

MIEJSKI TRANSPORT SZYNOWY

Wykład dla pierwszego stopnia studiów (inżynierskie), specjalność ILB, profil dyplomowania „koleje”

MTS_07

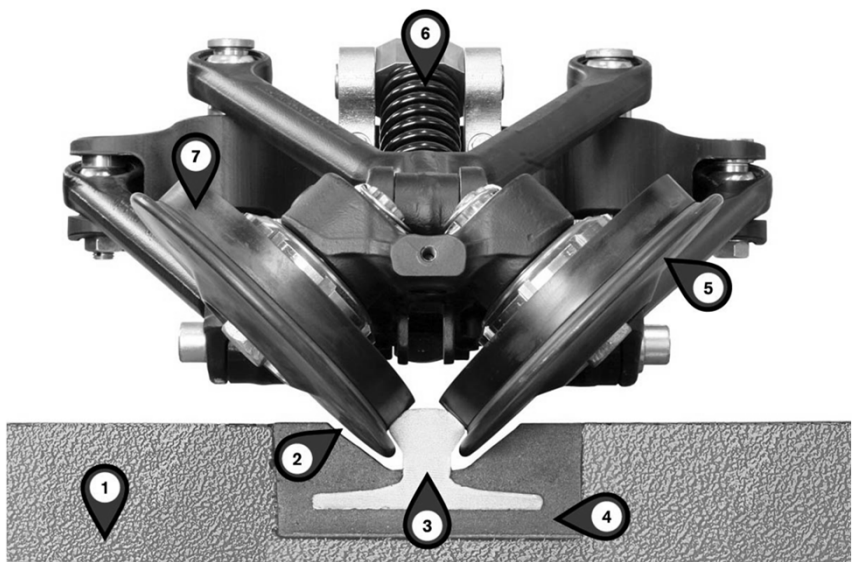
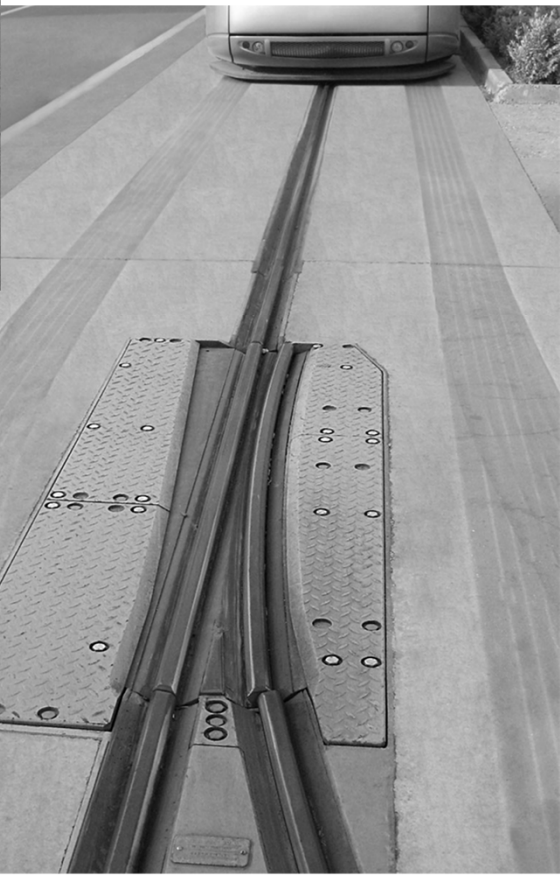
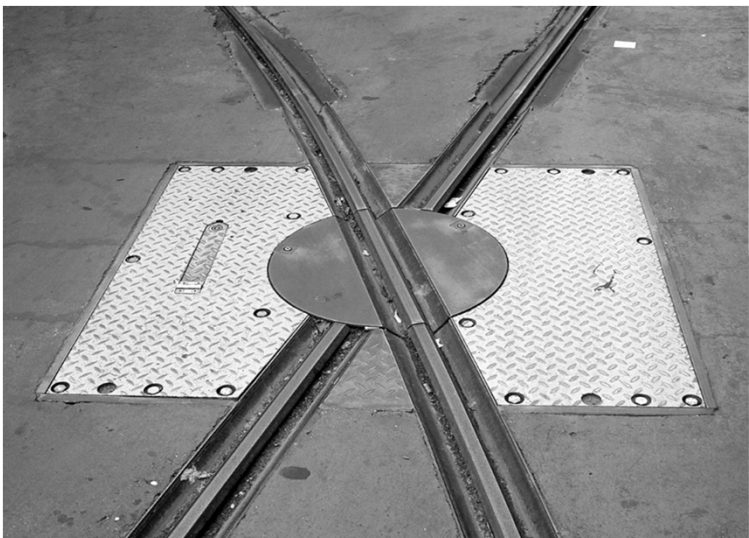
Dr hab. inż. Maciej Kruszyna, profesor uczelni

współpraca: pracownicy Zespołu Kolei i Systemów Transportu, Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

Konstrukcje torów tramwajowych

współpraca: dr inż. Jacek Makuch





TYPY TORU:

1) Pod względem typu podbudowy:

- **podsypkowy** (konwencjonalny, klasyczny, kolejowy) – na poprzecznych podkładach i podsypce
- **bezpodsypkowy** (niekonwencjonalny) – z podbudową w postaci płyty betonowej:
 - zbrojonej albo nie
 - prefabrykowanej albo wykonanej na budowie

2) Pod względem typu zabudowy:

- **odkryty** (kiedyś nazywany wydzielonym)
- **zabudowany** (kiedyś nazywany wbudowanym):
 - jezdnią
 - chodnikiem
 - trawnikiem

3) Pod względem typu podparcia:

- **punktowy** (na podkładach albo podporach)
- **ciągły** (na taśmie lub podlewie podszynowym)

POWODY STOSOWANIA ZABUDOWY TORÓW:

- **kiedyś:**
 - umożliwienie ruchu samochodów
- **obecnie:**
 - umożliwienie ruchu:
 - pojazdów służb ratowniczych (tzw. „pasy życia”)
 - autobusów miejskich (tzw. PAT-y – pasy autobusowo-tramwajowe)
 - pieszych (ciągi pieszo-tramwajowe; strefy zamieszkania)
 - **estetyka wyglądu ulic** (naciski architektów miejskich, konserwatorów zabytków)
 - **ekologia:**
 - zwiększenie powierzchni zieleni (tory zatrawione)
 - wyciszenie torowisk
 - ułatwienie utrzymania czystości (np. przy przystankach)
 - przeciwdziałanie aktom wandalizmu (np. przy stadionach)

SZYNY

DOKUMENTY NORMATYWNE:

1. PN-EN 13674-1+A1:2017-07 Kolejnictwo - Tor - Szyna - Część 1: Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej
2. PN-EN 14811:2019-06 Kolejnictwo - Tor - Szyny specjalne - Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne

KATALOGI PRODUCENTÓW:

Arcelor Mittal (dawna Huta Katowice)

Voest Alpine (Austria)

Szyny kolejowe
Railway rails



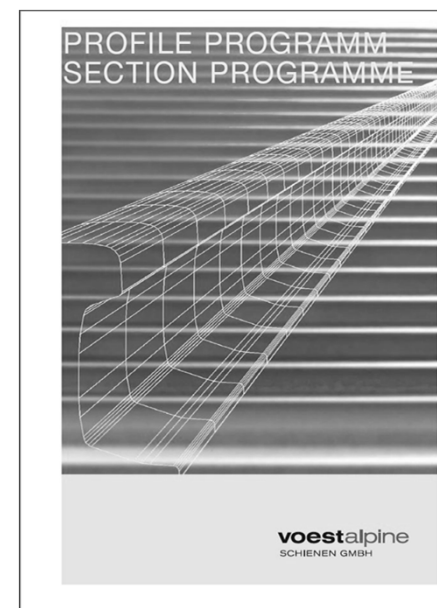
Oznaczenie Designation	Wymiary (mm) Dimensions					Masa 1m Weight of 1m kg/m	Normy Standards
	H	C	C1	B	S		
S 49	149	70	67	125	14	48,43	EN 5901:1995-11
49 E1	149	-	67	125	14	48,39	EN 13674-1:2003+A1:2007
49 E5	149	-	67	125	14	49,13	www.fraunhofer-ira.de
54 E4	154	-	67	125	16	54,31	www.fraunhofer-ira.de
UNC 54	159	72,20	70	140	16	54,43	UNC 861-1V:1969
UNC 60	172	74,30	72	150	16	60,34	UNC 861-3 V:1969
60 E1	172	-	72	150	16,50	60,21	EN 13674-1:2003+A1:2007
60 E2	172	-	72	150	16,50	60,03	EN 13674-1:2003+A1:2007
90RA-A (TR45)	142,88	65,09	-	130,18	14,29	44,64	AREMA 1989 (ABNT PB 12/79)
115RE (TR57)	168,28	69,06	-	139,70	15,88	56,89	AREMA 2005 (ABNT PB 12/79)
136RE (TR68)	185,74	74,61	-	152,40	17,46	67,41	AREMA 2005 (ABNT PB 12/79)
PGS	180	75	-	150	18	64,88	GD1 P 51665-2000
80A	133,35	-	63,50	117,47	13,10	39,76	BS 11:1985

Szyny tramwajowe
Tramway rails



Oznaczenie Designation	Wymiary (mm) Dimensions							Masa 1m Weight of 1m kg/m	Normy Standards
	H	C	C1	B	C2	R	S		
R 55 NK	150	113	56	150	36	13	12	55,45	TW-593 B
R 60	180	113	56	180	36	10	12	60,48	VDV OR 8.1.2:1995
R 60N	180	113	56	180	36	13	12	59,74	VDV OR 8.1.2:1995
60 R1	180	113	56	180	36	10	12	60,59	EN 14811:2006
60 R2	180	113	55,93	180	36,34	13	12	59,75	EN 14811:2006

Oznaczenie Designation	H	C	B	S	kg/m	Normy Standards
LK1	70	56	156	115	57,68	PT-W 411/12/98 WT/HT/01/2005



RODZAJE I ZASTOSOWANIE:

- **główkowe (kolejowe, Vignole'a) – tory odkryte**
- **rowkowe (tramwajowe, żłobkowe) – tory zabudowane**
- **rowkowe – szczególne:**
 - **płytkorowkowe – krzyżownice**
 - **stołeczkowe - opornice**
- **szerokogłówkowe – krzyżownice, szyny najazdowe**
- **blokowe – tory zabudowane z podparciem ciągłym**
- **bloki - krzyżownice**
- **kształtowniki - zwrotnice**

Technical drawing of a mechanical part (Fig. 10.10) showing front and side views with dimensions and surface finish symbols.

Front View Dimensions:

- Overall width: 67
- Top width: 15.267
- Top radius: R13
- Top surface finish: 1:17.2
- Top surface finish: 1:3
- Top surface finish: R2
- Top surface finish: R300
- Top surface finish: R80
- Top surface finish: R7
- Top surface finish: R80
- Top surface finish: R80
- Top surface finish: R120
- Top surface finish: R120
- Top surface finish: R40
- Top surface finish: R3
- Top surface finish: R1.5
- Top surface finish: 1:7.81
- Top surface finish: 1:3
- Top surface finish: 10.5
- Top surface finish: 27.5
- Top surface finish: 149

Side View Dimensions:

- Overall height: 73.41
- Top height: 30
- Bottom height: 52
- Bottom width: 125
- Bottom radius: R1.5
- Bottom surface finish: 1:3
- Bottom surface finish: 1:7.81
- Bottom surface finish: R40
- Bottom surface finish: R120
- Bottom surface finish: R120
- Bottom surface finish: R80
- Bottom surface finish: R80
- Bottom surface finish: R7
- Bottom surface finish: 1:3
- Bottom surface finish: 10.5
- Bottom surface finish: 27.5
- Bottom surface finish: 149

Surface Finish Symbols:

- 1:17.2
- 1:3
- R2
- R300
- R80
- R7
- R80
- R80
- R120
- R120
- R40
- R3
- R1.5
- 1:7.81
- 1:3
- 10.5
- 27.5
- 149

← **49E1 (S49)**
czyli kolejowa „średnia”

[illegible]

jej zastosowanie w tramwajach, gdzie mamy mniejsze naciski i prędkości, (choć nie częstotliwości !!!) byłoby ewidentnym przewymiarowaniem

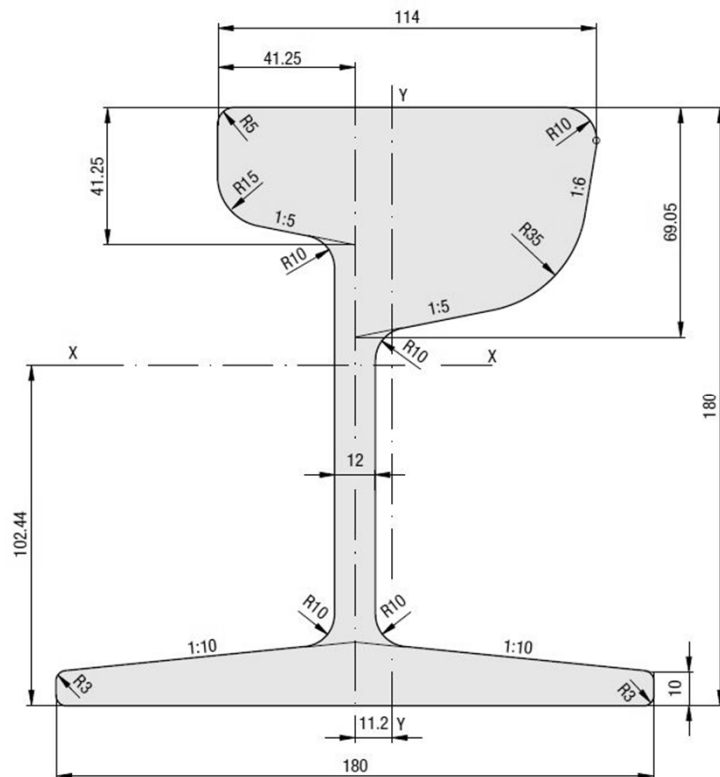
[illegible]

