

ROZWÓJ ZIELONYCH TOROWISK TRAMWAJOWYCH W POLSCE

Wojciech Oleksiewicz

Politechnika Warszawska – Instytut Dróg i Mostów
Zespół Dróg Szynowych



Tramwaje Warszawskie Sp. z o.o.
Dział Zarządzania Infrastrukturą

ROZWÓJ ZIELONYCH TOROWISK TRAMWAJOWYCH W POLSCE



- RYS HISTORYCZNY
- UWARUNKOWANIA ROZWOJU I ZALETY
- OGÓLNE WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE
- SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH
- PODSUMOWANIE

ZIELONE TOROWISKA TRAMWAJOWE
PONAD 100 LAT STOSOWANIA W EUROPIE
DOPIERO 16 LAT STOSOWANIA W POLSCE

UWARUNKOWANIA ROZWOJU :

- ✓WZROST PROEKOLOGICZNEJ ŚWIADOMOŚCI SPOŁECZNEJ
- ✓WIĘKSZE KOSZTY INWESTYCYJNE I EKSPLOATACYJNE W PORÓWNANIU
DO TRADYCYJNEJ KONSTRUKCJI PODSYPKOWEJ

ZALETY

- ✓REDUKCJA NIEKORZYSTNYCH ODDZIAŁYWAŃ TRAMWAJÓW NA
ŚRODOWISKO – ZWŁASZCZA HAŁASU
- ✓POPRAWA ESTETYKI ULIC
- ✓ZWIĘKSZENIE BIOLOGICZNIE AKTYWNEJ POWIERZCHNI MIASTA

X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA MIASTO I TRANSPORT 2016

RYS HISTORYCZNY

NIEMCY

1905 – PIERWSZE TOROWISKO TRAWIASTE W BERLINIE

1916 - DŁUGOŚĆ TOROWISK TRAWIASTYCH W BERLINIE - 37 KM TRASY

1917 - ZALETY TOROWISK TRAWIASTYCH (WG PUBLIKACJI „SCHNELLSTRASSENBAHNEN”):

- SZEROKIE, ZIELONE POWIERZCHNIE TOROWISKA I PRZYLEGŁE DO NICH TRAWNIKI Z KWIATAMI UPIĘKSZAJĄ WIZERUNEK MIASTA,
- TOROWISKA TRAWIATE PRZECIWDZIAŁAJĄ POWSTAWANIU ZAPYLENIA CHRONIĄC PASAŻERÓW, PRZECHODNIÓW, MIESZKAŃCÓW ORAZ MECHANIZMY WAGONÓW
- POMIMO ZWIĘKSZONEJ PRĘDKOŚCI TRAMWAJE PRZEJEŹDŻAJĄ PRZEZ TOROWISKA TRAWIASTE NIEMAL BEZSZELESTNIE

PO 1930 - NOWE WYMAGANIA TECHNICZNE WPROWADZAJĄ ZAOSTRZONĄ OCHRONĘ PRZED PRĄDAMI BŁĄDZĄCYMI, WSKUTEK CZEGO NASTĘPUJE ODWRÓT OD STOSOWANIA TOROWISK TRAWIASTYCH

PO 1985 - WZROST PROEKOLOGICZNEJ ŚWIADOMOŚCI SPOŁECZEŃSTWA I ROZWÓJ TECHNIKI MATERIAŁOWEJ ZAPEWNIAJĄCEJ SKUTECZNĄ OCHRONĘ PRZED PRĄDAMI BŁĄDZĄCYMI POWODUJĄ RENESANS TOROWISK TRAWIASTYCH

