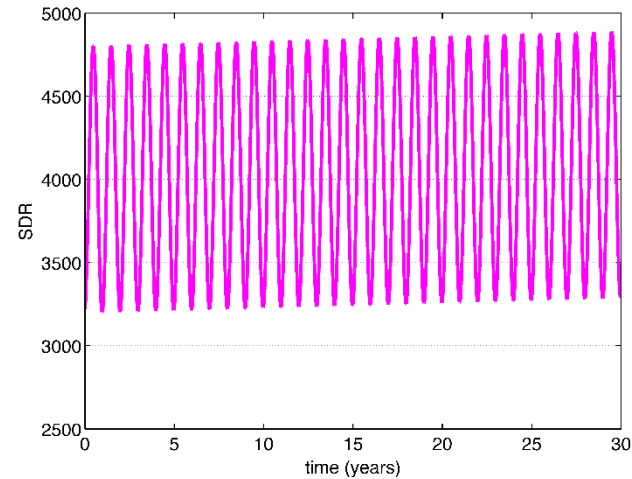
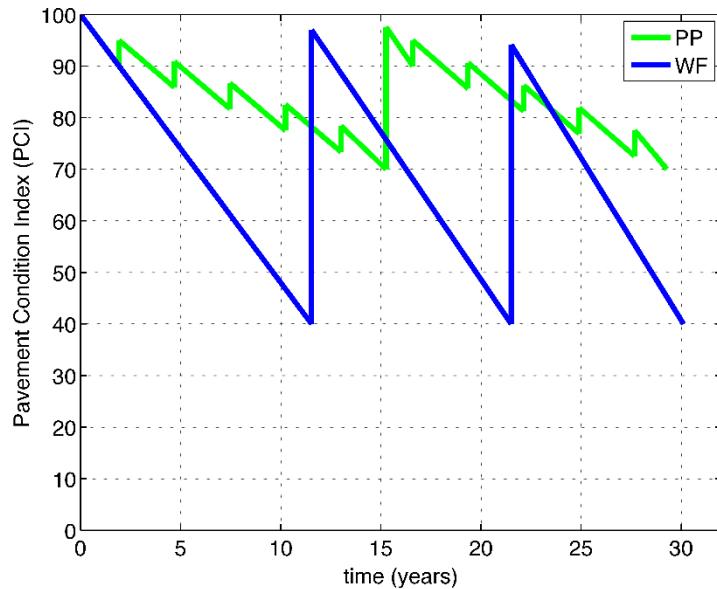
LCA przykład: założenia

- Porównanie dwóch strategii (WF, PP)
- Uwzględnione koszty:
 - Eksploatacji pojazdów
 - Czas stracony
 - Zabiegów
 - Brak: hałasu, zanieczyszczenia powietrza, brd,
- Okres analizy 30 lat
- Monte Carlo
- Własny program

```
35 - ccWF3=[gradWF3 PCI_rehab2_WF+t_rehab2_WF*abs(gradWF3)];
36
37 - % calc time when 3rd rehab in needed in WF:
38 - t_rehab3_WF = (PCI_thres_rehab_WF-(PCI_rehab2_WF+t_rehab2_WF*abs(gradWF3)))/gradWF3;
39
40 - % discrete time points
41 - t_WF1=linspace(0,t_rehab1_WF,ceil((t_rehab1_WF-0)/WF_step));
42 - t_WF2=linspace(t_rehab1_WF,t_rehab2_WF,ceil((t_rehab2_WF-t_rehab1_WF)/WF_step));
43 - t_WF3=linspace(t_rehab2_WF,t_rehab3_WF,ceil((t_rehab3_WF-t_rehab2_WF)/WF_step));
44
45 - PCI_WF1=polyval(ccWF1,t_WF1);
46 - PCI_WF2=polyval(ccWF2,t_WF2);
47 - PCI_WF3=polyval(ccWF3,t_WF3);
48
49 - figure(1)
50 - plot(t_WF1,PCI_WF1,'-ro')
51 - hold on
52 - plot((t_rehab1_WF,t_rehab1_WF),(PCI_thres_rehab_WF,PCI_rehab1_WF),'--k')
```

