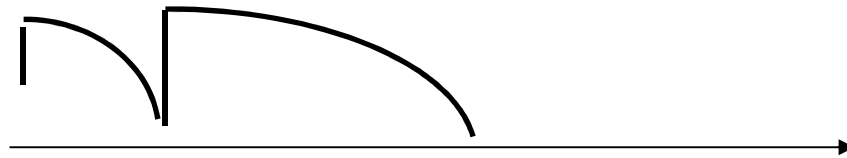


**Inżynieria wartości:
Podstawy teoretyczne i
praktyczne zastosowanie**



**Seminarium: inżynieria
Wartości w praktyce II**

Dr inż. Leszek Janusz

29 listopada , 2016

Warszawa

Plan prezentacji

- 1/ wprowadzenie
- 2/ cykl życia obiektu (LC)
- 3/ definicje inżynierii wartości (VE)
- 4/ warunki stosowania inżynierii wartości i ograniczenia
- 5/ analiza kosztu obiektu w czasie (LCA)
- 6/ przykład zastosowania
- 7/ oszczędności ze stosowania inżynierii wartości (VE)
- 8/ podsumowanie

Podłoże

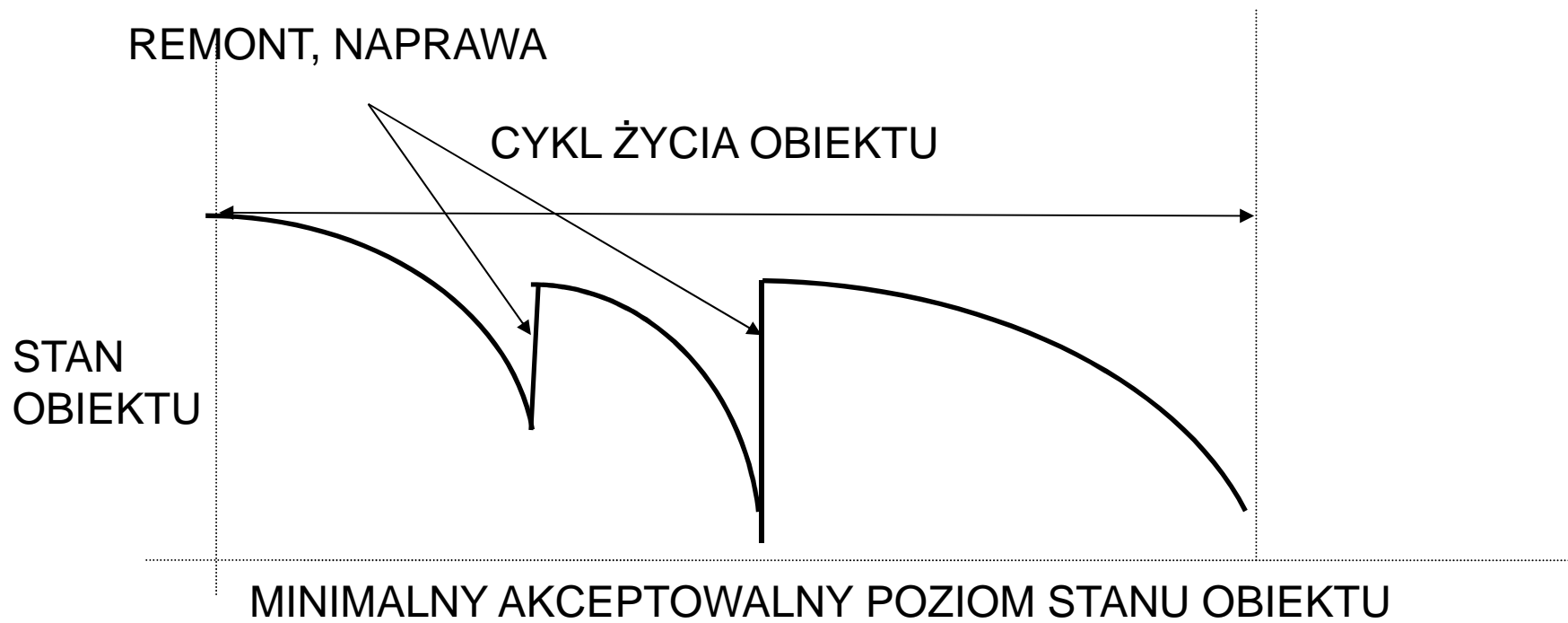
- Poszukiwanie narzędzia poszerzającego możliwości podejmowania racjonalnych decyzji inwestycyjnych pozwalających na oszczędności w wydatkach publicznych

Co rzutuje na koszt inwestycji?

- 1/ cykl życia obiektu
- 2/ rozkład kosztów w czasie

CYKL ŻYCIA OBIEKTU (Life Cycle (LC))

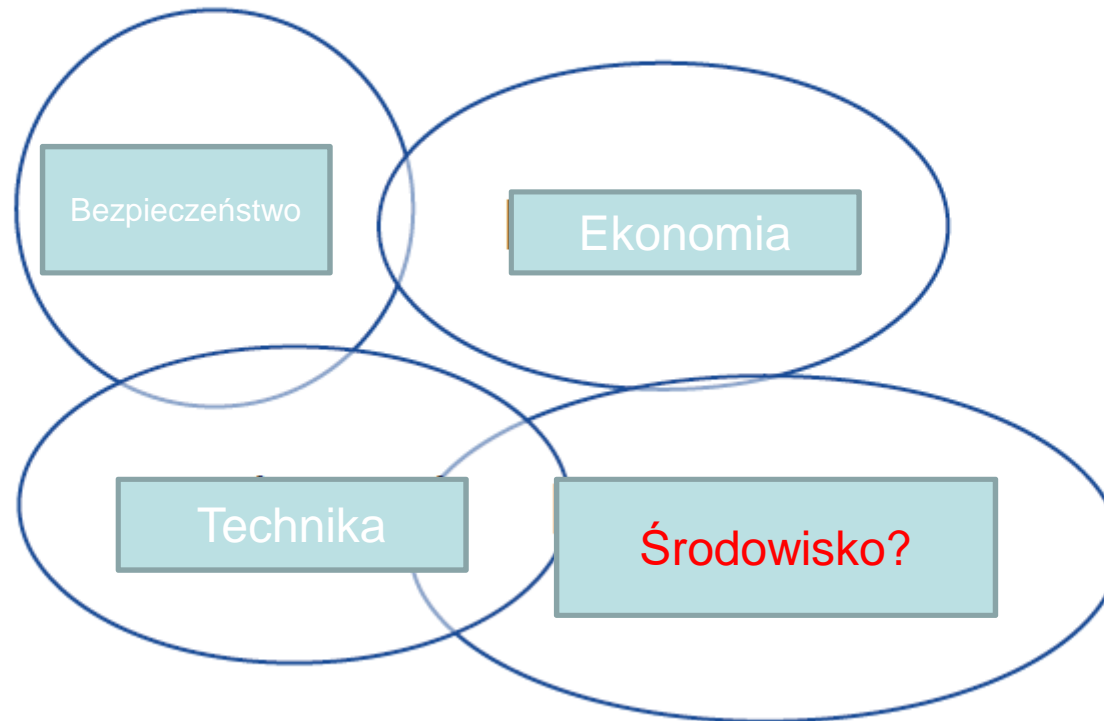
- PLANOWANIE
- PROJEKTOWANIE
- WZNOSZENIE
- UŻYTKOWANIE (W TYM REMONTY,
NAPRAWY)
- PRZEBUDOWA / WYMIANA



CZYNNIKI RZUTUJĄCE NA DŁUGOŚĆ CYKLU ŻYCIA OBIEKTU

- ŻYWOTNOŚĆ OBIEKTU
- OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE (ICH ZMIANA
W CZASIE)
- ZMIANA WARUNKÓW UŻYTKOWANIA
- DZIAŁANIA UTRZYMANIOWE