2014 – ŁĄCZNA DŁUGOŚĆ TOROWISK ZIELONYCH WYNOSIŁA OKOŁO 300 KM

X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA MIASTO I TRANSPORT 2016

ZIELONE TOROWISKA TRAMWAJOWE W POLSCE - RYS HISTORYCZNY

ROK 2000 - KRAKÓW, UL. BRONOWICKA, PIERWSZE TOROWISKO TRAWIASTE – OK. 1,0 KM TRASY

ROK 2004 - KRAKÓW, UL. 3 MAJA, TOROWISKO TRAWIASTE – OK. 1,3 KM TRASY

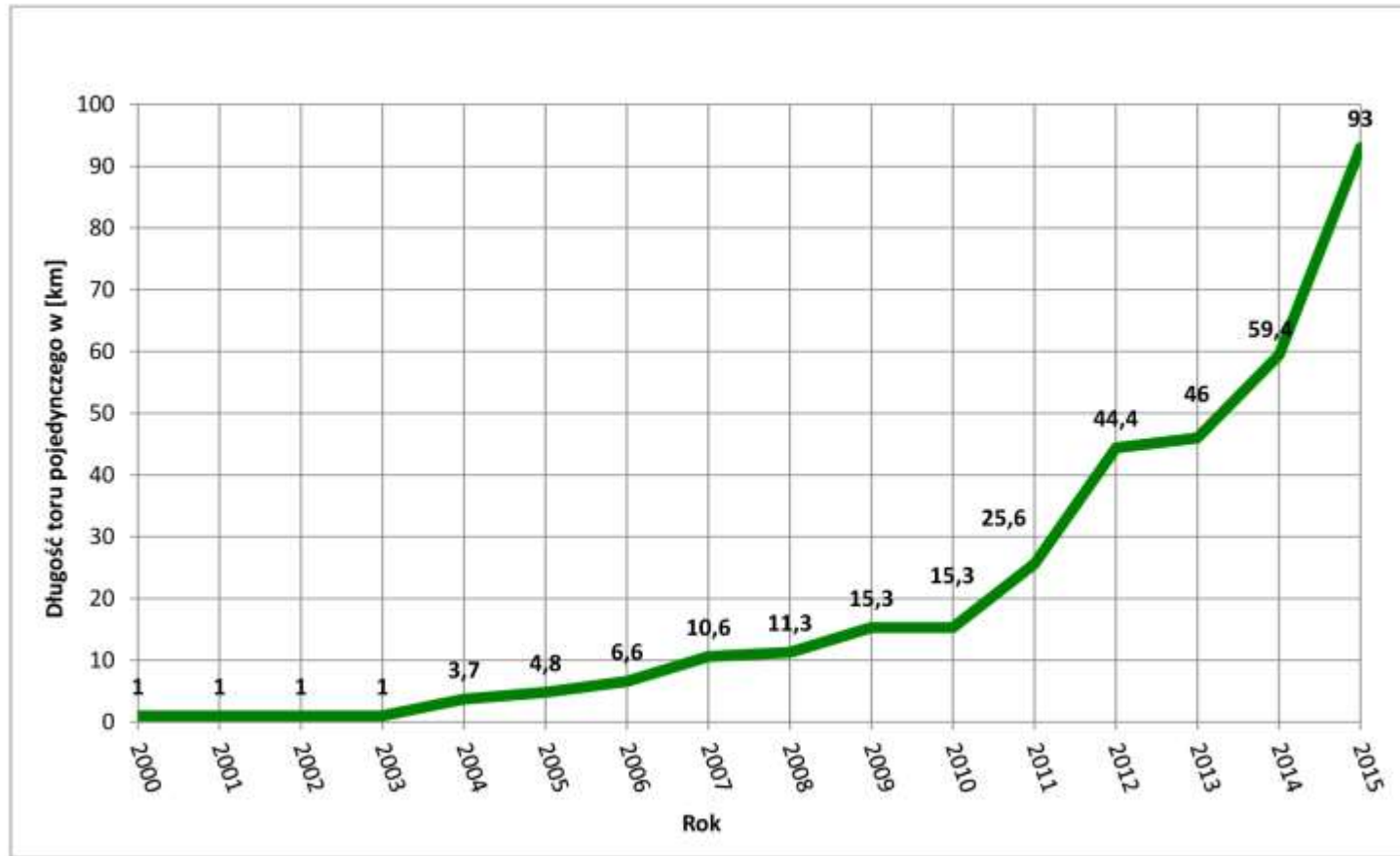


X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA MIASTO I TRANSPORT 2016

RYS HISTORYCZNY

POLSKA

2000 – PIERWSZE TOROWISKO TRAWIASTE W KRAKOWIE (1 KM – UL. BRONOWICKA)



DŁUGOŚĆ TORU POJEDYNCZEGO \neq DŁUGOŚĆ TRASY !

