|  |  |
| --- | --- |
|  | ***BIURO USŁUG INŻYNIERSKICH "CONCEPT"***  mgr inż. Arkadiusz CICHOŃ    ***40 – 148 KATOWICE ul. I. Daszyńskiego 36B/3***  *e-mail:* [*biuro@concept-biuro.pl*](mailto:concept@autograf.pl) *www.concept-biuro.pl* |

|  |  |
| --- | --- |
| Zamawiający: | Górnośląsko-Zagłębiowska Metropoliaul. Barbary 21A40-053 Katowice |
| Temat: | Metodologia tworzenia Koncepcji Kolei Metropolitalnej  z wykorzystaniem metod inżynierii systemów |
| Umowa: | CRU 72/2018 z dnia 27.04.2018 |

**Metodologia tworzenia**

**Koncepcji Kolei Metropolitalnej**

**z wykorzystaniem metod inżynierii systemów**

**(ZAŁĄCZNIK 1 do RAPORTU)**

*v.3.0-25.05.2018*

Katowice, maj 2018

Opracowanie wykonane przez zespół Biura Usług Inżynierskich „Concept” Katowice na zlecenie   
Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (umowa CRU 72/2018 z dnia 27.04.2018 r.)

**Zespół autorski opracowania: Konsultant opracowania:**

dr inż. Ryszard JANECKI prof. dr hab. inż. Wiesław STAROWICZ

dr inż. Grzegorz KAROŃ

dr inż. Aleksander SOBOTA

dr hab. inż. Renata ŻOCHOWSKA

[1. SZCZEGÓŁOWOŚĆ POZIOMÓW V-MODELU 4](#_Toc515751683)

[2. V-MODEL – założenia podstawowe do K-KM i KM 5](#_Toc515751684)

[3. Wytyczne opracowania studiów przypadków K-KM oraz funkcjonujących systemów KM w Polsce i za granicą 26](#_Toc515751685)

[4. POZIOM 1. ZAŁOŻENIA K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania 27](#_Toc515751686)

[5. POZIOM 2. WYMAGANIA SYSTEMOWE K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania 28](#_Toc515751687)

[6. POZIOM 3. PROJEKT WYSOKIEGO POZIOMU K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania 29](#_Toc515751688)

[7. POZIOM 4. PROJEKT SZCZEGÓŁOWY K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania 30](#_Toc515751689)

# SZCZEGÓŁOWOŚĆ POZIOMÓW V-MODELU

Zgodnie z podaną w **Raporcie z opracowania tematu „Metodologia tworzenia Koncepcji Kolei Metropolitalnej z wykorzystaniem metod inżynierii systemów”** strukturą Metodologii (punkt 2.1. Raportu), w jej części początkowej przedstawiono szczegółowość poziomów dekompozycji i integracji przyjętego narzędzia, jakim jest **V-MODEL** (rysunek 1.). Zagadnienie to omówiono w kolejnych punktach Metodologii K-KM.

|  |
| --- |
| V-Model dla **M-K-KM** – dla metodologii |
| V-Model dla **K-KM** – dla koncepcji |
| V-Model dla **KM** – dla kolei metropolitalnej |

*Rys.1. Szczegółowość poziomów V-MODELU*

*Źródło: Opracowanie własne.*

# V-MODEL – założenia podstawowe do K-KM i KM

W kolejnych punktach zamieszczono **PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA dotyczące V-MODELU** i jego wykorzystania do tworzenia Koncepcji Kolei Metropolitalnej.

***1. Dokumentowanie*** *DZIAŁAŃ NA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMACH V-MODELU powinno uwzględniać następujące warunki i zalecenia:*

* 1. *dokumentacja ma być dobrze zorganizowana i przystępna dla interesariuszy – „prosty język” i diagramy,*
  2. *dokumentacja powinna uwzględniać wymagania dotyczące wielu różnych atrybutów DZIAŁAŃ NA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMACH V-MODELU, m.in.:*
     + *numer atrybutu/dokumentu,*
     + *źródło, autora, datę utworzenia,*
     + *historię zmian, metodę weryfikacji, priorytet i status.*
  3. *jednym z podstawowych dokumentów powinna być* ***macierz identyfikowalności****.*

1. ***Macierz identyfikowalności*** *V-MODELU (traceability matrix) K-KM – jest to ważny dokument, utrzymywany do końca prac nad K-KM, który umożliwia:*
   1. *śledzenie, od* ***aspiracji interesariuszy*** *KM do* ***składników*** *KM,*
   2. ***weryfikację*** *i* ***walidację*** *– sprawdzanie poprawności KM.*

*Elementami macierzy są:*

* 1. *wiersze to aspiracje lub wymagania systemowe,*
  2. *kolumny to poziomy V-MODELU, podsystemy lub komponenty KM.*

1. ***Dane źródłowe****,* ***opracowania analityczne****,* ***narzędzia w postali modeli transportowych*** *(m.in. badania i pomiary ruchu oraz zachowań i preferencji transportowych, modele transportowe dostępne dla miast, aglomeracji, metropolii, subregionów, województwa, kraju) należy zidentyfikować, zweryfikować i wykorzystać w zakresie odpowiednim do potrzeb i wymagań* **K-KM***.*
2. ***Elementy******analiz/procedur****:*
   1. *wymienić i scharakteryzować* ***kryteria*** *analizy,*
   2. *wymienić i scharakteryzować wartości referencyjne poszczególnych* ***kryteriów*** *w ramach określonej analizy,*
   3. *przedstawić wybór* ***metod*** *analizy odpowiednich do określonego celu i etapu tworzenia* **K-KM** *i* **KM** *wraz z uzasadnieniem,*
   4. *przedstawić opis* ***procesu*** *analizy,*
   5. *przedstawić wyniki analizy wraz z ich omówieniem – ze szczególnym uwzględnieniem celów analizy, oczekiwanych rezultatów, zidentyfikowanych problemów, wskazania dalszych działań,*
   6. ***dokumentować*** *wszystkie elementy analizy oraz otrzymanych wyników.*
3. ***Elementy******Planu weryfikacji/walidacji****:*
   1. *plan dokumentuje podejście, które zastosowano w celu zweryfikowania WYMOGÓW SYSTEMU (cele, uwarunkowania), w odniesieniu do SYSTEMU KM, PODSYSTEMÓW i KOMPONENTÓW,*
   2. *plan identyfikuje przeprowadzone analizy według określonych METOD, które zostały użyte do zweryfikowania każdego z WYMOGÓW (cele, uwarunkowania) oraz PROCEDURY, które zostały wykorzystane w analizach podczas rozwiązywania problemów z weryfikacją,*
   3. *w planie zamieszczone są PROCEDURY weryfikacji przedstawiające każdą METODĘ w postaci listy działań (krok po kroku) oraz oczekiwanych wyników/reakcji,*
   4. *w planie działań wykorzystana jest MACIERZ IDENTYFIKOWALNOŚCI, która wiąże WYMOGI z KOMPONENTAMI, PODSYSTEMAMI i SYSTEMEM oraz z odpowiednimi PROCEDURAMI i ANALIZAMI oraz otrzymanymi WYNIKAMI WERYFIKACJI/WALIDACJI.*

*Konstruując* ***Plan weryfikacji/walidacji*** *należy:*

* 1. *wymienić i scharakteryzować* ***kryteria*** *weryfikacji/walidacji,*
  2. *wymienić i scharakteryzować wartości referencyjne poszczególnych* ***kryteriów****,*
  3. *przedstawić wybór* ***metod*** *weryfikacji/walidacji odpowiednich do podlegających ocenie* ***elementów*****K-KM** *i* **KM** *wraz z uzasadnieniem,*
  4. *przedstawić opis* ***procesu*** *weryfikacji/walidacji,*
  5. *przedstawić wyniki weryfikacji/walidacji wraz z ich omówieniem – ze szczególnym uwzględnieniem celów, oczekiwanych rezultatów, zidentyfikowanych problemów, wskazania dalszych działań,*
  6. *przedstawić działania zaradcze i ich realizację – w przypadku weryfikacji/walidacji negatywnej,*
  7. ***dokumentować*** *wszystkie elementy Planu weryfikacji/walidacji oraz otrzymanych wyników.*

