



Felületi technológiák

A felületi technológiák áttekintése

Bevezetés
Esettanulmányok
Igénybevételek
Csoportosítás



A tantárgy célja

- A Felületi technológiák c. tárgy átfogóan foglalkozik a felületi kezelésekkel és bevonatokkal, valamint azok alkalmazási területeivel
- A tananyag feldolgozásában lényeges szerepet kapnak a szerkezeti elemek és szerszámok élettartamát növelő eljárások
- Főbb ismeretek
 - A felületi igénybevételek áttekintése
 - A felületi technológiák fajtái és alkalmazásuk
 - A legfontosabb felület kezelő eljárások részletes megismerése
 - Alkalmazási példák



Program

Hét	Tananyag
1	Esettanulmányok, felületi igénybevételek, technológiák áttekintése
2	A felületi technológiáknál használt hőforrások, felület előkészítés
3	Anyagfelvitel nélküli felületi technológiák (1)
4	Anyagfelvitel nélküli felületi technológiák (2)
5	Anyagfelvitellel járó kezelések: bevonatok
6	PVD, CVD és rokon eljárások
7	Termokémiai kezelések
8	Fémes bevonatok (Zn, Ni, ...)
9	Felrakó hegesztés
10	Duplex kezelések
11	Egyéb felületi technológiák
12	Felületi rétegek vizsgálata



Alapfogalmak

- A felületi kezelések célja
 - Kedvező tulajdonságokat biztosítani a felületi igénybevételekkel szemben
 - Esztétikai hatás elérése
- Miért kell a felületet külön kezelni?
 - Mert a teljes keresztmetszetre ható igénybevételek más anyagtulajdonságokat igényelnek, mint a felületi igénybevételek (kemény kéreg – szívós mag)
 - Ezért lokális változásokat kell elérni a felületen
- Technológiai irányelvek
 - „material tailoring” – tudatos anyagtervezés
 - „near net shape” – gyártás közel a végső alakra
 - maximális teljesítmény – minimális költség
 - minimális energia felhasználás
 - környezetvédelem, újrafelhasználhatóság



Modern felület kezelési példák

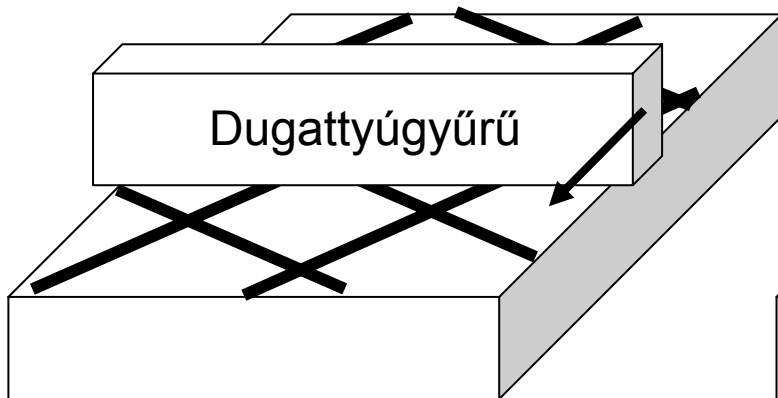
1. Dugattyú-hengerfelület súrlódási és kopási viszonyait javító technológiák (Audi, GM)
2. Karosszéria felületkezelése (VW)



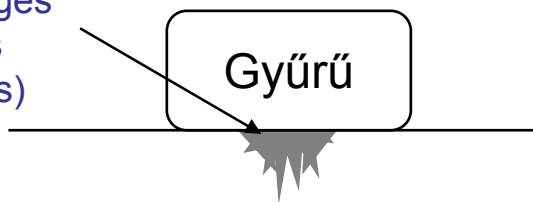
Példa 1: A henger-dugattyú kapcsolat tribológiai viszonyai

Hagyományos hónolás:

A dugattyúgyűrű mozgása
kiszorítja az olajat a karcokból

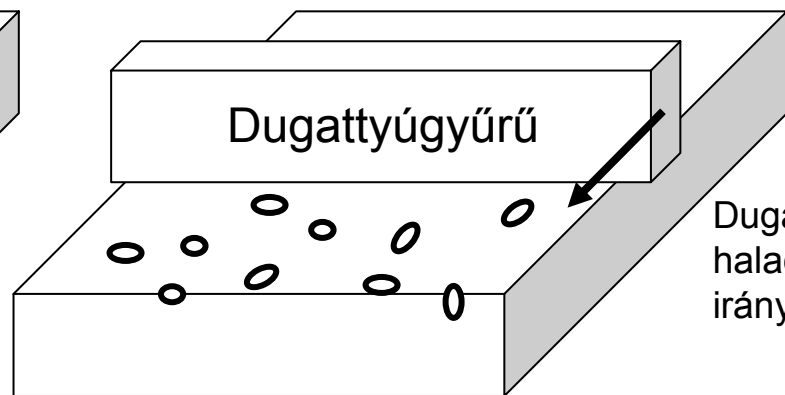


Érintkezés
lehetséges
(vegyes
súrlódás)



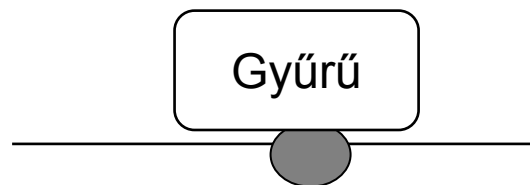
Lokális olajzsákok képzése:

Az olaj megmarad az üregekben



Dugattyú
haladási
iránya

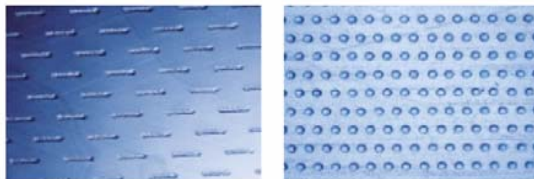
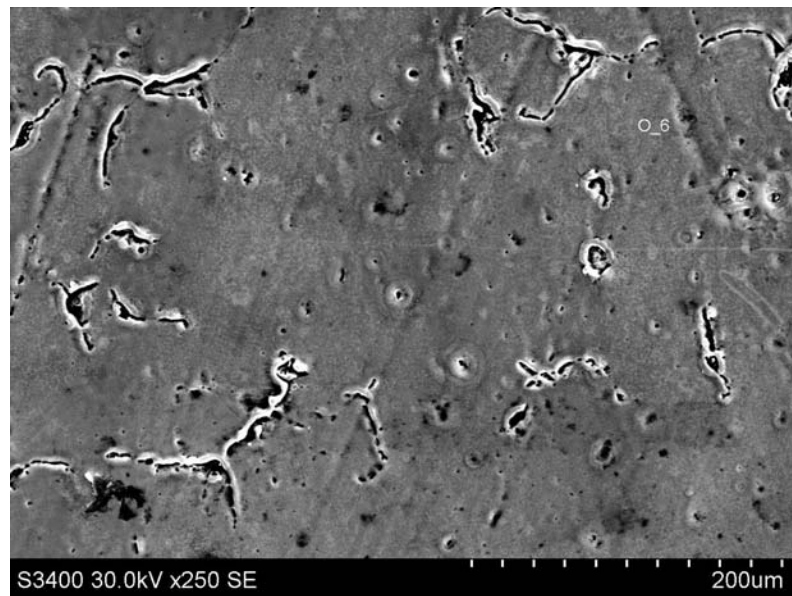
Dugattyúgyűrű
úszik
(hidrodinamikai
kenés)