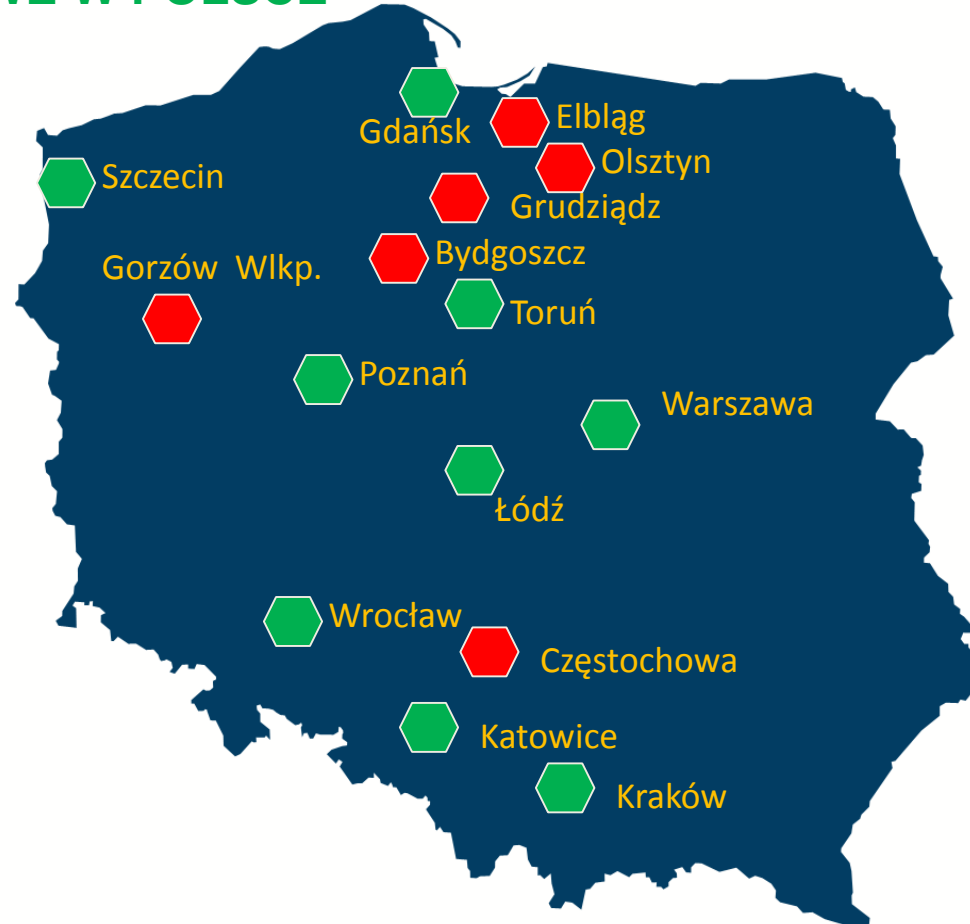
X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA MIASTO I TRANSPORT 2016

ZIELONE TOROWISKA TRAMWAJOWE W POLSCE

TRAMWAJE W POLSCE

TRAMWAJE W POLSCE – DŁUGOŚCI TORU POJEDYNCZEGO W MIASTACH
(STAN KONIEC 2015 R.)

MIASTO	RAZEM [KM]	TOROWISKA ZIELONE	
		[KM]	%
Kraków	194	25	12,9
Łódź	220	24	10,9
Warszawa	260	16,1	6,2
Toruń	48	2,4	5
Poznań	173	7,9	4,6
Szczecin	111	3,5	2,8
Wrocław	215	5,9	2,7
Gdańsk	115	2,9	2,5
Katowice AGLOMERACJA ŚLĄSKA	342	5,3	1,5
Bydgoszcz	68	0	0
Częstochowa	34	0	0
Elbląg	34	0	0
Gorzów	28	0	0
Grudziądz	19	0	0
Olsztyn	21	0	0
ŁĄCZNIE	1882	93,0	4,9



- TRAMWAJ POLSCE - ŁĄCZNA DŁUGOŚĆ TORU POJEDYNCZEGO
- 1882 km – w tym 93,0 km (4,9%) z torowiskiem zielonym

OGÓLNE WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE

TRWAŁE POŁOŻENIE WYSOKOŚCIOWE I SYTUACYJNE TOKÓW SZYNOWYCH
LUB MOŻLIWOŚĆ JEGO OKRESOWEJ REGULACJI

SKUTECZNA OCHRONA PRZED PRĄDAMI BŁĄDZĄCYMI

ESTETYCZNY WYGLĄD PRZY OGRANICZONEJ PIELEGNACJI ROŚLIN

SKUTECZNA REDUKCJA POZIOMU HAŁASU

SEPARACJA ROŚLIN OD POWIERZCHNI TOCZNEJ SZYN (ELIMINACJA POŚLIZGU KÓŁ)

OGRANICZONA DOSTĘPNOŚĆ DLA POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH

SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na rodzaj zabudowy roślinnej:

zabudowane trawą - wymaga koszenia, nawadniania, nawożenia

W Polsce przeważnie
stosowane



ZIELONE TOROWISKO – ZABUDOWA TRAWIASTA

SYSTEM RHEDA CITY

ZASTOSOWANIE W WARSZAWIE

SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH



Podział ze względu na rodzaj zabudowy roślinnej:
zabudowane roślinnością z gatunku SEDUM - rozchodnik o małych wymaganiach pod względem nawożenia i nawadniania – nie wymaga koszenia



Zmiana barw w zależności od warunków atmosferycznych

**ZIELONE TOROWISKO - SYSTEM CDM
ZASTOSOWANIE WE WROCŁAWIU
1,5 KM TORU POJEDYNCZEGO**



**FRANCJA
Le Mans**

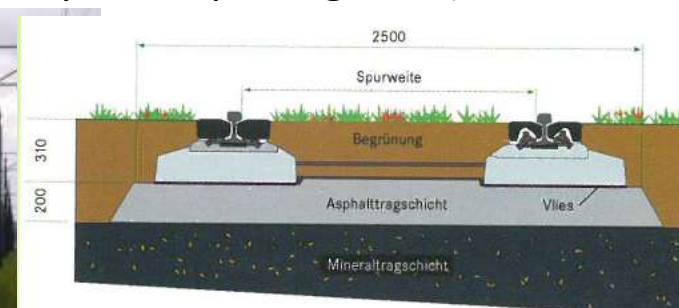
SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na poziom zabudowy roślinnej względem PGS:

niezabudowane (szyny odkryte)

