

# MEZOPÓRUSOS TITÁN-DIOXID BEVONATOK NEDVESEDÉSÉNEK JELLEMZÉSE

B. Tegze<sup>1</sup>, Z. Hórvölgyi<sup>1</sup>, N. Nagy<sup>2</sup>

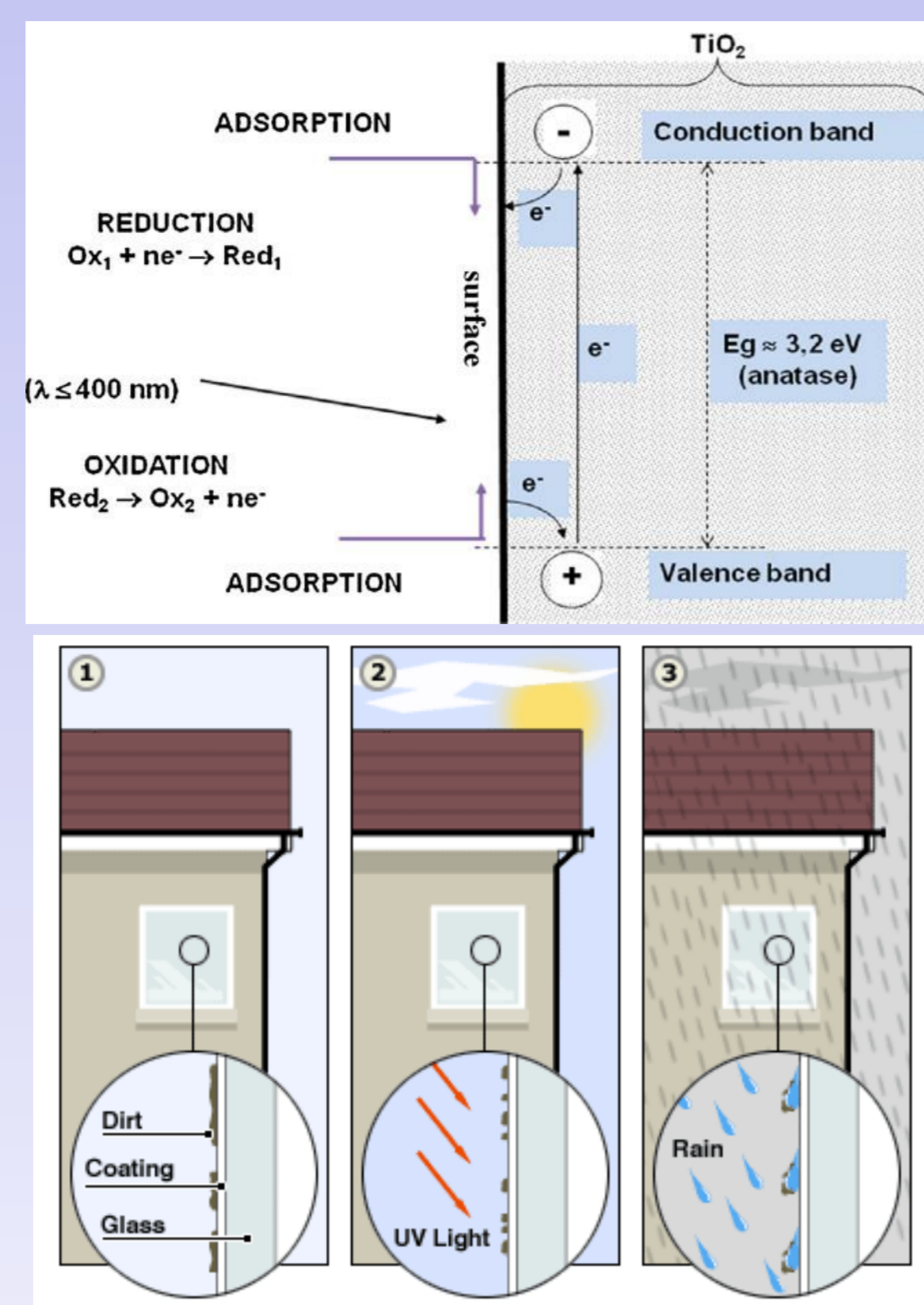
<sup>1</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék, Kolloidkémia csoport, Magyarország, 1111 Budapest, Budafoki út 6-8.



<sup>2</sup> Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet, Magyarország, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

## Célkitűzés

A mezopórusos TiO<sub>2</sub> egyik ígéretes alkalmazása öntisztító bevonatként lehetséges, mely UV-reszponzív fotokatalitikus tulajdonságának köszönhető. Fotoaktivitása nedvesedési viselkedésében is megnyilvánul. Kutatásunk célja ilyen mezopórusos TiO<sub>2</sub> szol-gél bevonatok nedvesedési tulajdonságainak részletes jellemzése, beleértve olyan új jellemzési módszer demonstrálását, mely a felületi heterogenitás léptékéről, hibahelyek számáról ad információt.



