

EGY ÚJRA MŰKÖDŐ SZÉLMALOM TÖRTÉNETE

THE STORY OF A RE-OPERATING WINDMILL

Bitay Enikő,¹ Márton László,² Talpas János³

¹ Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Marosvásárhely, Románia, ebitay@ms.sapientia.ro

² Erdélyi Múzeum-Egyesület, Gyergyószentmiklós, martonlb@yahoo.com

³ Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár, talpasjanos@gmail.com

Abstract

Research on the history of the development of grain milling structures is a priority topic of the Department of Technical Sciences of the Transylvanian Museum Association. Quite a few publications and study volumes contain the results of the research. The present dissertation presents another grinding structure, the windmill, its reconstruction, creating a connection between the theoretical foundations and the practical implementation. Although it was built as a museum and tourist object, it is also a significant work from the point of view of technical history.

The Felsőszentiván windmill is powered by a 14-meter-diameter windmill. The mill has a two-stage accelerator gear that increases the low, non-grinding speed of the wind turbine for the rotation typical of grindstone mills.

The upper stones of a pair of grindstones rest on a vertical axis, and by raising this the gap between the stones can be adjusted. This determines the particle size of the grind. The windmill consists of three functional parts: a windmill, an accelerator gear and a grain mill made up of a pair of grindstones.

Keywords: *windmill, gear transmission, grinding, grindstone pair.*

Összefoglalás

A gabonaőrölő szerkezetek fejlődéstörténetének kutatása az Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztályának kiemelt témaköre. Jó néhány közlemény, tanulmánykötet tartalmazza a kutatások eredményeit. Jelen dolgozat egy újabb őrlőszerkezetet, a szélmalmot, annak újraépítését mutatja be, kapcsolatot teremtve az elméleti alapok és a gyakorlati kivitelezés között. Bár muzeális és turisztikai objektumként épült, technikátörténeti szempontból is jelentős alkotás.

A felsőszentiváni szélmalmot egy 14 méter átmérőjű szélkerék hozza működésbe. A malomnak kétlépcsős gyorsító fogaskerék áttétele van, ami az őrlőköves gabonamalmokra jellemző forgásra növeli a szélkerék alacsony, az őrlésre alkalmatlan fordulátát.

Az őrlőkő pár felső köve egy függőleges tengelyre támaszkodik, ennek emelésével lehet szabályozni a kövek közötti rést. Ez határozza meg az őrlemény szemcseméretét. A szélmalom három funkcionális részből tevődik össze: a szélkerékből, a gyorsító fogaskerék-áttételekből és az őrlőkőpárból kiépített gabonamalomból.

Kulcsszavak: *szélkerék, fogaskerék-áttételek, őrlés, őrlőkőpár.*

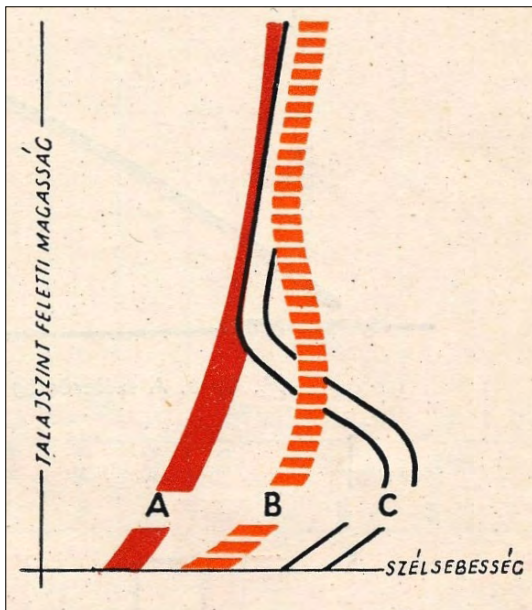
1. Bevezető

A szélkerék a szélmalomok jellegzetes szerkezeti eleme, a szél mozgási energiáját alakítja át forgómozgássá. Az első szélmalomok a 7. században

épültek, Irán és Afganisztán termékei függőleges tengelyűek voltak. A harmadik keresztes hadjárat (1189–1192) résztvevői vitték a Közel-Keletre Nyugat-Európa termékét, a vízszintes tengelyű szélmalmot. A Kárpát-medencében a 12. század-

tól ismert a szélmalom, ilyenek ott épültek, ahol gyors folyású patakok hiányában vízimalmok nem hódíthattak teret [1]. A szélmalomok helyének kiválasztásánál figyelembe kellett venni a szélsébség éves átlag értékét, aminek 2-5 m/s között kellett lennie. A szél sebességének változása a domborzat és a talajszint fölötti magasság függvényében az 1. ábrán követhető.

