

Optomechatronika projekt munka

Kiss Ábel

BLKN52

Tartalom

A kutatás/fejlesztés témakörének vázolása.....	1
Mozgó alkatrészek javítása	4
Szerelések felhelyezése.....	6
Modernizáció.....	7
További fejlesztési lehetőségek és jövőbeli feladatok.....	12

A kutatás/fejlesztés témakörének vázolása

A projekt munka elsődleges célja egy Zeiss gyártmányú, kéttengelyű mérőmikroszkóp üzembe helyezése és funkcionális modernizációja. A fejlesztés kulcsfontosságú részét képezi a berendezés digitális leolvasási rendszerrel történő felszerelése. Az előzetes tervek szerint a modernizációt inkrementális útdók integrálásával kívántuk megvalósítani. Gazdaságossági és költséghatékonysági szempontokat mérlegelve azonban ezt az elképzelést elvetettük. Ehelyett egy alternatív, költséghatékonyabb, a mérőmikroszkóp okulárjaira illesztett kamerás leolvasó- és képrögzítő rendszert terveztünk és építettünk ki.

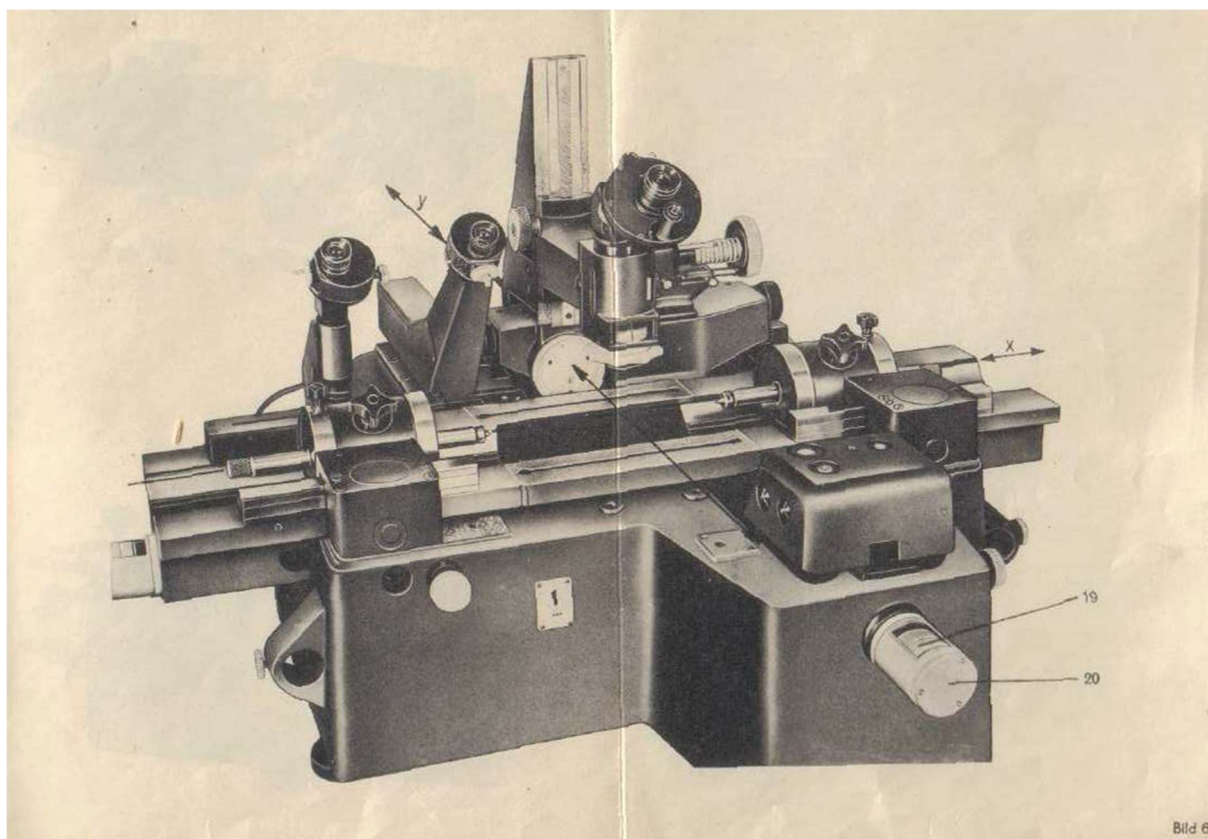
Kezdeti lépések és állapotfelmérés

A modernizációs folyamat előfeltétele a részben szétszerelt állapotban lévő optomechanikai eszköz üzemképessé tétele volt. Az 1. ábra a mérőberendezés kiindulási állapotát mutatja a feladat kezdetekor. Megállapítható, hogy a fő optikai komponensek jelentős része hiányzott, így ezek pótlása, szakszerű felhelyezése és kalibrációja a projekt kritikus részét képezte.



1. ábra: A mérőmikroszkóp kiindulási állapota a fejlesztés kezdetén

A hiányzó komponensek azonosítását és az eredeti gyári konfiguráció rekonstrukcióját a berendezés gépkönyve alapján végeztük el. A gyári összeállítást és a strukturális felépítést a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A mérőmikroszkóp gyári összeállítása és szerkezeti vázlata a gépkönyv alapján

A műszerháznak a végleges üzemeltetési helyére történő telepítését követően megkezdődhetnek a szerkezeti tisztítási, kenési és alapvető javítási munkálatok.



3. ábra: A műszerház elhelyezése a végleges laboratóriumi környezetben

Mozgó alkatrészek javítása

A kéttengelyű koordináta-mérést és a pozicionálást a beépített mozgóasztalok biztosítják. Ezen mechanikai szerelések minimális súrlódású, ám nagy pontosságú elmozdulásáért precíziós csapágyak felelnek, amelyek központosítása excentrikus szabályozómechanizmusok (excenter-művek) segítségével valósítható meg. Elsődleges feladatként ezen csapágyak és excenterok vegyszeres tisztítását, valamint megfelelő viszkozitású kenőanyaggal való ellátását végeztük el.