## Bevonatok előállítása

Mezopórusos titán-dioxid bevonatokat állítottunk elő szol-gél mártásos módszerrel kompakt szilika védőréteggel ellátott üveghordozók felületére. A pórusrendszer kialakítására Pluronic P-123 triblokk kopolimert alkalmaztunk.

## Bevonatok jellemzése:

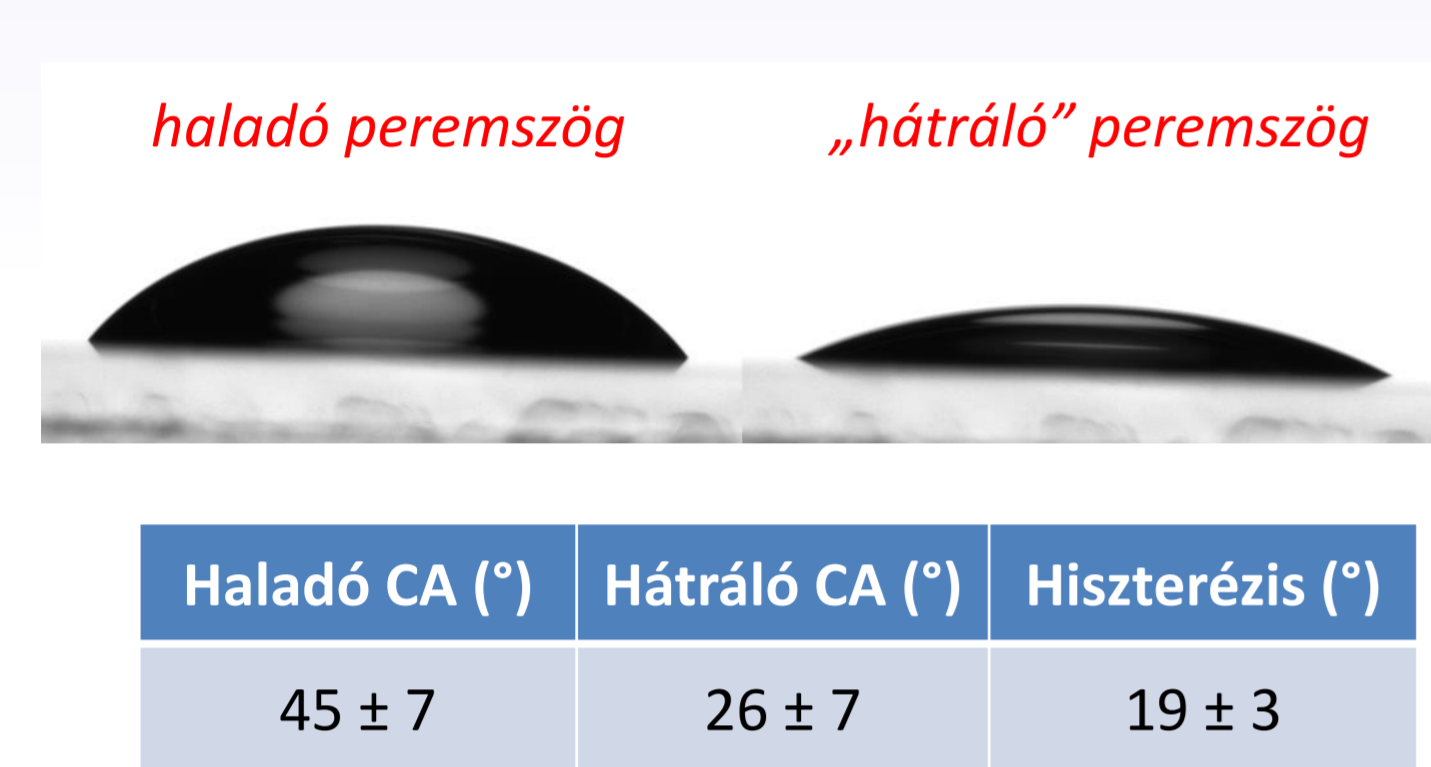
A bevonatok törésmutatóját, rétegvastagságát és porozitását a transzmittancia spektrumaik alapján vékonyréteg optikai modell illesztéssel határoztuk meg. Korábbi kutatásaink során ugyanilyen mintákon végzett ellipszometriai-porozimetria mérések alapján az átlagos pórusvastagság 9 nm a TiO<sub>2</sub> rétegekben.

A minták törésmutatója (n), rétegvastagsága (d) és porozitása (P)

