

Vizsgálati rendszer kiépítése mart gránitfelületek élkitöredezéseinek elemzéséhez

Building process of an examination system to analyse the edge chipping of milled granite surfaces

Gálos Miklós

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, miklos.galos@gmail.com

Gyurika István Gábor

BME Gyártástudomány és –technológia Tanszék, gyurika@manuf.bme.hu

Kun Zsuzsanna

BME Gyártástudomány és –technológia Tanszék, zsuzsanna.kun1991@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS:

A Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetemen a Gyártástudomány és –technológia Tanszék, illetve az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékének együttműködése révén immár három éve folynak kőmegmunkálással kapcsolatos kutatások. A szerzők a mart gránitfelületek minősítésének egyes elemeit vizsgálják, a felületi érdességet és a csúszásbiztonságot követően, jelenleg az élkitöredezések mértékét. Az új feladathoz egy annak megvalósításához megfelelő vizsgálati rendszer kiépítésére került sor, ennek bemutatása képezi a cikk tárgyát. Az élek digitalizálásához egy, ezen a tudományterületen még nem alkalmazott, ám az iparban elterjedt eszközt választottunk, egy kékfényű lézerszkennert. A mérések elvégzéséhez használtunk továbbá egy CNC vezérlésű megmunkáló központot, valamint egy, a mart gránit éleket kiértékelő szoftvert. Az általunk összeállított vizsgálati rendszerrel olyan megoldást kívánunk bemutatni, mely az ipari gyakorlatban is alkalmazható minősítő rendszer részét képezheti a későbbiekben.

Kulcsszavak: kőmegmunkálás, élkitöredezések, gránit, felületminősítés, szkennelés

ABSTRACT:

At the Department on Manufacturing Sciences and Technology (at Budapest University of Technology and Economics) there is several research tasks in process in the last three years in collaboration with the Department of Construction Materials and Engineering Geology. The authors examine the quality items of milled granite surfaces, after the surface roughness and slip-safety, now they are working on the extent of edge-chipping. The subject of this paper is the presentation of the new examination system for the new research task. We have chosen a blue-light laser scanner to digitalise the edges in our research, which tool is new in this use, but it is widely used in engineering practice. Furthermore we used in our examination an NC controlled machining centre and an evaluating software on PC. We would like to present a new simple-use examination system which could be used in the engineering practice as a part of the certification system in the future.

Keywords: stone machining, edge-chipping, granite, surface quality, scanning

1. BEVEZETÉS

A Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem két tanszékének együttműködése révén harmadik éve folynak az automatizált kőmegmunkálással és a megmunkált felületek minőségének vizsgálatával kapcsolatos kutatások. Az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék a geológia és kőzetmechanikai tudományokat, míg a Gyártástudomány és –technológia Tanszék munkatársai foglalkoznak a különböző gyártásautomatizálási területekkel. A tanulmányban ismertetett feladatok eredményeként egy új kutatási fázisnak, a mart gránit élek kitöredezési jellemzőinek mérésével kapcsolatos kísérletek rendszerének kiépítése valósult meg.

A kutatás elsődleges célja tehát egy olyan, az ipari gyakorlatban is alkalmazható vizsgálati rendszer kiépítése volt, amelynek segítségével hatékonyan lehet alkalmazni a Gyurika (2013) által kidolgozott, a mart gránitfelületek éleinek átlagos kitöredezési mértékét meghatározó mérőszámot. A mérőszám objektív minősítést ad, mely megoldás segítségével az ipari gyártók és a gránit terméket megrendelők egyértelműen meghatározhatják az általuk megvalósítható, illetve elvárt élminőséget.

A vizsgálati rendszer kiépítésénél a csapat meghatározta az elsődleges célokat is. A rendszer segítségével a jövőben vizsgálni fogják a mart gránitfelületek belépő és kilépő éleinek átlagos kitöredezési mértékeinek különbségét és kapcsolatait, illetve a kiépített rendszer hatékonyságát, mely alatt elsősorban a valós kitöredezési térfogatokhoz képesti átlagos hibát lehet érteni.

