



Brno University of Technology

Mechanismy utváření třecí vrstvy tuhých top-of-rail produktů mezi kolem a kolejnicí

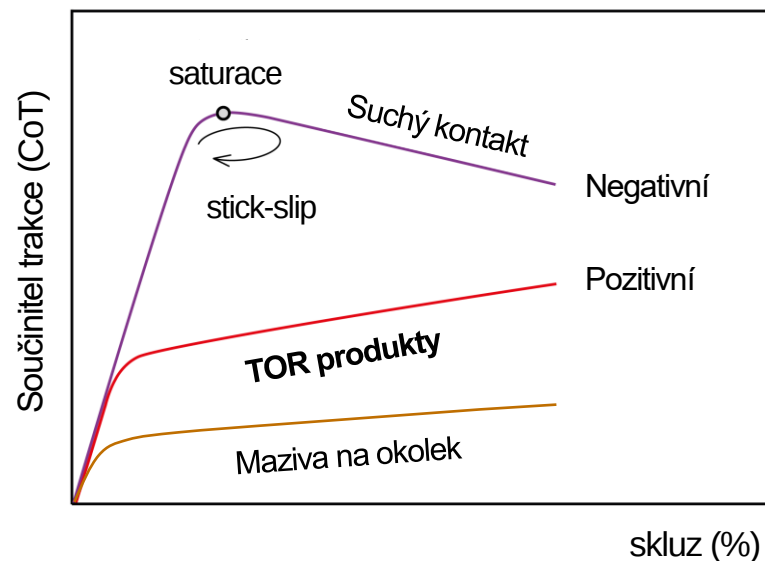
Tomáš Jordán

Školitel: Martin Hartl

Školitel specialista: Radovan Galas

Brno, 3. 12. 2025

TOP-OF-RAIL MODIFIKACE TŘENÍ



- › Střední hodnoty tření (0.2 - 0.4)
- › Pozitivní trend trakční křivky

STOCK, *Wear*, 2016

HARMON, *Trib. – Materials, Surfaces and Interfaces*, 2016

TOP-OF-RAIL MODIFIKACE TŘENÍ

TOR Produkty



Olejové

Olej + částice + pojivo



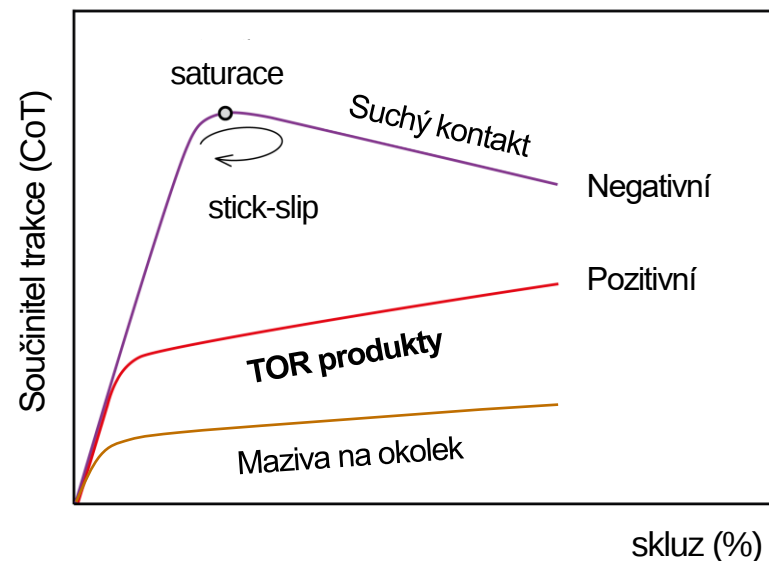
Vodní

Voda + částice + pojivo



Tuhé

Pryskyřice + částice
(MoS₂, Mastek...)



- › Střední hodnoty tření (0.2 - 0.4)
- › Pozitivní trend trakční křivky

STOCK, Wear, 2016

HARMON, Trib. – Materials, Surfaces and Interfaces, 2016

TOP-OF-RAIL MODIFIKACE TŘENÍ

Benefity

Redukce hluku

- › Ohrožení zdraví a komfortu

EADIE, Wear, 2005



Redukce opotřebení

- › Náklady na údržbu

EADIE, Wear, 2008



Snížení spotřeby

- › Efektivnost a udržitelnost

VANDERMAREL, Wear, 2013



TOP-OF-RAIL MODIFIKACE TŘENÍ



MOTIVACE



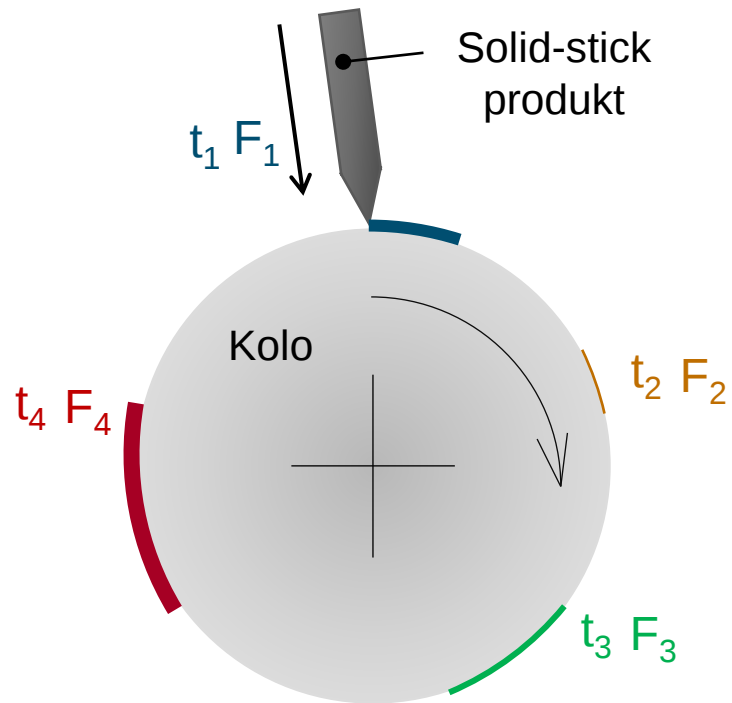
System aplikace

- › Pružinový mechanismus s konstantní silou
- › **Nepřetržitá aplikace**

Proč?

- › Jednoduchost
- › Spolehlivost

MOTIVACE

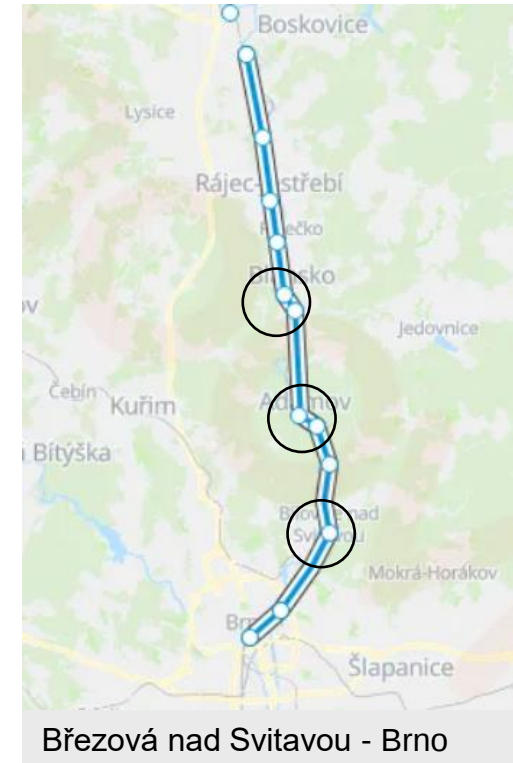


Vývoj nové strategie aplikace

- › Aktuální podmínky na trati
- › Poloha na trati

Proč?

- › Kontrola výkonnosti
- › Redukce spotřeby
- › Redukce emisí částic



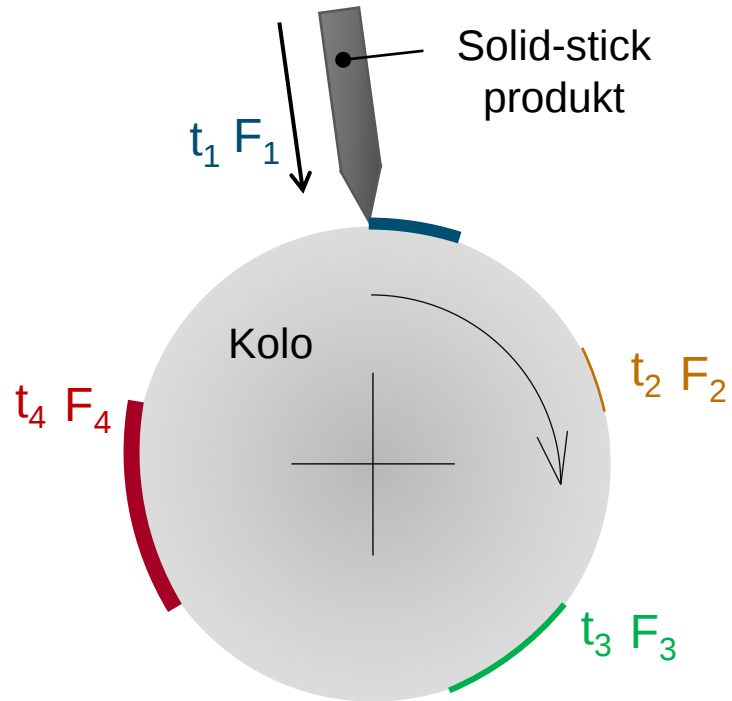
MOTIVACE

Vývoj nové strategie aplikace

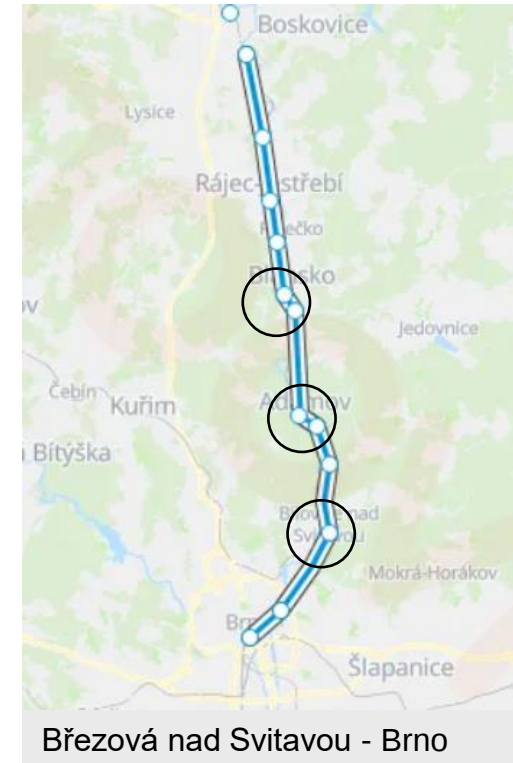
- › Aktuální podmínky na trati
- › Poloha na trati

Proč?

