TECHNOLOGIA ROBÓT KOLEJOWYCH

2. Budowa toru

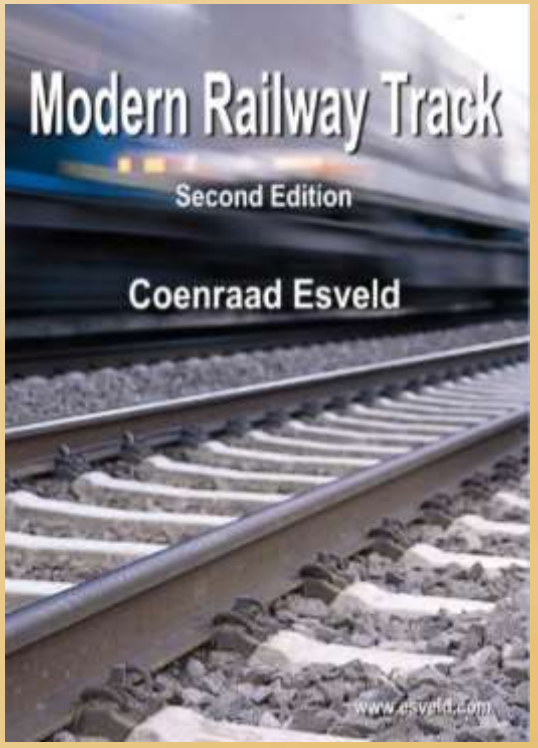
Metody budowy toru kolejowego o nawierzchni bezpodsypkowej

- Edilon LC-L, ERS (Embedded Rail System) i STS (Slab Track), EBS (Embedded Block System)
- Max Bögl - Feste Fahrbahn
- System ÖBB-PORR
- CDM - QTrack Embedded Rail System
- Rail ONE - RHEDA – 2000

dr inż. Jarosław Zwolski

Literatura

1. Esveld C., Modern railway track, MRT Productions, 2001, (rozdział 9)
2. Grulkowski S., Kędra Z., Koc W.: Drogi szynowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
3. http://www.max-boegl.de
4. http://tines.pl/
5. http://www.cdm.eu/
6. http://www.railone.com/
7. http://www.heitkamp-rail.de/
8. http://www.slabtrackaustria.com
9. http://www.zueblin.de
10. http://www.sonneville.com/
11. http://www.pfleiderer-track.com/





Podsypka vs płyta żelbetowa

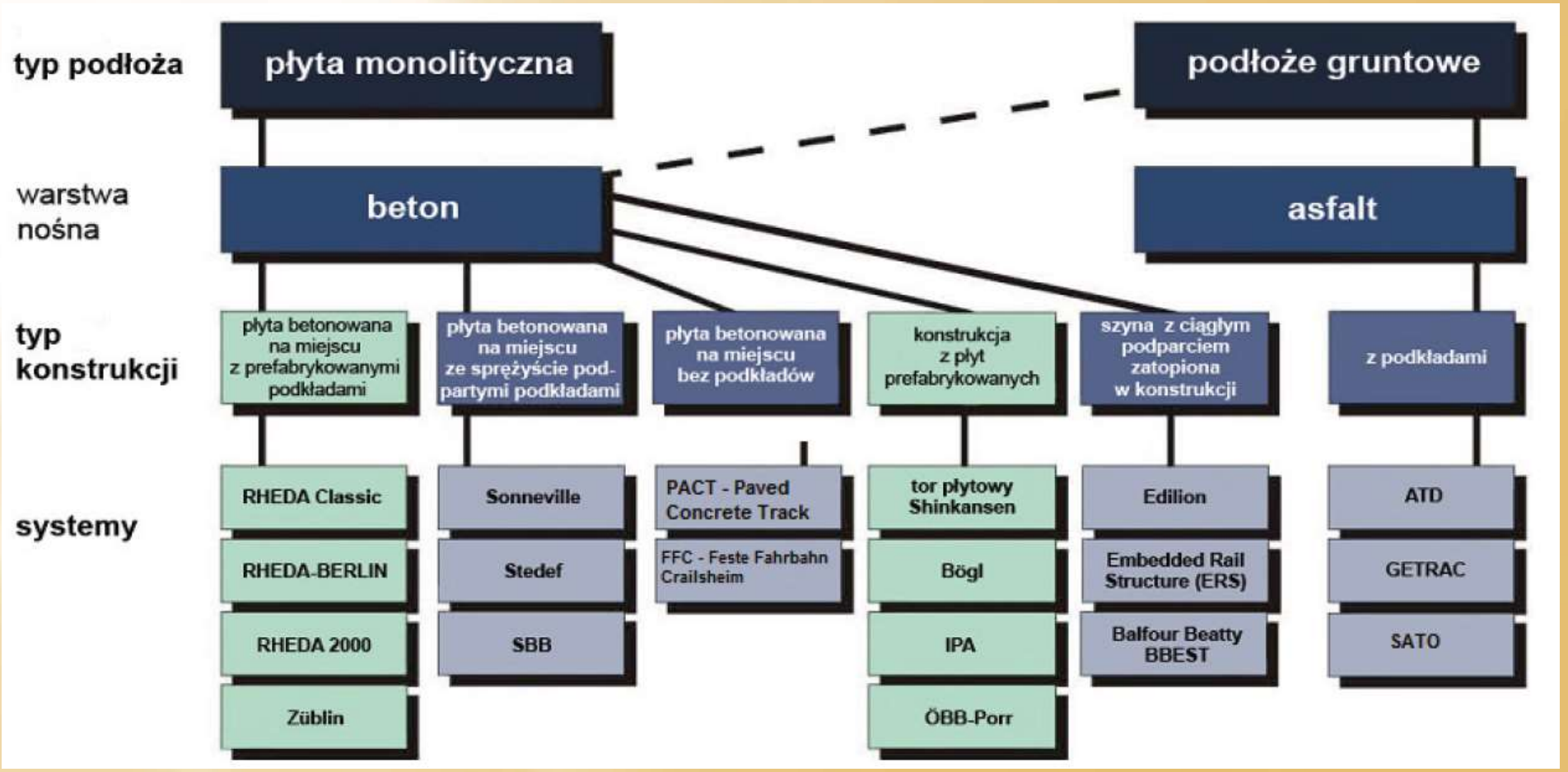
Zalety nawierzchni bezpodsypkowej:

1. Mniejszy koszt utrzymania, szczególnie przy dużych prędkościach (200 km/h), nie wymaga podbijania toru, oczyszczania podsypki (ok. 10% tego, co przy t. pods.)
2. Nie ma problemu fali uderzeniowej przy przejeździe z dużą prędkością.
3. Nie ma konieczności zamykania toru na czas czyszczenia podsypki
4. Większa sztywność poprzeczna toru (ma znaczenie na łukach)
5. Lepsza kontrola geometrii toru w 3D
6. Mniejsza wysokość konstrukcyjna (ma znaczenia na mostach, w tunelach)
7. Liniowe podparcie szyny umożliwia zmniejszenie zużycia (w niektórych konstrukcjach)

Wady nawierzchni bezpodsypkowej:

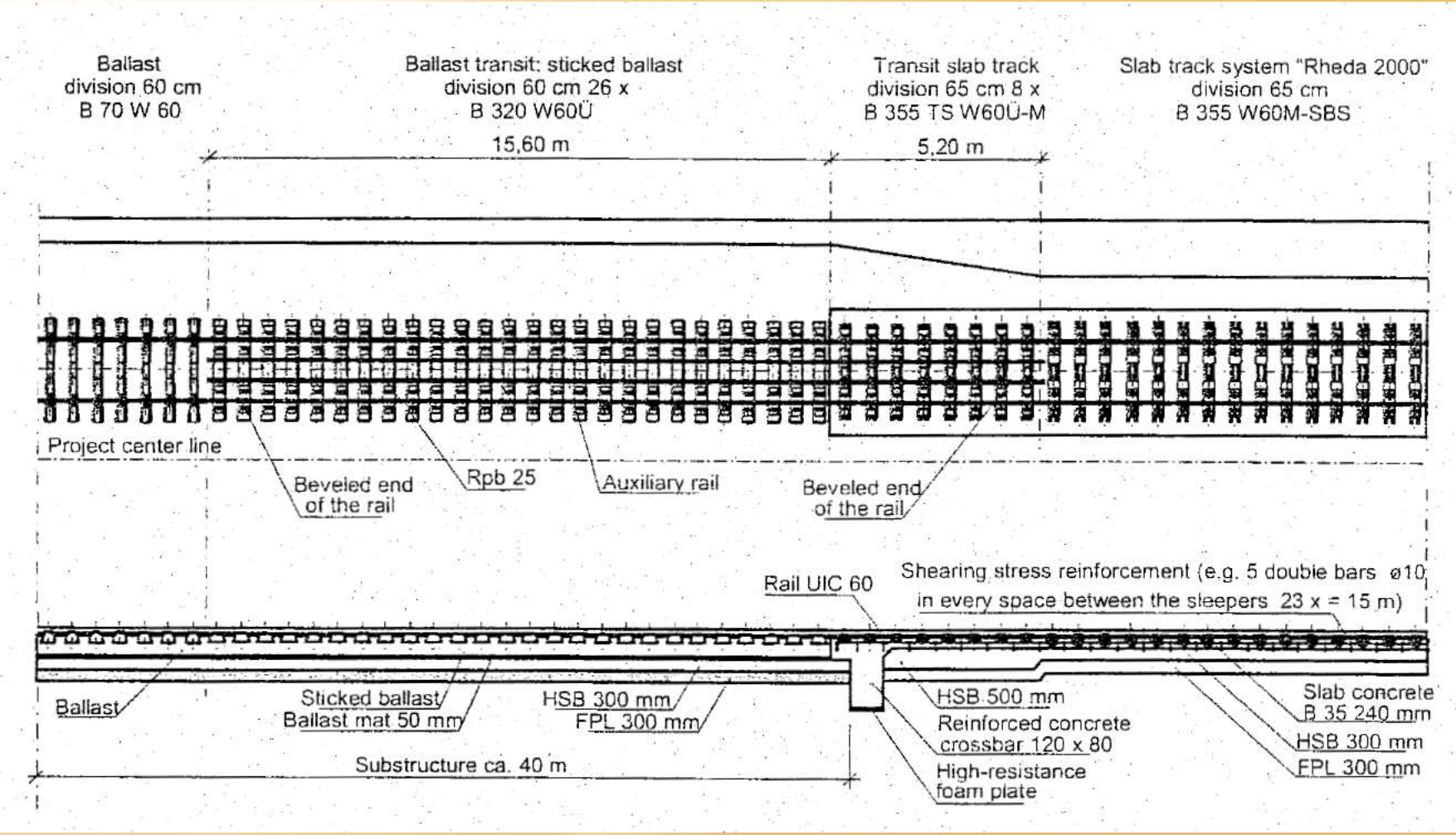
1. Skomplikowany montaż i większy koszt budowy (ok. 50%) od toru klasycznego
2. Duża wrażliwość na słabe grunty (nierówne osiadanie podtorza)
3. Duży koszt naprawy w przypadku osiadania podtorza
4. Niewielkie możliwości korekty zamocowania szyny (kilka cm)
5. W niektórych konstrukcjach mała przyczepność konstrukcji i słaby opór na przesuw boczny powoduje konieczność zastosowania dybli (oporników)
6. Duży koszt naprawy po wykolejeniu taboru
7. Większy hałas niż emitowany przez tor klasyczny (o ok. 5 dB)

