

A VÍZENERGIA HASZNÁLATA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN A 11. SZÁZADTÓL 1920-IG

FRISNYÁK SÁNDOR

UTILISATION OF HYDROPOWER IN THE CARPATHIAN BASIN
FROM THE 11TH CENTURY TO 1920

Abstract

The hydropower of the Carpathian Basin was first utilised by mills for grinding cereals in the 11th century. More sophisticated power machines, such as the pumps used in mines, lumber mills, forge mills and other machinery of this type, first appeared in the 13th century and were perfected from the 15th-16th centuries. The industrial potential of hydropower, estimated at 2.7 million hp at the turn of the 19th-20th century, was principally exploited in the Carpathians. As a consequence of the population growth, the grain boom and technological progress, the number of watermills increased rapidly (their number was over 17 thousand in the 1870s). Watermills included both mills for grinding cereals and mills used for industrial activities harnessing the energy of water.

Hydropower in the Carpathian Basin was first utilised by peasant craftsmen, later by workshops and manufactories, as well as factories proper. Hydroelectric plants exploited the power of water from 1878.

The spread of steam and electricity powered machinery in the late 19th and early 20th century led to the decline of water powered installations. The utilisation of hydropower in Hungary followed universal patterns, and reflected creativity in regional modes of exploitation.

Keywords: hydropower potential, hydropower exploitation, watermills for grinding and other (industrial) purpose, local alteration of the environment

Bevezetés

Az ipari forradalmat megelőző időkben Európa más tájaihoz hasonlóan a Kárpát-medencében is a víz, a fa és a faszén voltak a legfontosabb energiaforrások. A Kárpát-medence folyói – a Poprád, a Dunajec és a Karszt-hegységben eredő néhány kisebb vízfolyás kivételével – a Duna vízgyűjtőterületéhez tartoznak. A medencerendszer centripetális jellegű vízrajzi hálózata jelentősen befolyásolta az ember megtelepedését, a kultúrtáj terjedését és a gazdaság térszerveződését. A vízérőkészlet a kárpáti hegységkeret és a medenceválasztó hegységek területén koncentrálódik. A vízérőhasználat a magas- és középhegységeken kívül kialakult a folyók dombsági és alföldi szakaszain is. A folyók és patakok vízérő-potenciálját kezdetben a gabonaőrölő vízimalmok, majd a 13–14. századtól más ipari célokat szolgáló vízikerek-(erőátviteli) szerkezetek is hasznosították. A természeti erőforrások, így a vízenergia használata is összekapcsolódik a helyi környezetátalakító munkákkal, például a mesterséges vízgyűjtőmedencék és erővízcsatornák létesítésével, a folyó- és patakmedrek szabályozásával stb.

A vízimalmok típusai és építésük ideje

A Kárpát-medence vízenergiáját – jelenlegi ismereteink szerint – először az államalapítás korában, Veszprém és Zala megyében kezdték hasznosítani (WÖLLER I. 2001). A 11. század vége felé a tihanyi apátságna több helyen, például Balatonfüreden, Berénden,

Kapocson és Vászolyon voltak vízimalmai. A 12–13. századi adománylevelek és határleírások a vízimalmok elterjedését bizonyítják. A *patakmalomok* mellett a 13. században – pl. a Dunán Budavár alatt, majd a későbbi korokban a folyó más szakaszain és mellékfolyóin – megjelentek a *hajómalomok* is. A középkori vízimalmok gabonaőrlés céljából létesültek és számuk gyorsabb ütemben növekedett, mint az állati erővel működő *szárazmalomoké*. A 12–13. században a német telepesek honosították meg a *kállózást*, később pedig – nyugati mintára – hazánkban is létesültek egyéb ipari vízennergetikai szerkezetek, pl. *huták, hámorok, ércetörő stömpölyök, fűrészmalomok* stb. hajtására (1–4. kép). A 15. század végén a Kárpát-medencében működő őrő- és egyéb vízimalmok száma kb. 1500-ra tehető. A 16–17. században a vízenergia használata a török által megszállt területeken a gazdasági élet hanyatlásával és az elnéptelenedéssel összefüggésben jelentősen csökkent vagy megszűnt. A Magyar Királyság területén 1720-ra a patak- és hajómalomok száma 3300-ra növekedett (in: Magyarország malomipara 1894-ben). A vízimalmok egy vagy több vízikerékkel működtek, de voltak 6–8 vízikerekes gabonaőrő és más műveletekre használt malomok is (pl. Eger, Esztergom, Kőszeg, Pápa, Tata, Veszprém stb.; VAJKAI Zs. 1981).

A török hódoltság után a gazdasági élet újrászervezése és fejlesztése a természeti erőforrások – köztük a vízenergia – nagyobb mérvű felhasználása a népesség dinamikus növekedésével kapcsolódik össze. 1720-tól 1787-ig Magyarország és a határőrvidékek lélekszáma 4,2–4,5 millióról több mint 9,7 millió főre emelkedett. A mezőgazdasági termelés és a malomipar fejlődése lépést tartott a demográfiai változásokkal; a 18. században több mint 2200 patak- és hajómalom épült.

A 18. században a Kárpát-medencében továbbra is a fa és a víz volt a legfőbb energiaforrás. A különböző ipari telephelyek, manufaktúrák és officinák energiaszükségletét az erdők irtása révén fával és faszénnel, valamint a nagy esésű hegyi patakokra épült vízikerék-szerkezetekkel igyekeztek biztosítani. A növekvő fűtő- és hajtóenergia-igény válságot idézett elő. Az energiaválságot, ellentétben a nyugati országokkal, nem fosszilis



1. kép Patakmalom alulcsapó vízikerékkel, Csallóköz (fotó: FRISNYÁK S.)
Photo 1 Mill on a stream with undershot wheel



2. kép Felülcsapó – kalapácsot működtető – vízimalom, Szilvásvárad, Erdei Múzeum (fotó: FRISNYÁK S.)
Photo 2 Overshot water wheel operating a hammer in the Forest Museum of Szilvásvárad



3. kép Kanalas vízimalom modellje, Vaskapu Múzeum (fotó: FRISNYÁK S.)
Photo 3 Model of a watermill with spoon-shaped blades, Iron Gate Museum



