



PUR

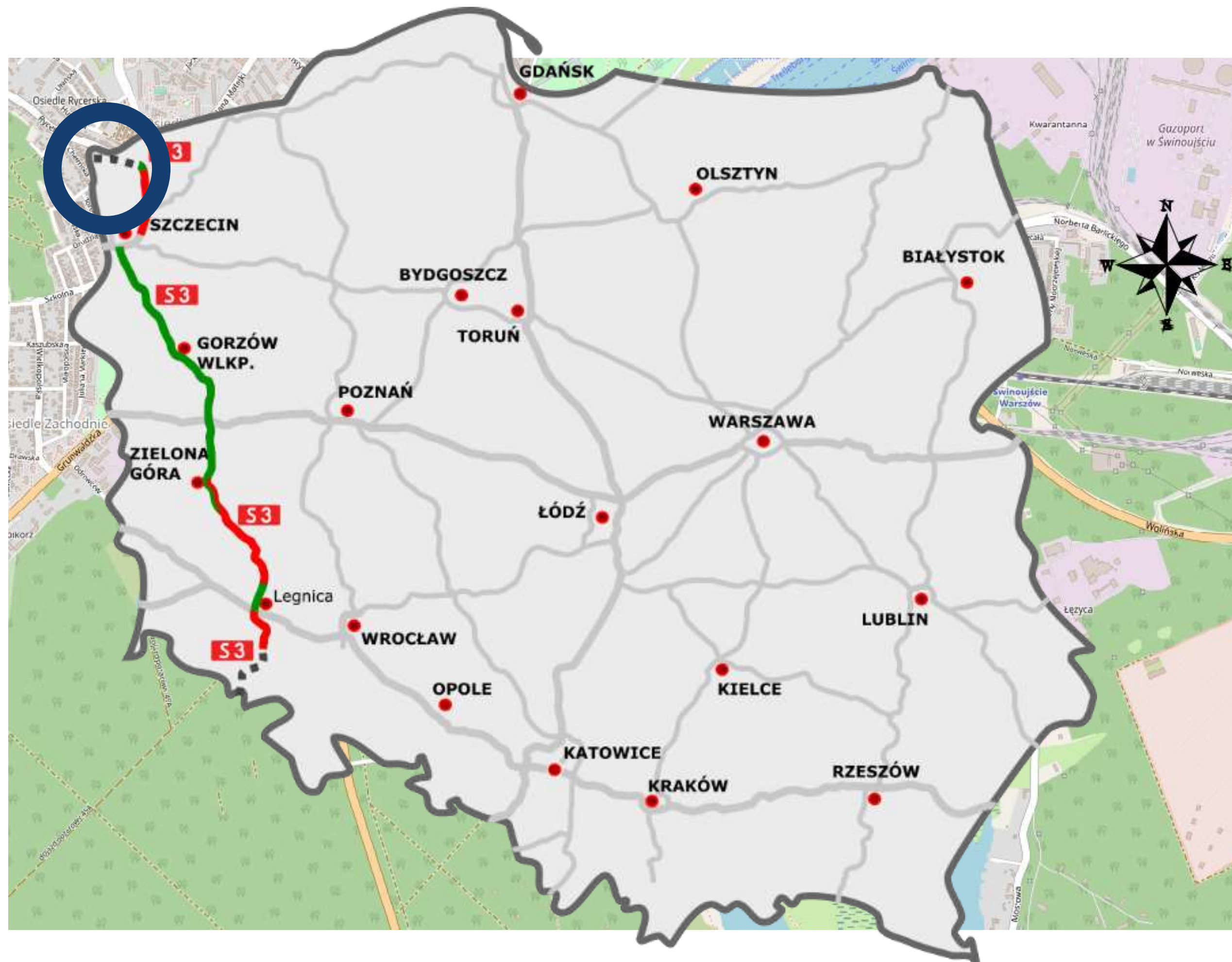
HOME OF CONSTRUCTION

The use of SFRC for the segmental lining of the Świnoujście tunnel

Wojciech NOWAK, 27.05.2025

PORR Bau GmbH

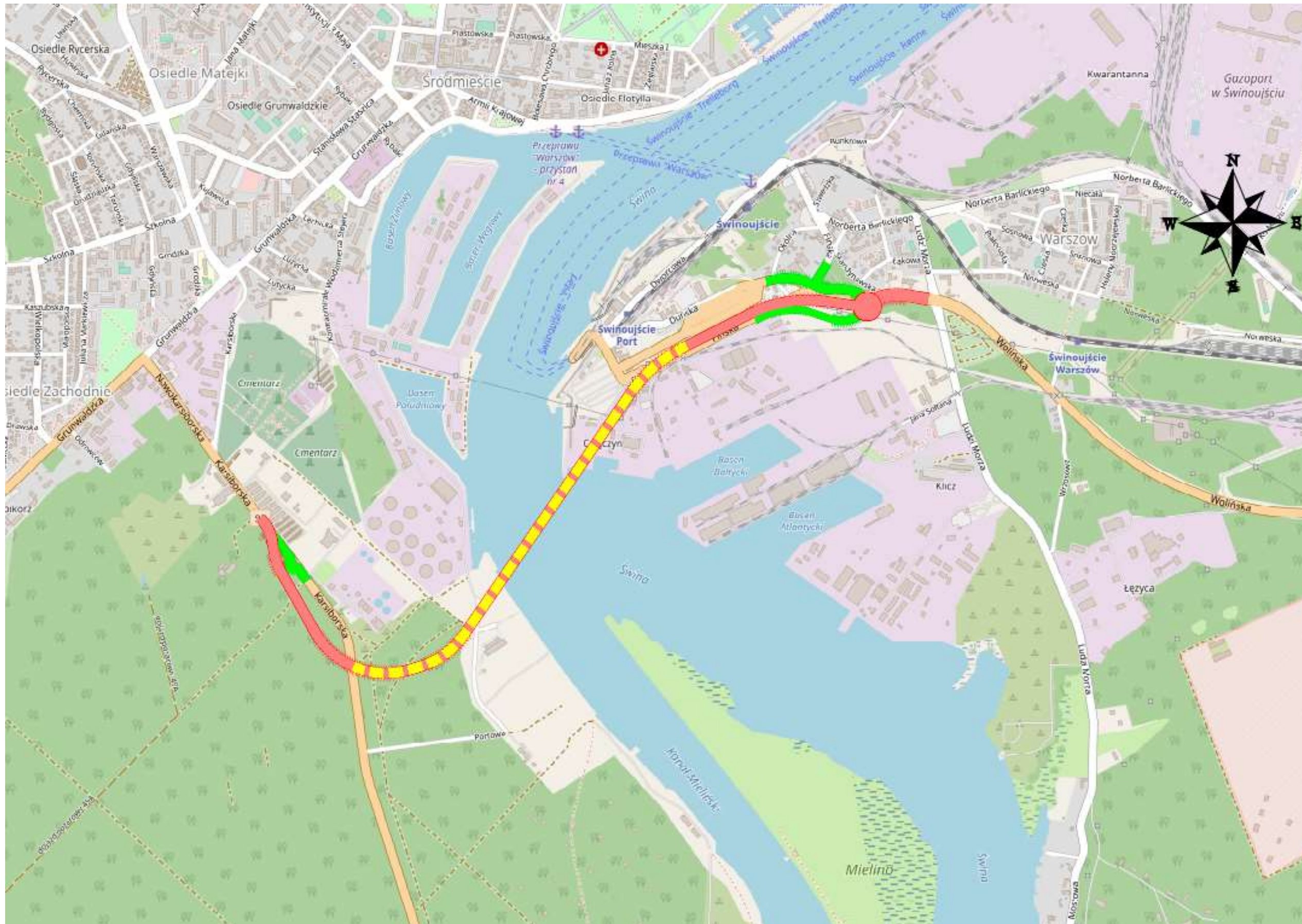
Lokalizacja inwestycji



Lokalizacja inwestycji

Teren miasta Świnoujście

Długość odcinka: 3,40km



DORR

Tunel pod Świną w Świnoujściu

Inwestor



Inwestor zastępczy

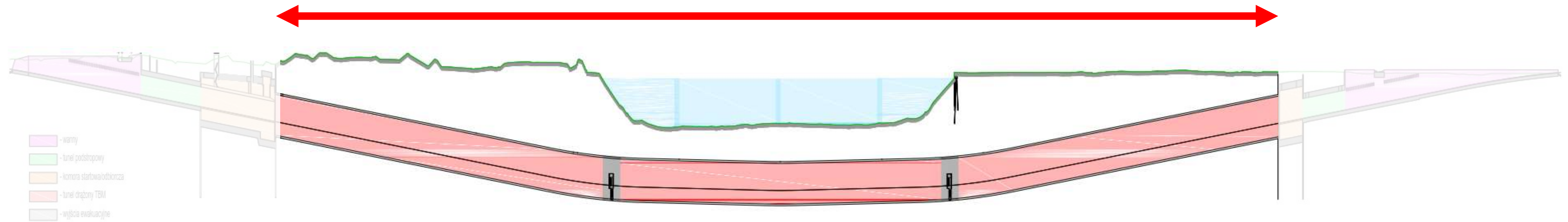


Wykonawca

PORR S.A. / GÜLERMAK /
PORR Bau GmbH



Przekrój podłużny:



~390 m

Rampa dojazdowa wraz z komorą startową po stronie wyspy Uznam

~1484 m

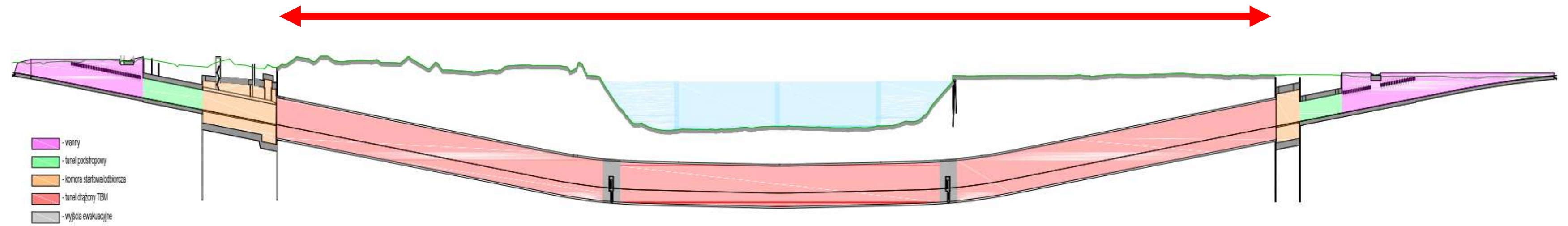
Tunel drążony TBM

~413 m

Rampa dojazdowa wraz z komorą odbiorczą po stronie wyspy Wolin

PORR

Przekrój poprzeczny:



1,48 km

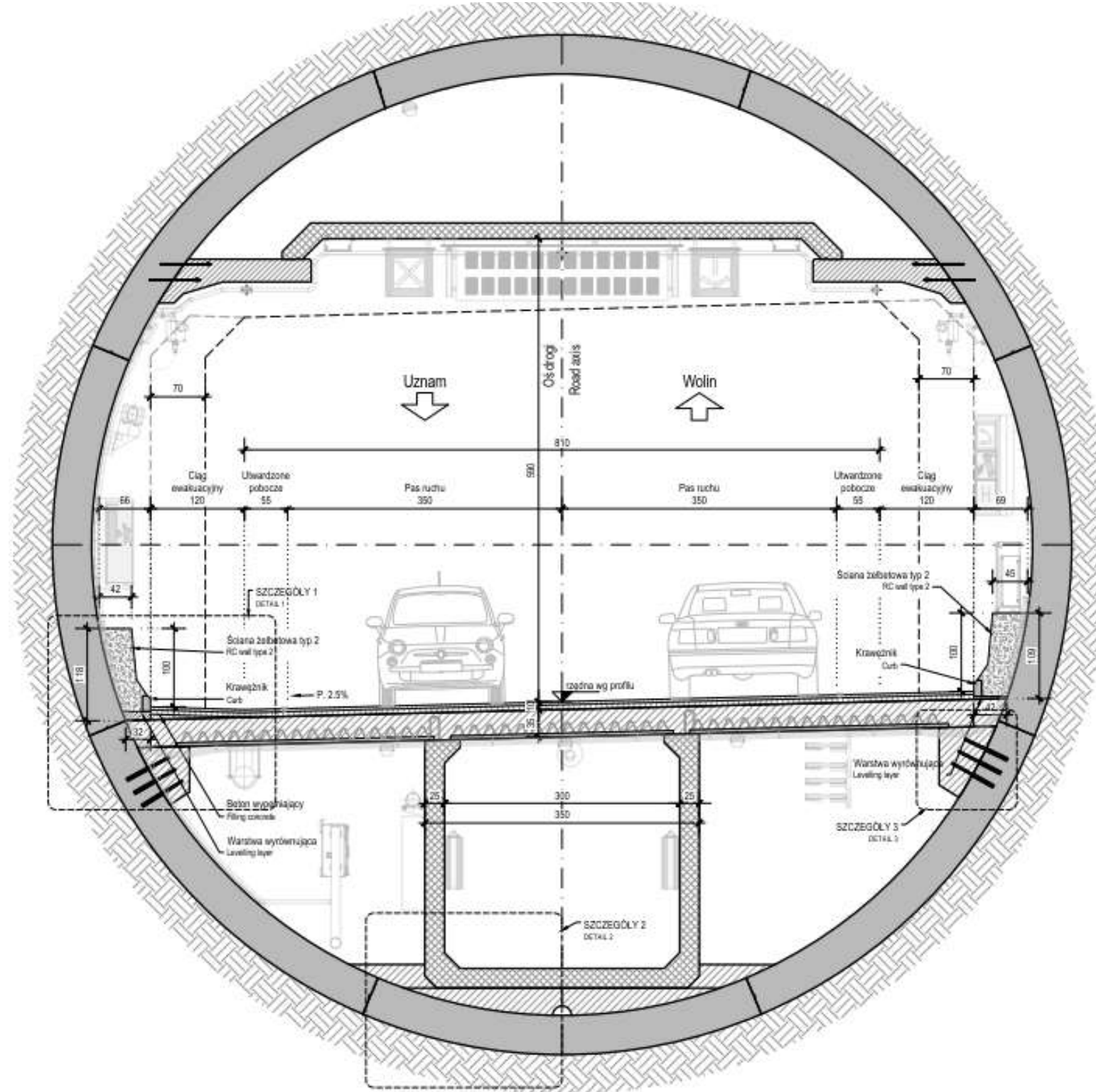
Długość tunelu TBM

12,0 m

Średnica wewnętrzna

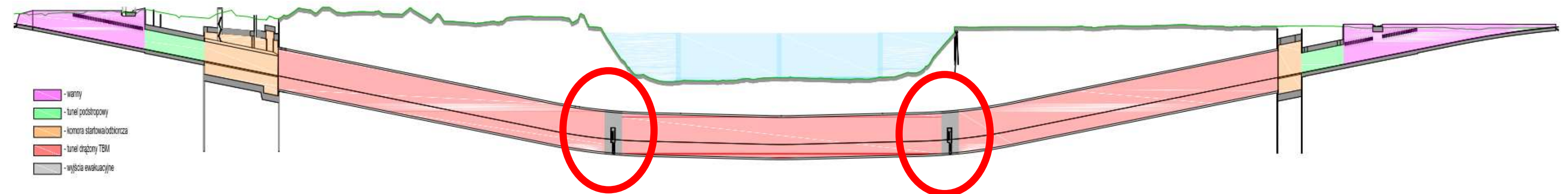
0,50 m

Grubość obudowy



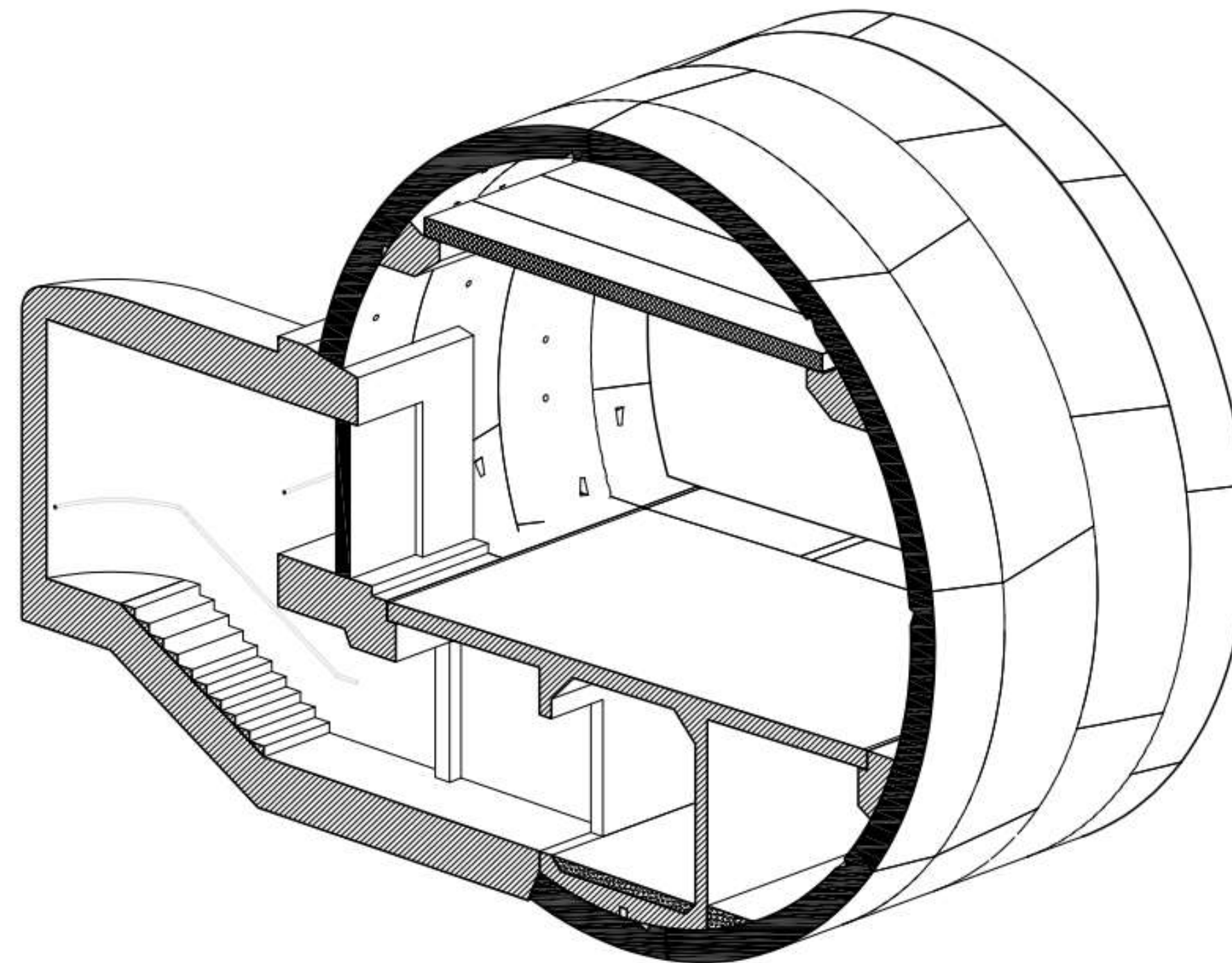
PORR

Wyjścia ewakuacyjne



max. 500 m

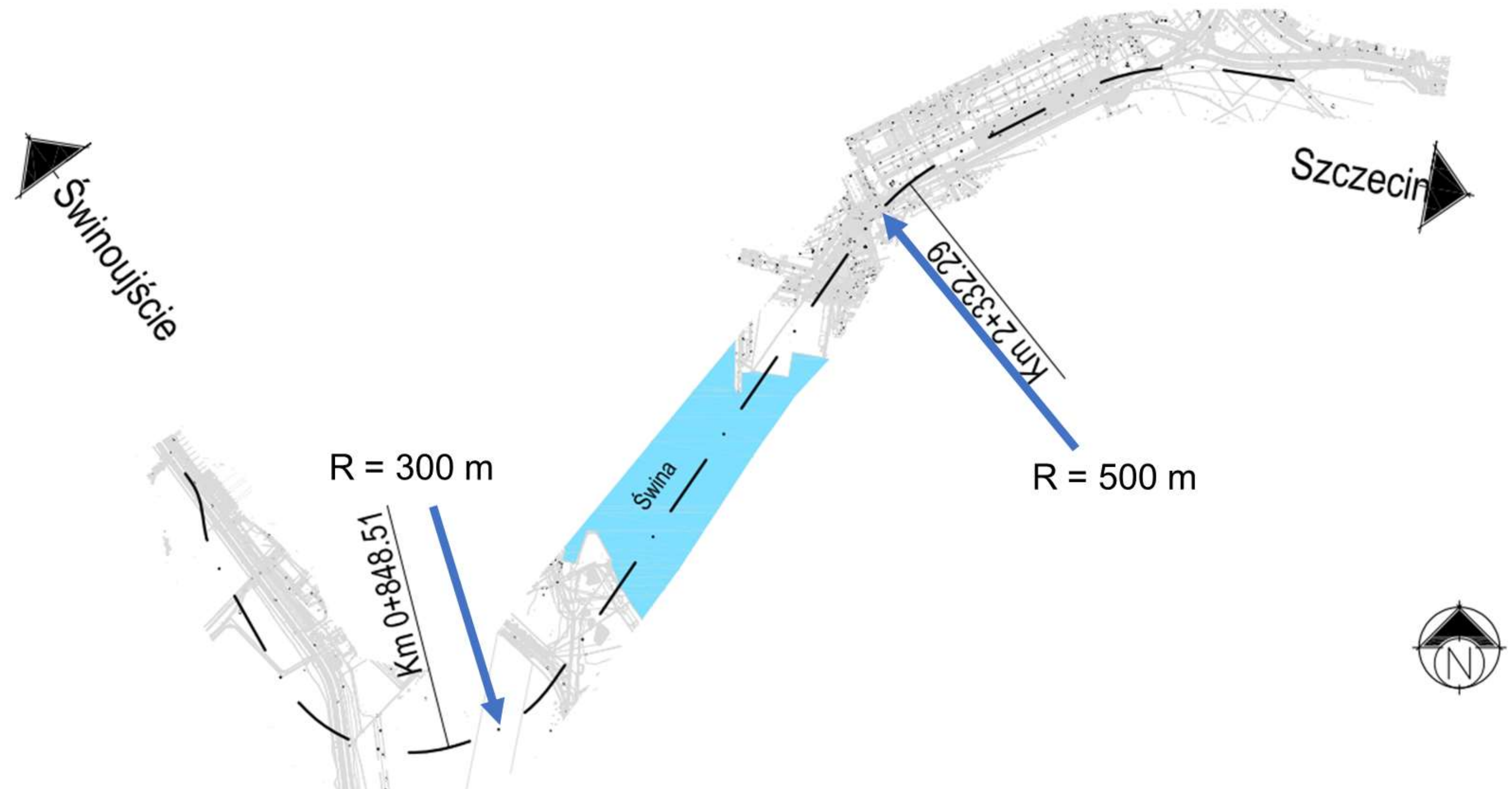
Odległość pomiędzy wyjściami



Geometria tunelu

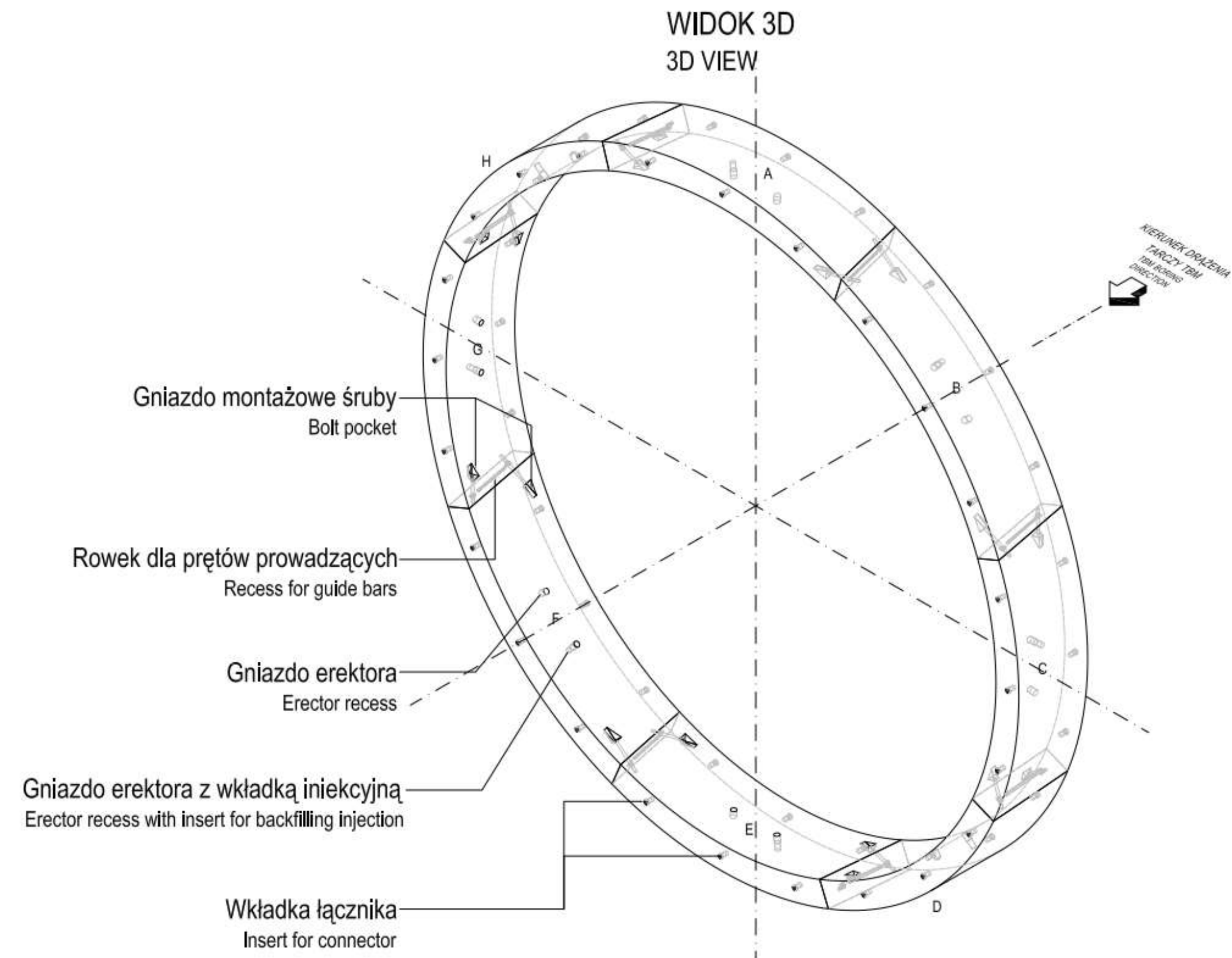
Droga w planie:

- 2 łuki poziome:
 - $R=300\text{m}$
 - $R=500\text{m}$
- Pochylenie podłużne: $\pm 4\%$

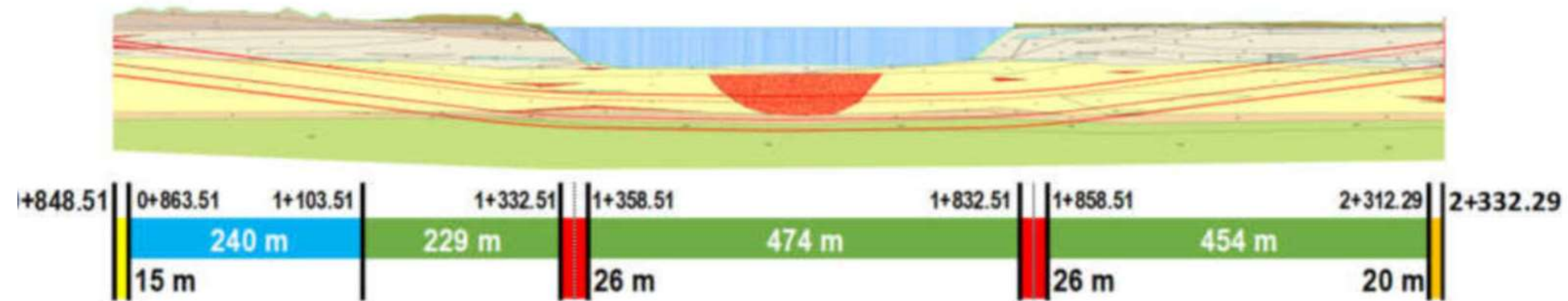


Obudowa segmentowa tunelu

- Grubość: 50cm
- Szerokość: 1,5m & 2,0m
- Geometria: 8+0
- Zbrojenie: steel fibres/rebars + PP fibres
- Klasa betonu: C50/60



Zbrojenie segmentów obudowy



Pierścień CK - SFRC Pierścień CK - RC
Pierścień SK - SFRC Pierścień SK - RC Pierścień SW - RC

SFRC 1,5m

SFRC 2,0m

RC 1,5m

RC 2.0m

RC 2.0m

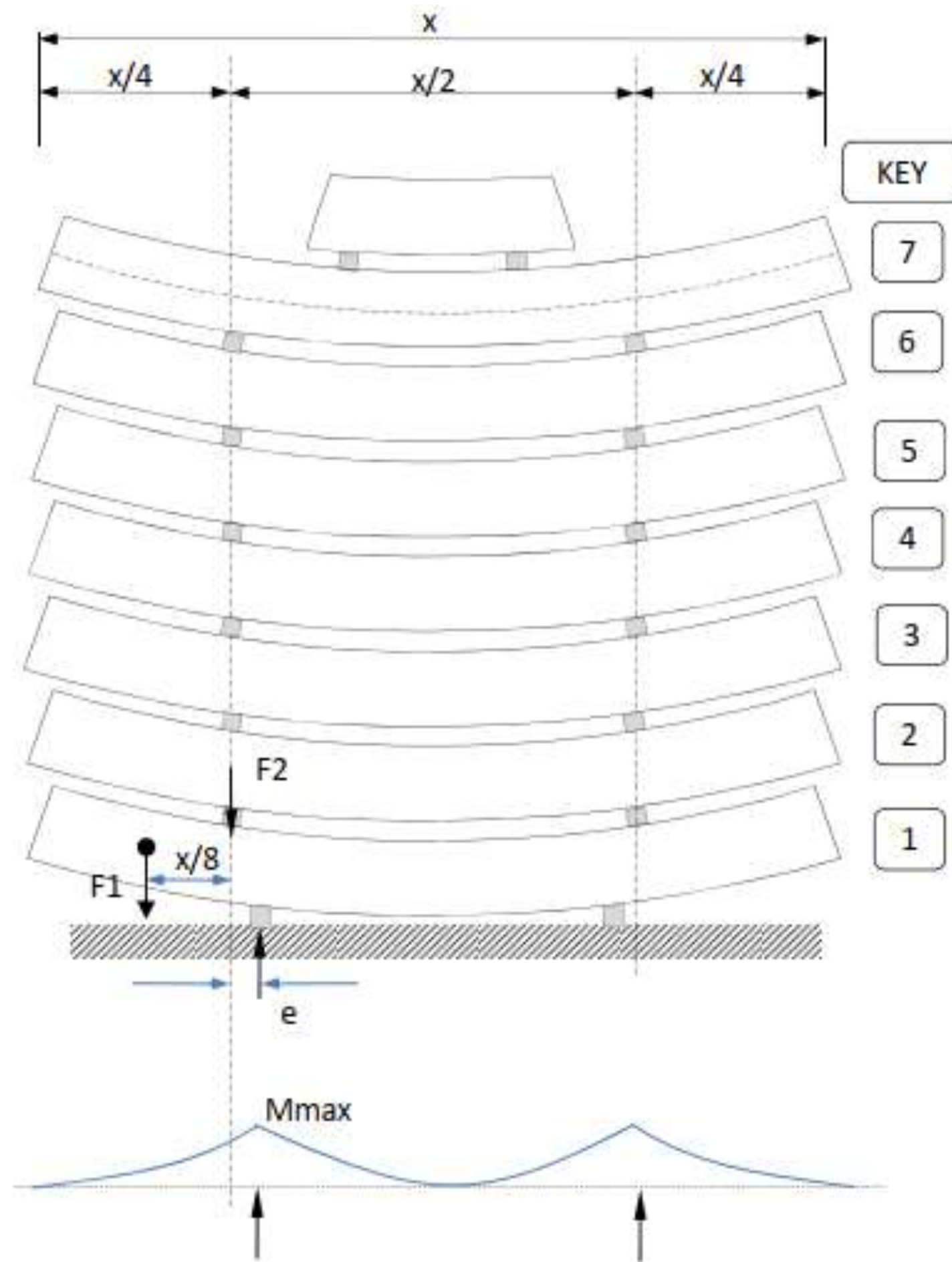
Obudowa segmentowa tunelu

Tymczasowe oddziaływania na etapie produkcji (rozformowanie segmentów)



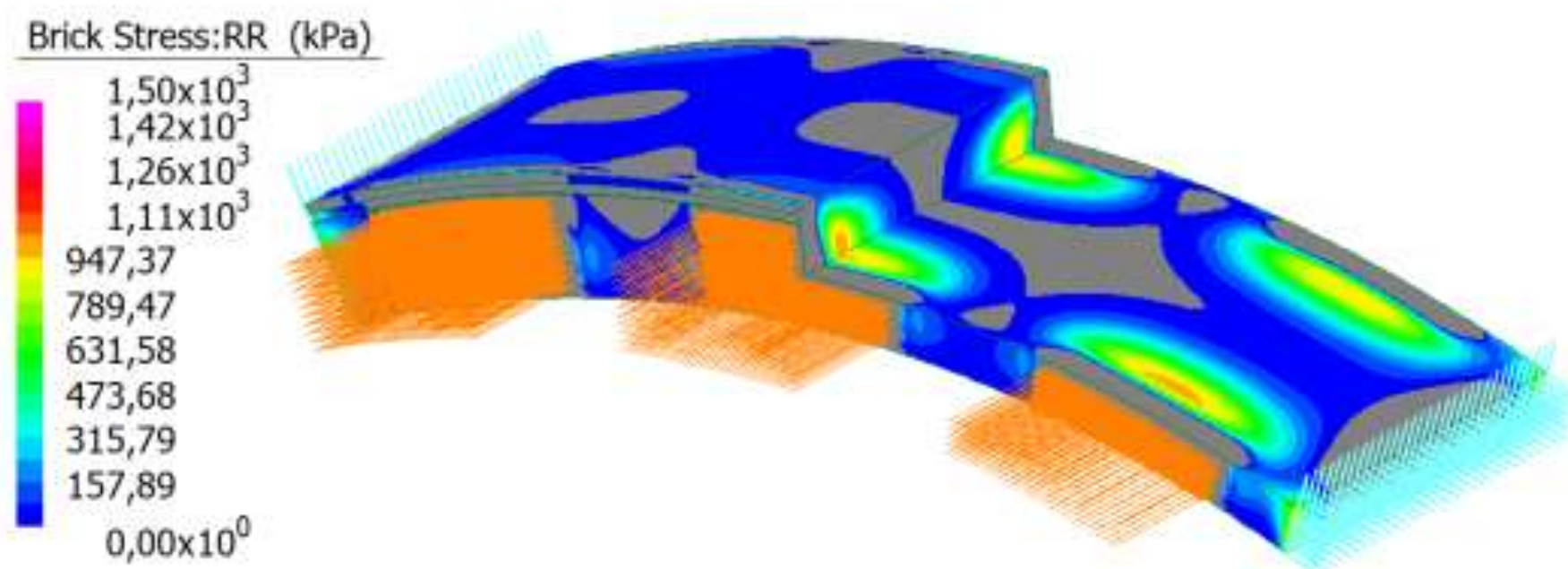
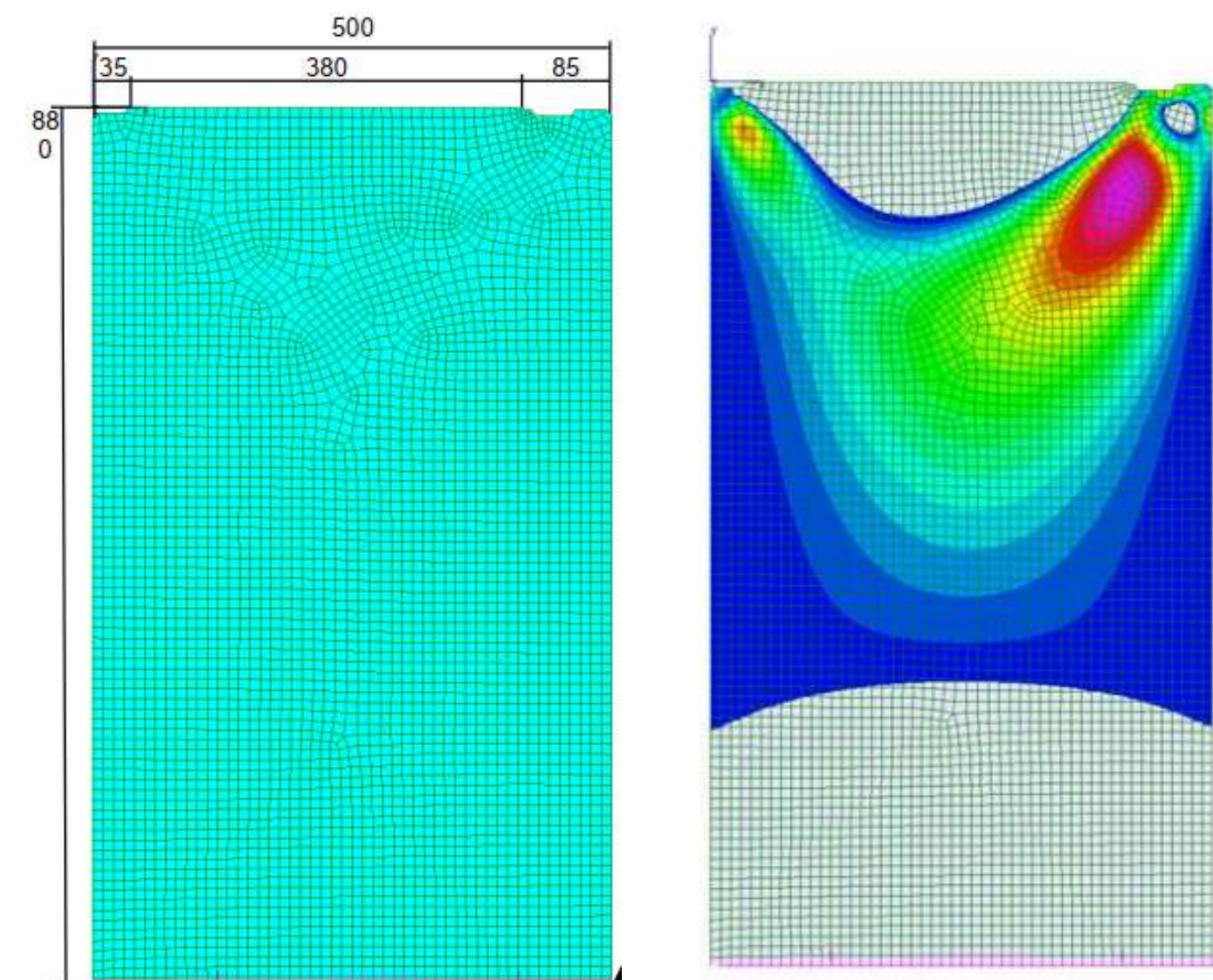
Obudowa segmentowa tunelu