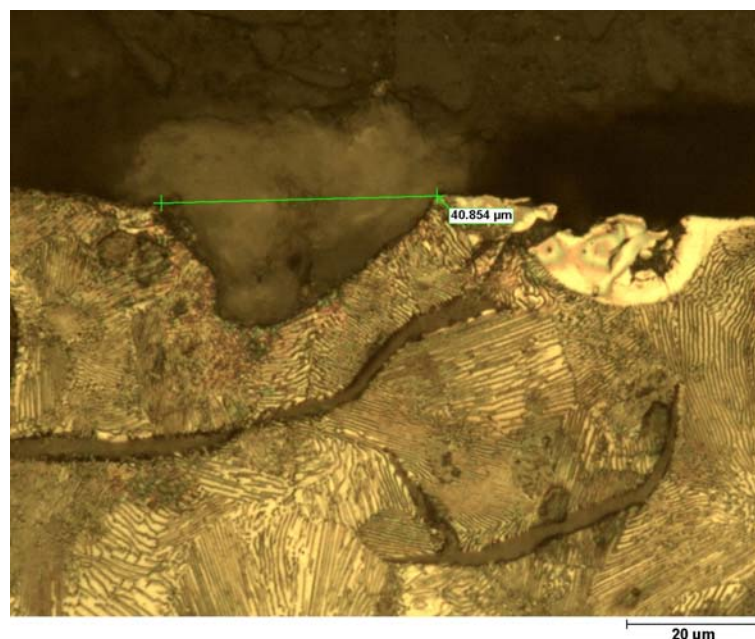
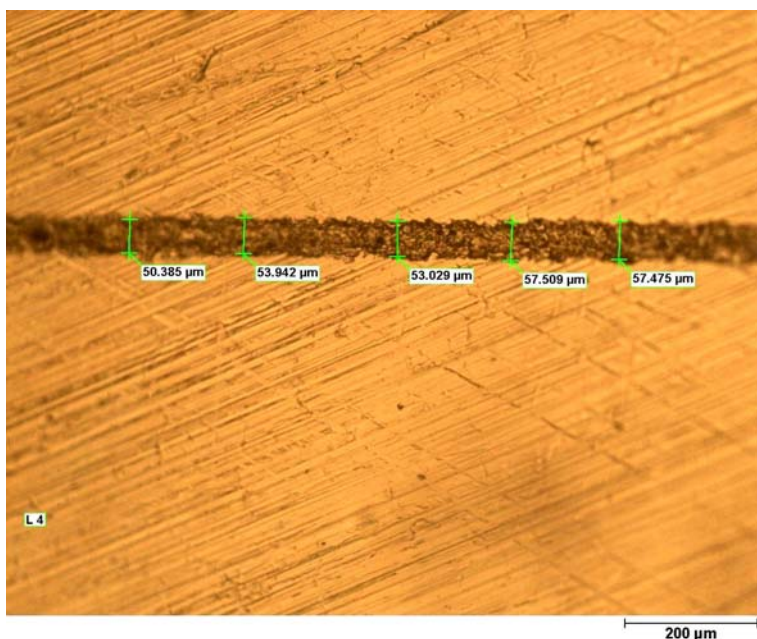
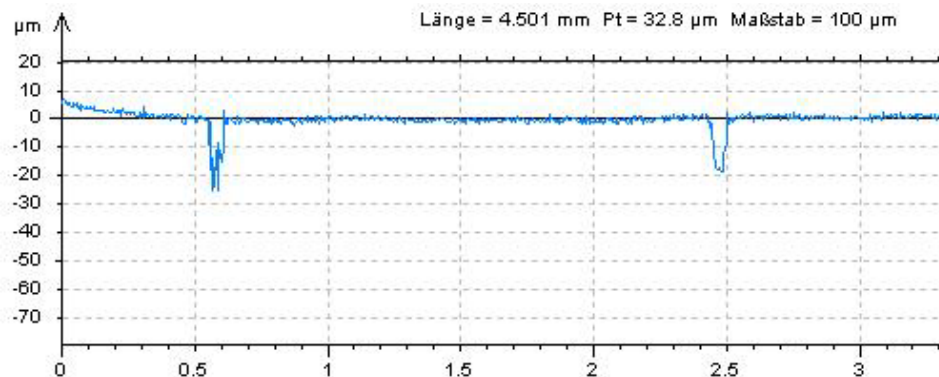
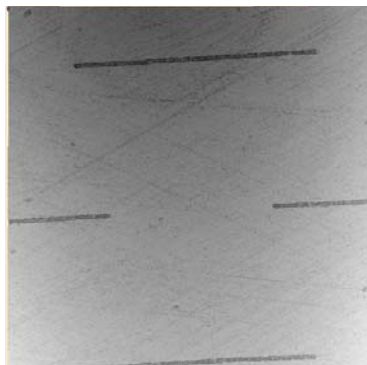
Lézer hőnolás alkalmazása

- Cél: a tribológiai viszonyok javítása lézeres kezeléssel
- Lézer kezelés szabályos geometriai alakzatok kialakítására
 - A felső holtpont közelében elhelyezkedő olajtároló terek (pl. GM)
 - Egész hengerfalra kiterjedő szabályos alakú olajzsákok (Forrás: www.gehring.de)
- Olajterek létrehozása a mikroszerkezet lézeres kezelésével, a grafit kiégetésével (pl. Audi)



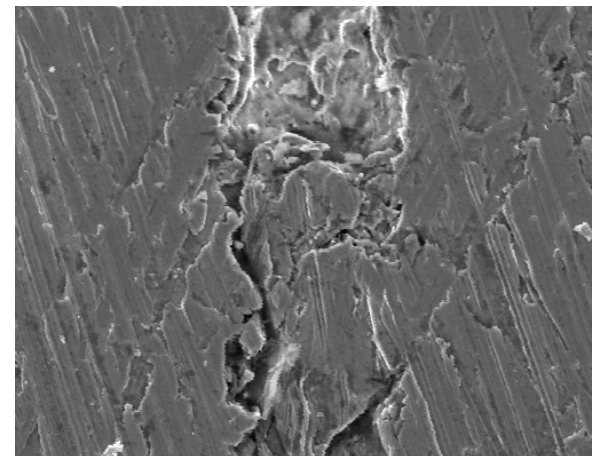
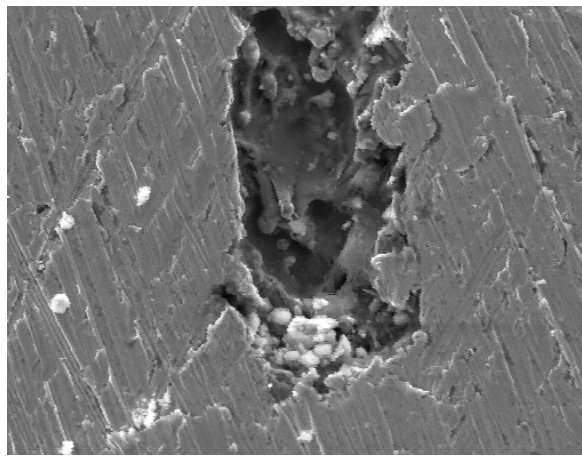
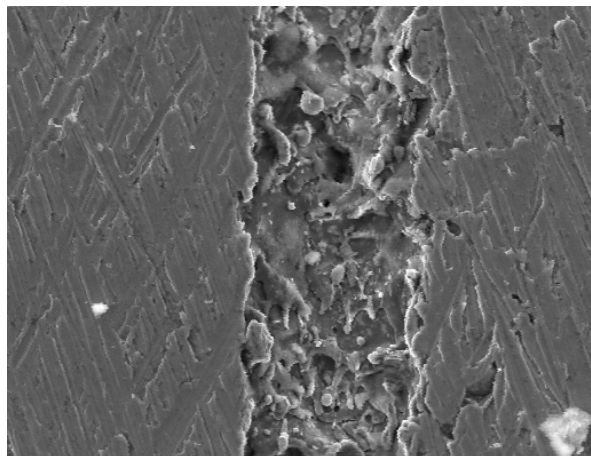