- › Kontrola výkonnosti
- › Redukce spotřeby
- › Redukce emisí částic



Aplikátor s proměnnou silou CN106379372B (Google patents)



SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Tekuté TOR produkty



Publikace: >200

(Scopus)

Tuhé TOR produkty



Publikace: 3

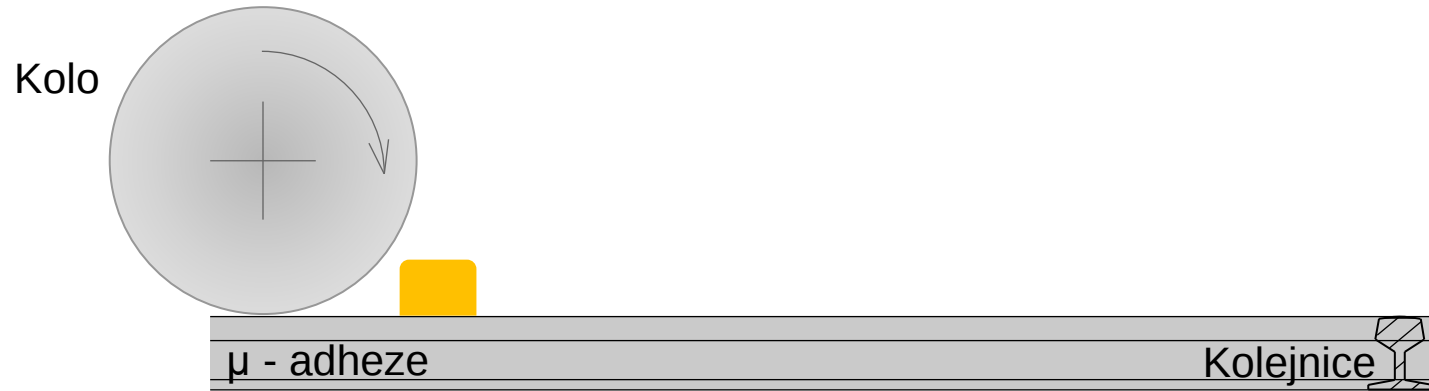
Tuhá maziva na okolek



Publikace: <10

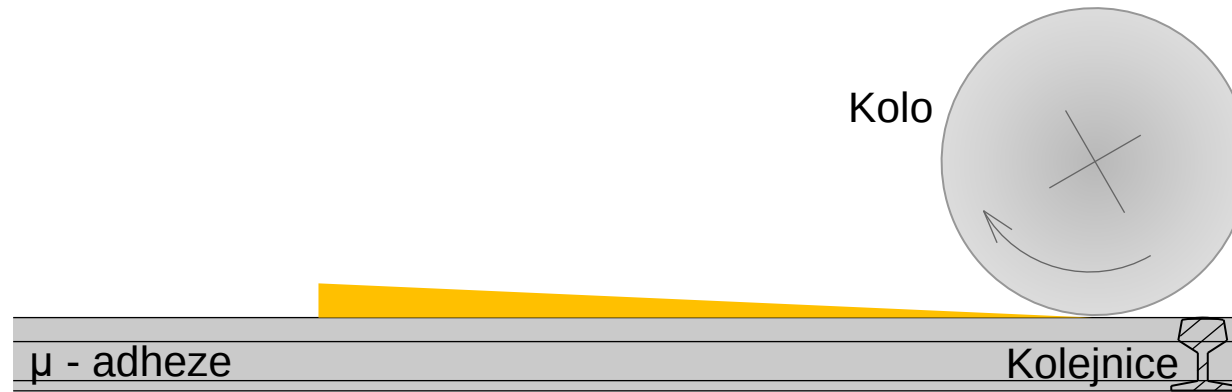


SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



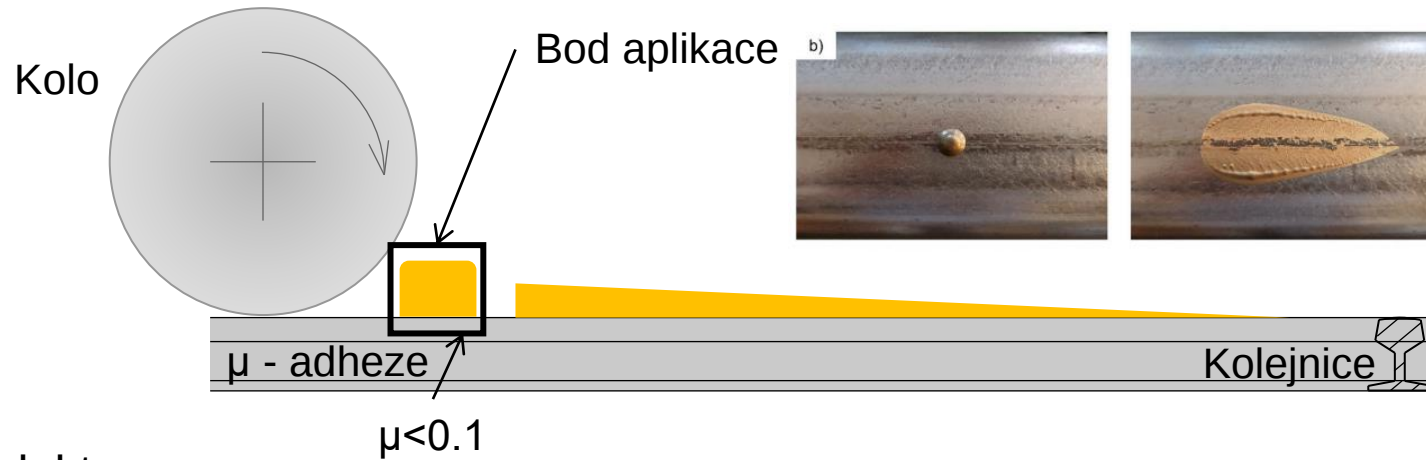
Tekuté TOR produkty

SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

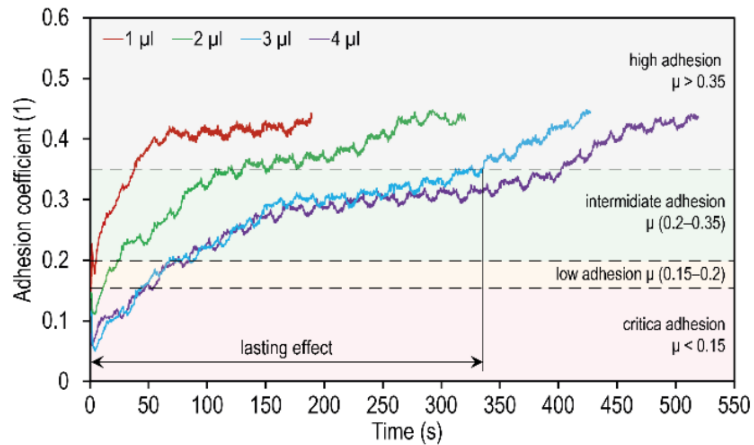


Tekuté TOR produkty

SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

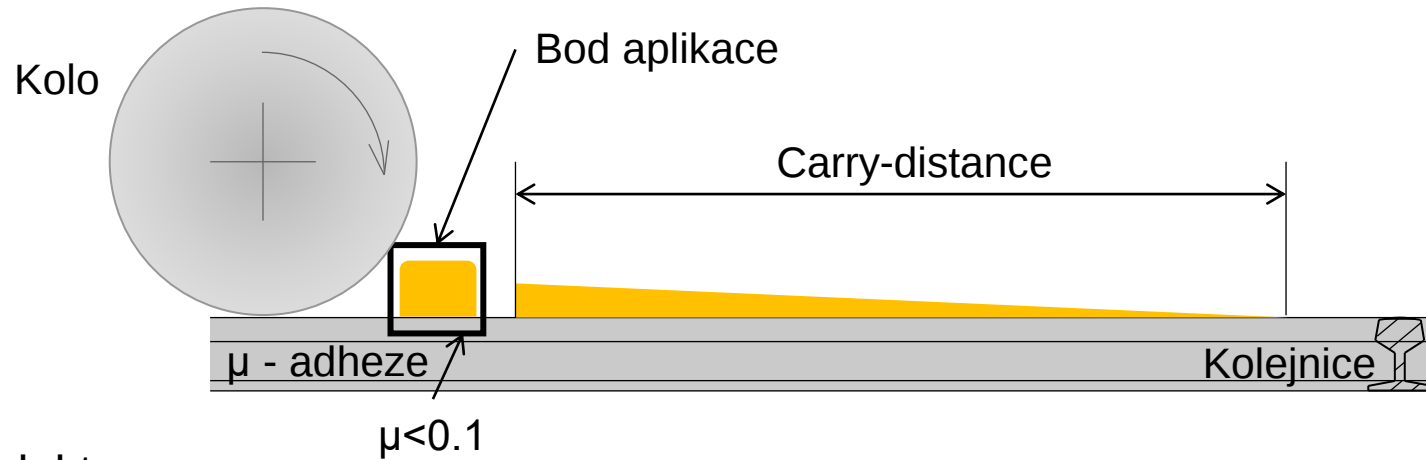


Tekuté TOR produkty

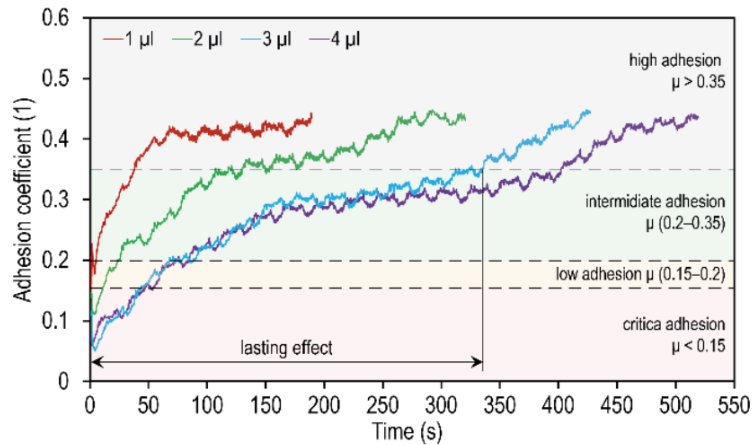


GALAS, Wear, 2016

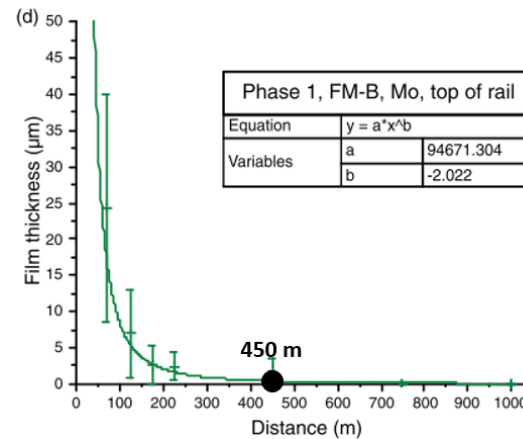
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