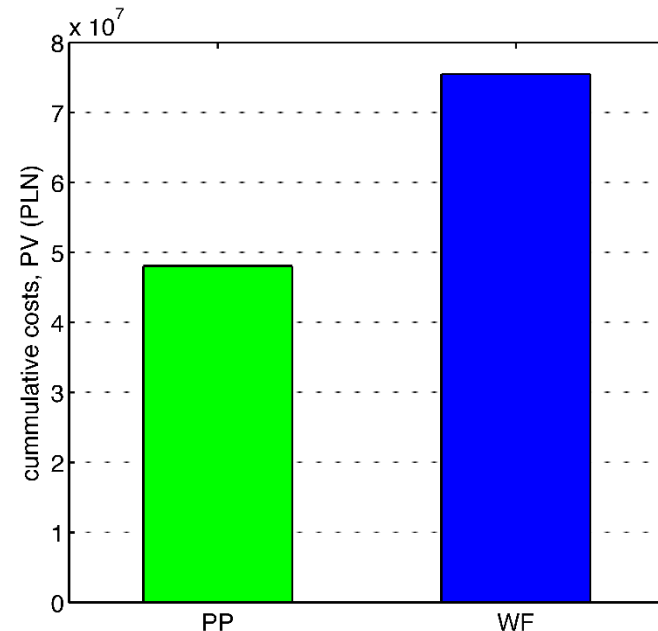
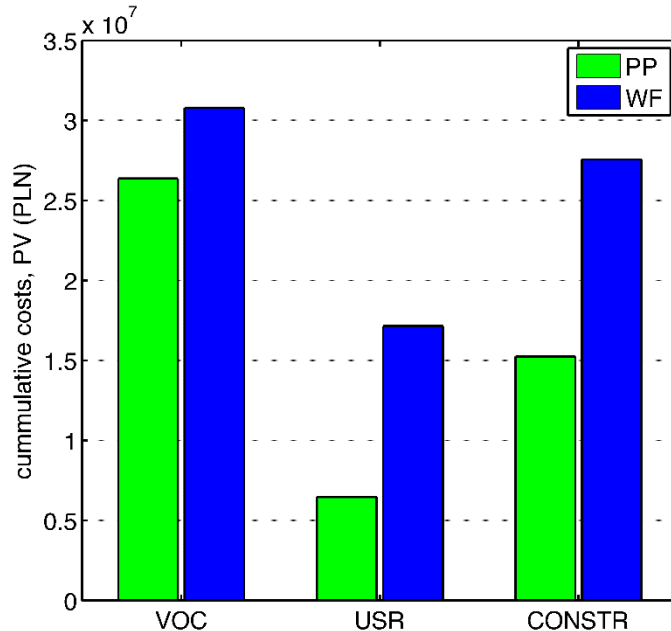
FViiA_Wr_reh
PCI0
PCI0_PP
PCI0_PP2
PCI0_PP3
PCI_PP1
PCI_PP2
PCI_PP3
PCI_PP4
PCI_WF1
PCI_WF2
PCI_WF3
PCI_rehab1_F