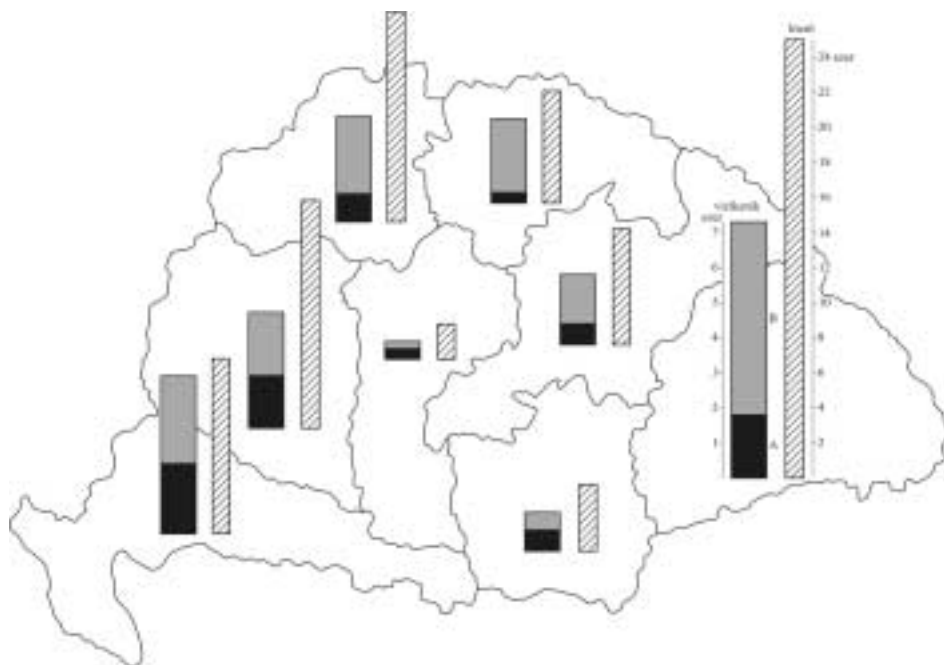
4. kép Mecenzéfi vashámor, ma ipartörténeti múzeum (fotó: FRISNYÁK S.)
Photo 4 The Mecenzéfi iron mill, now museum of industrial history

energia (kőszén) felhasználásával, hanem az erdőségek mértéktelen pusztításával próbálták levezetni. Az energiaváltás és az ipari forradalom elmaradása miatt 1750-től 1850-ig a Kárpát-medence hegy- és dombsági tájain mintegy 4,4 millió kat. hold (kb. 25 300 km²) erdő irtásával elégtették ki az ipar és a lakosság energiaszükségleteit. A 18. században és a később feltárt hazai széntelepeket a szállítási infrastruktúra hiánya miatt először csak az 1850-es évektől, majd nagyobb mértékben a kiegyezéstől az 1914-ig terjedő évtizedek alatt kezdték felhasználni. A másfél évszázadnál hosszabb ideig tartó energiaválság összesen több mint 39 000 km²-nyi erdő pusztulását idézte elő.

A 19. században a gabonakonjunktúra következményeként 7631 vízimalom létesült, miközben gyors ütemben szaporodtak a nagy teljesítményű gőzmalmok és a tradicionális száraz- és szélmalomok is. A vízimalmok száma 1863-tól 1873-ig 13 474-ről 17 249-re növekedett, s ezzel a hagyományos vízere-hasznosítás elérte történelmi tetőpontját. Később – a korszerű gőzmalmok térhódítása miatt – a vízimalmok egy része versenyképtelenné vált, megszűnt, vagy funkcióváltásra kényszerült. 1894-ben 15 191-re, 1906-ban 13 425-re csökkent a vízenergiával működő malmok száma (1. ábra).

Az 1870-es évek végétől a vízenergia-potenciál felhasználásának új korszaka kezdődött a hidroeletromos (áramfejlesztő) telepek építésével. Az első ilyen – völgyzárógátas – vízerőmű a Cserna völgyében, Csernahévíz határában épült 1878-ban (HAJDÚ Z. 1999a). A 19–20. század fordulóján egymás után létesültek vízerőcentrálék a Felvidék, Ruténföld és Erdély jelentősebb városai (áramfelhasználó helyei) közelségében. Az áramfejlesztő telepek jelentős előmozdítói voltak a hegyvidéki területek iparfejlesztésének, a havasi gazdálkodás fellendítésének, valamint a település- és infrastruktúra-hálózat korszerűsítésének.

A vízikerekes malom volt az első olyan gép, amely nem emberi vagy állati erővel működött. A vízikerek, mint energiafelvevő és -átalakító szerkezet kezdetben a terményt (főleg gabonát) őrlő malmok meghajtójaként terjedt el, és nagymértékben növelte a termelő



1. ábra A vízkerekek és a felhasznált lóerő megoszlása statisztikai régiók szerint 1906-ban.

Jelmagyarázat: A – alulcsapó vízkerek, B – felülcsapó vízkerek.

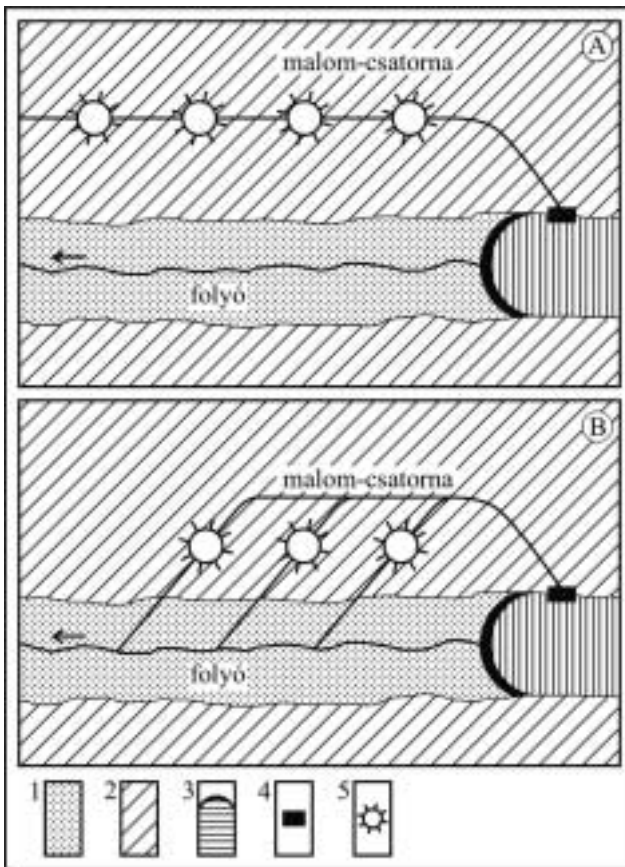
Figure 1 Water wheels by horse power output by statistical regions, 1906.