**stopka+szyjka+główka+rowek z „obudową”
– prowadnica (warga, kołnierz) – możliwość
umieszczenia zabudowy drogowej po obu
stronach szyny**

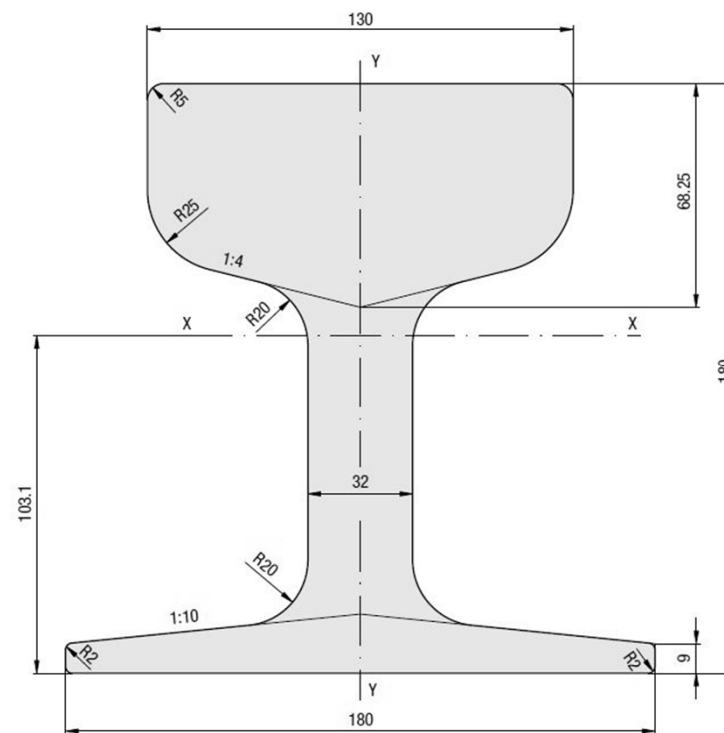
powierzchnię styku z kołem („trzy promienie”) ma wyprofilowaną z pochyleniem 1:40 – szyna ta nie wymaga pochylania do wewnątrz toru

- szeroka stopka – możliwość układania bezpośrednio (bez podkładki żebrowej) na podkładach drewnianych albo wręcz na trapezowych ławach tłuczniowych
- wysoka szyjka – możliwość przymocowania poprzeczki z płaskownika (dla utrzymania prześwitu)

SZYNY SZEROKOGLÓWKOWE:



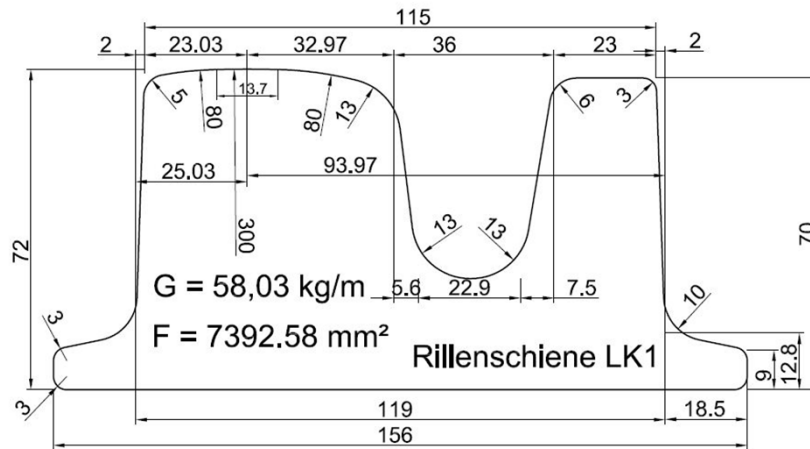
76C1 (VKRi60)



105C1 (D180/105)

- do produkcji szyn najazdowych / krzyżownic
- frezuje się w nich rowek dla obrzeża koła (o zmiennej głębokości / wypłycony)

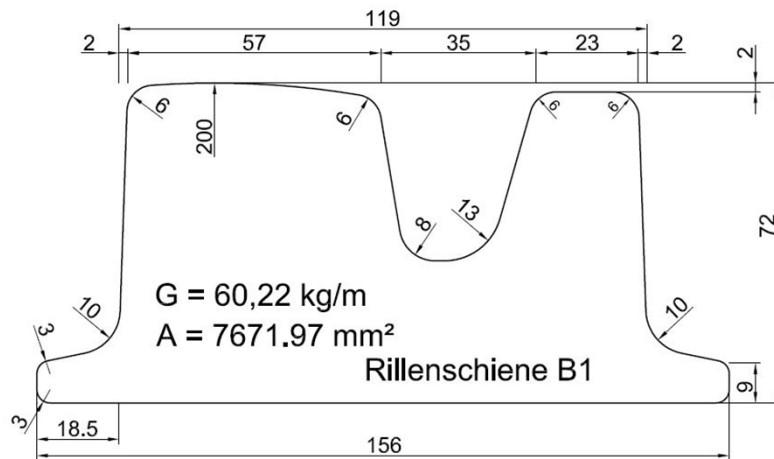
SZYNY BLOKOWE:



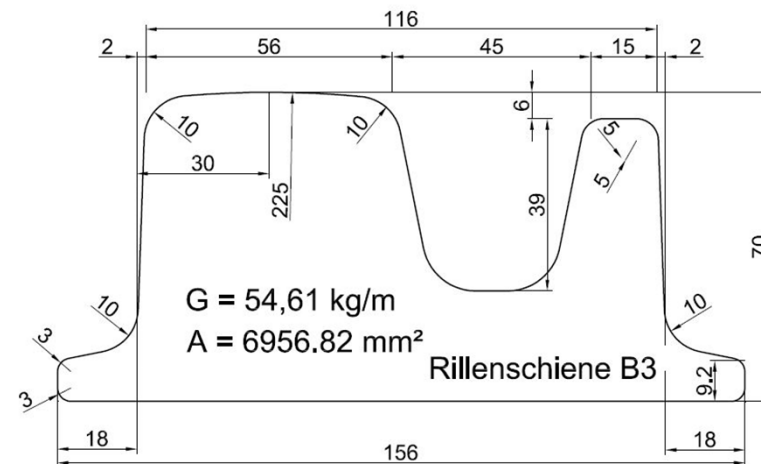
dla torów z ciągłym podparciem
 nie pracują na zginanie
 (nie muszą mieć kształtu dwuteownika)
 nie mają w ogóle szyjki
 mają węższą stopkę

← LK1 - polska

szyny czeskie:



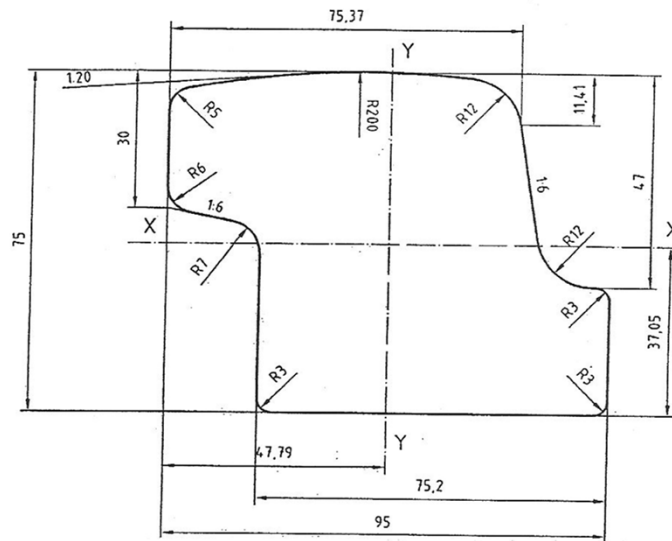
B1



B3

KSZTAŁTOWNIKI:

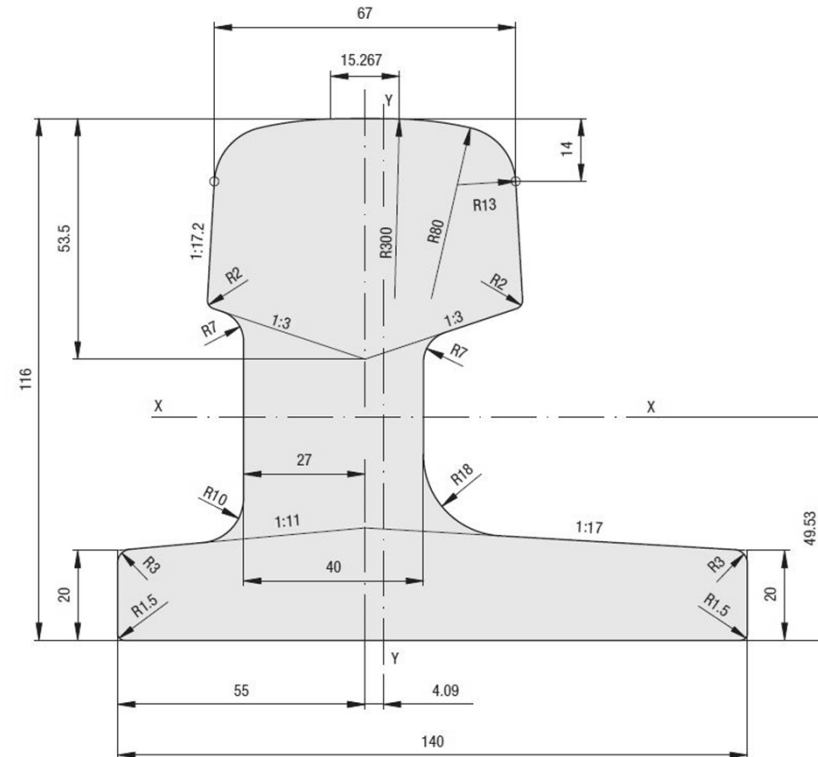
- **do produkcji iglic:**
 - **płytko posadowionych:**



42C1 (Zu-Ri42)

typowo tramwajowy

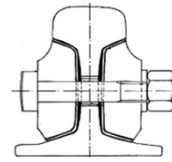
- **głęboko posadowionych:**



49E1A1 (Zu2-49)

taki jak na kolei

ŁĄCZNIE SZYN:



- **klasyczne styki (na łubki i śruby):**
 - szyny główkowe (akcesoria kolejowe) i rowkowe (kiedyś – dla szyn 180W i S); były też łubki przejściowe (S49 / 180W i S)
 - rzadko (hałas, drgania) – na trasach oddalonych od budynków
 - awaryjnie – tymczasowe zabezpieczenie pękniętych szyn
- **spawanie – najczęściej:**
 - elektryczne:
 - elektrodami
 - na tzw. „druć”
 - termitowe - reakcja chemiczna sproszkowanej mieszaniny tlenków żelaza i glinu (zwanej termitem), z której w temperaturze ok. 2 tys. stopni C powstaje spoiwo - płynne żelazo (spływające do założonych na szyny form) oraz tlenek glinu w postaci żużla (na boczne tacki) – **formy dla:**
 - 49E1, 60R2, LK1
 - przejściowe: tylko 49E1 / 60R2
- **zgrzewanie elektrooporowe** - nagrzanie oporowe obszaru styku zgrzewanych szyn w wyniku przepływu prądu i wywarcia docisku - w efekcie wyiskrzenie ciekłego metalu z obszaru styku powodującego połączenie szyn zgrzeiną – **rzadko** (brak sprzętu)



SZYNY PRZEJŚCIOWE

- w przypadku łączenia szyn o różnych przekrojach poprzecznych:
 - LK1 / 60R2
 - LK1 / 49E1
 - 49E1 / 60R2 – rzadko (można połączyć stykiem termitowym)
- w celu uzyskania płynnej, a nie skokowej zmiany kształtu przekroju (uniknięcie efektu karbu – potencjalnego miejsca propagacji różnego rodzaju uszkodzeń, np. pęknięć)
- wykonywane w zakładach torowych (cięcie, wyginanie, spawanie, szlifowanie)