Tymczasowe oddziaływania na etapie produkcji (składowanie segmentów)



Obudowa segmentowa tunelu

Tymczasowe oddziaływania na etapie budowy
(przeniesienie sił od siłowników TBM segmentów)



Siłowniki
hydrauliczne

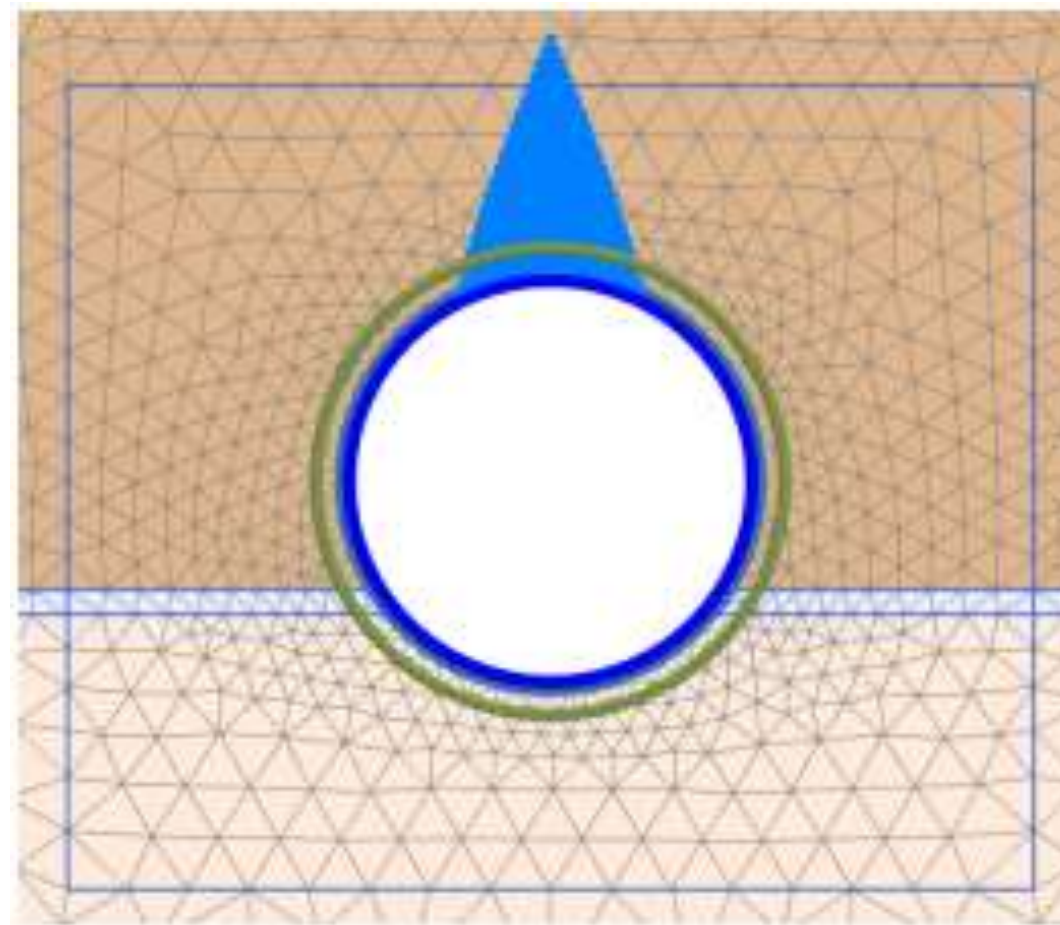
Segment



PORR

Obudowa segmentowa tunelu

Tymczasowe oddziaływania na etapie budowy
(iniekcja ogona tarczy, efekt miejscowej iniekcji)



Symulacja wtórnej iniekcji



Prefabrykacja segmentów obudowy tunelu.



Obudowa segmentowa tunelu

Tymczasowe oddziaływania na etapie produkcji (rozformowanie segmentów)

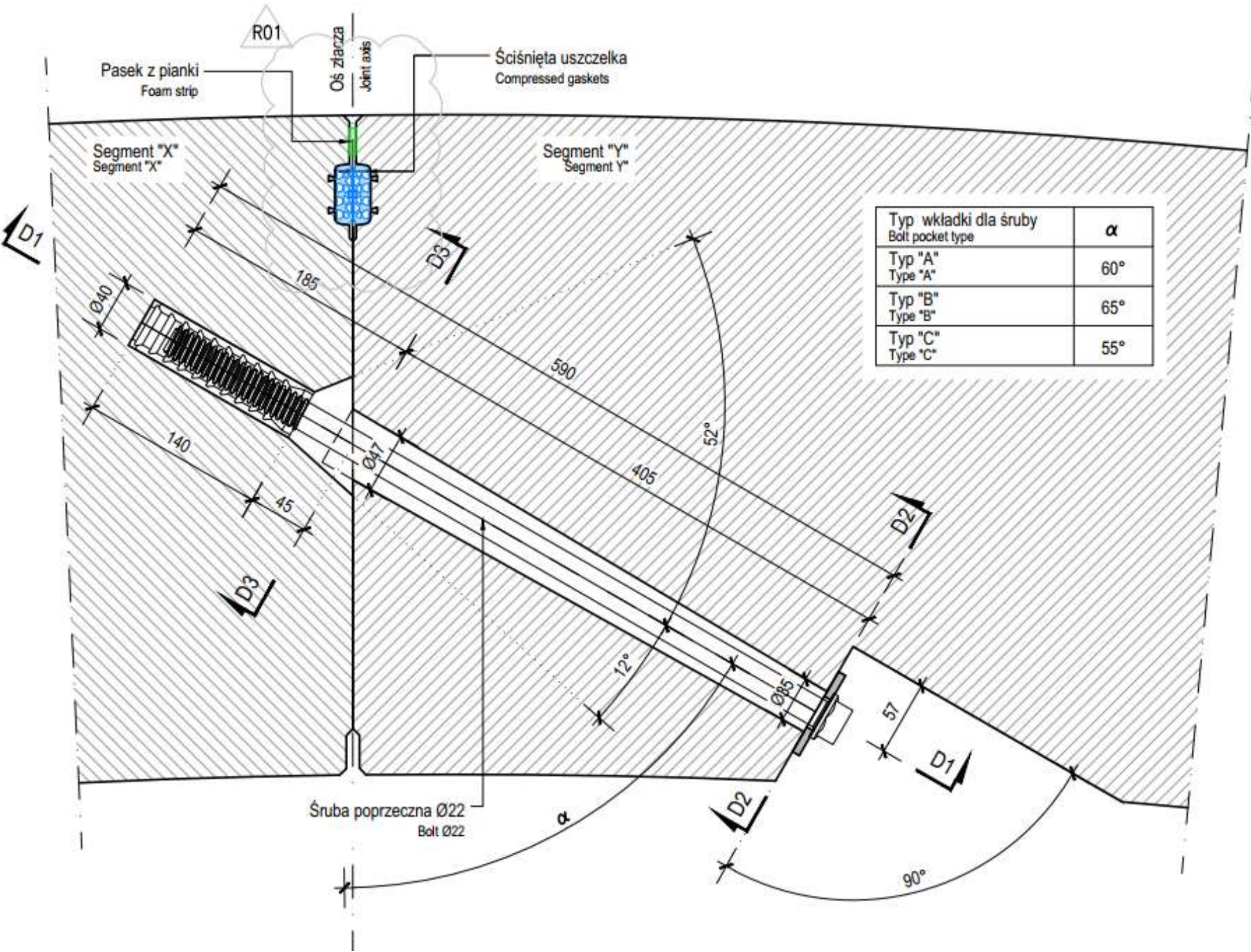
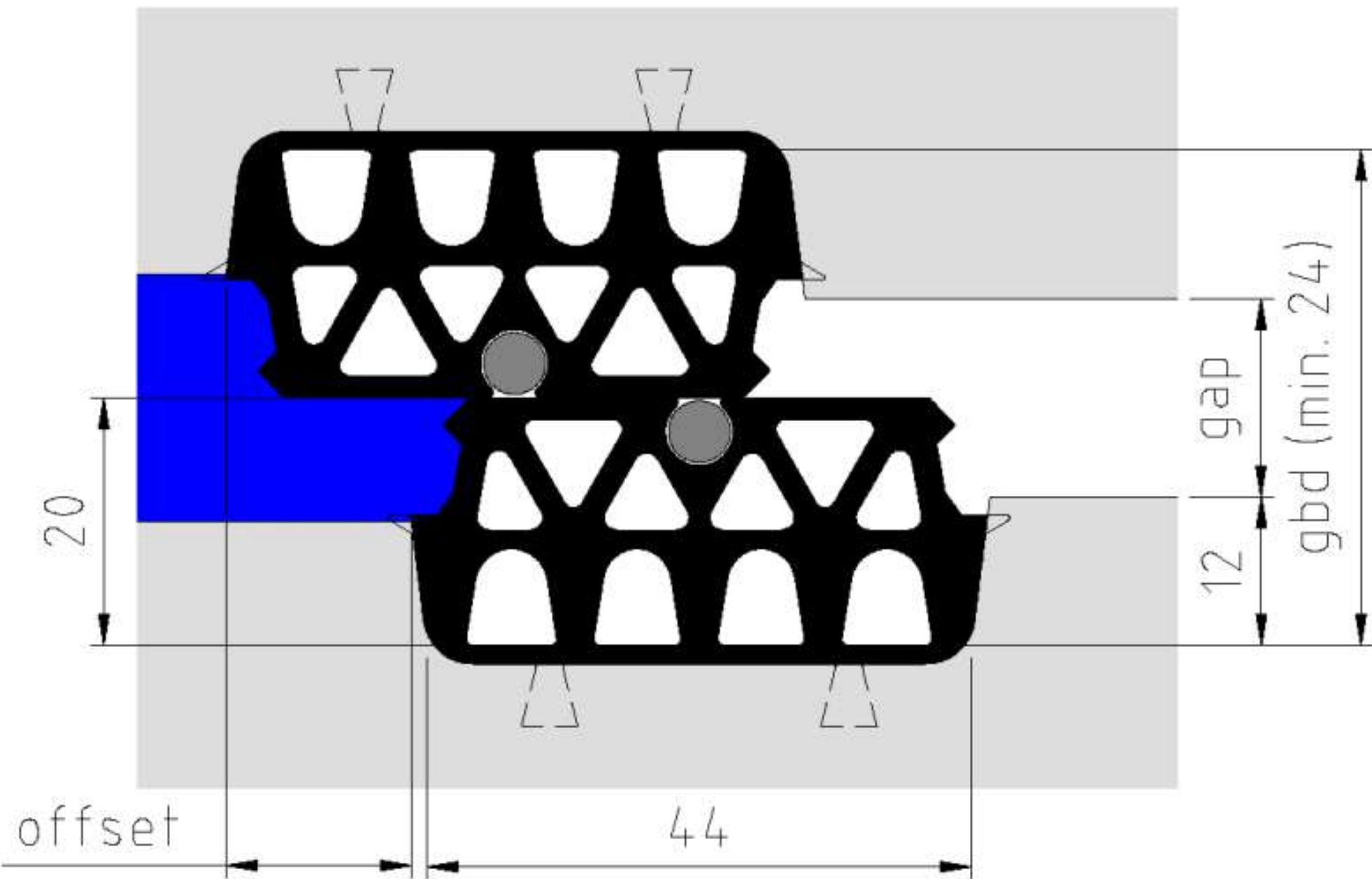


Tunel pod Świną - składowanie i transport segmentów



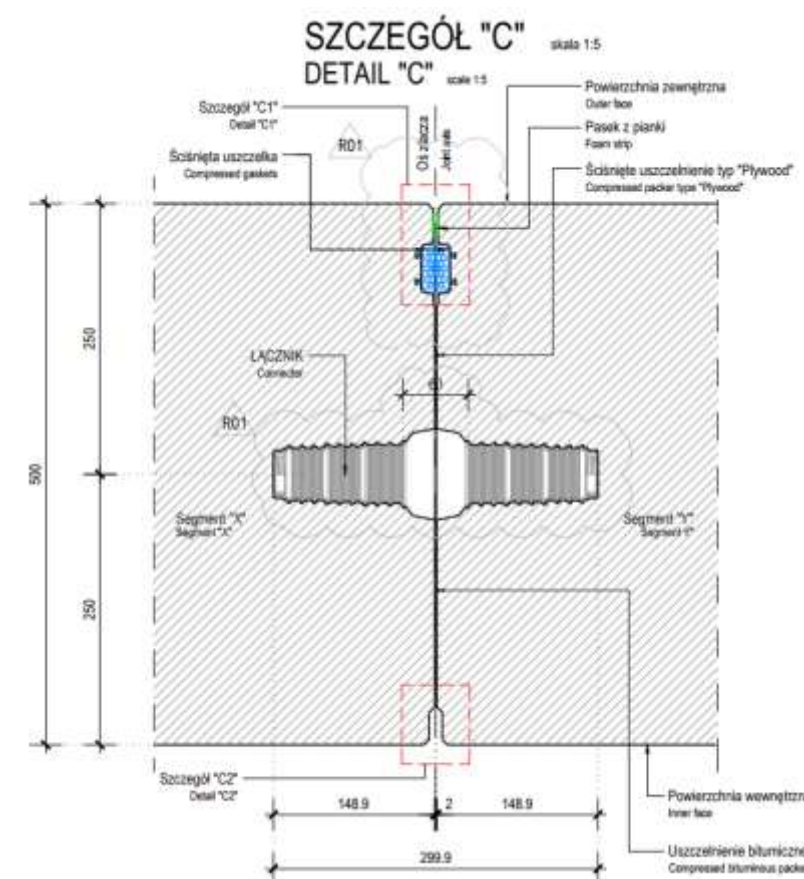
Obudowa segmentowa tunelu

Weryfikacja akcesoriów
(śruby, uszczelki, itp.)