Legend: A – undershot wheel; B – overshot wheel

munka hatékonyságát. Például a kora középkorban egy 0,5–1 lóerő kapacitású átlagos vízimalom óránként kb. 150 kg lisztet állított elő, ugyanakkor a két ember munkájával működő kézimalom óránkénti teljesítménye csak 5–7 kg körül lehetett (ROSTA I. 1995). A több évszázados innovációs folyamatok eredményeként a vízenergia-felhasználás tökéletesedett és kiterjedt más gazdasági (pl. paraszt- és kézműipari, majd manufakturális) ágazatokra is, és ezzel hozzájárult az emberi tevékenységi formák további differenciálódásához.

A vízerő-hasznosítás a vízszintes tengelyű alul- és felülcsapós vízkerekkel és a függőleges tengelyű turbinával történt. A felülcsapó vízkerek – amelyet a patakok felső szakaszán alkalmaztak – működéséhez legalább 300–400 liter/s vízmennyiségre volt szükség, míg az alulcsapó vízkerekhez ennél több, 600 liter/s víz kellett, így ez a malomtípus többnyire a patakok bővebb vízhozamú alsó szakaszán terjedt el (DÓKA K. 1987). Arra is van példa, hogy egy malomhelyen – pl. a tornai Szádelői-völgyben – a vízimalom lisztőrölő és fűrészbereendezéseit külön alul- és felülcsapó vízkerekek forgatták. Az 1906-ban összeírt több mint 24 000 vízkerek 66,3%-a felülcsapó és 33,7%-a a kisebb hatékonyságú alulcsapó volt. A malomszerkezetek telepítését és a vízkerek típusának megválasztását a domborzati és a hidrogeográfiai adottságok befolyásolták. Az alulcsapós vízkerekkel működő parasztmalomok közvetlenül a folyó vagy patak vizére épültek. Ahol a vízhozam-ingadozás jelentős volt, az üzemidő meghosszabbítása érdekében víztárolókat, zsilipeket és erővízcsatornákat létesítettek. A térképzési források szerint a 18–19. században a hegy- és dombvidéki malomok többsége mederből vagy a víztárolóból kivezető malomcsatornán települt. A Kárpát-medence nagyobb vízimalmi – a vízellátottságtól függően – évi átlagban 120–180 napig működtek.

A völgyzáró gát (erdélyiesen dugás) mögött felgyülemlt vizet a völgyoldalon, magasabb térszínen kiépített malomcsatornába (erővízcsatornába) terelték, ahol soros elrendezésben több vízkereket hajtott. Az erővízcsatornákra alul- és felülcsapós vízkereket egyaránt telepítettek. A vízkerekekről elfolyó erővíz visszaáramlott a patakmederbe (2a. ábra). Az Erdélyi-érchegységben, a nemesfémbányászatról híres Ompoly-völgyben (és máshol is) a malomcsatornából a hajtóvizet több egymással párhuzamos árokban a lejtő oldalára épített ércető vagy egyéb malmok felülcsapó vízkerekeire vezették (2b. ábra). A vízszintes tengelyű vízkerekek működtették a nagyobb vízfolyásokra telepített hajó- és cölöpházás malmokat is. A vízerő-hasznosítás fellendülését a függőleges tengelyű turbina 18. századi felfedezésétől számítjuk; a turbina prototípusát SEGNER JÁNOS pozsonyi tanár által 1750 körül szerkesztett „Segner-kerék” képezi (KERTAI E. 1970) A 18–19. században a turbinás vagy a hasonló kanalas malmok elsősorban a Krassó–Szörényi-érchegység patak völgyeiben váltak általánossá. Az ilyen típusú parasztmalmok turbináit a patakból kiágazó, néhány dm széles, fából készült csatorna látja el erővízzel. A ferdén lefutó (surránó) csatornából leömlő víz a turbina fa- vagy fémlapátjait, a függőleges tengely pedig a malomkövet forgatja. A forgási sebesség alacsony, ennek megfelelően az őrlés lassú. A vízturbina továbbfejlesztett, nagy teljesítményű változatai jelentek meg a Kárpát-medencének a 19–20. század fordulóján épült hidroelektromos erőműveiben.



2. ábra A malomcsatornára (erővízcsatornára) telepített vízimalmok modellje. Jelmagyarázat: 1 – völgytalp, 2 – hegyoldal (völgyoldal), 3 – víztározó, 4 – zsilip, 5 – vízimalom.
 Figure 2 Model of watermills on mill canal. Legend: 1 – valley floor; 2 – valley slope; 3 – reservoir; 4 – sluice; 5 – watermill

Az 1894-es statisztikai felvétel a *vízimalmok keletkezési idejére* is kiterjedt. A regisztrált patak- és hajóimalmok 14,7%-a a 18. században, 50,2%-a a 19. században, 31,6%-a pedig ismeretlen időben épült. A 18. század előtt is létező vízimalmok kora – az alapítással kapcsolatos okiratok hiánya miatt – meglehetősen bizonytalan. Az ide sorolt 532 vízimalom az 1894-es vízimalom-állomány 3,5%-a volt (*1. táblázat*). A vízimalmok az ökológiai és ökonomiai feltételeknek megfelelő helyen települtek és a gazdasági táj stabil (hosszú időn át fennmaradó-működő) építményei voltak. Ha a malom elpusztult, az újat a régi malomhelyen építették fel. A vízszervezetek működtetése a víztározók, erővízcsatornák, zsilipek, túlfolyók stb. folyamatos karbantartását tették szükségessé. A vízimalmok környezete magán viselte az antropogén tájalakítás, a kultúrtáj-formálódás jeleit.

1. táblázat – Table 1

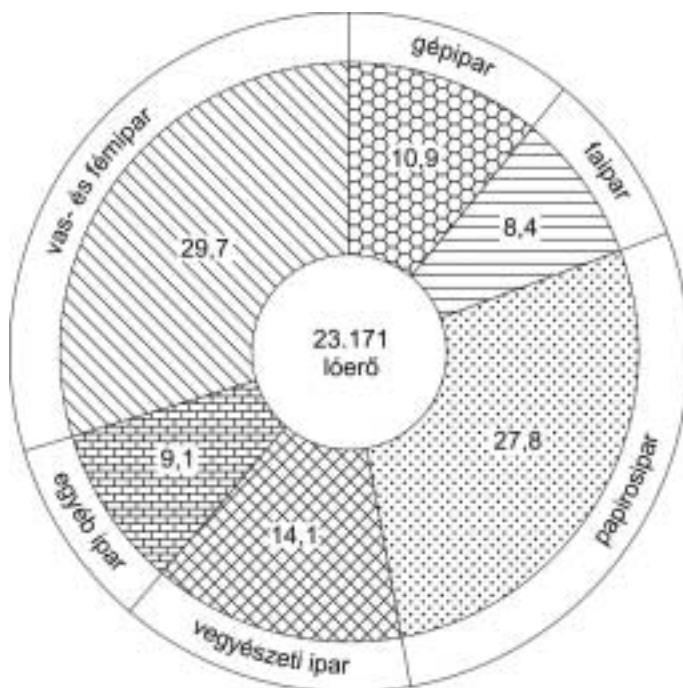
A kis vízimalmok száma, keletkezési ideje és teljesítménye Magyarországon (Horvát–Szlavonország nélkül) az 1894. évi felmérés alapján, statisztikai régiók szerint (szerk. FRISNYÁK S.)