1. ***Metody****,* ***wskaźniki****,* ***wartości******referencyjne*** *wykorzystane w tworzeniu* **K-KM** *oraz w procesie weryfikacji/walidacji powinny być zgodne z* ***obowiązującymi normatywami*** *oraz wymaganiami formalnymi dotyczącymi aplikowania o środki UE (np.* ***Niebieskie Księgi****, prawo zamówień publicznych, inne regulacje prawne etc.)* ***i uzgodnione z interesariuszami, w tym z Zamawiającym.***
2. ***Wyboru elementów do*** *weryfikacji/walidacji należy dokonać uwzględniając następujące warunki i zalecenia:*
   1. ***walidacja*** *powinna potwierdzić, że* ***system******KM*** *jest* ***prawidłowy*** *i* ***kompletny****,*
   2. ***walidacja*** *powinna obejmować udokumentowane sprawdzenia* ***systemu******KM*** *jako całości pod względem:*
      * *spójności,*
      * *dokładności,*
      * *kompletności,*
   3. ***weryfikacja*** *powinna potwierdzić, że* ***system KM*** *spełnia określone* ***WYMOGI SYSTEMU****,*
   4. ***weryfikacja*** *powinna przebiegać od szczegółowej weryfikacji komponentów do kompleksowej weryfikacji* ***systemu******KM*** *– czyli na wszystkich poziomach* ***V-MODELU,*** *rozpoczynając od* ***poziomu 4*** *do* ***poziomu 1****,*
   5. ***weryfikuje*** *się to co da się* ***wyliczyć****,* ***wykazać logicznie i nie ma jak zanegować tego, co już jest zweryfikowane,***
   6. ***walidacja*** *jest odniesieniem się do* ***WYMOGÓW INTERESARIUSZY****, które* ***spisano w taki sposób****, że można je sprawdzić* ***jednoznacznie****,*
   7. ***plan weryfikacji/walidacji******systemu******KM*** *jest sporządzany podczas dokumentowania* ***WYMOGÓW SYSTEMU KM****, na każdym poziomie* ***V-MODELU*** *(w oparciu o* ***WYMOGI SYSTEMU KM****), celem* ***wczesnego wyboru odpowiednich metod*** *– na długo przed faktyczną* ***weryfikacją/walidacją******WYMOGÓW SYSTEMU KM****. Takie postępowanie umożliwia upewnienie się, że* ***WYMOGI SYSTEMU KM*** *już na samym początku będą w taki sposób określone, aby mogły być zweryfikowane odpowiednimi metodami. Wobec tego* ***tylko weryfikowalne******WYMOGI SYSTEMU KM*** *powinny znaleźć się w dokumentacji dotyczącej procesów weryfikacji/walidacji,*
   8. *stosowane zwykle* ***metody*** *to :*
      * ***test*** *– wykonanie bezpośrednich pomiarów działania systemu dla przyjętych danych wejściowych oraz ocena wyników w odniesieniu do przyjętych kryteriów; testy są bardziej powszechne podczas wczesnej weryfikacji, gdy są sprawdzane możliwości na poziomie komponentów,*
      * ***demonstracja*** *– obserwacje działania systemu w oczekiwanym lub symulowanym środowisku bez potrzeby wprowadzania danych pomiarowych; demonstracje są bardziej powszechne na poziomie systemu lub podsystemów, gdy pełny system jest dostępny do wykazania kompleksowych możliwości operacyjnych,*
      * ***inspekcja/kontrola*** *– bezpośrednia obserwacja wymagań, takich jak cechy konstrukcyjne, jakość wykonania, wymiary i inne cechy fizyczne,*
      * ***analiza*** *– wykorzystanie technik logicznych, matematycznych i/lub graficznych; analiza jest często stosowana, gdy weryfikacja za pomocą testu nie byłaby wykonalna lub byłaby zbyt kosztowna.*
   9. *w procesie* ***WALIDACJI*** *można zastosować* ***technikę******przeglądu/przejścia*** *(walkthrough) – w której* ***przegląda/przechodzi*** *się przez poszczególne* ***WYMOGI SYSTEMU******KM.*** *Tworzona jest* ***lista kontrolna*** *sprawdzanych* ***atrybutów******systemu******KM****, która może obejmować m.in. następujące atrybuty:*
      * ***atrybut niezbędny*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *czy każdy* ***WYMÓG SYSTEMU******KM*** *ma swoje uzasadnienie/powiązanie z* ***aspiracjami interesariuszy****,*
      * ***atrybut jasny, przejrzysty*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *czy* ***WYMÓG SYSTEMU******KM*** *jest* ***dla interesariusza*** *czytelny i jednoznacznie interpretowany,*
      * ***atrybut kompletny, zupełny, całkowity*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *czy każdy* ***interesariusz*** *ma swój, co najmniej jeden* ***WYMÓG SYSTEMU******KM****,*
        2. *czy jeśli wdrożone zostaną wszystkie* ***WYMOGI SYSTEMU******KM****, które są powiązane z określoną* ***aspiracją interesariuszy****, to czy* ***aspiracja*** *ta będzie spełniona,*
      * ***atrybut poprawny, słuszny*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *czy* ***WYMOGI SYSTEMU******KM*** *dokładnie opisuje funkcjonalność i wydajność* ***KM****,*
        2. ***interesariusze*** *muszą potwierdzić, że* ***WYMOGI SYSTEMU******KM*** *na* ***najwyższym poziomie******V-MODELU*** *są prawidłowe,*
        3. ***identyfikowalność*** *(macierz identyfikowalności) może pomóc w określeniu poprawności* ***WYMOGÓW SYSTEMU******KM*** *w związku z* ***WYMOGAMI*** *niższego poziomu – jeśli* ***WYMÓG*** *niższego poziomu jest sprzeczny z* ***WYMOGIEM*** *poziomu wyższego, wówczas* ***WYMÓG*** *albo jeden albo drugi, albo oba są niepoprawne,*
      * ***atrybut wykonalny, realny*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *przegląd i analiza* ***WYMOGÓW SYSTEMU******KM*** *z punktu widzenia możliwości ich wykonania,*
      * ***atrybut sprawdzalny, weryfikowalny*** *– sprawdzenie pod względem:*
        1. *czy* ***WYMÓG SYSTEMU******KM*** *ma przypisaną metodę weryfikacji,*
        2. *czy* ***WYMÓG SYSTEMU******KM*** *jest określony w sposób możliwy do zweryfikowania,*
        3. ***niejednoznaczne******WYMOGI SYSTEMU******KM******nie są weryfikowalne****.*
3. ***WARIATNY*****KM** *- podstawowe uwarunkowania podczas formułowania wariantów:*
   1. *są opracowane dla wybranego scenariusza społeczno-gospodarczego,*
   2. *podstawą kształtowania wariantów są zmiany elementów systemowych (m.in. infrastruktura, tabor, organizacja, eksploatacja, ruch etc.), czyli KOMPONENTÓW, PODSYSTEMÓW i KONFIGURACJI,*
   3. *zdefiniowanie wariantu musi uwzględniać wszystkie oddziaływania systemowe między KOMPONENTAMI, PODSYSTEMAMI i SYSTEMEM KM oraz OTOCZENIEM.*
4. ***Kryteria*** *wykorzystane w* **K-KM** *oraz procesie weryfikacji/walidacji powinny być* ***odpowiednie*** *do* ***zakresu i sposobu odwzorowania*** *i* ***analizy*****K-KM** *w poszczególnych poziomach* **V-MODELU:**
   1. *jeżeli weryfikacja/walidacja występuje,* ***gdy nie ma jeszcze koniecznych danych****, to aby dokonać ostatecznej oceny konfiguracji komponentów/podsystemów/systemu:*
      * *przyjąć można następujące kryteria:*
        1. *współczynniki efektywności wydajności i parametry fizyczne,*
        2. *współczynniki stanowiące możliwości wspomagania systemu,*
        3. *współczynniki kosztowe cyklu życia systemu,*
      * *określa się obszary dopuszczalnych rozwiązań, które stanowią ograniczenia dla projektu,*
      * *dokonuje się wyboru najlepszego rozwiązania – konfiguracji,*
   2. *kryteria użyte w procesie weryfikacji/walidacji różnią się znacznie, w zależności od danego problemu i poziomu złożoności analizy w* **V-MODELU.** *Tym samym na poziomie systemu najważniejsze* ***kryteria*** *obejmują* ***osiągi*** *systemu KM, koszty cyklu życia systemu, oddziaływanie na otoczenie systemu KM,*
   3. *na poziomach bardziej szczegółowych kryteria powinny być bezpośrednio związane z postawionym problemem,*
   4. *liczba czynników weryfikacji/walidacji i różne kryteria powinny być rewidowane z punktu widzenia stopnia ich ważności; stopień ważności może być zrealizowany przez zastosowanie parametrów wagowych (najwyższe wagi liczbowe otrzymują najwyższe czynniki),*
   5. *proces weryfikacji/walidacji może być związany z analizami dopuszczalnych obszarów rozwiązań, w których analizowane są dwa lub więcej kryteriów oceny, w kategoriach ich wzajemnej relacji; możliwe realizowalne rozwiązania wypadają w obszarach dopuszczalnych rozwiązań; obszary te mogą dotyczyć różnych kryteriów, w kategoriach kosztów i osiągów systemu KM, jako funkcje niezawodności, wydajności jako funkcje rozmiaru i kosztu etc.,*
   6. *proces weryfikacji/walidacji może być ułatwiony lub może wymagać użycia odpowiednich technik matematycznych w postaci modelu lub ich serii,*
   7. ***etapy doboru kryteriów*** *weryfikacji/walidacji:*
      * *wybór kryteriów,*
      * *zdefiniowanie miar kryteriów,*
      * *identyfikacja potrzebnych danych (danych istniejących, estymowanych, prognozowanych),*
      * *identyfikacja źródeł danych,*
      * *identyfikacja ryzyka i niepewności.*
5. *Proces budowy* **K-KM** *oraz proces weryfikacji/walidacji to* ***procesy iteracyjne*** *– po każdym kroku konieczna jest korekta poszczególnych elementów* **K-KM** *w przypadku niezadowalających rezultatów (np. w przypadku weryfikacji/walidacji negatywnej).*
6. ***Dokumentowanie*** *procesu budowy* **K-KM** *oraz procesu weryfikacji/walidacji w zakresie struktury i formatu zapisywanych danych powinno być zgodne z* ***obowiązującymi standardami i uzgodnione z interesariuszami, w tym z Zamawiającym****.*
7. **Opis procesu** *budowy* **K-KM** *oraz procesu weryfikacji/walidacji powinien zostać zamieszczony w dokumentacji – w pliku* **V-K-KM.**