Az évszázadok folyamán a szélmalomok egyre bonyolultabbak, tökéletesebbek, és a 19. századra már a mai változatát alkalmazták. Így vált a szélmalom fontos és olcsó mechanikai energiaforrássá. Szintén a 19. századhoz kapcsolódik a gőzgép diadalútja és a szélmalom vetélytársává válása.



1. ábra. A szél sebességének változása a domborzat és a talajszint fölötti magasság függvényében. [2]. A – sík vidéken, B – enyhén dombos vidéken, C – hegyvidéken

2. A szélmalom rendeltetése, alkalmazási területe

A szélmalom elsősorban gabonafélék-, valamint szemeskukorica-örlemény előállítására szolgál. Az örlemény a szita nélküli, őrlőköves malmok termékeire jellemző teljes kiőrlésű dara. A termék rendeltetészerűen állati takarmányként használható, a kukoricadara kézi kiszitálás után emberi eledelként is használhatóvá válik.

Őrlési kapacitása a kis malmok kategóriájába sorolja. Alkalmazásával energiatakarékos módon jó minőségű állati takarmány az örlemény kiszitálása után emberi táplálék alapanyagául is felhasználható. A szélmalom teljes kiőrlésű búza vagy rozsliszt előállítására is alkalmas a primer örlemény megfelelő sűrűségű szitán való átszitálása után.

Üzem mód tekintetében a malommal mind folyamatos, mind szakaszos technológia megvalósítható. Felhasználható folyamatos örlemény előállítására vagy a lakossági igények ellátására egyaránt.

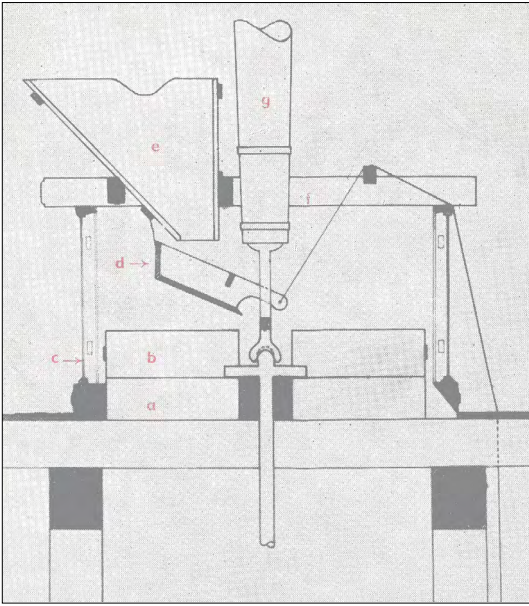
3. A szélmalom működése

A szélmalom működését három gépszerkezet határozza meg:

- gabonatisztító szerkezet;
- őrlőszerkezet;
- az energiaátvivő szerkezet.

3.1. A gabonatisztító szerkezet

Az első szinten (földszint) kezdődik a technológiai folyamat, a gabona tisztításának második fázisa a koptatás. A tisztítás első fázisát a gabonarakárban található rosta és szelektor (triör) végzi, már a gabona malomba szállítása előtt. Ebben a tisztítási fázisban a gabonától minden idegen anyagot eltávolítanak. Az őrlésre csak a megtisztított gabona kerül. Amint említettük, a tisztítás második fázisa a koptatás. A földszinten található koptató vagy hántoló a gabonaszemeket forgásuk közben megtisztítja azáltal, hogy a szemek a koptató belső, hengeres burkolatát képező, szögletes keresztmetszetű acél huzalból készült szitaszövethez hasonló felülethez ütköznek. Az ütközés következtében a szemek felületéről a szögletes huzal élei eltávolítják a felületi réteget, ami a nemkívánatos szennyező anyagokat tartalmazza. A leválasztott héjréteget a koptatóhoz tartozó elszívó ventilátor eltávolítja, és egy ülepítő ciklonba és porszűrő zsákba továbbítja. A felületi szennyező anyagoktól megtisztított gabonát a koptató forgó labodái tengely irányú mozgásra kényszerítik. A koptatóban a csavaros mozgás a megkoptatott szemeket a kiömlő nyílás felé tereli. A kiömlő nyílás közvetlen kapcsolatban van a gumilapátos felvonóval, ami a tiszta gabonát az első emeletre (második szint), ahol a kőpad található, emeli. Amíg a koptató működésben van, a gumilapátos felvonó is működik.