Tekuté TOR produkty

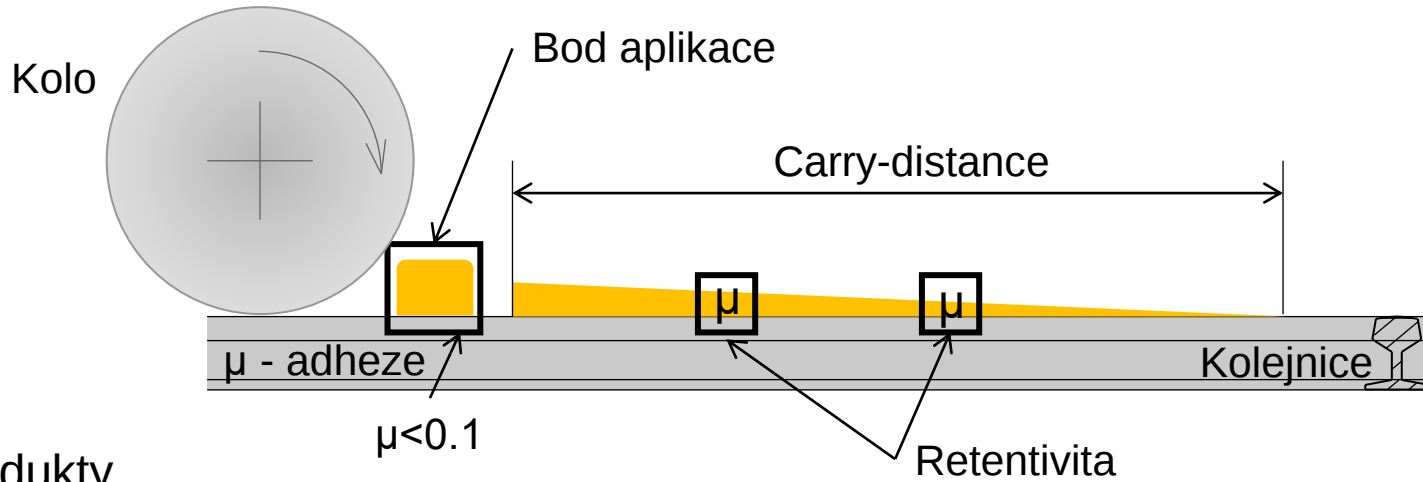


GALAS, Wear, 2016

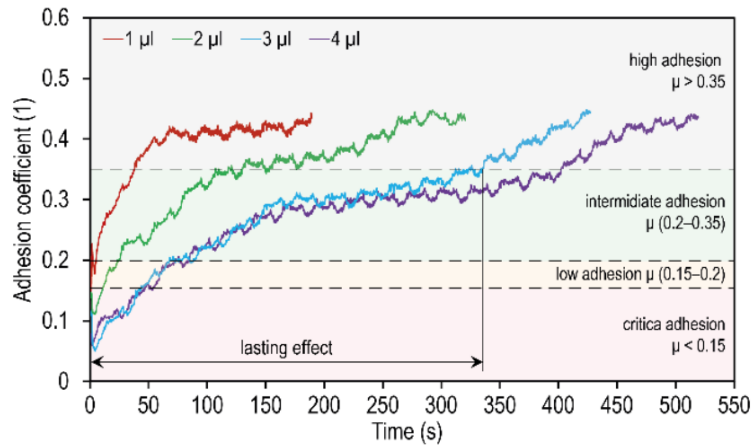


KHAN, Proc. Inst.
Mech. Eng. F, 2018

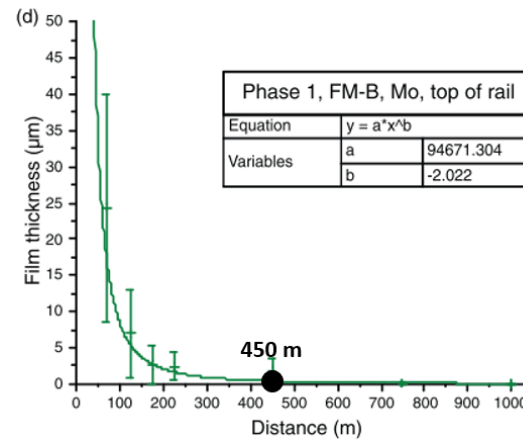
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



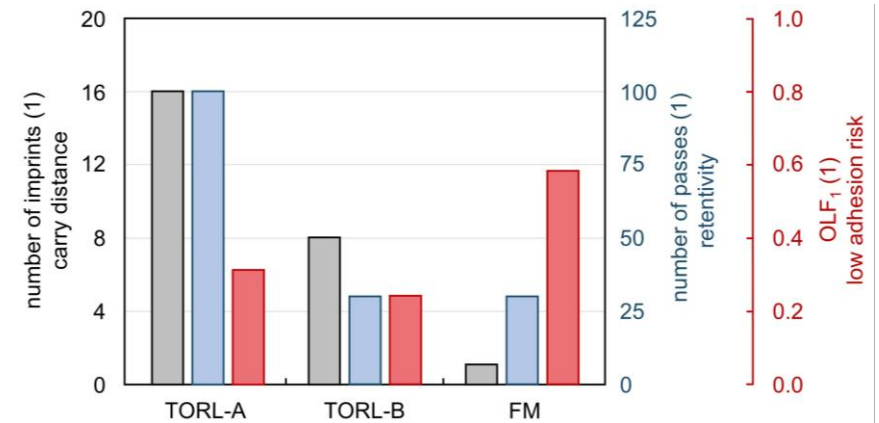
Tekuté TOR produkty



GALAS, Wear, 2016

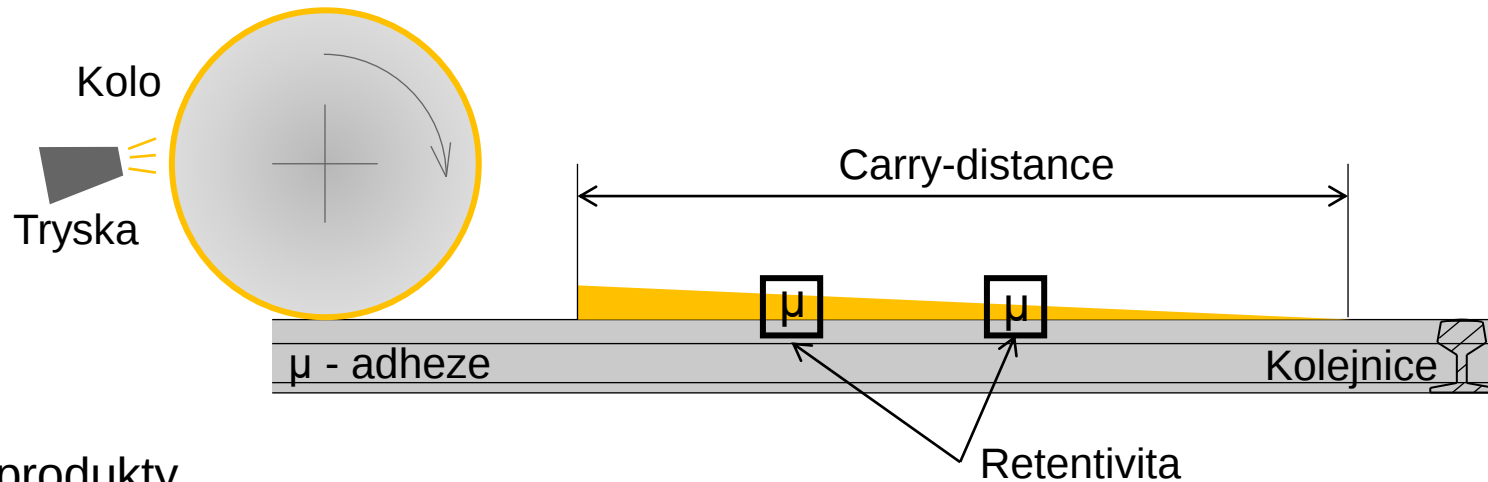


KHAN, Proc. Inst.
Mech. Eng. F, 2018

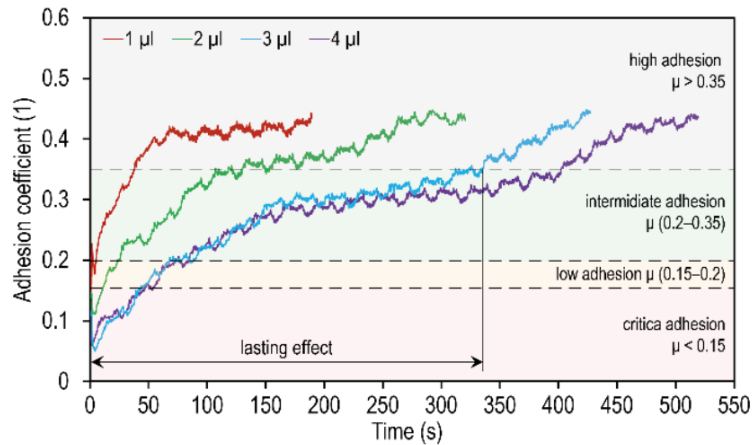


GALAS, TI, 2024

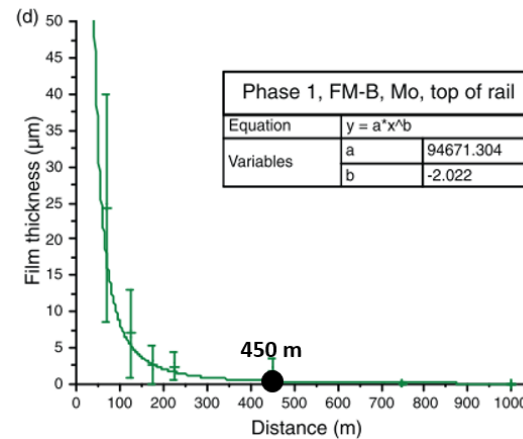
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



