



## **XVII Konferencja „Projektowanie, budowa i utrzymanie infrastruktury w transporcie szynowym – INFRASZYN 2025”**



## **NOWOCZESNY SYSTEM UTRZYMANIA – PODSYSTEM INFRASTRUKTURA**

- **cyfryzacja systemu**
- **nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji**

Wojciech Rink, Biuro Dróg Kolejowych, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Zakopane, 24 kwietnia 2025 r.



- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## CZYM JEST JAKOŚĆ?

- *„jakość to stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania”*

*Wg normy PN-EN 9000:2001*

- *jakość określona jako „pewien stopień doskonałości”*

*Platon*

- *„jakość to to, co sprawia, że rzecz jest rzeczą, którą jest”*

*Arystoteles, Categoriae*

- *„jakość to sposób myślenia, który powoduje, że stosuje się i bez przerwy poszukuje najlepszych rozwiązań”*

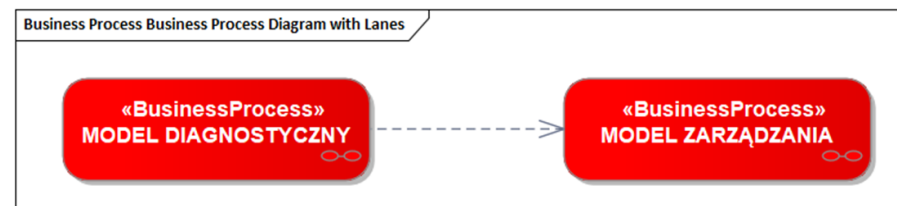
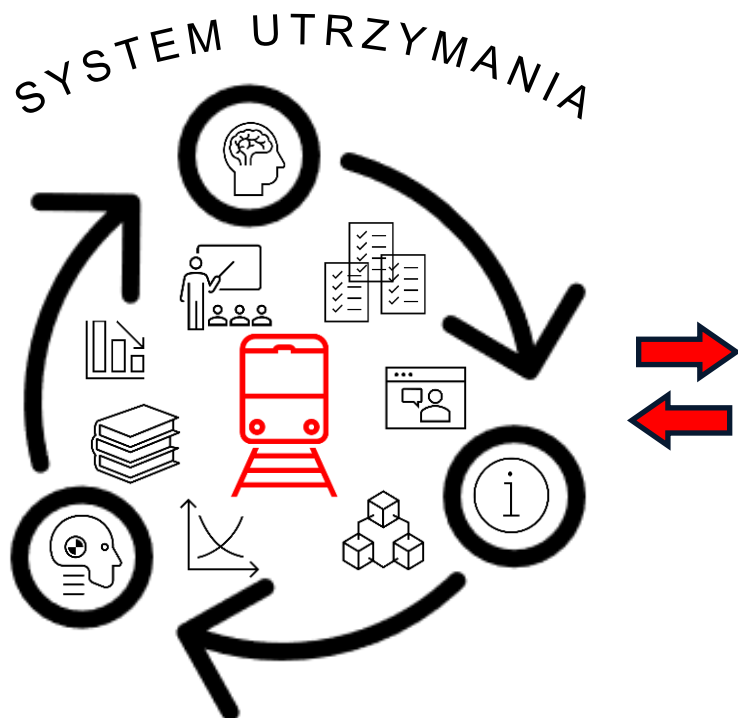
*W. Edwards Deming*

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## SYSTEM UTRZYMANIA – budowanie jakości

### Założenia zmiany:

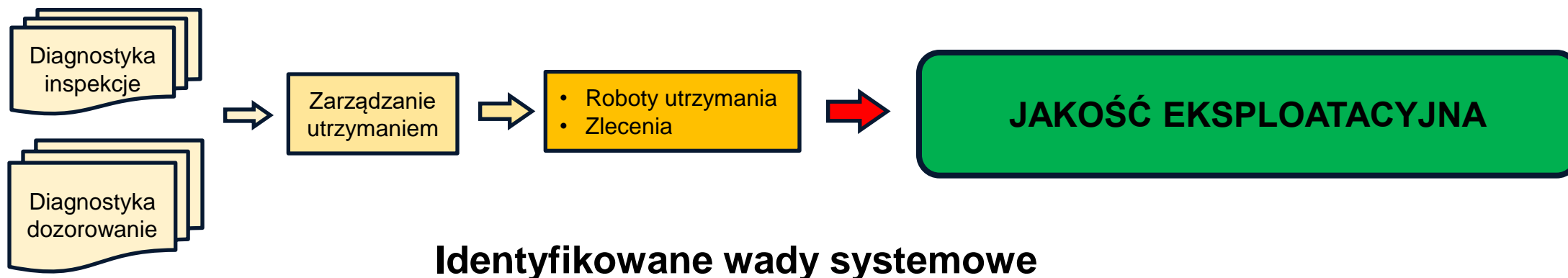
- model diagnostyczny kształtuje świadomość zarządzania utrzymaniem