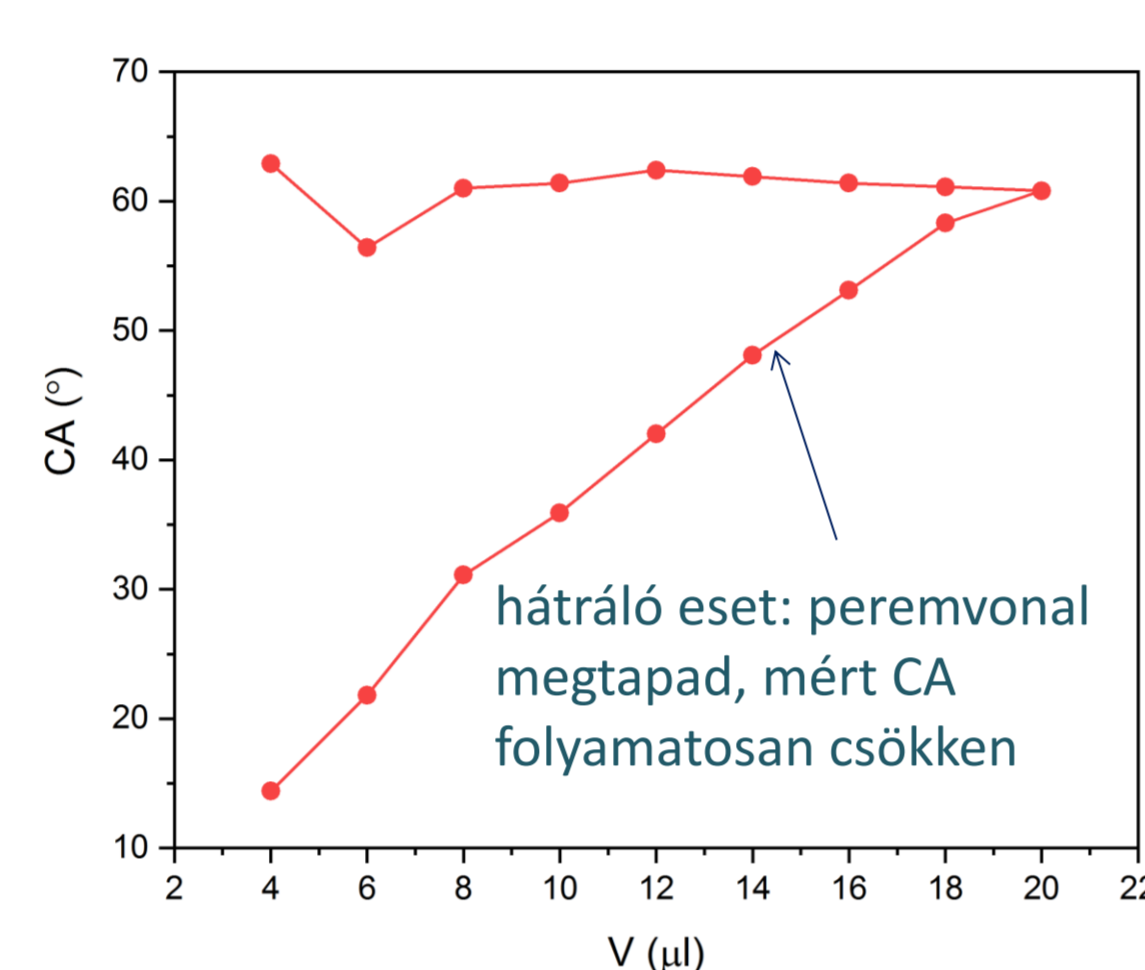
	n	d (nm)	P (%)
szilika védőréteg	1.454 ± 0.005	178 ± 2	-
TiO <sub>2</sub>	1.548 ± 0.005	127 ± 3	48.2 ± 0.4

## Nedvesedési tulajdonságok tanulmányozása

Sztatikus haladó és hátráló peremszög meghatározás: 10 µl-es csepp felépítése, majd 5 µl elvétele.



Térfogat növelése majd csökkentése 2 µl-ként.



A víz-peremszögeket (contact angle CA) az ülőcsepp módszer segítségével határoztuk meg, a köréírt kör és a cseppkontúr különbségére polinom-illesztést végezve [1]. A mintákon mérhető haladó peremszög értéke 35-60 ° között változik. A mért érték függ a minták előéletétől is a fotoreszponzív tulajdonság miatt, így a mintákat minden mérés előtt sötétben tartottuk. A mezopórusos szerkezet ellenére lassú terülést nem tapasztaltunk. A dinamikai vizsgálatok megmutatták, hogy a peremvonal hátráló esetben erősen megtapad. A peremszögek nagy szórást mutatnak, és már a felépítésnél is látszik az ún. letapad és csúszik (stick-slip) haladási mechanizmus, mely jól ismert jelenség heterogén felületeken.

A bevonatok UV-bevilágítás hatására tökéletes nedvesedést mutatnak, majd sötétben tartás, vagy látható fény hatására újra nagyobb peremszög értékek mérhetőek. A fotoreszponzív tulajdonságok időbeli változását, annak sebességét kívántuk részletesebben tanulmányozni nedvesedésméréssel.

A peremszögek nagy szórása miatt a felület jellemzésére nem elegendő az a tradicionális módszer, mely a homogén, mikroheterogén felületeken megszokott (sztatikus haladó és hátráló peremszög, peremszög-hiszterézis mérése). Egy megfelelő eljárás kifejlesztése szükséges, amellyel a nedvesíthetőség változását és a felület viszonylag nagyléptékű heterogenitását együtt jellemezzük.