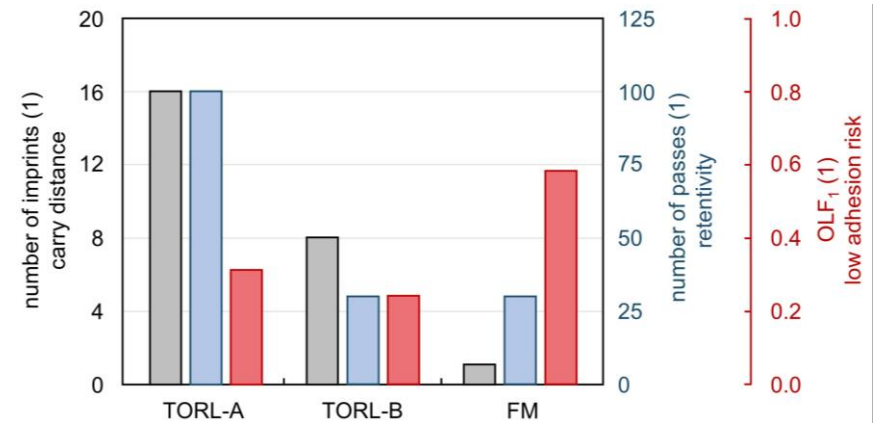
Tekuté TOR produkty



GALAS, Wear, 2016

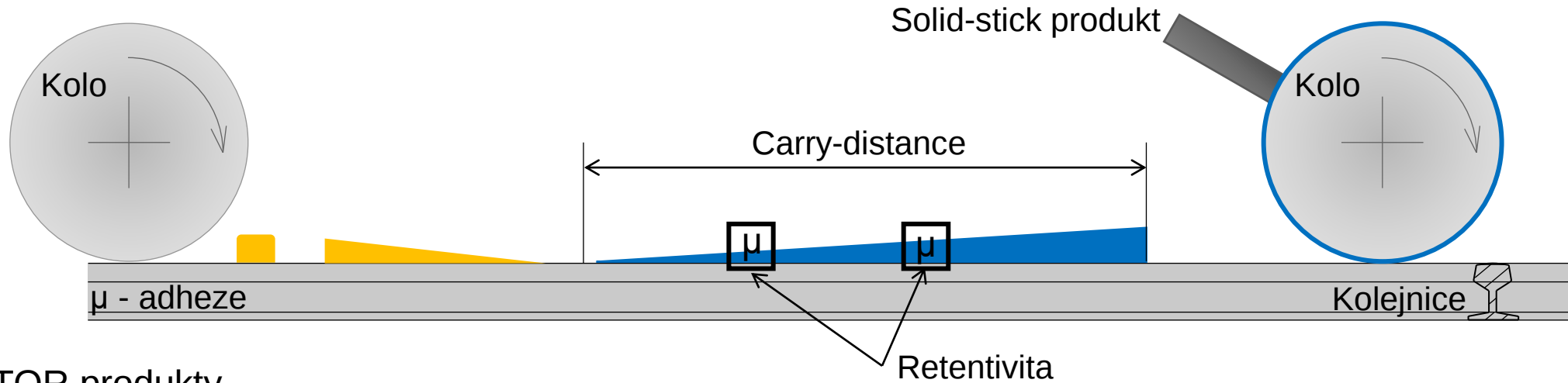


KHAN, Proc. Inst.
Mech. Eng. F, 2018

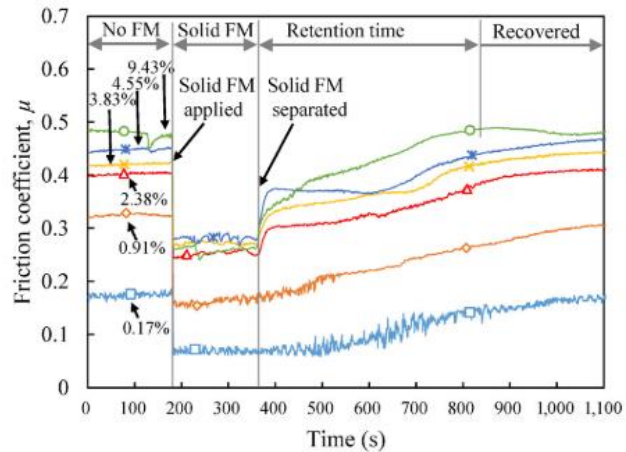


GALAS, TI, 2024

SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

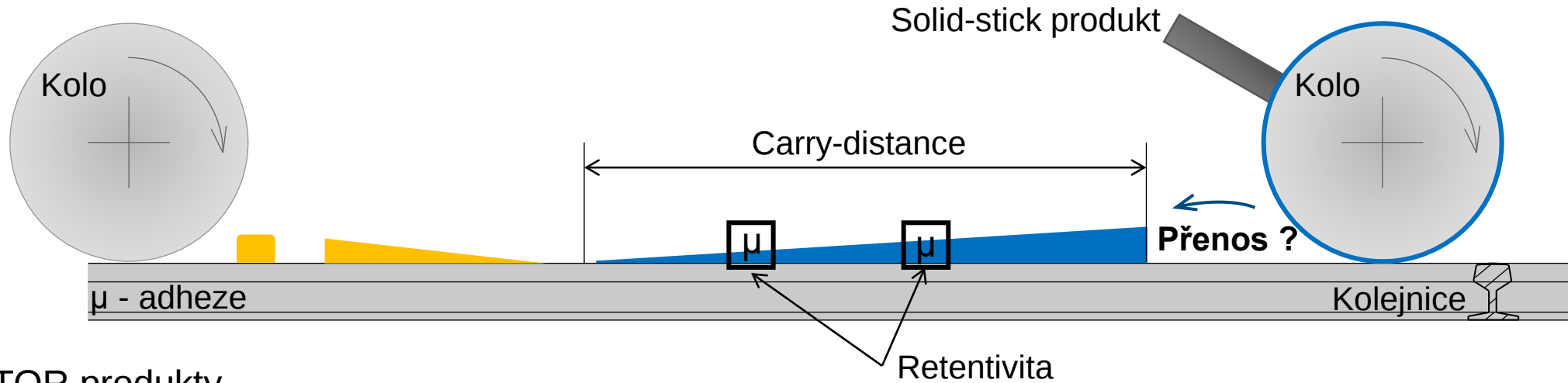


Tuhé TOR produkty

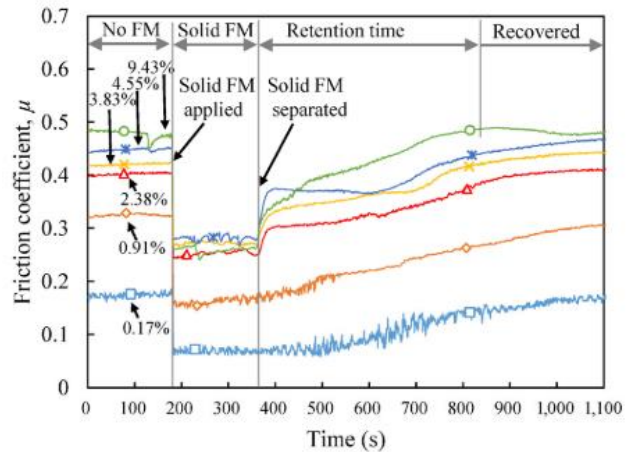


SONG, Friction, 2022

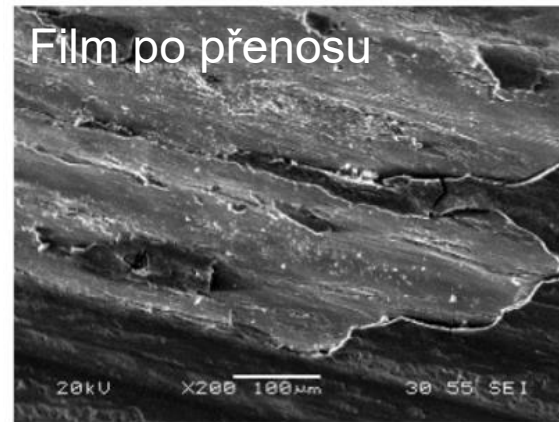
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



Tuhé TOR produkty

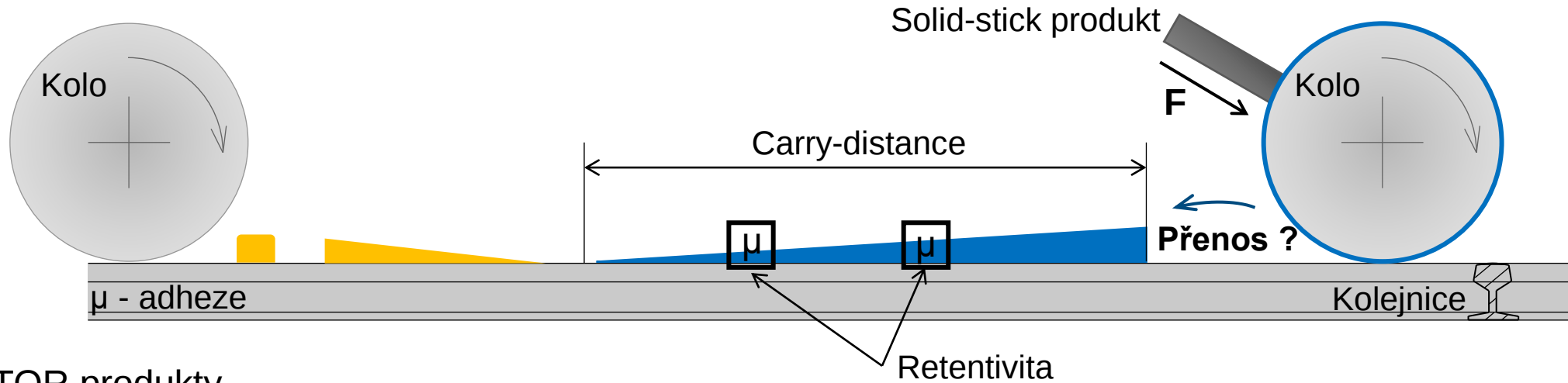


SONG, Friction, 2022

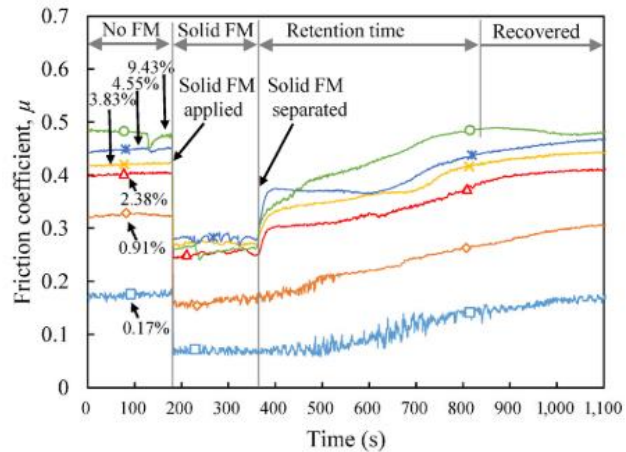


VÉLEZ, Advanced Composites, 2020

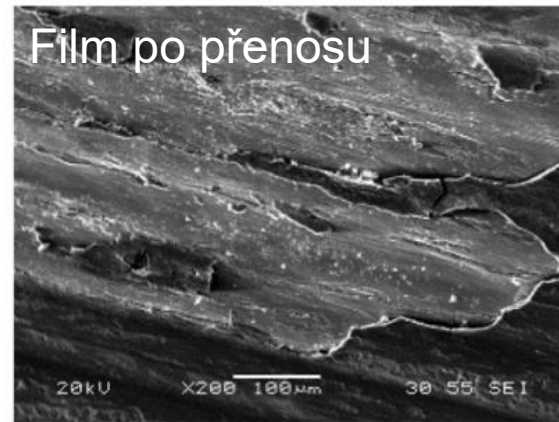
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