A felső holtpont közelében lévő olajtároló terek vizsgálata: olajzsák méretek



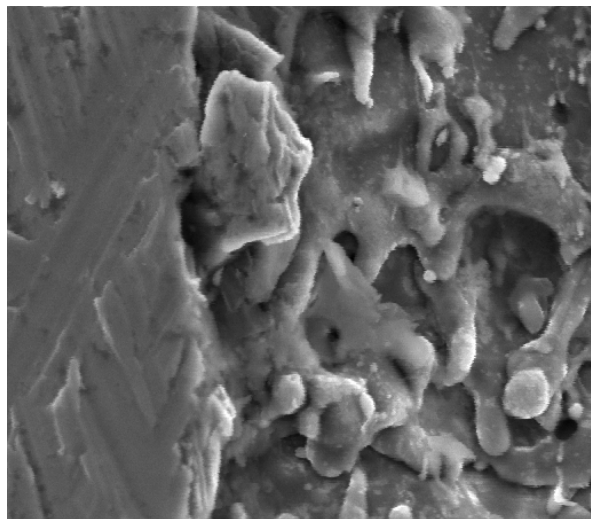


A felső holtpont közelében lévő olajtároló terek vizsgálata: morfológia



Felső képsor: olajzsák részletei; N = 500x

A jobb oldali képen hibás kiégés figyelhető meg



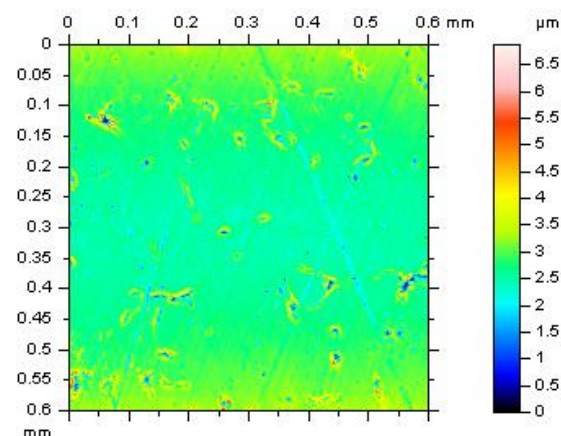
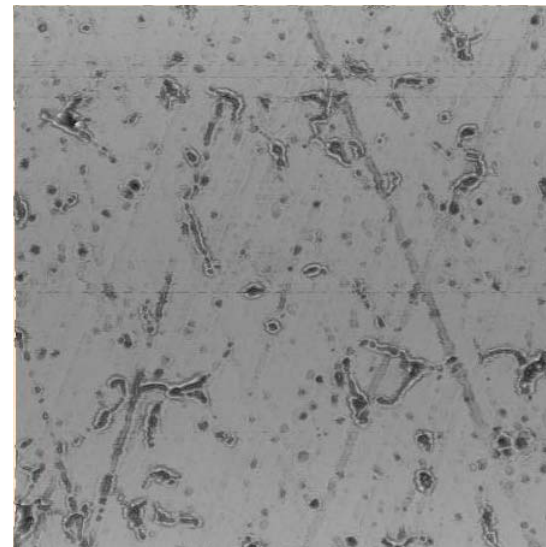
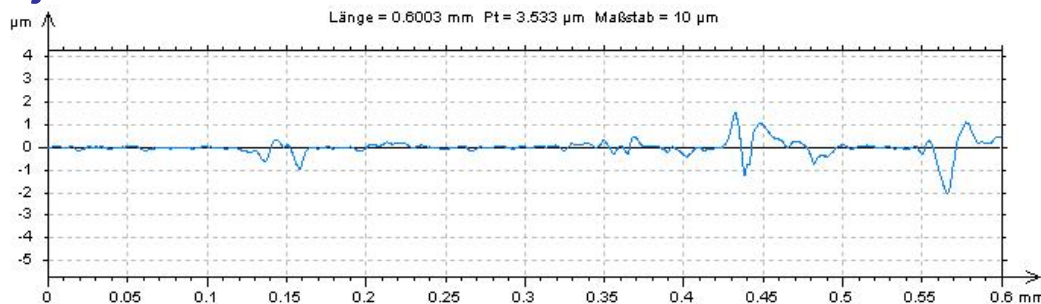
Alsó kép: olajzsák széle és alja; N = 2000x

A lézer sugár megolvasztja és elpárologtatja a fémet



A mikroszerkezet lézeres kezelése: Felület topológia

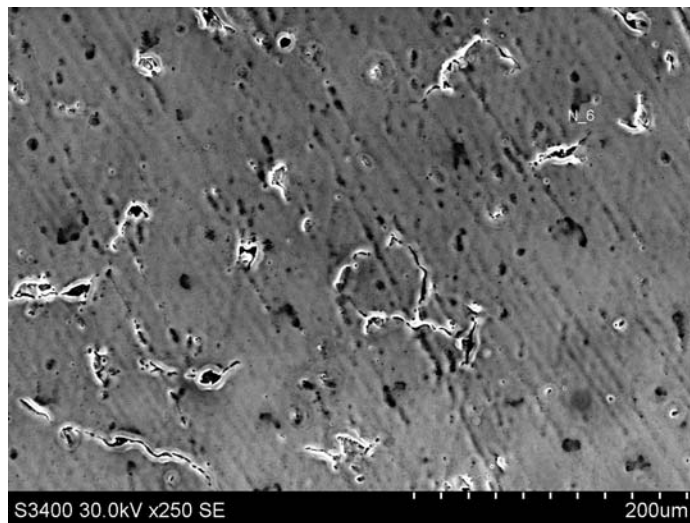
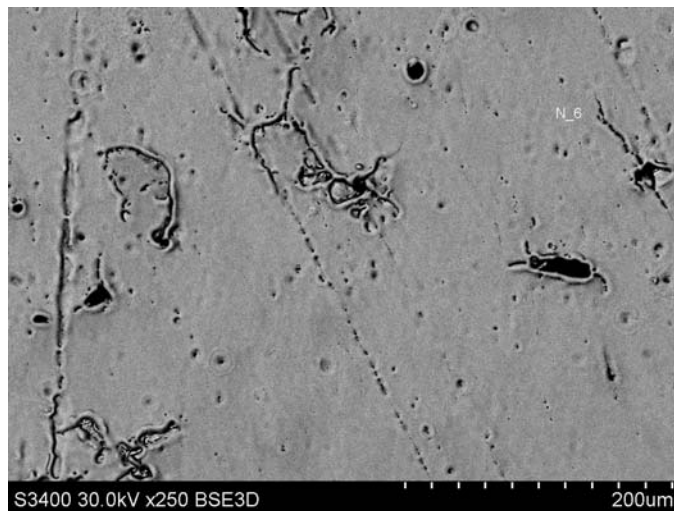
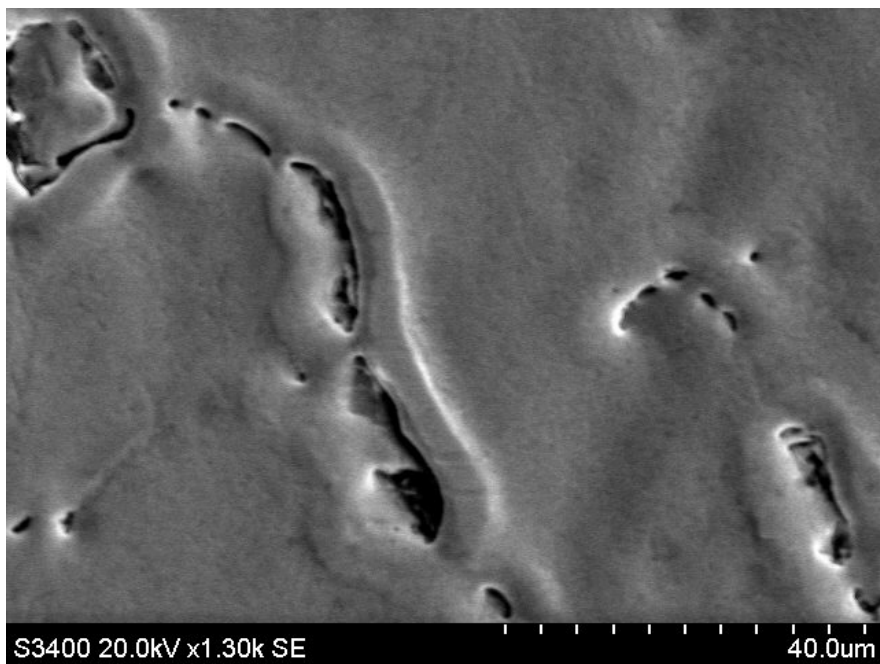
- A grafit lamelláknál keletkezett bemélyedések és a felület vizsgálata tűs letapogatással (0,6x0,6 mm² felület; 0,5 μm lépésköz; 1,440.000 pont)
- Néhány szemléletes mérési eredmény:
 - $R_a=0,1156$ $R_z=4,209$ $R_q=0,2245$
- A felület alap hónolása rendkívül finom, érdeességet az 1-2 mikron mélységű grafit kiugrások és perem kiemelkedések jelentenek