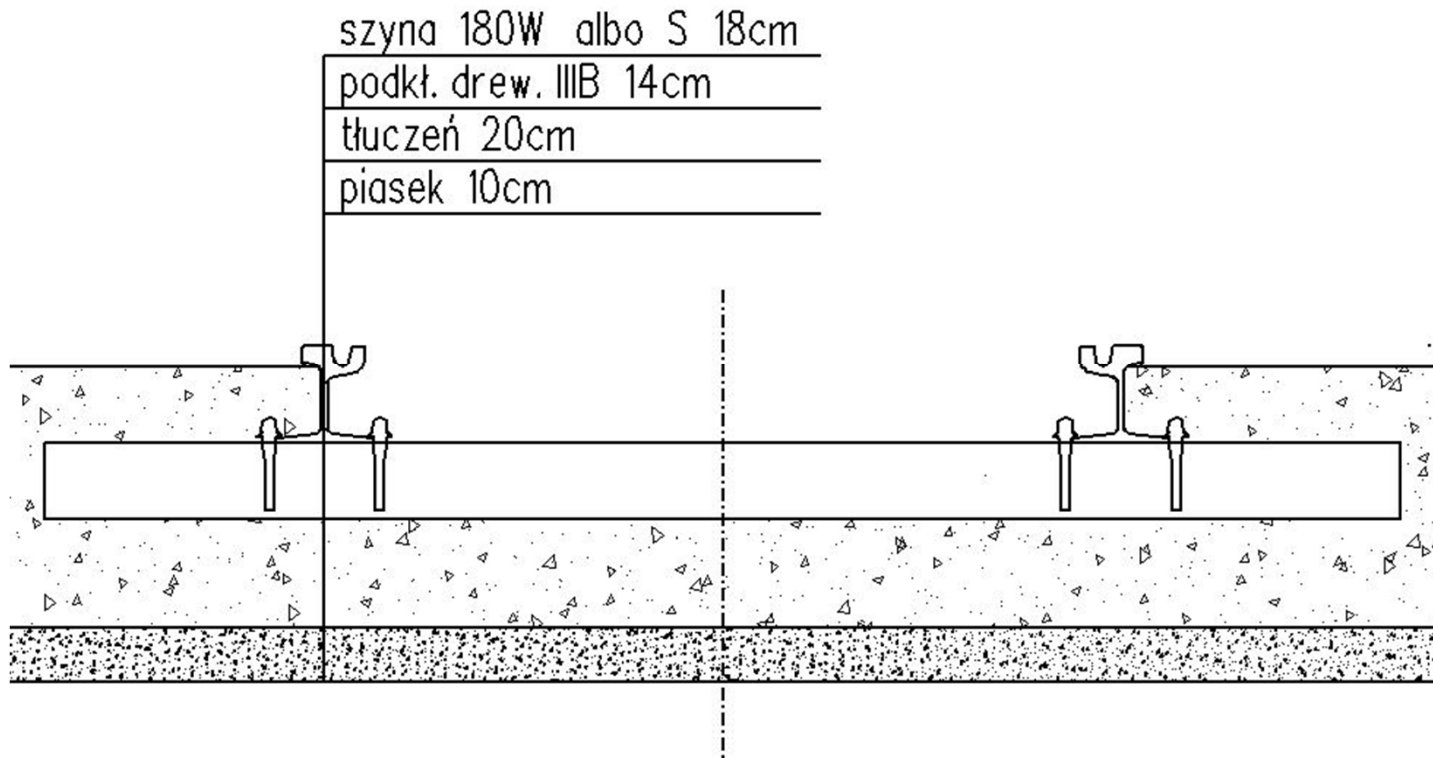


URZĄDZENIA (PRZYRZĄDY) WYRÓWNAWCZE

- inna nazwa: złącza (styki) dylatacyjne
- zapewnienie możliwości przesuwu szyny
- przeciwdziałanie powstawaniu naprężeń wewnętrznych w wyniku różnic temperatur:
 - latem – dążenie do wyboczenia toru
 - zimą – dążenie do pęknięcia szyn
- lokalizacje:
 - nad łożyskami ruchomymi mostów i wiaduktów
 - na styku toru nowego i starego (szyna o wymiarach nominalnych i zużyta)
 - przed węzłami rozjazdowym (nie we wszystkich miastach – we Wrocławiu nie!)
 - w torach odkrytych na podkładach i podsypce jeśli nie zostały ułożone w przedziale temperatur neutralnych (od +15 do +30°C) – co ok. 200 m (np. Wrocław ul. Toruńska i Kwidzyńska – przebudowa w 2000 r.)

PRZYTWIERDZENIA BEZPOŚREDNIE

bez podkładki żebrowej, szyna obustronnie przymocowana hakami albo
wkrętami do podkładu drewnianego



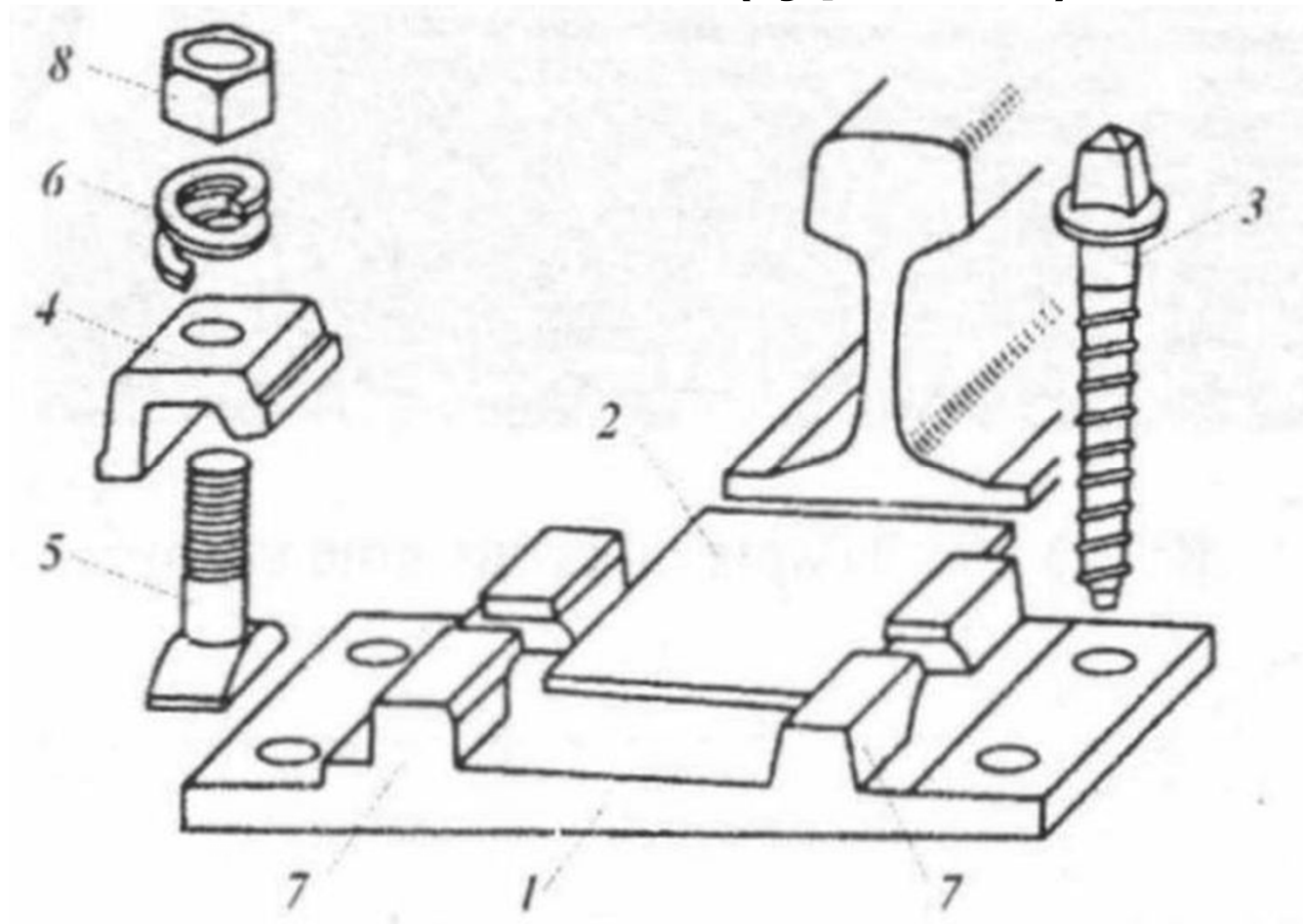
rozwiązanie stosowane we Wrocławiu do początku lat 90-tych

**z czasem pomiędzy szyną a wkrętem zaczęto umieszczać prymitywną
łapkę z płaskownika z otworem**



rozwiązanie to nie było jednak korzystne – łapka obracała się

KLASYCZNE (typu „K”)



1 - podkładka żebrowa

7 - żebra

2 - przekładka podszynowa

3 - wkręty

5 - śruby stopowe

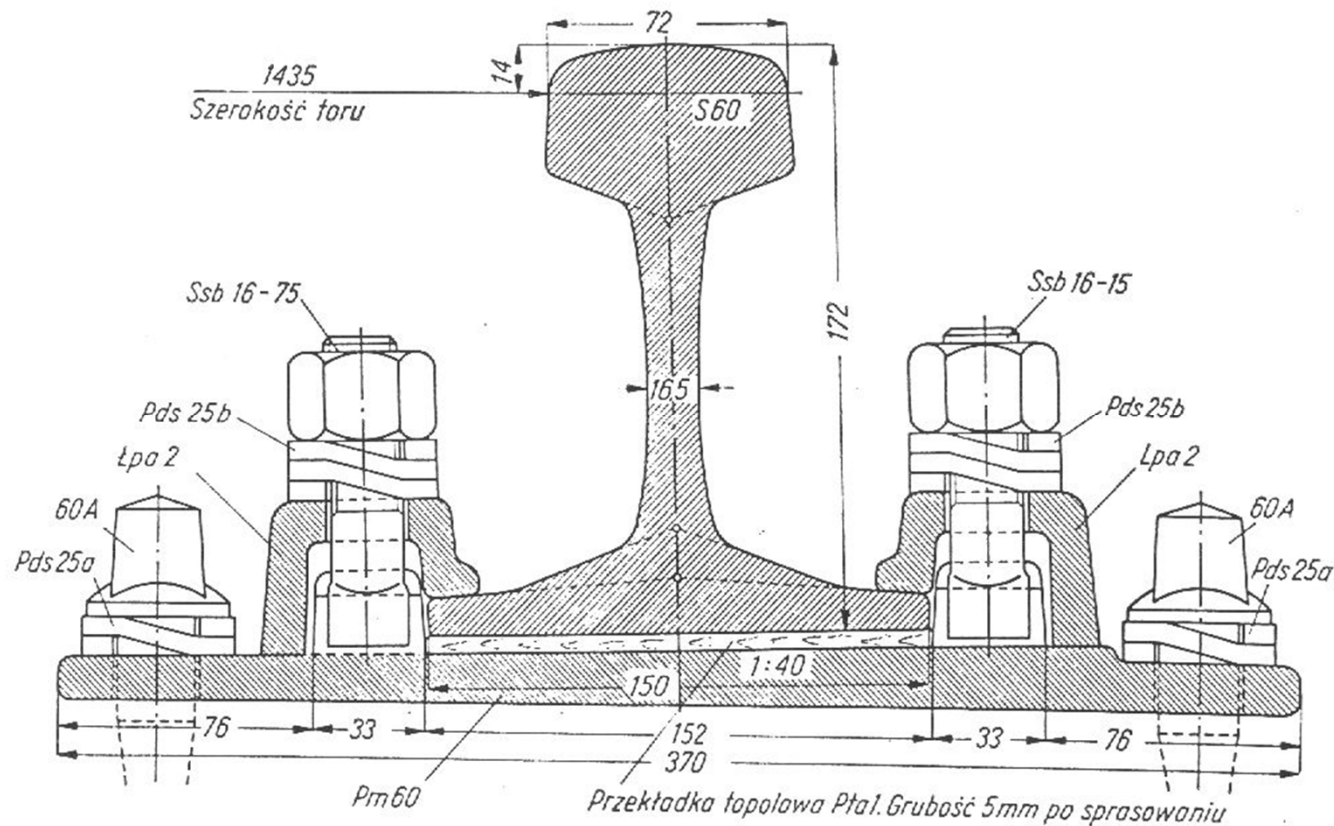
4 - łapki

6 - pierścienie sprężyste

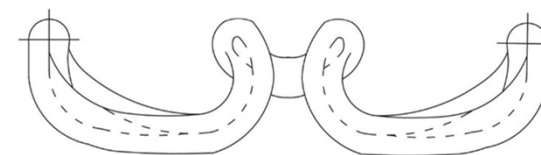
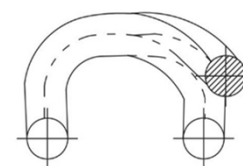
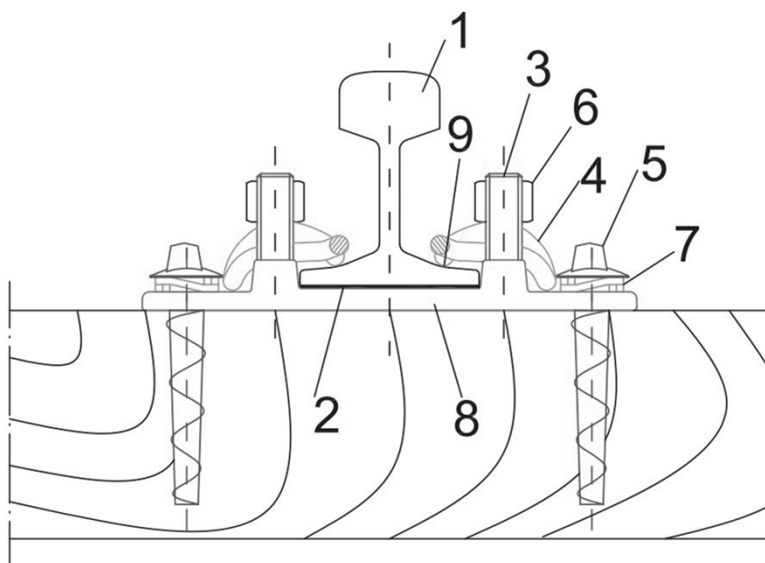
8 - nakrętki

WADY:

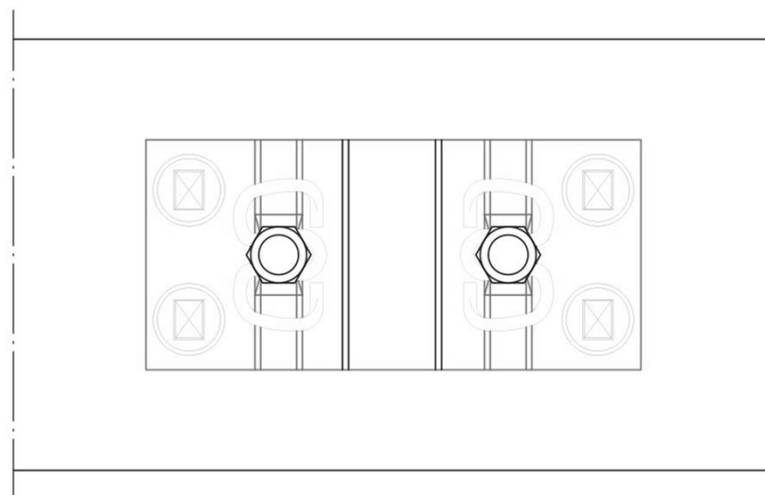
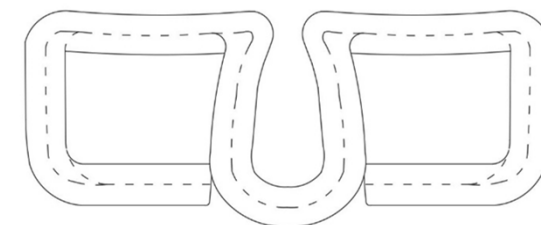
1. Duża liczba elementów składowych (drogie, awaryjne)
2. Elementy śrubowe – konieczność dokręcania
3. Brak wyizolowania elektrycznego szyny (upływ prądów błędnych)
4. Sztywna praca łapek



przytwierdzenie klasyczne z łapkami typu Vossloh Skl-12:

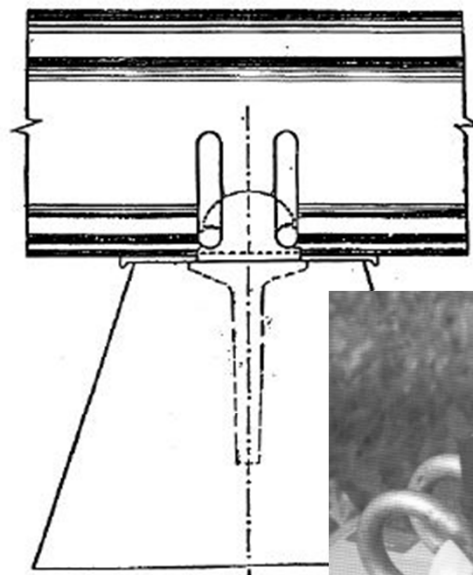
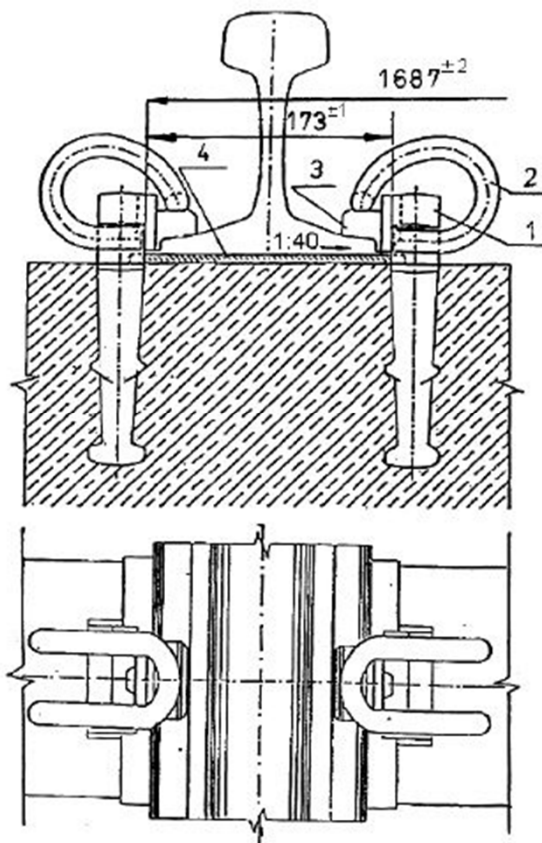


Łapka sprężysta Skl-12



SPRĘŻYSTE:

a) polskie:
typu SB



ZALETY:

- mała liczba elementów składowych (tanie, mniej awaryjne)
- brak elementów śrubowych – wyeliminowanie konieczności dokręcania
- elektryczne wyizolowanie szyny (brak upływu prądów błędnych)
- sprężysta praca łapek

SB3 - od 1981



SB4 - od 1996 (Vossloh Skamo)



SB7 - od 2000 (Interfrez)



łapki SB:

wady:

- podczas montażu i demontażu naprężenia w przekroju w środku łapki bliskie granicy sprężystości stali - pękanie łapek, utrata właściwości sprężystych po kilku „zapięciach”
- duże naprężenia we wkładce izolacyjnej na styku z łapką - pękanie wkładek przy montażu i w początkowym okresie eksploatacji

modyfikacja:

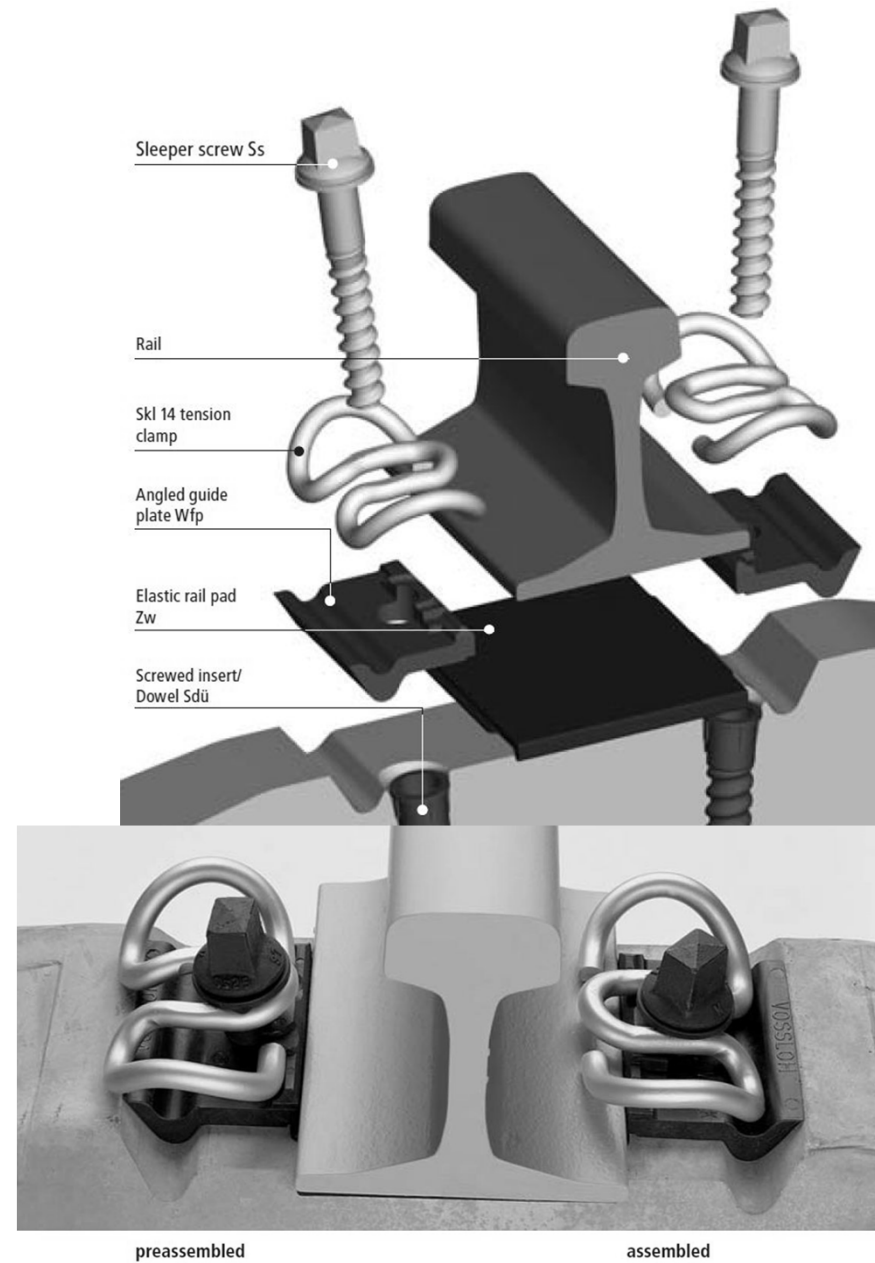
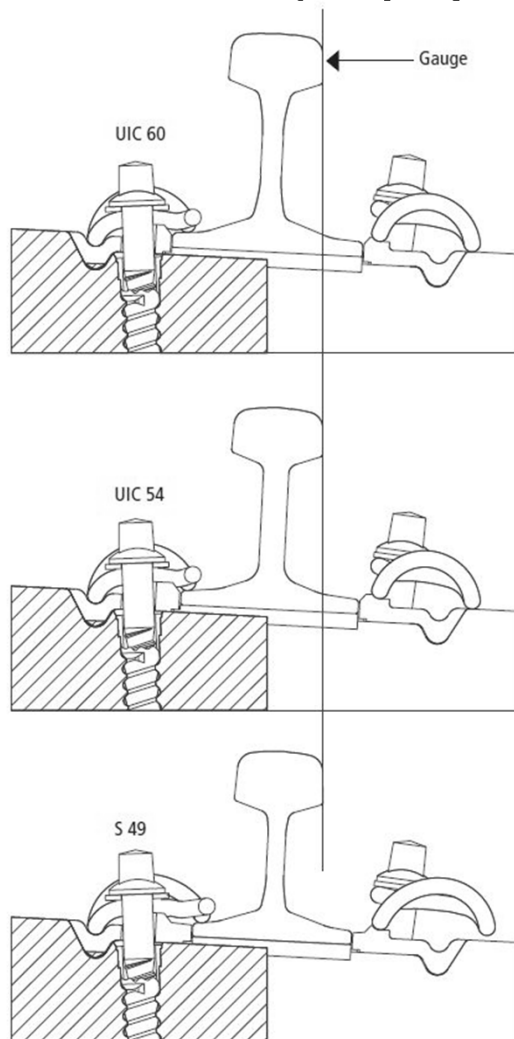
zwiększenie promienia łapki z 33 mm do 46 mm

- w efekcie zmniejszenie naprężeń:
 - rozciągających w łapce o 15%
 - stykowych we wkładce izolacyjnej o 20 %

SB8 (krzyżowa) - od 2016 (Plastwil)

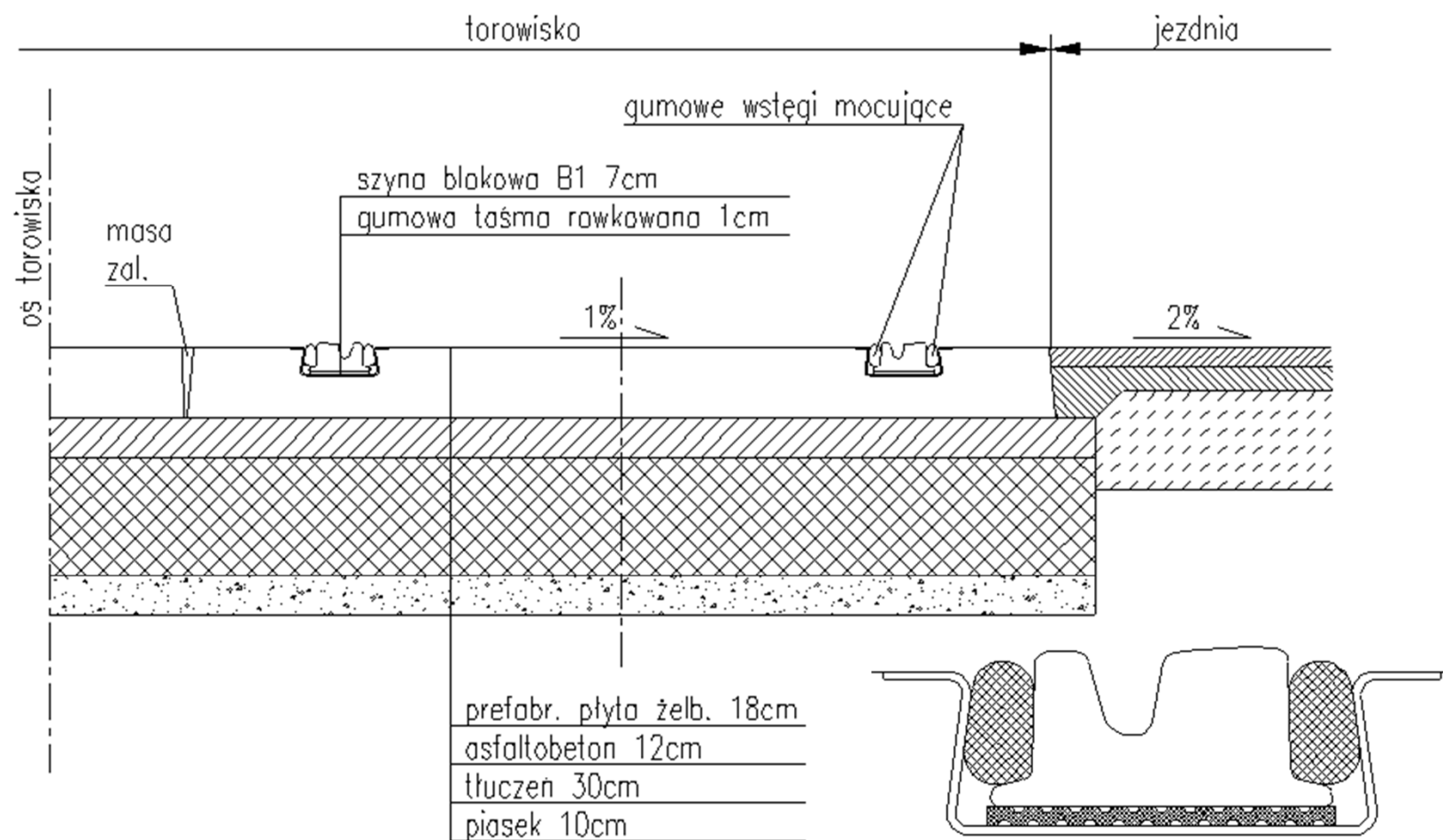


**b) niemieckie:
Vossloh W 14
(z łapką Skl 14)**



Szyna obłożona wkładkami gumowymi:

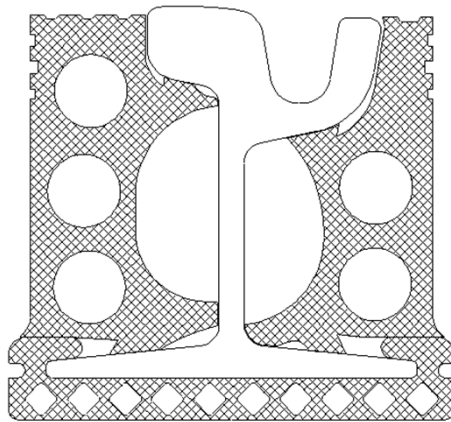
a) tor „WĘGIERSKI”



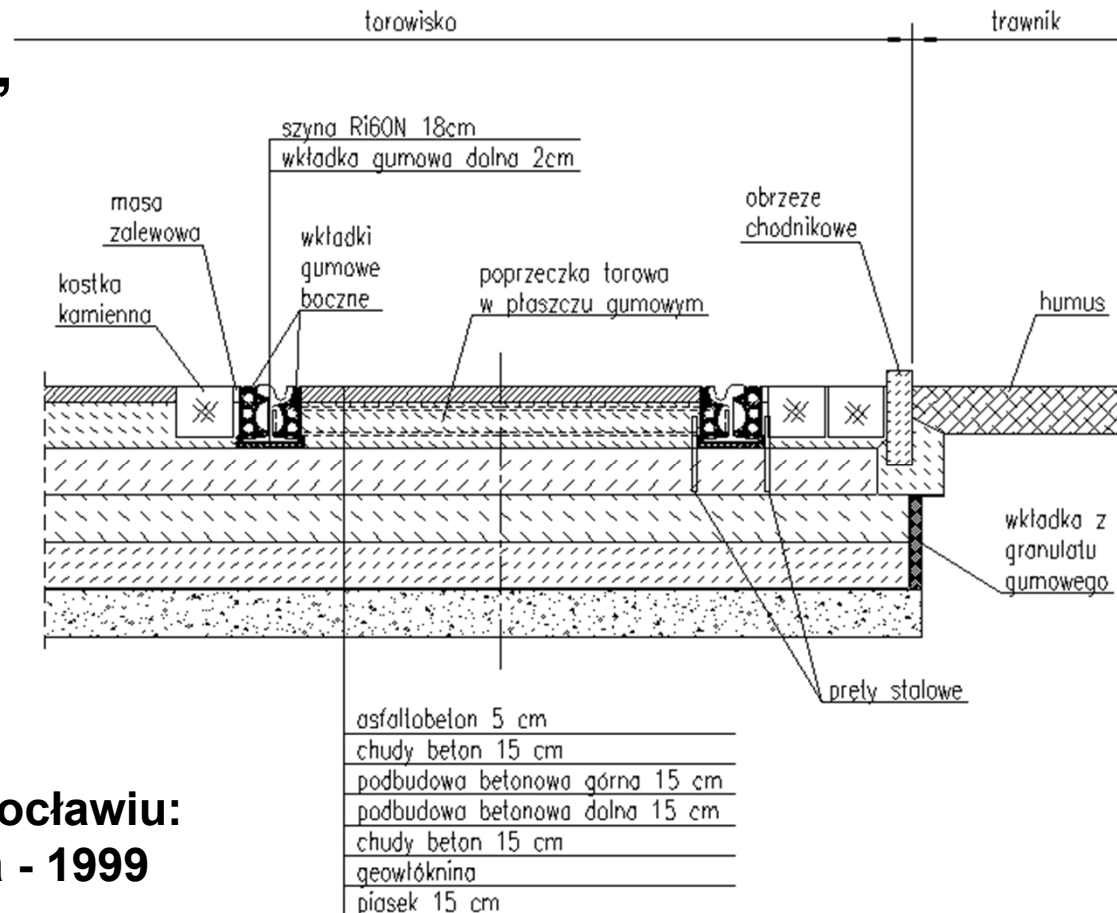
pierwsze realizacje we Wrocławiu: ul. Łokietka i Poniatowskiego - 1994

b) wkładki „PHOENIX”

(kiedyś)

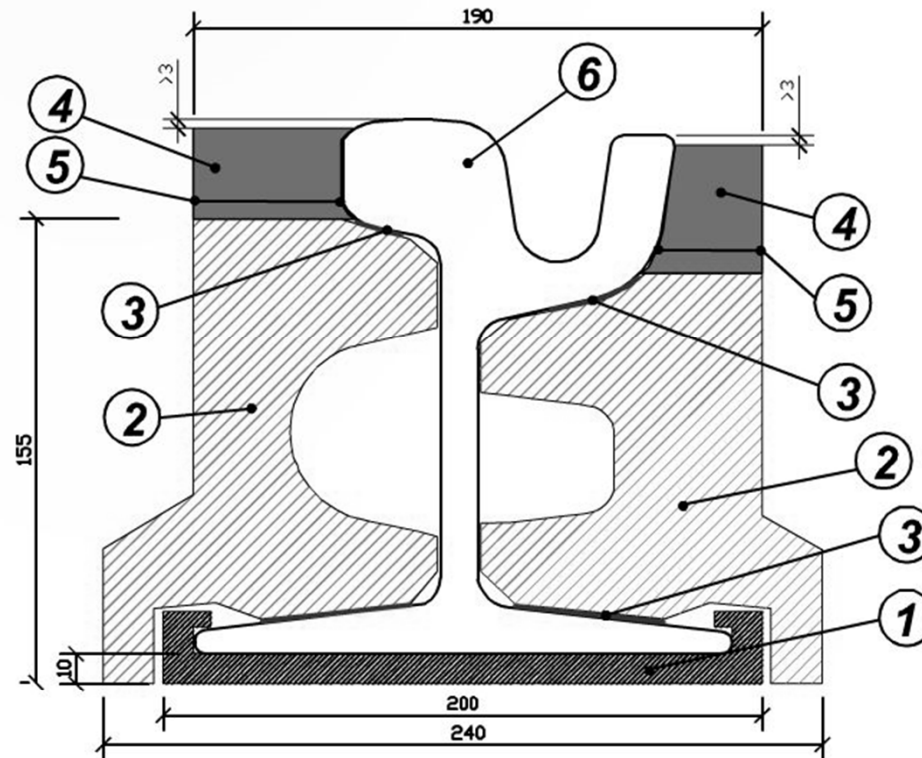


realizacja we Wrocławiu:
ul. Karkonoska - 1999



obecnie w ofercie firmy
TransComfort jako
element systemu RCS
(Rail Comfort System)

c) system ERS-M firmy TINES



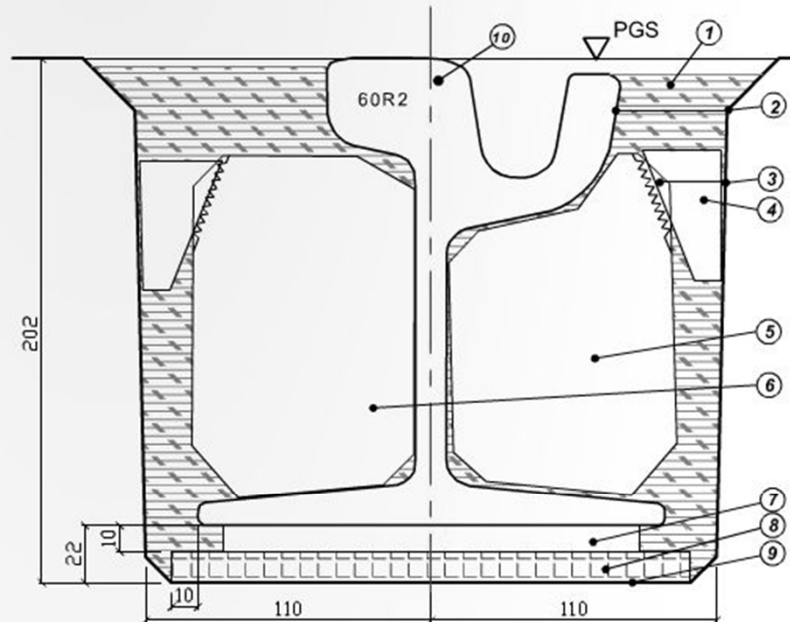
Elementy systemu ERS-M dla torowisk z zabudową asfaltową

1. Ciągła, sprężysta przekładka podszytnowa ERS-M Strip Eco/ Edilon ERS-M Resilient Strip 3000 lub 4000, 2. Profile przyszynowe ERS-M, 3. Klej SEDRAFER PU, 4. Bitumiczna masa uszczelniająca, 5. Materiał gruntujący, 6. szyna 60R1 lub 60R2.

ostatnie realizacje we Wrocławiu:
ul. Curie-Skłodowskiej - 2014, ul. Nowowiejska - 2015

Szyna w zalewie z żywicy poliuretanowej:

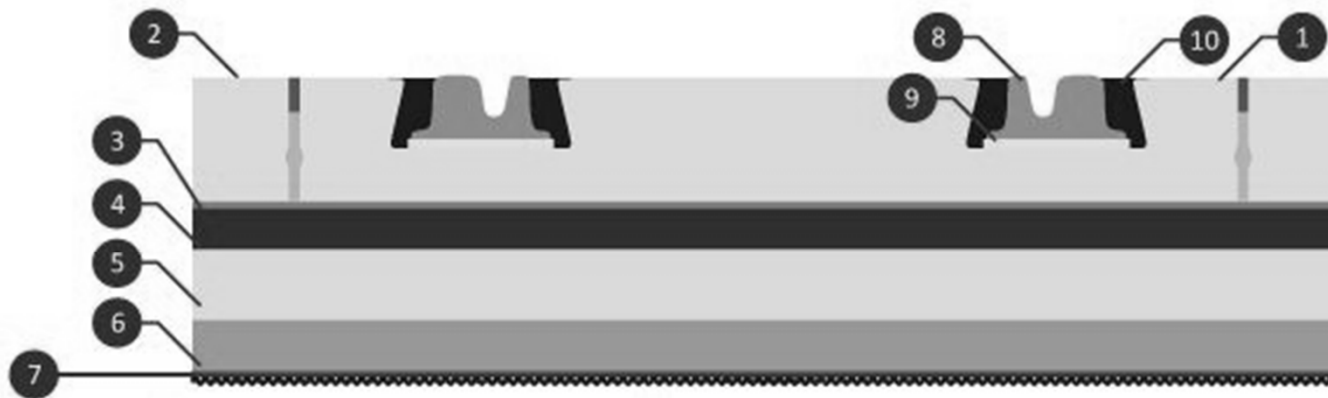
a) system ERS firmy TINES



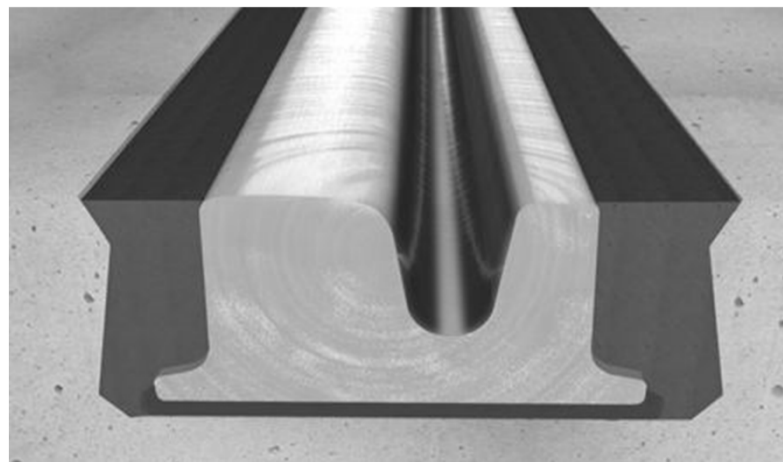
1. sprężysta otulina szyny - masa zalewowa Edilon Corkelast®, 2. powierzchnia zagrunto-
wana materiałem Edilon Primer U90WB, 3. powierzchnia pokryta materiałem Edilon Pri-
mer 21 zwiększającym przyczepność masy zalewowej, 4. klin do regulacji położenia szyny
w płaszczyźnie poziomej, 5. wewnętrzna wkładka komorowa Edilon Fillerblock, 6. zewnętrzna
wkładka komorowa Edilon Fillerblock, 7. podkładki podszytowe do regulacji położenia szyny w
płaszczyźnie pionowej, 8. ciągła, sprężysta przekładka podszytowa Edilon Resilient Strip, 9. klej
Edilon Dex-G do wklejenia przekładki podszytowej, 10. szyna 60R2