Number of, date of construction and output for small watermills in Hungary (without Croatia-Slavonia) based on the 1894 survey, by statistical regions (by S. FRISNYÁK)

Statisztikai régió	Keletkezési idő						Ismeretlen		Össze- sen (db)	Összjel- jesítmény (lóerő)
	18. század előtt (db) (%)		18. század (db) (%)		19. század (db) (%)		(db)	(%)		
Duna bal partja	163	6,1	605	22,6	953	35,6	955	35,7	2676	12 717
Duna jobb partja	117	4,1	652	22,9	1 314	46,1	767	26,9	2850	13 985
Duna–Tisza köze	9	1,4	34	5,4	430	68,3	157	24,9	630	3 027
Tisza jobb partja	50	4,3	192	16,6	456	39,3	461	39,8	1 159	6 553
Tisza bal partja	15	1,0	148	10,0	840	56,6	481	32,4	1 484	5 504
Tisza–Maros köze	5	0,4	133	9,8	938	68,9	285	20,9	1 361	4 768
Erdély	173	3,4	465	9,3	2 700	53,7	1 693	33,6	5 031	17 698
Magyarország	532	3,5	2 229	14,7	7 631	50,2	4 799	31,6	15 191	64 253

A vízenergiával működő malmok földrajzi elhelyezkedését megyei bontásban és statisztikai régiók (országrészek) szerint publikálták. A 19. század végén – a vízenergia-készlet geográfiai elhelyezkedésének megfelelően – a vízimalmok közel harmada, 5031 malom (33,1%) Erdélyben koncentráldott, míg a legkevesebb, 630 (4,2%) a Duna–Tisza közén volt. A vízimalom elnevezés ekkor tájt *gyűjtőfogalom* volt, a lisztőrő malmokon kívül magába foglalta mindazon ipari létesítményeket, amelyek vízenergiára épültek (Gööz L. 2007). Az 1898-as adatfelvételezés már részletezi a gyáripari jellegű üzemek együttesen 23 171 lóerős vízenergia-felhasználását iparági megoszlásban (*3. ábra*). A legnagyobb felhasználó a vas-, fém- és gépipar volt, összesen 40,6%-kal, a második helyet a papírgyárak foglalták el 27,8%-kal (in: A Magyar Korona országainak gyáripara az 1898. évben).

A 20. században tovább folytatódott a vízimalmok leépülése és teljes megsemmisülése. A napjainkig megmaradt vízimalmok túlnyomórészt már csak ipari műemlékek és egyben idegenforgalmi látványosságok. Ilyen pl. a tapolcai és a túristvándi vízimalom, vagy a történelmi Krassó–Szörény vármegyében Ógerlistye több mint húsz – részben ma is funkcionáló – turbinás vízimalma. A kis vízimalmok a Néra folyóba ömlő Gerlistye-patak mély, felsőszakasz jellegű völgyében épültek. A megmaradásuk talán annak is köszönhető, hogy a meredek oldalú erdős völgyszakasz másféle gazdasági hasznosításra nem alkalmas.



3. ábra A magyar gyáripár vízenergia-felhasználása iparágak szerint 1898-ban (%)
 Figure 3 The hydropower utilization of Hungarian factories by industrial branches, 1898 (%)

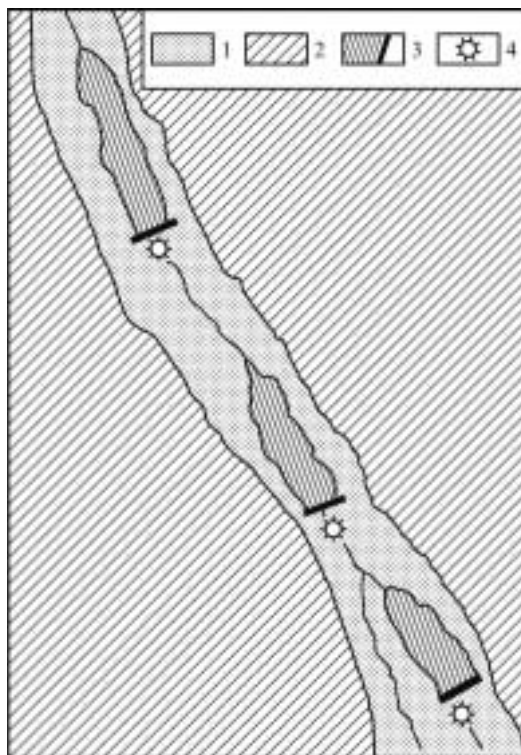
A vízenergia-potenciál felmérése

A hazai vízenergia-potenciál felmérése 1897-ben a Vág vízrendszerében kezdődött és a kárpáti hegységkeret területén 1903-ig folytatódott. A felmérés az ország 2/3 részére terjedt ki; a folyók alföldi szakaszainak vízenenergetikai potenciálját nem vizsgálták. A természetes vízenergia-potenciál értékét a szabad hajózás felső határa és a kihasználhatatlanság alsó határa között elhelyezkedő hegy- és dombsági régió területén 2,7 millió elméleti lóerőben határozták meg, amiből tárolás nélkül közvetlenül felhasználható 1,7 millió lóerő (VICZIÁN E. 1913). A Kárpátokban és a medencéket elválasztó hegységekben a következő négy olyan körzetet határolták körül, ahol nagy vízenergia-készletek koncentrálnak: 1. a Felső-Vág, a Poprád és Dunajec vízvidéke, 2. a Sztrigy és az Alduna közötti vidék, 3. a Felső-Tisza-vidék és 4. a Sebes-Körös völgyének felső szakasza (FODOR F. 1924). A 20. század elején a vízenergia-potenciál 9/10 része kihasználatlan volt, mert az őszi alacsony vízállás idején mért 1,7 millió lóerőnyi természetes energiából a vízikerekek és turbinák csak 140 000 lóerőt foglaltak le. Az 1914-ig megépült 72 áramfejlesztő vízerőműtelep évente 27 800 lóerőt hasznosított (HAJDÚ Z. 1999b). A kor vízügyi mérnökei hangsúlyozták, hogy a víztározók építésével és a hajózható folyók vízerőivel összesen 2,8 millió lóerőt lehetne kihasználni. A korabeli vízerő-gazdálkodási tervek szerint a Kárpátokban völgyzárógáták építésével kb. 2,3 milliárd m³ víz tárolására van lehetőség, pl. a Vág völgyében 1 milliárd, a Felső-Tisza vízvidékén 600–700 millió, a Szamos és a Körösök völgyeiben 300–400 millió m³ vizet lehetne tárolni (BULLA B. – MENDÖL T.