- Zmiany w regulacjach wewnętrznych
- Cyfryzacja systemu
- Podnoszenie bezpieczeństwa
- Podnoszenie prędkości
- Podnoszenie nacisków
- Bezawaryjność
- Konkurencyjność
- Obniżenie kosztów
- Ekologia
- Oczekiwania społeczne

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## WADY SYSTEMOWE – DLACZEGO WPROWADZAMY ZMIANY?



### Identyfikowane wady systemowe

#### Diagnostyka – wady:

- papierowa dokumentacja
- niejednorodność ocen i dokumentacji
- niewłaściwe progi oceny
- brak wieloprogowych schematów działania
- kumulacja czynności w okresie wiosennym
- czasochłonne wypełnianie dokumentów
- ukrywanie wadliwości
- niepredykcyjny model oceny

#### Zarządzanie utrzymaniem – wady:

- nieuporządkowane ewidencje
- przewymiarowanie czynności instrukcyjnych
- brak centralnej ewidencji wad
- wadliwość w zakupach materiałów
- skalowanie poziomu zatrudnienia
- skalowanie wydajności robót
- planowanie pracy maszyn i sprzętu
- planowanie zakupu maszyn i sprzętu
- planowanie podziału środków

#### Roboty utrzymania – wady:

- brak optymalizacji planowania robót
- niska wydajność robót
- duża ilość robót w trybie awaryjnym

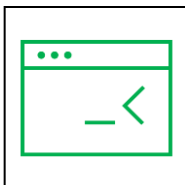
- **cyfryzacja systemu**
- **nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji**

**ZMIANA PODSTAWOWA - wprowadzenie Modułu D1 – Diagnostyka – wymagania ogólne:**  
– cyfryzacja systemu, nowe metody ocen

### Założenia zmiany:

- wprowadzenie jednolitej dokumentacji elektronicznej w tym centralna ewidencja wadliwości – EUW - planowanie, status wad, roboty utrzymania.

## Dokumentacja cyfrowa



## Ewidencja utrzymania

[illegible]

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA PODSTAWOWA - wprowadzenie Modułu D1 – Diagnostyka – wymagania ogólne: – cyfryzacja systemu, nowe metody ocen

### Założenia zmiany:

- ujednolicanie oceny diagnostycznej – rodzaje wadliwości

Wyniki kontroli i zalecenia			
Zalecenia:	Opis ryzyka kwalifikujący do zalecenia	Ocena U (U1, U2, U3, U4)	Planowana realizacja
DIAGNOSTYCZNE	prognozowane pogorszenie stanu technicznego w określonym horyzoncie czasowym, mogącego spowodować wystąpienie wad lub konieczność wprowadzenia obostrzeń eksploatacyjnych.	U1 U2	W danym cyklu diagnostycznym lub poza cyklem
BIEŻĄCEJ KONSERWACJI	wadliwości konieczne do usunięcia w ramach bieżącej konserwacji	U3 U4	W danym cyklu diagnostycznym
REMONTOWE	występowanie wadliwości powodującej konieczność wykonania w istniejącym obiekcie robót budowlanych zakwalifikowanych do remontu	U3 U4	W danym cyklu diagnostycznym lub poza cyklem