ostatnie realizacje we Wrocławiu: ul. Pilczycka (most nad Ślężą) - 2012

b) system BZ firmy PREFA



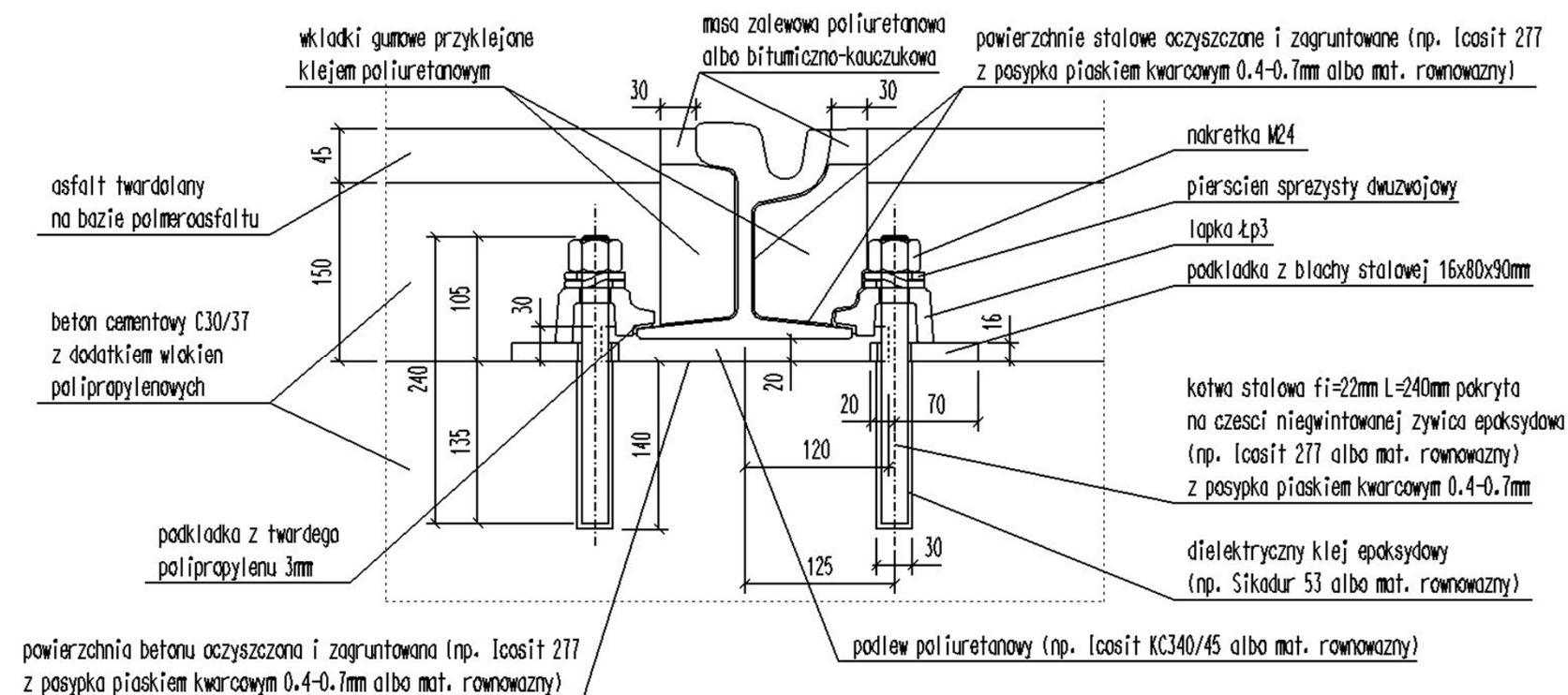
1. Prefabrykowana płyta tramwajowa VBZ, 2. Prefabrykowana płyta tramwajowa międzytorowa VBm, 3. Mata wibroizolacyjna (opcjonalnie), 4. Warstwa wyrównawcza z betonu asfaltowego, 5. Warstwa nośna z betonu C30/37, 6. Warstwa mrozochronna, 7. Zagęszczony grunt rodzimy, 8. Szyna blokowa LK1, 9. Ciągła gumowa przekładka podszytnowa, 10. Ciągłe poliuretanowe mocowanie szyny.



podobna realizacja: Wrocław most Uniwersytecki - 2016

Ciągłe podparcie szyny z punktowym zamocowaniem:

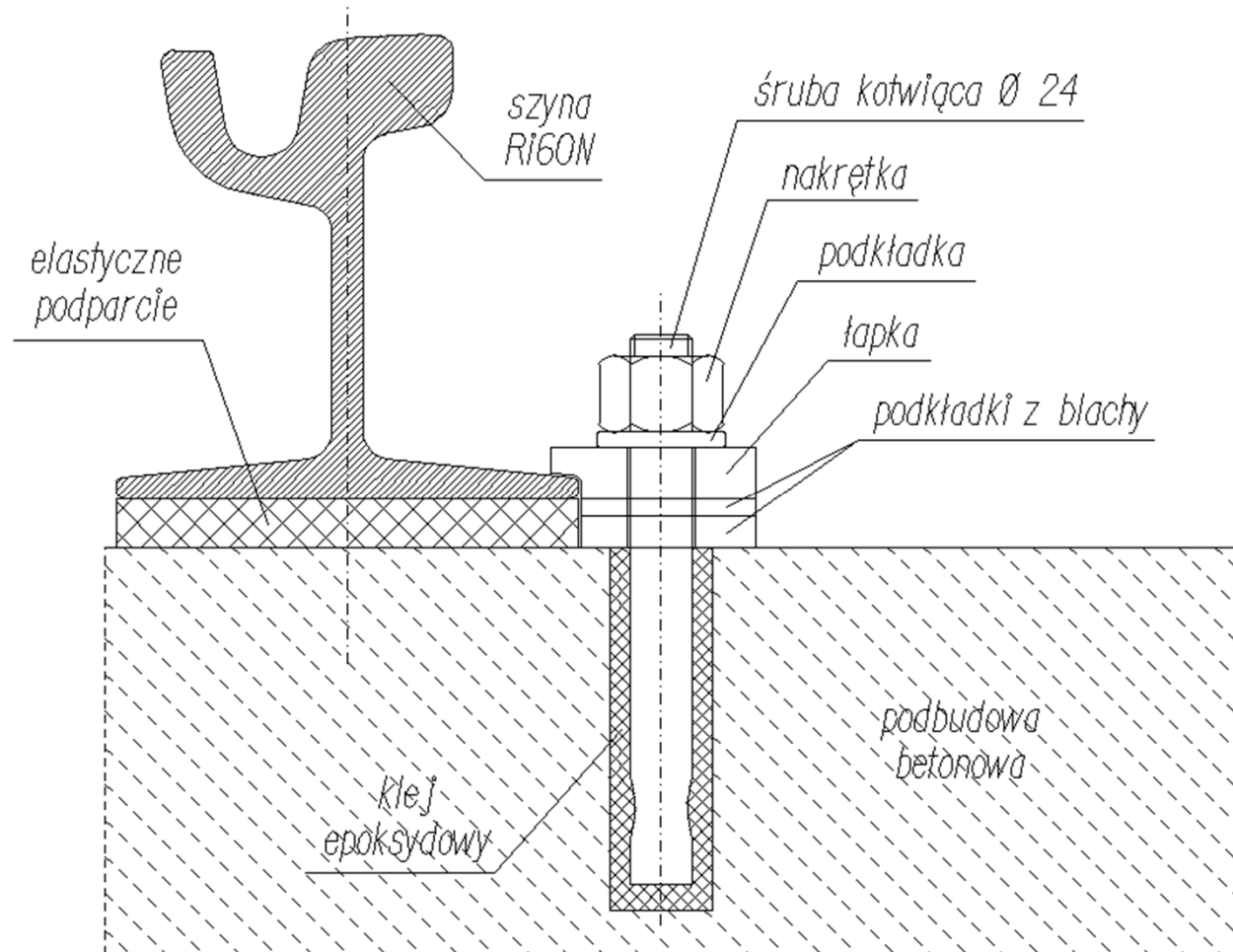
a) z wykorzystaniem kolejowych łapek Łp3



ostatnie realizacje we Wrocławiu: ul. Krupnicza – 2014

wada – brak żebra, łapki i podkładki z blachy stalowej mają tendencję do obracania się

b) z łapkami torów podsuwnicowych



wada – brak sprężystego docisku łapki

RODZAJE PRZYTWIERDZEŃ:

(podsumowanie)

- **punktowe (co 0,75 m):**
 - **sztywne:**
 - samymi wkrętami bez podkładki żebrowej
 - klasyczne (K):
 - z łapkami Łp albo Skl-12
 - z mocowaniem podkładki żebrowej wkrętami (z dyblami lub bez) albo śrubami kotwiącymi (na klej epoksydowy)
 - z umieszczeniem pod podkładką żebrową:
 - przekładki elastomerowej
 - podlewu z żywicy poliuretanowej
 - przekładki elastomerowej oraz podlewu z żywicy epoksydowej
 - **sprężyste:**
 - SB (łapki SB3, SB4, SB7, SB8)
 - Vossloh (W14, W-tram, W25 Tram)
- **ciągłe:**
 - szyna obłożona wkładkami gumowymi (w korycie stalowym albo zabetonowana)
 - szyna w korycie (żelbetowym albo stalowym) zalana żywicą poliuretanową
- **kombinowane (ciągłe podparcie szyny + punktowe zamocowanie) – z wykorzystaniem:**
 - łapek kolejowych Łp3 albo dla torów podsuwnicowych
 - inne (np. z oferty firm PREFA i TransComfort; STELFUNDO)

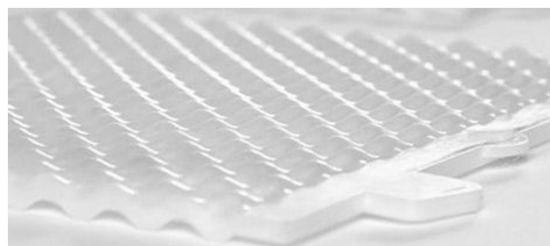
RODZAJE PRZEKŁADEK:

LOKALIZACJA:

- pod stopką szyny
- pod podkładką żebrową

TWORZYWO I KSZTAŁT:

- kiedyś – drewniane (topolowe)
- obecnie - elastomerowe:
 - gumowe:
 - pełne (ŻLE! – dla gumy współczynnik Poissona jest bliski 0,5)
 - rowkowane
 - otworowane
 - z zamkniętymi pustkami powietrznymi (Phoenix)
 - kompozytowe: guma + korek (współczynnik Poissona bliski 0) – firma Tiflex
 - polietylen (rzadziej - sztywny) albo poliuretan:
 - płaskie
 - kształtowe

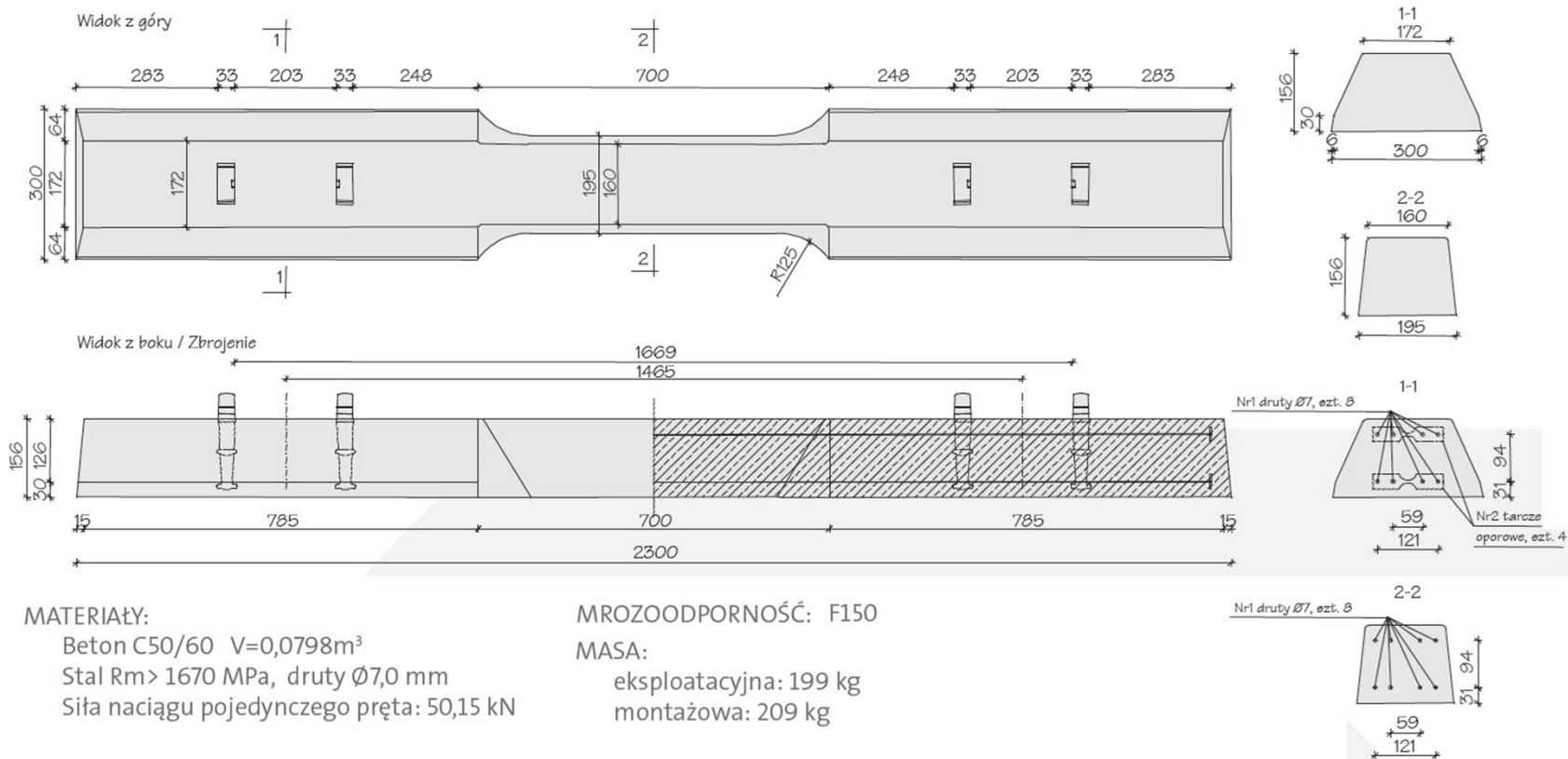


PODKŁADY BETONOWE

a) WPS Mirosław Ujski (koło Piły)