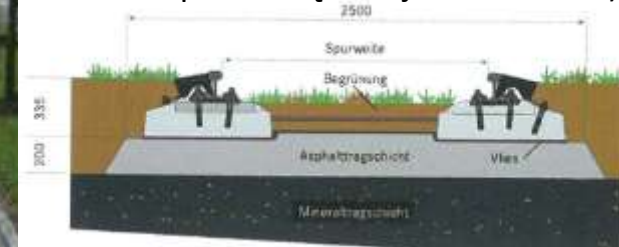
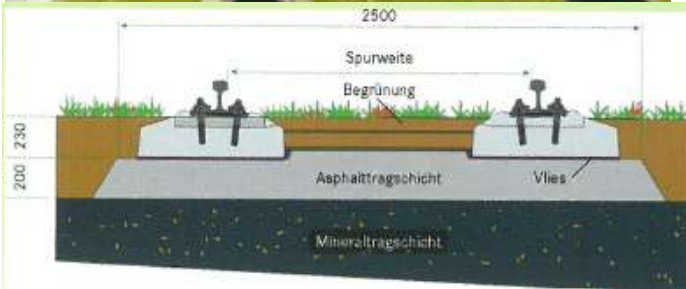


zabudowane (szyny zakryte do spodu główki)



W Polsce przeważnie stosowane

częściowo zabudowane
(szyny zakryte po zewnętrznej stronie toru)

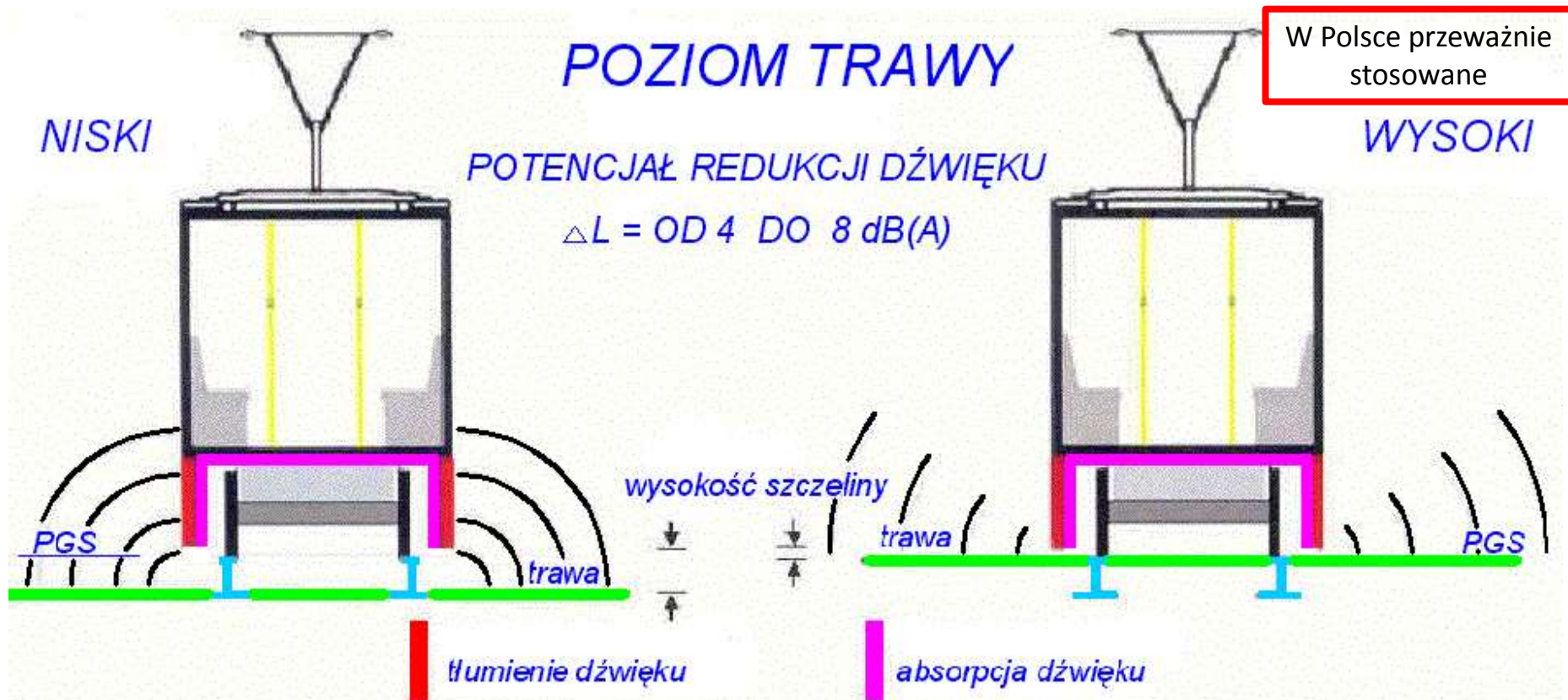


SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na poziom zabudowy roślinnej (trawiastej):

niezabudowane (szyny odkryte)

torowiska zabudowane (szyny zakryte)