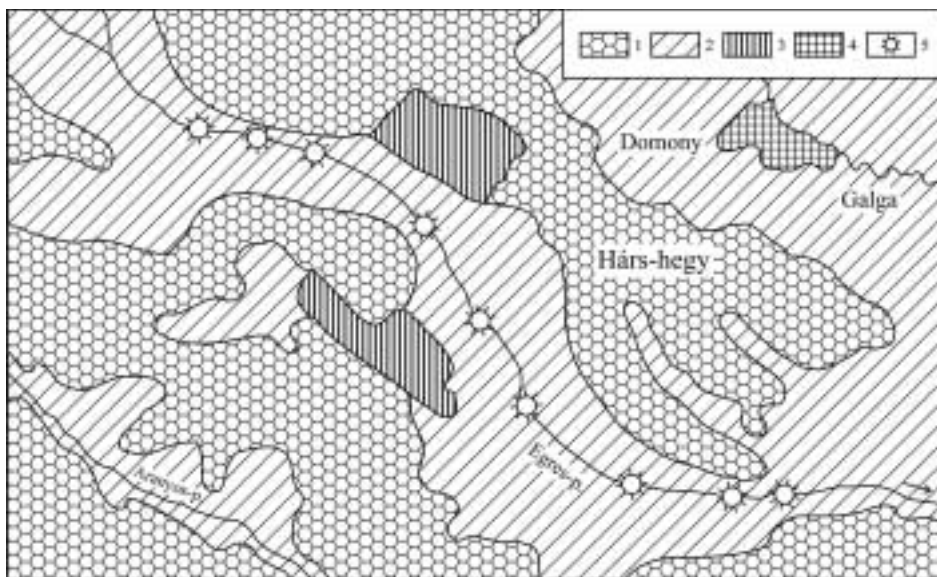
1947). A tározómedencék a komplex vízgazdálkodásban az energia hasznosításán felül mintegy 2000–3000 km²-nyi alföldi terület öntözését és 2000 km folyószakasz hajózhatóvá tételét is biztosították volna.

A vízenergia ipari felhasználása

A vízenergia hasznosítása a földműves kultúra területein, a *gabonaőrő* malmokkal kezdődött. A Kárpát-medence területének 75%-a alkalmas gabonafélék termelésére. A gabonaföldek orografikus határa – a földrajzi szélességnek megfelelően – 600–900 m között váltakozik. Az Árpád-kor végére a nagyrégió humanizációja és gazdasági birtokbavétele befejeződött. A szántógazdálkodás és ezzel összefüggésben a malomipar a medenceközpontból terjedt a kárpáti hegységkeret teraszos folyóvölgyeibe és intramontán kismedencéibe. A legjelentősebb gabonatermelő tájaink, az árvízmentes *alföldi életkamrák* (a löszös felszínek és a futóhomokos hordalékkúp-síkságok) *vízhiányos területek*, így a gabonaőrleést nagyrészt a szárazmalmokban, majd a 19. században a gőz- és szélmalomokban végezték (BALÁZS GY. 1998). Az árvízmentes életkamrák kisebb vízfolyásai, amelyek a folyóvízi ártéri síkságok felé haladnak, megfelelők voltak parasztmalmok létesítésére. A nyírségi homokvidék „ősi folyóvölgyeiben” a 18–19. században több mint 30 patakmalom működött (a legrégebbi adat az 1600-as évekből való, KISS L. 1939). A Gödöllői-dombvidéken a Rákos- és az Egres-patak völgyében malomtavak kialakításával tették lehetővé a vízenergia felhasználását (4–5. ábra). Az alföldi és dombvidéki tájakon egy-egy *vízimalom vonzás-*



4. ábra A Rákos-patak malom- és halastavai Gödöllő és Isaszeg között (18. század).
Jelmagyarázat: 1 – A Rákos-patak alluviális völgy-síkja, 2 – magasabb, mezőgazdaságilag hasznosított térszín, 3 – mederzáró gát és tó, 4 – vízimalom.
Figure 4 Mill and fish-ponds of the Rákos Stream between Gödöllő and Isaszeg in the 18th century. Legend: 1 – alluvial valley floor of the Rákos Stream; 2 – higher-lying, agricultural terrain; 3 – dam and pond; 4 – watermill



5. ábra Az Egres-patak lisztőrő malmjai a 18. században.

Jelmagyarázat: 1 – erdő, 2 – szántó, rét és legelő, 3 – szőlő, 4 – belterület, 5 – vízimalom.

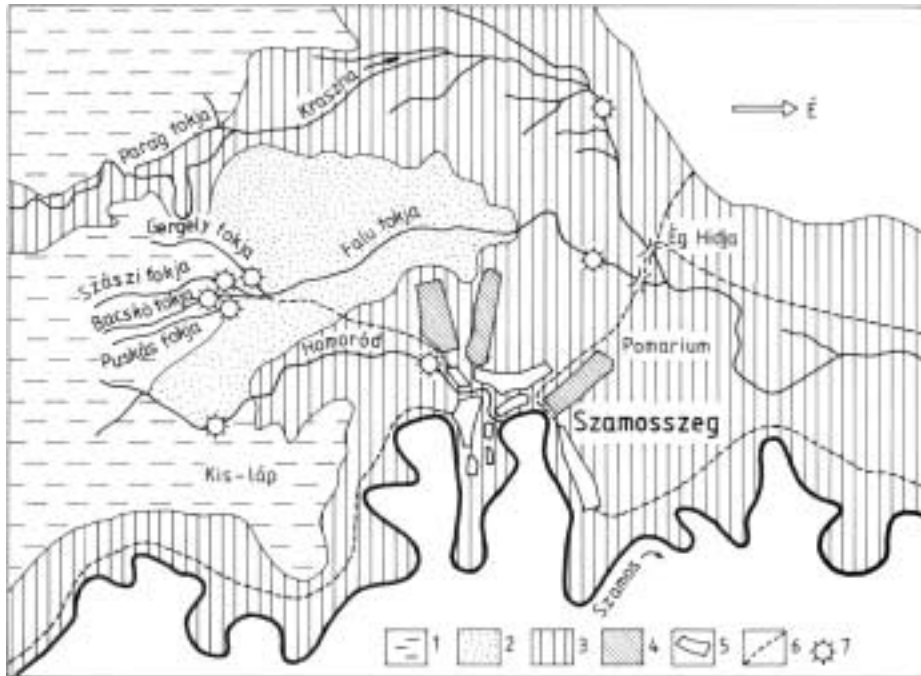
Figure 5 Flour mills on the Egre Stream in the 18th century.