2. A VIZSGÁLATI RENDSZER ELMÉLETI TERVEZÉSE

Az első feladat a vizsgálati rendszer egyes részeinek meghatározása, valamint az egységek közötti jövőbeni kapcsolat megteremtése volt. Az elméleti tervezés során figyelembe kellett venni a rendelkezésre álló erőforrásokat, eszközöket és az elérhető mérési és kiértékelési pontosságokat egyaránt.

2.1 *Elvárások a hatékony vizsgálati rendszerrel szemben*

A vizsgálati rendszer tervezése során megfogalmaztuk azokat az alapvető elvárásokat, amelyeket egy általunk célul kitűzött megvalósítandó vizsgálati rendszernek mindenképpen ki kell elégítenie.

Hatékony rendszerről akkor beszélhetünk, ha a vizsgálat megfelelő minőségű adatokat képes szolgáltatni a vizsgálat szempontjából, elfogadható időn belül. Épp ezért alapkövetelményként fogalmaztuk meg, hogy a vizsgálat ne vegyen több időt igénybe, mint maga a megmunkálási folyamat. A korábbi kutatásaink során alkalmazott SCANTECH lézerezéssel ez a követelmény nem elégíthető ki, de az általunk javasolt rendszerrel a vizsgálat időtartama már lényegesen lecsökkenthető. Mivel egy ipari gyakorlatban is használható rendszert kívántuk fejleszteni, mindenképpen fontosnak tartottuk, hogy az általunk választott eszközök hordozhatóak és könnyen szállíthatóak legyenek. Emellett elvárás, hogy a tárolásuk se jelentsen problémát a minősítést végző személyek számára. A rendszer összeállításakor olyan módszert dolgoztunk ki, amely nem igényel szakértőt az adatok felvételéhez, az automatikus kiértékelés megvalósítása pedig lehetővé teszi, hogy az adatok elemzéséhez se legyen szükség speciális ismeretekre.

Természetesen a vizsgálatról elvárható, hogy a már megmunkált éleket és felületeket ne károsítsa. Olyan rendszer kiépítésére van szükség, amellyel roncsolásmentesen elvégezhető az élminősítés és semmilyen más károsodást sem okoz a megmunkált felületekben. Mivel egy, akár szabványosítható mérőszám meghatározását szolgálja a vizsgálat, elvárjuk a rendszertől, hogy kellően pontos és megbízható adatokat szolgáltatson egy ilyen mérőszám meghatározásához.

A rendszer tervezése és kiépítése során a fenti szempontokat figyelembe véve olyan rendszer létrehozásán dolgoztunk, amely költséghatékonyan valósítja meg a fenti céljainkat.

2.1. *Az új rendszer tervezése*

Az új rendszer tervezésekor párhuzamosan több probléma is jelentkezett. Az éldigitalizálás olyan problémát jelentett, amely a korábban alkalmazott eszközökkel nem lett volna kivitelezhető. Mindenképpen olyan eszközre volt szükség, amellyel a kitöredezések méretei is felvehetőek és a kapott adatok értékelése a későbbiekben akár automatizálttá tehető.

A megvalósításhoz a gépészeti gyakorlatban elterjedten alkalmazott szkennelési eljárásokra esett a választásunk. Az elmélet igazolásához egy SCANTECH lézerezéssel használtunk, amellyel pontfelhőt képeztünk a kőélek felületeiről, melyeket a RapidForm számítógépes szoftverrel alakítottunk olyan háromdimenziós modellekké amelyekről a kitöredezések jellemző méreteit fel tudtuk venni. A módszer igényessége azonban nem teszi lehetővé, hogy elterjedten alkalmazhatóvá váljon az ipari gyakorlatban.