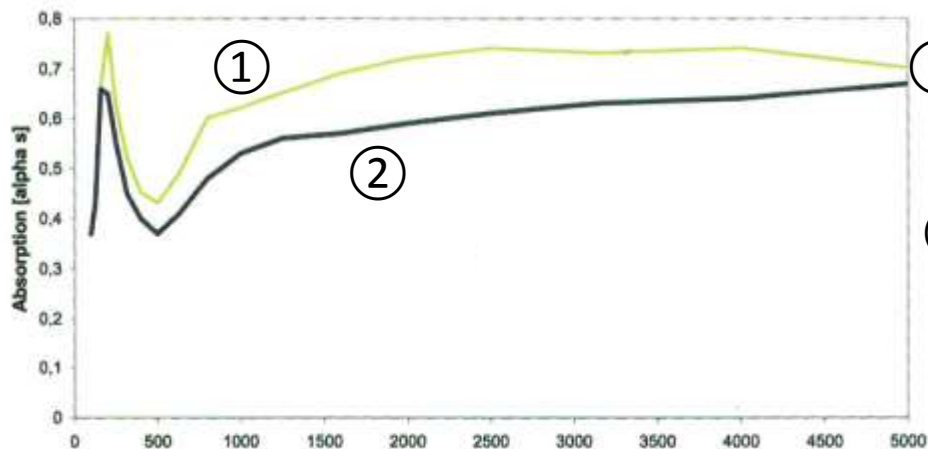


DŹWIĘKOCHŁONNOŚĆ U W ZALEŻNOŚCI OD ZABUDOWY TOROWISKA TRAMWAJOWEGO

Współczynnik absorpcji (pochłaniania) energii pochłoniętej i padającej fali akustycznej:

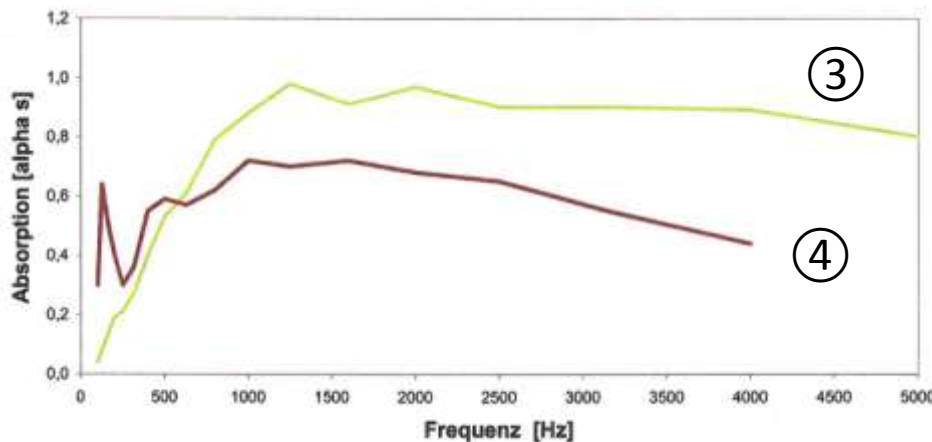
$$\alpha = E_{poch} / E_{pad}$$

$\alpha = 0$ przy całkowitym odbiciu i $\alpha = 1$ przy całkowitym pochłonięciu.



① Torowisko o konstrukcji bezpodsypkowej z zabudową roślinną z gatunku SEDUM (rozchodnik) na warstwie żwiru o grub. 160 mm

② Torowisko jak w ① bez zabudowy roślinnej



③ Torowisko o konstrukcji podsypkowej z podkładami betonowymi i z zabudową roślinną z gatunku SEDUM (rozchodnik) na podkładzie z substratu o grubości warstwy 45 mm