Legend: 1 – forest; 2 – arable land, pastures and meadows; 3 – vineyards; 4 – built-up area; 5 – watermill

körzete 20–30 km sugarú (egynapi járóföldnek megfelelő) területre terjedt. A Cserhát falvainak gabonaőrő központjai a kistrégió peremén fekvő Bódva- és az Alsó-Hernád-völgy vízimalmai voltak. A Duna, Tisza és a nagyobb mellékfolyók hajó- és cölöpmalmi elsősorban gabonaőrőssel foglalkoztak, de a telephely kijelölésében nem a termelőkörzet, hanem a fogyasztóközpont (Pozsony, Győr, Komárom, Vác, Pest-Buda stb.) volt meghatározó. Kivételt képez Szeged, ahol 1874-ben 72, később egyre kevesebb hajómalomban őrlték a környéken termelt fűszerpaprikát. Az 1860-as években a vízenergiával működő őrlőszervezetek majdnem 1/3-a hajómalom volt.

A helytörténeti és kartográfiai források szerint a 18–19. században az *árterek* vízfolyásain, pl. a Krasznán, a Túron, a Batár-vízen, valamint a folyómederből kiágazó fokokra építve számos cölöpházás malom működött. Az Alföld más folyó menti tájaira is jellemző *fokrendszerre épülő vízhasználat* szép példája az Ecsedi-lápvidéken a 18–19. században (is) működő *szamosszegi malomcsoport* (6. ábra). A lisztelő malmok jelentős része egyéb műveletekre (pl. terménydarálásra, só- és paprikaőrésre, olajütésre, kallózásra) is alkalmas volt.

A paraszti ipar (pl. a gyapjú- és vászonkészítés) már a kezdetek idején is felhasználta a vízenergiát. Az Árpád-kor végén megjelenő városi kézműipar, majd a 17–18. század fordulójától kezdve meghatározó manufaktúraipar egyes munkafázisaiban intenzíven használta a patakok és folyók kinetikai energiáját. A Szepesség híres len- és gyapjufeldolgozó ipara a Felső-Hernád és a Poprád vízenergiájához kapcsolódott. Sok posztókalló épült Kassa környékén a Kojsoi-havasok nagyvesésű vízfolyásaira is. A kalló- vagy ványolómalmok a Kárpátokban, a belső medenceválasztó hegyvidékeken és az Erdélyi-medencében is jellegzetes vízenergia-hasznosító szerkezetek voltak. A 18. században Gyöngyösön 20, Egerben 16, 1839-ben Erdélyben pedig több mint 400 kallómalom működött. A kallómalmok a vízfolyások településen kívüli szakaszain épültek. A 18. század elején Munkácson, 1725-ben Temesváron vízerőműre alapozott posztómanufaktúra létesült.



6. ábra Az Ecsedi-láp fokokra épült vízimalmai a 18. században.

Jelmagyarázat: 1 – láp és mocsár, 2 – gyep, 3 – ártéri erdő, 4 – szántóföld, 5 – belterület, 6 – fontosabb út, 7 – vízimalom.

Figure 6 Watermills in the Ecsed Marsh in the 18th century.

Legend: 1 – bog, swamp; 2 – grassland; 3 – floodplain forest; 4 – arable land; 5 – built-up area; 6 – major road; 7 – watermill

A felsorolt néhány élelmiszer- és könnyűipari ágazat mellett az ún. *montánipar* (a bányászat, a kohó- és fémipar, az üveg-, papír-, fa- és fűrészipar) is alapvető *hajtóenergia-ként* hasznosította a vízenergiát.

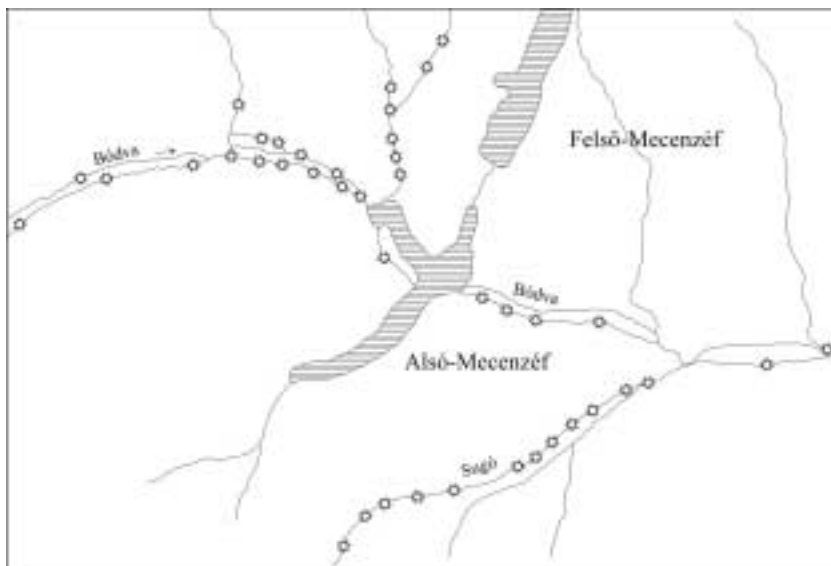
A *vízenergia bányászati felhasználása* Körmöcbányán kezdődött a 15. század közepén. A Selmeci-hegység arany- és ezüsbányáiban a felgyülemmlő víz akadályozta a folyamatos termelést. A bányavíz kivezetésére altárókat létesítettek és emberi, ill. állati erővel működtetett vízemelő szerkezetet alkalmaztak (PODA, N. 1771). A vízkiemelésre először THURZÓ JÁNOS alkotott olyan vízemelő gépet, amely vízenergiával működött. A vízikeres vízemelő berendezéshez szükséges erővizet a távolabbi hegyekből, a havasokból vezették a bányavárosokba. A lejtőn lefolyó csapadékvizet és az olvadó hólevet vízgyűjtő árkok segítségével víztározókban fogták fel, ahonnan gravitációs erővízcsatornán áramlott a víz a felhasználási helyekre. Pl. az úrvölgyi ezüst- és rézbányákat ellátó vízvezető árokrendszer átlagosan 1000 m magasságban épült. A 61 km hosszú árokrendszer 53 km-nyi részén fából készült csatornában áramlott a víz. Az úrvölgyi akna vízkiemelő szerkezetét egy 5,5 m sugarú vízikerék hajtotta (KOVÁCS F. L. 1987).