4. ábra: A pozicionáló mechanizmus precíziós csapágyazása és az excenteres szabályozóegység

A hosszirányú elmozdulás mellett a rendszer részét képezi egy precíziós forgatóasztal is. A forgatómechanizmus csapágyazása szintén teljes körű tisztítási és kenési revízión esett át.



5., 6. és 7. ábra: A forgatóasztal mechanikai komponensei, a csapágyazás és az optikai elemek revíziója

A forgatóasztal optikai osztását hordozó üveglemez, valamint a leolvasó fényútban elhelyezkedő tükrök és prizmák optikai tisztítását speciális, pormentesítést követő acetonebenzin eleggyel végeztük el, elkerülve a reflexiógátló rétegek károsodását.

Az újrakent precíziós csapágyak excenter-művekre történő visszaszerelését követően a finombeállítási és szintezési folyamat következett. A kinematikai pontosság érdekében biztosítani kellett, hogy az összes csapágy forgástengelye közös horizontális referenciasíkon helyezkedjen el (8. és 9. ábra).



8. és 9. ábra: A csapágytengelyek és a vezetékek horizontális szintezése precíziós mérőeszközökkel

Szerelések felhelyezése

A szintezési folyamat lezárásaként integrálásra került a hosszanti mozgatóasztal. A komponens beemelése és pozicionálása a jelentős tömege (~60 kg) miatt fokozott körültekintést igényelt. A csapágyak és vezetékek megfelelő beállítását igazolja, hogy a mozgatóasztal a teljes lökethosszán egyenletes, akadásmentes kinematikai karakterisztikát mutat.



10. ábra: A hosszanti mozgatóasztal szerkezeti integrációja

Ezt követően az asztal oldalirányú megvezetését és előfeszítését biztosító, rugóterhelésű csapágyak felszerelése történt meg. Ezen egységek funkciója a leolvasás során fellépő ferdetengelyűségi és irányszöghibák (Abbe-féle hiba) minimalizálása, illetve kompenzálása. A lineáris asztalra ezt követően rögzítettük a forgatóasztalt, valamint a környező optikai leolvasórendszert (mikroszkópcsoport) és a megvilágító egységeket. A megvilágító rendszer 12 V-os egyenfeszültségű táplálást igényel, amelynek elektromos hálózata a gépváz alsó szegmensében került elvezetésre a központi betápláló csatlakozótól.