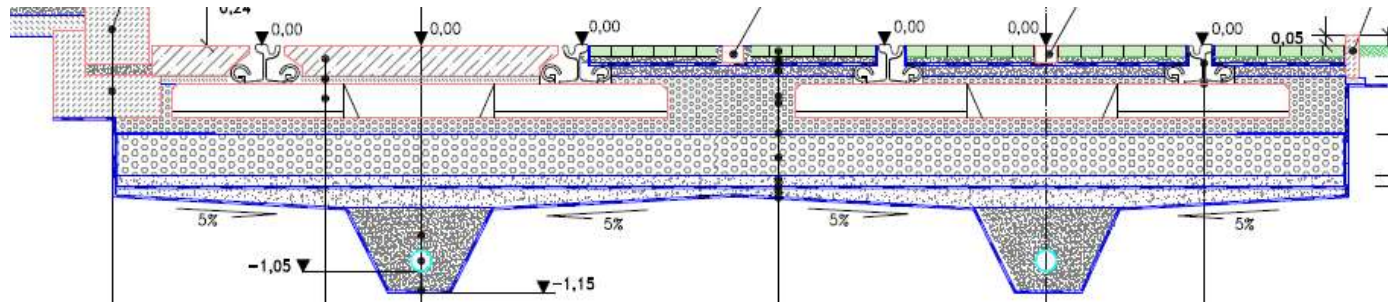
④ Torowisko o konstrukcji jak w ③ bez zabudowy roślinnej, o konstrukcji podsypkowej

(WEDŁUG: , H.J Heinze, M. Siemsen, Green Track and the Ecology of Cities),

SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na konstrukcję warstwy nośnej torowiska tramwajowego

KONSTRUKCJA PODSYPKOWA



**ZASTOSOWANIE W SZCZECINIE W 2014 R.
2,3 KM TORU POJEDYNCZEGO
IZOLACJA ELEKTRYCZNA SZYN ZA POMOCĄ PROFILI
GUMOWYCH
SYSTEM PHOENIX/ DÄTWYLER**

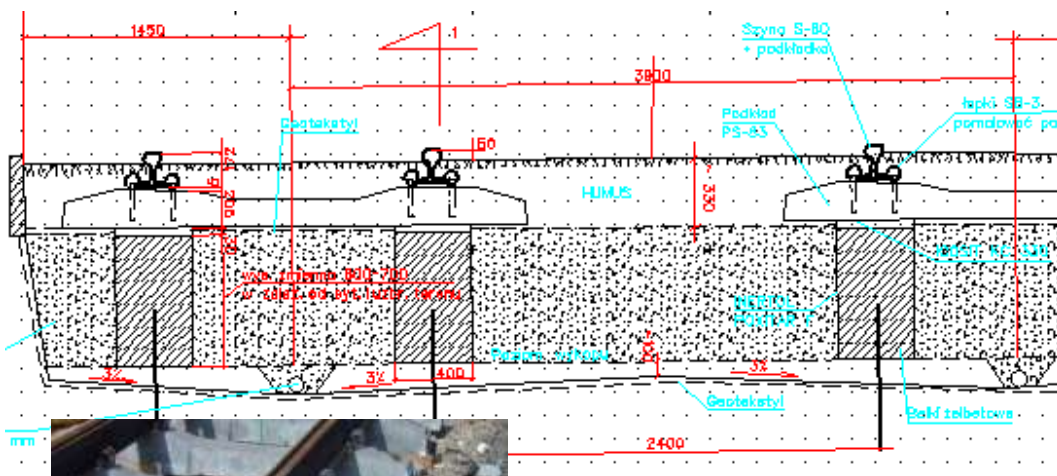


SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na konstrukcję warstwy nośnej torowiska tramwajowego

KONSTRUKCJA BEZPODSYPKOWA - ŁAWY BETONOWE WYLEWANE W TOROWISKU

RUSZT ROROWY Z PODKŁADÓW BETONOWYCH UŁOŻONYCH SPRĘŻYŚCIE NA PODLEWIE Z ŻYWICY POLIURETANOWEJ



**DWA PIERWSZE ZIELONE TOROWISKA
ZASTOSOWANIE W KRAKOWIE
UL. BRONOWICKA - 1,0 KM TORU POJEDYŃCZEGO**



UL. 3 MAJA – 2,7 KM TORU POJEDYŃCZEGO

SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na konstrukcję warstwy nośnej torowiska tramwajowego