### Założenia zmiany:

- kodowanie wymagań

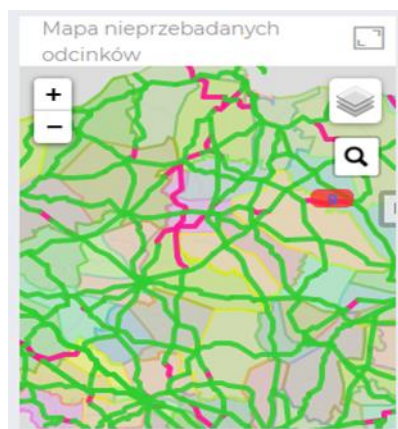
Kod	Kolorystyka przypisana do kodu	Niezbędne działania, których realizacja umożliwia odstępnie od wymagań podstawowych
Niski		indywidualna decyzja inspektora diagnosty.
Średni 1		zastosowanie wymagań alternatywnych ustalonych przez inspektora diagnostę w toku realizacji procesu inspekcji, chyba że przepis szczegółowy stanowi inaczej.
Średni 2		jak dla kodu „średni 1” wraz z przeprowadzeniem oceny ryzyka zgodnie z [SMS-PR-03] i/lub [SMS-PR-02]
Wysoki		Jak dla kodu „średni 2” i po uzyskaniu zgody na odstępstwo od przepisu wskazujące wymagania podstawowe.

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA PODSTAWOWA - wprowadzenie Modułu D1 – Diagnostyka – wymagania ogólne: – cyfryzacja systemu, nowe metody ocen

### Założenia zmiany:

- optymalizacja zakresów badań diagnostycznych

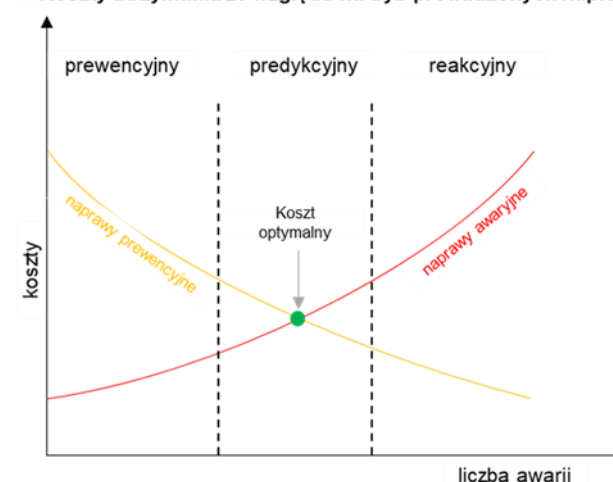


Czynność diagnostyczna	Miesiąc w cyklu diagnostycznym											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kontrola obiektu budowlanego											1.10-31.12	
KTU, dozorowanie										1.10-31.12		
Pomiary IG, IZ												
Inspekcja torów												
Ocena toru bezстыkowego												
Inspekcja S&C IZDKN												
Inspekcja S&C ISE												
Inspekcja przejazdów kat. D, E												
Inspekcja przejazdów pozostałe												
Insp. podtorza I. eksploatowane												
Insp. podtorza I. nieeksploatowane												
Badania IG												
Obchody, oględziny, objazdy												

### Założenia zmiany:

- budowa predykcyjnego modelu zarządzania

Koszty utrzymania ze względu na tryb prowadzonych napraw





- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA PODSTAWOWA - wprowadzenie Modułu D4 – Diagnostyka – jakość geometryczna toru: – cyfryzacja systemu, nowe metody ocen

### Założenia zmiany:

- zwiększenie tolerancji dopuszczalnych parametrów jakości geometrycznej,
- określenie nowych parametrów ocen,
- upowszechnienie miar jakościowych (odchylenie standardowe),
- wprowadzenie czteroproęgowej oceny jakości geometrycznej.



### Korzyści:

- poprawa planowania prac utrzymaniowych (miary jakościowe),
- zmniejszenie ilości defektów geometrii wymagających podjęcia działań interwencyjnych (progi, tolerancje),
- zapewnienie komfortu podróży (nowe parametry – fale D2).

Tabela 6. Zestawienie liczby usterek klasy „C”, progu U2 i progu U3 na liniach nr 4, 8 i 9

Parametr	LK 004 (CMK) (104 km linii)			LK 008 (25 km linii)			LK 009 (84 km linii)		
	Pomiar z 03.2019 i 08.2019			Pomiar z 03.2019 i 08.2019			Pomiar z 25.11.2019		
	klasa „C”	próg U2	próg U3	klasa „C”	próg U2	próg U3	klasa „C”	próg U2	próg U3
Nierówności pionowe	3959	3	1	50	6	1	1582	30	3
Nierówności poziome	631	2	0	5	1	0	299	13	3
Szerokość	409	2	2	45	9	0	328	105	0
Przechyłka i wichrowatość	56	1	0	6	21	0	328	8	4
Łącznie	5055	8	3	106	37	1	2378	156	10