11. ábra: A teljesen összeszerelt optomechanikai alrendszer a mérőmikroszkóppal és kiegészítőivel

Modernizáció

A konstrukciós fejlesztések első lépéseként a megvilágítási alrendszer modernizálását hajtottuk végre. A hagyományos izzószálas fényforrásokat korszerű, energiatakarékos LED-eszközökre cseréltük. A mechanikai kompatibilitást sikerült biztosítani úgy, hogy az eredeti gyári foglalatokba egyenáramú, E10-es menettel rendelkező LED-források kerültek beépítésre. A háttérvilágítás optimalizálása jelenleg fejlesztési fázisban van: a kereskedelmi forgalomban kapható, megfelelő foglalatú LED-ek sugárzási karakterisztikája nem bizonyult megfelelőnek a mérési feladathoz, így egyedi, specifikus LED-es fényforrás tervezése és gyártása válik szükségessé.





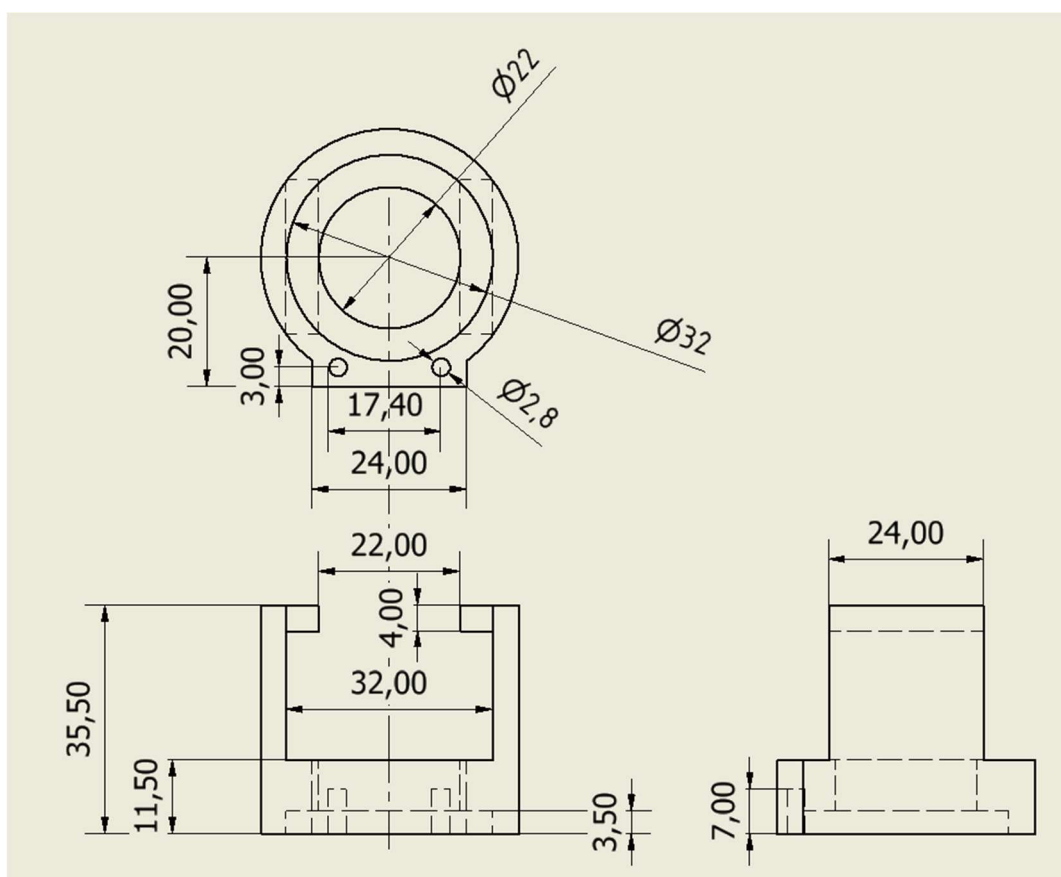
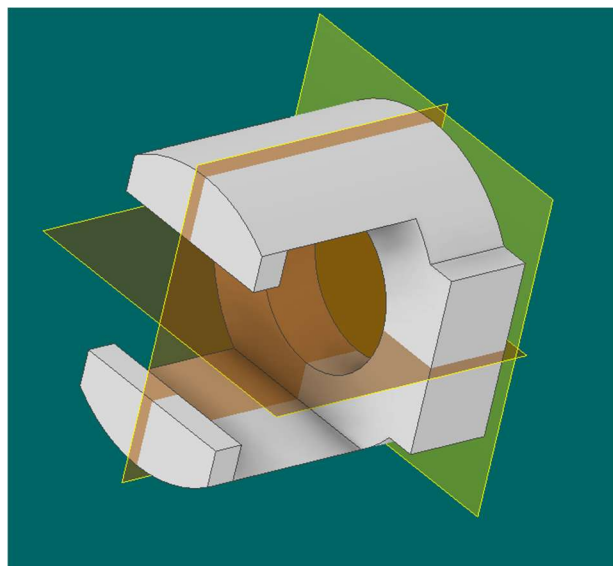
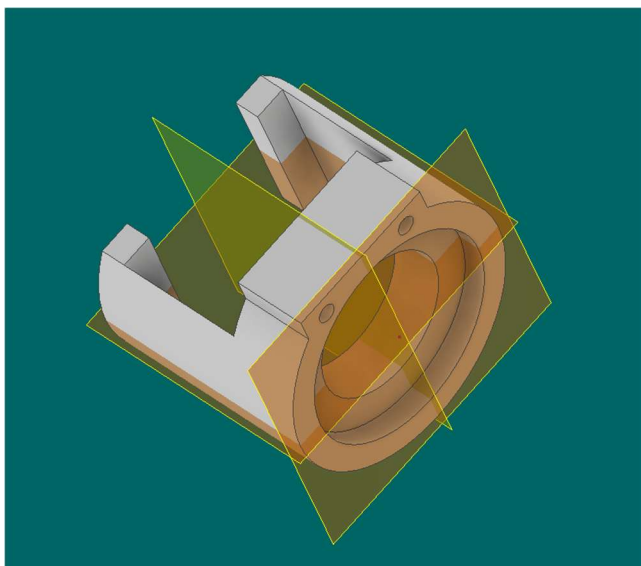
12., 13., 14. és 15. ábra: Az eredeti izzószálas fényforrások és a helyettesítésükre alkalmazott modern LED-eszközök

Az optikai fényút felülvizsgálata során azonosított kritikus hiba, hogy a korábbi üzemeltetés során fellépő jelentős termikus feszültség (hőszokk) következtében a kondenzorlencse belső strukturális feszültségei miatt anyagszerkezeti tönkremenetelt szenvedett (makroszkopikus repedések, rideg törés), így teljes cserére szorult.