Ocena cyklu życia mostów (LCA)



Metoda LCA

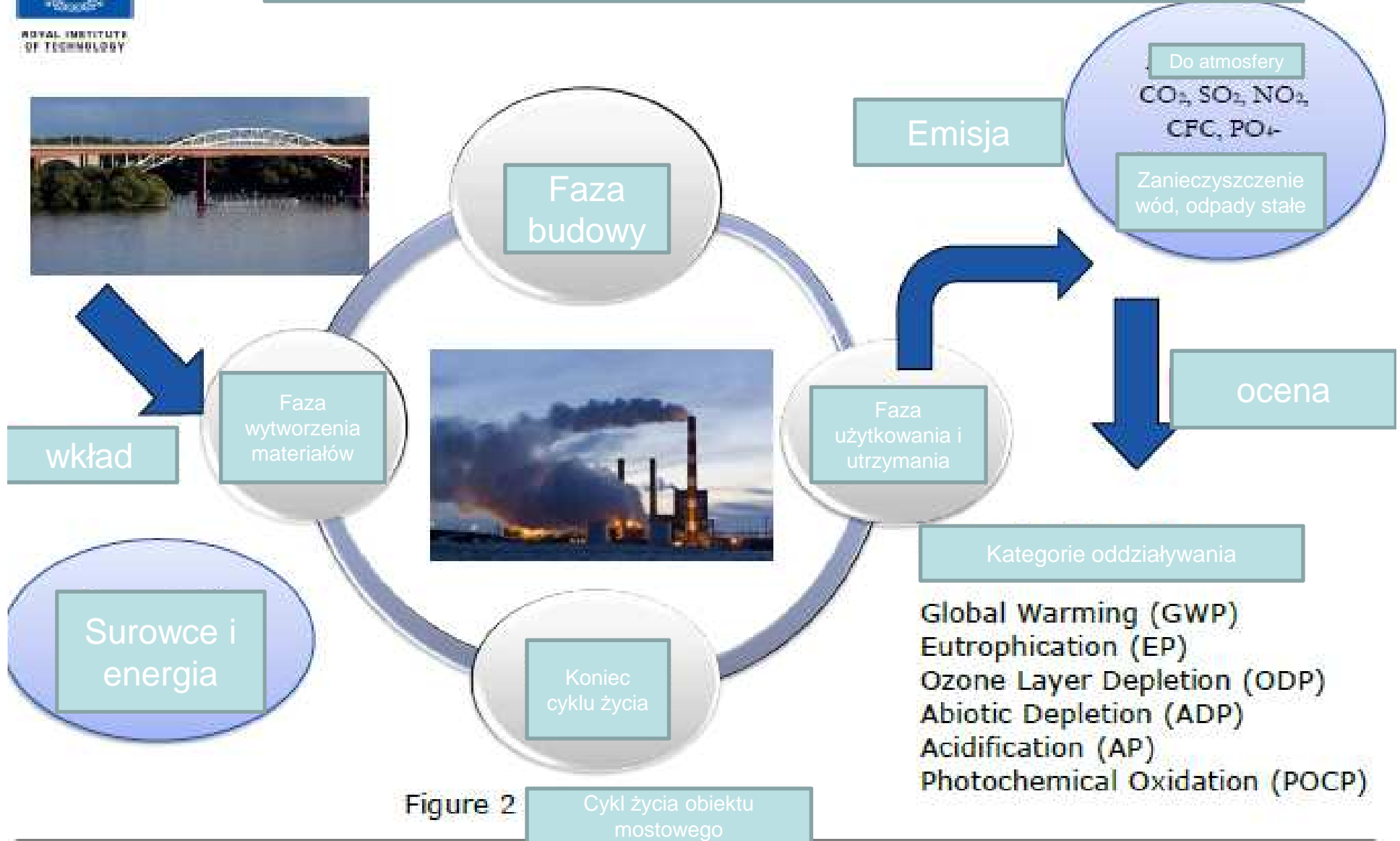


Figure 2 Cykl życia obiektu mostowego

INŻYNIERIA WARTOŚCI (Value engineering (VE))

(1954 Marynarka Wojenna USA)

Definicja (Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierii Wartości SAVE):

„Systematyczne stosowanie uznanych metod ,które identyfikują funkcję produktu lub usługi, ustalają wartość tej funkcji i zapewniają niezbędną niezawodność funkcji przy najniższym koszcie całkowitym”

Funkcja powinna być zrealizowana przy możliwie **najniższym koszcie** cyklu życia produktu (usługi) **spójnym z** wymogami :

jakościowymi,

utrzymaniowymi,

bezpieczeństwa

estetyki

Monika Łada, *Rachunkowość zarządcza i controlling projektów.*, C.H. Beck,
Warszawa 2007, ISBN: 978-83-7483-407-0 (60+0)

(cytat, str. 59 - 60) Inżynieria wartości (ang. value engineering) to analiza stanowiąca kluczowy element rachunku kosztów docelowych - etap, na którym dochodzi do opracowania propozycji poprawy efektywności projektu. Bardzo ogólnie, inżynieria wartości określana jest jako usystematyzowana analiza wszystkich cech funkcjonalnych tworzonych w łańcuchu wartości projektu prowadzona w celu osiągnięcia docelowego kosztu projektu przy jednoczesnym sprostaniu wymaganiom klienta.

Słowa kluczowe: Inżynieria jakości, inżynieria wartości

Dokument No. FHWA-2012-0046

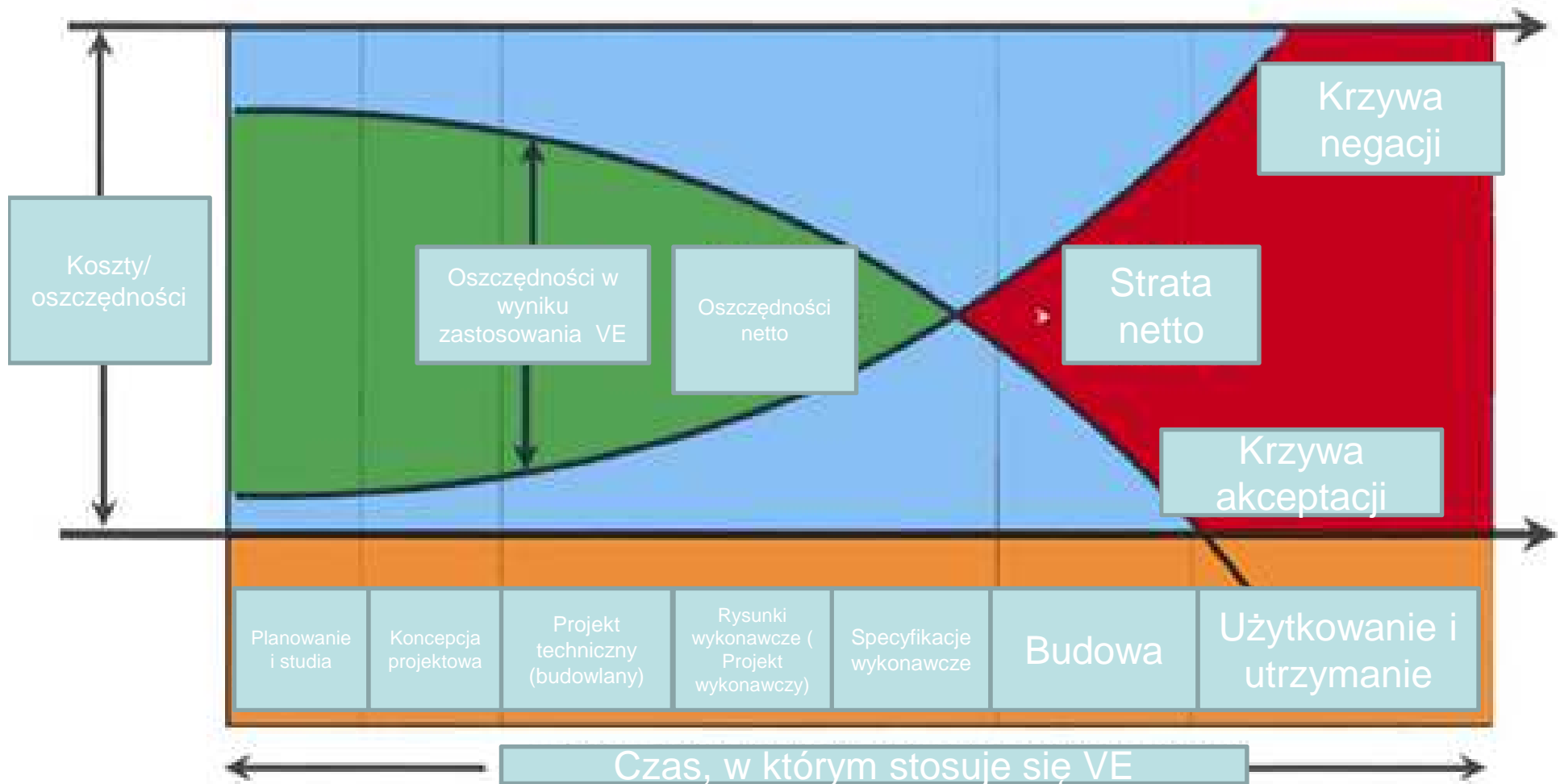
Inżynieria wartości (VE) definiowana jest jako usystematyzowany proces przeglądu i oceny przedsięwzięcia na etapie koncepcji i w fazie projektowej przeprowadzany przez interdyscyplinarny zespół osób nie związanych z przedsięwzięciem, którego celem jest przedstawienie rekomendacji dotyczących:

- 1/ **niezbędnych funkcji** zapewniających **bezpieczeństwo, niezawodność i wydajność** przy najniższym koszcie całkowitym;
- 2/ **udoskonalenia jakości i podniesienia wartości** przedsięwzięcia
- 3/ **zredukowania czasu realizacji przedsięwzięcia**

The Society of American Value Engineers
(SAVE) 1959

Oszczędności ze
stosowania VE

Potential Savings from VE Applications



INŻYNIERIA WARTOŚCI JAKO UPORZĄDKOWANE ZASTOSOWANIE UZNANYCH METOD ZAWIERA:

- **1/identyfikację funkcji**
- **2/ustalenie ceny funkcji**
- **3/stworzenie alternatywnych sposobów osiągnięcia funkcji bez uszczerbku dla żądanej jakości (szeroko rozumianej)**

KORZYŚCI

- **UMOŻLIWIENIE WYKONAWCOM BUDOWLANYM SKŁADANIA OFERT ALTERNATYWNYCH MOŻE SPOWODOWAĆ OSZCZĘDNOŚCI NIE BRANE WCZEŚNIEJ POD UWAGĘ.**
- **PONADTO, MOŻE TO SPOWODOWAĆ POZYSKANIE OFERT OD WYKONAWCÓW (DOSTAWCÓW), KTÓRZY MOGLIBY NIE BYĆ ZAINTERESOWANI ZŁOŻENIEM OFERTY W PRZECIWNYM PRZYPADKU.**

Propozycja zmian zgodnie z Inżynierią Wartości

- Value Engineering Change Proposal (VECP)/ Propozycja zmian zgodnie z Inżynierią Wartości
- a construction contract provision which encourages the contractor to propose changes which will accomplish the project's functional requirements at a less cost or improve value or service at no increase or a minor increase in cost./ Zachęcenie Wykonawcy do przedstawienia zmian rozwiązań projektowych, które spełnią wymagania Zamawiającego przy jednoczesnym nie zwiększaniu lub nieznacznym zwiększeniu kosztów inwestycji
 - The net savings of each proposal is usually shared with the contractor at a stated reasonable rate / Oszczędności netto wynikające z alternatywnej propozycji są zwykle dzielone z Wykonawcą w ustalonych proporcjach

BARIERY DLA UZYSKANIA EFEKTYWNOŚCI KOSZTOWEJ:

- **-brak informacji**
- **-błędne przekonania**
- **-rutynowe myślenie**
- **-obawa przed utratą dóbr osobistych**
- **-niechęć dla korzystania z doradztwa**
- **-negatywne nastawienie**
- **-nadmierne uszczegółowienie specyfikacji technicznych**
- **-złe relacje międzyludzkie**

Challenges in value engineering change proposals / Wyzwania Inżynierii Wartości

- **Challenges from owner's perspective/** Wyzwania z perspektywy Właściciela firmy
 - **Reluctance to try something new/** Niechęć do zastosowania nowych rozwiązań
 - **Lack of expertise to review unique design/** Brak fachowej wiedzy pozwalającej ocenić alternatywny projekt
 - **Lack of expertise to inspect work/** Brak fachowej wiedzy pozwalający na nadzór nad budową
 - **Contractors using design engineers not familiar with owner's standards /** Wykonawcy korzystający z usług inżynierów nie znających standardów firmy
 - **Replacement of non-equivalent materials /** zastąpienie materiałów nieposiadających zamienników

Challenges in value engineering change proposals / Wyzwania Inżynierii Wartości

- Challenges from owner's perspective/ Wyzwania z perspektywy Zamawiającego
 - Agency mindset/ Mentalność działania
 - Designers take change as affront to their design/ Projektanci pojmują zmianę jako podważanie słuszności ich rozwiązań projektowych
 - Believe change is intended to “short” owner agency/ Postrzeganie zmian jako próby ograniczenia praw Agencji Drogowej
- Look at money saved by contractor as money lost/ Postrzeganie uzyskanych oszczędności przez Wykonawcę jako stratę pieniędzy

Challenges in value engineering change proposals/Wyzwania Inżynierii Wartości

- Challenges from contractor's perspective / Wyzwania z perspektywy Wykonawcy
 - Time required for engineer to design and owner to review – Czas potrzebny na projektowanie i weryfikację
 - Explaining concept so owner agency will fully understand the concept – Wyjaśnienie Zamawiającemu koncepcji projektowej celem pełnego jej zrozumienia

Challenges in value engineering change proposals /Wyzwania Inżynierii Wartości

- Challenges from design engineer's perspective/
Wyzwania z perspektywy Projektanta
 - Very short time frame/ Krótkie ramy czasowe
 - Coordinate with contractor to best use his means and methods of construction/ Współpraca z Wykonawcą w celu optymalnego wykorzystania jego zasobów i metod konstrukcyjnych

DWA RÓŻNE SPOSOBY NA STOSOWANIE INŻYNIERII WARTOŚCI:

- **A/NA ETAPIE PROJEKTOWANIA-
wybór optymalnego rozwiązania
materiałowego lub projektowego**
- **B/NA ETAPIE PRZETARGU- wybór
najkorzystniejszej alternatywy**

WG AMERYKANÓW („Guidelines for value engineering” AASHTO-AGC-ARTBA) należy unikać skomplikowanych procedur przetargowych.