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA PODSTAWOWA - wprowadzenie Modułu D5 – Diagnostyka – diagnostyka szyn: – cyfryzacja systemu, nowe metody ocen

### Założenia zmiany:

- wprowadzenie katalogu wad powierzchniowych,
- ustandaryzowanie sposobów postępowania z wadami,
- wprowadzenie czteroproęgowej oceny,
- wprowadzenie nowych parametrów podlegających oceny (zużycie faliste)
- upowszechnienie wiedzy o przyczynach powstawania wad oraz następstw z jakimi może wiązać się ich nieusunięcie.

### Korzyści:

- spowolnienie tempa degradacji nawierzchni (redukcja oddziaływań dynamicznych od wad powierzchniowych),
- obniżenie ilości pęknięć i wprowadzanych ograniczeń eksploatacyjnych (podniesienie świadomości personelu),
- optymalizacja strategii reprofilacji szyn.



## Skutki

Początkowo pęknięcie te rozwija się pod małym kątem i przebiega blisko powierzchni tocznej, następnie na głębokości około 3-5 mm, zmianie ulega kierunek propagacji i dalej pęknięcie postępuje praktycznie pionowo, powodując złamanie szyny lub wykruszenia na powierzchni szyny (SPALLING).

Wady te powodują zwiększone oddziaływania dynamiczne podczas przejazdu taboru, co skutkuje możliwością powstania innych wad jak również uszkodzeń nawierzchni (zużycie faliste, wykruszenia podkładów betonowych w strefie podszynowej, uszkodzenia węzłów przytwierdzeń itp.).

## Działanie i zapobieganie

Środkami zapobiegawczymi powstawaniu wad typu SQUAT jest przede wszystkim szlifowanie prewencyjne szyn. Ponadto odpowiednie utrzymanie nawierzchni, szybkie eliminowanie innych wad (wybukiwania, skałczenia, zużycie faliste) od których wady SQUAT mogą powstać.

f)

W przypadku pojedynczych wad zaleca się stosować klasyfikację oraz metody i terminy ich usunięcia zgodnie z poniższą tabelą. Przy czym w tabeli stosuje oznaczenia charakterystycznych wymiarów wady squat: długość i głębokość, zgodnie z rys. f.

## Klasyfikacja wady SQUAT

Działania		U1 (lekkie)	U2 (średnie)	U3 (ciężkie)	U4 (niebezpieczne)	
Metoda wykrycia	VT (długość)	L < 50 mm	L ≥ 50 mm	---		
	UT (głębokość)	brak wskazania	T ≤ 10 mm	T ≤ 25 mm	T > 25 mm	
Zabezpieczenie do czasu usunięcia wady		---	---	ściskacze do szyn <sup>1)</sup>	---	ściskacze do szyn <sup>1)</sup> V ≤ 10 km/h
Termin usunięcia [dni]		---	90	90	30	niezwłocznie
Metoda naprawy	wady pojedyncze	napawanie HWR/THR	HWR/THR	HWR/THR szeroki luz	szeroki luz wstawka	
	wady wielokrotne					

1) ściskacze do szyn – ograniczenie prędkości wynika z dopuszczenia SMS-PW-17

## Komentarz

Za generujące szczególne ryzyko uznaje się wady wielokrotne – w zależności od ich rozmiarów, ilości oraz lokalnych uwarunkowań zaleca się je klasyfikować do progu U3 lub U4.

Wada SQUAT jest jedną z najczęściej spotykanych wad na sieci PKP PLK S.A.

Skutki

Działania do podjęcia w celu zapobiegania i usunięcia

Dla wybranych wad (stanowiących największy problem na sieci PLK) szczegółowe wytyczne postępowania

Uwagi dodatkowe

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA W UTRZYMANIU - Moduł D5 – utrzymanie szyn i części rozjazdowych

### Zidentyfikowany problem - liczba pęknięć szyn (części rozjazdowych):

- duża twardość szyn,
- mała ścieralność,
- większe oddziaływania trakcyjne.

Rok	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liczba pęknięć/złamań	1534	1633	878	715	832	675	734	754

- procentowa liczba pęknięć w 2024 r. w odniesieniu do ilości wad - 0,32 %
- liczba problemów eksploatacyjnych w 2024 r. – 754 szt.