W kolejnych punktach przedstawiono **PODSTAWOWE DZIAŁANIA w V-MODELU przy tworzeniu Koncepcji Kolei Metropolitalnej**. Należy zatem:

1. **Ustalić ASPIRACJE interesariuszy:**
   1. ASPIRACJE interesariuszy powstają często z powodu niedostatków obecnego systemu – jest to przypadek, kiedy występują rozbieżności pomiędzy wynikami działania aktualnego systemu a wynikami pożądanymi. Konieczne jest więc pełne zrozumienie i udokumentowanie obecnego systemu transportowego – szczególnie kolejowego,
   2. Dokumentacja powinna wskazywać kluczowe elementy obecnego systemu transportowego (wkład, wyniki, funkcje, przepływy, podsystemy, komponenty, relacje i atrybuty), zasoby i ograniczenia. Przy prezentacji obecnego systemu transportowego należy wykorzystywać schematy i diagramy,
   3. Należy zwrócić uwagę na problemy, które mogą wystąpić podczas projektowania SYSTEMU KM. Problemem może być niezaspokojona ASPIRACJA. Rozwiązanie (problemu) to zaspokojenie ASPIRACJI. Tak więc ważne jest by rozwiązanie w ramach projektu SYSTEMU KM zaspokajało odpowiednie ASPIRACJE. Dlatego przygotowanie WYMOGÓW INTERESARIUSZY należy rozpocząć od określenia ich ASPIRACJI,
   4. Wobec tego, że każdy projekt stanowi próbę zaspokojenia ASPIRACJI, ich zdefiniowanie powinno być jasne i pozbawione błędów. Do szczególnie kłopotliwych aspektów formułowania ASPIRACJI zalicza się [*J.Dawidson Frame: Managing Project in Organizations, Jossey-Bass San Francisco 1987*]:
      1. Niektóre ASPIRACJE nieustannie się zmieniają.
      2. Rozwiązania są mylone z ASPIRACJAMI.
      3. Zidentyfikowane ASPIRACJE dotyczą niewłaściwego INTERESARIUSZA.
      4. Istnieje więcej niż jeden INTERESARIUSZ, a ASPIRACJE każdego z nich są różne.
      5. ASPIRACJE zostały zniekształcone przez „ekspertów”,
   5. Definicja ASPIRACJI jest trudna i wymaga właściwego podejścia. Zaleca się następujące kroki [*J.Dawidson Frame: Managing Project in Organizations, Jossey-Bass San Francisco 1987*]:
      1. Należy poprosić interesariusza by wskazał swoje ASPIRACJE jak najbardziej precyzyjnie.
      2. Zadać interesariuszowi pełny zestaw pytań, które należy uprzednio przygotować by uzyskać dokładniejsze informacje na temat jego ASPIRACJI.
      3. Należy zbierać możliwie jak najwięcej informacji, które pomagają lepiej zrozumieć ASPIRACJE.
      4. Należy ponawiać sformułowanie i dokumentowanie ASPIRACJI, jeżeli rozszerzane są podstawy informacyjne.
      5. Przeformułowane ASPIRACJE należy przedstawiać zainteresowanym INTERESARIUSZOM.
      6. Proces kończy się stworzeniem LISTY ASPIRACJI, którą dany INTERESARIUSZ zaakceptuje, i która najlepiej reprezentuje jego interesy, a nie interesy innych stron, np. wykonawcy.
2. **Określić** **ALTERNATYWNE ROZWIĄZANIA OGÓLNE**
   1. ALTERNATYWNE ROZWIĄZANIA OGÓLNE formułuje się na poziomie SYSTEMU KM,
   2. Po zdefiniowaniu ASPIRACJI, CELÓW, OGRANICZEŃ i WYMOGÓW interesariuszy należy określić, jakie INNE SPOSOBY rozwiązania problemu, różne od obecnego systemu, są dostępne, i czy są one wykonalne,
   3. Rozwiązania te opracowuje się przy wykorzystaniu analiz i modeli uwzględniających:
      1. WYMOGI INTERESARIUSZY – co SYSTEM KM musi robić,
      2. WYMOGI TECHNICZNE – jak może to robić SYSTEM KM,
      3. ASPEKTY EKONOMICZNE – jaką wartość ma SYSTEM KM,
   4. ALTERNATYWNE ROZWIĄZANIA OGÓLNE mogą:
      1. mieć postać całkowicie nowych systemów KM,
      2. być modyfikacją gotowych systemów KM,
      3. wykorzystywać używane technologie.
3. **Na podstawie ASPIRACJI sformułować WYMOGI INTERESARIUSZY**
   1. **WYMOGI INTERESARIUSZY** powinny w jasny, jednoznaczny sposób określać czego INTERESARIUSZ oczekuje od ostatecznego rozwiązania – SYSTEMU KM,
   2. Opierają się na potrzebach (ASPIRACJACH) INTERESARIUSZY i stanowią MIERNIKI, dzięki którym dany INTERESARIUSZ potrafi określić, czy SYSTEM KM jest do przyjęcia,
   3. Odpowiednio udokumentowane stanowią podstawowy układ odniesienia dla stworzonego SYSTEMU KM,
   4. Są wskaźnikami „jakości” SYSTEMU KM,
   5. Konieczne jest właściwe określenie WYMOGÓW INTERESARIUSZY – powinny być one podane w sposób klarowny, kompletny i dokładny,
   6. Istnieje wiele rodzajów WYMOGÓW INTERESARIUSZY:
      1. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące CELÓW i CYKLU ŻYCIA SYSTEMU KM,
      2. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące TRYBÓW DZIAŁANIA SYSTEMU KM,
      3. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące OGRANICZEŃ SYSTEMU KM,
      4. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące RELACJI W SYSTEMIE KM i z jego OTOCZENIEM,
   7. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące **CELÓW i CYKLU ŻYCIA** SYSTEMU KM formułuje się :
      1. Poprzez określenie OGÓLNYCH CELÓW SYSTEMU KM,
      2. CELE konkretyzują ASPIRACJE INTERESARIUSZY i stanowią podstawę w definiowaniu ich WYMOGÓW,
      3. Każdy CEL jest następnie określany za pomocą WYMOGÓW Interesariuszy uwzględniających aspekty, które INTERESARIUSZE uważają za ISTOTNE w czasie całego oczekiwanego CYKLU ŻYCIA SYSTEMU KM – od fazy projektowej, poprzez eksploatację, do likwidacji,
   8. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące **TRYBÓW DZIAŁANIA** SYSTEMU KM formułuje się uwzględniając, że:
      1. TRYBY DZIAŁANIA związane są z różnym sposobem działania SYSTEMU KM oraz różnym otoczeniem, w którym SYSTEM KM będzie funkcjonował (np. tryb dobowego ruchu pociągów, tryb utrzymania i obsługi technicznej taboru – przygotowanie do ruchu w kolejnej dobie, tryb modernizacji i rozwoju SYSTEMU KM),
      2. W każdym trybie SYSTEM KM ma wykonywać inne funkcje i dostosowywać się do innych warunków,
      3. Funkcje te i warunki należy określić w wymogach (ASPIRACJACH) INTERESARIUSZY,
   9. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące **OGRANICZEŃ** SYSTEMU KM odzwierciedlają fakt, że:
      1. SYSTEM KM podlega wielu ograniczeniom wewnątrzsystemowym oraz pochodzącym z otoczenia,
   10. WYMOGI INTERESARIUSZY dotyczące RELACJI W SYSTEMIE KM i z jego OTOCZENIEM:
       1. Powinny uwzględniać nie tylko INTERESARIUSZY, ale wszystkie inne osoby, które mają z nim w sposób bierny lub czynny do czynienia.
4. **Określić WYMOGI SYSTEMU KM**
   1. WYMOGI SYSTEMU KM są zorientowane na rozwiązania, określają podejście WYKONAWCY K-KM oraz cele, dzięki którym zamierza on spełnić WYMOGI (ASPIRACJE) INTERESARIUSZY,
   2. WYMOGI SYSTEMU KM wskazują CO SYSTEM KM musi robić, aby WYMOGI (ASPIRACJE) INTERESARIUSZY zostały spełnione. Nie podają natomiast JAK SYSTEM KM ma to robić,
   3. WYMOGI SYSTEMU KM tworzą zarys podejścia do SYSTEMU KM – głównych funkcji, architektury SYSTEMU KM oraz rezultatów końcowych – SYSTEMU KM,
   4. WYMOGI SYSTEMU KM wskazują projektantom, na co muszą zwrócić uwagę opracowując jego końcową postać – SYSTEM KM,
   5. Wymogi systemu dzieli się na:
      1. OBOWIĄZKOWE,
      2. WAŻNE,
      3. POŻĄDANE,
      4. OPCJONALNE,