## Felületi heterogenitás jellemzése – letapad és csúszik mozgás vizsgálata

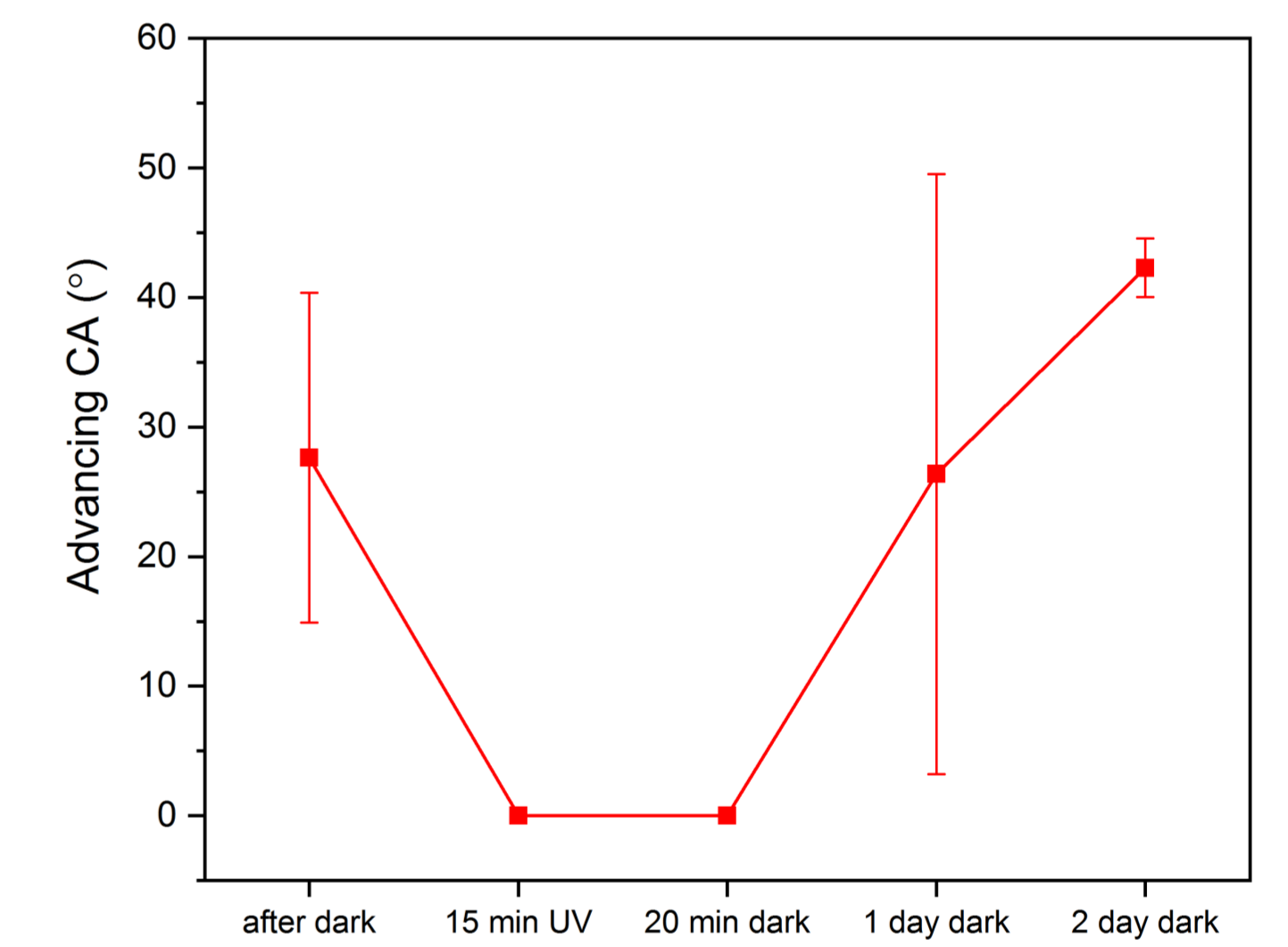
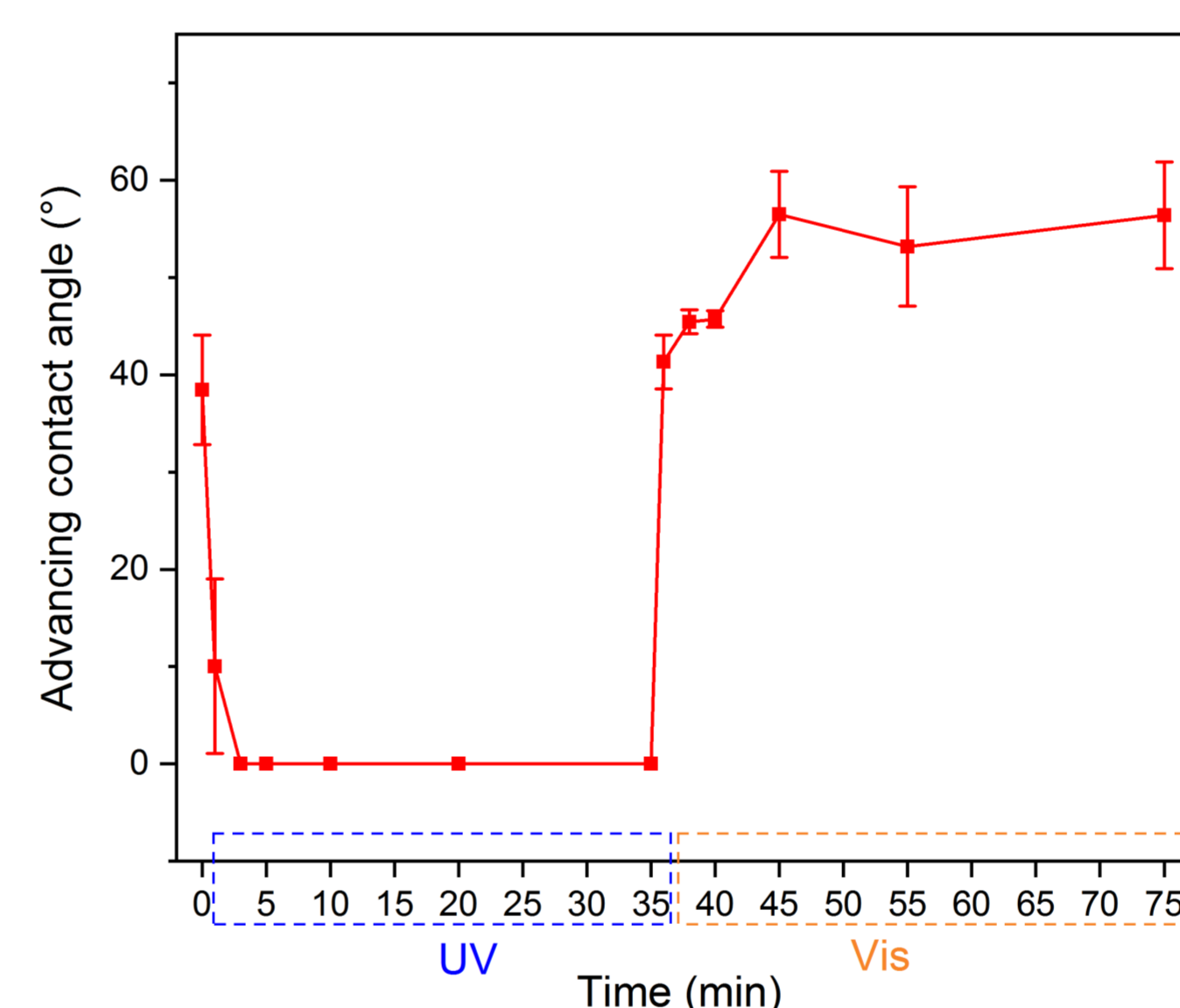
A bevonatok heterogén felületén a háromfázisú kontaktvonal haladását a letapad és csúszik mechanizmus jellemzi: a peremvonal megtapad, ahogy kis energiájú hibahelyhez érkezik a felületen, a peremszög növekedni kezd. Ezután a csepp további növekedése miatt a peremvonal újra megindul, és így a peremszög hirtelen csökkenését tapasztaljuk.