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA W UTRZYMANIU - Moduł D5 – utrzymanie szyn i części rozjazdowych

### Założenia zmiany:

- ustandaryzowanie sposobów postępowania z wadami,
- wprowadzenie czteroproęgowej oceny.

### Klasyfikacja ze względu na ryzyko pęknienia:

- **U1** – oznaczenie na szynie „O” – nie stanowią istotnego zagrożenia - obserwacja – monitorowanie rozwoju,
- **U2** – oznaczenie na szynie „W” – nie stanowią zagrożenia mogą na skutek rozwoju być potencjalny zagrożeniem usunięcie:
  - 6 m-cy dla linii o  $V > 80$  km/h,
  - 12 m-cy dla linii o  $V \leq 80$  km/h.
- **U3** – oznaczenie na szynie „N” – stanowią zagrożenie – **usunięcie w ciągu 14 dni**,
- **U4** – oznaczenie na szynie „Z” – stanowią zagrożenie – wstrzymanie ruchu.

### Korzyści:

- spowolnienie tempa degradacji nawierzchni (redukcja oddziaływań dynamicznych od wad powierzchniowych),
- obniżenie ilości pęknięć i wprowadzanych ograniczeń eksploatacyjnych (podniesienie świadomości personelu).

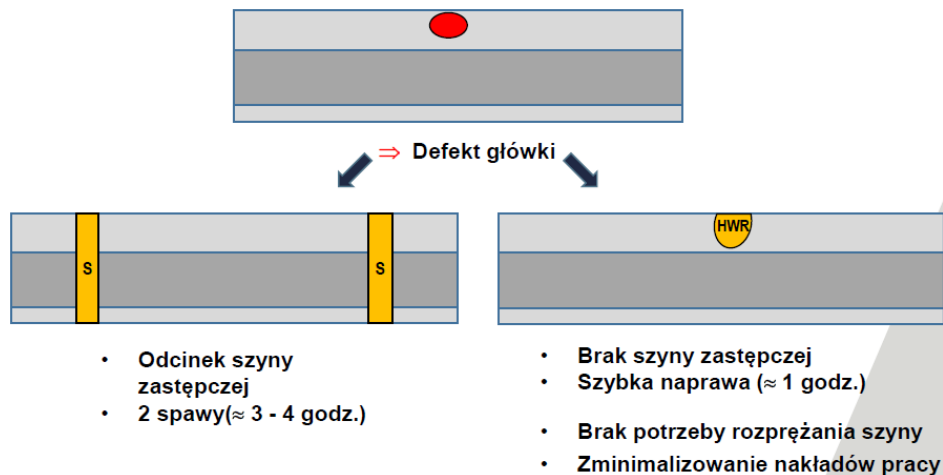


- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA W UTRZYMANIU – metody napraw główki szyny termitem

### Założenia:

- zastąpienie tradycyjnej metody (wstawka szynowa) metodami HWR lub THR
- obniżenie kosztów naprawy – przykład użycie metody HWR.



### Korzyści:

- obniżenie kosztów naprawy defektów powierzchni tocznych
- skrócenie czasów napraw.



- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

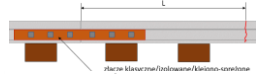
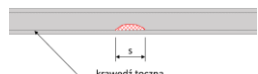
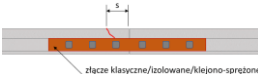
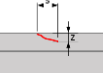
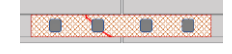
## ZMIANA W UTRZYMANIU – Id-1 nowe metody zabezpieczenie tymczasowego pękniętych i złamanych szyn

### Założenia zmiany:

- Optymalizacja w zakresie bezpiecznej eksploatacji.