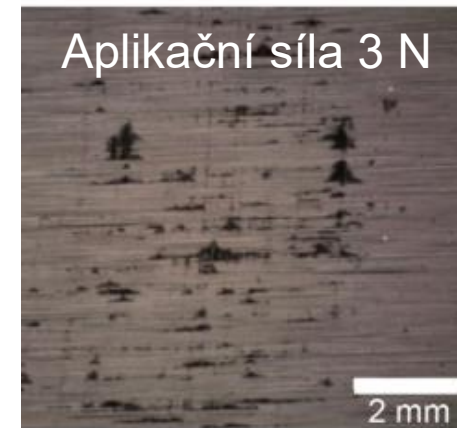
Tuhé TOR produkty



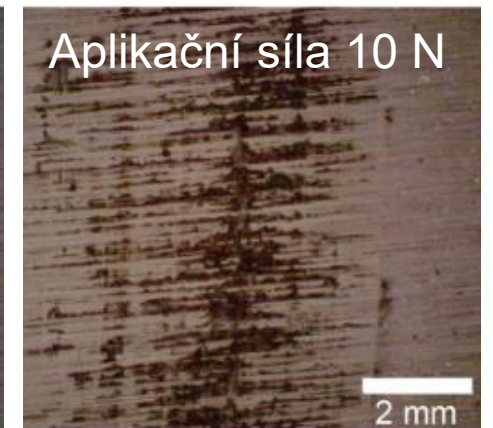
SONG, Friction, 2022



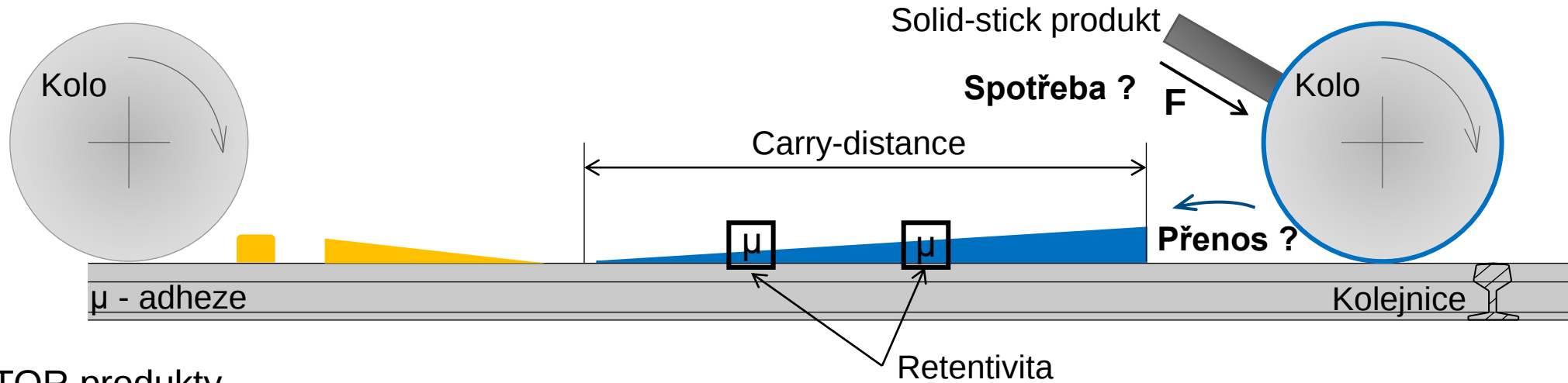
VÉLEZ, Advanced Composites, 2020



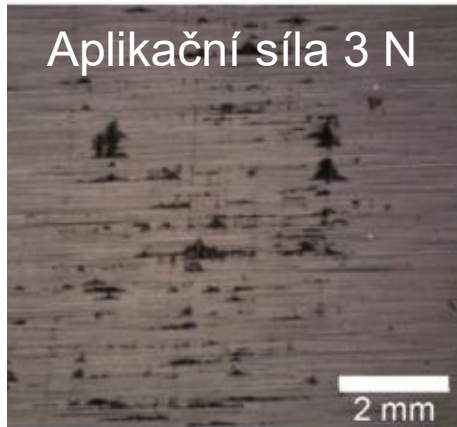
REY, Wear, 2025



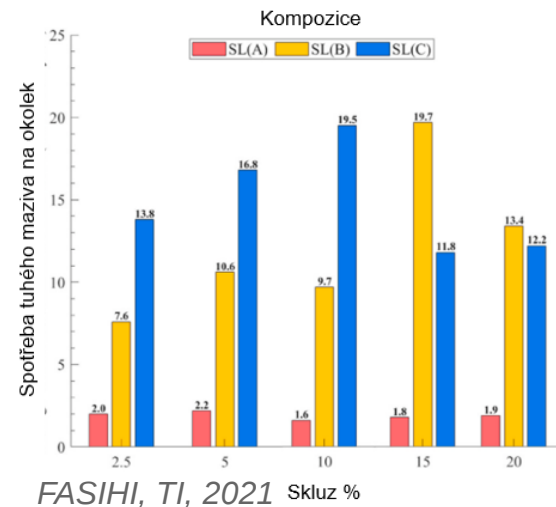
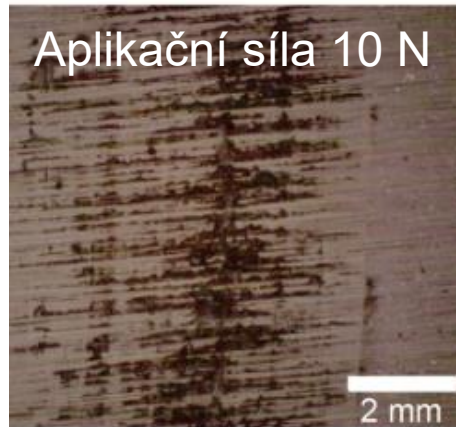
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



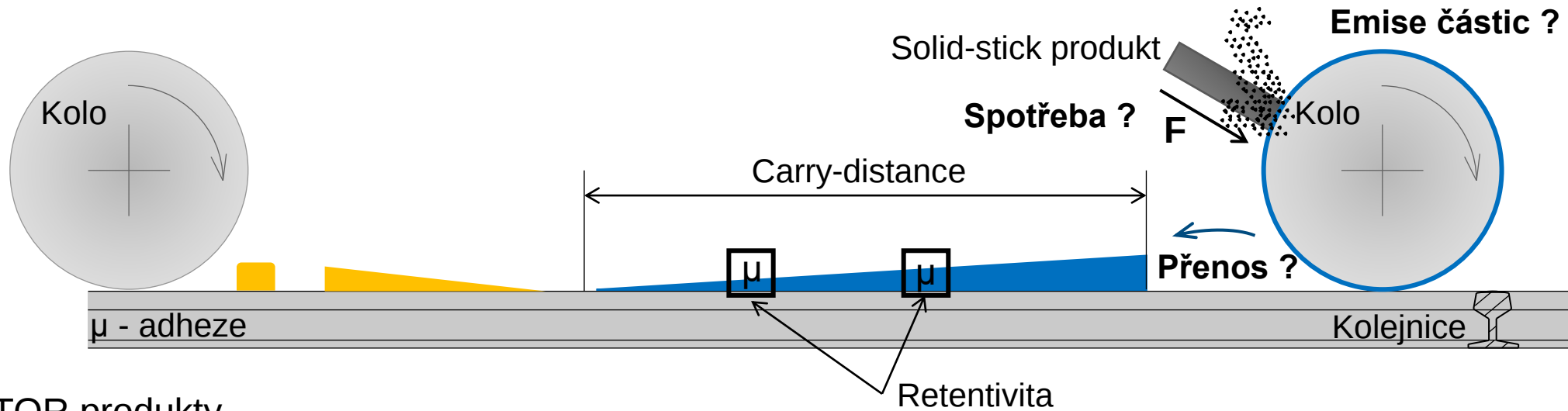
Tuhé TOR produkty



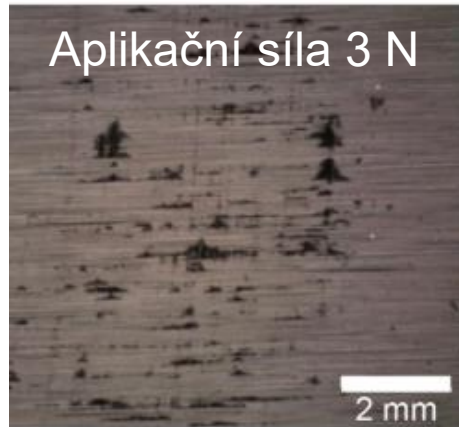
REY, Wear, 2025



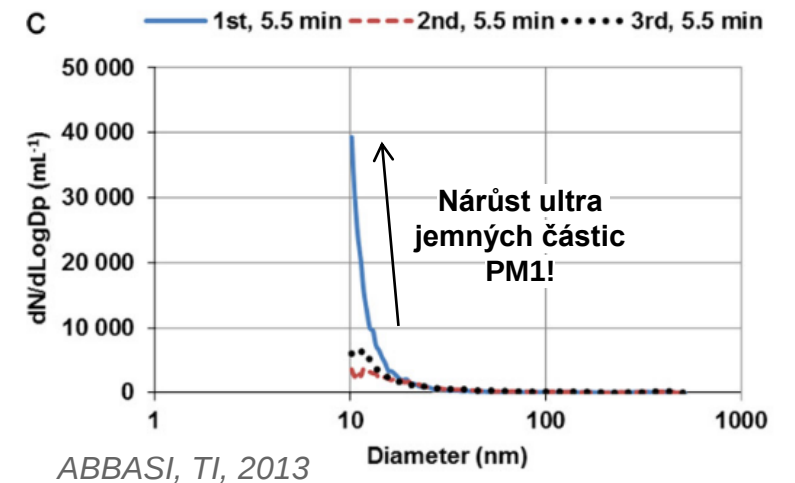
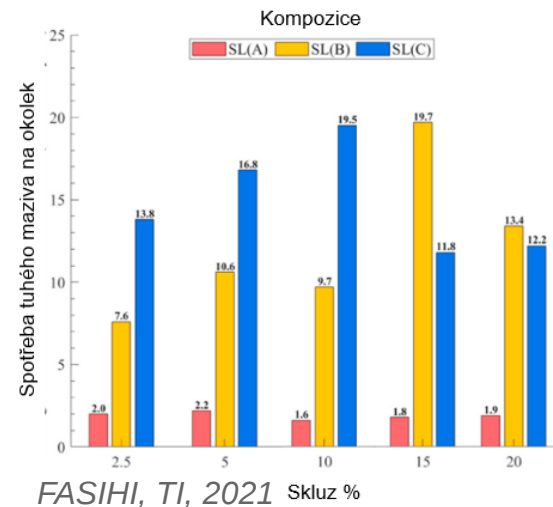
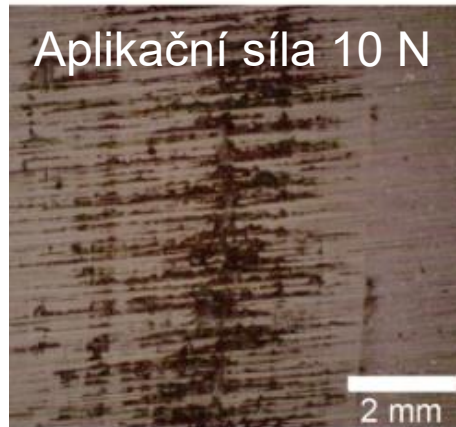
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