Obudowa segmentowa tunelu

Dyble, geometria 8+0



PORR

ZBROJENIE ROZPROSZONE

BADANIA LAORATORYJNE

- 1.Określenie klasy konsystencji
- 2.Badanie gęstości betonu
- 3.Badanie wytrącania wody z mieszanki
- 4.Kontrola ilości wody w m³
- 5.W/C
- 6.Temperatura
- 7.Wytrzymałość na ściskanie po obróbce cieplnej
- 8.Wytrzymałość na ściskanie po 28/56 dniach
- 9.Odporność na penetrację wody pod ciśnieniem
- 10.Zawartość włókien stalowych (beton mokry)
- 11.Zawartość włókien stalowych (beton suchy)
- 12.Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu

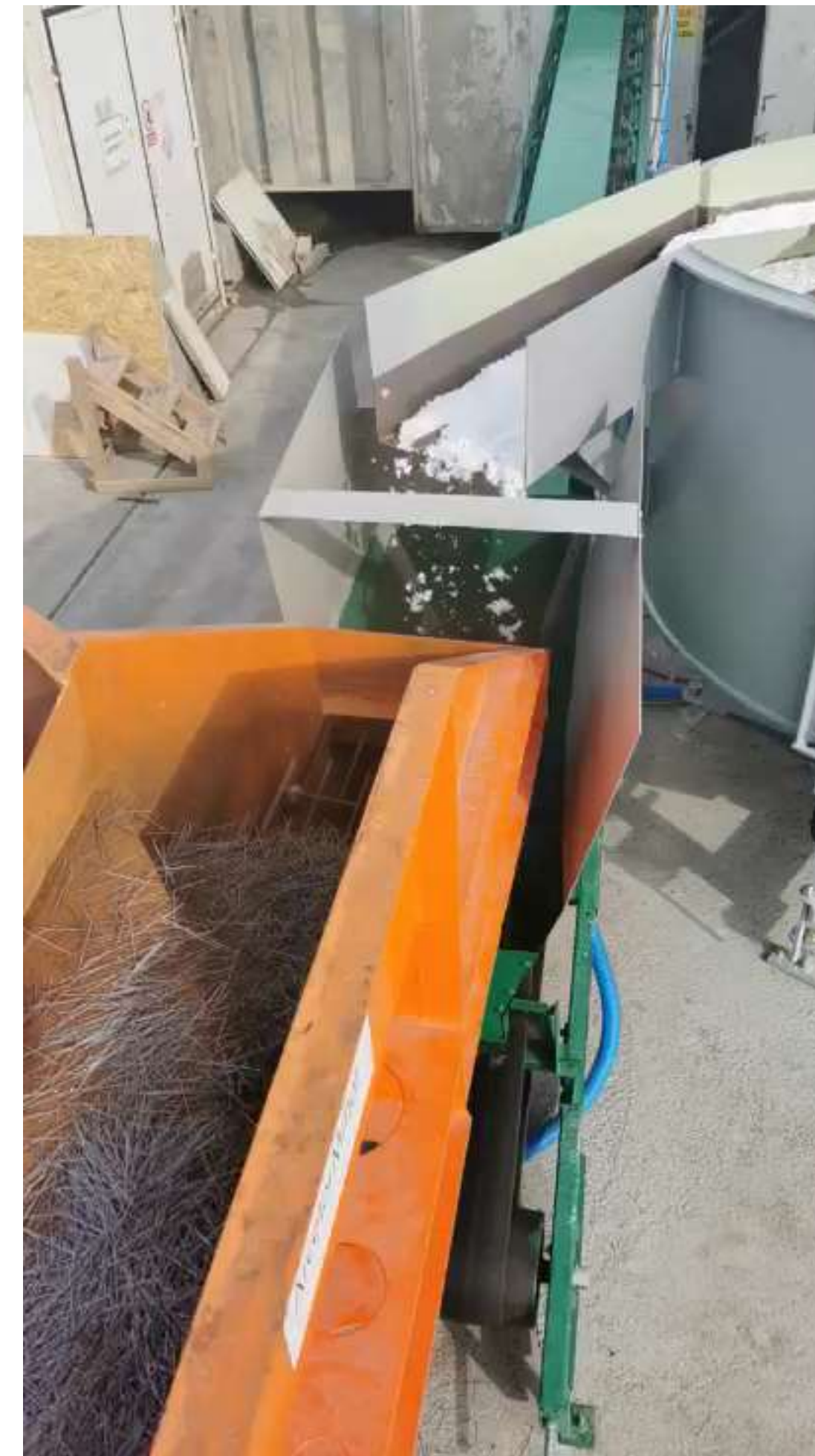
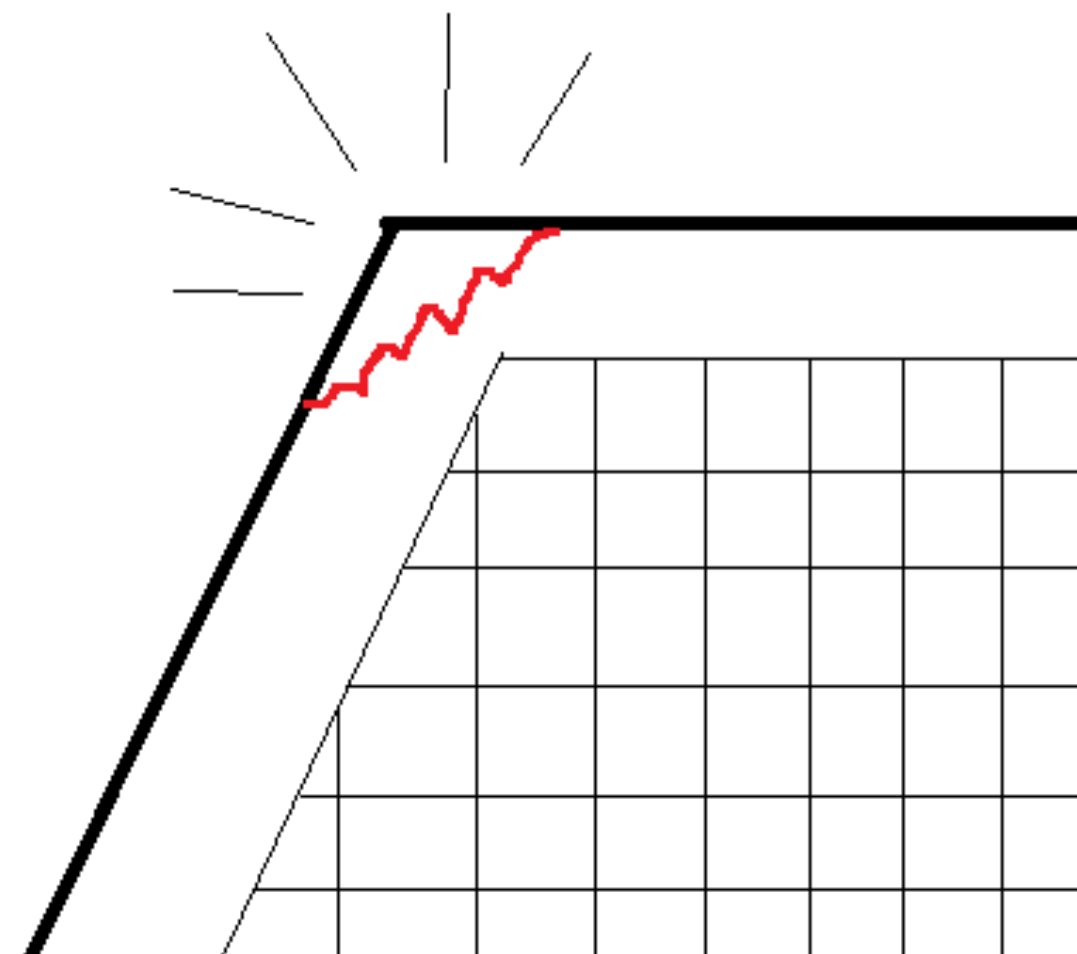
PN-EN 12350-2
PN-EN 12350-6
PN-EN 480-4

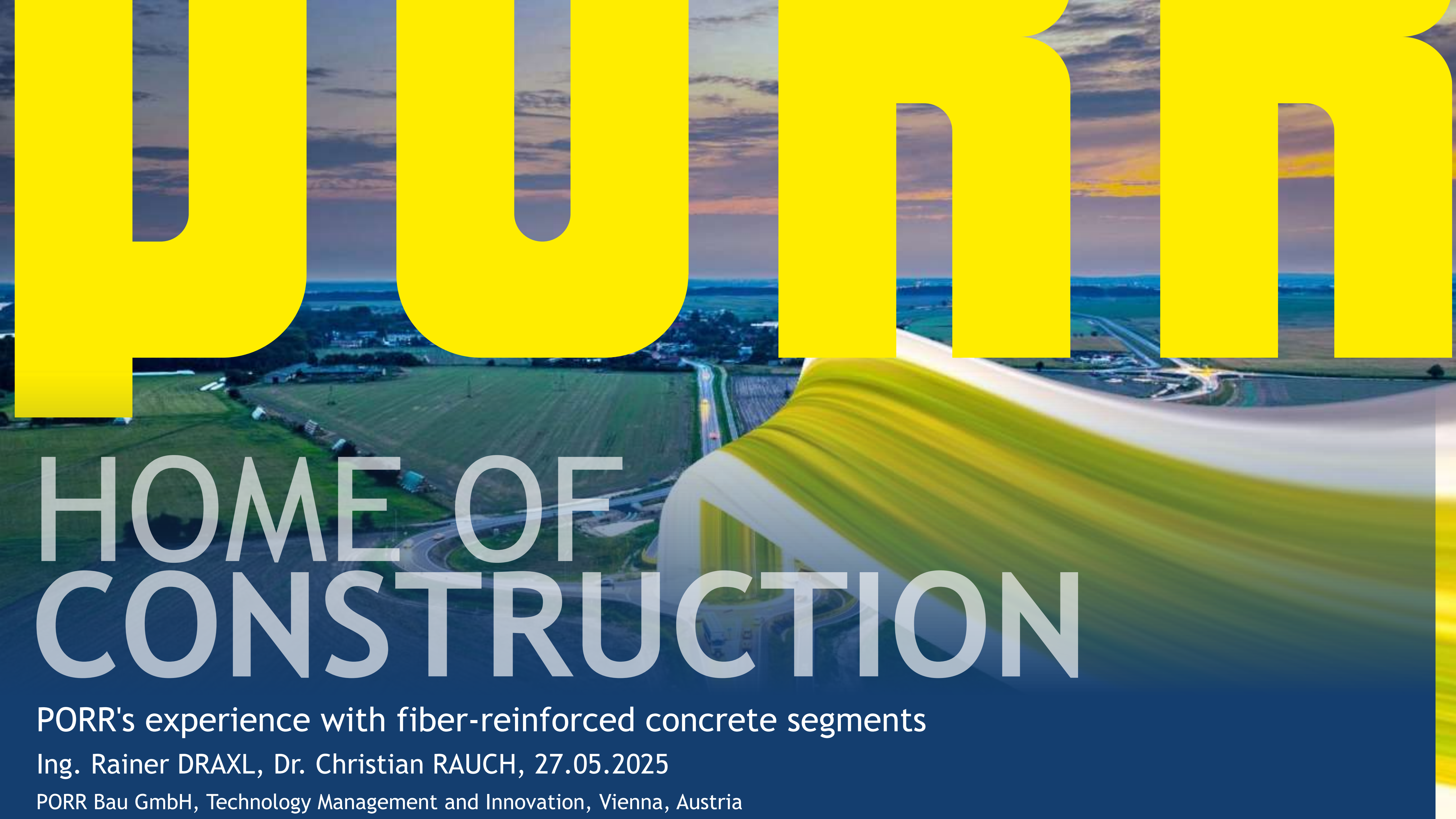
PN-EN 12350-1
PN-EN 12390-3
PN-EN 12390-3
PN-EN 12390-8
PN-EN 14721
PN-EN 14721
PN-EN 14651



ZROJENIE ROZPROSZONE - WŁÓKNO STALOWE

- Wyższa trwałość, mniejsze szerokości zarysowań,
- Zmniejszenie lokalnych uszkodzeń w narożach,
- Zmniejszenie odspajania betonu podczas obciążenia ogniowego,
- Mniejsza ilość stali w porównaniu z tradycyjnym zbrojeniem,
- Zmniejszenie zapotrzebowania placu produkcyjnego,
- Niższe nakłady pracy w zakładzie produkcyjnym
- Zwiększenie wytrzymałości na zmęczenie i uderzenia





PUR

HOME OF CONSTRUCTION

PORR's experience with fiber-reinforced concrete segments

Ing. Rainer DRAXL, Dr. Christian RAUCH, 27.05.2025

PORR Bau GmbH, Technology Management and Innovation, Vienna, Austria

PORTAL

CONTENTS

1

Introduction

2

Research Project

3

Laboratory tests

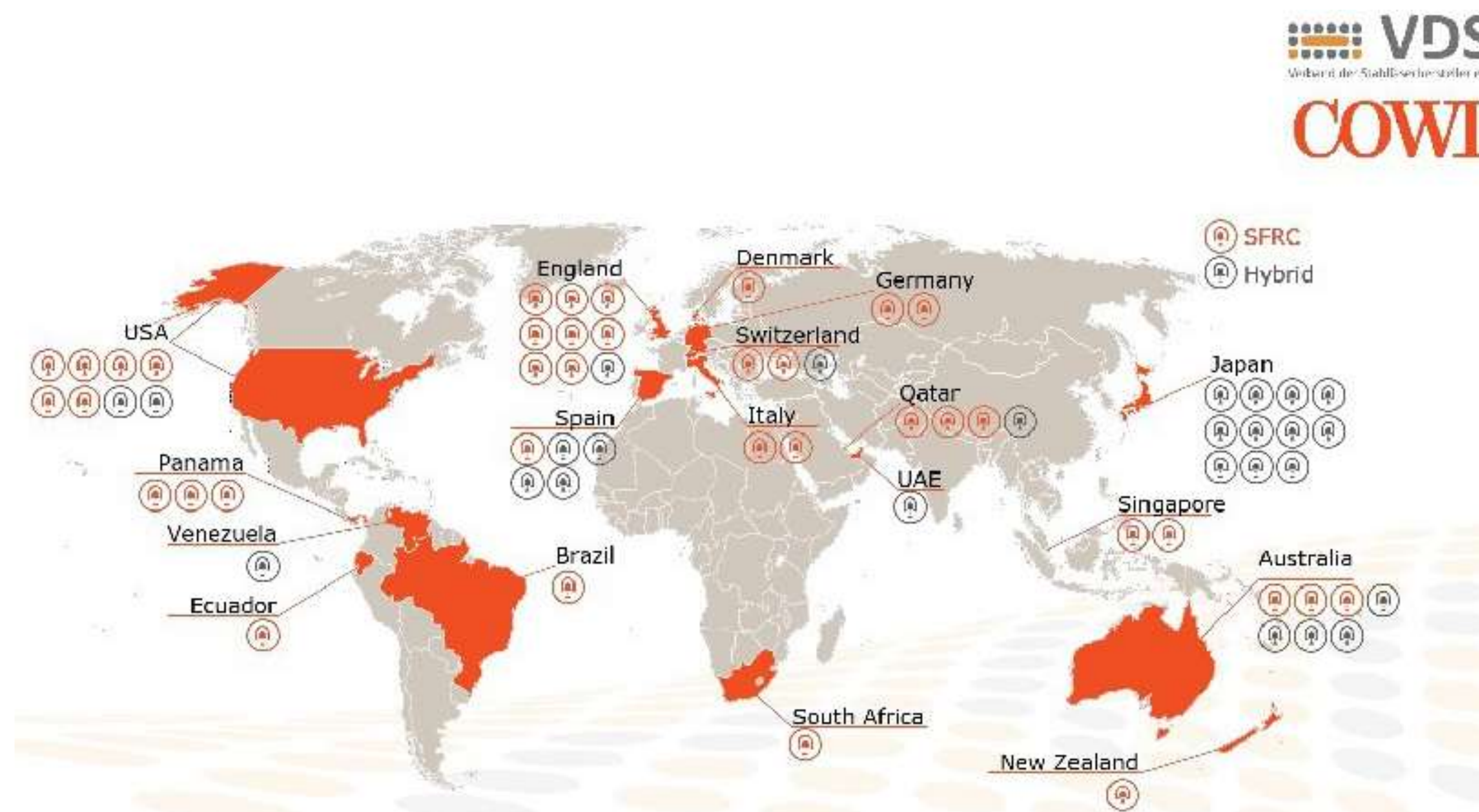
4

Large-scale tests

1 INTRODUCTION

Introduction

APPLICATION EXAMPLES OF FIBER-REINFORCED SEGMENTS

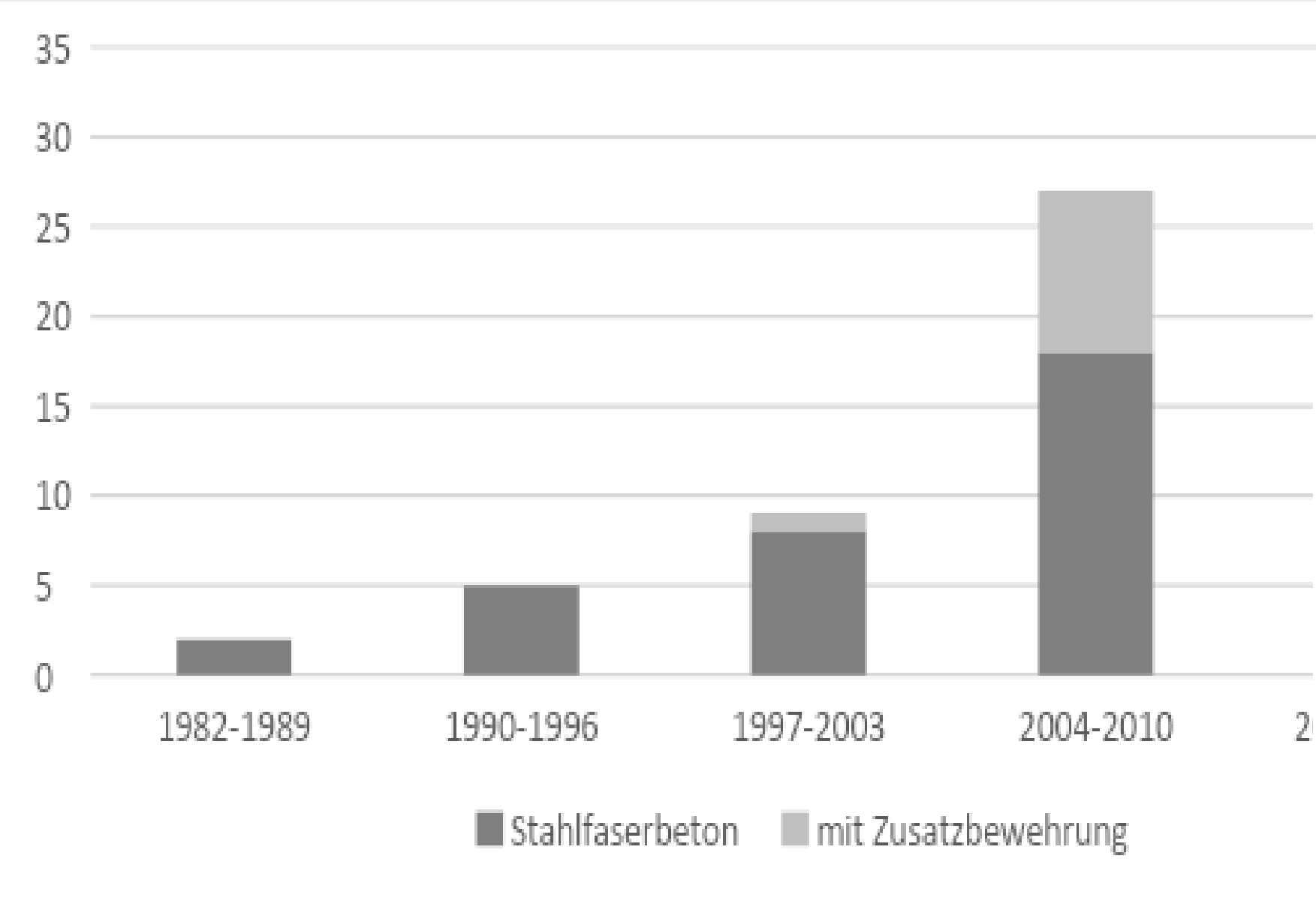


C. Edvardsen, Nell, W., Eberli, M. und Müller, S., „Stahlfaserbeton: Einsatzmöglichkeiten als Tunnelauskleidung,“ Tunnel, Nr. 03/2018.