Best Practices/ Dobre praktyki

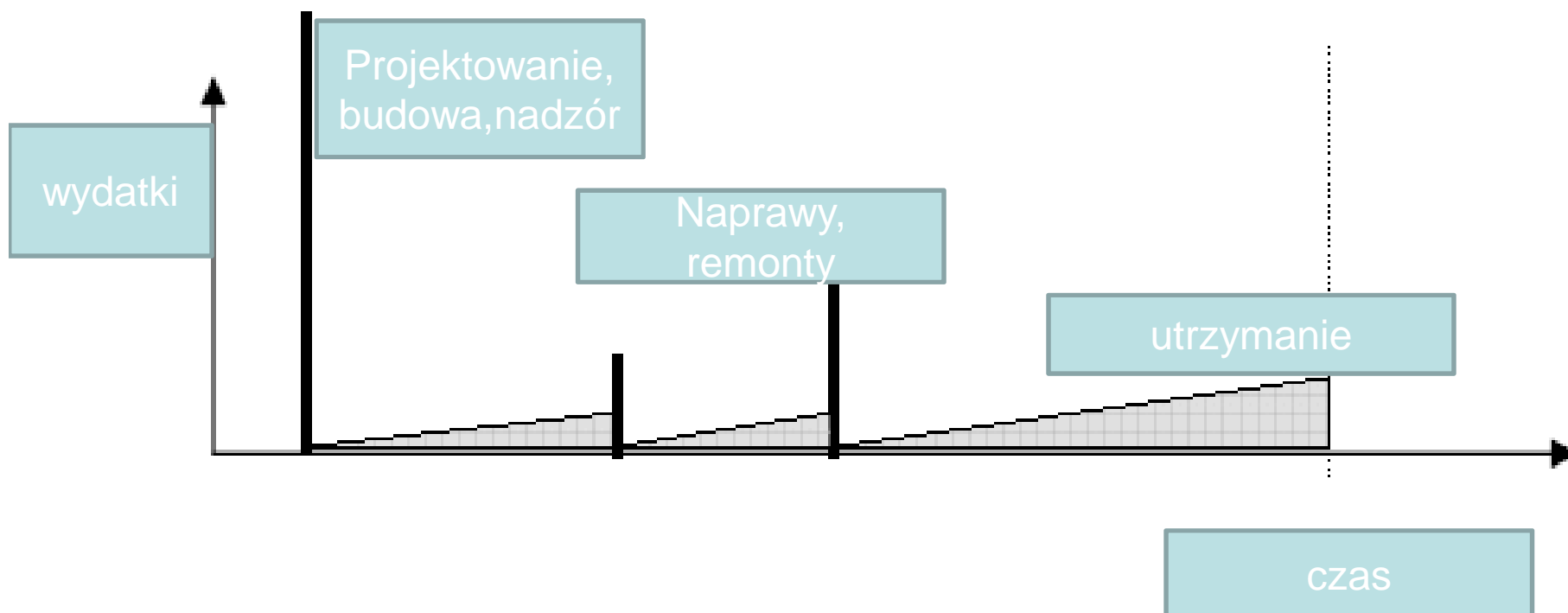
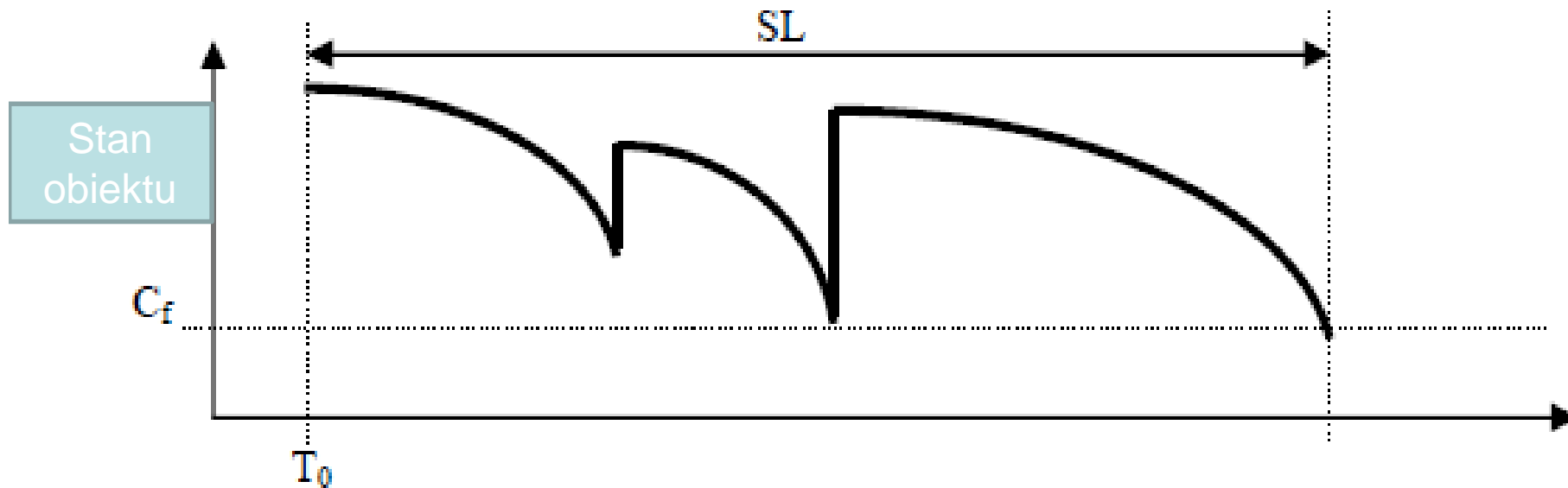
- **Review costs incorporated in VECP guaranteed savings** / Ponowne oszacowanie kosztów po uwzględnieniu oszczędności wynikających z zastosowania VECP
- **Incorporate VECP as agenda item in Preconstruction meeting** / Zawarcie VECP w agendzie spotkania przed rozpoczęciem budowy
- **Advise contractors of VECP via standard plan note or contract provision**/ Poinformowanie Wykonawców o VECP poprzez stosowne zapisy w warunkach kontraktu
- **Be sure specification changes are addressed** / Upewnić się, że wszystkie zmiany w specyfikacji zostały wspólnie uzgodnione

Other aspects/ Inne aspekty

- **Direct cost savings** / Bezpośrednie oszczędności
- **Savings in time (equivalent cost)/** Oszczędności w czasie (zrównoważenie kosztów/koszty alternatywne)

OKREŚLANIE NAJNIŻSZYCH KOSZTÓW

(Least Cost Analysis- LCA)



ANALIZA NAJNIŻSZEGO KOSZTU (LEAST COST ANALYSIS)

- **Analiza najniższego kosztu** to:
metoda, która porównuje różne serie wydatków poprzez przedstawienie ich w formie **bieżącej wartości wydatków (z ang. „present value”)**.
- **W ten sposób można porównać alternatywne rozwiązania, które przewidują różne nakłady finansowe w różnych przedziałach czasowych i wybrać najkorzystniejszą kosztowo wersję.**

Elementy LCA

- Żywotność projektowa obiektu
- Żywotność materiału (trwałość materiału)
- Roczne koszty utrzymania
- Rehabilitacja lub przebudowa
- Stopa dyskonta i inflacja
- Zmiana warunków użytkowania

Opis obiektu i jego elementów

Zdefiniowanie oczekiwanej żywotności, określenie warunków użytkowania, określenie rozwiązania bazowego,

Określenie wariantów utrzymania

Określenie/ wybór modeli degradacji i parametrów

Oszacowanie kosztów::
-administracji drogowej, utrzymaniowych
-użytkowników, pozostałych (społecznych)
- Ryzyka administracji i użytkowników