A mikroszerkezet lézeres kezelése: SEM vizsgálatok

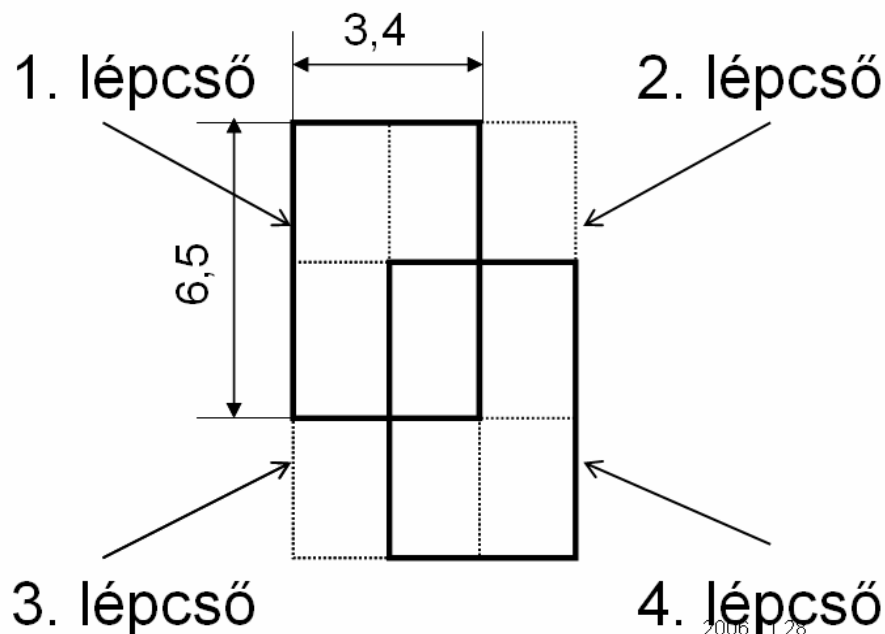
- A képződmények jellegzetes alakját jól szemlélteti a BSE felvétel
- A grafit lemezek széle jellegzetes domborulatot mutat





A hengerfelület lézeres kezelési technológiája

- Futófelület megvilágítás
EXCIMER-Lézerrel
 - Hullámhossz 308 nm (UV)
 - Frekvencia 300 Hz
 - Impulzus idő 25 ns
- Lézer tulajdonságai
 - Szélesség 3,4 mm
 - Magasság 6,5 mm
 - Intenzitás 25 mJ/mm²
 - 4-szeres megvilágítás
- A hengerfelület kezelése
 - Motorblokk forgatás
 - Lézer ágyú tengelyirányú mozgatása
 - A besugárzott területek átlapolódnak



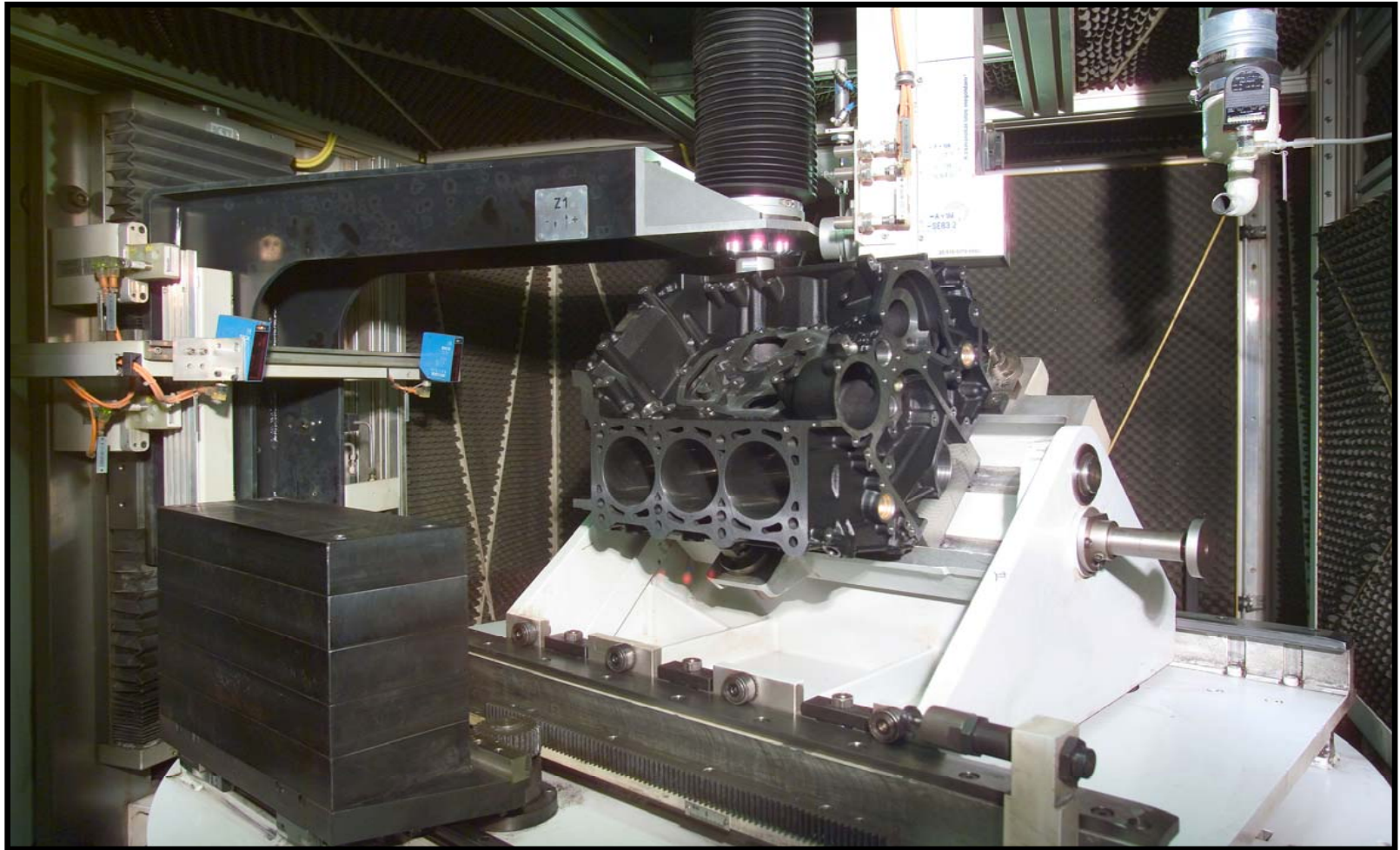
Eredmény:

Olaj fogyasztás jelentős csökkenése

Kopás mértékének csökkenése

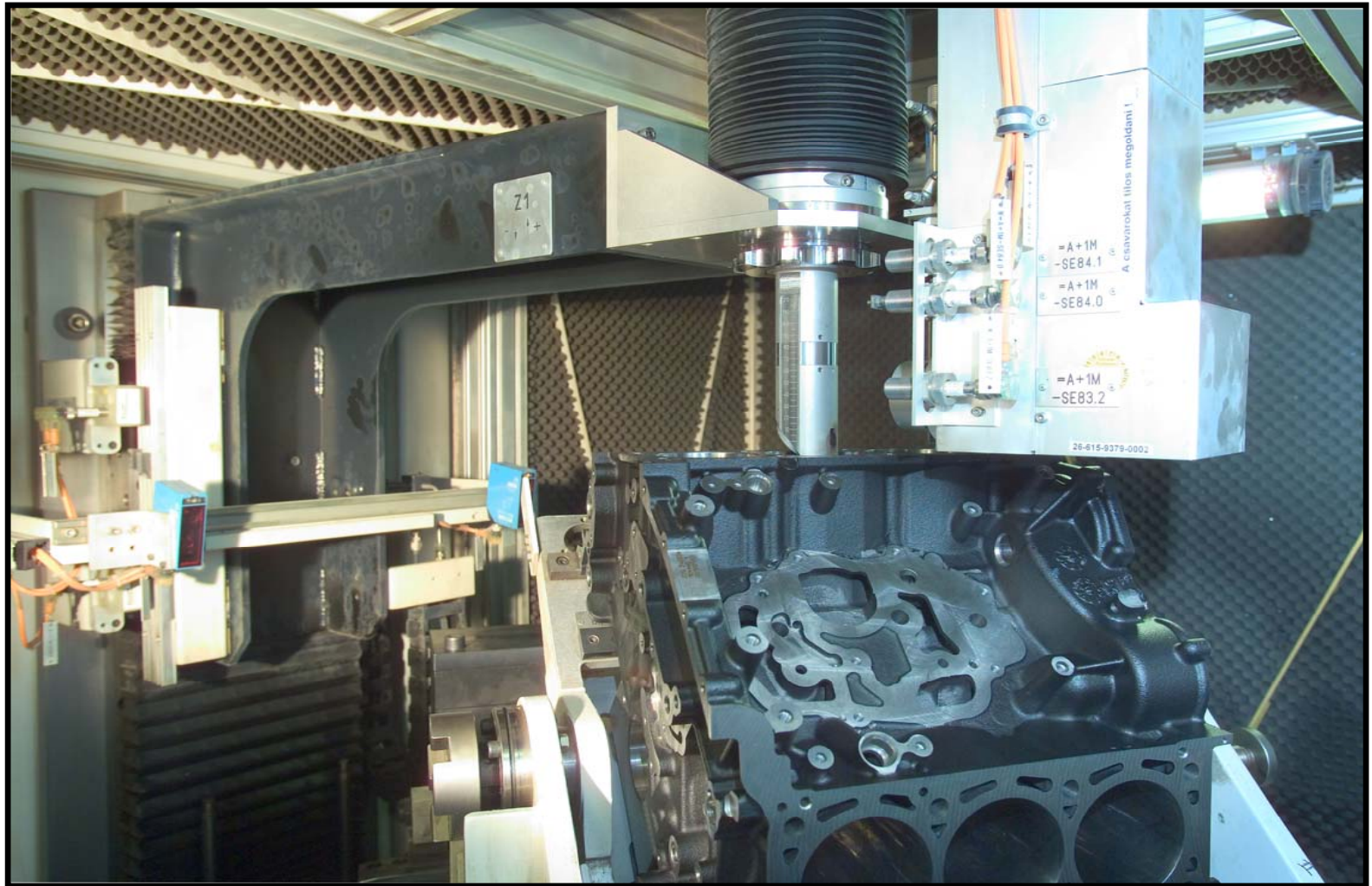


Lézermegmunkáló gép az Audi motorgyárában





Lézer fej kiemelt állapotban



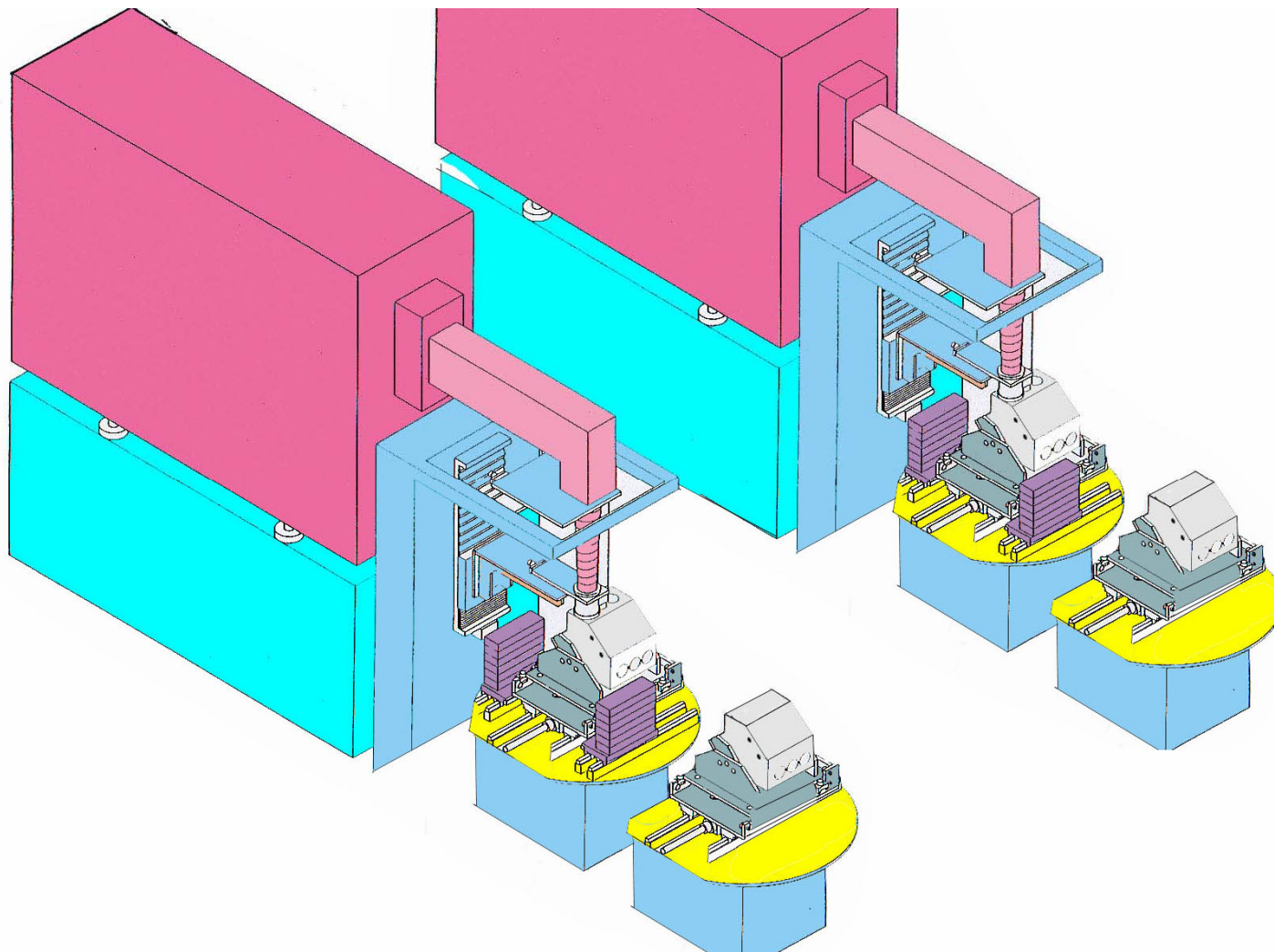


A berendezés fényképe





A gépek 3D-s modellje

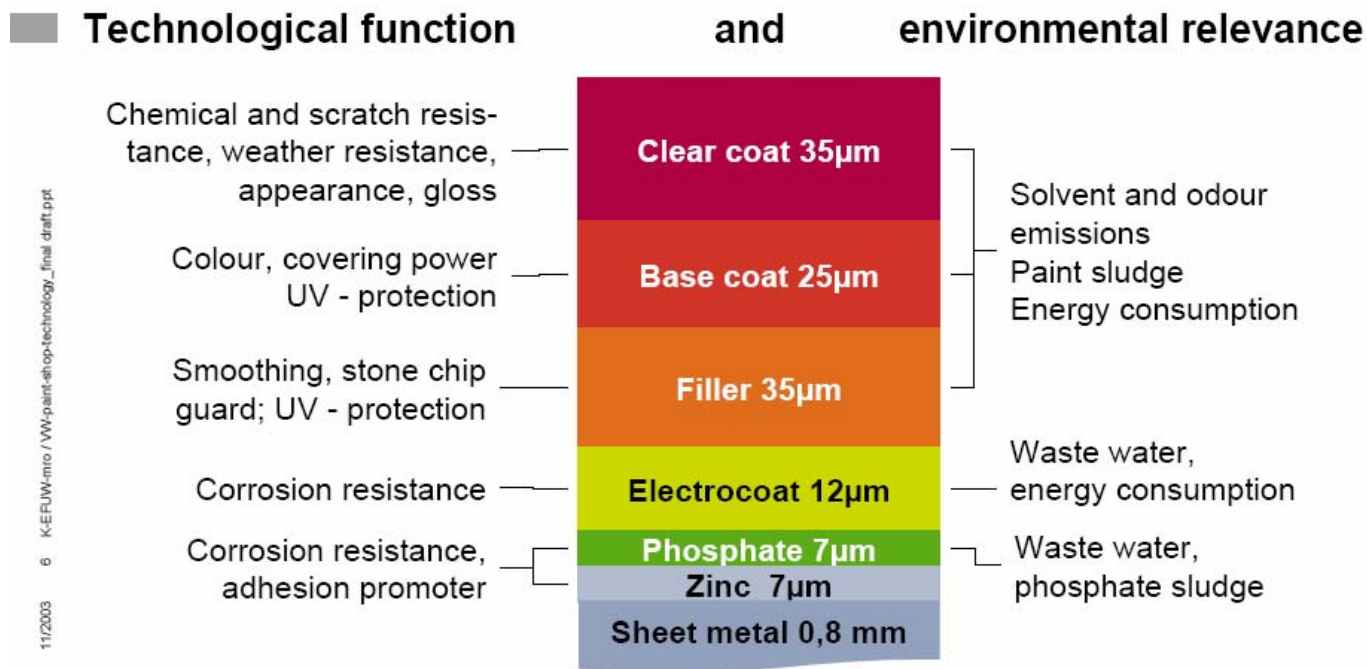




Karosszéria korrózió elleni védelme (1)