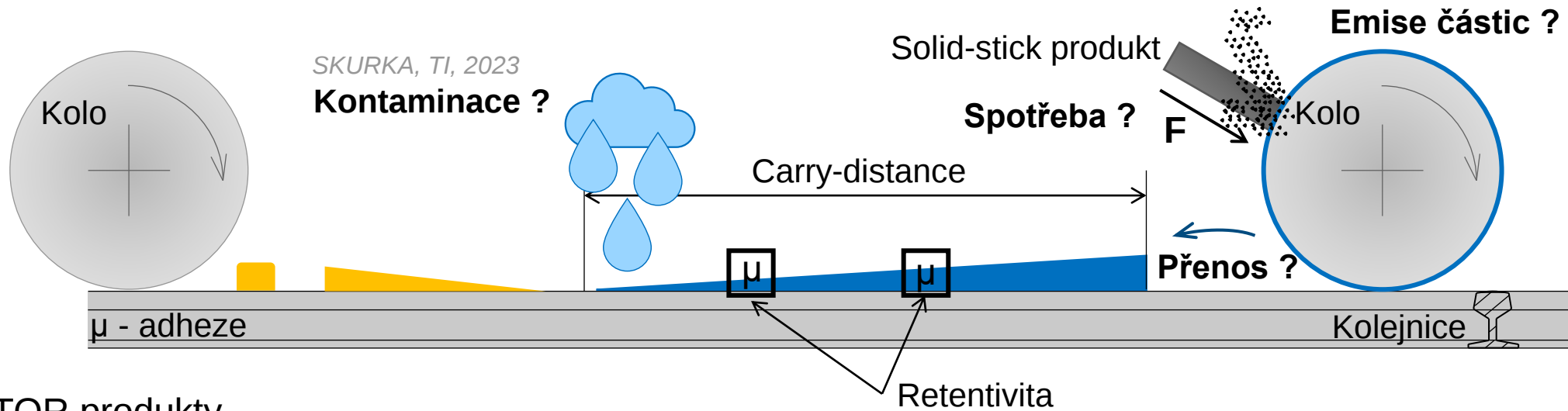
Tuhé TOR produkty



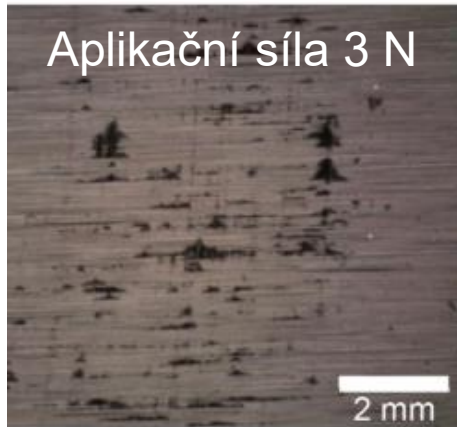
REY, Wear, 2025



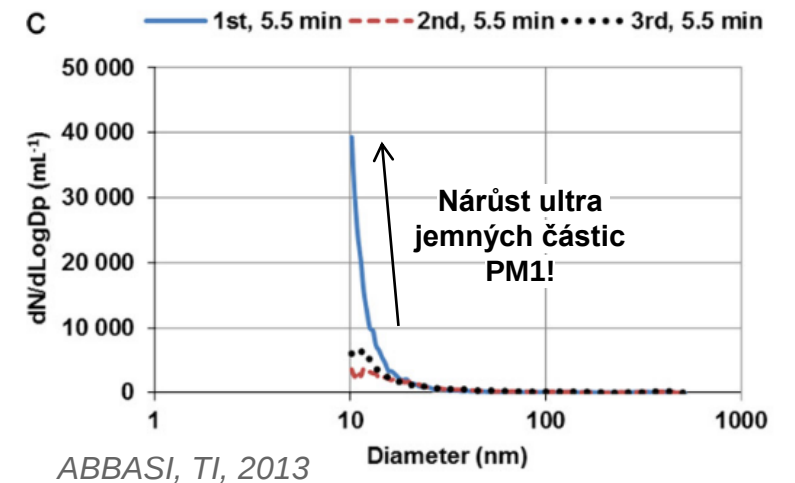
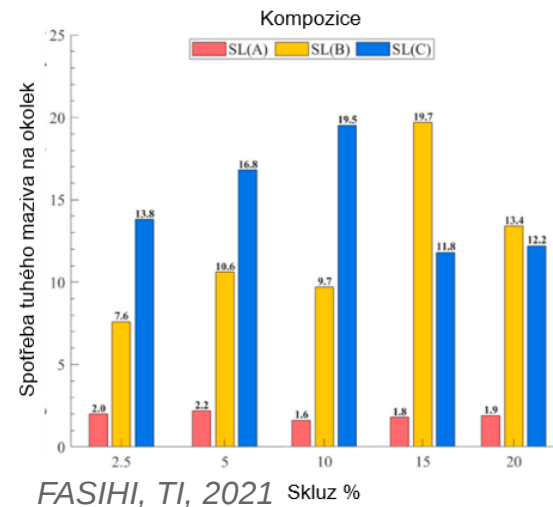
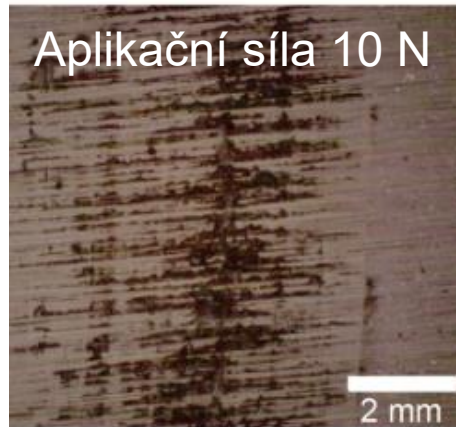
SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



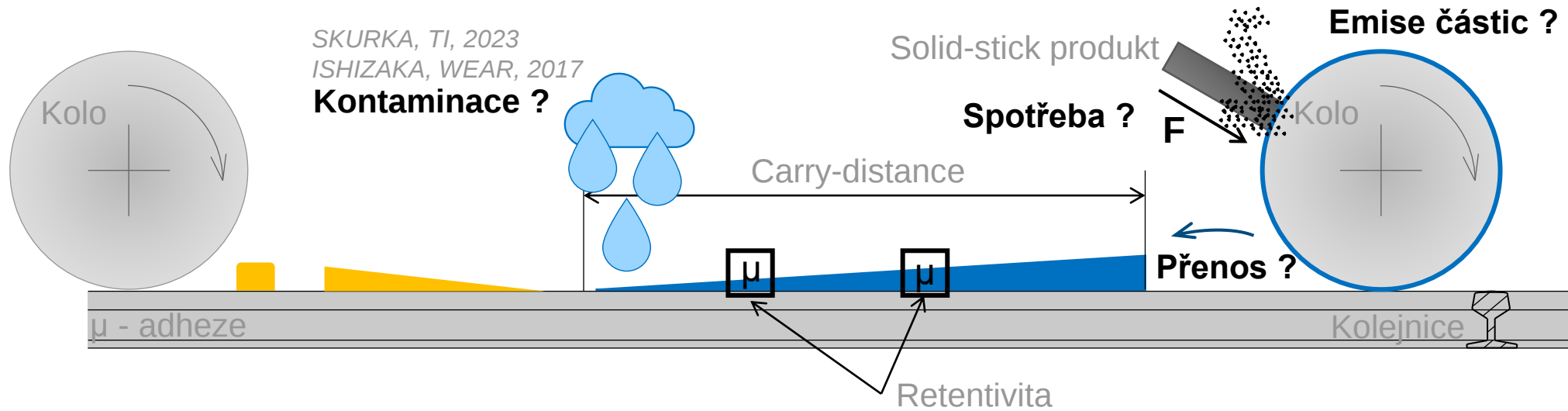
Tuhé TOR produkty



REY, Wear, 2025



SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ



Bílé místo:

Mechanismy utváření třecí vrstvy tuhých TOR produktů

CÍL PRÁCE

Popis tvorby a přenosu třecí vrstvy tuhých TOR produktů mezi kolem a kolejnicí.

Sledované parametry: součinitel adheze, tloušťka třecí vrstvy, spotřeba, emise částic

CÍL PRÁCE

Popis tvorby a přenosu třecí vrstvy tuhých TOR produktů mezi kolem a kolejnicí.

Sledované parametry: součinitel adheze, tloušťka třecí vrstvy, spotřeba, emise částic

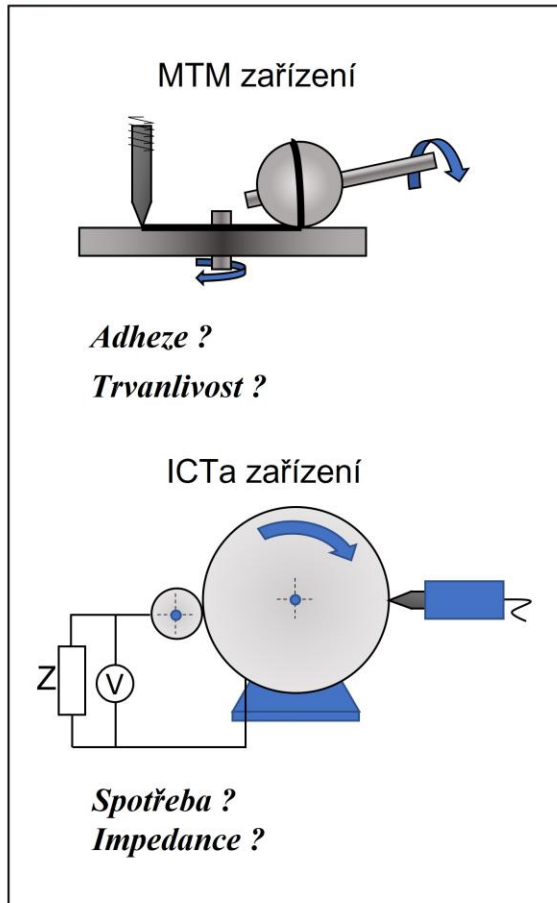
Přínos: vývoj aplikační strategie a nových produktů



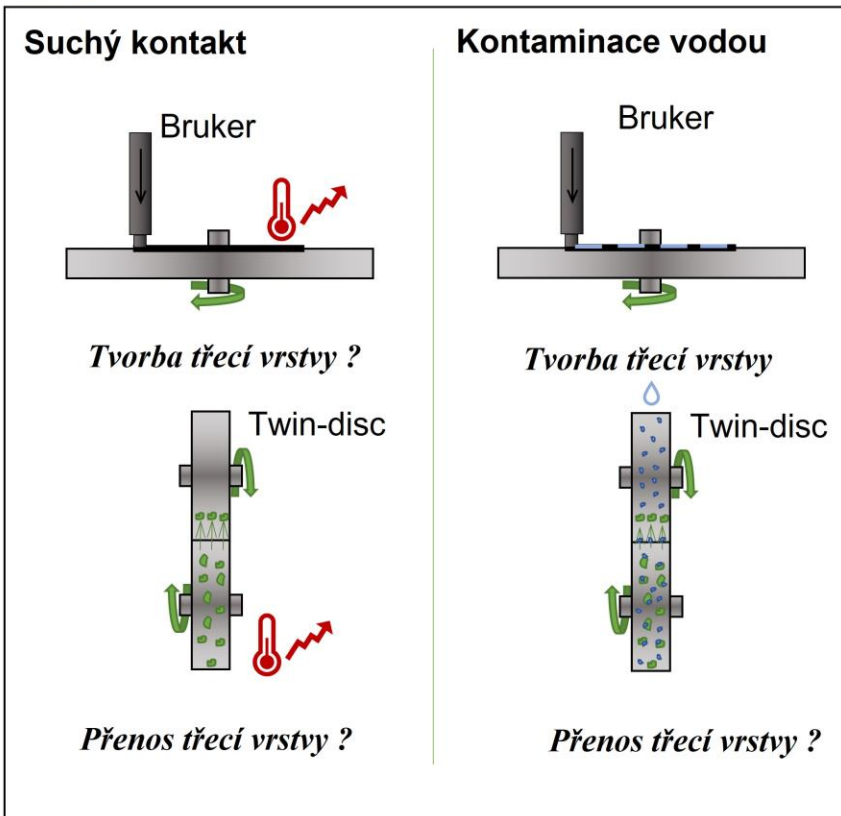
Výzkum a vývoj systému pro řízení tření mezi kolem a kolejnicí pomocí tuhých modifikátorů



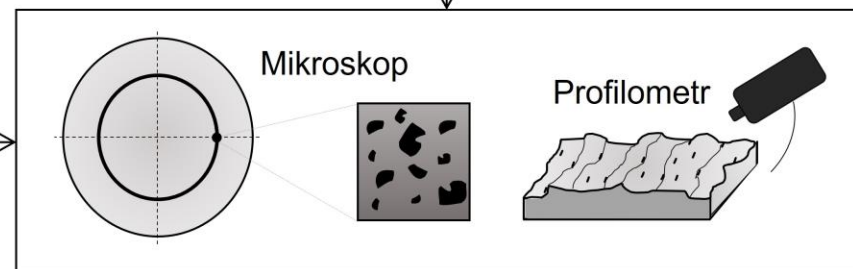
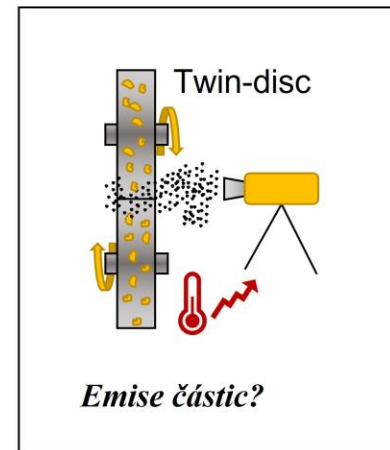
WP1