Tabela 2

Sposoby zabezpieczenia uszkodzeń szyn - złamania/pęknięcia/wyszczerbienia

Typ	Rodzaj	Miejsce wady	Charakterystyka wady/Sposób zabezpieczenia	Warunki prowadzenia ruchu pociągów	Uwagi
Brak zabezpieczenia					
A1	Pęknięcie/Złamanie	Szyna - strefa poza końcami	 Brak konieczności zabezpieczenia, jeżeli: luz, długość ubytku lub długość pęknięcia "s" ≤ 10 cm, a na długości "L" pomiędzy pęknięciem, a najbliższym złączem szynowym niespawanym występują co najmniej dwie podpory szynowe. <b>Uwaga/wskazanie:</b> Luźny kawałek szyny należy usunąć.	Dopuszcza się przejazd pociągu z prędkością:	1) Pęknięcie niezabezpieczone jest nieprzejezdne jeżeli podczas przejazdu nie ma możliwości obserwacji uszkodzenia. 2) Po każdym przejeździe należy sprawdzić, czy stan pękniętej szyny nie uległ zmianie (rozwój pęknięcia, pęknięcia wtórne, etc.) 3) Pęknięcie/złamanie należy usunąć lub zabezpieczyć, lecz nie dłużej niż w ciągu 24 godzin. 4) Jeżeli nie jest możliwe usunięcie/zabezpieczenie pęknięcia/złamania to co najmniej raz dziennie torowicz lub inny pracownik posiadający odpowiednie kwalifikacje sprawdza, czy stan pękniętej szyny nie uległ zmianie (rozwój pęknięcia, pęknięcia wtórne, etc.) 5) Przy pojedynczym pęknięciu poprzecznym lubka dopuszcza się przejazd bez konieczności obserwacji.
A2			 Brak konieczności zabezpieczenia, jeżeli ubytek występuje: a) na krawędzi zewnętrznej (FCR) b) na krawędzi tocznej (GCR) o długości "s" ≤ 10 cm <b>Uwaga:</b> - w łukach o małych promieniach występuje zwiększone ryzyko wykołowania		
A3			 Brak konieczności zabezpieczenia, jeżeli długość ubytku "s" ≤ 10 cm. <b>Uwaga/wskazanie:</b> Luźny kawałek szyny należy usunąć		
A4		S&C: rozjazdy/skrzyżowania/ przysięgi wyrównawcze	 Brak konieczności zabezpieczenia, jeżeli długość pęknięcia "s" ≤ 10 cm oraz torowicz lub inny pracownik posiadający odpowiednie kwalifikacji stwierdzi że zachowana została przejezdność oraz do czasu kolejnego sprawdzenia nie zachodzi ryzyko nagłej propagacji.	Dopuszcza się przejazd pociągu z prędkością: 1) tunele/mosty/wiadukty: $V_{max} \leq 10 \text{ km/h}^{1, 2)}$ 2) w pozostałych lokalizacjach w zależności od głębokości propagacji "z": a) $V_{max} \leq 20 \text{ km/h}^{3, 4)}$ jeżeli: $35 \leq z < 50 \text{ mm}$ b) $V_{max} \leq 40 \text{ km/h}^{3, 4)}$ jeżeli: $25 \leq z < 35 \text{ mm}$ c) $V_{max} \leq 80 \text{ km/h}^{3, 4)}$ jeżeli: $10 \leq z < 25 \text{ mm}$ d) $V_{max} \leq 100 \text{ km/h}^{3, 4)}$ jeżeli: $z < 10 \text{ mm}$	
A5			 Brak konieczności zabezpieczenia	Dopuszcza się przejazd pociągu z prędkością mniejszą niż 20 km/h <sup>1)</sup> przy jednoczesnej obserwacji podca przejazdu pociągu <sup>2, 3, 5)</sup>	

### Korzyści:

- możliwość bezpiecznego prowadzenia ruchu przy różnych typach zabezpieczeń,
- jednorodność decyzji eksploatacyjnych.

- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

## ZMIANA W UTRZYMANIU – optymalizacja strategii reprofilacji (algorytm wyboru odcinków)

### Założenia zmiany:

- optymalizacja w zakresie właściwego kolejkowania szlifowań prewencyjnych – algorytm w bazie POS



### Korzyści:

- spowolnienie tempa degradacji szyn - redukcja oddziaływań dynamicznych,
- spowalnianie powstawania defektów powierzchni tocznych (od wad powierzchniowych),
- podwyższenie cykli życia szyn.