Podsypka vs płyta żelbetowa

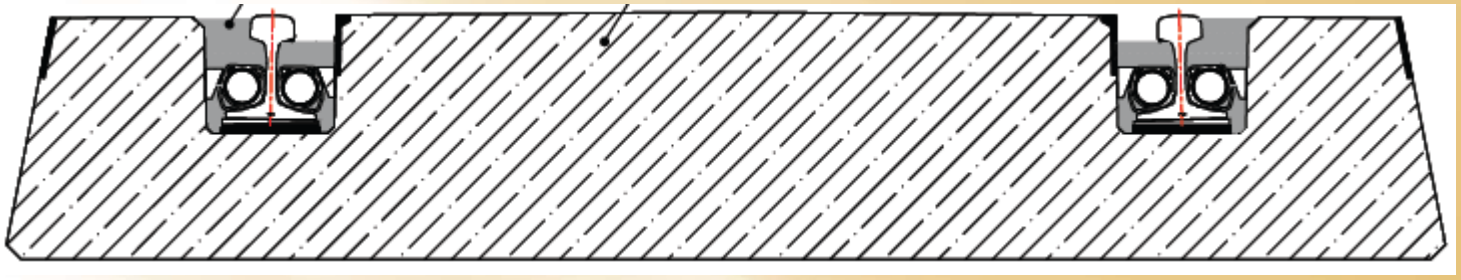


Podział nawierzchni bezpodsypkowych wg [2]

Połączenie podsypki i płyty



EDILON LCL (Level Crossing)



Bezpodsypkowa zintegrowana nawierzchnia kolejowo-drogowa typu Edilon

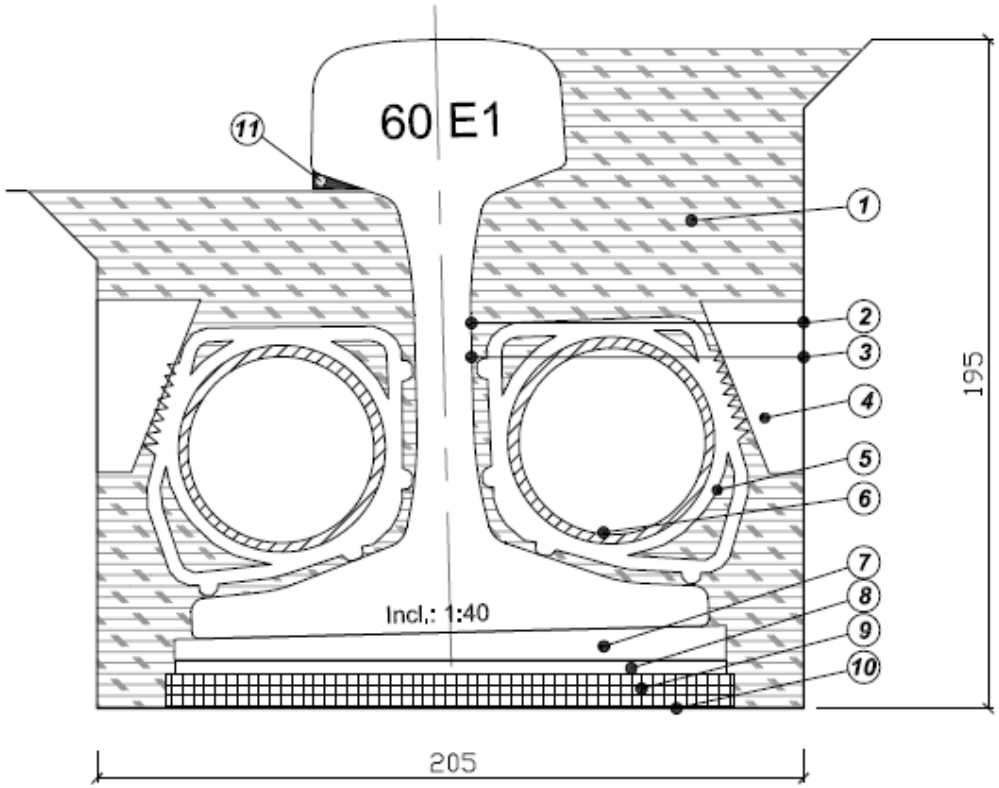
1. podłoże gruntowe o wtórnym module zagęszczenia >45 MPa,
2. warstwa niesortu kamiennego zagęszczonego warstwami do wartości modułu odkształcenia podłoża $E_2 \geq 120$ MPa, grubość 37 cm,
3. warstwa wyrównawcza z drobnego klińca lub chudego betonu,
4. prefabrykowane płyty żelbetowe Edilon LC-L
5. jako element mocujący zastosowano system szyny w otulinie – system ERS, zapewniający ciągłe sprężyste podparcie i przytwierdzenie szyn

Film 1

Film 2



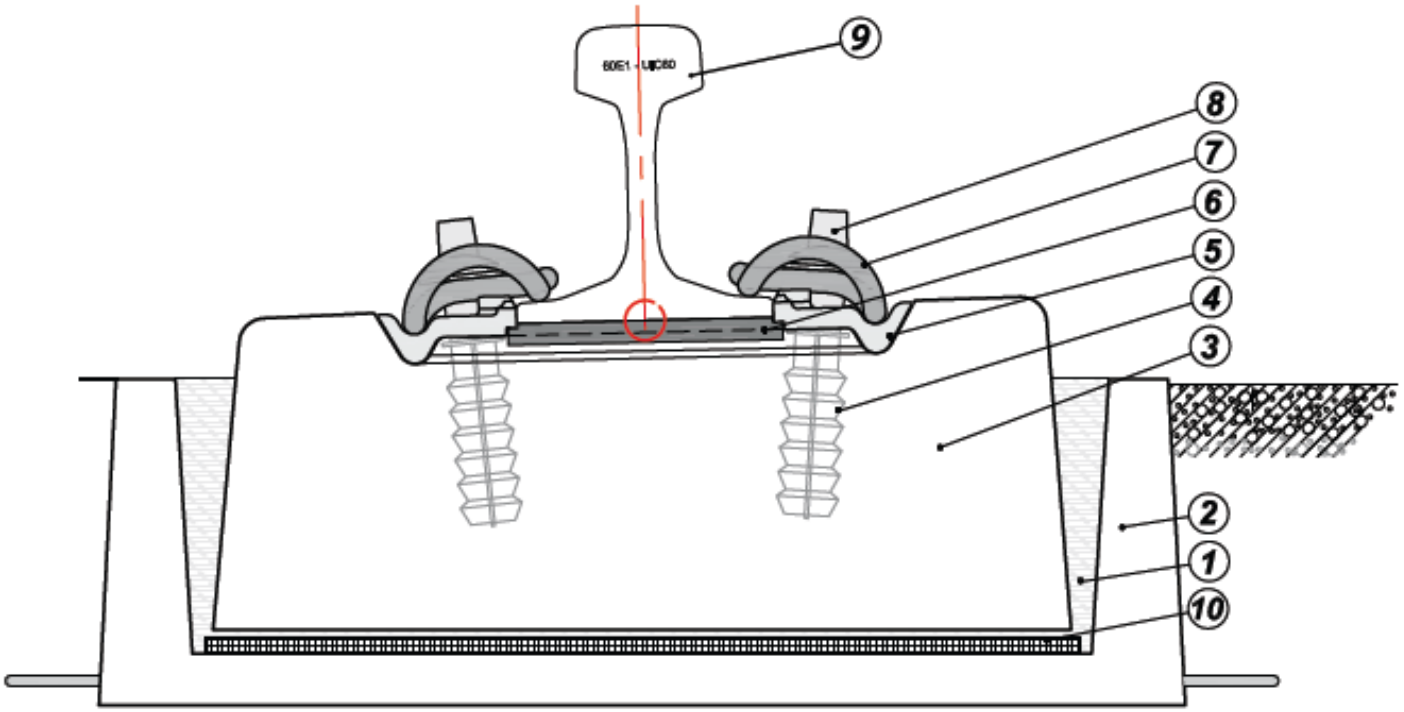
EDILON ERS (Embedded Rail System)



Prefabrykowana bądź wylewana na mokro płyta żelbetowa z ukształtowanymi kanałami szynowymi lub konstrukcja podbudowy z wyodrębnionymi stalowymi kanałami szynowymi. Szyny mocowane są w kanałach szynowych za pomocą masy zalewowej na bazie żywicy poliuretanowej Edilon Corkelast®, a ciągłe podparcie szyny zapewnia przekładka podszynowa Edilon Resilient Strip umieszczona pod jej stopką.