WP2



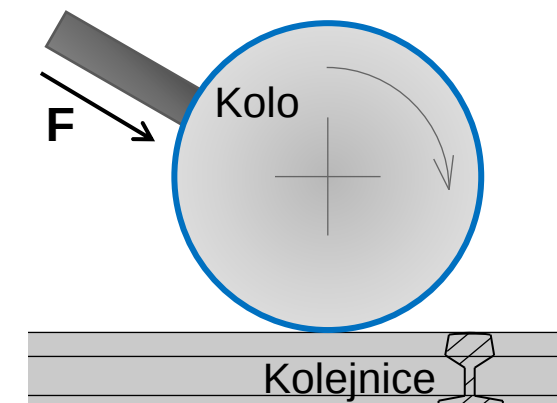
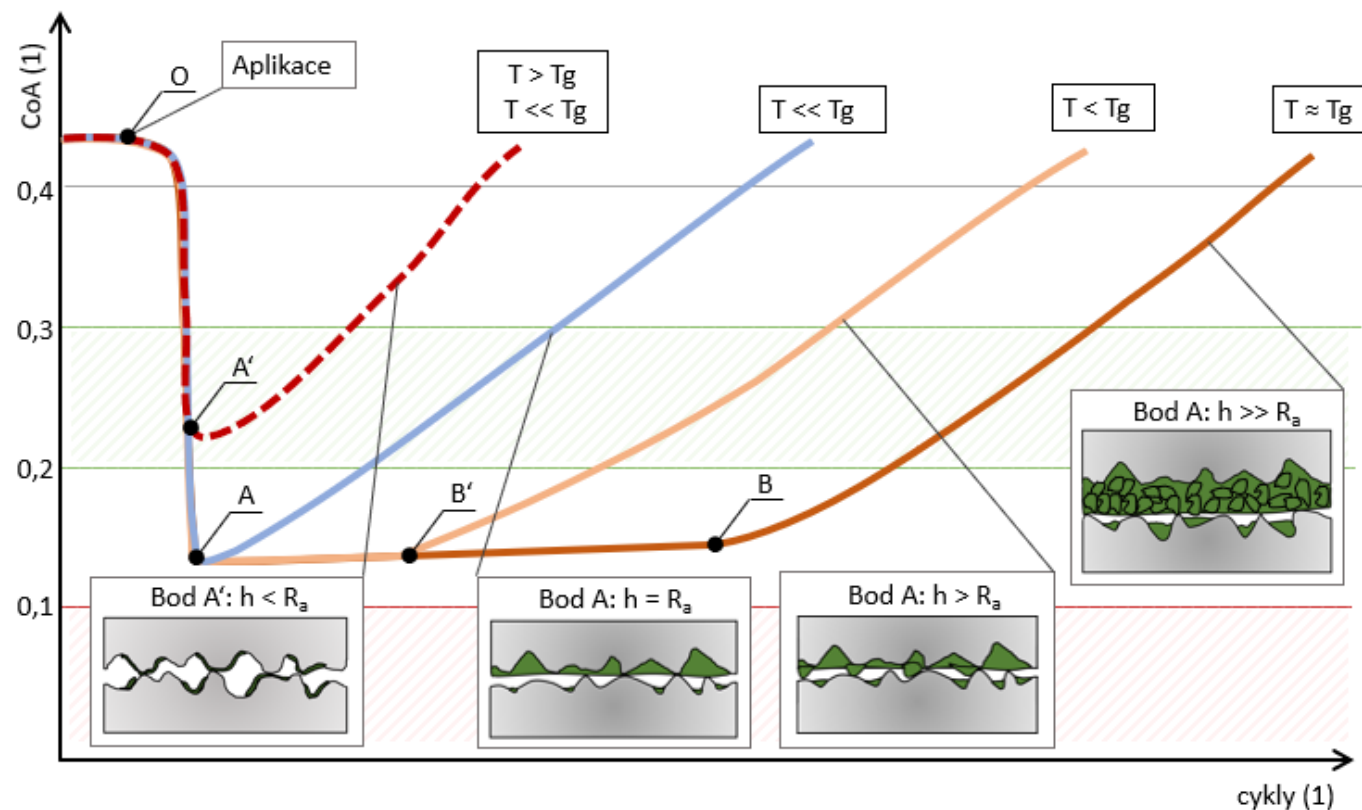
WP3



OTÁZKY A HYPOTÉZY

WP2 – Utváření třecí vrstvy

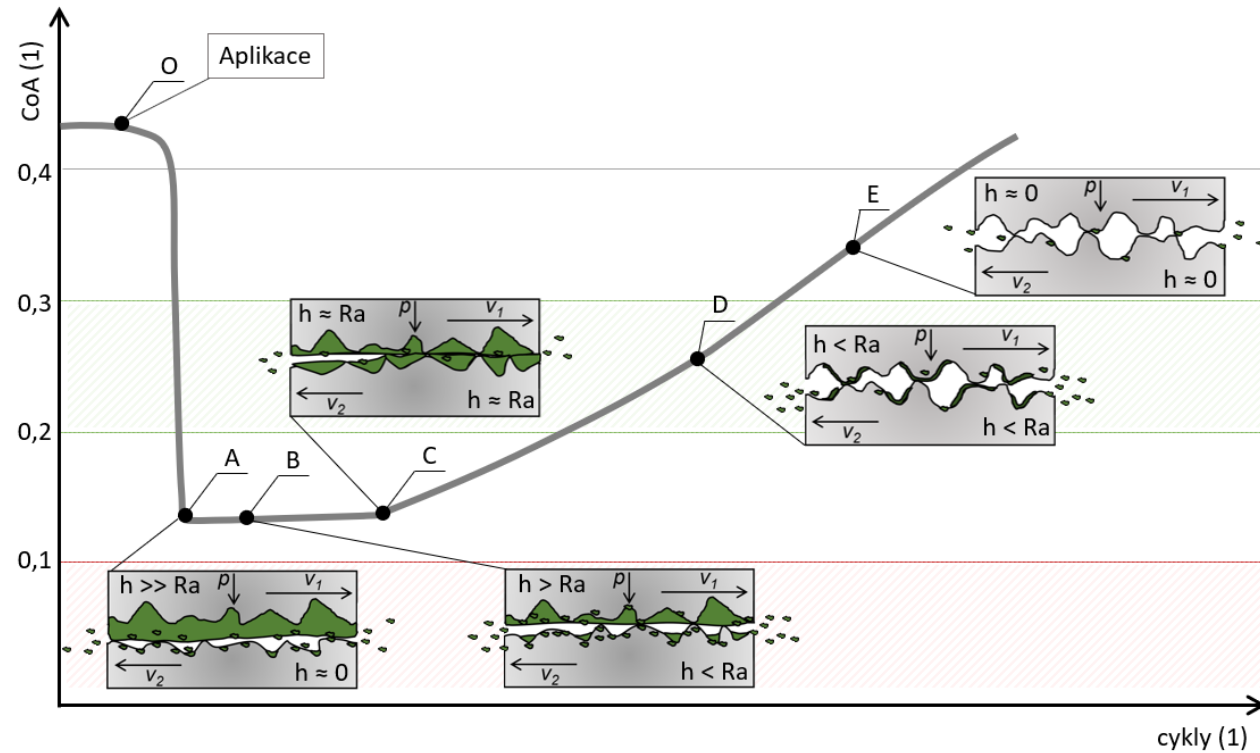
O1: Jaký je mechanismus **tvorby** třecí vrstvy tuhého TOR produktu aplikovaného za **suchých** podmínek v kontaktu kola a kolejnice?



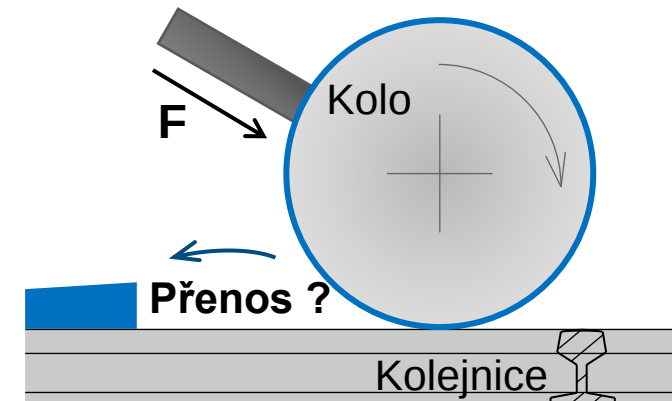
OTÁZKY A HYPOTÉZY

WP2 – Utváření třecí vrstvy

O2: Jaký je mechanismus **přenosu** třecí vrstvy tuhého TOR produktu aplikovaného za **suchých** podmínkách v kontaktu kola a kolejnice?



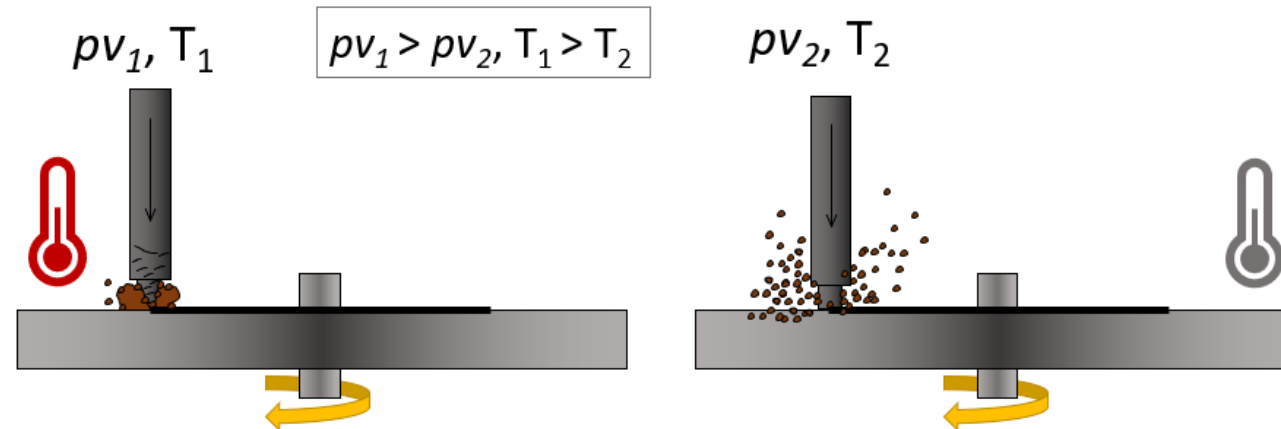
$$p \cdot v$$



OTÁZKY A HYPOTÉZY

WP3 – Emise částic

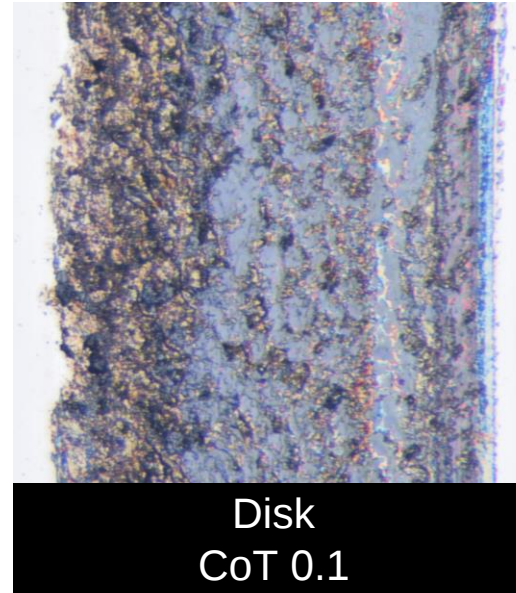
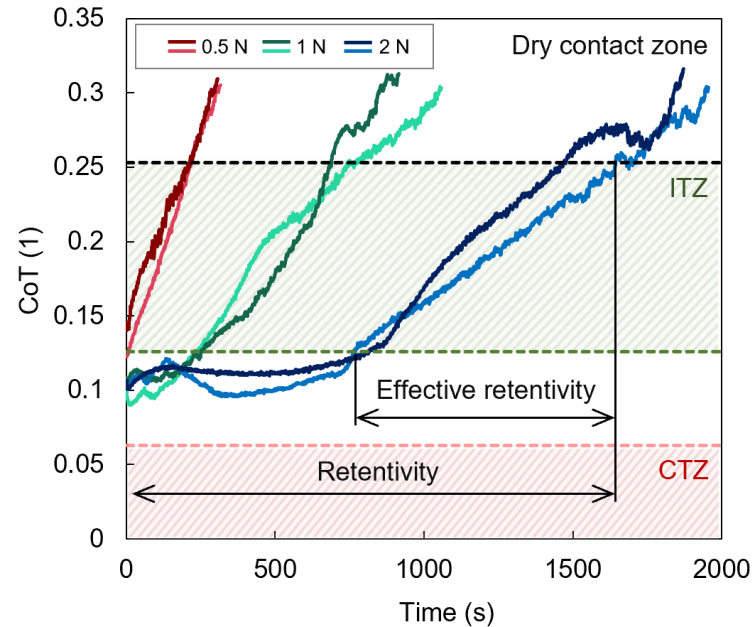
O4: Jak ovlivňují **aplikační parametry emise částic** při aplikaci tuhého TOR produktu do kontaktu kola a kolejnice?



SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

WP1 – Pilotní studie

Stav: 100%



Tuhý TOR produkt:

- › Kontrola výkonnosti
- › Nízké riziko přemazání

- › Omezený přenos

SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

WP1 – Pilotní studie

Stav: 100%



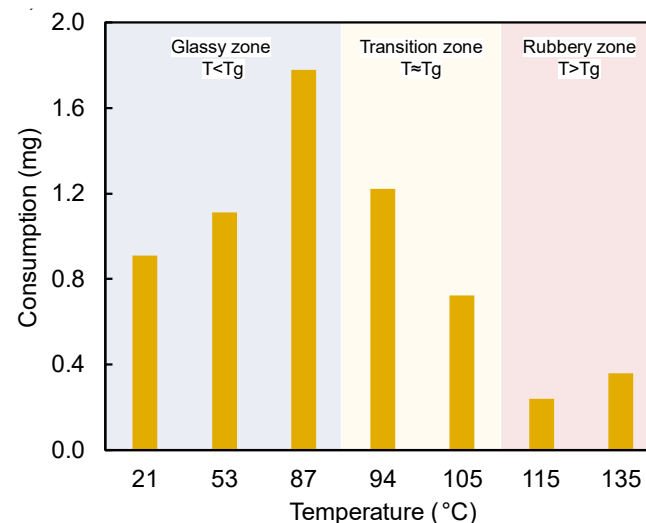
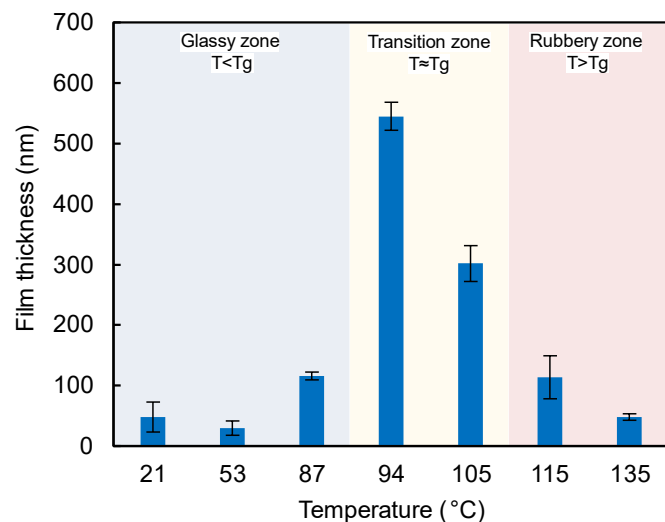
- › Výsledky prezentovány na CM2025 v Tokiu
- › Připraven manuskript – odeslání do 31. ledna 2026

SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

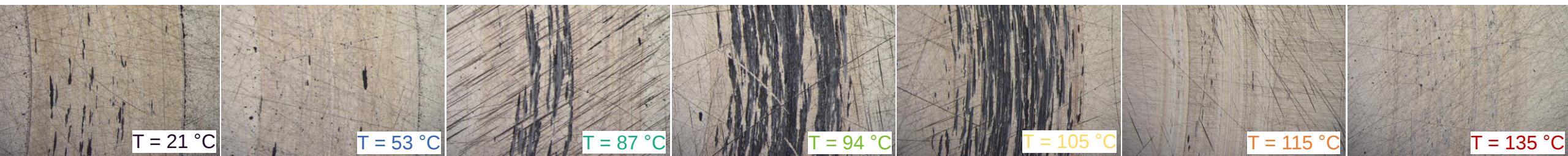
WP2 – Utváření třecí vrstvy

Stav: 70%

Výsledky v souladu s hypotézou H1



- › Tloušťka filmu x teplota
- › Spotřeba x tloušťka filmu
- › Mechanismy tvorby filmu (adheze x abraze)

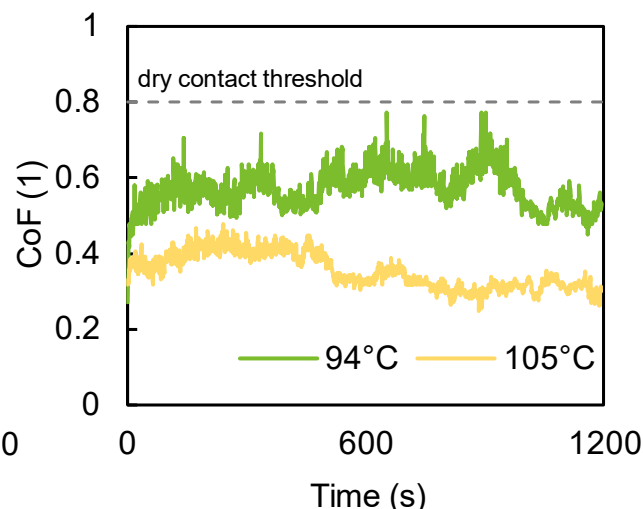
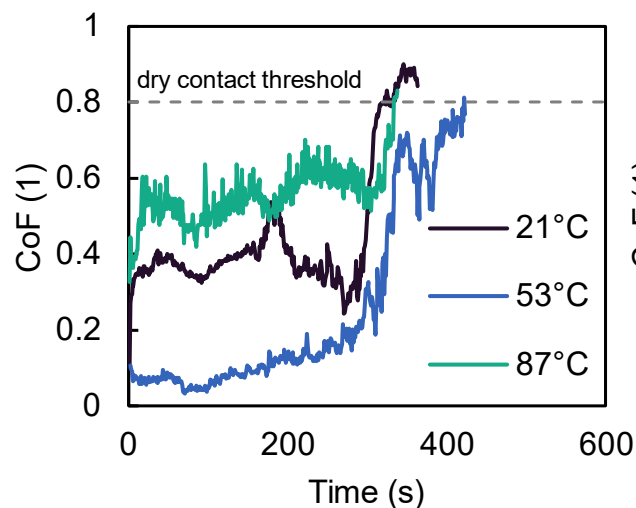


SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

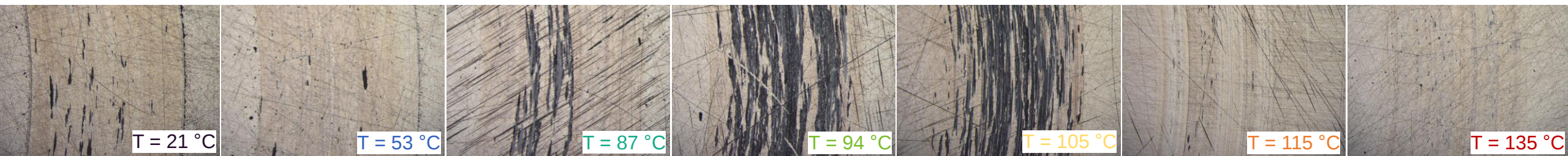
WP2 – Utváření třecí vrstvy

Stav: 70%

Výsledky v souladu s hypotézou H1



- › Tloušťka filmu x teplota
- › Spotřeba x tloušťka filmu
- › Mechanismy tvorby filmu (adheze x abraze)
- › Tloušťka filmu x třecí podmínky



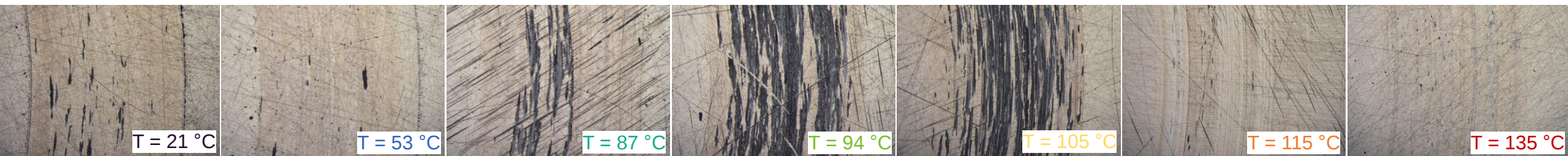
SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

WP2 – Utváření třecí vrstvy

Stav: 70%

Výsledky v souladu s hypotézou H1

- › Tloušťka filmu x teplota
- › Spotřeba x tloušťka filmu
- › Mechanismy tvorby filmu (adheze x abraze)
- › Tloušťka filmu x třecí podmínky
- › Příprava manuškriptu
- › **Další kroky:**
 - › Přenos?
 - › Kontaminace vodou?

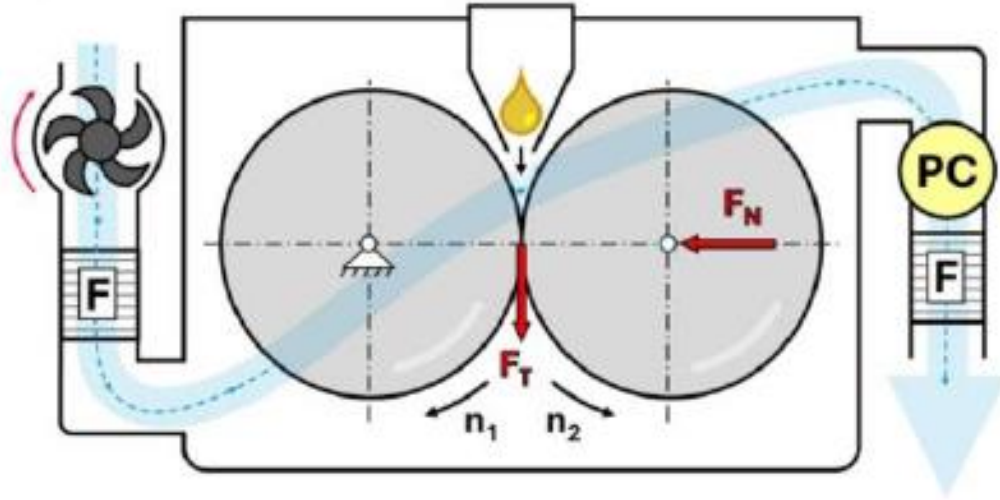


SOUČASNÉ ŘEŠENÍ PRÁCE

WP3 – Emise částic

Stav: 15%

- › Konstrukce komory
- › Metodologie
- › Emise částic?
- › Dokončeno v rámci zahraniční stáže



Olofsson, Ulf (H-index: 47)

ZÁVĚR

Jak lze poznatky využít v praxi?

ZÁVĚR

Jak lze poznatky využít v praxi?

Vývoj aplikační strategie

- › Řízení výkonosti
- › Snížení spotřeby
- › Ohřev



ZÁVĚR

Jak lze poznatky využít v praxi?

Vývoj aplikační strategie

- › Řízení výkonosti
- › Snížení spotřeby
- › Ohřev



Vývoj tuhých TOR produktů

- › Složení produktu
- › Přizpůsobení teploty skelného přechodu



Děkuji Vám za pozornost

Tomáš Jordán

tomas.jordan1@vut.cz