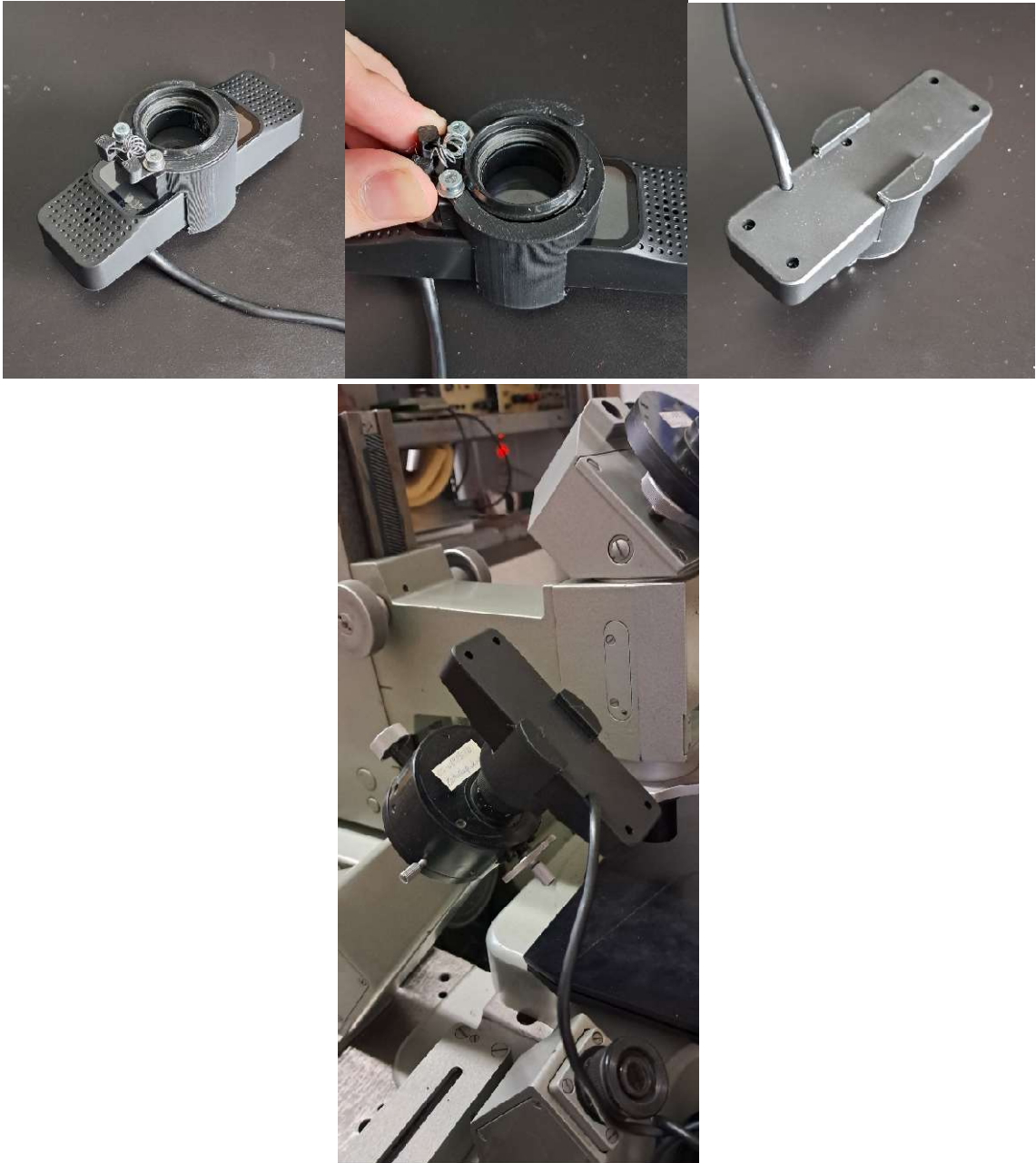


16. ábra: Termikus túlterhelés következtében tönkrement (repedt) kondenzorlencse

A digitális adatnyerés és leolvasás megvalósításához ProXtend X301 típusú webkamerákat alkalmaztunk digitális képérzékelőként. A kamerák optikai tengelybe történő rögzítéséhez egyedi adapterek tervezése és gyártása volt szükséges. Az okulár szemkagylójának geometriai méretei és a minimális fókusz távolság (tárgytávolság) meghatározása után számítógépes tervezőprogrammal (CAD) rögzítőelemet terveztünk. Az adaptert additív gyártástechnológiával (3D nyomtatás), PLA (polilaktid) polimerből állítottuk elő, majd applikáltuk a mérőműszerre.