1. sprężysta otulina szyny – masa zalewowa Edilon Corkelast®, 2. powierzchnie zagruntowane materiałem Edilon Primer U90WB, 3. powierzchnie pokryte materiałem Edilon Primer 21 zwiększającym przyczepność masy zalewowej, 4. klin Edilon Wedge do regulacji położenia szyny w płaszczyźnie poziomej, 5. element mocujący rurę PCV – Edilon Spacer, 6. rura PCV - zmniejszająca zużycie masy zalewowej, może służyć również do przeprowadzenia kabli teletechnicznych, 7. podkładka klinowa Edilon Inclination Shim zapewniająca pochylenie szyny (1:20 lub 1:40), 8. podkładki podszynowe Edilon Shim do regulacji położenia szyny w płaszczyźnie pionowej, 9. ciągła, sprężysta przekładka podszynowa Edilon Resilient Strip, 10. klej Edilon Dex®-G do wklejenia przekładki podszynowej, 11. materiał uszczelniający Edilon Ediseal® VA-25

EDILON EBS (Embedded Block System)



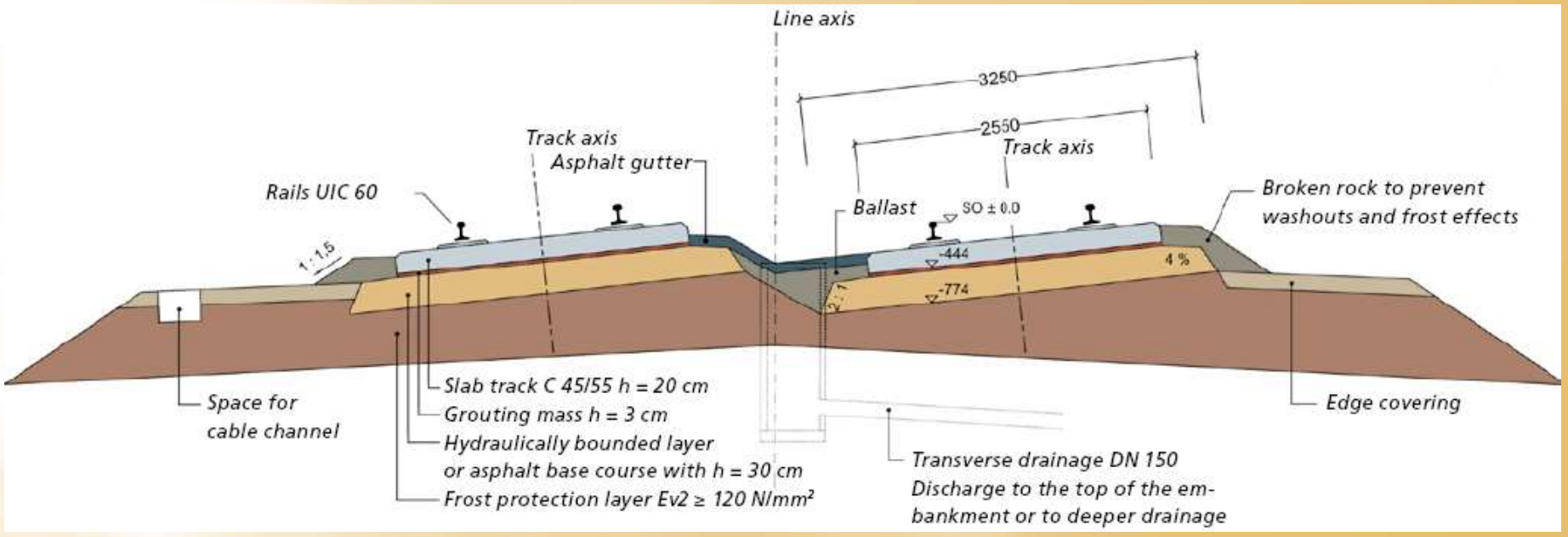
Szynowa podpora blokowa – wariant z prefabrykowanym gniazdem betonowym

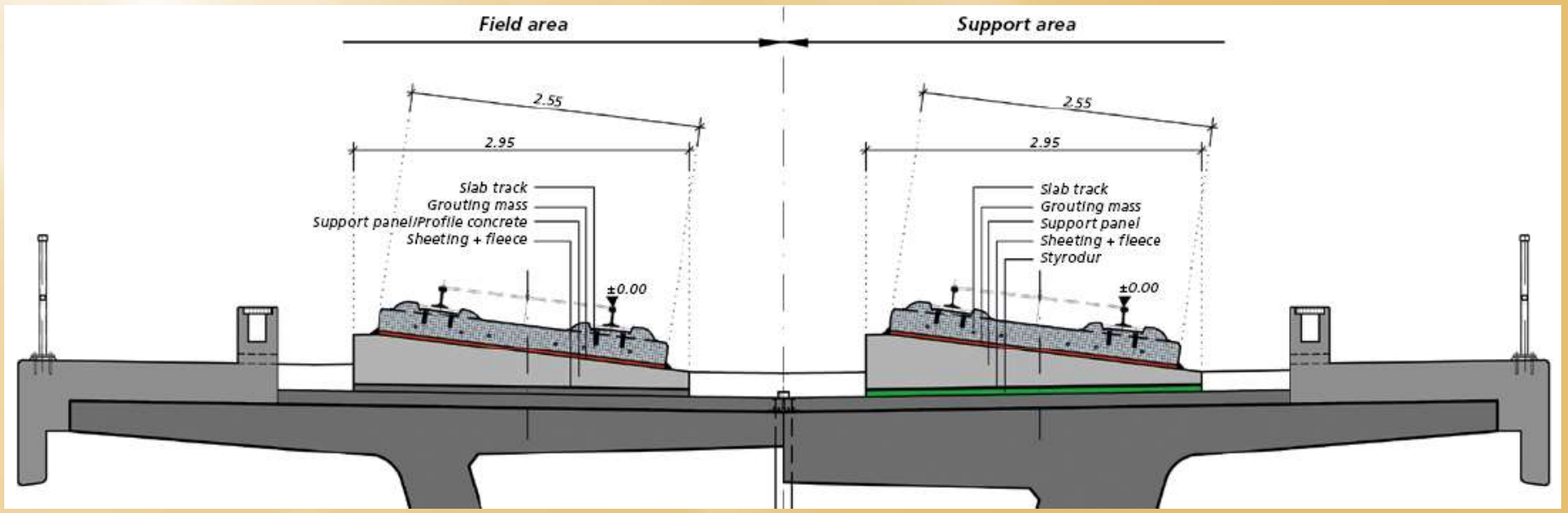
1. otulina bloku podporowego – masa zalewowa Edilon Corkelast®, 2. prefabrykowane gniazdo betonowe, 3. betonowy blok podporowy, 4. dybel śrubowy, 5. prowadnica kątowa, 6. przekładka podszynowa, 7. łapka sprężysta, 8. śruba, 9. szyna, 10. sprężysta podkładka wibroizolacyjna Edilon Resilient Strip.

Film 4

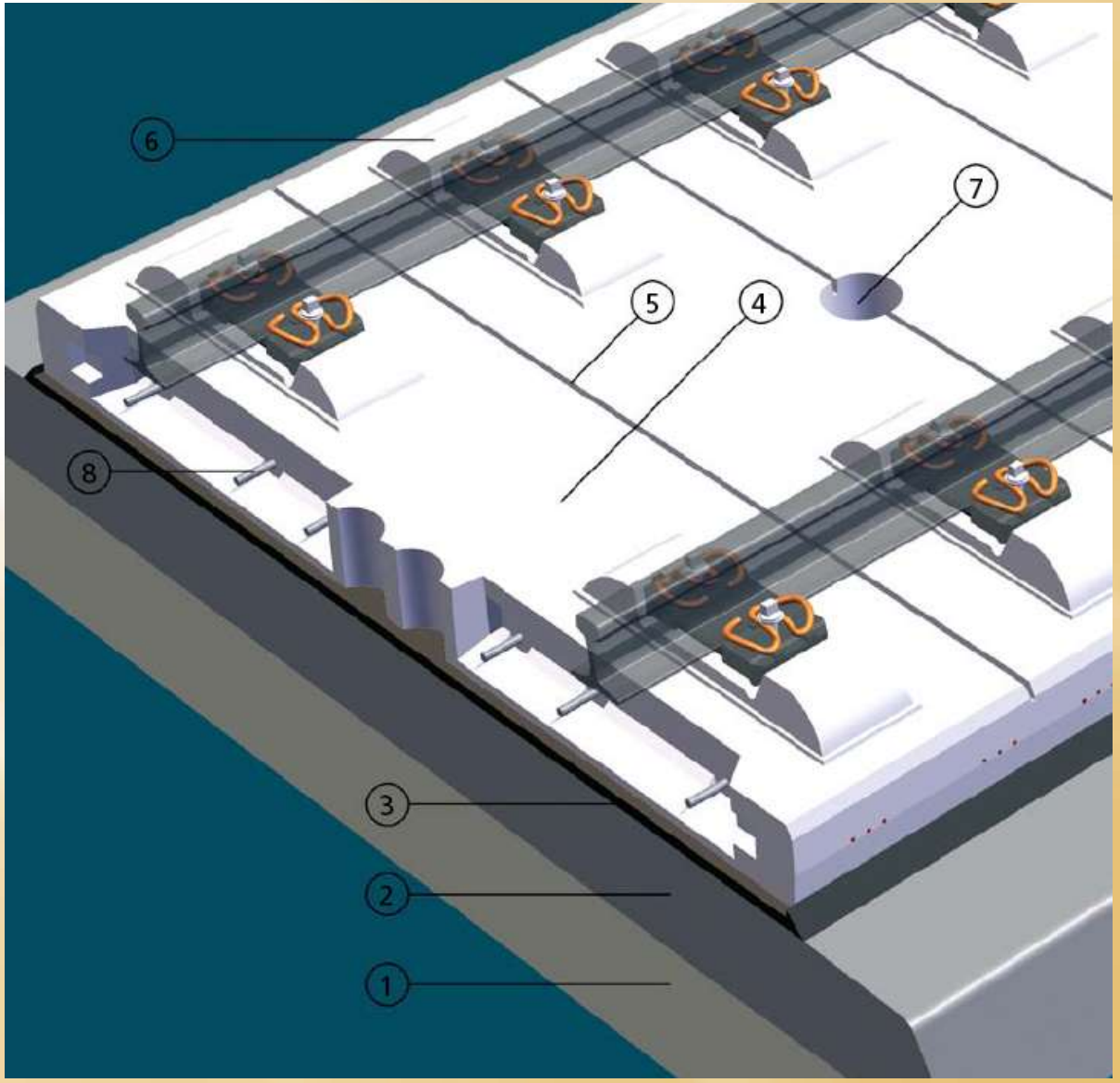
Szyny są przytwierdzone do pojedynczych betonowych bloków podporowych zabudowanych w prefabrykowanych gniazdach betonowych, kompozytowych lub stalowych przy użyciu sprężystej masy zalewowej Edilon Corkelast