KONSTRUKCJA BEZPODSYPKOWA - ŁAWY BETONOWE WYLEWANE W TOROWISKU

RUSZT ROROWY Z PODKŁADÓW BETONOWYCH UŁOŻONYCH SPRĘŻYŚCIE NA PODLEWIE Z ŻYWICY POLIURETANOWEJ



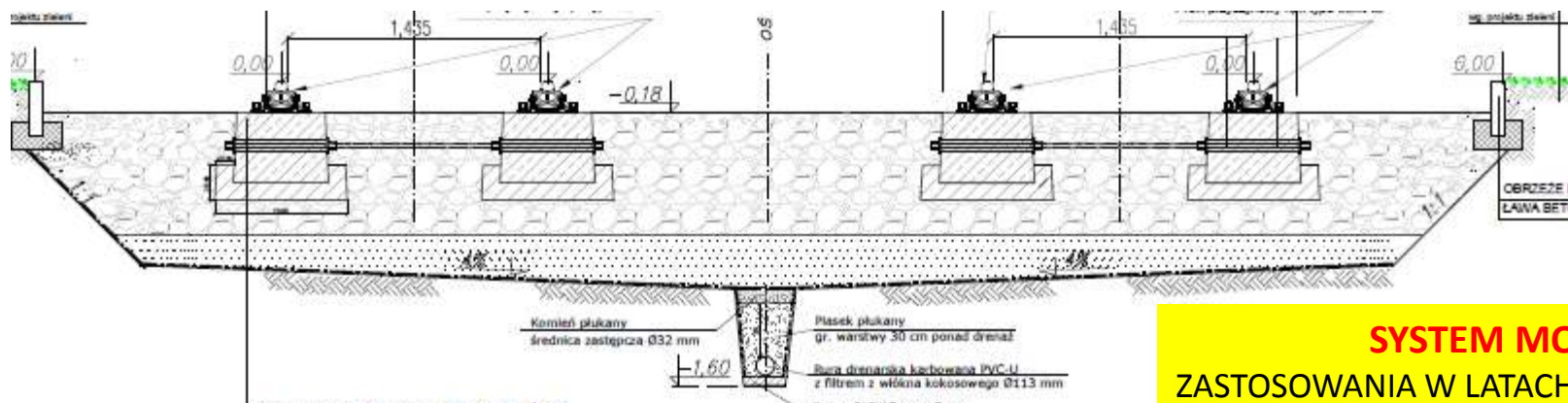
**ZASTOSOWANIE W ŁODZI W ROKU 2015 PRZY
PRZYSTANKACH I NA SZLAKU NA ŁĄCZNEJ
DŁUGOŚCI 20 KMTP**



SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na konstrukcję warstwy nośnej torowiska tramwajowego

KONSTRUKCJA BEZPODSYPKOWA - PREFABRYKOWANE ŁAWY BETONOWE



SYSTEM MOLL
ZASTOSOWANIA W LATACH 2005 – 2010 W
POZNANIU



KONSTRUKCJA BEZPODSYPKOWA - SYSTEM SZYNY KOTWIONEJ DO PŁYTY PODBUDOWY BETONOWEJ WYLEWANEJ W

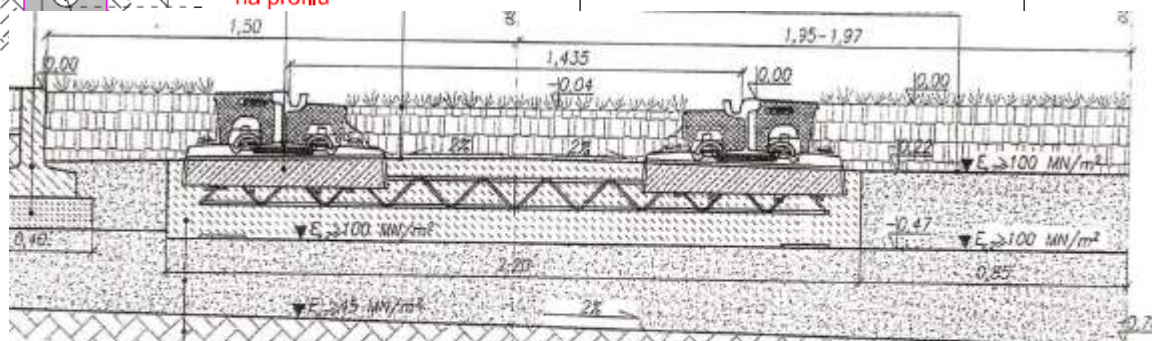
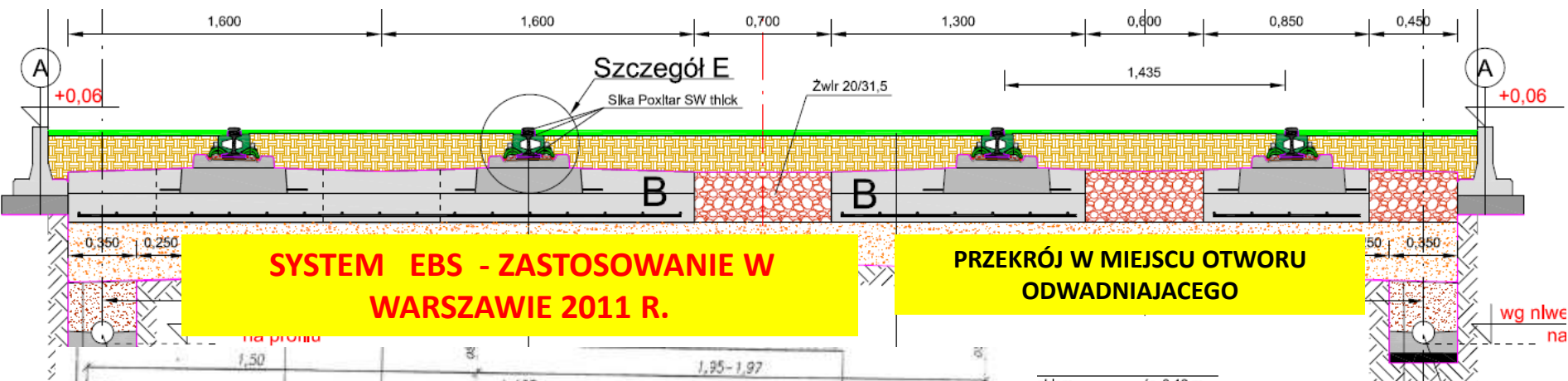