2. ábra. Az őrlőszerkezet metszete [2]

3.2. Az őrlőszerkezet

Az őrlés folyamata az első emeleti szinten megy végbe. A gabona a koptatást követően az őrlőegység fogadó garatjába jut. Ekkor már az őrlő kőpár felső, forgó köve a villás tengely forgásának hatására forgásban van.

A nagygaratba hordott gabona a kisgaratba folyik. A kisgarat dőlésszögét szabályozásával változtathatja a molnár aszerint, hogy gyorsabban vagy lassabban akarja, hogy folyjon a gabona a kőpár közé. A kisgarat, hogy a gabona benne fel ne akadjon, állandóan rázkódik. A rázkódást a forgó kőhöz érintkező rudacska hozza létre [3, 4]. Az őrlőszerkezet metszete a 2. ábrán látható, segítségével működése is tanulmányozható.

3.3. Az energiaátvivő szerkezet

Ismeretes, hogy a szél ereje sebességének négyzetével arányosan növekszik. A szél erejét sebességével vagy az 1 m^2 -re kifejtett nyomásával határozzák meg. A szélérő a szárazföldön napi periódus szerint változik. Délelőtt erősödő, délben a legerősebb, délután, napnyugta felé gyengül erőssége. A szél sebessége az év folyamán is változik.

Az (F) nagyságú vitorlafelületen másodpercenként $v \cdot F$ térfogatú levegő haladhat át. Az F felületű keresztmetszetre kifejtett erő (P) a sebesség köbével arányos:

$$P = F \cdot v^3 / 16. \quad (1)$$

A szélenergia teljes kihasználása nem lehetséges, mert a szél a vitorlák között tovább mozog,

nem áll le teljesen. Energiájának bizonyos hányadát lehet hasznosítani [2].

A szélkeréknél alkalmazott hatásfok értéke 0,4. Így a P hatóerő értéke a következő lesz:

$$P = 0,4 \cdot F \cdot v^3 / 16 \text{ [kgF]}. \quad (2)$$

Egy vitorla ütőfelülete $7 \times 1,2 = 8,4 \text{ m}^2$, így a $4,0 \text{ m/s}$ erősségű szélben a forgatónyomaték:

$$M = P \times L \text{ [kgF·m]}, \quad (3)$$

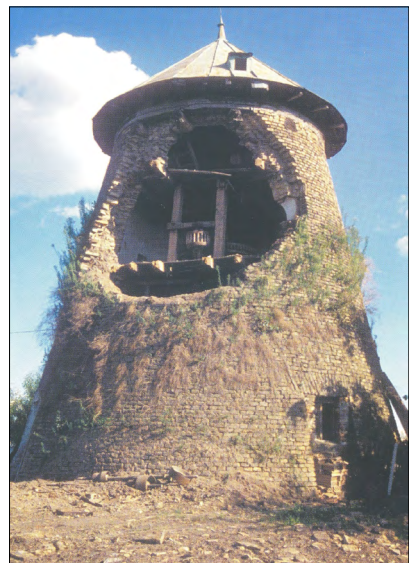
aminek teljesítménye $M/75$ [LE]-nek felel meg.

A szélmalom őrlési teljesítménye a szélsébség függvénye.

Őrlés közben a kövek kopnak, időközönként ezek őrlő felületét újra kell vágni (élezni). A művelet szakértelmet feltételez.

4. A felsőszentiváni szélmalom

A felsőszentiváni szélmalom, feltételezés alapján, a 19. század közepén épülhetett, és közel száz év múlva, 1920-ban Nagy Torma Vince tulajdonába került. A malomház kúpos alakzatú fala két rétegből épült. Belső fele vályog, külső fele téglafalazású volt. Nagy Torma Vince tulajdonában 1950-ig működött, de a tulajdonosnak nem volt anyagi lehetősége, hogy a lassan, de biztosan romló malmot felújítsa [5]. Ennek hiányában 2005-ben a szélmalom falazatából több méter átmérőjű darab kiomlott (3. ábra). A maradék épületroncs használhatatlanná, mi több, veszélyessé vált. A romlásnak indult malom gépezetét a 4. ábra szemlélteti.