MAX BÖGL - Feste Fahrbahn





MAX BÖGL

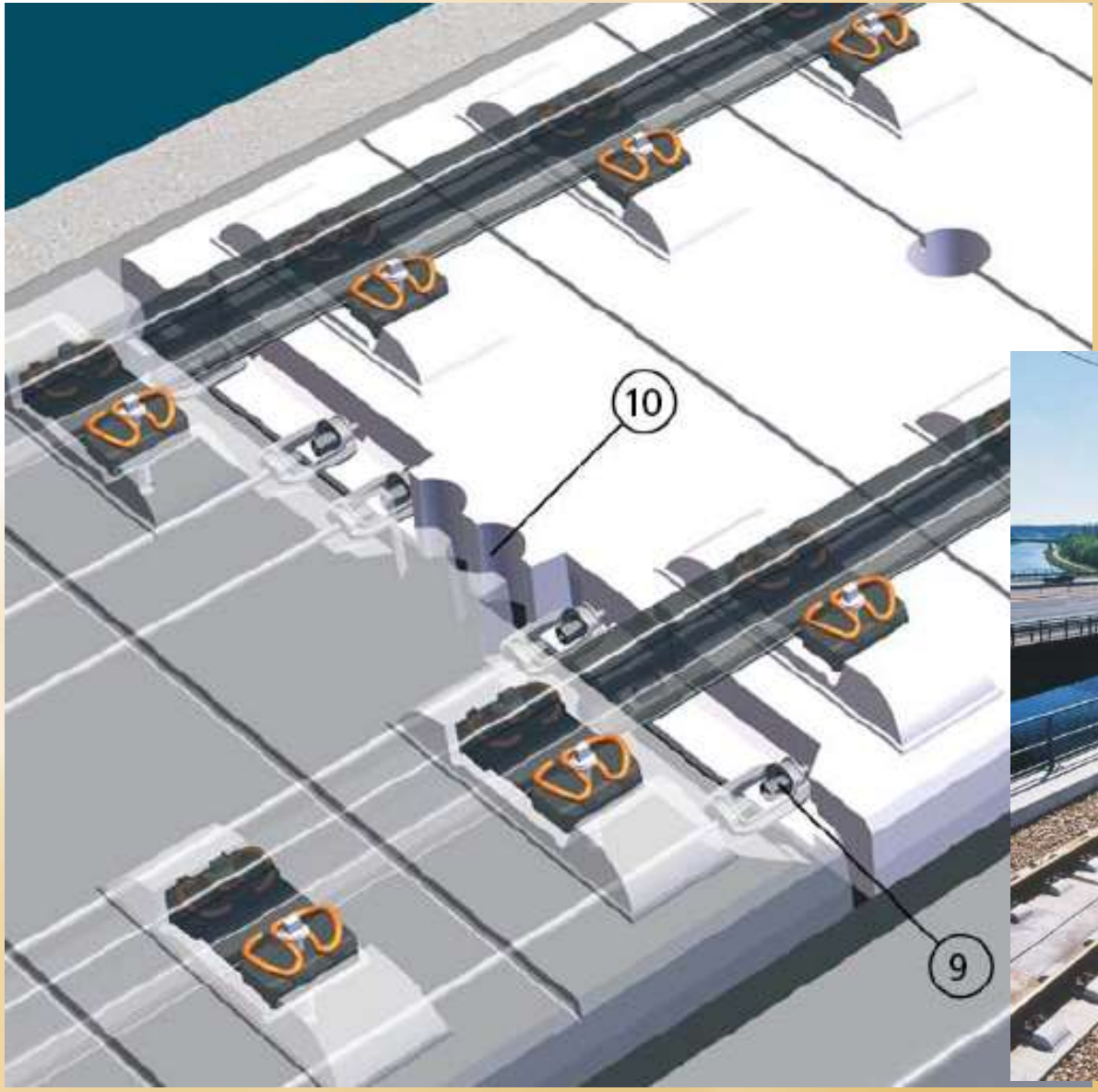


1. warstwa mrozoochronna
2. grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym, d=30 cm
3. podlewka bitumiczno-cementowa
4. płyta żelbetowa, sprężona lub z zbrojonego włóknem stalowym (6.50 x 2.25 x 0.20 m)
5. bruzda umożliwiająca zarysowanie
6. mocowanie szyny
7. otwór na wypływ podlewki
8. łączniki sąsiednich płyt