A megoldást egy Keyence profilszkennelőkészlet jelentette, amellyel már maga a digitalizálási folyamat is a korábbi módszer időigényének töredéke alatt nyerhetőek használható eredmények. A kapott profilokat a szkennelőkészlethez tartozó számítógépes szoftverrel lehet értékelni és ez a folyamat a későbbiekben megfelelő programmal automatizálttá tehető.

Az általunk létrehozott rendszerrel olyan eszköz-összeállítást kívánunk bemutatni, amellyel az élkitöredezések mértéke hatékonyan vizsgálható és olyan mérőszám gyors meghatározását szolgálhatja, amellyel akár szabványos módon minősíthetők az egyes megmunkált kőfelületek.

3. A TERVEZETT VIZSGÁLATI RENDSZER MEGVALÓSÍTÁSA

3.1 A rendszer részegységei

A tervezés során megfogalmazott követelmények alapján választottuk ki a rendszerbe foglalt eszközöket. A választott eszköz egy kék lézertípű Keyence LJ-V7080 típusú profilszkenner lett. A kék lézertípű jelentős előnye, hogy nagyobb pontossággal dolgozik, mint a vörös fénytípusok, így a kisebb kitöredezések is könnyen megtalálhatóvá válnak. Az egység további előnye, hogy a hozzá hasonló, optikai elven működő eszközökkel úgy nyerhetünk adatokat a felületekről, hogy azokat nem károsítjuk, ráadásul a választott típus pontossága (ld. 1. táblázat) kielégíti az általunk támasztott pontossági követelményeket is.

1. táblázat. A Keyence LJ-V7080 lézertípű szkenner felbontási és pontossági adatai (The measurement range and the repeatability of the Keyence LJ-V7080 laser scanner)

| | | | |
|------------------|------------------|----------------|---------------|
| Mérési tartomány | Z-tengely mentén | 80+/-23 | mm |
| | X-tengely mentén | 32 | mm |
| Ismétlőképesség | Z-tengely mentén | 0,5 | μm |
| | X-tengely mentén | 10 | μm |

A digitalizálás során szükséges programozott elmozdulások megvalósításához egy Topper TMV510 típusú, NC vezérlésű megmunkáló központot használtunk (ld. 1. ábra). A géppel megfelelő pontossággal, irányítottan hajthatók végre az elmozdulások, amely két szempontból is lényeges. Egyrészt, ezáltal egyértelműen meghatározhatjuk a digitalizált profilok egymáshoz képesti távolságát, továbbá nagy pontossággal reprodukálhatóvá válnak a kísérleti eredmények. Az elmozdulások automatizálásával csökkenthető a képzés bizonytalansága, mivel alacsony sebességnél a gép rezgéseiből eredő hibák elenyészőek.



1.ábra. Topper TMV510 típusú NC vezérlésű megmunkáló központ (The Topper TMV510 type NC controlled machining centre)

3.2 A digitalizálás folyamata

A mérések elvégzéséhez szükséges rendszer összeállítása a megfogalmazott követelményeknek megfelelően gyors és egyszerű, így nem jelent időtöbbletet a mérés szempontjából. A profilszkennert a megmunkáló központon mágneses szorítóval rögzítettük, a kőlapokat pedig a gép munkaterében a munkaasztalon helyeztük el. Az elrendezést mutatja be a 2. ábra. A kőlapok pozícióját szabványos készülékelemekkel állítottuk be (3. ábra), ezek segítségével a munkadarabok elhelyezése is reprodukálható. A szkennert a vizsgálandó éllel 45°-os szöget zár be, így biztosítva, hogy a digitalizálás merőleges legyen a mart élre.