- dla szyn rowkowych 60R2:

1) Normalnotorowy – PST94M



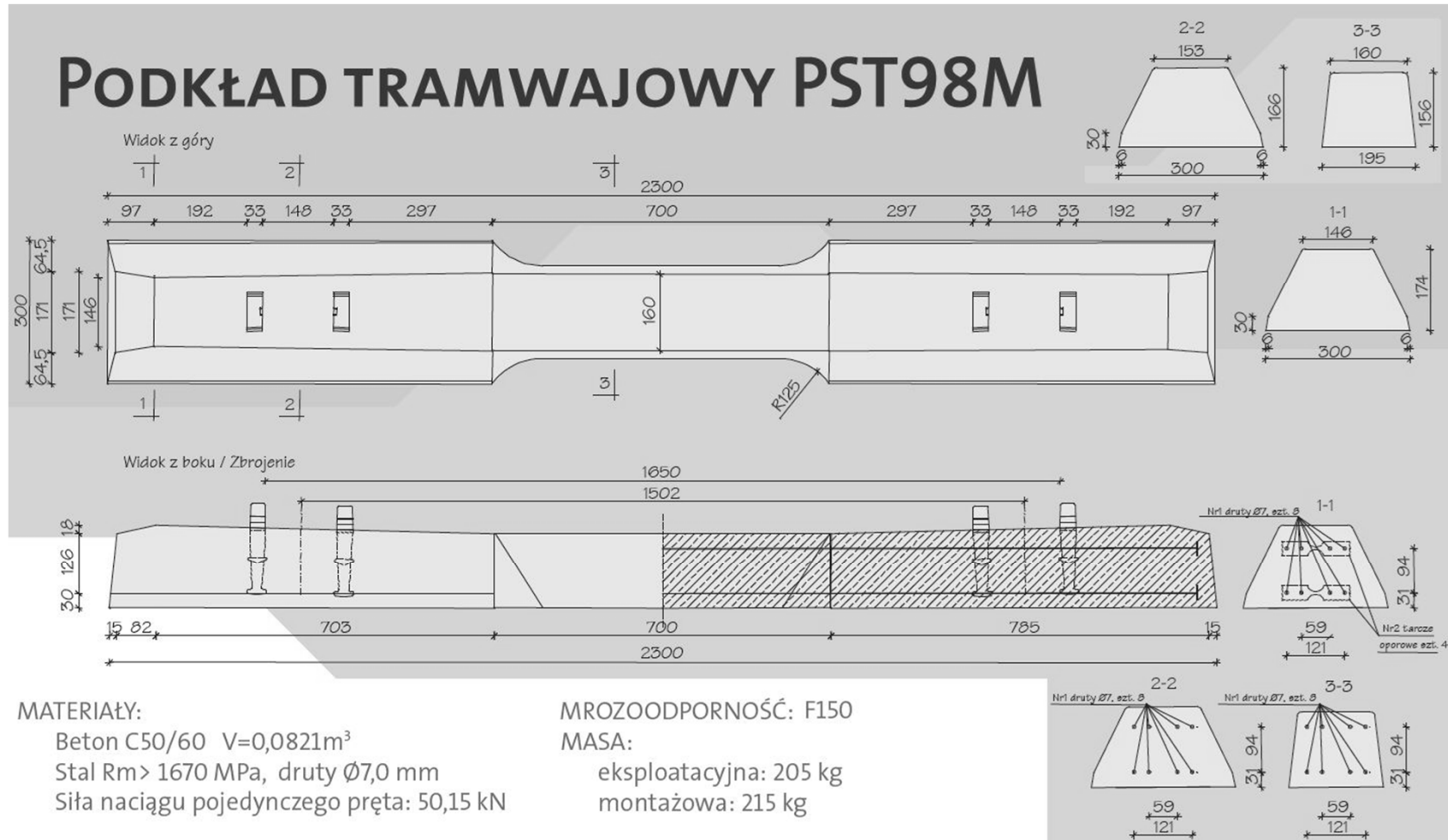
ROZSTAW PODKŁADÓW

- na kolei:
 - min: 0,6 m – tory wyższych klas
 - max: 0,85 – tory niższych klas
- w tramwajach:
 - co 0,75 m

2) Wąskotorowy – PST95M (dług.: 1,8 m)

- dla szyn główkowych 49E1:

3) Normalnotorowy



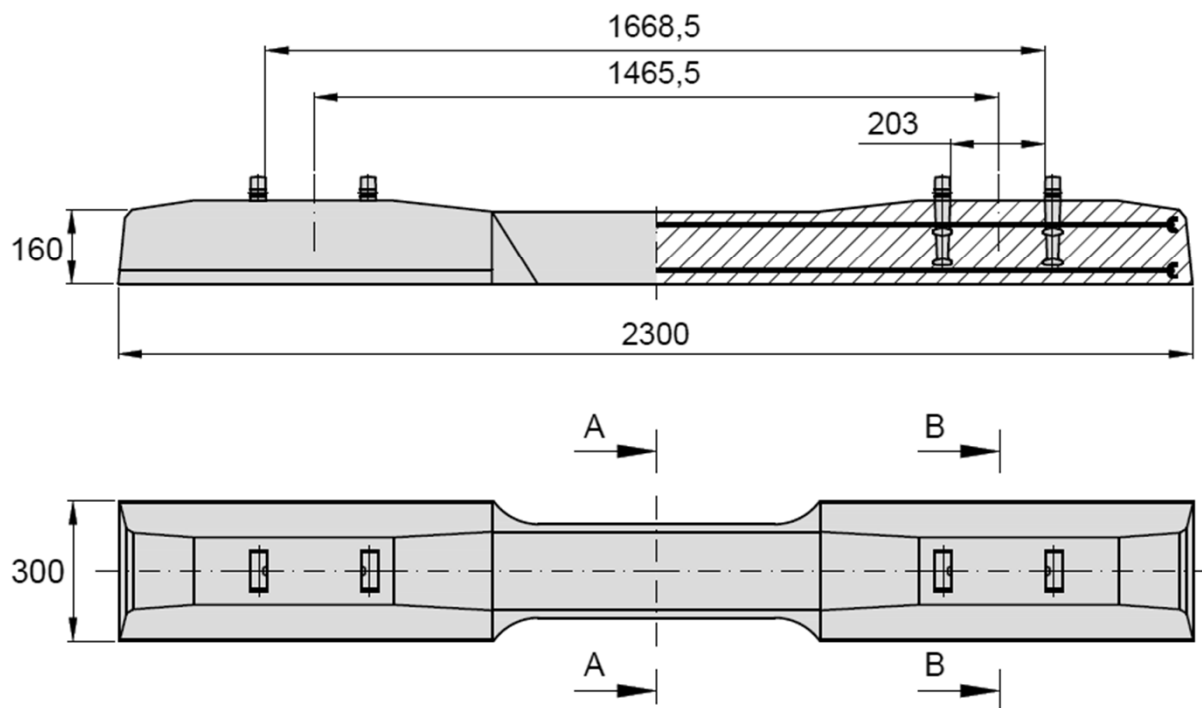
4) Wąskotorowy – PST99M (dług.: 1,8 m)

b) WPS STRUNBET (Bogumiłowice koło Tarnowa)

1) Normalnotorowe:

- PS-83/SB albo K/Ri60N
- PT-99/SB/49E1 albo Ri60N

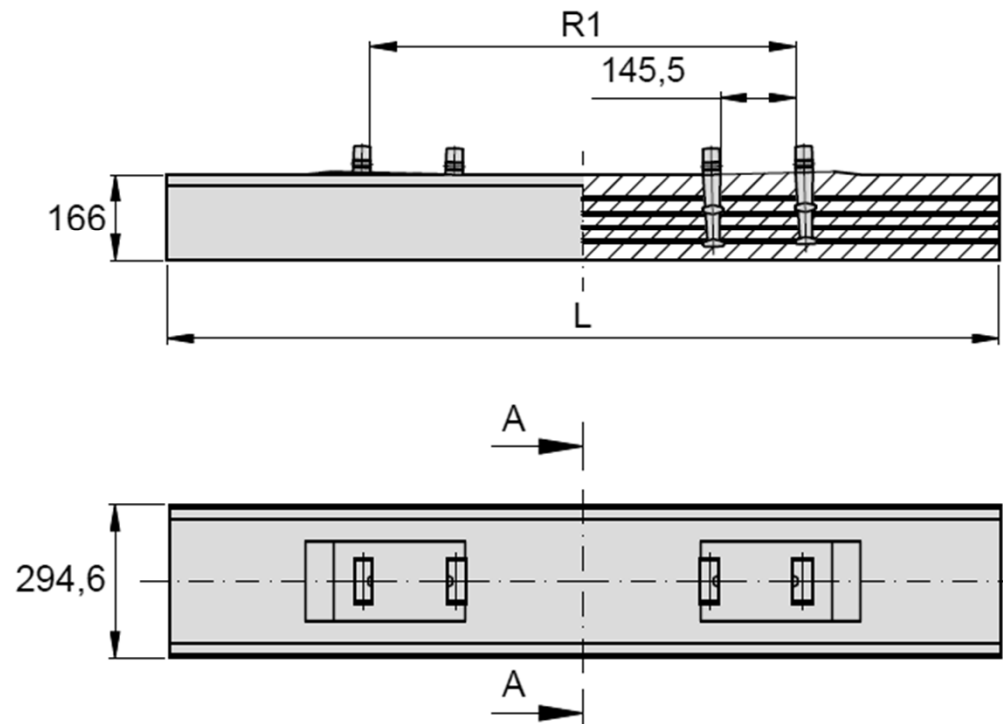
Podkład strunobetonowy tramwajowy
PT-99/SB/60R2 (Ri60N)



2) Wąskotorowe:

- PS-15/1000/K/49E1
- PS-15/1000/SB/49E1 albo Ri60N

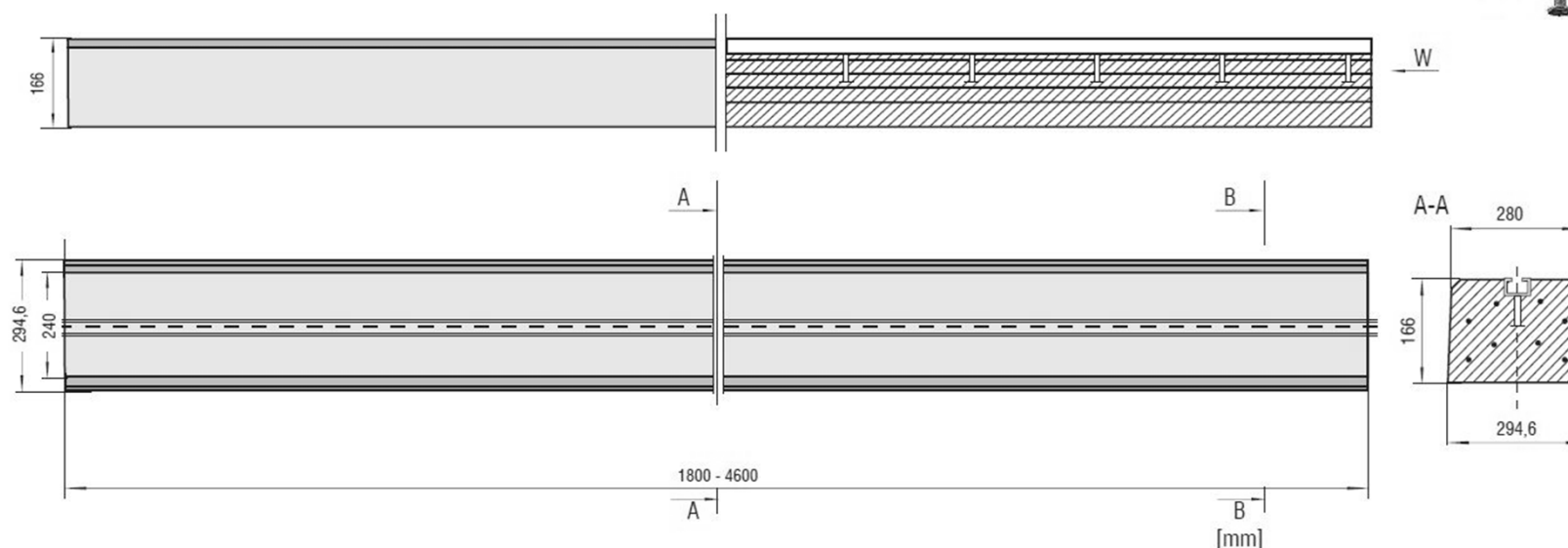
Podkład strunobetonowy
PS-15/SB



3) Podrojazdnice (z szyną na śruby młoteczkowe):



Podrojazdnica strunobetonowa tramwajowa SPT-06



Podrojazdnice tramwajowe z zabetonowaną szyną typu Halfen do stosowania bez ograniczeń w rozjazdach tramwajowych o szerokości toru 1435 mm i 1000 mm.