http://www.max-boegl.de

MAX BÖGL

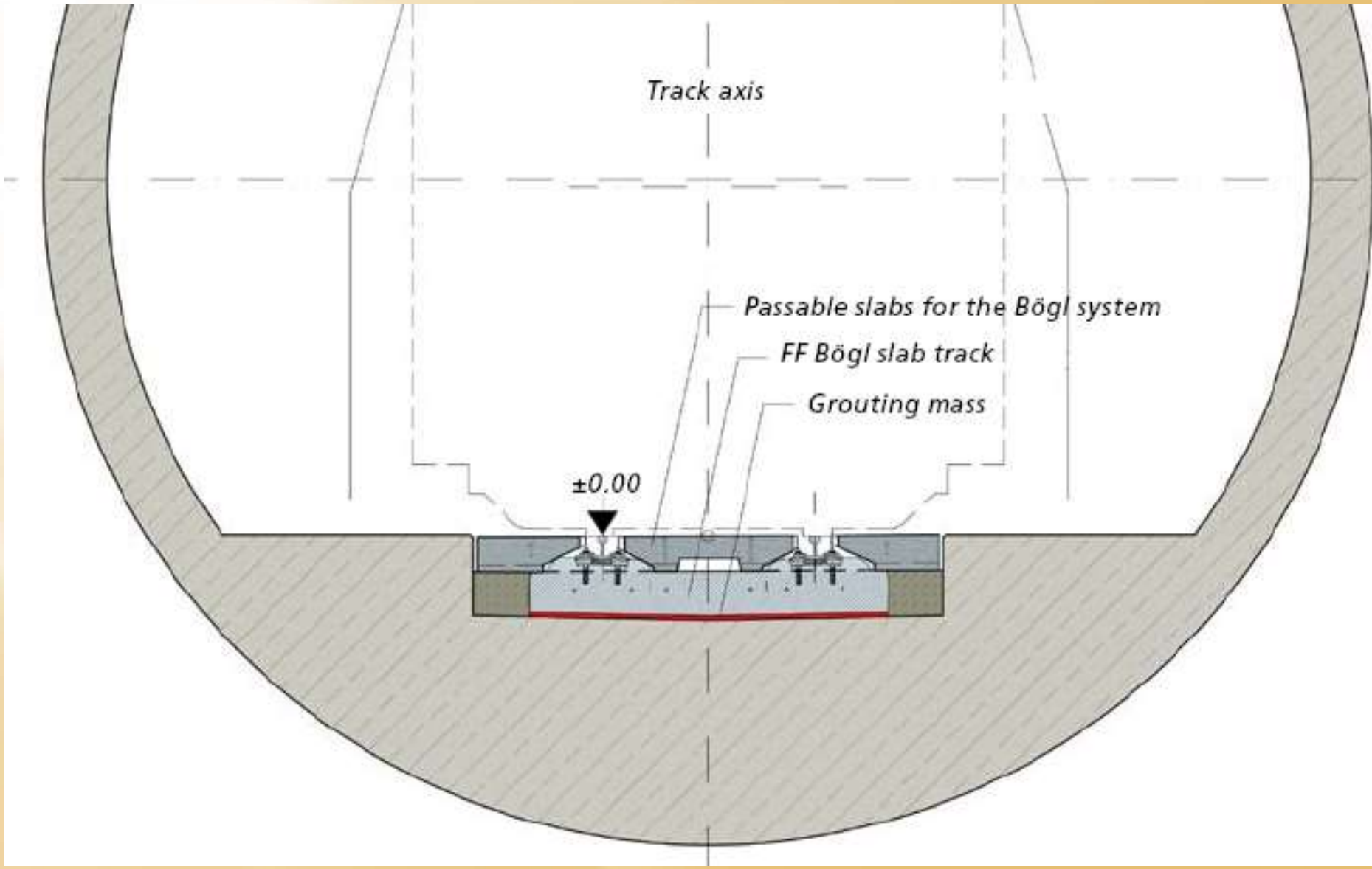
Film 5



9. Elementy do łączenia sąsiednich płyt oraz nakrętki
10. Szczelina konstrukcyjna

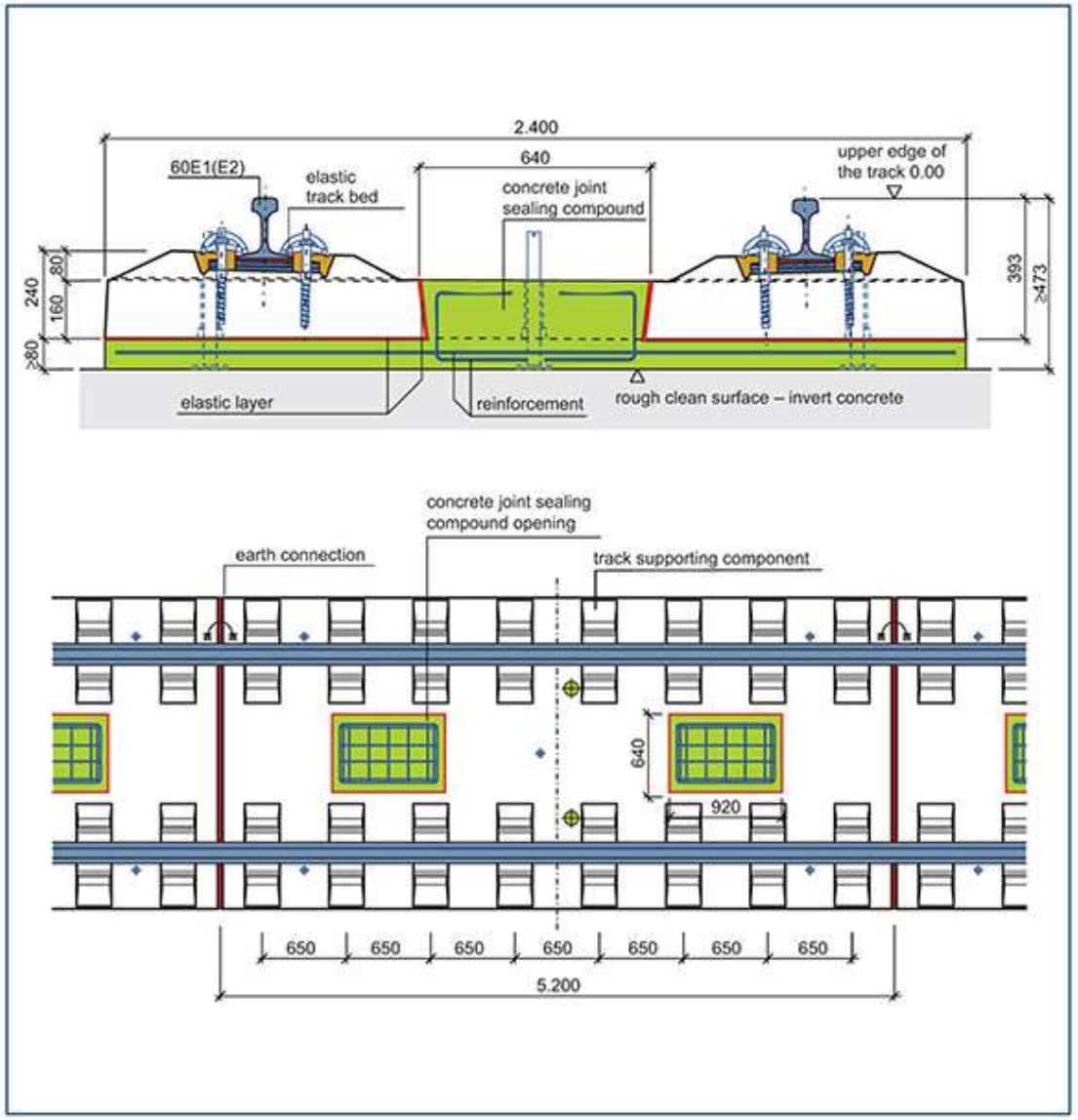


MAX BÖGL


Track axis
Passable slabs for the Bögl system
FF Bögl slab track
Grouting mass
±0.00

http://www.slabtrackaustria.com

System ÖBB-PORR



Slab track system ÖBB–PORR – cross section + top view





Film 6

CDM



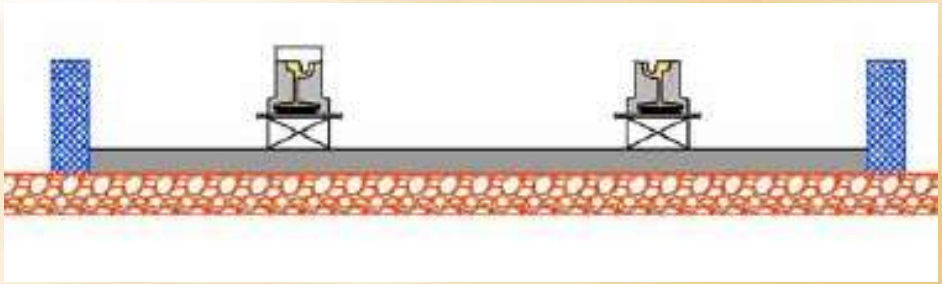
http://www.cdm.eu/

Film 7

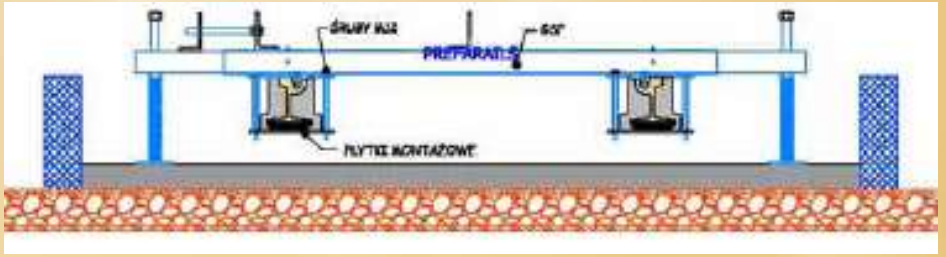
1. Betonowanie warstwy chudego betonu



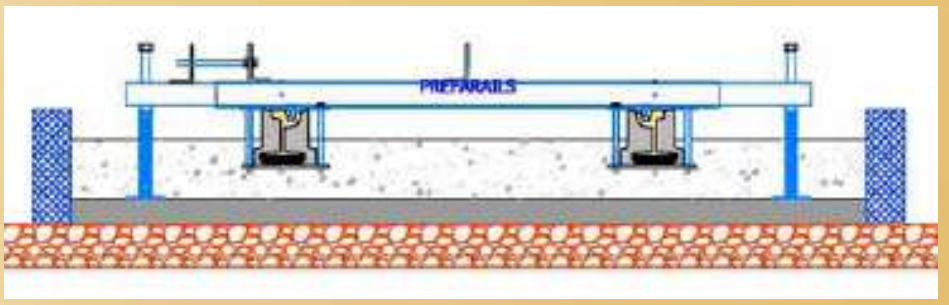
2. Ustawienie szyn z okładzinami na tymczasowych podkładkach w niwelecie przybliżonej do ostatecznej



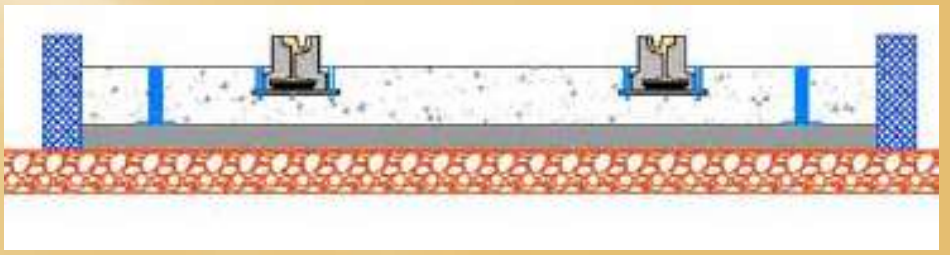
3. Ustawienie koziołków montażowych, podwieszenie szyn i zespawanie w całość, ustawienie w niwelecie docelowej



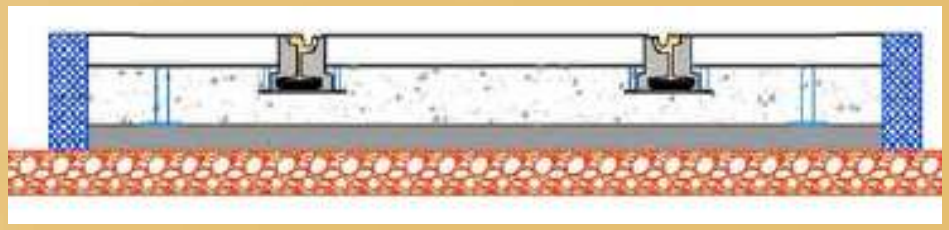
4. Ułożenie zbrojenia oraz betonowanie płyty