Paint Layers in Car Body Painting



VOLKSWAGEN AG

Group Research
Environment and Workplace Safety

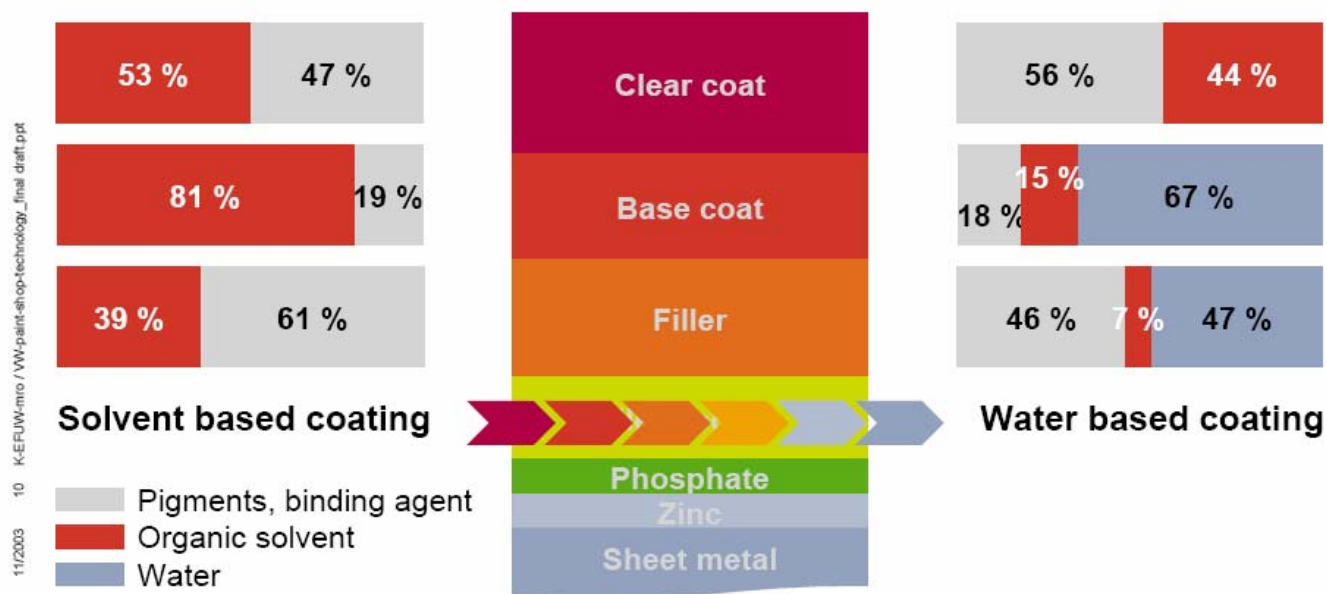


Karosszéria korrózió elleni védelme (2)



The Volkswagen Standard Paint Process

Combining high quality with low emissions and reasonable price



VOLKSWAGEN AG

Group Research
Environment and Workplace Safety

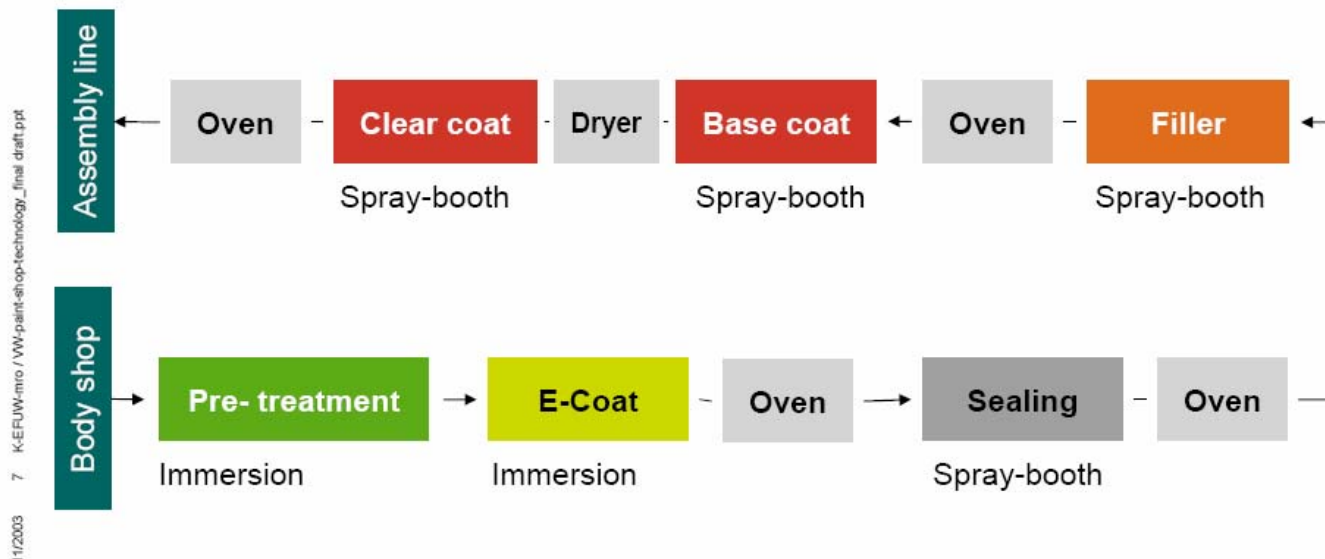


Karosszéria korrózió elleni védelme (3)