* Taki podział zapewnia projektantom pewną elastyczność – jeśli w kolejnych etapach pojawią się ograniczenia, to projektanci będą wiedzieli, które wymogi muszą zostać, a które można zmodyfikować lub pominąć.

1. **Określić WYMOGI FUNKCJONALNE SYSTEMU KM**
   1. Definiują one CO musi robić SYSTEM KM,
   2. ANALIZA WYMOGÓW to PROCES DEFINIOWANIA WYMOGÓW odpowiednio szczegółowy, by projektanci wiedzieli co mają robić. Wynikiem tej analizy jest precyzyjna LISTA WYMOGÓW FUNKCJONALNYCH. WYMOGI FUNKCJONALNE określają FUNKCJE, jakie SYSTEM KM musi wykonywać, aby spełnić WYMOGI (ASPIRACJE) INTERESARIUSZY. Należy zidentyfikować wszystkie ważne funkcje SYSTEMU KM, PODSYSTEMÓW KM, KOMPONENTÓW KM oraz wszystkie relacje wewnątrz SYSTEMU KM i z OTOCZENIEM, a także wsparcia i utrzymania,
   3. **BLOKOWY DIAGRAM PRZEPŁYWU FUNKCJI** – w celu określenia WYMOGÓW FUNKCJONALNYCH należy sporządzić BLOKOWY DIAGRAM PRZEPŁYWU FUNKCJI:
      1. Diagram ten umożliwia identyfikację wszystkich ważnych funkcji SYSTEMU KM i jego podsystemów, komponentów oraz PŁASZCZYZNY KONTAKTU (m.in. są to systemy komunikacji, nawigacji, lokalizacji dystrybucji informacji etc. W SYSTEMIE KM), w tym również wsparcia i utrzymania,
      2. Każdy BLOK DIAGRAMU PRZEPŁYWU FUNKCJI symbolizuje funkcję systemu, którą system musi spełniać by zrealizować CELE lub sprostać WYMOGOM (ASPIRACJOM) INTERESARIUSZY,
      3. Każdy BLOK DIAGRAMU PRZEPŁYWU FUNKCJI należy podzielić na szczegółowe PODFUNKCJE. W fazie projektu koncepcyjnego (poziomy 1 i 2 V-MODELU) podział funkcji na mniejsze, bardziej szczegółowo zdefiniowane PODFUNKCJE przebiega tylko na jednym poziomie niżej. Później na etapie projektu wstępnego (poziom 3 V-MODELU) podział postępuje dalej, schodząc do poziomu, który jest niezbędny do uzyskania jak najbardziej szczegółowej definicji wymogów (poziom 4 V-MODELU),
      4. Diagramy powinny być konstruowane na wielu poziomach, przy czym na pierwszym poziomie mogą dotyczyć podstawowych/głównych funkcji SYSTEMU KM, a na kolejnych poziomach powinny przedstawiać rozwiniecie funkcji poprzedniego poziomu. Najczęściej diagramy sporządzane są w dół – do poziomu dotyczącego potrzeb i specyfikacji systemowych KOMPONENTÓW i PODSYSTEMÓW KM,
   4. Każdy wymóg można określić za pomocą WAŻNOŚCI i MARGINESU:
      1. Poziom WAŻNOŚCI wymogu ustala jego względne znaczenie,
      2. Z ważnością wiąże się MARGINES wymogu, czyli zakres, w jakim możliwe jest odchylenie od wartości wymogu.
2. **Określić WYMOGI EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU KM**
   1. Określają one, JAK DOBRZE powinien działać SYSTEM KM,
   2. Z każdym WYMOGIEM FUNKCJONALNYM wiążą się CELE, czyli WYMOGI EFEKTYWNOŚCI,
   3. WYMOGI EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU KM określają za pomocą terminów technicznych (m.in. wymiarów, km/h, kosztów operacyjnych etc.):
      1. warunki lub wymogi, które funkcje:
         1. systemu,
         2. podsystemów,
         3. komponentów

muszą spełniać,

* 1. Zespół projektowy stosuje się do WYMOGÓW EFEKTYWNOŚCI projektując lub nabywając komponenty SYSTEMU KM.

1. **Określić WYMOGI WERYFIKACJI SYSTEMU KM**
   1. Z każdym zbiorem WYMOGÓW EFEKTYWNOŚCI powiązany jest zbiór WYMOGÓW WEWRYFIKACJI,
   2. WYMOGI WERYFIKACJI SYSTEMU KM określają:
      1. procedury,
      2. mierniki,
      3. testy

sprawdzające, czy WYMOGI EFEKTYWNOŚCI zostały spełnione,

* 1. Podczas przeglądów wykonuje się WERYFIKACJĘ i ZATWIERDZENIE WYMOGÓW FUNKCJONALNYCH na poziomie SYSTEMU KM.