A 15–16. századi bányavíz-gazdálkodás az újítások révén tovább tökéletesedett és a 18. században MIKOVINY SAMUEL munkássága révén hatalmas, a selmeci bányavidék jelentős részére kiterjedő árok- és tórendszerre fejlődött. A bányavízrendszer 72 km-es gyűjtőcsatorna- és 56 km-es erővízcsatorna-hálózatból, valamint 16 tárolómedencéből állt (pl. a Bacsófalusi-, Richnyavai-, Szelaknai-tó). A Selmecbánya környéki tórendszer kb. 7 millió m³ vizet tárolt. Az erővízrendszer kiépítése előtt a vízemeléshez sokszor 4000

ember és 8000 ló munkaerejére volt szükség, ami rendkívül megnövelte a termelési költséget (ZSÁMBOKI L. 2002). A vízemelő gépekkel a 18. században újra felvirágoztatták a selmeci arany- és ezüstbányászatot.

A kohó- és hámoripar is szorosan kapcsolódott a vízenergiához. A vasérclelőhelyek mellett a fűtőenergiát szolgáltató erdőségek és a kohók fujtatóit, a hámorok vasverő kalapácsait működtető vízfolyások voltak az alapvető ipartelepítő faktorok. A munkaerőt a helyi munkaerőforrásokból vagy telepítésekkel, ipari kolóniák létesítésével biztosították. A vaskohászat, öntő- és kovácsolóipar telephelyei olyan komplexumot alkottak, amely magába foglalta a vasércbányászatot, a fakitermelést és szénégetést, a fuvarozást, a vasolvasztást és a vassfeldolgozást (HECKENAST G. 1991, 1992). A középkorban kialakult és a 18. századtól látványosan fejlődő kohászat és hámoripar jelentős mértékben átalakította a telephelyek természeti környezetét. A vaskohászat és vassfeldolgozás elhelyezkedését az említett három telepítő tényező közül *elsősorban a vízenergia-vételezési lehetőség határozta meg.*

Az Árpád-korban két vasipari körzet alakult ki: az egyik Észak-Borsodban, a másik Nyugat-Dunántúlon, Vas és Sopron megye nyugati felében. A 12. századtól a vasolvasztás és vassfeldolgozás vízenergia felhasználásával történt. A kisméretű redukciós kemencék fujtatóit és a hámorok kalapácsait, a pörölyöket vízikerekkel működtették (KISZELY GY. 1997, KÓKAI S. 2010). A 13–14. században – mivel a vasipar két öskörzetében elfogyott a vasérc – a termelés súlypontja áthelyeződött a Gömör–Szepesi-érchegység területére. A Gömör megyei Vas-hegy környékén, a Turóc-patak völgyében Szirk és Rákos között kezdődött, majd a Sajó-, Csetnek- és Murány-völgyben is kiépült a vaskohászat és a hámoripar. Mecenzéfen, a Bódva-völgy felső (Abaúj megyéhez tartozó) szakaszán a 13. századi alapítástól számított fejlődési folyamat a 18. század végére egy *hámoripari agglomerációt* hozott létre (7. ábra). A Gömör–Szepesi-érchegység az arany-, ezüst- és rézbányászatnak is egyik központja volt, ahol nemes- és színesfém-olvasztással is foglalkoztak, csakúgy, mint a többi bányai körzetben (Selmeci-hegység és környéke, Gutin-hegység, Erdélyi-érchegység).



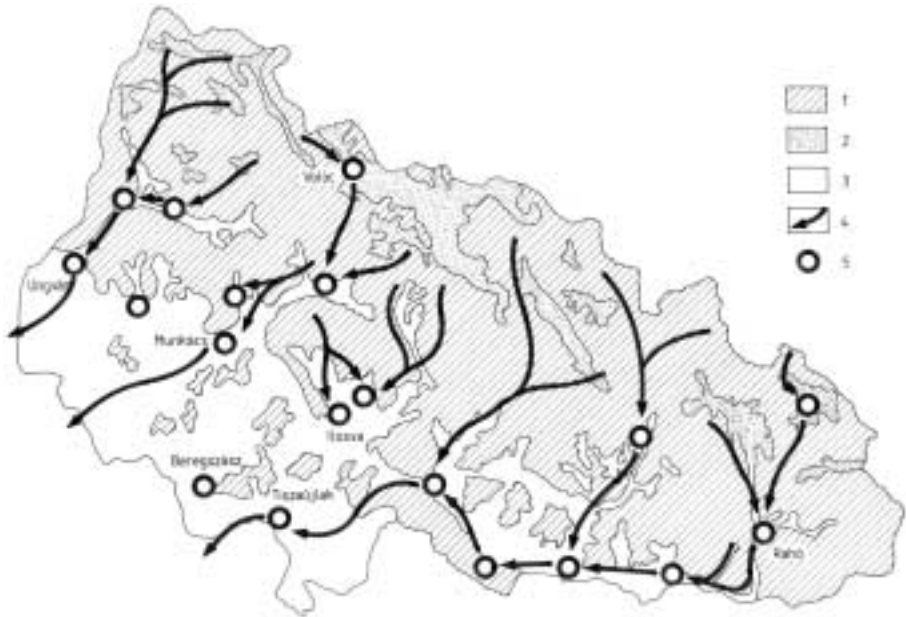
7. ábra Vízenergiával működő vashámorok Mecenzéfen az 1780-as években
Figure 7 Hydropower iron mills in Mecenzéf in the 1780s

Az 1780-as évek közepén a Kárpát-medencében megközelítően 150 nagykohó (massa) és hámor működött. A 18. század végén és a 19. század első felében a termelés kb. 50%-át a Gömör–Szepesi-érchegység telephelyei adták. A második helyen a Garam-vidék állott, a kisebb körzetek (vagy városi telephelyek) közül a Bükk, a Csíki-medence, Torockó, Vajdahunyad, a Bánság régióban Boksán, Dognácska és Resica volt jelentős. Torockón a 18. század vége felé – a megindult hanyatlás ellenére – még 16 vasolvasztó és 23 *vízikalapács* (hámor) termelte a mezőgazdaság és a kézműves ipar számára szükséges szerszámokat. A szeg-, kapa- és egyéb hámortípusok mellett a hengerművek is vízenergiával működtek (pl. Nándorhegy, Ruszabánya). Ezt követően azonban a 19. században a vízenergiára alapozott vasipari termelés a Gömör–Szepesi-érchegység körzetéből a *szénmedencékbe* tevődött át.