2. ábra A profilszkennert elhelyezése a megmunkáló központon (*The position of the profil-scanner on the machining centre*)

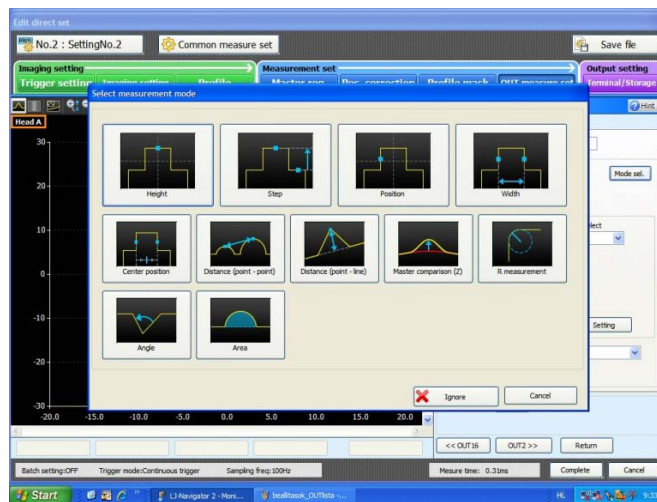


3. ábra A kőlapok rögzítése a megmunkáló központ munkaterében (*The positioning of the stones on the worktable of the machining centre*)

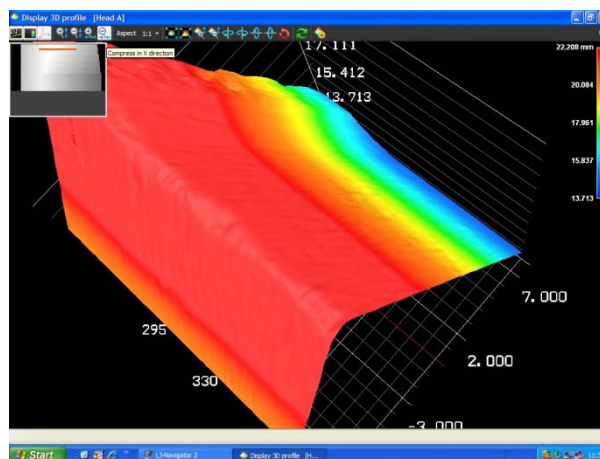
A digitalizáláshoz szükség van a munkadarab és a szkennert viszonylagos elmozdulásának megvalósítására, ehhez egy egyszerű NC programot írtunk és olyan sebességet állítottunk be, amely a digitalizálás során a gép mozgásával nem okoz rezgéseket. A mérés tehát teljesen automatikusan végrehajtható és egy kő digitalizálása akár egy percnél kevesebb idő alatt megvalósítható. Az adatok feldolgozását a szkennertől kapcsolódó LJ Navigator 2 számítógépes szoftverrel végeztük el. A program lehetővé teszi, hogy a szükséges adatokat a digitalizált profilokból kinyerhessük és a mérőszámot a kapott jellemzők ismeretében meghatározzuk.

A számítógéppel vezérelt digitalizálás a fenti eszközök használatával történt. A szkennert működésének alapja, hogy a programozó által beállított távolságonként profilokat digitalizál az élről, majd ezeket a profilokat egy számítógépes szoftver segítségével a monitoron megjeleníti. A képernyőn megjelenő profilokon távolságokat, elhelyezkedéseket mérhetünk. A kiértékelés során használt szoftver alkalmas a mérés során beállítandó paraméterek módosítására, valamint a digitalizálás menetének ellenőrzésére is. Ilyen beállítási lehetőségekre mutat példát a 4. ábra. A szoftver valós időben megjeleníti az aktuális profilokat (ld. 5. ábra), így az esetleges mérési hibák egy része, mint a nem megfelelő távolságban vagy szögben elhelyezett mintafelületek, a tükröződések, illetve a hiányos