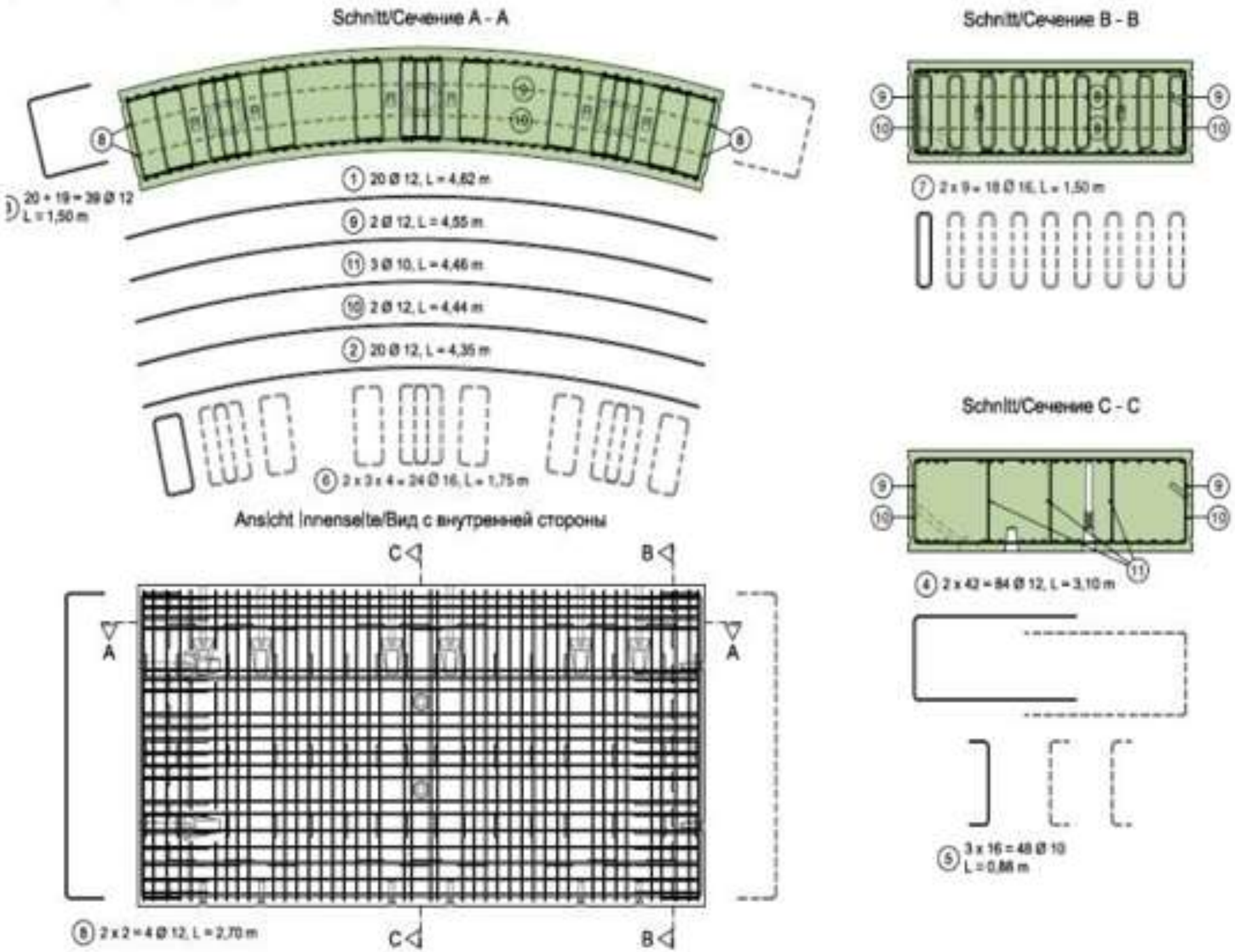
...and of course now Tunnel Świnoujście in Poland

Introduction

NUMBER OF TUNNEL STRUCTURES WITH FIBER-REINFORCED SEGMENTS

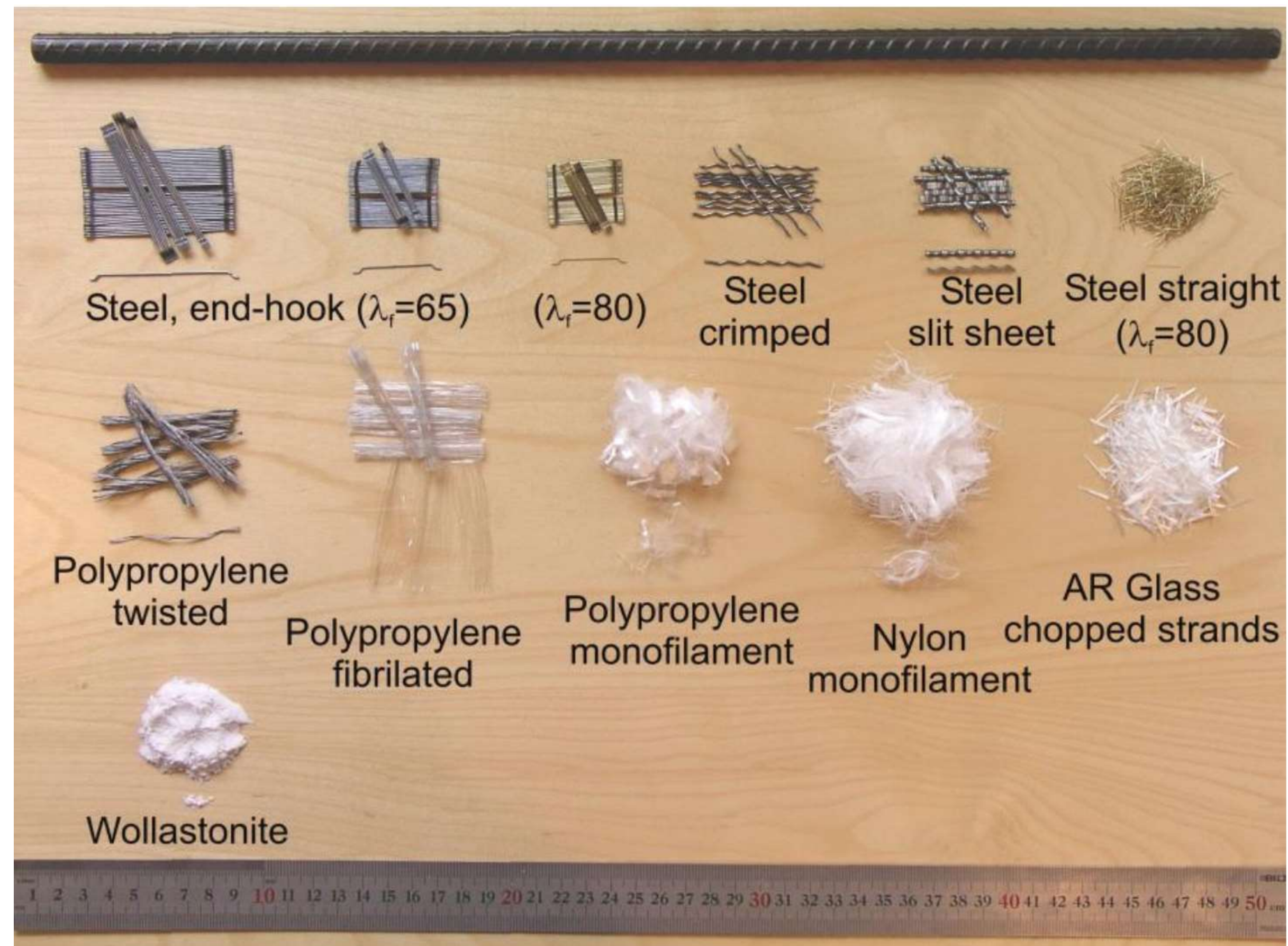


M. Weibold, Einsatz von Faserbetontübbing in Österreich - grundsätzliche Anforderungen, Bach



Introduction

TYPES OF FIBERS



Introduction

FILLING A FIBER DOSING SYSTEM



Introduction

FUNCTION OF A FIBER DOSING SYSTEM



2

RESEARCH PROJECT

Research Projekt

PROJECT PARTNERS AND PROCESS OF THE PROJECT



- ➔ Laboratory tests to determine the material properties of fiber-reinforced concrete
- ➔ Large-scale tests - Fiber-reinforced segments under combined loading (compressive and tensile stress)
- ➔ Large-scale tests - Introduction of the TBM jacking forces into fiber-reinforced segments

3

LABORATORY TESTS

Research Projekt

LABORATORY TESTS

experimental program

	Bezeichnung	Makrofaser- gehalt	E-Modul	Druck- versuch	Spaltzug- versuch	Biegezug- versuch
	[-]	[kg/m³]	[Tage]	[Tage]	[Tage]	[Tage]
Nullbeton	M01	-	28	1/7/28	1/7/28	-
	M02	-	28	28	28	-
Stahlfaser	M1_StF_30	30	28	1/7/28	1/7/28	1/7/28
	M2_StF_45	45	28	1/7/28	1/7/28	28
	M3_StF_60	60	28	1/7/28	1/7/28	1/7/28
	M4_StF_80	80	28	1/7/28	1/7/28	28
Kunststoff- faser	M1_KF_8	8	28	1/7/28	1/7/28	1/7/28
	M2_KF_11	11	28	1/7/28	1/7/28	28
	M3_KF_15	15	28	1/7/28	1/7/28	28

Research Projekt

LABORATORY TESTS

Video of steel fibre concrete



Research Projekt

LABORATORY TESTS

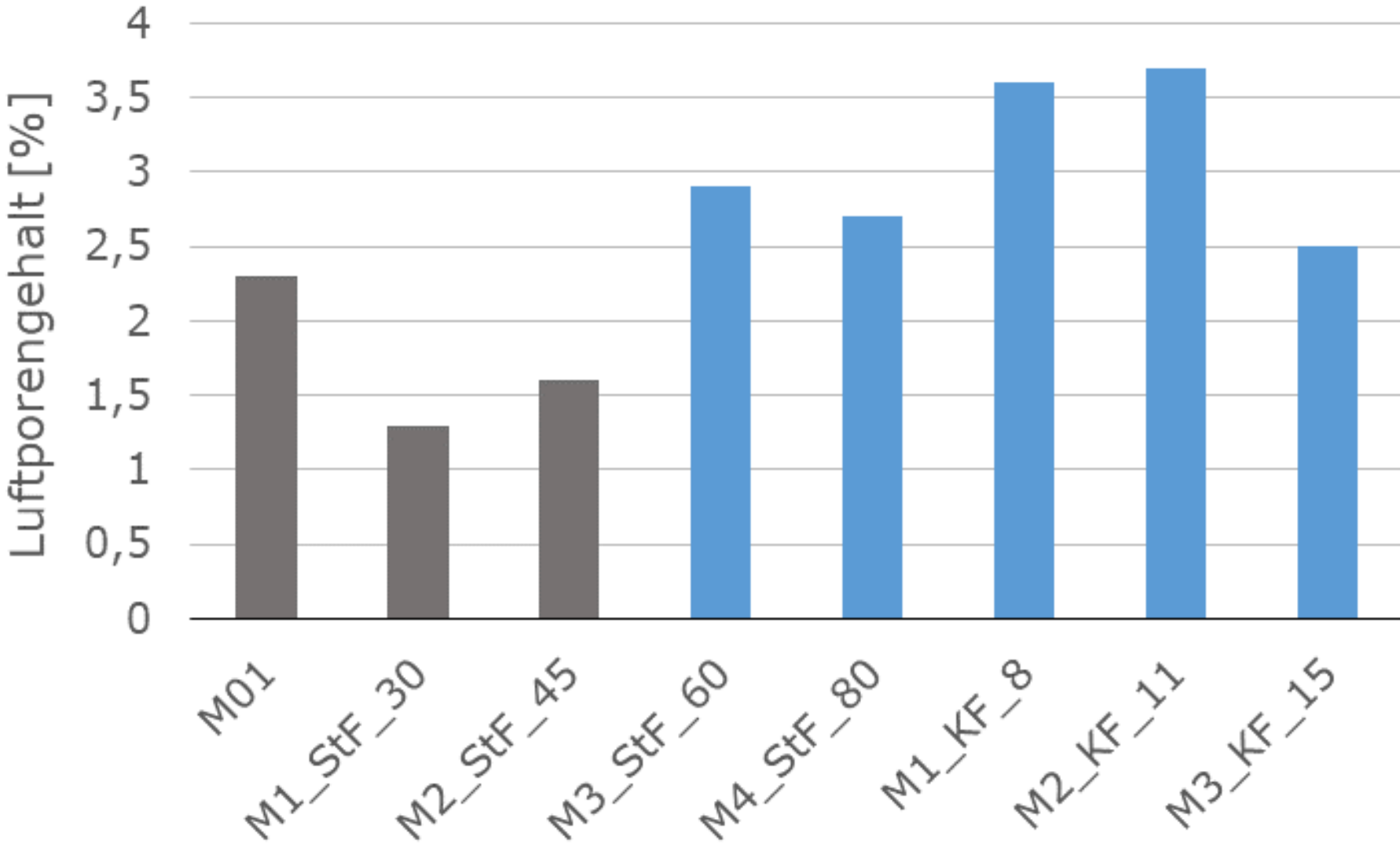
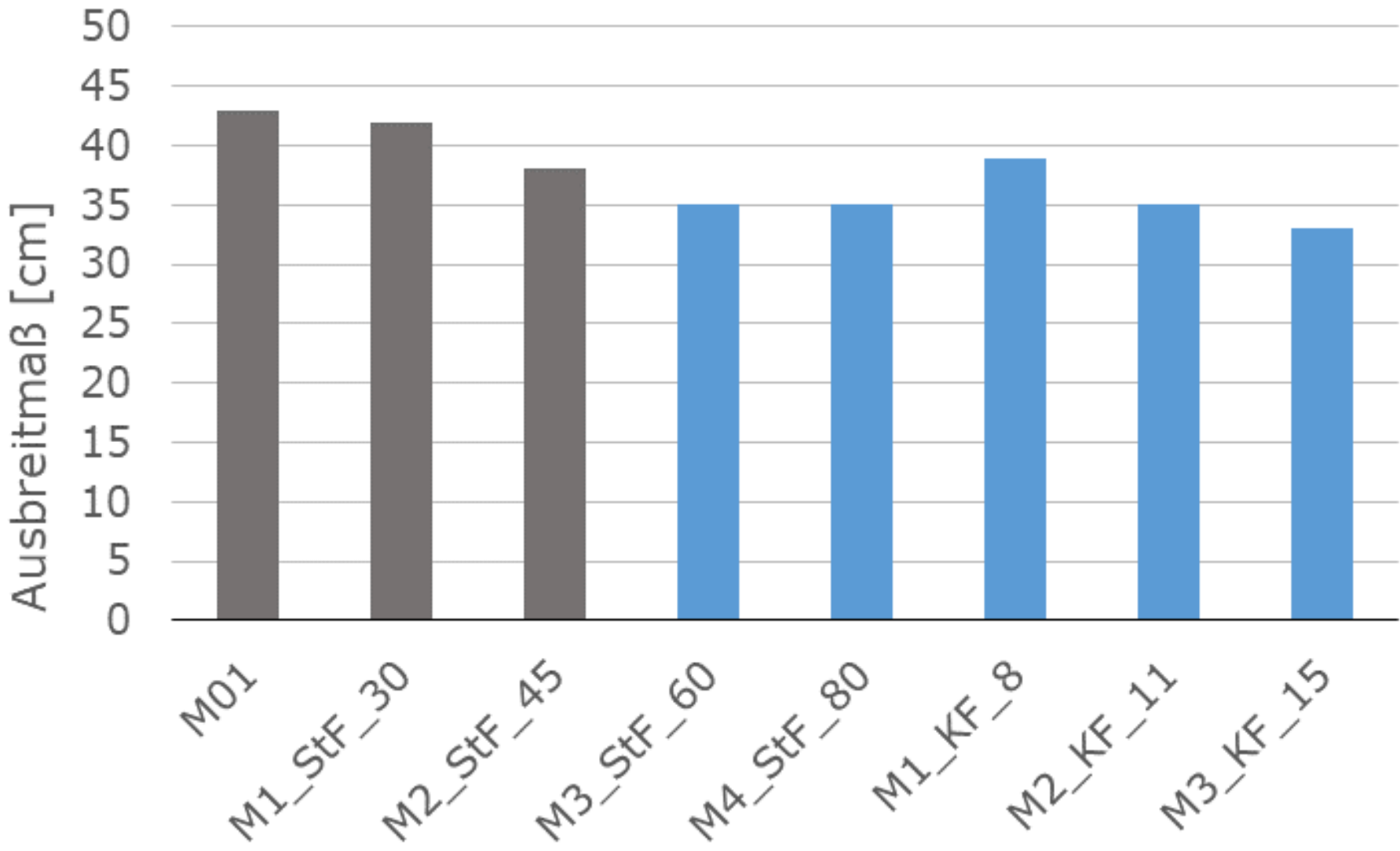
Video of steel fibre concrete