3. ábra. A felsőszentiváni szélmalom látképe újjáépítése előtt



4. ábra. A romlásnak indult régi malomgépezet

A tulajdonos, Nagy Torma Vince, 1983-ban eltávozott az élők sorából. A malom további sorsának alakítását a helyi önkormányzat vette át, megvásárolta a romos malmot és a körülötte lévő telket. Európai uniós pályázati finanszírozásból újjáépítette a szélmalmot. Az építkezési munkálatokat a Bajai Beton Kft. végezte, a malomgépezet és szélkerék elkészítésére a gyergyószentmiklósi Mecatex Kft. vállalkozott, amelynek a hagyományos őrlőszerkezetek építésében széles körű tapasztalata van. E tapasztalat megszerzésében az EME által évente szervezett technikatörténeti táborok is dokumentálódási lehetőséget jelentettek. Mindez 2019–2020-ban történt. Mindkét kivitelező határidőre befejezte munkálatait, megépítették Magyarország egyetlen működőképes szélmalomát (5. ábra).



5. ábra. A felsőszentiváni szélmalom látképe újjáépítése alatt

Műszaki adatok:

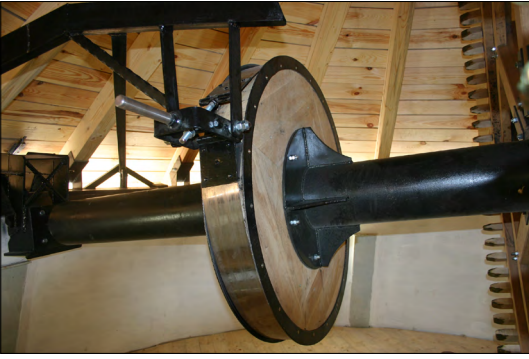
- őrlési kapacitás: 200-250 kg/óra, a szélességgel függvényében;
- termékminőség: teljes kiőrlésű dara;
- kiőrlési százalék: 100%, szítálás után 70-80% a gabona minőségének függvényében;
- beszerelt teljesítmény: a két kőpár felépítésű őrlőegység, a kanalas felvonó, a koptató és a porleszívó összteljesítménye: 9 kW;
- üzemeltetéséhez két személy szükséges.