Emission Reduction in Paint Shops

■ Process flow in paint shop



VOLKSWAGEN AG

Group Research
Environment and Workplace Safety



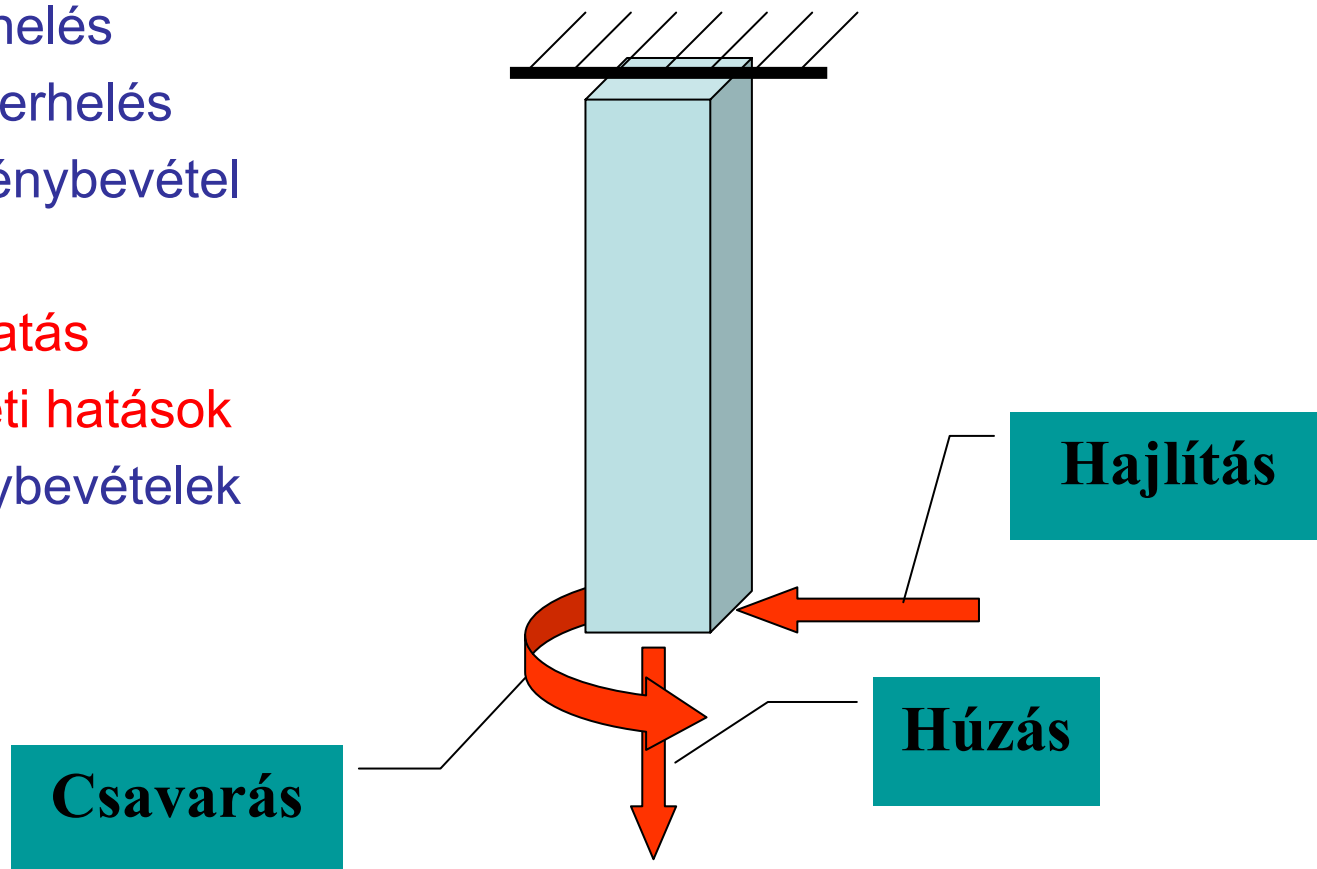
Igénybevételek

- Az igénybevételek csoportosítása
- Felületi igénybevételek
- Részletezés:
 - Kopás
 - Korrózió
 - Mechanikus és termikus fáradás



A legfontosabb igénybevételek (térfogatra és felületre hatók)

1. Statikus terhelés
2. Dinamikus terhelés
3. Fárasztó igénybevétel
4. **Kopás**
5. **Korróziós hatás**
6. **Hőmérsékleti hatások**
7. Egyéb igénybevételek

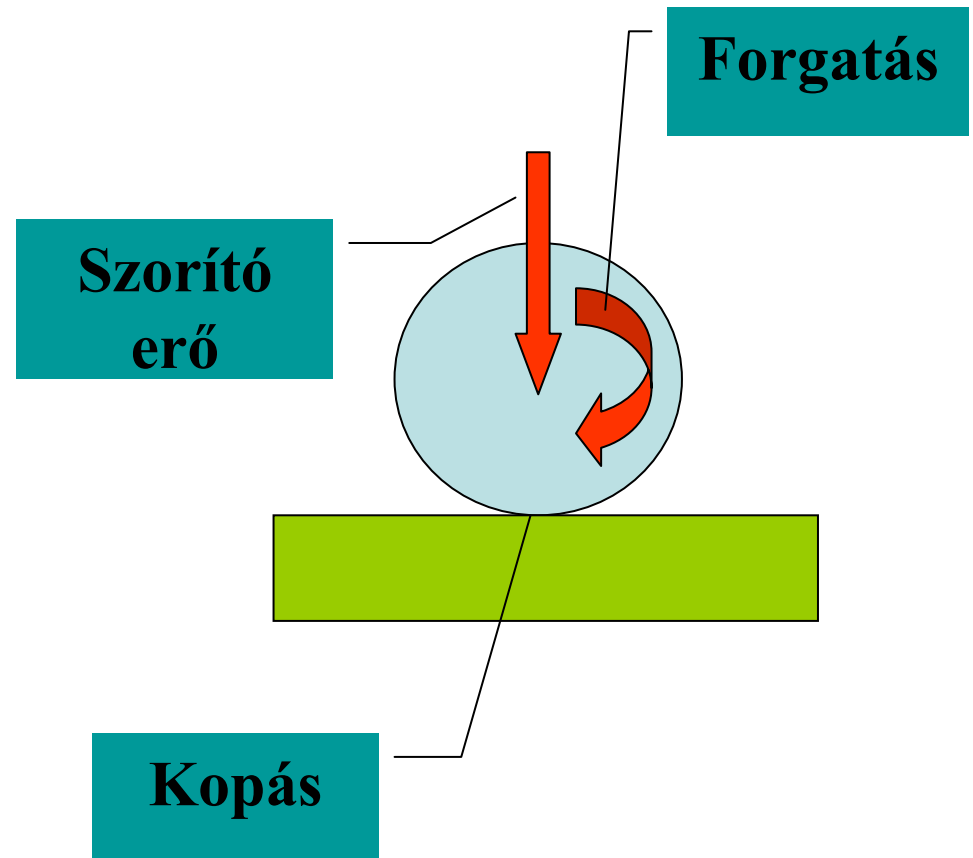


Térfogatra ható igénybevételek



A felületre ható igénybevételek

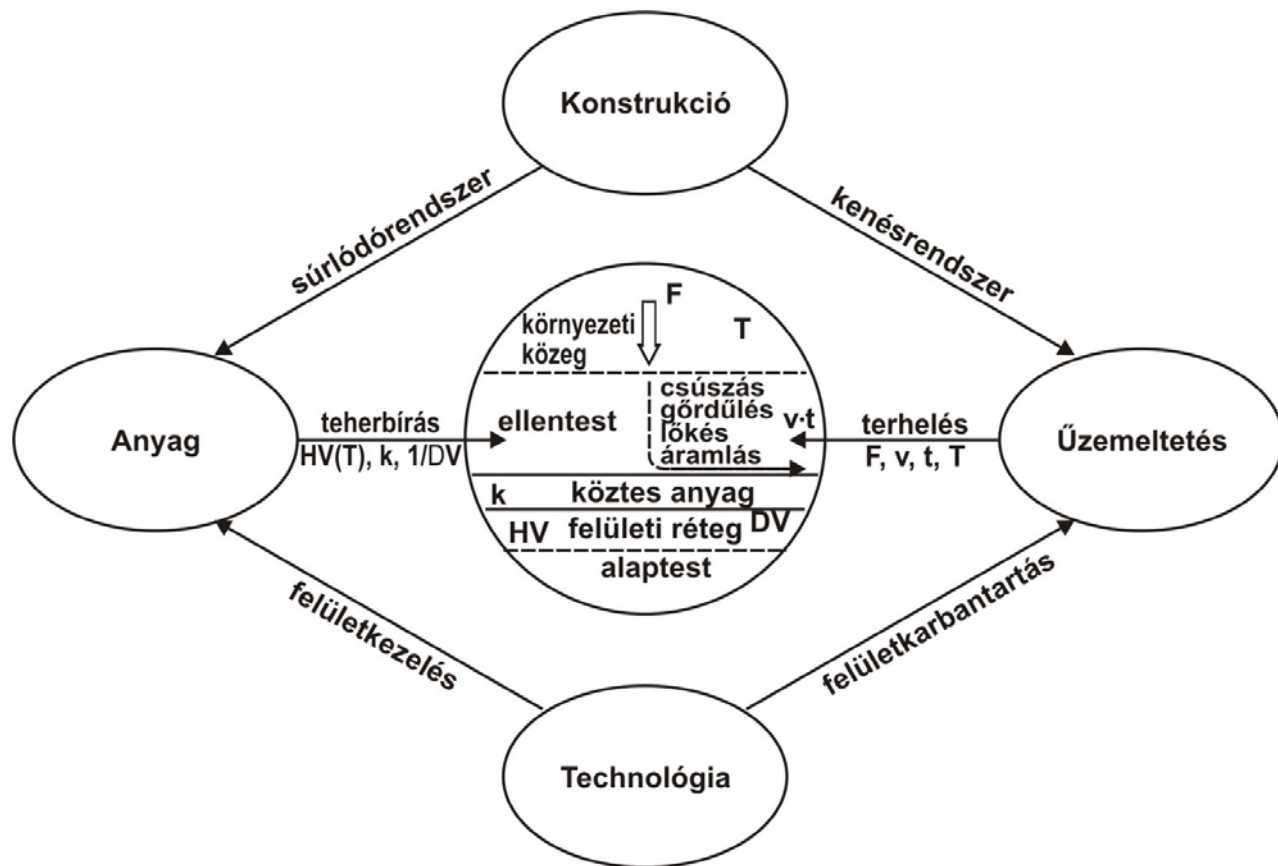
- Igénybevételi módok:
 - Hő
 - Vegyi
 - Elektrokémiai
 - Áramló közeg
 - Sugárzás
 - Biológiai
 - Szilárd testekkel érintkezés
- Főbb felületi igénybevételek:
 - Kopás
 - Korrózió és revésedés
 - Mechanikus és termikus kifáradás