1. **Określić WYMOGI NIEFUNKCJONALNE SYSTEMU KM**
   1. WYMOGI NIEFUNKCJONALNE stanowią POŻĄDANE ATRYBUTY CAŁEGO SYSTEMU KM oraz jego komponentów i nie muszą być powiązane z konkretnymi funkcjami,
   2. SYSTEM KM lub tylko niektóre jego podsystemy bądź komponenty mogą zostać objęte również WYMOGAMI NIEFUNKCJONALNYMI:
      1. kompatybilność,
      2. wymienialność,
      3. opłacalność,
      4. niezawodność,
      5. łatwość utrzymania,
      6. testowalność,
      7. dostępność,
      8. łatwość użytkowania,
      9. trwałość,
      10. elastyczność.
2. **Określić** **STRUKTURĘ PODZIAŁU WYMOGÓW SYSTEMU KM**
   1. Celem struktury jest stworzenie wspólnego układu odniesienia dla wszystkich osób pracujących nad projektem SYSTEMU KM. Pozwala to na skoordynowanie prac projektowych i uniknięcie przeoczeń,
   2. Struktura powinna obejmować wszystkie zidentyfikowane WYMOGI SYSTEMU KM,
   3. Należy opracować odpowiednią dokumentację **STRUKTURY PODZIAŁU WYMOGÓW** aby wszyscy członkowie zespołu projektowego mieli do niej dostęp.
3. **Określić** **SPECYFIKACJE SYSTEMU KM**
   1. SPECYFIKACJE SYSTEMU KM opracowuje się na podstawie WYMOGÓW SYSTEMU KM. Stanowią one podstawę SPECYFIKACJI PODSYSTEMÓW i KOMPONENTÓW SYSTEMU KM. Specyfikacje SYSTEMU KM określają wymagania dotyczące SYSTEMU KM, jako produktu końcowego, oraz jego PODSYSTEMÓW, KOMPONENTÓW i PROCESÓW na takim poziomie szczegółowości, by zespół projektowy był w stanie je zaprojektować, zbudować i/lub pozyskać (elementy gotowe),
   2. SPECYFIKACJE SYSTEMU KM to KRYTERIA lub PROCEDURY, które stanowią wytyczne dla prac projektowych,
   3. Mają formę tabel, szkiców, diagramów,
   4. Istotne jest MONITOROWANIE RELACJI:
      1. między poszczególnymi SPECYFIKACJAMI,
      2. oraz między SPECYFIKACJAMI a WYMOGAMI SYSTEMU,
   5. MONITOROWANIE wpływu zmian SPECYFIKACJI i WYMOGÓW to **IDENTYFIKOWALNOŚĆ**.
4. **Realizacja** **ZARZĄDZANIA KONFIGURACJĄ – IDENTYFIKACJA i KONTROLA ZMIAN**
   1. ZARZĄDZANIE KONFIGURACJĄ to:
      1. IDENTYFIKOWANIE SPECYFIKACJI, łączenie ich z KOMPONENTAMI, MONITOROWANIE wpływu zmian,
      2. KONTROLA ZMIAN tak, by WYMOGI zostały spełnione i nie było między nimi konfliktu,
   2. ZARZĄDZANIE KONFIGURACJĄ obejmuje STRATEGIE i PROCEDURY dotyczące MONITOROWANIA i ŚLEDZENIA ZMIAN oraz danych projektowych, jak również zaopatrzenia informacyjnego wszystkich osób zaangażowanych w realizację projektu, a następnie w eksploatację SYSTEMU KM – dzięki temu wszyscy dysponują tymi samymi i aktualnymi informacjami,
   3. IDENTYFIKACJA KONFIGURACJI:
      1. Obejmuje określenie struktury SYSTEMU, PODSYSTEMÓW i KOMPONENTÓW KM – są to ELEMENTY KONFIGURACJI,
      2. Identyfikacji i dokumentowaniu podlegają: wszystkie cechy fizyczne, które definiują ELEMENT KONFIGURACYJNY i odgrywają ważną rolę w procesie jego kontrolowania,
      3. Każdy fizyczny i funkcjonalny KOMPONENT SYSTEMU KM należy w określony sposób powiązać z elementem KONFIGURACJI – możliwe są następujące przypadki:
         1. KOMPONENT może sam w sobie stanowić ELEMENT KONFIGURACJI,
         2. KOMPONENT może wejść w skład PODSYSTEMU KM, który to podsystem jest elementem KONFIGURACJI,
         3. Najlepiej, gdy ELEMENT KONFIGUROWANY jest na tyle mały, że może zostać indywidualnie zaprojektowany, zbudowany i przetestowany,
      4. Dla każdego ELEMENTU KONFIGURACJI należy opracować odpowiednią DOKUMENTACJĘ, w której należy rejestrować wszystkie zmiany w stosunku do przyjętej SPECYFIKACJI,
   4. KONTROLA ZMIAN KONFIGURACJI:
      1. Polega na zarządzaniu i monitorowaniu na bieżąco wszystkich zmian w K-KM,
      2. Proces należy odpowiednio dokumentować, m.in. w zakresie:
         1. opisu zmiany,
         2. uzasadnienia zmiany,
         3. oceny zmiany pod względem wykonalności (oszacowanie zasobów potrzebnych do wdrożenia zmiany),
         4. oceny wpływu na efektywność SYSTEMU KM, bezpieczeństwo, środowisko oraz na wszystkie składniki projektu SYSTEMU KM,
      3. Zmiana powinna być zatwierdzona – poddana procesowi weryfikacji w celu zagwarantowania jej zgodności z odpowiednimi WYMOGAMI SYSTEMU KM.
5. **Stosować ITERACYJNOŚĆ V-MODELU**
   1. Proces ITERACJI polega na cofaniu się i powtarzaniu czynności,
   2. Konieczność tworzenia SYSTEMU KM wymaga procesu ITERACYJNEGO, ponieważ WYMOGI SYSTEMU KM nie mogą zostać całkowicie zdefiniowane bez wcześniejszego wykonania części pracy projektowej. Natomiast praca projektowa nie może zostać całkowicie zakończona bez wcześniejszego wprowadzenia zmian, które mogą być niezbędne podczas weryfikacji i walidacji KOMPONENTÓW, PODSYSTEMÓW i całego SYSTEMU KM.
6. **TESTOWANIE SYSTEMU KM – WERYFIKACJA i WALIDACJA**
   1. Testy SYSTEMU KM należy przeprowadzić w trzech grupach rodzajowych:
      1. **WERYFIKACJA** – testy przeprowadzane przez wykonawcę K-KM – w celu zagwarantowania, że projekt SYSTEMU KM spełnia WYMOGI. Celem tego rodzaju testów jest **WERYFIKACJA** SYSTEMU KM. Jeżeli testy wykryją nieprawidłowości to należy powtórzyć odpowiedni etap tworzenia SYSTEMU KM. W związku z tym, że powtarzanie zadań projektowych jest kosztowne i czasochłonne, **testy powinny być tak opracowane, aby umożliwić jak najwcześniejsze wykrycie problemu**,
      2. **WALIDACJA** – testy przeprowadzane przez INTERESARIUSZY i przez WYKONAWCĘ dla INTERESARIUSZY– w celu zagwarantowania zgodności SYSTEMU KM z WYMOGAMI INTERESARIUSZY. Jest to **WALIDACJA** SYSTEMU KM, podczas której należy zastosować odpowiednie testy weryfikacji, przeglądy i audyty,
      3. Testy przeprowadzane przed producentów składników SYSTEMU KM – w trakcie tych testów dokonuje się sprawdzenia, czy w poprawny sposób zrealizowane zostały założenia SYSTEMU KM, a także czy KOMPONENTY i wykonawstwo są zgodne ze SPECYFIKACJAMI.
   2. PROCES TESTOWANIA SYSTEMU KM powinien przebiegać w następującej kolejności:
      1. KOMPONENTY,
      2. PODSYSTEMY,
      3. CAŁY SYSTEM KM.

Zapewnia to mniejsze prawdopodobieństwo konieczności przeprojektowania całego SYSTEMU KM ze względu na wadliwe KOMPONENTY,

* 1. PROCES TESTOWANIA przebiega w następujący SPOSÓB:
     1. Testom podaje się każdy KOMPONENT SYSTEMU KM w celu sprawdzenia czy jest on w stanie samodzielnie działać,
     2. Następnie odpowiednie KOMPONENTY łączy się w PODSYSTEMY KM i testuje się ich łączne funkcjonowanie,
     3. W ostatnim kroku należy zintegrować PODSYSTEMY i przetestować je pod kątem zgodności całego SYSTEMU KM z WYMOGAMI EFEKTYWNOŚCI.