6. ábra. A szélkerék felemelése, helyretétele



7. ábra. A szélmalom szerelés közben



8. ábra. A szélmalom fékszerkezete



10. ábra. A malomgépezet tartószerkezetének össze-szerelése



9. ábra. A fogaskerékfog beosztása



11. ábra. A félkész fogaskerék

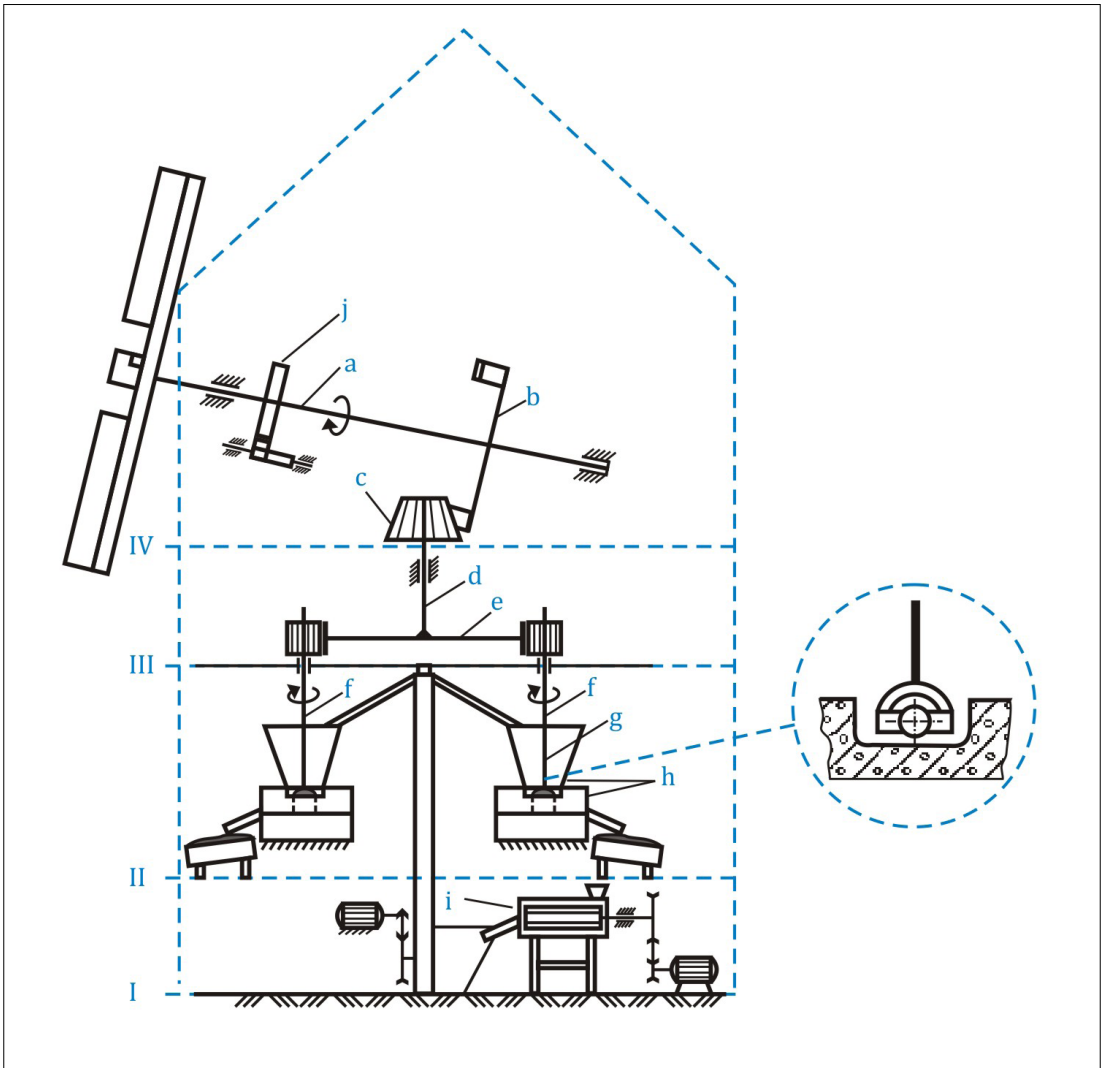
A régi és az új szélmalom is két kőpárral működő őrlőegységet tartalmaz, ezek egyszerre vagy külön-külön is működtethetők. A szélmalomgépezet és az új szélkerék felszerelését, elkészítésének mozzanatait a 6–11. ábrák szemléltetik.

5. A szélmalom leírása, szerkezeti felépítése

A szakirodalom szerint a csonka kúp alakú malomépület négy szintre tagozódik [6]. A földszinti rész (I.) a lisztes pad, az első emeleti rész (II.) a kőpad, a második emeleti rész (III.) a sebeskerék-

pad, a harmadik emelet (IV.) a nagykerék padja (12. ábra). A malom téglafalának felső peremén vasbeton koszorúba kapcsolódó görgős pálya található, amely a malom tetőszerkezetének elfordítását teszi lehetővé, a szelestengellyel és az oldalfogazatú szeleskerékkel együtt.

Az oldalfogazatú szeleskerékhez kapcsolódik a nagydobkerék, az első gyorsító fokozat, ami a szeleskerék forgómozgását a függőleges síkban található bálványtengelyhez közvetíti. A bálványtengelyre a harmadik szinten található sebeskerék van rögzítve. A sebeskerék forgómozgását



12. ábra. A szélmalom szerkezeti felépítése

*I. lisztespad, II. kőpad, III. sebeskerécpad, IV. nagykerécpad
a. nagybálvány, b. nagykerék, c. nagyorsó, d. kisbálvány, e. sebeskerék,
f. kisorsó, g. duda, h. kő a garattal, i. koptató, j. fékrendszer.*

a két kisdobkerék veszi át, amelyek a villás tengelyekre vannak rögzítve. Ennél az áttételnél jön létre a malom második gyorsító fokozata, amely 110-130 percenkénti fordulataival forgatja az őrlőkópár felső, forgó kövét. Ezen a fordulaton történik a gabonaszemek aprítása, az őrlés. A malom emeletenkénti elemeit a **13–15. ábrák** szemléltetik.