Obliczenie wartości bieżącej

Ocena wyników

niesatysfakcjonujące

Okay

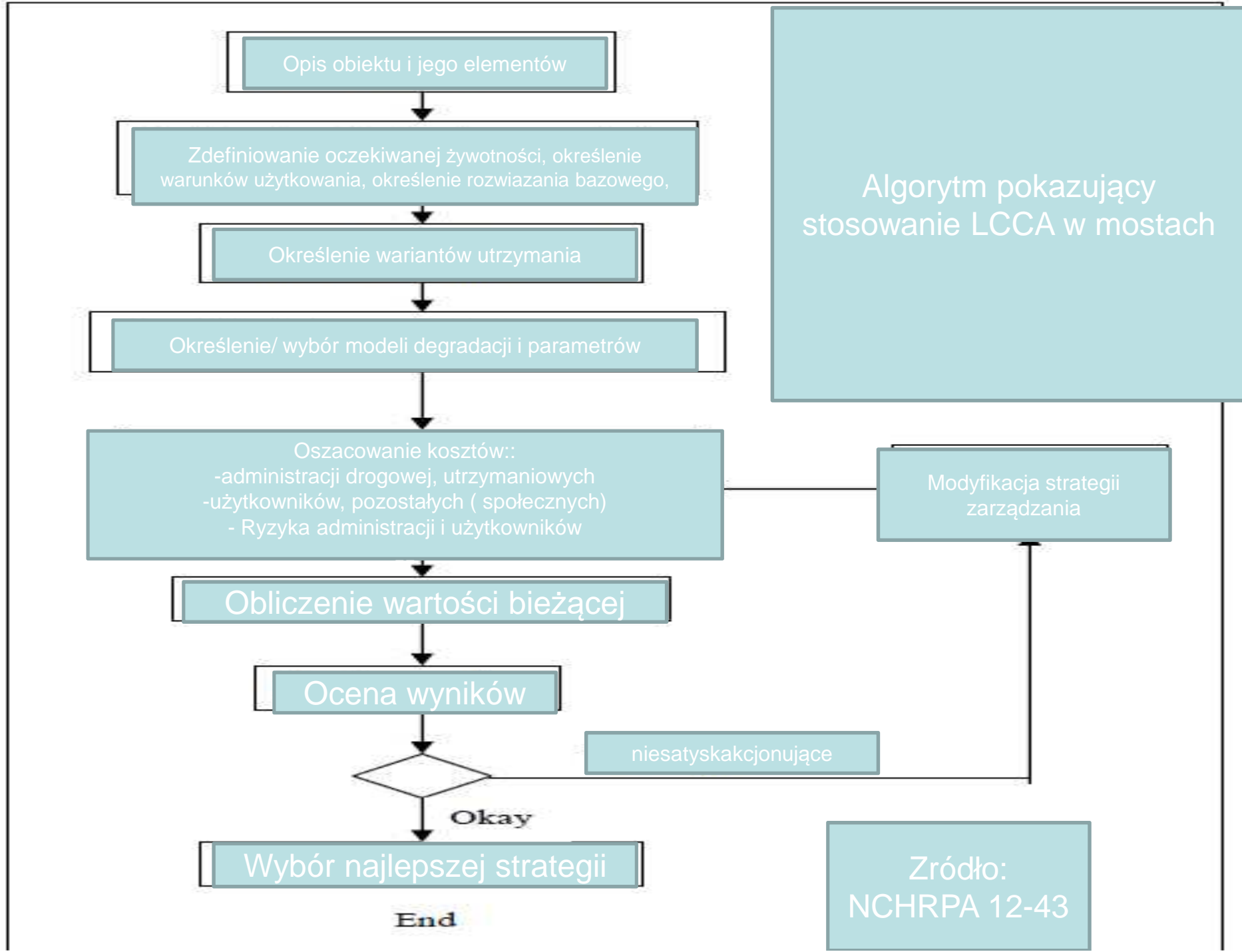
Wybór najlepszej strategii

End

Algorytm pokazujący stosowanie LCCA w mostach

Modyfikacja strategii zarządzania

Zródło:
NCHRPA 12-43



Model obliczeniowy

- **Całkowity bieżący koszt inwestycji PV (present value)**

$$PV=A+PV1+PV2 -RV,$$

- **gdzie,**
- **A- początkowe koszty inwestycji (projektowanie, nadzór, budowa)**
- **PV1- bieżąca wartość przyszłych kosztów napraw, przebudowy, modernizacji**
- **PV2- bieżąca wartość przyszłych kosztów utrzymania**
- **RV- wartość rezydualna po okresie użytkowania**

Bieżąca wartość przyszłych kosztów:

$$PV1 = As(1 / (1+d))^n$$

As- przyszłe koszty: naprawa, modernizacja,
przebudowa

d- stopa dyskonta

n- liczba lat analizowanego okresu

Bieżąca wartość przyszłych kosztów utrzymania:

$$PV2 = (A_r (1+d)^n - 1) / d(1+d)^n$$

A_r - średnioroczne koszty utrzymania

d - stopa dyskonta

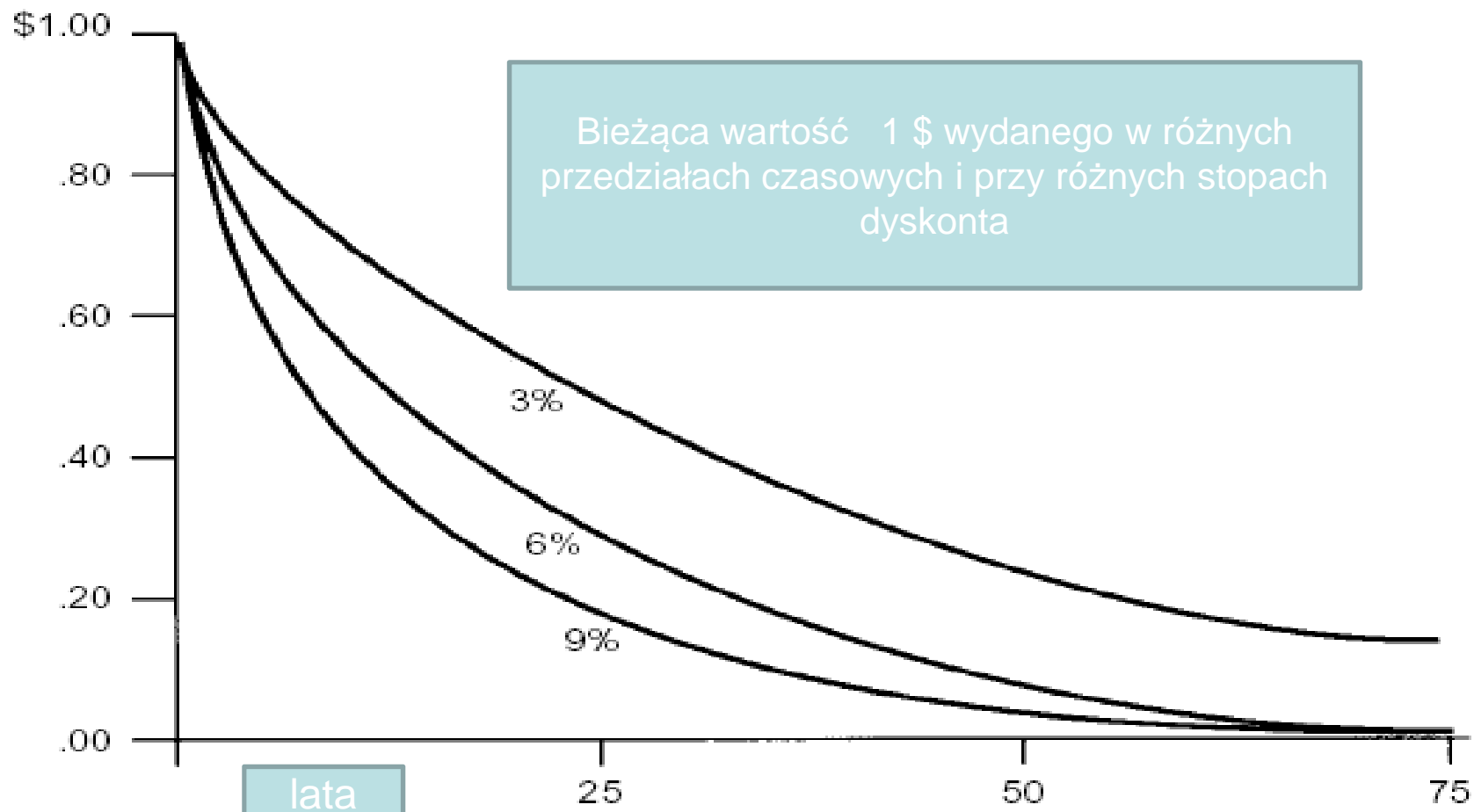
n - liczba lat w analizowanym okresie

ELEMENTY EKONOMICZNE

- **Stopa dyskonta:**
- służy do przetworzenia kosztów pojawiających się w różnych okresach czasu na RÓWNOWAŻNE koszty w określonym ,wspólnym przedziale czasowym. Jednym słowem ujednocila poziom wartości pieniądza i odzwierciedla wartość pieniądza w czasie.
- Dla instytucji rządowych w USA przyjmowana jest ona w wielkości 6,3%.W warunkach kapitału prywatnego oczekiwana stopa dyskonta wynosi ok.10-15%.
- **UWZGLĘDNIAJĄC INFLACJĘ WARTOŚĆ BIEŻĄCA LICZONA JEST W STOSUNKU DO TZW. RZECZYWISTEJ STOPY DYSKONTOWEJ $dr = (1+d)/(1+I) - 1$**
- gdzie,
- d-nominalna stopa dyskonta
- I-stopa inflacji

Present Value of \$1.00 Expended at Various Intervals and Discount Rates

Lata	Stopa dyskonta		
	3%	6%	9%
0	1.00	1.00	1.00
25	.48	.23	.12
50	.23	.05	.01
75	.11	.01	.01



Present Value of \$1.00 Expended at Various Intervals and Discount Rates

Przykład 1

- VECP Change/ Zmiana
 - Change in 2000m of profile grade to reduce both cut and fill volumes - / Zmiana poziomu niwelety na długości 2000 m celem zredukowania objętości wykopów i nasypów

LIC-161/37-6.65/10.25

- **Change in bridge approach embankment construction for 5 bridges/**
Zmiana podejścia w konstruowaniu nasypu dla pięciu mostów
 - **In situ material was to be undercut and replaced with granular material prior to embankment construction/** Materiał rodzimy miał być wymieniony na materiał niespoisty przed budową nasypu
 - **Portions of embankment fill were also to be granular. Contract included target primary consolidation/** Część materiału nasypowego miała być również niespoista. Kontrakt obejmował wstępną konsolidację.
 - **Proposed surcharge loading on embankment fill in lieu of granular material/** Zaproponowano dodatkowe obciążenie nasypu zamiast zastosowania materiału niespoistego
 - **Total cost savings to Ohio DOT = \$450.000/** Oszczędności uzyskane przez departament transportu w Ohio – 450.000 \$

Przykład 2

- VECP Changes
 - Utilized temporary runaround to eliminate part-width construction/ Użycie tymczasowego objazdu celem wyeliminowania robót połówkowych
 - Acquired temporary right-of-way for temporary roadway/ Uzyskanie pierwszeństwa przejazdu na drodze tymczasowej
 - Total cost savings to Ohio DOT = \$109.982/
Oszczędności uzyskane przez departament transportu w Ohio - 109.982 \$

Przykład 3

- VECP Change
 - Utilized geof foam in lieu of MSE wall on stone columns / Użycie geo-styropianu zamiast ścian oporowych na kolumnach żwirowych
 - Redesign anchored wall/ Przeprojektowanie ściany zakotwionej
 - Cost savings to Ohio DOT = \$491.000/
Oszczędności uzyskane przez departament transportu w Ohio - 491.000 milionów \$

PRZYKŁAD 4

- WYBÓR ROZWIĄZANIA BUDOWY PRZEPUSTU DROGOWEGO O ŚREDNICY 1000 MM

PARAMETRY DO ANALIZY

- FUNKCJA –PRZEPUST fi 1000
- ZYWOTNOSC PROJEKTOWA 50 LAT
- AGRESYWNE SRODOWISKO
- Prędkość PRZEPŁYWU WODY- 2,0 m/s
- OBCIĄŻENIE –KLASA B (600 kN)
- STOPA DYSKONTA 5%
- STOPA INFLACJI-3%
- KOSZTY ADMINISTRACYJNE Z TYTUŁU ZAMKNIĘCIA DROGI-100 Euro/DZIEŃ

Rozważane warianty

- 1/ przepust z rur żelbetowych
- 2/ przepust z rur z tworzywa sztucznego
- 3/ przepust z rur stalowych ocynkowanych
- 4/ przepust z rur stalowych ocynkowanych dodatkowo pokrytych polimerem (tzw. trench-coat)

SEMINÁŘ O NOVÝCH MOŽNOSTECH ÚSPORY NÁKLADŮ PŘI POUŽITÍ FLEXIBILNÍCH TRUB A KONSTRUKCÍ V SILNIČNÍM A ŽELEZNIČNÍM STAVITELSTVÍ

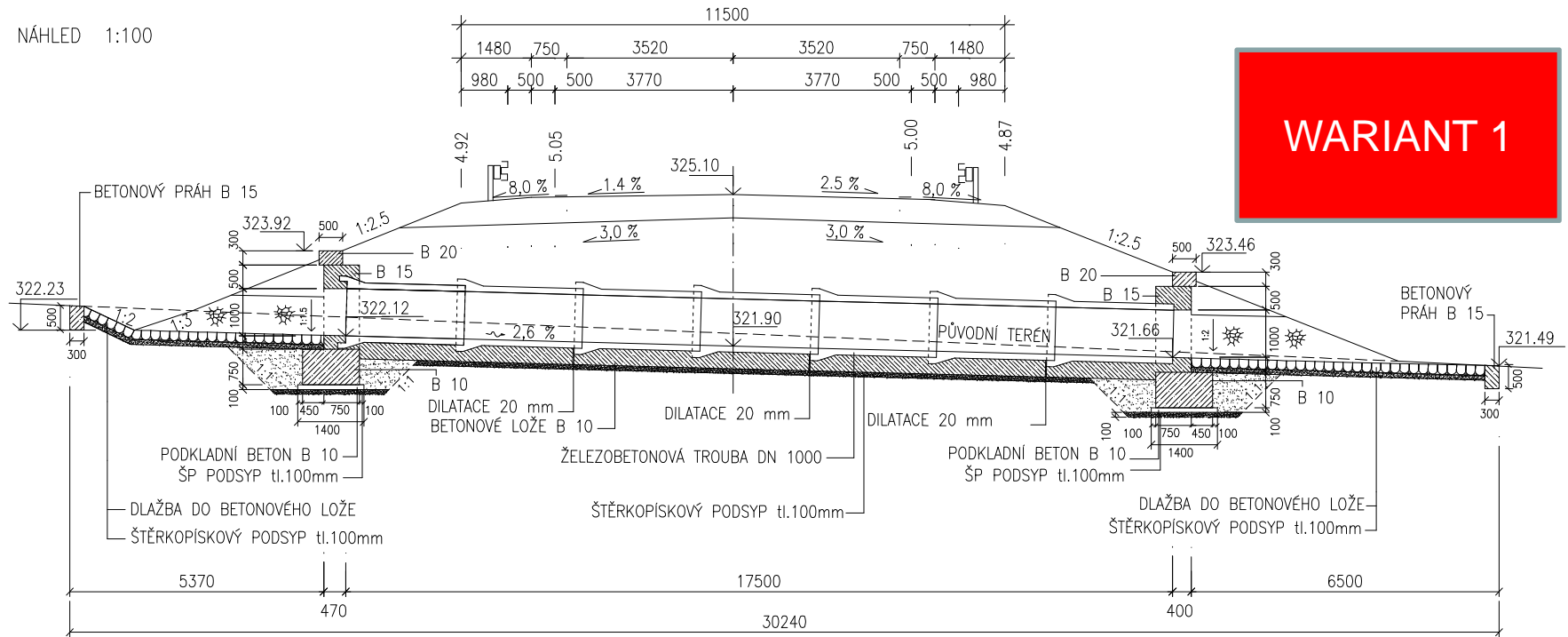
Przepust z
prefabrykovaných
rur żelbetowych