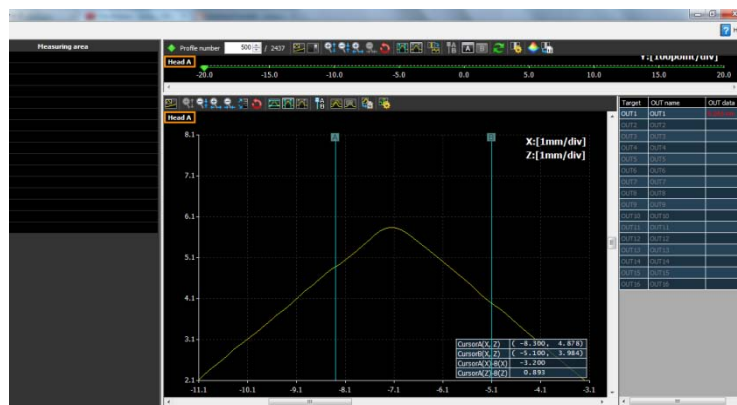
adatfelvétel azonnal javítható, vagy kiszűrhető. A mérés felügyelete mellett ezzel a szoftverrel végeztük el a kiértékeléseket is. A kiértékeléshez rendelkezésre álló eszköztárat mutatja be a 6. ábra. A kinyert adatokat Microsoft Excel programmal kezelhetjük a későbbiekben, illetve a profilok értékeléséhez írható olyan program, amivel az időigényesebb manuális értékelés hatékonyabbá tehető.



4. ábra A digitalizálás beállítási lehetőségei (*Setting opportunities of the digitalisation*)



5. ábra A szkennelt profilok valós idejű 3D-s megjelenítése (*The real-time visualisation on PC of the scanned profiles*)



6. ábra A kiértékeléshez használható eszközök az LJ Navigator 2 szoftverben (*Usable tools for evaluation in LJ Navigator 2 software*)

4. A MEGVALÓSÍTOTT VIZSGÁLATI RENDSZER ÉRÉKELÉSE

A létrehozott rendszerrel a kutatásainkhoz gyártott mintafelületek értékelését megkezdtük, így tesztelve a módszer működését. Megállapítottuk, hogy a választott eszközökkel hatékony mérési rendszert hoztunk létre, a kapott adatok a vizsgált szempontok alapján értékelhetőek és a későbbiekben automatizálttá tehetőek egy megfelelő számítógépes programmal. Ugyanakkor számításba vettük azokat a tényezőket, amelyek a módszer pontosságát befolyásolhatják és a későbbiekben, a rendszer használata és továbbfejlesztése ezeknek az elemeknek a javítására helyezjük a hangsúlyt. Ilyen problémát jelenthet a manuális kiértékeléssel bevitt emberi tényezők által okozott hiba, valamint a környezeti körülmények hatása, a digitalizálás környezete, mint a fényviszonyok, vagy a levegőviszonyai.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott módszer alkalmasságát a gyakorlati megvalósítás és tesztelés igazolja. A jövőben az iparban is használható, később pedig szabványosítható mérési eljárás kidolgozását tervezzük, ehhez pedig kiváló kiindulási pontot jelent az ismertetett eljárás. A tanulmányt író kutatók közeljövőbeni feladata lesz a rendszer széles spektrumú tesztelése, mely folyamat alatt vizsgálni fogják a megoldás hatékonyságát és alkalmazhatóságát.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- Bao, R. H.; Zhang, L. C.; Yao, Q. Y. Lunn J.2010: Estimating the Peak Indentation Force of the Edge Chipping of Rocks Using Single Point-Attack Pick. *Rock Mech Rock Eng* 44:339–347.
- Gálos M.- Gyurika I. Kun Zs. 2013: Ismereteink Polírozása: Az élmegmunkálások minősítése. *Díszítő- termés- építő- mű- KŐ*. XV. évf. 3. szám,
- Gyurika I. 2013. Experimental protocols to define quality metrics for milled edges in granite. IN-TECH2013 konferencia, 57-60. o.,
- Gyurika I. G., Dr. Gálos M.2013: The creation of new research system for the investigation of surface quality by stones. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, Akadémiai Kiadó, 4. évf, 1. szám / 2013, Június, 43-48 o.,
- Kun Zs., Gyurika I. G. 2013: Possible examinations of stone machining focused on the relationship between technological parameters and surface quality. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, Akadémiai Kiadó, 4. évf, 1. szám/2013, Június , 63-68 o.,