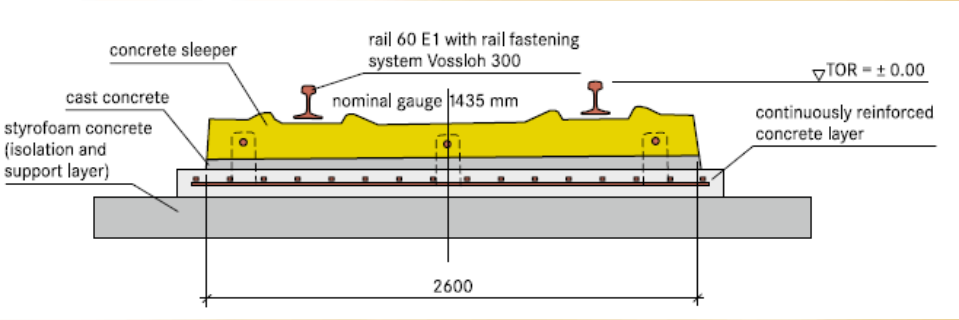
5. Demontaż koziołków



6. Wykonanie nawierzchni drogowej



RHEDA

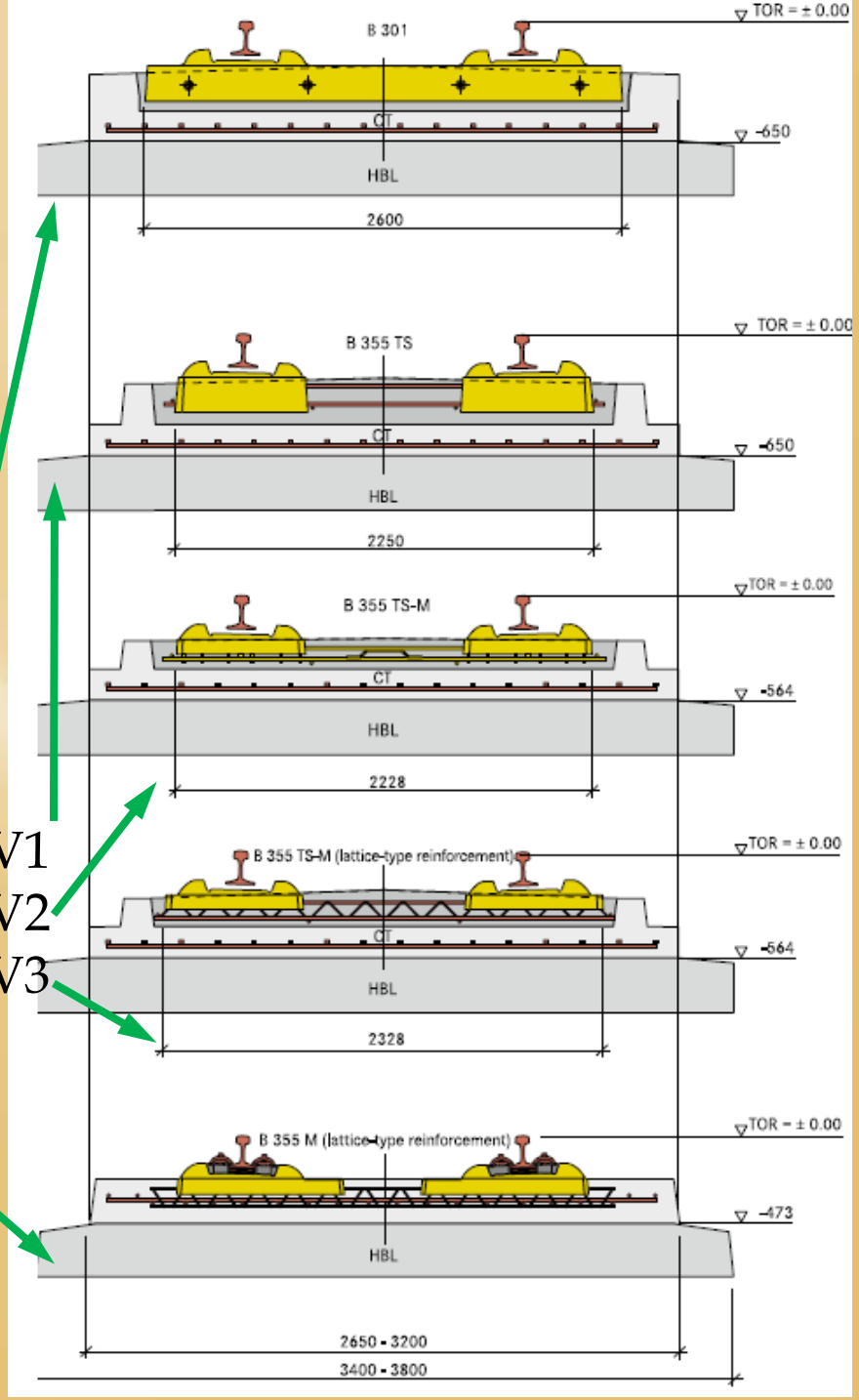


RHEDA (Classic)

1972 Rheda station



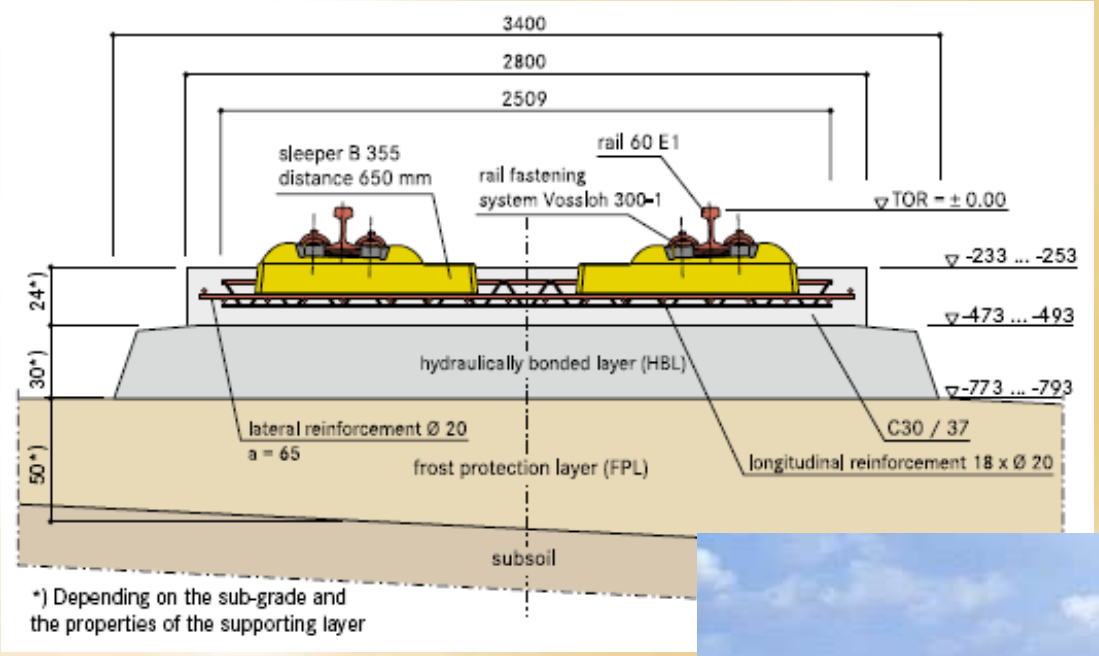
RHEDA (Sengeberg)
RHEDA-Berlin HST –V1
RHEDA-Berlin HST –V2
RHEDA-Berlin HST –V3
RHEDA 2000



http://www.railone.com/

http://www.railone.com/

RHEDA 2000



Schemat warstw

FPL – frost protection layer –
warstwa mrozoochronna

Gotowa linia dwutorowa



http://www.railone.com/

RHEDA 2000

Film 8
Film 9

PREPARATION OF THE SUBSTRUCTURE



Embankment

- Placing of the frost protection layer using conventional construction machines
- Placing of the hydraulically bonded layer using conventional construction machines



Civil structures

- Preparation of the civil structure surface and the possible track fixation elements according to the individual sub-/superstructure design

ASSEMBLY OF THE TRACK PANEL



Assembly on site

- Placing reinforcement
- Placing of single sleepers and installation of track reinforcement
- Installation of rails (temporary or final)



Pre-assembly

- Pre-assembly of the track panels on special sites
- Transport and placing of the complete track panels to the final installation location

ROUGH ALIGNMENT OF THE TRACK PANEL



Manual rough alignment

- Lifting and rough alignment of the track panel using manual devices (rail jacks, track alignment frames, etc.) and survey instruments



Automatic rough alignment

- Lifting and rough alignment of the track panel using automatic devices: e.g., rough alignment machines, remotely controlled by electronic surveying instruments

INSTALLATION OF THE TRACK FORMWORK

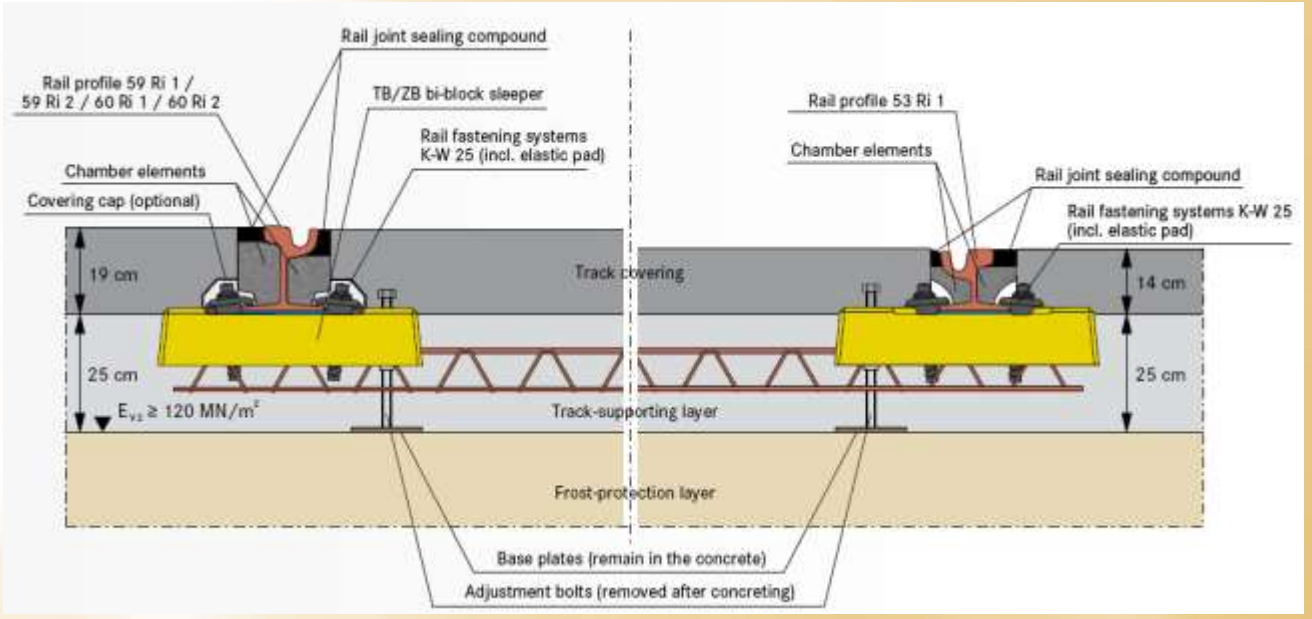


Possible kinds of formwork

- Individually / manually (on site) manufactured formwork (e.g., timber formwork)
- Pre-fabricated formwork system elements (usually of steel)
- Pre-fabricated (steel) formwork system elements with integrated rails for construction vehicles