PODÉLNÝ ŘEZ

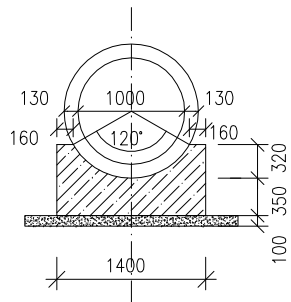
1.7000 00

NÁHLED 1:100

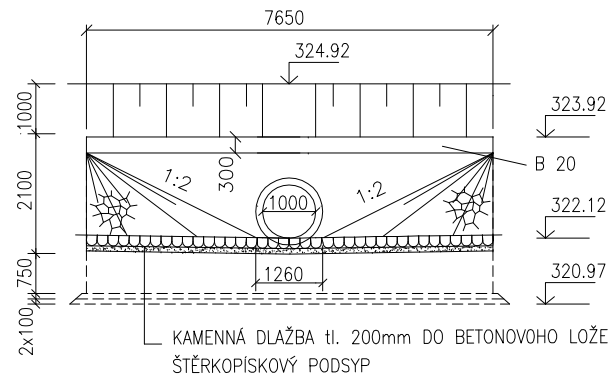
WARIANT 1



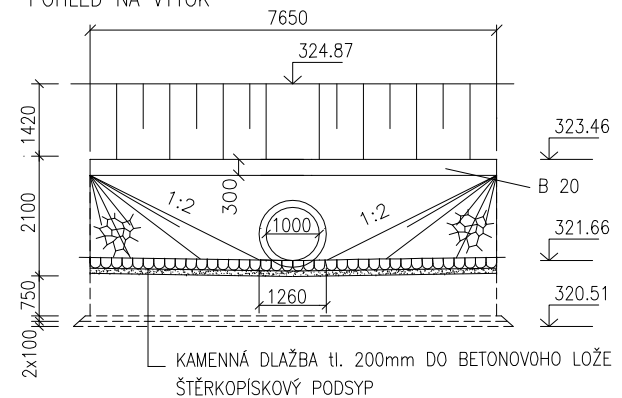
ULOŽENÍ TRUBY DO BETONOVÉHO
LOŽE MĚŘÍTKO 1:50



POHLED NA VTOK



POHLED NA VÝTOK

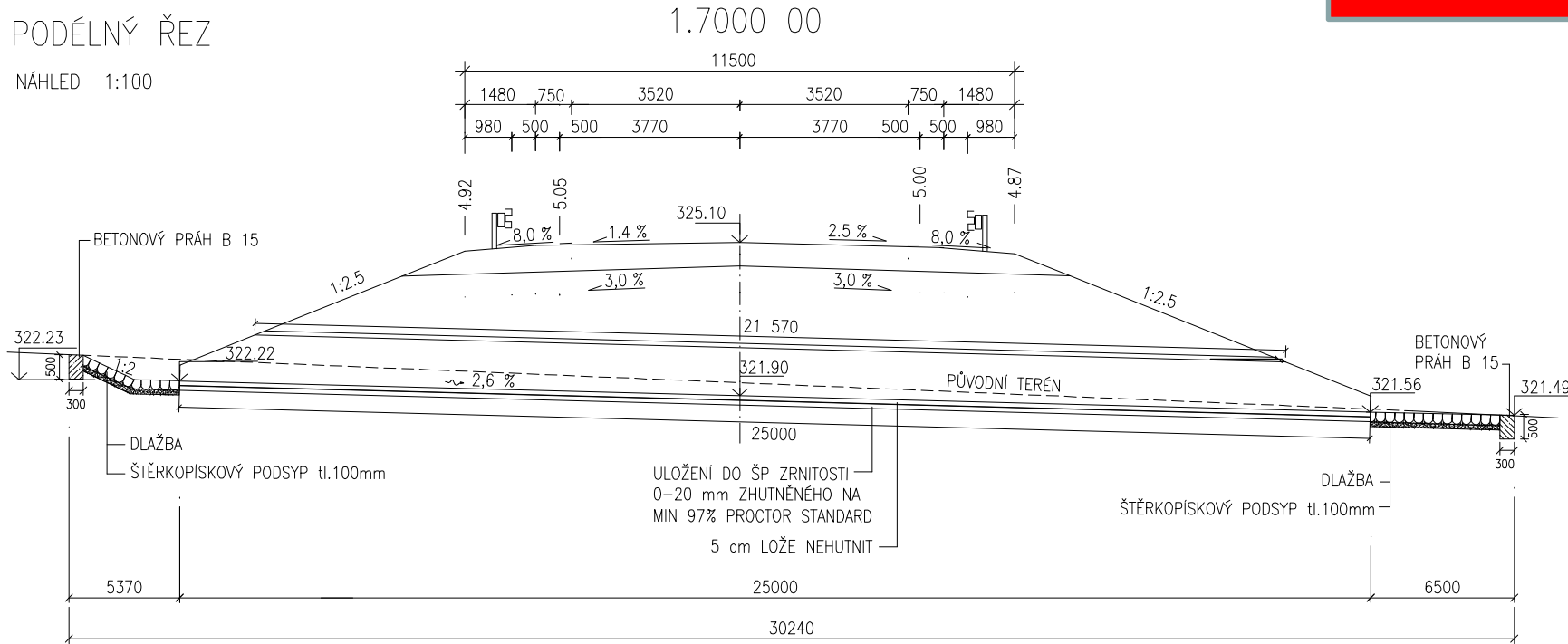


SEMINÁŘ O NOVÝCH MOŽNOSTECH ÚSPORY NÁKLADŮ PŘI POUŽITÍ FLEXIBILNÍCH TRUB A KONSTRUKCÍ V SILNIČNÍM A ŽELEZNIČNÍM STAVITELSTVÍ