LCA przykład: założenia



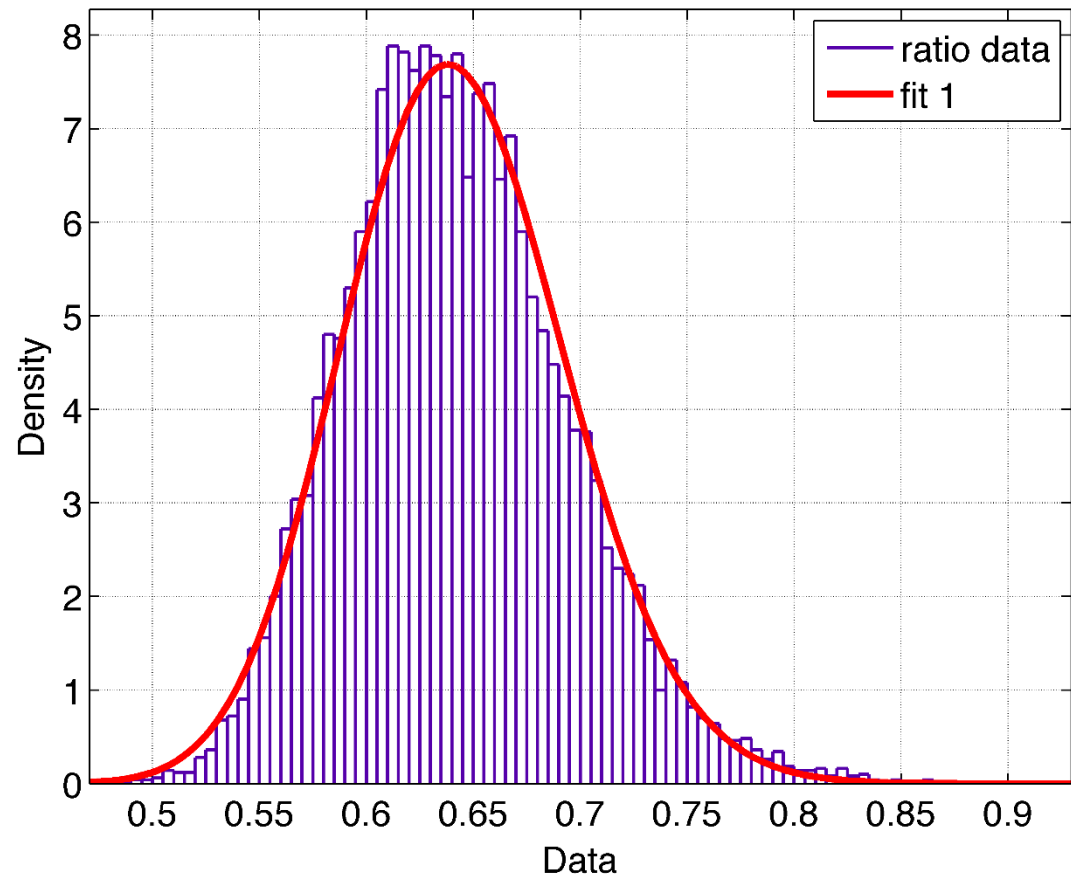
LCA przykład: wyniki

→ Analiza deterministyczna



LCA przykład: wyniki

→ Analiza
stochastyczna



PMS komplementarny do

- **Utrzymuj standard (BUD, BUM):**
 - Planowanie utrzymania strukturalnego i remontów
 - Ocena i monitoring wszystkich zabiegów
 - Ocena efektywności, zakresu i czasu zabiegów
 - Planowanie wydatków
 - Informowanie wykonawców o stanie nawierzchni



(Raport E&Y)

PMS podsumowanie

→ Kluczowe elementy

- konsultacje przy doborze systemu i jego elementów
- udokumentowana i uporządkowana historia (dane)
- dokładny system referencyjny oraz kompleksowa baza danych
- wiarygodne modele
- współpraca wewnątrz organizacji
- szerokie wykorzystanie danych PMS (np. do BRD)
- wsparcie prawne w formie Zarządzenia, Ustawy
- szkolenia, warsztaty, dział wsparcia technicznego

XXI wiek



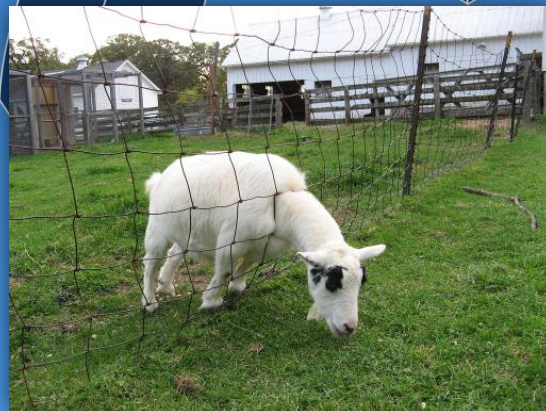
Podsumowanie

- PMS to narzędzie do wspomaganie decyzji na różnych poziomach zarządzania
- Umożliwia wieloaspektową analizę
- Wymaga danych o wysokiej jakości i systemu referencyjnego (np. LRS)
- Proces wdrożenia jest indywidualny dla każdego zarządcy – wymaga konsultacji przy wdrażaniu
- PMS wymaga ciągłego udoskonalania (weryfikacja i walidacja, nowe materiały, warunki, etc.)
- PMS wymaga szerokiego popracia i zrozumienia wewnątrz organizacji

Dziękuję za uwagę



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



*grass is always
greener on the
other side...*

Adam Zofka

azofka@ibdim.edu.pl