WARSZAWA, 28.04.2016

SYSTEMATYKA I PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Podział ze względu na konstrukcję warstwy nośnej torowiska tramwajowego

KONSTRUKCJA BEZPODSYPKOWA Z PŁYTĄ PODBUDOWY BETONOWEJ WYLEWANEJ W TOROWISKU



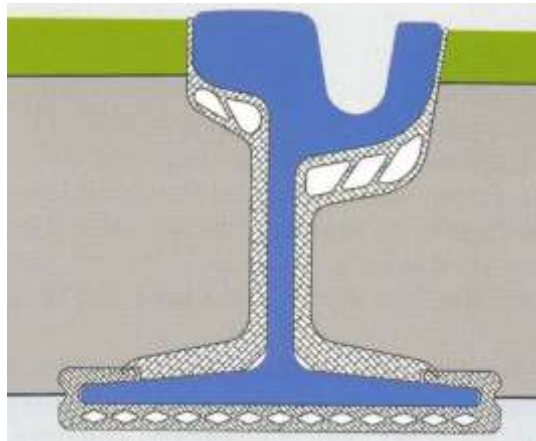
SYSTEM RHEDA CITY - GREEN

**W WARSZAWIE OD 2011 R. – 7,3 KM TORU POJEDYNCZEGO
W AGLOMERACJI ŚLĄSKIEJ OD 2014 R. – 5,3 KM TORU POJEDYNCZEGO**



OCHRONA PRZED PRĄDAMI BŁĄDZĄCYMI

**PROFILE PRZYSZYNOWE Z GUMY, GRANULATU
GUMOWEGO LUB Z KOMPOZYTU
POLIURETANOWEGO**



**KONDUKTANCJA PRZEJŚCIA
ZGODNIE Z PN EN 50122-
2:2002**

**WARTOŚĆ WYMAGANA – $G < 2,5$
 $S \cdot km^{-1}$ DLA POJEDYNCZEGO TORU
ZABUDOWANEGO**

**POWŁOKI ELEKTROIZOLACYJNE NANOSZONE NA
SZYNĘ PĘDZŁEM LUB WĄŁKIEM**



X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA MIASTO I TRANSPORT 2016

UTRZYMANIE TOROWISK ZIELONYCH



**NAWADNIANIE
AERACJA
WERTYKULACJA
KOSZENIE TRAWY
NAWOZENIE**



PODSUMOWANIE

- 1. W POLSCE ZIELONE TOROWISKA TRAMWAJOWE SĄ STOSOWANE OD 16 LAT – DOTYCHCZAS ZBUDOWANO JE W 9 MIASTACH NA DŁUGOŚCI OK. 93 KM TORU POJEDYNCZEGO , CO STANOWI 4,9% ŁĄCZNEJ DŁUGOŚCI TORÓW TRAMWAJOWYCH**
- 2. W MIASTACH EKSPLOATUJĄCYCH TRAMWAJE SĄ STOSOWANE RÓŻNORODNE SYSTEMY KONSTRUKCYJNE ZIELONYCH TOROWISK BEZ WYRAŹNYCH PREFERNCJI DLA OKREŚLONEJ KONSTRUKCJI.**
- 3. ZNANE Z ZAGRANICZNYCH ZASTOSOWAŃ ZALETY ZIELONYCH TOROWISK TAKIE, JAK:
SKUTECZNA REDUKCJA HAŁASU, POPRAWA ESTETYKI ULIC I ZWIĘKSZENIE AKTYWNEJ BIOLOGICZNIE POWIERZCHNI W MIASTACH = ZWIĘKSZENIE ATRAKCYJNOŚCI I AKCEPTACJI SPOŁECZNEJ DLA KOMUNIKACJI TRAMWAJOWEJ
POWODUJĄ, ŻE ZASTOSOWANIE ZIELONYCH TOROWISK TRAMWAJOWYCH W POLSCE SYSTEMATYCZNIE WZRASTA I POSZCZEGÓLNI ZARZĄDCY INFRASTRUKTURY TRAMWAJOWEJ PLANUJĄ DALSZY ROZWÓJ TEJ GRUPY KONSTRUKCJI TOROWISK WDRAŻANYCH NA PODSTAWIE WŁASNYCH I ZAGRANICZNYCH DOŚWIADCZEŃ.**

ROZWÓJ ZIELONYCH TOROWISK TRAMWAJOWYCH W POLSCE