Research Projekt

LABORATORY TESTS

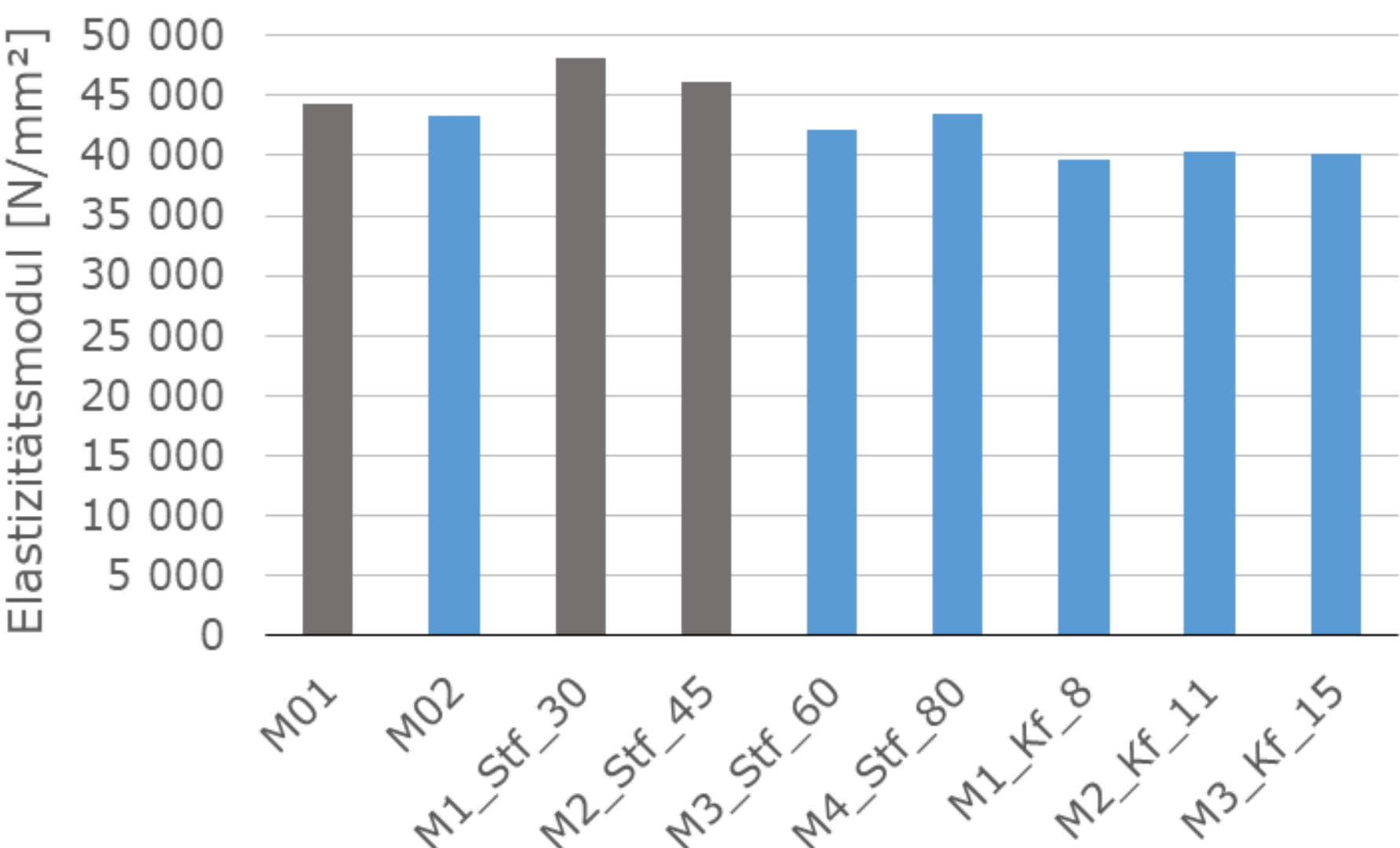
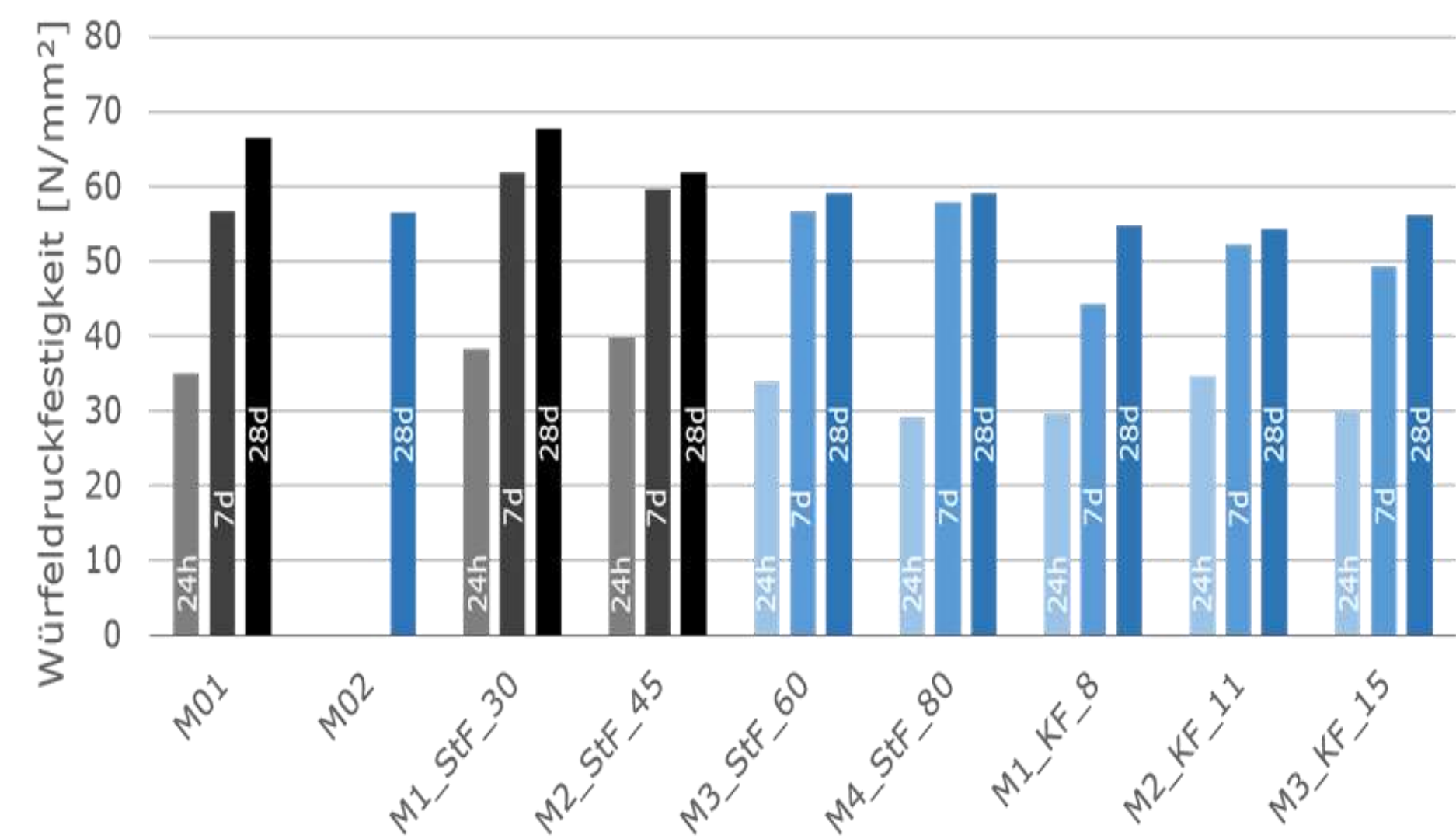
Fresh concrete results



Research Projekt

LABORATORY TESTS

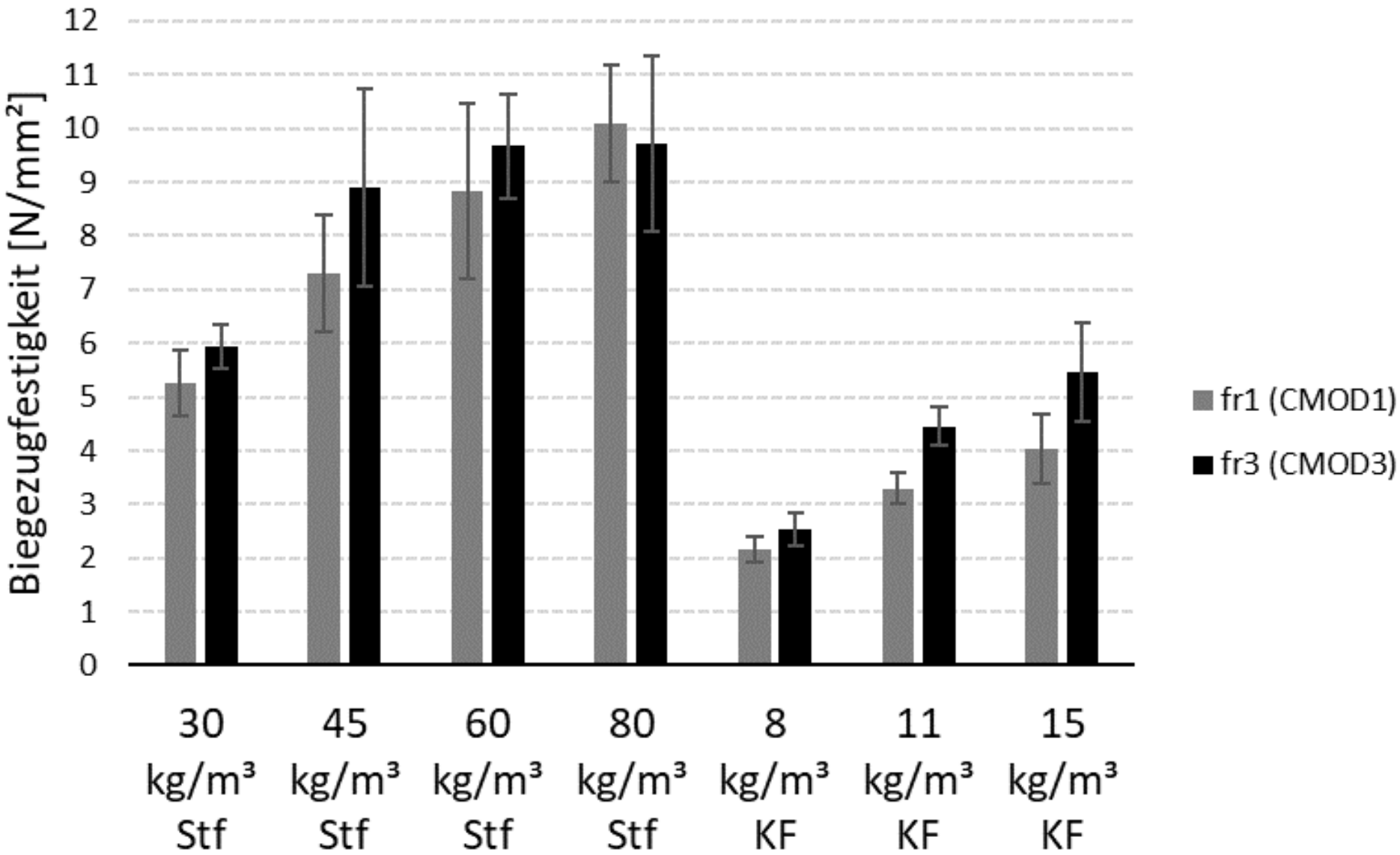
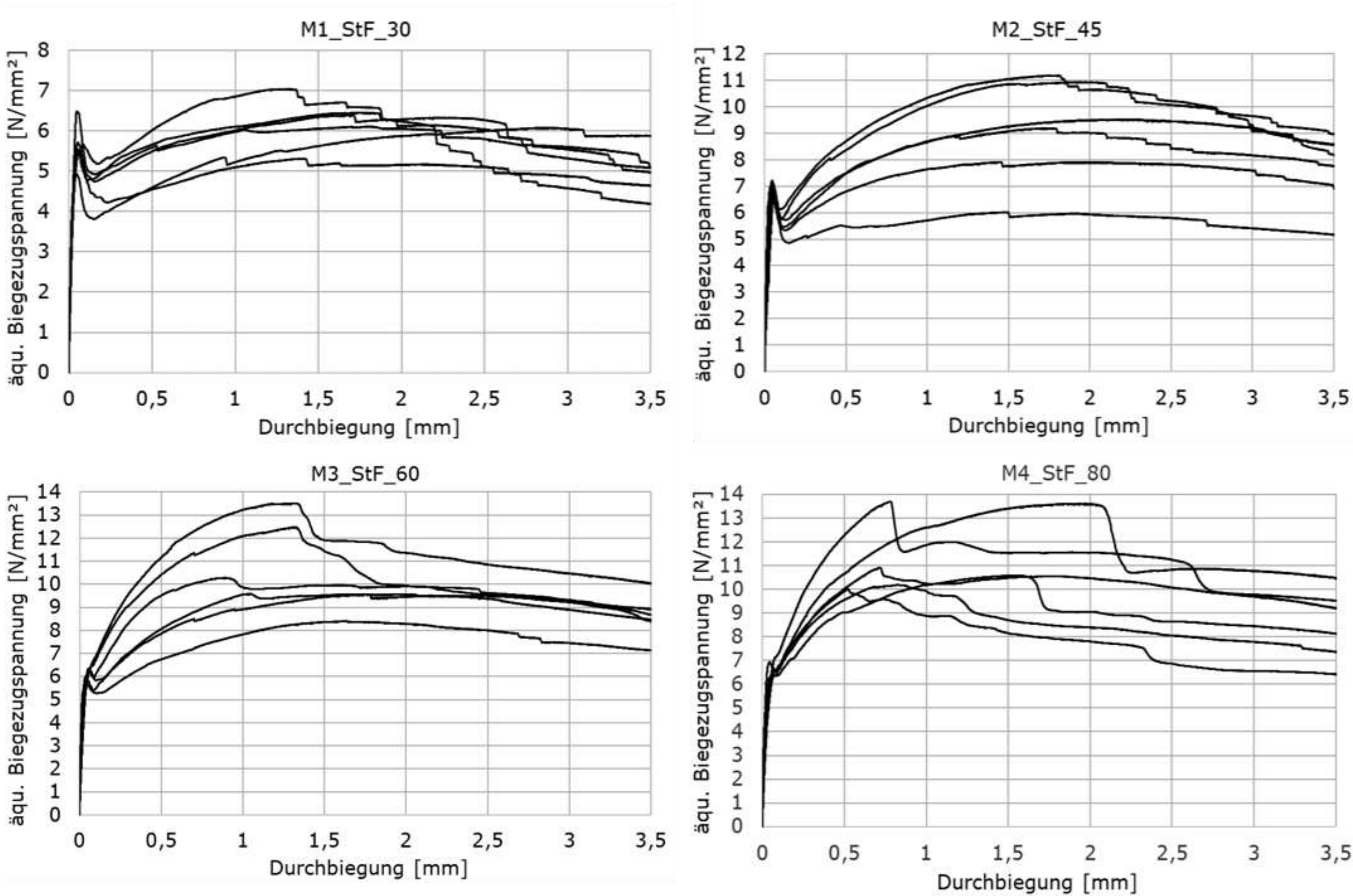
hardened concrete results



Research Projekt

LABORATORY TESTS

hardened concrete results (steel fibres)



4

LARGE-SCALE TESTS

Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

Segment formwork used



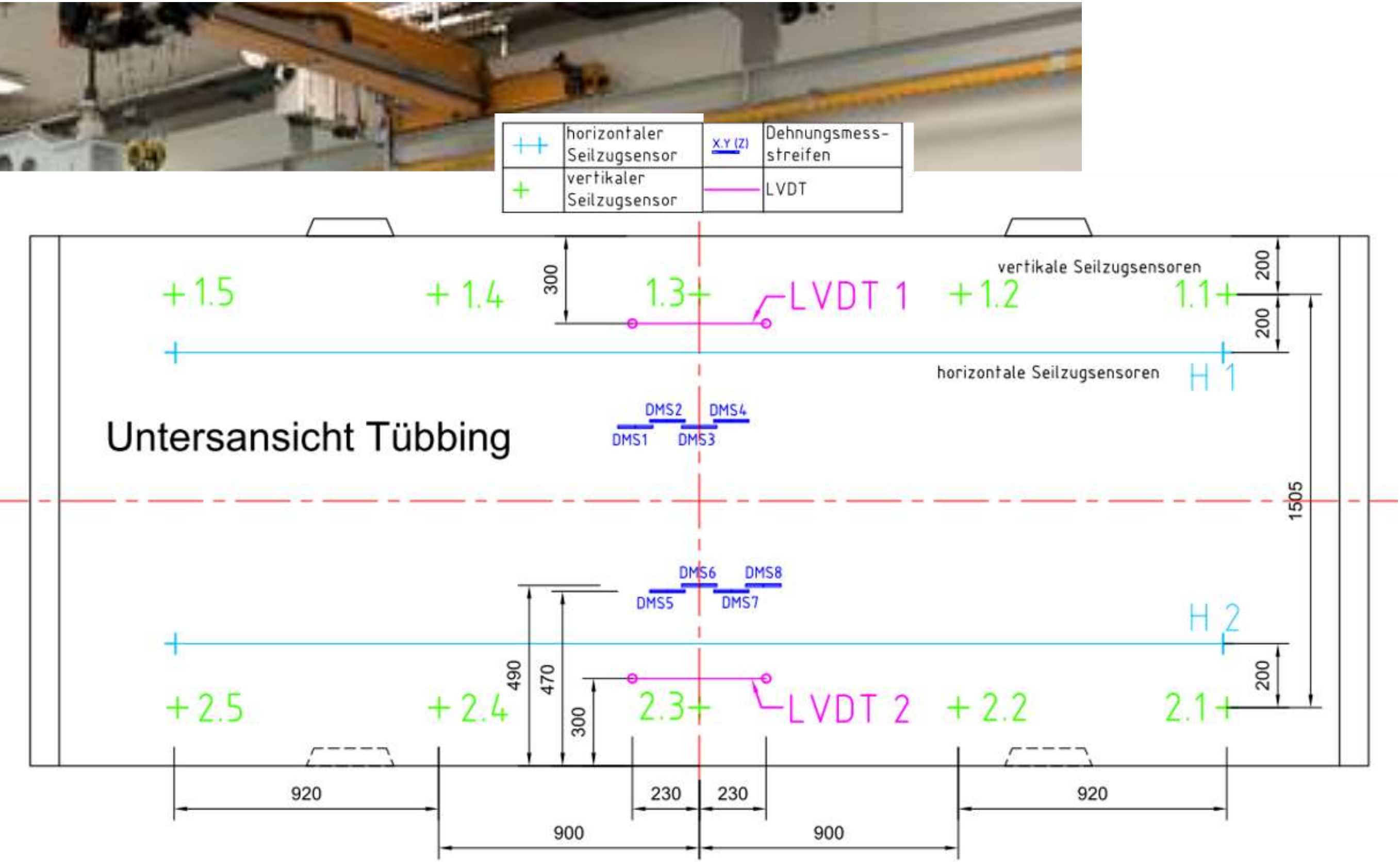
Segment formwork used

	Bezeichnung	Versuchsanzahl	Fasergehalt	Belastungskonfiguration
	[-]	[Stk.]	[kg/m³]	[-]
Stahlfaser- beton- tübbinge	StF_45-T1 bis T3	3	45	$F_{HZ} = 500 \text{ kN}$
	StF_45-T4 bis T6	3	45	$F_{HZ} = 1000 \text{ kN}$
	StF_45-T7 bis T9	3	45	$F_{HZ} = 80 \text{ kN}$
	StF_45-TL1 & TL2	2	45	$F_{HZ} = 1000 \text{ kN}$
Kunststoff- faserbeton- tübbinge	SyF_11-T1 bis T3	3	11	$F_{HZ} = 500 \text{ kN}$
	SyF_11-T4 bis T6	3	11	$F_{HZ} = 1000 \text{ kN}$
	SyF_11-T7 bis T9	3	11	$F_{HZ} = 80 \text{ kN}$
	SyF_11-TL1 & TL2	2	11	$F_{HZ} = 1000 \text{ kN}$

Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

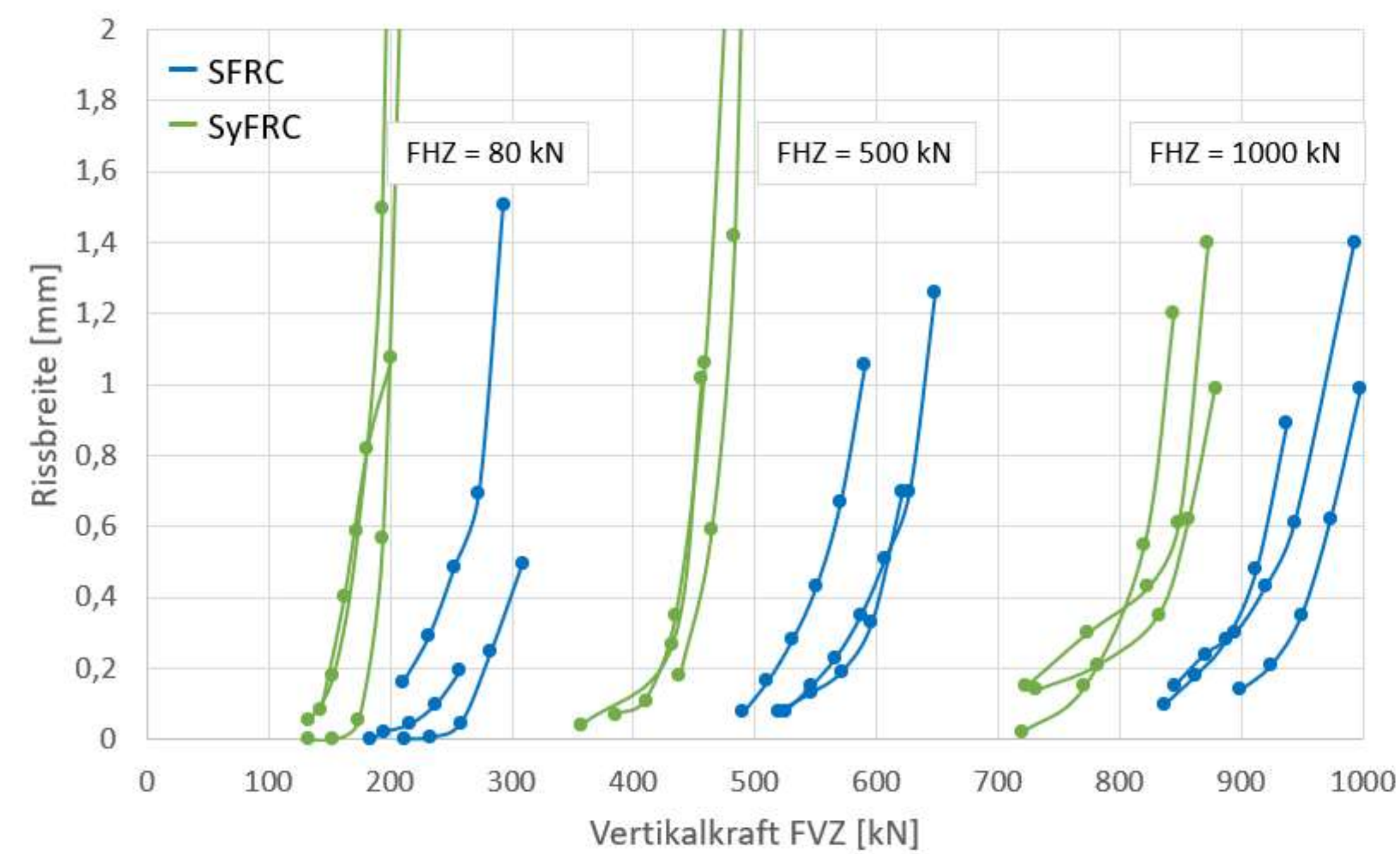
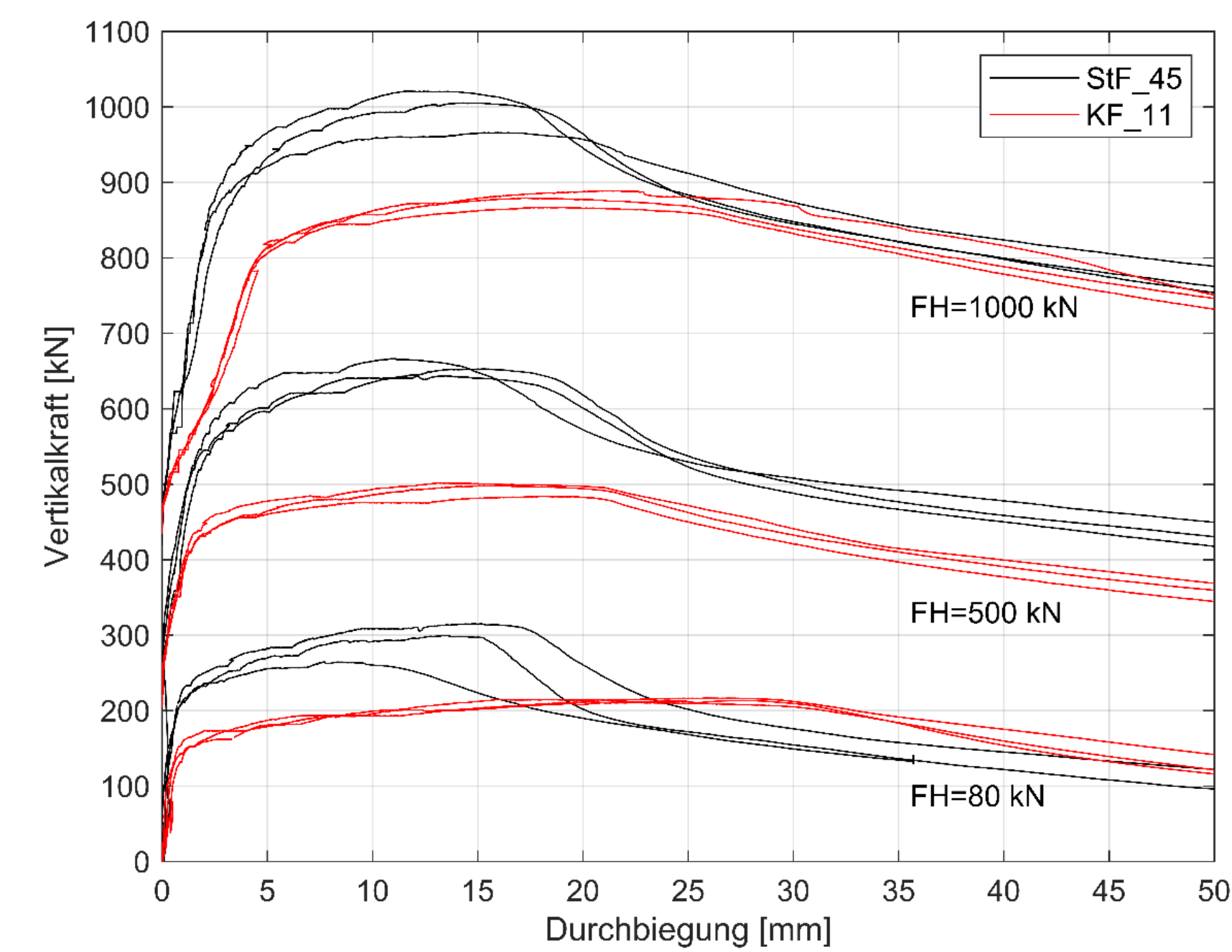
test stand



Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

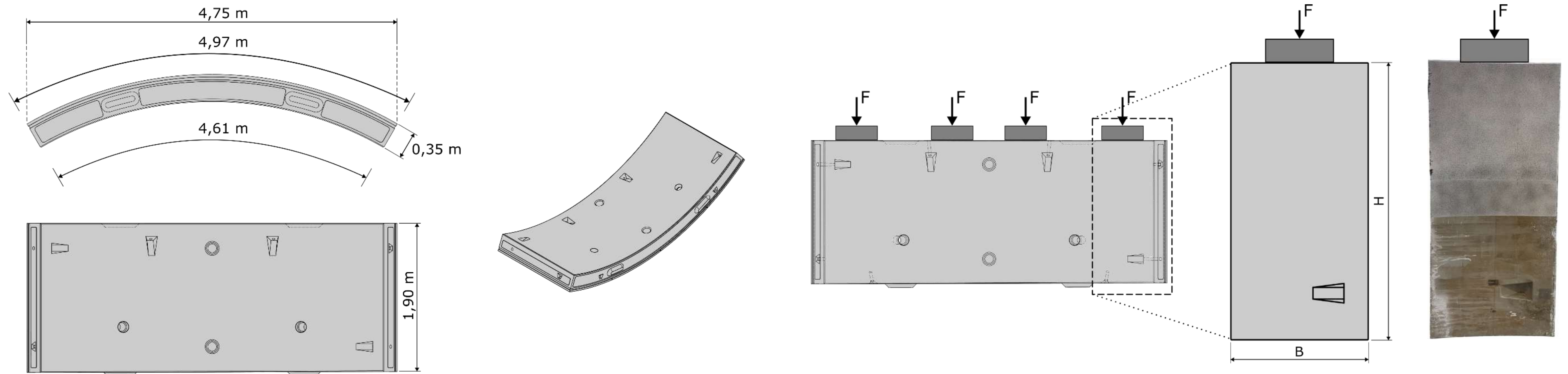
results



Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

Introduction of the TBM jacking forces - test specimen



Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

Introduction of the TBM jacking forces - test specimen

Tabelle 1: Material- und geometrische Eigenschaften der Versuchskörper

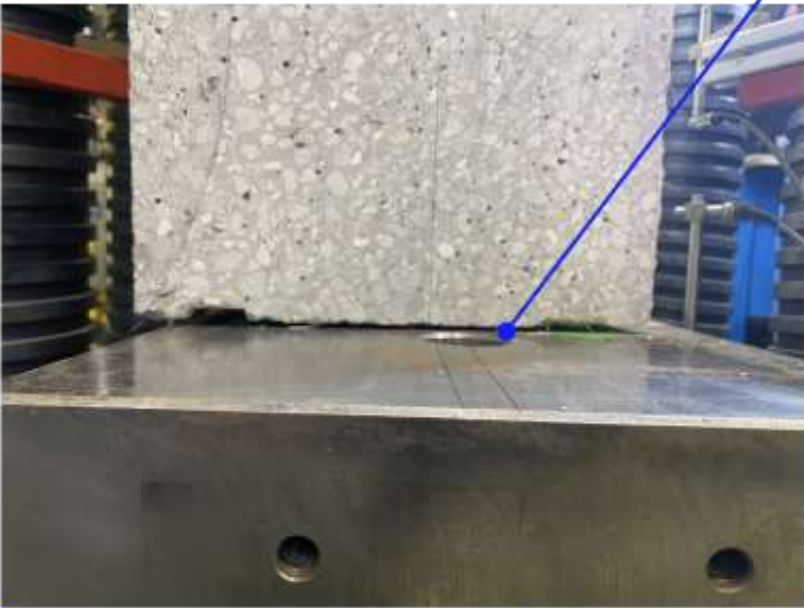
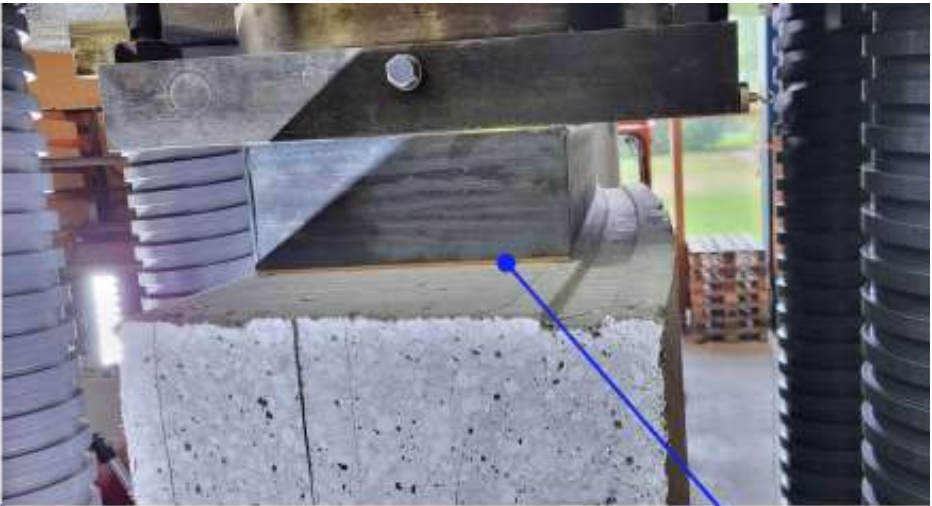
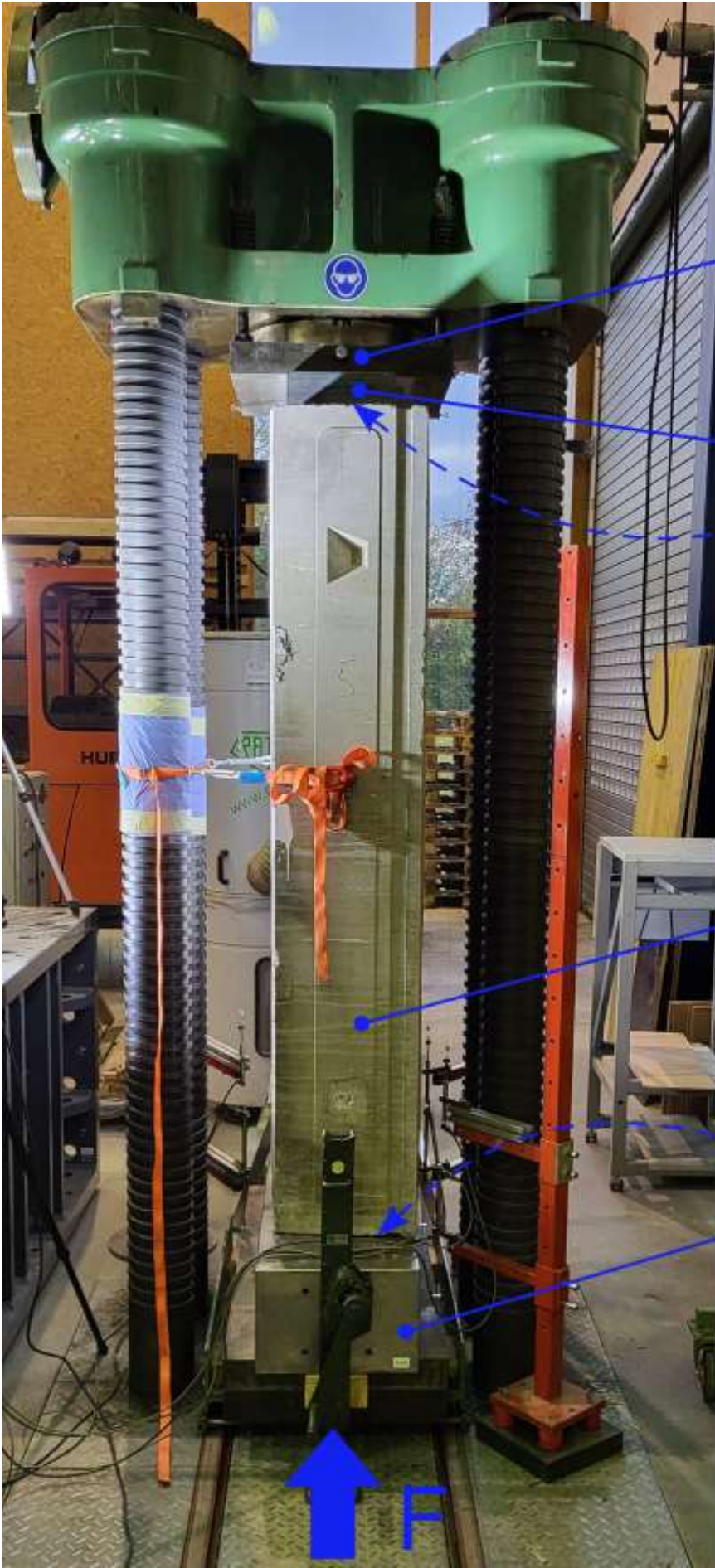
Versuchskörper	Faserart	Fasergehalt [kg/m³]	f_{cm} [MPa]	Exzentrizität e [mm]	Abmessung H × B [m]
T1 SF e=45	SF	45	64,3	45	1.9 × 0.88
T2 SF e=25				25	1.9 × 0.89
T3 SF e=45				45	1.9 × 0.89
T4 SF e=25				25	1.9 × 0.88
T1 PF e=25	KF	11	58,5	25	1.9 × 0.92
T2 PF e=25				25	1.9 × 0.89
T3 PF e=45				45	1.9 × 0.87
T4 PF e=45				45	1.9 × 0.89



(a)



(b)



- 1. Stahlplatte Prüfmaschine
- 2. Pressenschuh
- 3. Versuchskörper
- 4. Stahlblock "Großes Haupt"
- 5. Hartfaserplatte

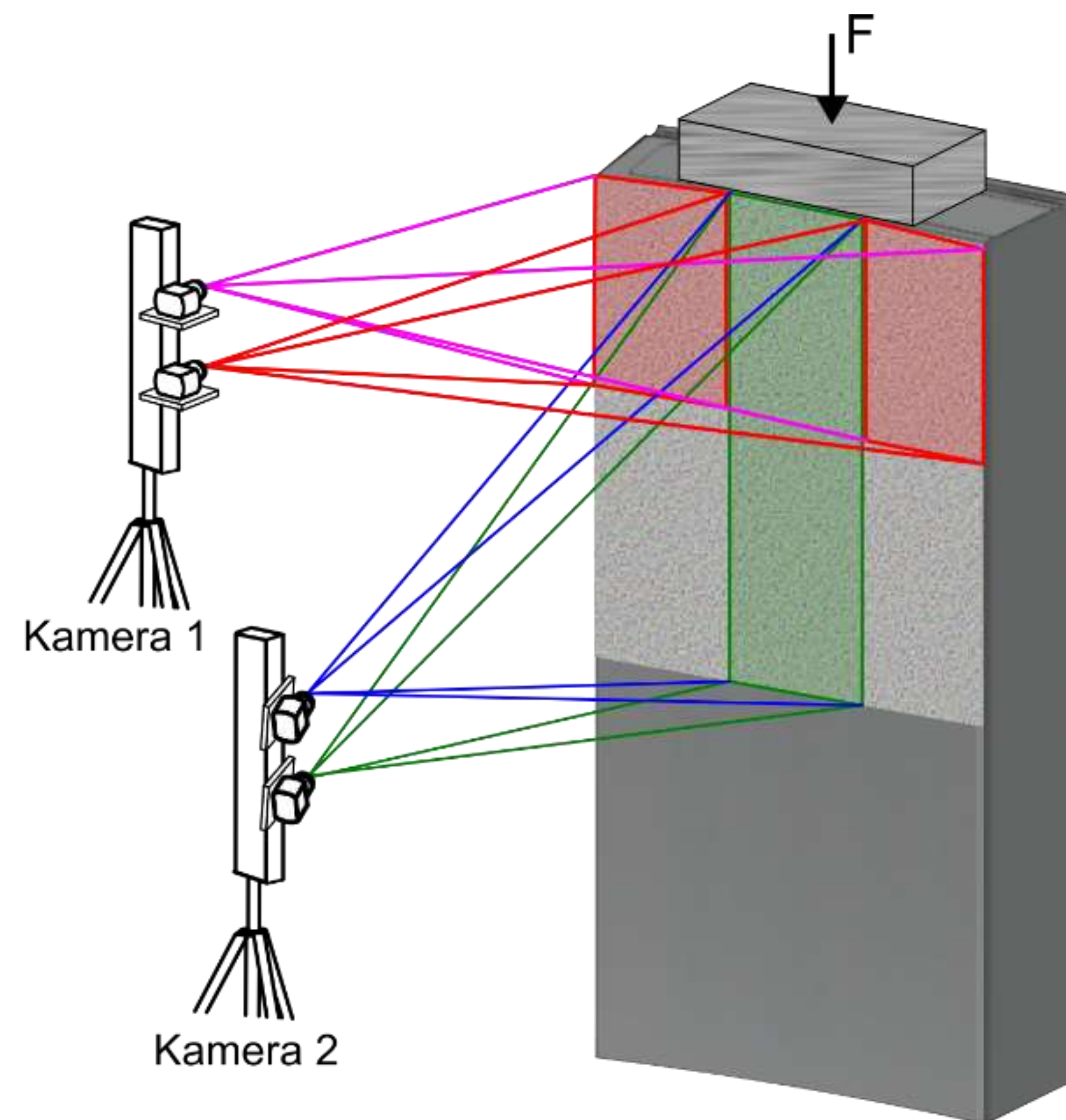
Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