17., 18. és 19. ábra: A kamerás illesztőadapter CAD modellje és műszaki rajza

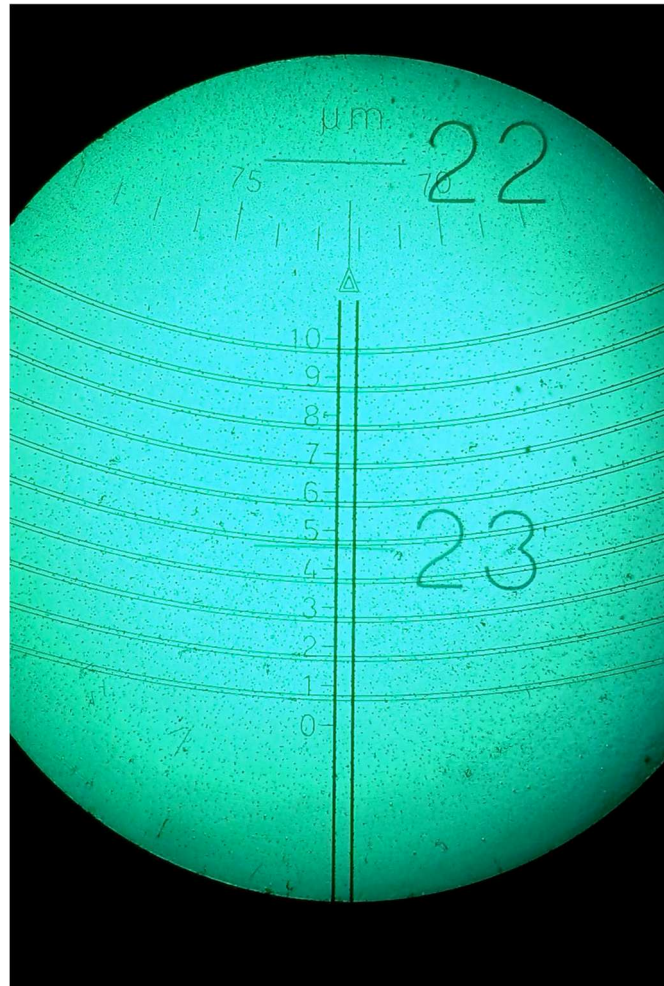


(20., 21., 22. és 23. ábra: A 3D nyomtatott adapter gyártási és összeszerelési fázisai a webkamerával integrálva



24. ábra: A mérőrendszer hardveres konfigurációja a kiértékelő számítógéppel

Mivel a mérőműszer összesen négy darab okulárral rendelkezik, a teljes leolvasáshoz négy azonos technikai paraméterű webkamera és rögzítőadapter szimultán alkalmazása szükséges. A videojelek egyidejű rögzítését és megjelenítését a SplitCam szoftverkörnyezet biztosítja. A kamerák egy közös USB-A hardveres elosztón (hub) keresztül csatlakoznak az adatfeldolgozó számítógéphez, amely hatékony és gyors párhuzamos leolvasást tesz lehetővé. A kísérleti eredmények igazolják az adapterek geometriai pontosságát és a LED-es fényforrások homogenitását, mivel a hagyományos izzók kiváltása sikeresen megtörtént. A SplitCam szoftverrel rögzített digitális skálakép a 25. ábrán látható.



25. ábra: A SplitCam szoftver segítségével rögzített, digitalizált mikroszkópos skálakép

További fejlesztési lehetőségek és jövőbeli feladatok

- A háttér-megvilágítási alrendszer egyedi fejlesztése és véglegesítése.
- Automatikus skáleleolvasó és pozíciómeghatározó digitális képfeldolgozó algoritmus (számítógépes látás / computer vision) implementálása.
- A kritikus optikai elemek (tükrök, lencsék, prizmák) cseréje, illetve felületi minőségük javítása (polírozás, bevonatolás).
- Dedikált tápfeszültség-elosztó és védelmi egység tervezése és beépítése.

Összegzés: Bár a projekt kezdetekor definiált valamennyi részfeladat teljes körű realizálása még folyamatban van, a kutatás-fejlesztési munka során jelentős előrelépést értünk el. A mérőberendezés alapvető mechanikai és optikai üzemképessége helyreállt, és a tervezett digitális leolvasási koncepció működőképessége kísérletileg igazolást nyert.