1. **Ocenić oddziaływanie SYSTEMU KM na ŚRODOWISKO**
   1. Jest to część analizy wykonalności SYSTEMU KM i określa wpływ SYSTEMU KM na środowisko naturalne,
   2. Ocena powinna być przeprowadzona zgodnie z zapisami Niebieskich Ksiąg oraz z innymi obowiązującymi w tym zakresie przepisami.
2. **ZAANGAŻOWANIE ZESPOŁU w proces DEFINIOWANIA SYSTEMU KM**
   1. Przy tworzeniu SYSTEMU KM szczególnie ważne jest by opracowanie DEFINICJI SYSTEMU i projektu wg V-MODELU było pracą zespołową. Zapewni to uwzględnienie PUNKTÓW WIDZENIA wszystkich STRON, które mają lub będą miały związek z SYSTEM KM,
   2. STRONY to INTERESARIUSZE SYSTEMU KM a ich PUNKTY WIDZENIA to ASPIRACJE i WYMOGI INTERESARIUSZY, które przekładają się na WYMOGI SYSTEMU KM,
   3. Im większy udział INTERESARIUSZY w DEFINIOWANIU WYMOGÓW tym lepiej WYMOGI SYSTEMU KM będą spełniały ich ASPIRACJE przez cały cykl życia SYSTEMU KM,
   4. Wszyscy członkowie zespołu projektowego powinny pracować zgodnie z dokumentem przedstawiającym STRUKTURĘ PODZIAŁU WYMOGÓW - wspólnym zbiorem wymogów,
   5. Wymagane jest aktywne zaangażowanie kluczowych interesariuszy projektu w proces definiowania WYMOGÓW – szczególnie efektywne techniki aktywnego zaangażowania to METODA INŻYNIERII WSPÓŁBIEŻNEJ i METODA ROZWINIĘCIA FUNKCJI JAKOŚCI (*Quality Function Deployment*).

***PRZYKŁAD weryfikacji i walidacji:***

* *Aspiracja: konieczność/oczekiwanie budowy nowego połączenia/torów w KM,*
* *Weryfikacja i walidacja takiego wymogu funkcjonalnego:*
  + *Ustalenie wymogów weryfikacji:*
    - *Metoda, mierniki, wskaźniki:*

*🡪 analiza prognoz ruchu, potoki ruchu, odpowiednia, założona wielkość potoków ruchu na tej linii,*

* + - * + *analiza: prognoz ruchu, potoków ruchu etc. zgodnie z zapisami m.in. Niebieskich Ksiąg oraz innych dokumentów normatywnych i metodologicznych,*
        + *pozostałe analizy – należy przeprowadzić zgodnie z zapisami m.in. Niebieskich Ksiąg oraz innych dokumentów normatywnych i metodologicznych,*
  + *Sprawdzenie czy przeprowadzono wymagane analizy i czy wyniki tych analiz uzasadniają budowę nowego połączenia/torów w KM,*
  + *WERYFIKACJA:*
    - *jest pozytywna 🡪 gdy są wykonane odpowiednie analizy i wyniki są poprawne,*
    - *jeśli jest negatywna 🡪 ustalić przyczyny negatywnego rezultatu weryfikacji, wskazać działania zaradcze, uruchomić proces iteracyjny, w którym wprowadzić niezbędne korekty do koncepcji K-KM – zgodnie z zasadami V-MODELU i ponownie przeprowadzić WERYFIKACJĘ,*
  + *WALIDACJA:*
    - *jest pozytywna 🡪 gdy wyniki spełniają określoną ASPIRACJĘ – uzasadniają budowę nowego połączenia/torów w KM na podstawie kryteriów wynikających z przeprowadzonych analiz (m.in. transportowych/ruchowych, ekonomicznych, finansowych, środowiskowych etc.,); należy również sprawdzić spójność z innymi, powiązanym ASPIRACJAMI,*
    - *jeśli jest negatywna 🡪 ustalić przyczyny negatywnego rezultatu walidacji, wskazać działania zaradcze, uruchomić proces iteracyjny, w którym należy wprowadzić niezbędne korekty do koncepcji K-KM – zgodnie z zasadami V-MODELU i ponownie przeprowadzić WALIDACJĘ,*
* ***UWAGA:*** *Należy cały czas mieć na uwadze charakter systemowy przedstawionych działań, tzn. występowanie powiązań – relacji wzajemnych – pomiędzy KOMPONENTAMI, PODSYSTEMAMI w SYSTEMIE KM oraz pomiędzy SYSTEMEM KM a jego OTOCZENIEM SYSTEMOWYM. Dlatego w procesie iteracyjnym tworzenia K-KM, obejmującym również/szczególnie wprowadzanie korekt, wskazanych podczas weryfikacji/walidacji, należy stosować zasady i działania zgodne z* ***V-MODELEM****.*

# Wytyczne opracowania studiów przypadków K-KM oraz funkcjonujących systemów KM w Polsce i za granicą

Na początku prac nad Koncepcją Kolei Metropolitalnej (K-KM) należy przeprowadzić przegląd dostępnych koncepcji KM oraz funkcjonujących systemów KM w Polsce i zagranicą.

Rezultatem przeglądu ma być zestawienie treści (tabelaryczne i graficzne) analizowanych dokumentów pod względem zagadnień występujących w niniejszej metodologii tworzenia Koncepcji KM. Następnie należy sporządzić ocenę przydatności tych treści do prac projektowych nad Koncepcją KM. Ocena powinna wskazywać dobre praktyki oraz występujące braki, które można wyeliminować podczas opracowania Koncepcji KM, a także wskazywać negatywne elementy analizowanych rozwiązań celem uniknięcia tych błędów.

# POZIOM 1. ZAŁOŻENIA K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania

***W* ZAŁOŻENIACH K-KM** *należy przedstawić SYSTEM* **KM** *w aspekcie ASPIRACJI INTERESARIUSZY, WYMOGÓW INTERESARIUSZY, WYMAGAŃ SYSTEMOWYCH dla* **KM** *z uwzględnieniem ich określonej STRUKTURY RODZAJOWEJ. Sposób prezentacji założeń powinien umożliwiać INTERESARIUSZOM zrozumienie działania SYSTEMU* **KM** *wg proponowanej koncepcji. Dotyczy to* ***szczególnie następujących kwestii****:*

* + *kto* ***K-KM*** *– kim są interesariusze* ***KM*** *wg* ***K-KM****?*
  + *co* ***K-KM*** *– jakie są składniki i funkcje ogólne (wysokiego poziomu)* ***KM*** *wg* ***K-KM****?*
  + *gdzie* ***K-KM*** *– jaki jest zasięg/oddziaływanie* ***KM*** *wg* ***K-KM****?*
  + *kiedy* ***K-KM*** *– jaka jest sekwencja działań/czynności* ***K-KM****, które będą wykonywane?*
  + *dlaczego* ***K-KM*** *– jakie problemy rozwiązuje* ***K-KM i KM****?*
  + *jak* ***K-KM*** *– w jaki sposób* ***K-KM i KM*** *zostanie opracowana, użyta i utrzymywana?*

*Należy sporządzić odpowiednio szczegółowe DIAGRAMY PRZEPŁYWÓW oraz odpowiedni zakres MACIERZY IDENTYFIKOWALNOŚCI. Wykonawca powinien stosować* ***podejście systemowe****. Oznacza to, że sporządzając Koncepcję Kolei Metropolitalnej* **(K-KM)** *powinien traktować ten dokument jako opis SYSTEMU TRANSPORTOWEGO KOLEI METROPOLITALNEJ* **(KM)** *na poziomie koncepcji* ***systemowej*****K-KM***. Tak więc dokument* **K-KM *jest sam w sobie systemem*.**

*Na poziomie 1.* **V-MODELU – ZAŁOŻENIA –** *Wykonawca* **K-KM** *powinien:*

* sporządzić **ZAŁOŻENIA K-KM***,*
* sporządzić **Plan WERYFIKACJI ZAŁOŻEŃ K-KM**,
* opracować sposób **WERYFIKACJI** **ZAŁOŻEŃ K-KM**.

***Oczekiwane* REZULTATY – *należy opracować zgodnie z*****V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM.**

# POZIOM 2. WYMAGANIA SYSTEMOWE K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania

***W* WYMAGANIACH SYSTEMOWYCH K-KM** *należy przedstawić SYSTEM* **KM** *w aspekcie ASPIRACJI INTERESARIUSZY, WYMOGÓW INTERESARIUSZY, WYMAGAŃ SYSTEMOWYCH dla* **KM** *z uwzględnieniem ich określonej STRUKTURY RODZAJOWEJ. Należy sporządzić odpowiednio szczegółowe DIAGRAMY PRZEPŁYWÓW oraz odpowiedni zakres MACIERZY IDENTYFIKOWALNOŚCI. Wykonawca powinien stosować* ***podejście systemowe****. Oznacza to, że sporządzając Koncepcję Kolei Metropolitalnej* **(K-KM)** *powinien traktować ten dokument jako opis SYSTEMU TRANSPORTOWEGO KOLEI METROPOLITALNEJ* **(KM)** *na poziomie koncepcji* ***systemowej*****K-KM***. Tak więc dokument* **K-KM *jest sam w sobie systemem*.**

*Na poziomie 2.* **V-MODELU – WYMAGANIA SYSTEMOWE –** *Wykonawca* **K-KM** *powinien :*

* sporządzić **WYMAGANIA SYSTEMOWE K-KM***,*
* sporządzić **Plan WERYFIKACJI** **WYMAGAŃ SYSTEMOWYCH K-KM**,
* opracować sposób **WERYFIKACJI** **WYMAGAŃ SYSTEMOWYCH K-KM**.