A kopás fogalma

- A kopás szilárd testek felületén bekövetkező anyagvesztés, amelyet szilárd, cseppfolyós, vagy légnemű közeggel való érintkezés és relatív elmozdulás (azaz két anyag közötti interakció) okoz





A kopást befolyásoló tényezők

- **konstrukciós szempontok:**
 - elmozduló felületek közé idegen részecskék bejutását megakadályozó, de megfelelő kenést biztosító szerkezeti kialakítás,
 - a felületi mechanikai terhelés és az azzal összefüggő melegedés éppen szükséges mértéken való maximalizálása,
 - esetenként gyorsan cserélhető és olcsó kopó betétek alkalmazása;
- **anyagválasztási szempontok:**
 - nagy keménységű és rugalmassági modulusú anyagok választása,
 - egymáshoz kis affinitású súrlódó anyag párok társítása;
- **technológiai szempontok:**
 - optimális (sem túl nagy, sem túl kicsi) felületi érdesség és hullámosság beállítása,
 - az adott feladatra előnyös **felületkezelési eljárások alkalmazása;**
- **üzemeltetési szempontok:**
 - felesleges üresjáratok, rezgések csökkentése, kiküszöbölése,
 - hűtés-kenés folyamatos biztosítása, kenőanyag előírás szerinti cseréje.



Kopási mechanizmusok

- **Adhéziós** vagy hegedéses **kopás**: egymással súrlódó - viszonylag kis sebességgel elmozduló - testek esetén, nagy felületi nyomás hatására, elsősorban fémes anyagok között, folyadékkenés vagy oxidhártya hiányában jön létre.
- **Abrázív kopás**: a keményebb felület kiálló csúcsai elmozduláskor mélyedéseket, barázdákat, karcolásokat hoznak létre a lágyabb felületben: **mikroforgácsok leválasztásával**, vagy ha a két súrlódó felület közé viszonylag apró szemcséjű, kemény, csiszoló hatású szennyezőanyag kerül, ami karcolva a felület(ek)et, anyaglehordást eredményez.
- **Fáradásos kopás**: a váltakozó (ciklikus) terhelés hatására a felületi réteg kifárad, mikrorepedések keletkeznek benne, amelyek növekedése a réteg lepattogzását, gödrösödését, **pittingesedését**, vagy a **réteg felbomlását** okozza.
- **Tribokémiai kopás**: a tribológiai (súrlódó-koptató) igénybevétellel egyidejűleg kémiai reakció is fellép az alap- és az ellentest között, a köztes anyag vagy a környezet hatására.



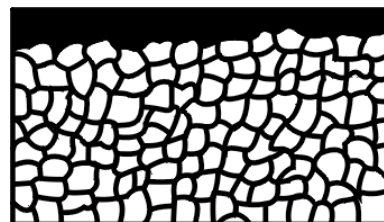
Korrózió és revésedés

- A **korrózió jellemzően a fémes szerkezeti anyagok károsodása**, mely **környezeti hatásra** fellépő, mérhető elváltozást (méret- és tömegcsökkenést) ill. a mechanikai terhelhetőség és a felhasználhatóság romlását okozó fázishatár-reakciók folyamata.
- A **kémiai („száraz”) korrózió** során egyszerre megy végbe az oxidáció és a korróziós közeg oxidáló komponensének redukálása
- Az **elektrokémiai („nedves”) korrózióhoz** két „elektroda” kell: a roncsolódó, nagyobb potenciálú (elektropozitívabb) **anód** és a nem károsodó, kisebb potenciálú (elektronegatívabb) **katód**, melyek **elektrolitként** ható közeg révén kontaktusba kerülnek. Ennek okai:
 - egy szövetszerkezet **két fázisának** összetétel-különbsége
 - **különböző mértékű hidegalakítást szenvedett anyagrészek** energiaszint-különbsége
 - **szemcse és környezete** közötti energiaszint-különbség
 - **alapanyag és eltérő elektrokémiai potenciálú sérült bevonata**
 - **korróziós közeg oxigénkoncentráció-különbsége.**

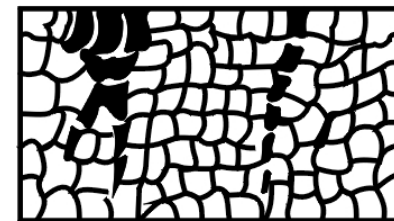


A korrózió megjelenési formái

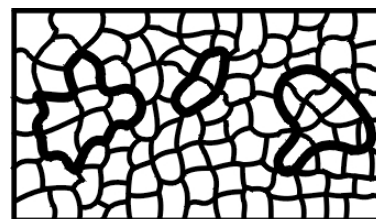
- **Felületi korrózió**
- **Behatoló (helyi) korrózió**
(lyukkorrózió, feszültségkorrózió)
- **Anyagon belüli korrózió** az ún. **szelektív korrózió**, melynek során az anyag egyes összetevői (ötvözői) ill. fázisai, vagy szennyező elemek képezte kiválásokkal terhelt szemcsehatárai (kristályközei) "kioldódnak"
- **Anyagok közötti korrózió** során az érintkező, **kontaktusban** lévő fémek közül a kevésbé nemes fém korróziós fogyása következik be.



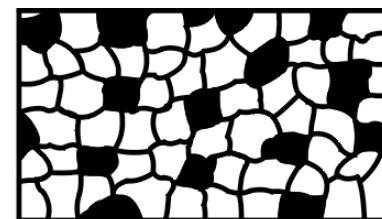
felületi korrózió



lyukkorrózió

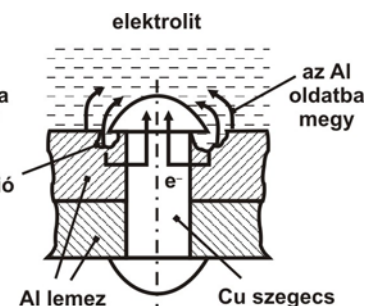
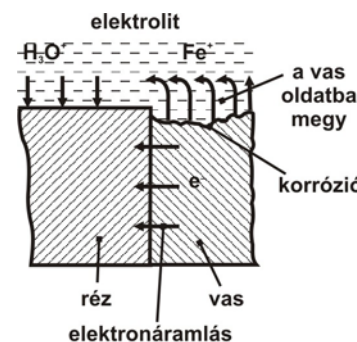


szemcsehatár-menti



fázisra kiterjedő

szelektív korrózió



kontaktkorrózió



Mechanikus és termikus fáradás

- Az **anyagkifáradás ciklikusan ismétlődő igénybevétel hatására** létrejövő, lokális anyagszerkezet-változás nyomán keletkező mikrorepedésből indul ki, szívós repedésterjedéssel folytatódik, majd (rideg)töréssel fejeződik be.
- A lokális szerkezetváltozás ill. mikrorepedés a maximális feszültség helyén, azaz rendszerint az anyag ill. az alkatrész felületén alakul ki.
- Egy anyag (ill. termék) **fáradásállósága** annál jobb,
 - minél finomabb **szemcséjű**,
 - minél kevésbé tartalmaz **külső makroszerkezeti bemetszéseket** (éles sarkokat, hirtelen keresztmetszet-változásokat)
 - nem tartalmaz **belső makroszerkezeti inhomogenitásokat** (folytonossági hiányokat, anyagi heterogenitásokat),
 - minél kedvezőbb a **felületi feszültségállapota** (pl. húzó helyett nyomó) és kisebb a **felületi érdessége**



- [illegible]



Felület kezelések csoportosítása

- Hatások:
 - Termokémiai
 - Kémiai
 - Elektrokémiai
 - Elektrofizikai
 - Fizikai
 - Mechanikai
 - Termomechanikai