A heterogenitás számszerű jellemzésére javasolunk egy módszert: a kontaktvonal egységnyi hosszú szakaszon való letapadási számával, illetve két letapadás közötti átlaghosszal jellemezhetjük a felület heterogenitását (annak léptékét).

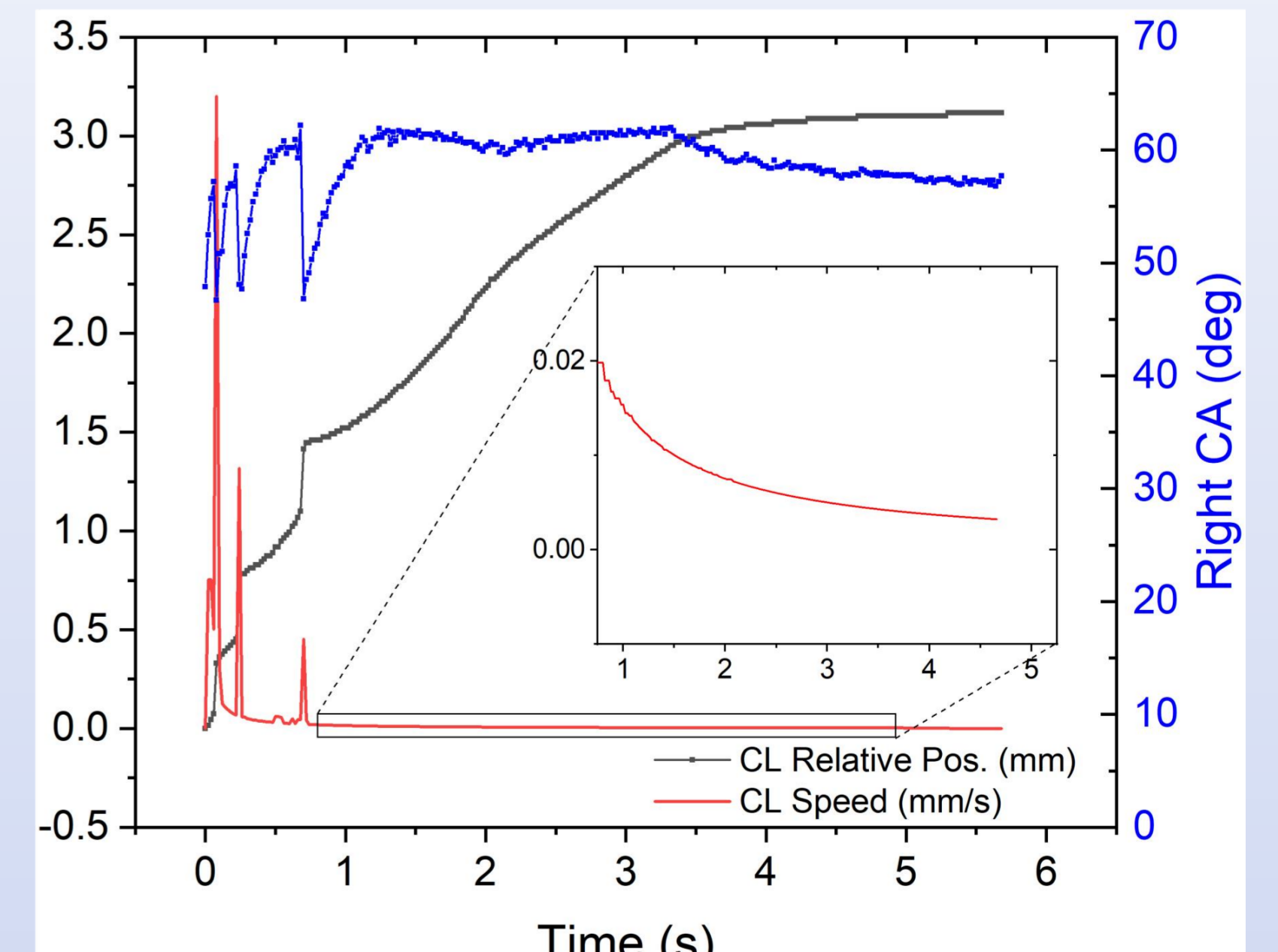
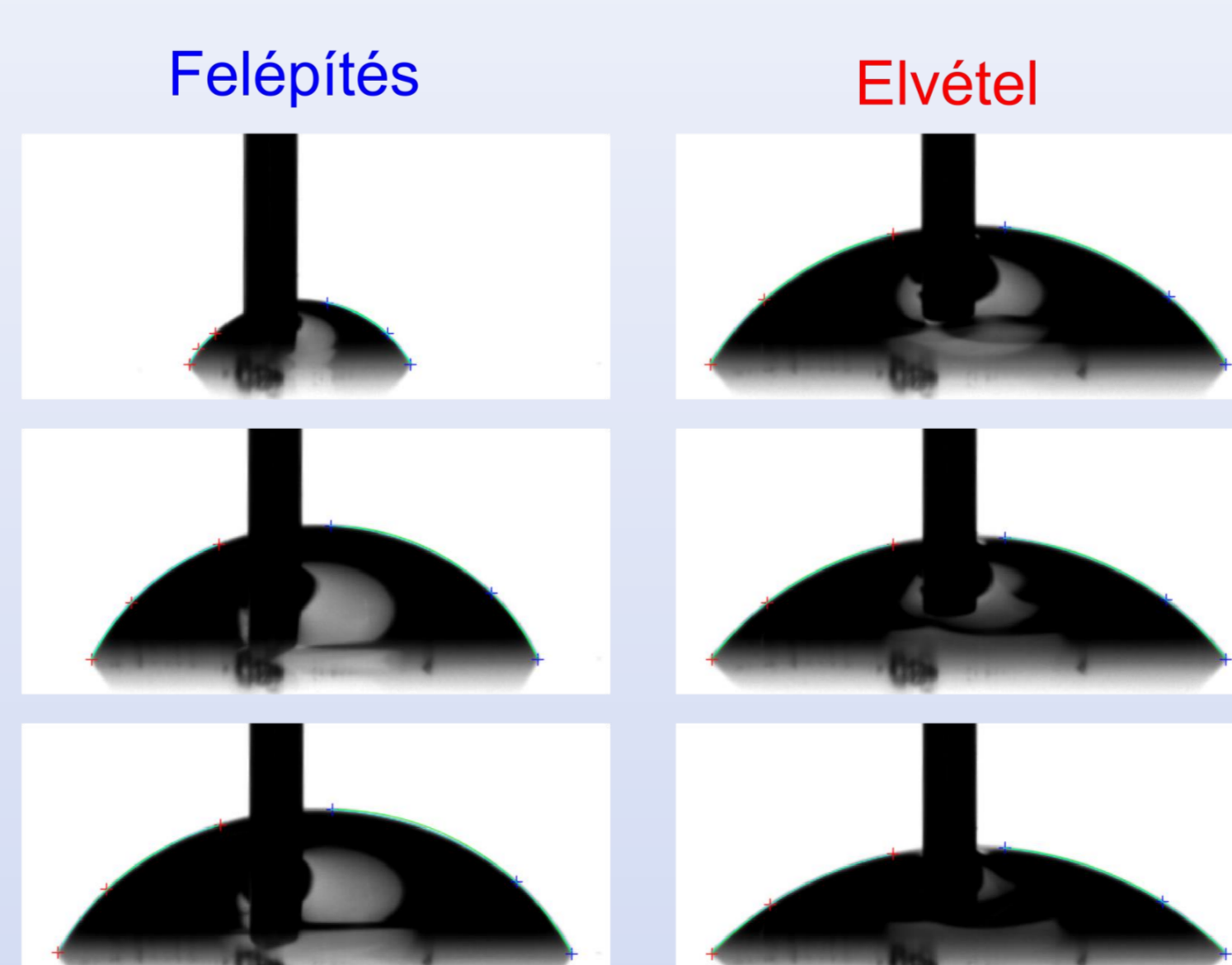
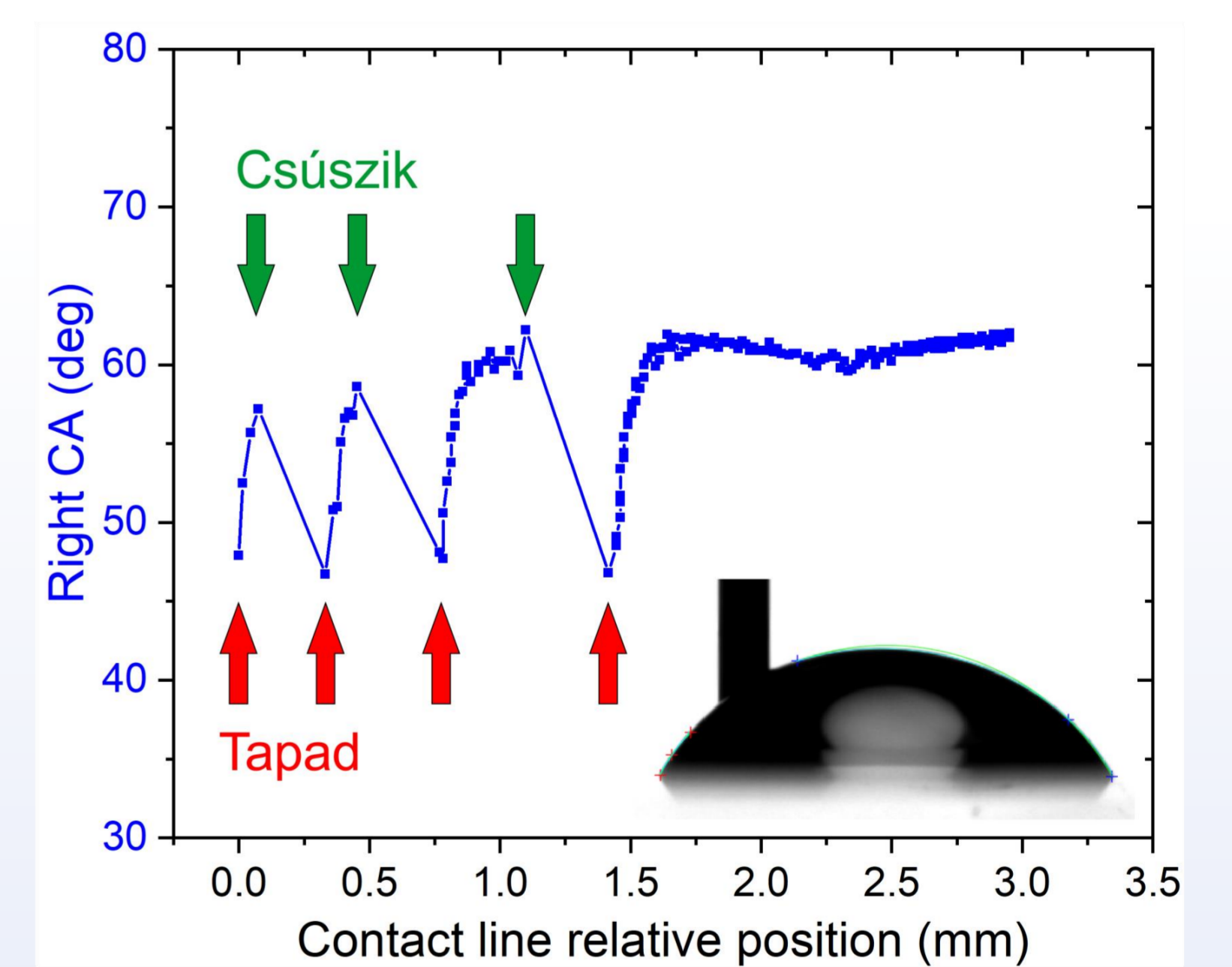
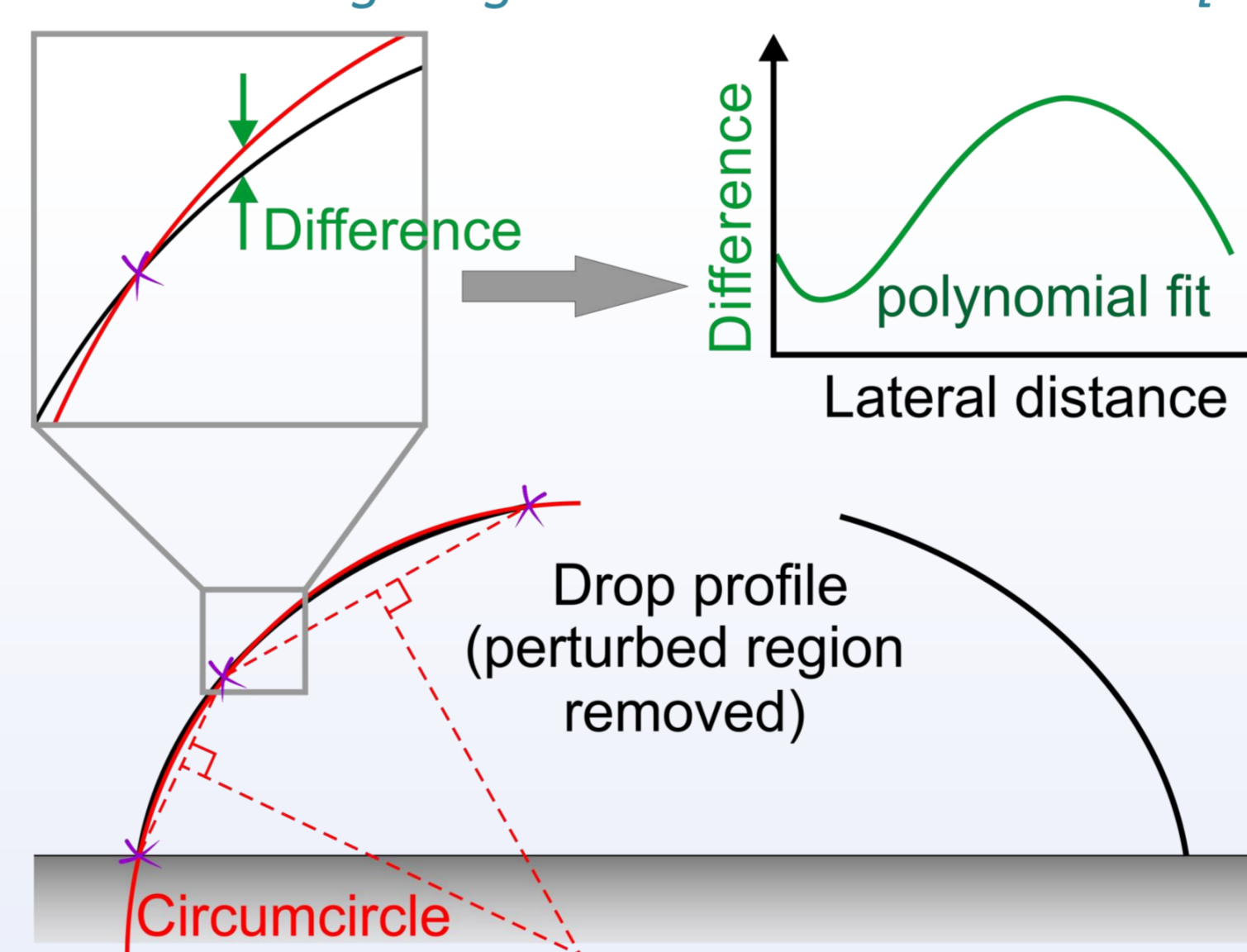
A felületi heterogenitás léptékének jellemzésére videó-felvétel készült egy 10 µl-es csepp felépítéséről, majd 5 µl elvételéről. A felvétel analízisa megmutatta, hogy a