***Oczekiwane* REZULTATY – *należy opracować zgodnie z*****V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**.

# POZIOM 3. PROJEKT WYSOKIEGO POZIOMU K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania

***W* PROJEKCIE WYSOKIEGO POZIOMU K-KM** *należy przedstawić WYMOGI SYSTEMOWE, opracowane na podstawie WYMOGÓW INTERESARIUSZY (będących wynikiem analizy ASPIRACJI INTERESARIUSZY) w postaci określonych rozwiązań obejmujących strukturę systemu* **KM** *na poziomie PODSYSTEMÓW. Należy sporządzić odpowiednio szczegółowe DIAGRAMY PRZEPŁYWÓW oraz odpowiedni zakres MACIERZY IDENTYFIKOWALNOŚCI. Wykonawca powinien stosować* ***podejście systemowe****. Oznacza to, że sporządzając Koncepcję Kolei Metropolitalnej* **(K-KM)** *powinien traktować ten dokument jako opis SYSTEMU TRANSPORTOWEGO KOLEI METROPOLITALNEJ* **(KM)** *na poziomie koncepcji* ***systemowej*****K-KM***. Tak więc dokument* **K-KM *jest sam w sobie systemem*.**

*Na poziomie 3.* **V-MODELU – PROJEKT WYSOKIEGO POZIOMU –** *Wykonawca* **K-KM** *powinien:*

* wykonać **PROJEKT WYSOKIEGO POZIOMU K-KM***,*
* sporządzić **Plan WERYFIKACJI** **PROJEKTU WYSOKIEGO POZIOMU K-KM**,
* opracować sposób **WERYFIKACJI** **PROJEKTU WYSOKIEGO POZIOMU K-KM**.

***Oczekiwane* REZULTATY – *należy opracować zgodnie z*****V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM.**

# POZIOM 4. PROJEKT SZCZEGÓŁOWY K-KM W V-MODELU – wytyczne opracowania

***W* PROJEKCIE SZCZEGÓŁOWYM K-KM** *należy przedstawić rozwiązania dotyczące PODSYSTEMÓW i KOMPONENTÓW systemu* **KM***, z uwzględnieniem* ***zaspokojenia*** *WYMOGÓW INTERESARIUSZY i ich ASPIRACJI poprzez przyjęcie odpowiednich WYMOGÓW SYSTEMU* **KM** *wraz z uzasadnieniem – na podstawie przyjętych i przeprowadzonych ANALIZ, MIERNIKÓW i WSKAŹNIKÓW. Należy sporządzić odpowiednio szczegółowe DIAGRAMY PRZEPŁYWÓW oraz odpowiedni zakres MACIERZY IDENTYFIKOWALNOŚCI. Wykonawca powinien stosować* ***podejście systemowe****. Oznacza to, że sporządzając Koncepcję Kolei Metropolitalnej* **(K-KM)** *powinien traktować ten dokument jako opis SYSTEMU TRANSPORTOWEGO KOLEI METROPOLITALNEJ* **(KM)** *na poziomie koncepcji* ***systemowej*****K-KM***. Tak więc dokument* **K-KM *jest sam w sobie systemem*.**

*Na poziomie 4.* **V-MODELU – PROJEKT SZCZEGÓŁOWY K-KM –** *Wykonawca* **K-KM** *powinien:*

* wykonać **PROJEKT SZCZEGÓŁOWY K-KM***,*
* sporządzić **Plan WERYFIKACJI** **PROJEKTU SZCZEGÓŁOWEGO K-KM**,
* opracować metodę **WERYFIKACJĘ** **PROJEKTU SZCZEGÓŁOWEGO K-KM**.

***Oczekiwane* REZULTATY –** *minimalny* **zakres K-KM** i **KM** *powinien obejmować następujące zagadnienia (komponenty/składniki systemowe).* ***Ostateczny zakres należy opracować zgodnie z*****V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM:**