Dane techniczne:

- beton klasy C50/60
- masa: 115 kg/mb bez mocowania szynowego
- długość: 1,80 do 4,60 m
- szerokość stopy: 294,6 mm
- powierzchnia oparcia: 0,29 m²/mb

Warunki stosowania:

- rozjazdy i skrzyżowania torów tramwajowych
- elementy mocujące: halfen-szyny typu HTA 50/30 oraz halfen-śruby typu HS50/30 lub HSR50/30 do wszystkich typów przytwierdzeń

PODSYPKA

- **inaczej niż na kolei:**
 - **grubość pod podkładem – 20 cm** (stała - nie zależy od klasy toru i rodzaju podkładu)
 - **pryzma podsypki:**
 - o kształcie prostokąta (a nie trapezu)
 - w wykorytowanym wykopie (a nie na torowisku nasypu albo przekopu)
 - ograniczona z boku „obramowaniem” (prefabrykatem bet. albo żelbet.)
 - **zasypka (nadsypka):**
 - nad podsypką, do spodu główki szyny
 - z kłińca frakcji 20 / 31,5 mm (bez drobnych ziaren)
 - na całej szerokości torowiska albo tylko na zewnątrz szyn (np. Wrocław)
 - jako dodatkowe zabezpieczenie przed wyboczeniem toru latem oraz dla ułatwienia przejazdu pojazdów naprawy sieci trakcyjnej
- **tak jak na kolei (Id-110; PN-EN 13450:2004) :**
 - **tłuczeń** (kruszywo łamane) frakcji 31,5 / 50 albo 63 mm
 - **do wierzchu poziomu podkładu**
 - **ze skał:** magmowych (granit, bazalt, melafir, diabaz), metamorficznych (z wyjątkiem wapieni krystalicznych i łupków) i osadowych, takich jak piaskowce kwarcowe o lepiszczu krzemionkowym
 - **klasy:** I, II albo III - w zależności od właściwości fizycznych (odporność na rozdrabnianie, ścieranie, zgorzel słoneczną, nasiąkliwość, mrozoodporność)
 - **gatunku:** 1, 2 albo 3 - w zależności od geometrii ziaren (zawartość cząstek drobnych, pyłów, ziaren długich, zanieczyszczeń, wskaźnik płaskości)

OBRAMOWANIE TORU

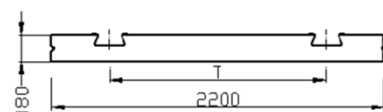
- w przypadku sąsiadowania torów z jezdnią:
 - krawężnik drogowy:
 - betonowy albo kamienny
 - 15 x 30 cm albo 20 x 35 cm
 - o wysokości:
 - normalnej – od 12 do 16 cm (odseparowanie od ruchu ogólnego)
 - obniżonej – od 2 do 6 cm („pasy życia”)
- w przypadku sąsiadowania torów z pasem zieleni:
 - obrzeże chodnikowe betonowe 8 x 30 cm
- na przejściach pieszych przez torowisko – krawężnik drog. obniż. do 2 cm
- w przypadku konieczności ograniczenia propagacji drgań bocznych:
 - prefabrykowane ścianki żelbetowe typu:
 - „T” (odwrócone)
 - „L” – do wewnątrz albo na zewnątrz toru
- z fundamentami w postaci ław z betonu C12/15:
 - o grubościach:
 - 20 cm – dla prefabrykatów „T” i „L”
 - 15 cm – dla krawężników drogowych
 - 10 cm – dla obrzeży betonowych
 - z oporem (bocznym) – dla krawężników drogowych i obrzeży betonowych

PODBUDOWA

Z prefabrykowanych płyt lub belek

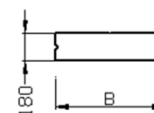
TOR WĘGIERSKI

- opracowany w latach 60-tych na Węgrzech dla Budapesztu, w latach 70-tych rozpropagowany w Czechach, w Polsce pierwsze zastosowanie w Krakowie w 1984 r., we Wrocławiu – w 1994 r. (ul. Łokietka i Poniatowskiego)
- żelbetowa płyta podbudowy stanowi jednocześnie nawierzchnię
- płyty mogą być gładkie albo posiadać fakturę imitującą kostkę brukową



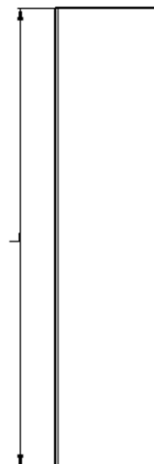
PŁYTA TOROWA TYPU VBG

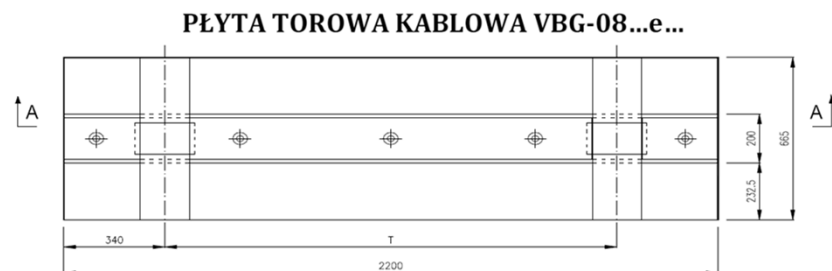
Typ	Wymiary [mm]		Masa [t]
	L	T	
VBG-60n(k)	5985	1435	5,98
VBG-30n(k)	2900	1435	2,90
VBG-15n(k)	1410	1435	1,41
VBG-08n(k)	665	1435	0,66
VBG-60w(k)	5985	1000	5,98
VBG-30w(k)	2900	1000	2,90
VBG-15w(k)	1410	1000	1,41
VBG-08w(k)	665	1000	0,66



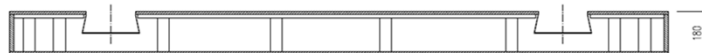
PŁYTA MIĘDZYTOROWA TYPU VBm

Typ	Wymiary [mm]		Masa [t/m ²]
	L	B	
VBm-30(k)	2900	600-1800	0,45
VBm-15(k)	1410		
VBm-08(k)	665		

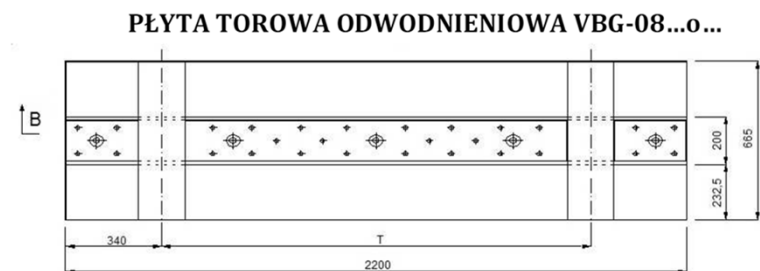




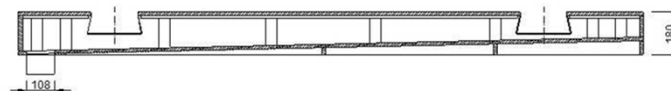
Przekrój A-A



Typ	Wymiary [mm]		Masa [t]
	L	T	
VBG-08ne(k)	665	1435	0,68
VBG-08we(k)	665	1000	0,68



Przekrój B-B



Typ	Wymiary [mm]		Masa [t]
	L	T	
VBG-08no(k)	665	1435	0,68
VBG-08wo(k)	665	1000	0,68

Dopuszczalne tolerancje wymiarowe dla płyt typu „BG”	
Szerokość	±7 mm
Grubość	±3 mm
Długość	±10 mm
Głębokość kanału szynowego	+2 mm
Usytuowania osi kanałów szynowych w stosunku do osi płyty	±5 mm
Odległość osi kanałów szynowych od siebie	±4 mm
Położenie wysokościowe kanałów szynowych względem siebie	±4 mm

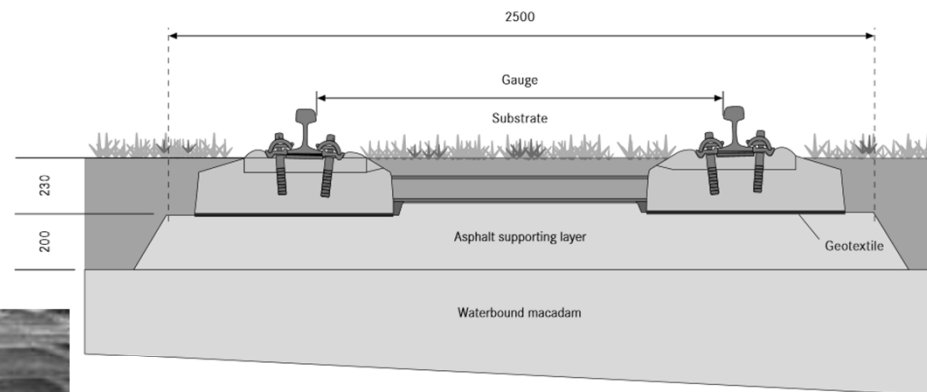
Właściwości techniczno – użytkowe betonu płyt tramwajowych typu „BG”			
Właściwość	Jednostka	Wymagania	Metody Badań wg.
Klasa betonu	-	≥ C35/45	PN-EN 206-1
Nasiąkliwość	%	≤ 5	Procedura IBDiM Nr PB/TB-1/22
Mrozoodporność	-	≥ F150	Procedura IBDiM Nr PB/TB-1/22
Ścieralność na tarczy Bohmego	mm ³ /5000mm ²	≤ 15000	PN-EN 14157:2005

Z betonu cementowego

- w postaci ławy wylewanej na mokro, w deskowaniu tymczasowym albo „traconym”
- o grubości od 20 do 25 cm
- z betonów klas:
 - C30/37 – na szerokość 2,4 m (tor 1435 mm) albo 2 m (tor 1000 mm) względem osi toru
 - C25/30 – na międzytorzu albo na zewnątrz torów
 - C20/25 – podbudowa dolna dla toru węgierskiego
- dylatowana co 6 m wzdłuż toru, poprzez:
 - umieszczenie podczas betonowania pasków (grub. 2 cm) styropianu
 - nacięcie szczelin od góry na 1/3 wysokości płyty
- bez zbrojenia albo zbrojona:
 - zawsze albo tylko:
 - w rozjazdach
 - nad stropami przejść podziemnych
 - przy zastosowaniu mat wibroizolacyjnych
 - siatkami z prętów stalowych A-III N, $f_t=10$ mm, o oczkach 20x20 cm:
 - pojedynczymi (od dołu - na $\frac{1}{4}$ wysokości płyty)
 - podwójnymi (od góry i od dołu – na $\frac{1}{4}$ i $\frac{3}{4}$ wysokości płyty)
 - zbrojeniem rozproszonym (beton z dodatkiem włókien polimerowych)
- jeśli układana na kruszywach – wskazane wykonanie pośredniej warstwy z betonu C8/10 (chudy beton) o grubość od 5 do 10 cm (klinowanie, wyrównanie)

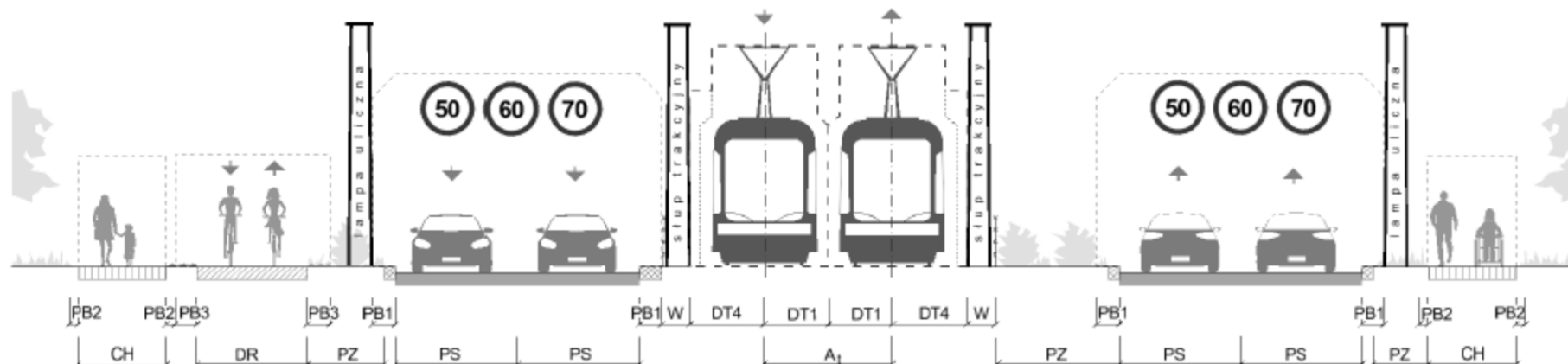
Z betonu asfaltowego

- układana drogowymi rozścielaczami mas bitumicznych
- podbudowa górna pod płyty toru węgierskiego – układana w trzech warstwach:
 - dolna i środkowa – asfaltobeton średnioziarnisty, grub. 4 – 5 cm
 - górna – asfaltobeton drobnoziarnisty, grub. 3 cm
 - na mostach i wiaduktach – tylko warstwa górna
- podbudowa dolna pod podkłady:
 - np. system **ATD-G** (z oferty firmy RAIL.ONE GmbH):



Więcej o przekrojach poprzecznych – WRD 43 – 3 (oraz wykład 7)

Ulice klasy G lub Z o przekroju 2/2 – słupy trakcyjne po zewnętrznych stronach torowiska (odcinek bez przystanków)



Wymiar minimalny [m] dla pudła wagonu o szerokości [m]	A _t rozstaw torów				DT1 kontur tramwajowej skrajni przestrzeni niezabudowanej	DT4 kontur tramwajowej skrajni dla budowli punktowych	W wymagany odstęp
	dla tras typu			A _{min}			
	TS	TB	TC				
2,40	3,50	3,00	3,00	2,90	1,45	1,70	zależy od wyposażenia: słupy, ogrodzenia
2,50	3,50	3,00	3,10	3,00	1,50	1,75	
2,65	3,50	3,30	3,50	3,15	1,58	1,83	
2,90	4,00	-	-	3,75	1,85	1,95	