Az őrlőegységek a második szinten (első emeleten) helyezkednek el. Megfelelő szélesség esetén mindkét őrlőegység dolgozhat. Ha a szél-

sebesség kisebb 2,0 m/s-nál, csak ez egyik őrlőegység üzemeltethető.

Az első szinten (földszint) található a gabona tisztítását végző, euréka szövettel bélelt koptató, porelszívó ventilátorával és porszűrő egységével. A gabonaszemek felületén található, étkezési célokra nem alkalmas szennyező anyagokat a koptató eltávolítja. A megkoptatott gabonát a gumilapátos felvonó továbbítja az őrlőegységek garatjába.

A malom energiaforrása a természetes szél. A szél mozgási energiáját a nagybálványnak ne-



13. ábra. Az első emelet gépezete



15. ábra. A negyedik emelet gépezete



14. ábra. A harmadik emelet gépezete

vezett tengelyen található szélkerék vitorláit alakítják át forgómozgássá [7]. A vitorlákat mindig széllel szemben kell állítani. Ezt a műveletet egy erre a célra kialakított csörlővel kell elvégezni. A csörlő a tető alatti negyedik szinten található. A szélkerék a 16. ábrán látható.

A szélmalom őrlőegységei külön-külön is működtethetők. Ilyen esetben a nem használatos őrlőegységet ki kell kapcsolni, ami abból áll, hogy a villás tengelyt ki kell emelni a korongvasból, és kiemelt helyzetében le kell biztosítani az erre a célra kiképzett furatba beillesztett csap segítségével. Ezáltal a villás tengely forgómozgása nem szűnik meg, de nem továbbítja ezt az őrlőkőnek.

6. Következtetések

A felsőszentiváni szélmalom újjáépítésével az Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztálya ismét követendő példát statuált, bebizonyítva, hogy a szakosztály tagjainak többéves kutatómunkájának elméleti tudáshalmazát jó eredménnyel lehet gyakorlatban hasznosítani. A malomgépezet megtervezésében az említett, EME által szervezett technikatörténeti kutatómunka eredményei is fellelhetők. A többéves kutatómunka elméleti tudáshalmazát jó eredménnyel



16. ábra. A szélmalom üzemkész látványa

lehet a gyakorlatban hasznosítani. Szentendre, Mohács [8], Baja, Felsőszentiván felújított vagy újjáépített malmai egyrészt ma már jelentős turisztikai célpontok, technikátörténeti szempontból is jelentős alkotások, másrészt tanúságtételei a megújuló energiaforrások alkalmazásának, különösen századunkban, amikor a fenntartható fejlődés egyik buktatója éppen az energia kérdése. Mindez követendő példa lehet a jövőben is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Jean Gimpel: *Revoluția industrială în Evul Mediu*. Editura Meridiane, București, 1983. 29–32.
- [2] Pongrácz Pál: *A mezőgazdasági jellegű ipari építészeti műemlékei*. Építőipari és közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei, III/3. (1957).
- [3] Márton László: *Vízimalmok Erdélyben*. Pallas-Akadémia Könyvkiadó, Csíkszereda, 2003. 33–34.
- [4] Bitay Enikő, Márton László: *Székegyházi vízimalmok térben és időben*. In: Márton László (szerk.): *Fejezetek Székelyföld technikátörténetéből*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2019. <https://doi.org/10.36337/2019-01-08>.
- [5] Kovács József: *Szélmalmaink*. Romanika Kiadó, Budapest, 2005. 47, 50.
- [6] Lambrecht Kálmán: *A magyar szélmalom*. Budapest, 1911. 19.
- [7] Johannes Mager: *Mülenflügel und Wasserrad*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1987. 14–15.
- [8] Bitay Enikő, Márton László, Mohácsi Bugárszki Norbert, Angi Norbert: *Egy ókori gabonaórló szerkezet – a taposómalom újjászülése*. In: Műszaki Tudományos Közlemények, 2. (2015) 55–60. <https://doi.org/10.33895/mtk-2015.02.04>.