* + **PODSUMOWANIE I WNIOSKI** Z PRZEPROWADZONYCH ANALIZ WARIANTÓW **KM**
* *przedstawić* ***podsumowanie i wnioski z przeprowadzonych analiz wariantów* KM***– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - cel **główny** **K-KM** i **KM,**
      * cele **szczegółowe** **K-KM** i **KM***,*
      * **oddziaływanie** **KM** – wpływ **rekomendowanego wariantu** **KM** na system **transportowy** oraz **otoczenie społeczno-gospodarcze**,
      * **wskaźniki produktu** dla **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * **wskaźniki rezultatów** dla **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * szacunkowe **nakłady inwestycyjne** dla **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * **efektywność** ekonomiczna i finansowa poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * **harmonogram** wdrożenia **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * **wykonalność** techniczna i instytucjonalna **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * zaspokojenie **aspiracji interesariuszy** **KM,**
      * charakterystyka **beneficjentów KM,**
      * **oddziaływanie na środowisko** poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * wpływ na **zatrudnienie** dla **rekomendowanego** wariantu **KM,**
      * **rekomendacje** realizacyjne dla **rekomendowanego** wariantu **KM**
      * podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM** (*w tym co najmniej:* ***cele ogólne, cele szczegółowe, interesariuszy****,* ***aspiracje interesariuszy****,* ***podmioty wdrażające****),*
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + **CHARAKTERYSTYKA** **K-KM** I **KM**
* *przedstawić* ***charakterystykę* K-KM** i **KM***– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - **definicja** projektu **K-KM** oraz **KM**,
    - **podstawowe informacje** o projekcie **K-KM** oraz **KM**,
    - cele **ogólne** i **szczegółowe** **K-KM** oraz **KM**,
    - charakterystyka **interesariuszy** **K-KM** oraz **KM**i ich **aspiracji**,
      * charakterystyka **podmiotów** **wdrażających** **KM***,*
      * podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM** (*w tym co najmniej:* ***cele ogólne, cele szczegółowe, interesariuszy****,* ***aspiracje interesariuszy****,* ***podmioty wdrażające***),
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ODNIESIENIE **K-KM** I **KM** DO OBOWIĄZUJĄCYCH **DOKUMENTÓW STRATEGICZNYCH**
* *przedstawić* ***odniesienia* K-KM** i **KM***do obowiązujących* ***dokumentów strategicznych*** *sporządzając ocenę m.in. w następującym zakresie:*
  + - spójności i zgodności z celami, działaniami i rezultatami przyjętymi w poszczególnych dokumentach strategicznych,
    - uwzględnić **poziomy**: europejski, krajowy, regionalny, wojewódzki, metropolitalny, miejski,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM** (*w tym co najmniej:* **cele ogólne, cele szczegółowe, działania**, **rezultaty** *– na przyjętych poziomach dokumentów*)*,*
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ANALIZA **OTOCZENIA SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO** W BEZPOŚREDNIM OBSZARZE FUNKCJONOWANIA I W OTOCZENIU **KM** ORAZ **UWARUNKOWANIA** **REALIZACYJNE** **K-KM** I **KM**
* *przedstawić* ***analizę otoczenia społeczno-gospodarczego oraz uwarunkowań realizacyjnych* K-KM** i **KM***w bezpośrednim obszarze funkcjonowania* **KM** *oraz w jego otoczeniu – należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - charakterystyka społeczno-gospodarcza,
    - charakterystyka zagospodarowania przestrzennego – m.in. plany zagospodarowania przestrzennego,
    - uwarunkowania prawne,
    - uwarunkowania finansowe (m.in. podział finansowania, koszty utrzymania),
    - charakterystyka funkcjonalna systemu transportowego – jako całości oraz poszczególnych podsystemów transportowych, z uwzględnieniem:
      * przedmiotu przewozu,
      * organizacji przewozu,
      * środków transportu,
      * infrastruktury transportu,
      * wielkości ruchu,
      * bezpieczeństwa ruchu,
      * oddziaływania na środowisko naturalne,
      * plany rozwoju systemów transportowych,
    - analiza potrzeb transportowych, obecnych i prognozowanych, z uwzględnieniem zachowań i preferencji transportowych użytkowników,
    - identyfikacja i opis **problemów** związanych z realizacją **K-KM** i **KM**,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + **LOGIKA DZIAŁAŃ** W CELU **ROZWIĄZANIA PROBLEMÓW** REALIZACJI **K-KM** I **KM**
* *przedstawić* ***logikę działań w celu rozwiązania problemów realizacji* K-KM** i **KM***– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - opis działań, których realizacja umożliwi rozwiązanie zidentyfikowanych **problemów**, związanych z realizacją **K-KM** i **KM**, z uwzględnieniem poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego wariantu** **KM**,
    - **komplementarność** z innymi projektami i działaniami,
    - **rezultaty** realizacji poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego wariantu** **KM**,
    - monitoring **wskaźników** oczekiwanych **rezultatów** poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego wariantu** **KM**,
    - oczekiwane **produkty** **realizacji** poszczególnych wariantów **KM** z wyróżnieniem **rekomendowanego wariantu** **KM**,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ANALIZA **TECHNICZNO-ORGANIZACYJNA K-KM** I **KM** – **SFORMUŁOWANIE** **WARIANTÓW** **KM**
* *przedstawić* ***analizę techniczno-organizacyjną realizacji* K-KM** i **KM** *oraz sformułować* **WARIANTY** **KM***– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - **metody i założenia,**
    - **inwentaryzacja** stanu elementów systemowych poszczególnych **podsystemów transportowych**, m. in. w zakresie:
      * infrastruktury technicznej transportu,
      * środków transportowych,
    - **ocena** w zakresie **infrastruktury** technicznej **transportu szynowego**, ze szczególnym uwzględnieniem **K-KM** i **KM**,
    - **ocena** w zakresie **środków transportu szynowego**, ze szczególnym uwzględnieniem **K-KM** i **KM,**
    - ocena **infrastruktury intermodalnej transportu pasażerskiego** (m.in. parkingi, przystanki węzłowe, punkty przesiadkowe etc.) umożliwiającej integrację transportu szynowego z pozostałymi sposobami przemieszczania się (pieszo, rower, samochód osobowy, transport zbiorowy), ze szczególnym uwzględnieniem **K-KM** i **KM,**
    - analiza **organizacji funkcjonowania** systemów transportowych, systemów parkowania oraz sterowania ruchem i informacji dla użytkowników (pasażerów i kierowców),
    - analiza **bezpieczeństwa ruchu** w systemach transportowych,
    - **sformułowanie WARIANTÓW** **KM** – **identyfikacja potencjalnych rozwiązań umożliwiających realizację celów** **KM (rozwiązanie zidentyfikowanych problemów)** z wykorzystaniem analizy **dotychczasowych projektów K-KM** i **KM** i wariantów **K-KM** i **KM -** w obszarze funkcjonowania **KM**, w kraju, za granicą,
    - **podsumowanie,**
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + **ANALIZY RUCHU** DLA STANU AKTUALNEGO, ROKU BAZOWEGO ORAZ HORYZONTÓW PROGNOZ I **WARIANTÓW** **KM**
* *przedstawić* ***analizy ruchu*** dla **stanu aktualnego**, **roku bazowego** oraz **horyzontów prognoz** i **WARIANTÓW** **KM** *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - analiza **danych historycznych** i **stanu aktualnego**,
    - **identyfikacja** dla **roku bazowego** oraz **horyzontów prognoz** dla **KM**,
    - **model transportowy** i **analiza ruchu** w **roku bazowym** dla **KM,**
    - **analiza zmian** systemu **społeczno-gospodarczego** w ujęciu **scenariuszowym**:
      * wzrostu/rozwoju,
      * spadku/regresji,
      * względnej stabilizacji

oraz **wybór scenariusza społeczno-gospodarczego** najbardziej prawdopodobnego,

* + - założenia do prognoz ruchu – z uwzględnieniem:
      * zagospodarowania przestrzennego,
      * potrzeb transportowych,
      * systemów transportowych,
      * uwarunkowań społeczno-gospodarczych – **scenariusza społeczno-gospodarczego**,
    - odwzorowanie w **prognostycznych modelach transportowych bezwariantowych** – dla horyzontów prognoz **bez wariantów** **KM**:
      * czynników ruchotwórczych,
      * zapotrzebowania na transport,
      * systemów transportowych,
      * zachowań i preferencji transportowych,
      * potoków ruchu,
    - odwzorowanie **WARIANTÓW** **KM** w **prognostycznych modelach transportowych wariantowych** będących rozwinięciem odpowiednich modeli bezwariantowych,
    - analizy ruchu porównujące rezultaty prognoz z **WARIANTAMI** **KM** w odniesieniu do prognoz bezwariantowych,
    - zestawienie i ocena wskaźników i mierników oceny **WARIANTAMI** **KM** w poszczególnych horyzontach prognoz,
    - podsumowanie wyników analiz ruchu,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + **CHARAKTERYSTYKA WARIANTÓW** **KM** MOŻLIWYCH DO REALIZACJI
* *przedstawić* ***charakterystykę*** **WARIANTÓW** **KM** *możliwych do realizacji – należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - **aspekty techniczne** i **spójność** z innymi projektami i działaniami,
    - aspekty **środowiskowe**,
    - aspekty **ekonomiczno-społeczne,**
    - aspekty **finansowe,**
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ANALIZA **EKONOMICZNA** I SPOSÓB **FINANSOWANIA** **WARIANTÓW** **KM**
* *przedstawić* ***analizę kosztów i sposobu finansowania*** **WARIANTÓW** **KM** i ewentualnym etapowaniu wariantów *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - koszty realizacji inwestycji,
    - koszty operacyjne inwestycji (bieżącego utrzymania i odtworzenia),
    - koszty eksploatacji,
    - koszty czasu użytkowników,
    - koszty wypadków,
    - koszty emisji szkodliwych do środowiska,
    - korzyści użytkowników,
    - wskaźniki efektywności ekonomicznej,
    - analiza wrażliwości wskaźników efektywności ekonomicznej,
    - możliwe źródła finansowania,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + WYBÓR **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***analizę wyboru* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *– należy uwzględnić* ***zagadnienia, które stanowią uzasadnienie wyboru***,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + **ANALIZA FINANSOWA** **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***analizę finansową* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - nakłady inwestycyjne,
    - koszty operacyjne,
    - przychody,
    - zestawienie przepływów finansowych,
    - ustalenie ewentualnego poziomu dofinansowania,
    - analiza wrażliwości wskaźników efektywności ekonomicznej,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + OCENA ODDZIAŁYWANIA NA **ŚRODOWISKO** **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***analizę oddziaływania na środowisko* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi,*
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ANALIZA **INSTYTUCJONALNA** I **PRAWNA** **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***analizę instytucjonalną i prawną* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - wykonalność instytucjonalna,
    - trwałość projektu,
    - wykonalność prawna,
    - **podsumowanie,**
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + PLAN WDROŻENIA **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***plan wdrożenia* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - harmonogram realizacji,
    - **zaawansowanie projektu – identyfikacja i stan posiadania wymaganych uzgodnień, decyzji i warunków technicznych,**
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*
  + ANALIZA **WRAŻLIWOŚCI** I **RYZYKA** **WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM**
* *przedstawić* ***analizę wrażliwości i ryzyka* WARIANTU REKOMENDOWANEGO** **KM** *– należy uwzględnić między innymi następujące* ***zagadnienia****:*
  + - metoda i założenia,
    - analiza wrażliwości,
    - identyfikacja ryzyka,
    - analiza jakościowa ryzyka,
    - analiza ilościowa ryzyka,
    - działania zaradcze,
    - monitorowanie ryzyka,
    - podsumowanie,
* *przyjąć* ***elementy*** *do weryfikacji/walidacji oraz ująć w planie weryfikacji/walidacji –* zgodnie z **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM**,
* *przyjąć kryteria weryfikacji/walidacji – zgodnie z* **V-MODELEM – założenia podstawowe do K-KM i KM***.*