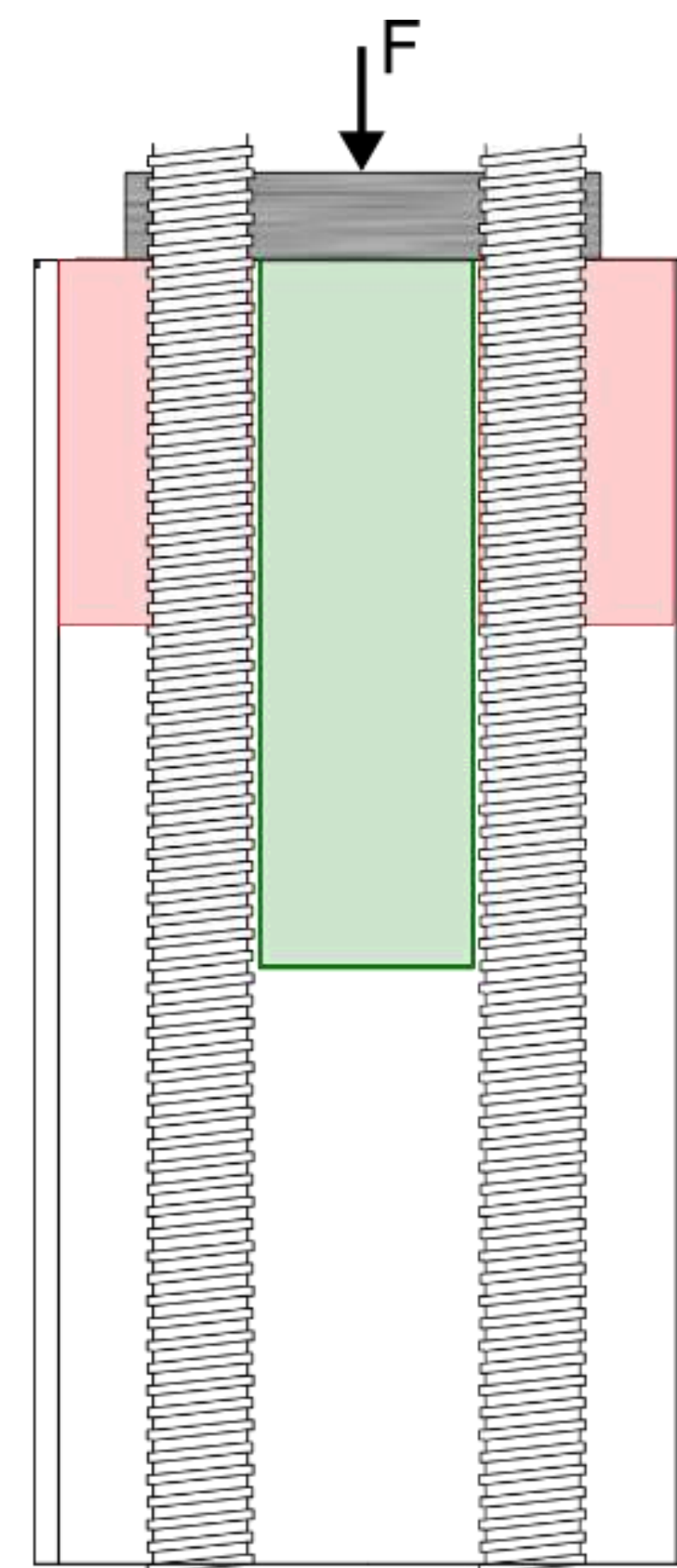
results



(a)



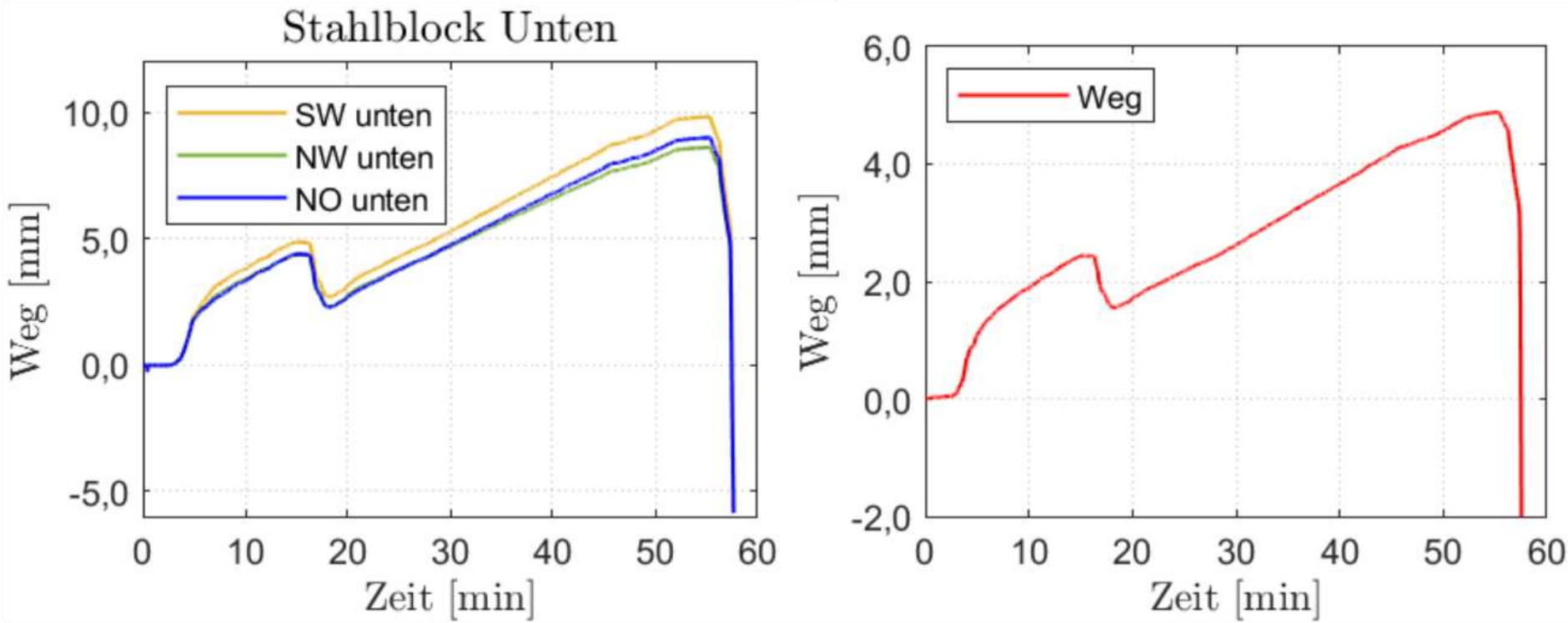
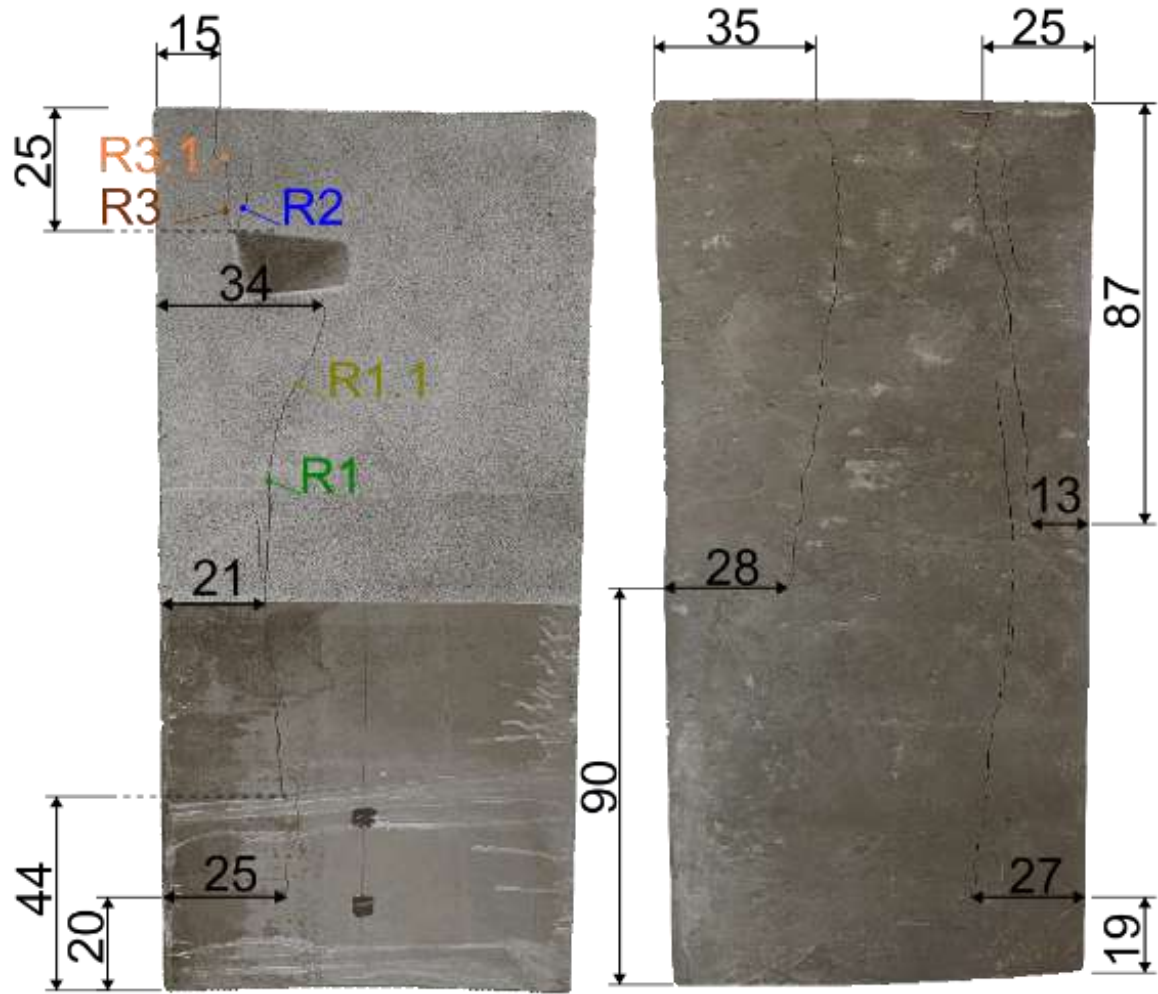
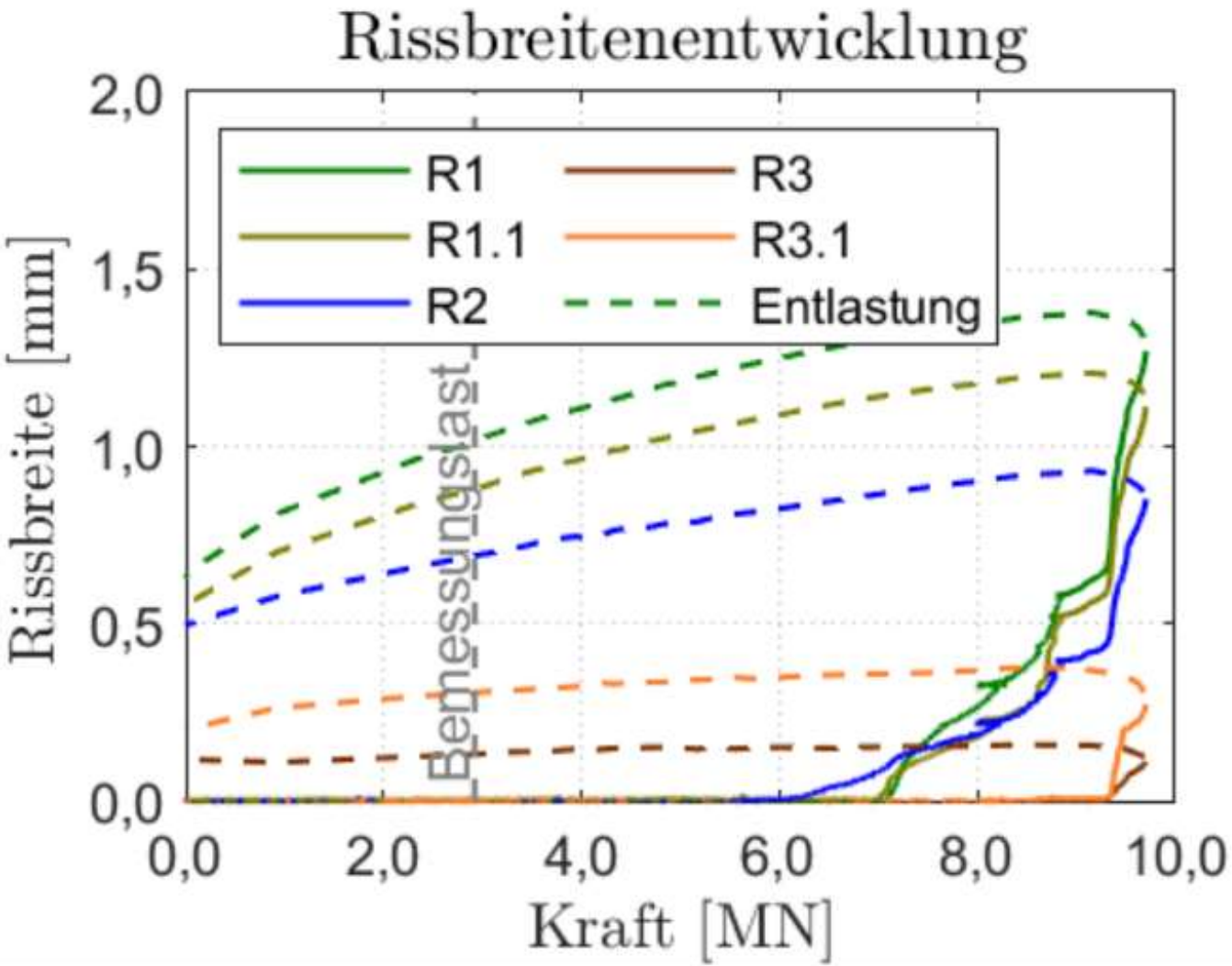
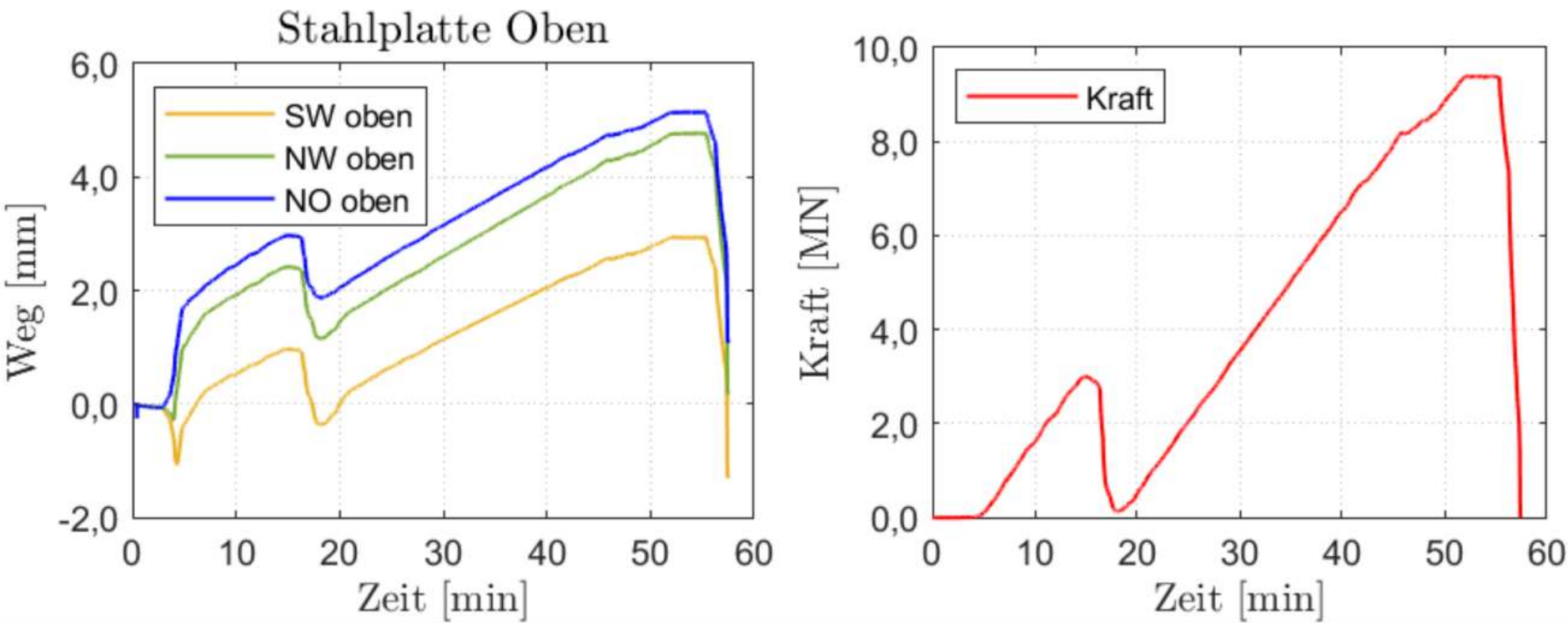
(b)



Research Projekt

LARGE-SCALE TESTS

results



(a)

(b)

(c)

(d)



Ing. Rainer DRAXL

Teamleader

PORR Bau GmbH

Technology Management & Innovation

1100 Vienna , Absberggasse 47

rainer.draxl@porr.at

www.porr-group.com



Dr. Christian RAUCH

Head of Department

PORR Bau GmbH

Technology Management & Innovation

1100 Vienna , Absberggasse 47

christian.rauch@porr.at

www.porr-group.com