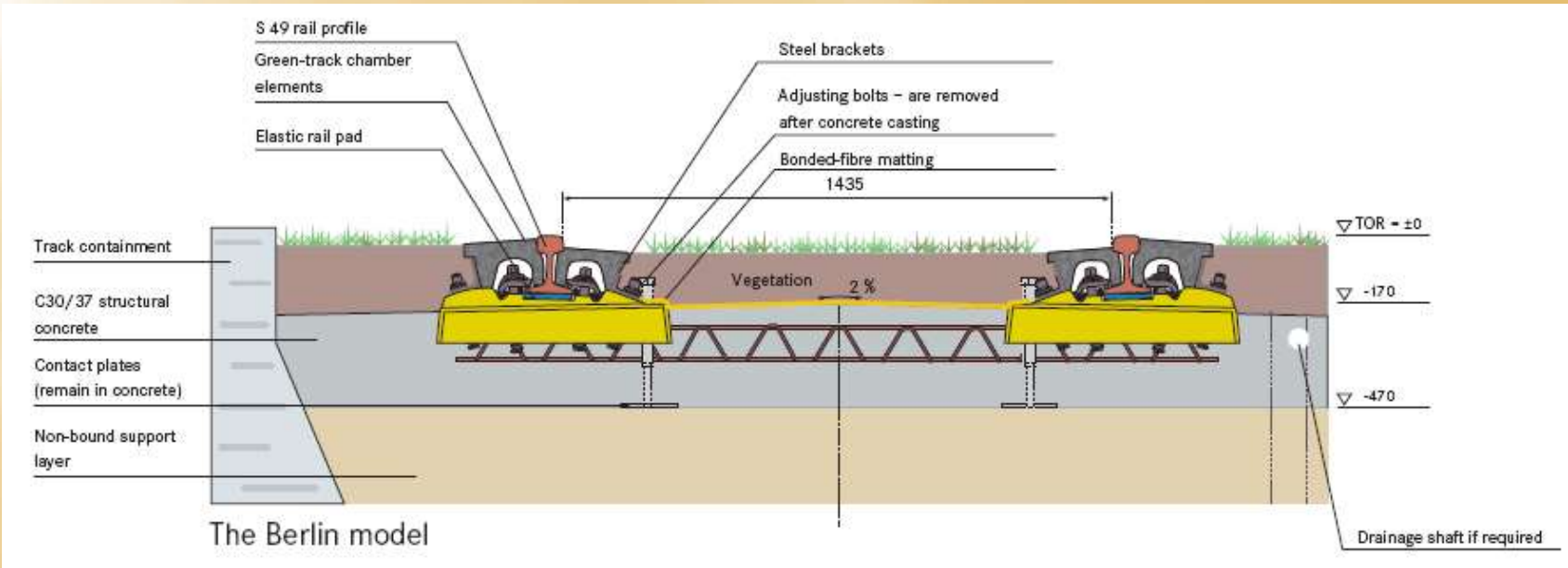


RHEDA CITY



Rheda City

Rheda City Green



The Berlin model

RHEDA CITY









Rozstaw podkładów 75 cm

RHEDA CITY





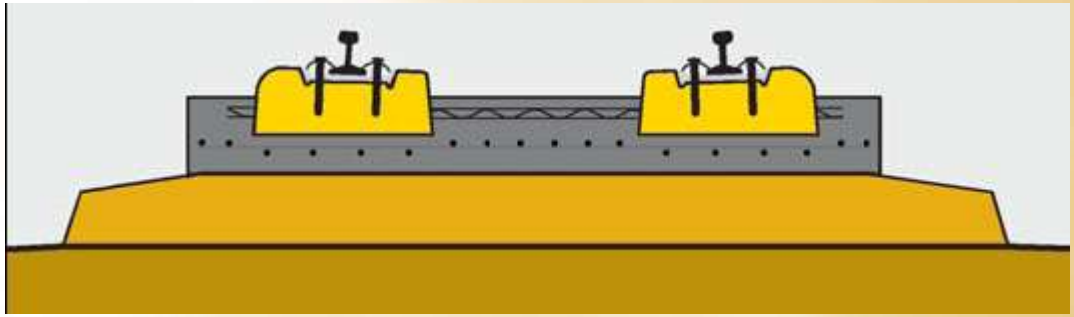




Rozstaw podkładów 75 cm

http://www.zueblin.de

ZÜBLIN

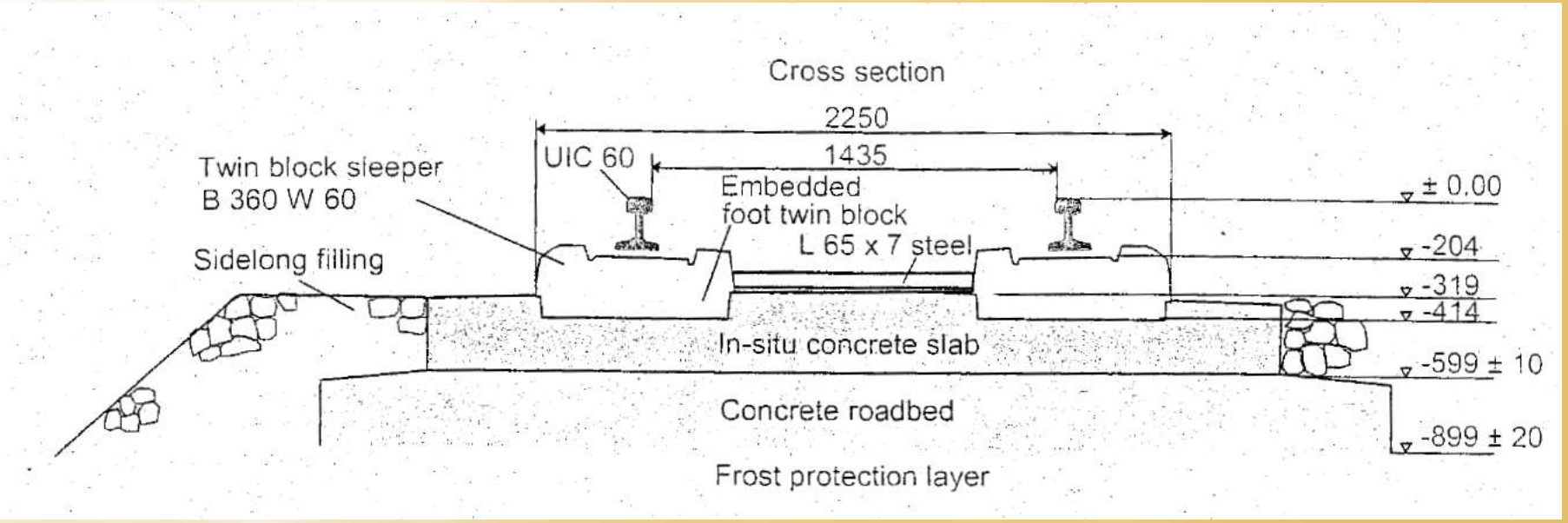




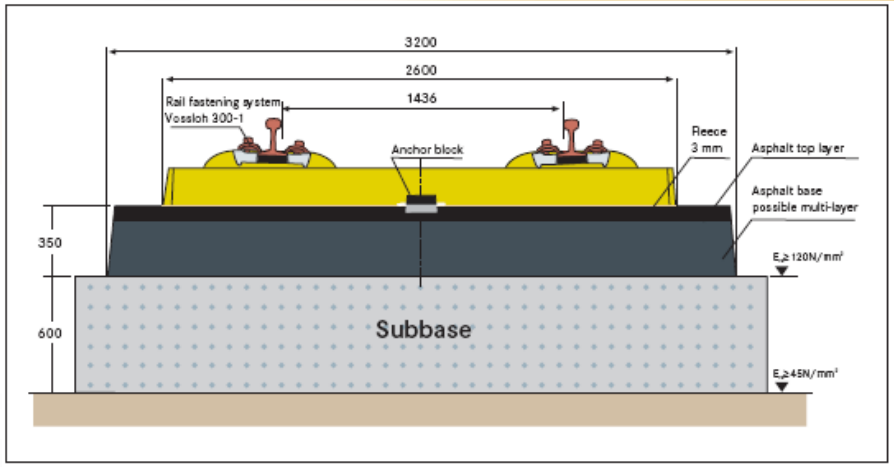




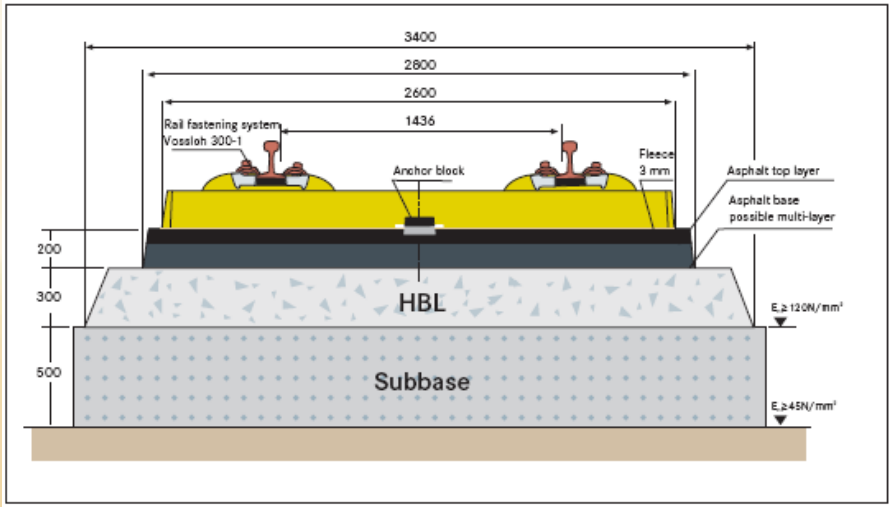
ZÜBLIN


Cross section
2250
1435
UIC 60
Twin block sleeper
B 360 W 60
Embedded
foot twin block
L 65 x 7 steel
Sidelong filling
± 0.00
-204
-319
-414
In-situ concrete slab
-599 ± 10
Concrete roadbed
-899 ± 20
Frost protection layer

GETRACK



System cross-section without HBL ($E_{V2} \geq 120$ mm²)



System cross-section with HBL ($E_{V2} \geq 120$ mm²)

HBL - hydraulically-bonded layer – warstwa gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym

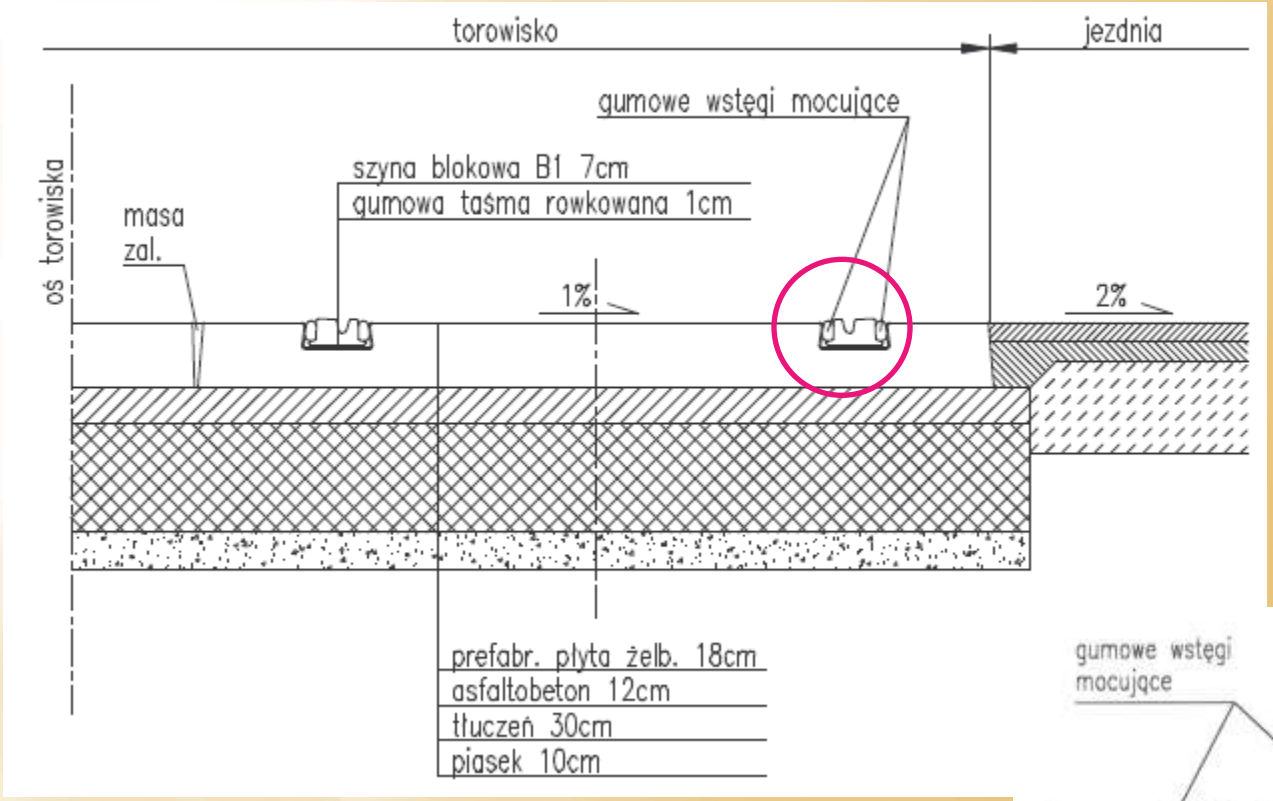


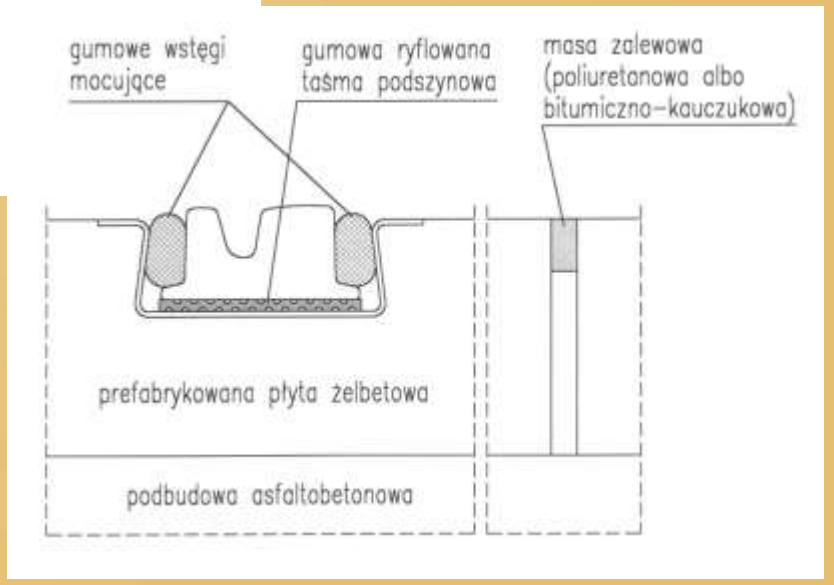
Schemat warstw

Gotowy tor

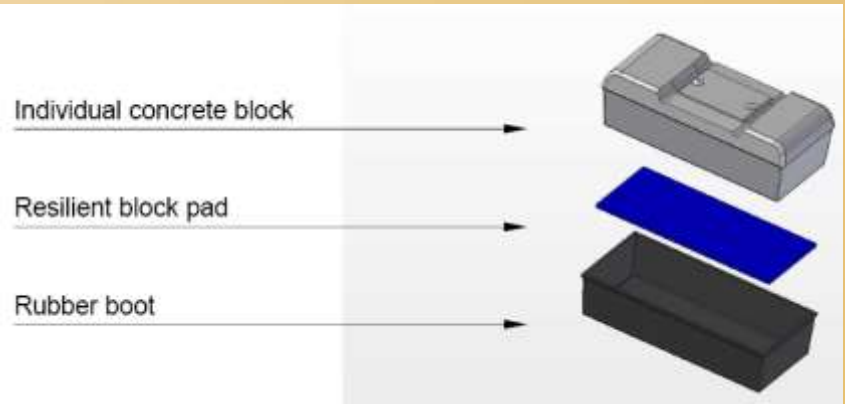
http://www.railone.com/

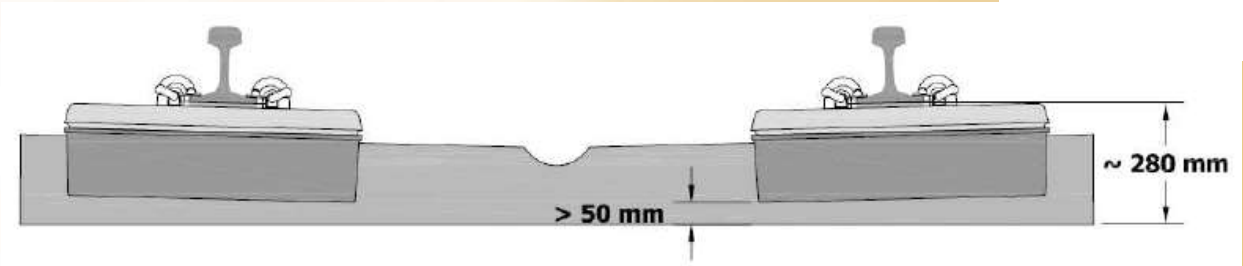
Tor węgierski (Nikex)





SONNEVILLE







Montaż toru w tunelu



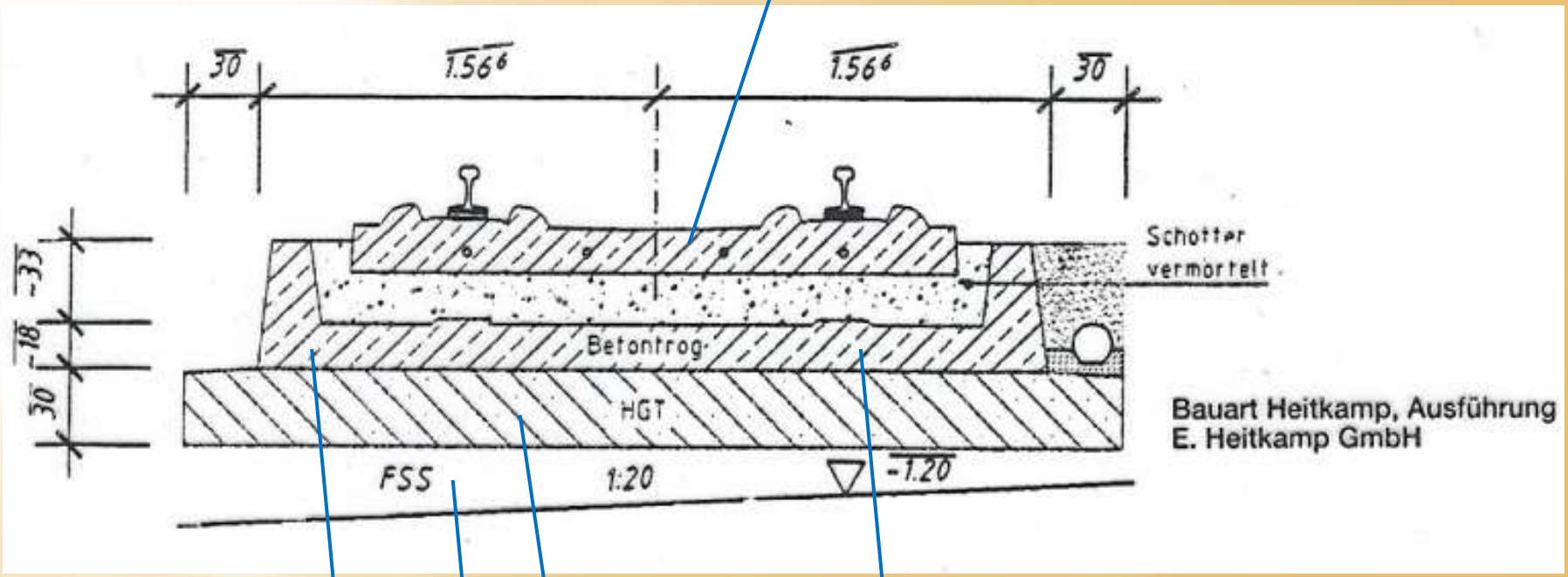
Gotowy tor

http://www.sonneville.com/

http://www.heitkamp-rail.de/

HEITCAMP

Podkłady żelbetowe z przymocowaniami



Betonowe koryto

Warstwa mrozoochronna

Wypełnienie koryta tłuczniem, który po skontrolowaniu geometrii toru i jego stabilizacji jest zalewany zaprawą cementową.

Grunt stabilizowany cementem