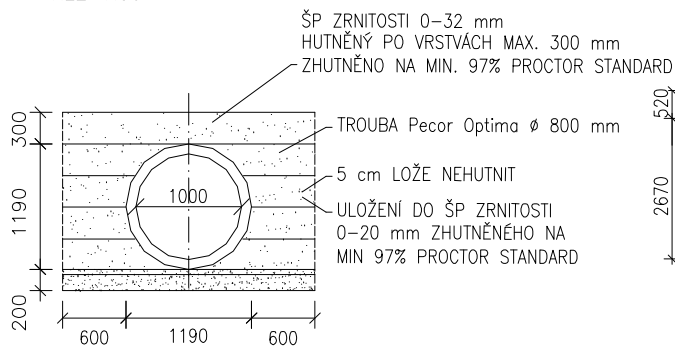
WARIANT
2,3,4

PODÉLNÝ ŘEZ

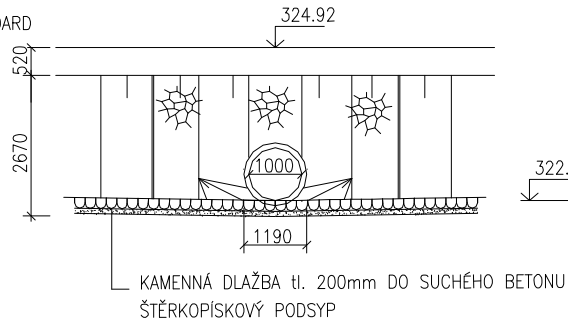
NÁHLED 1:100



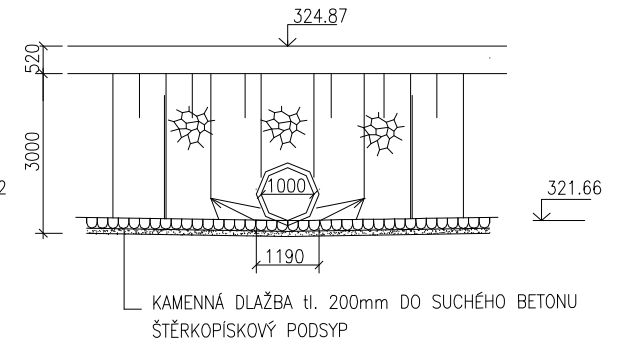
ŘEZ 1:50



POHLED NA VTOK

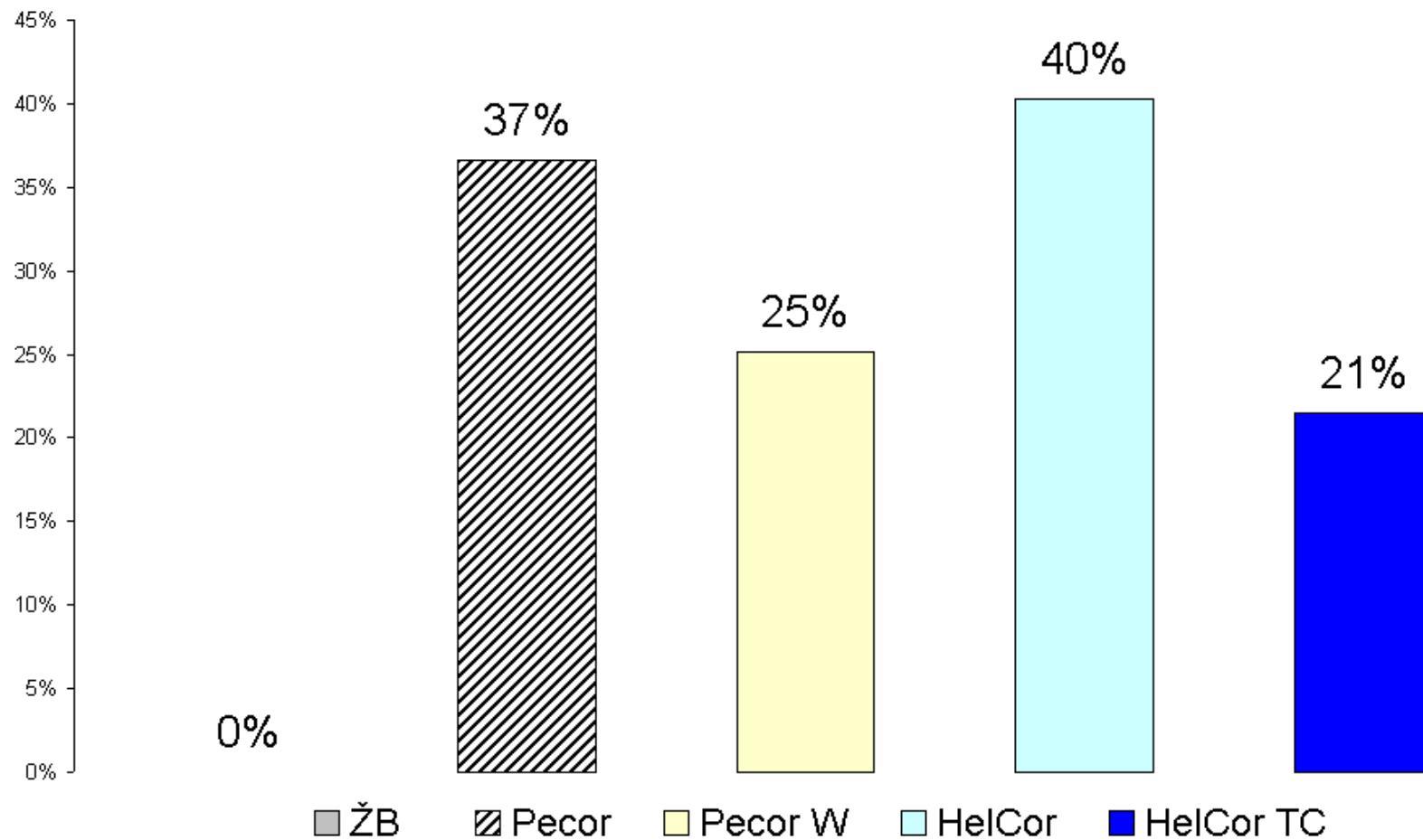


POHLED NA VTOK



Oszczędności w stosunku do rozwiązania pierwotnego

průměrná úspora pořizovacích nákladů oproti ŽB propustu



Warunki stosowania inżynierii wartości (VE) ustalone przez FHWA

- 1/ rok 1995- wszystkie projekty federalnej administracji drogowej o wartości 25 mln USD i więcej
- 2/ rok- 2005 wszystkie projekty mostowe o wartości 20 mln USD i więcej
- 3/ wszystkie projekty będące w gestii Ministerstwa Transportu
- 4/ Na projekty przekraczające 500 mln USD Ministerstwo Transportu może zażądać dwukrotnej analizy

Podsumowanie oszczędności Administracji Drogowej USA (FHWA) przy zastosowaniu inżynierii wartości

Summary Of Past VE Savings Federal-Aid and Federal Lands Highway Programs

	FY 2011	FY 2010	FY 2009	FY 2008	FY 2007
Liczba analiz VE	378	402	427	388	316
Koszty analiza + koszty administracyjne	\$12.5 M	\$13.6 M	\$17.08 M	\$12.47 M	\$12.54 M
Szacunkowa wartość analizowanych przedsięwzięć budowlanych	\$32.3 B	\$34.2 B	\$29.16 B	\$29.93 B	\$24.81 B
Liczba zaproponowanych zmian	2950	3049	3297	3022	2861
Wartość zaproponowanych zmian	\$2.94 B	\$4.35 B	\$4.16 B	\$6.58 B	\$4.60 B
Liczba zatwierdzonych zmian	1224	1315	1460	1323	1233
Wartość zatwierdzonych zmian	\$1.01 B	\$1.98 B	\$1.70 B	\$2.53 B	\$1.97 B
Zwrot z inwestycji	80:1	146:1	99:1	203:1	157:1

PODSUMOWANIE

- POŁĄCZENIE ELEMENTÓW TECHNIKI I EKONOMII Z UWZGLĘDNIENIEM EFEKTU CZASU W POSTACI INŻYNIERII WARTOŚCI POZWALA RACJONALNIE WYDAWAĆ PIENIĄDZE I PODEJMOWAĆ OBIEKTYWNE DECYZJE O WYBORZE ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH

Referencje

1. NCHRP 12-43 Bridge Life-cycle Cost Analysis Guidance Manual

2. Prezentacja Kevin White , Peter Narsavage , 2013

3. Least Cost Analysis Computer Program

Life cycle assessment of a railway bridge: comparison of two superstructure designs

Guangli Du ^a & Raid Karoumi ^a

^a KTH Royal Institute of Technology, Division of Structural Engineering and Bridges, Brinellvägen 23, Stockholm, 10044, Sweden

Version of record first published: 29 Mar 2012.

Towards Sustainable Construction:
Life Cycle Assessment of Bridges

Guangli Du PhD student

Division of Structural Engineering and Bridges

<http://www.fhwa.dot.gov/ve/>

Dziękuję za uwagę 😊