- cyfryzacja systemu
- nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji

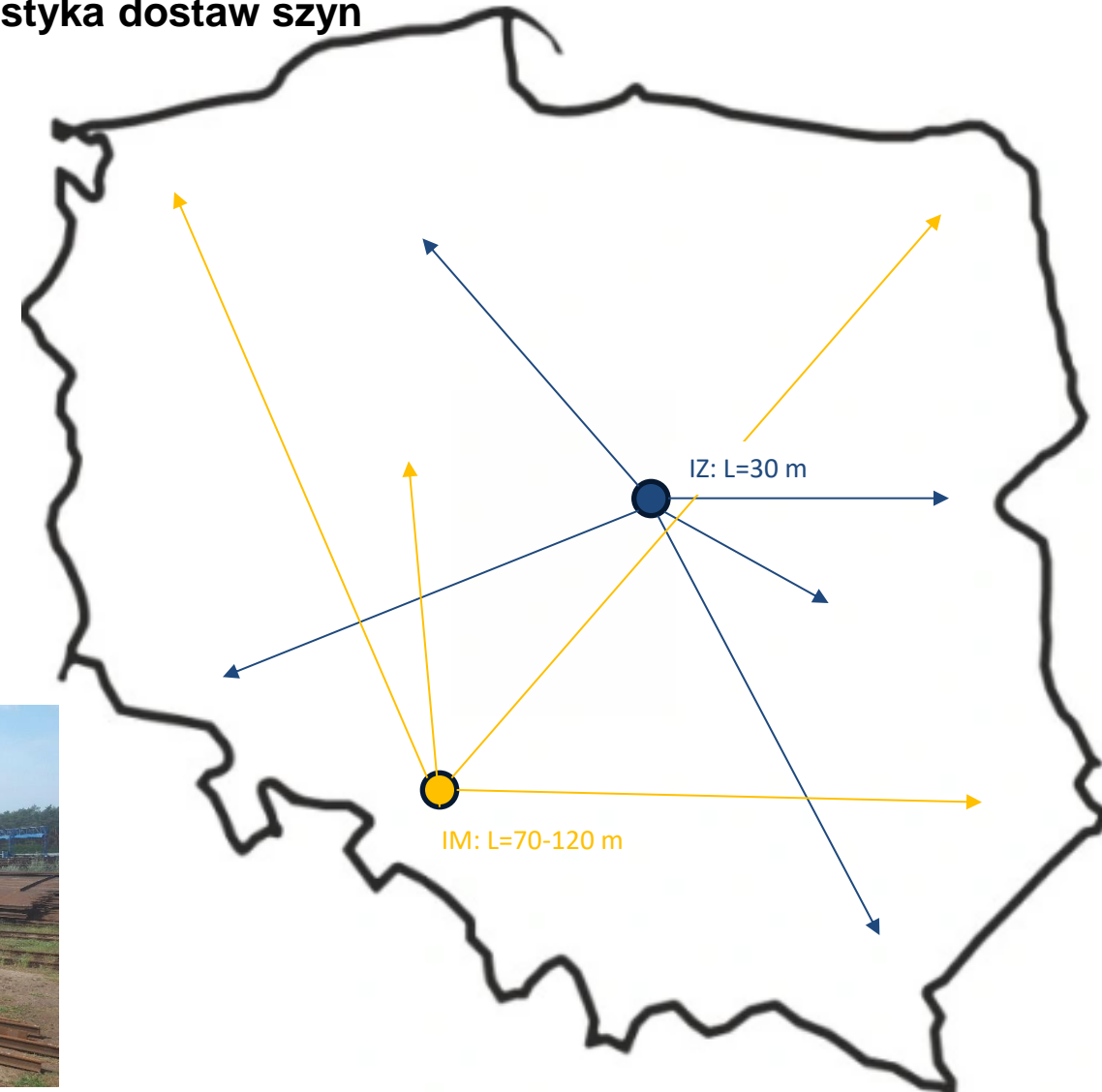
## ZMIANA W UTRZYMANIU – logistyka dostaw szyn

### Założenia zmiany:

- obniżenie kosztów pozyskania materiałów strategicznych

### Korzyści:

- optymalizacja kosztów zakupu szyn
- możliwość swobodnej logistyki





- **cyfryzacja systemu**
- **nowe wymagania, mechanizmy, standardy realizacji**

## ZMIANA W UTRZYMANIU – prace utrzymania

## Zakres działań: prace utrzymania – Plany Prac ISE

### **Założenia zmiany:**

- planowanie robót wg rzeczywistych potrzeb i statusów wadliwości

### Korzyści:

- cyfryzacja dokumentów planowania robót,
- systemowy nadzór nad kolejnością wykonania robót,
- poprawa efektywności,
- optymalizacja zasobów.

[illegible]



**Dziękuję za uwagę**