peremvonal mozgása hányszor tapad meg adott távolságú elmozdulás alatt. A mérést ismételtük több egyforma felületen: összesen a vizsgált 44,5 mm-es letapogatott mintahosszon 12 db peremvonal-megtapadást tapasztaltunk (2325 db kiértékelt kép), azaz a heterogenitás igen nagy léptékű, kb. 4 mm. Ennek okát a jövőben vizsgálni fogjuk.

## Fotoreszponzív viselkedés jellemzése:

### Haladó peremszögek - 10 µl-es csepp felépítése.



## Peremszög meghatározásának módszere [1]



**Konklúzió:** A felületi heterogenitás jellemzésére alkalmas módszert demonstráltunk mezopórusos TiO<sub>2</sub> bevonatokon, mely egy ülőcsepp kialakítása alatt tapasztalható „letapad és csúszik” mozgás analízisének alapszik.

Referenciák: [1] E. Albert, B. Tegze, Z. Hajnal, D. Zámbo, D. P. Szekrényes, A. Deák, Z. Hórvölgyi, N. Nagy, ACS Omega, 4, 19 (2019) 18465-18471.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K-128266 számú (OTKA) projektjének keretein belül, továbbá az ITM NKFIH által nyújtott TKP2020 IKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott támogatói okirat alapján (projekt azonosító: TKP2020 IES, BME-IE-NAT) valósult meg.