A *fűrészmalomok* az erdős hegyvidéki tájakon, a fakitermelési körzetekben létesültek. A Felvidéken a 15. század végén, Erdélyben a 16. században jelentek meg az első víz hajtotta fűrésztelepek. A telephelyek kiválasztásában három alaptényező: a nyersanyag (fa), a hegyi patakok vízenergiája és a fűrészipari termékek (deszka, gerenda, lécs stb.) szállítási lehetősége volt meghatározó. A fűrészek működéséhez a víz legalább két m-es esésére volt szükség, s ezt víz duzzasztásával érték el. A duzzasztók méretét egyrészt a domborzat, másrészt a patak vízhozama szabta meg. A fűrészmalomok a helyi szükségletek kielégítése mellett *más régiók ellátását szolgálták*. A kisebb vízfűrésztelepek naponta 2–3, a nagyobbak 4–5 m³ fát dolgoztak fel, évi termelésük 350–400 és 900 m³ között változott. A fa és a faipari termékek legnagyobb felvevőpiaca az Alföld peremén húzódó vásárövezet és a belső-alföldi tájak települései voltak. A fűrészmalomok a nagyobb, tutajozásra alkalmas folyók mellékpatakjaira épültek, pl. a Felvidéken a Vág, Garam, Hernád és a Gölnic vízvidékén, Erdélyben – ahol a 18–19. században a legjelentősebb volt a vízenergiával működő fafeldolgozó ipar – a Nagy-Szamos és a Beszterce völgyében, a Sebes-Körös vízgyűjtő területén, a Maros felső szakaszán a Gyergyói-medencében és folytatólag a Kelemen- és a Görgényi-havasok közén volt a legtöbb fűrésztelep (BULLA B. – MENDÖL T. 1947). Az erdélyi települések közül a 19. század végén a legtöbb, 21 vízfűrész Gyergyószentmiklós bel- és külterületén működött (TARISZNYÁS M. 1982). Az Északkeleti-Kárpátokban a Felső-Tisza jobb parti mellékfolyói mentén, Bilke, Ilosva, Huszt, Körösmező, Munkács, Perecseny, Rahó, Ravaszmező, Szolyva, Volóc stb. térségében összpontosult az előbbinél kisebb jelentőségű fűrészipar (FRISNYÁK S. 2004). A deszkát és egyéb készítményeket a tutajkikötőbe úsztatócsatornákon vagy szekereken szállították (8. ábra). A kiegyezést követő időkben már gyáripari jellegű (gőzenergiával működő) fűrész- és fafeldolgozó telepek is épültek, többnyire a fafuvarozás útvonalain, a folyók völgykijárataiban és a nagyobb fogyasztási központokban. A század végén már 268 gőzfűrész és 71 nagyobb szabású vízfűrész üzemelt hazánk területén. A hagyományos hegyi fűrészmalomok száma – a csökkenés ellenére is – megközelítette az 1300-at. 1898-ban a gyáripar által felhasznált vízenergiából a fűrészmalomok 8,4%-kal részesedtek.

A *papírmalomok* a kárpáti hegységkeret területén, a papírgyártáshoz szükséges vízmennyiséget és a vízenergiát biztosító patak völgyekben települtek. A Bükk völgyeiben és előterében a 18–19. században – nem egyidejűleg – a papírgyártó kis officinák egész sora (Bélapátfalva, Dédes, Diósgyőr, Hejőcsaba, Mályi, Nagyvisnyó, Sajószentpéter, Szilvásvárad) üzemelt (CSIFFÁRY G. 2002). A Bükk-vidéken, a Zempléni-hegységben stb. az *üveghuták*, a *keménycserep-gyártó manufaktúrák* és *fabrikák* egyéb nyersanyagok – pl. kvarchomok, perlit, agyag, mészpát – őrlésére is felhasználták a vízenergiát (CSIFFÁRY G. 2002, VERES L. 1995). Erdély híres fazekasközpontjában, Korondon a 19. században a harminchat vízimalom többsége *festékörléssel* foglalkozott.

A különböző iparágak vízenergia-felhasználása a gőzgépek elterjedésével, az elektromos erőművek és áramellátó rendszerek kiépülésével a 19–20. század fordulójától gyors



8. ábra A Ruténföld fűrészmalmai és faipari telephelyei a 19. század közepén.
Jelmagyarázat: 1 – erdő, 2 – havasi gyepek, 3 – mezőgazdaságilag művelt terület, 4 – a fa szállításának irányai, 5 – fűrészmalom és egyéb faipari telephely

Figure 8 Sawmills and timber industry plants in Ruthenia in the mid-19th century.

Legend: 1 – forest; 2 – alpine meadow; 3 – agricultural area;

4 – routes of wood transport; 5 – sawmill and other timber industry plant

ütemben csökkent. Ugyanakkor a 19. század vége felé és a 20. század elején épült *hidroelektromos erőművek* (Besztercebánya, Eperjes, Felsődobsza, Garamszentbenedek, Gibárt, Ikervár, Kassa, Resicabánya, Temesvár, Zólyom, Zólyombrézó stb.) jelentősen befolyásolták a gazdasági élet fejlődését és az urbanizálódást. A nagykapacitású hegyi víztározók és a modern vízierőművek *az új magyar alkotóerőt is jelképezték* (HAJDÚ Z. 1999a).

A vízenergia-felhasználás és komplex vízgazdálkodás dinamikus növekedése a trianoni döntések következtében azonban megtört. Ezért hazánkban 1920-tól – a Kárpát-medence vízenergia-potenciáljának már mindössze csak 5%-ára építve – a vízerő-hasznosításnak új stratégiáit és módszereit kellett kimunkálni és megvalósítani.

FRISNYÁK SÁNDOR

NYF Turizmus és Földrajztudományi Intézet, Nyíregyháza
drfrisnyaksandor@gmail.com

IRODALOM

- A Magyar Korona Országainak gyáripara az 1898. évben. 1901. I. füzet: Általános rész; XIV. füzet: Élelmezési és élvezeti cikkek gyártása I. Malomipar. – Kiadta a kereskedelemügyi m. kir. miniszter.
A Magyar Szent Korona Országainak malomipara 1906. évben. 1909. – Magyar Statisztikai Közlemények Új sorozat 26. Országos Magyar Királyi Statisztikai Hivatal, Budapest.
BALÁZS Gy. 1998: Vízimalmok, szárazmalmok, szélimalmok a 18–19. században. – A Magyar Mezőgazdasági Múzeum Közleményei 1995–1997. pp. 83–107.

- BULLA B.–MENDÖL T. 1947: A Kárpát-medence földrajza. – Egyetemi Nyomda, Budapest. 611 p.
- CSIFFÁRY G. 2002: Ipar a Bükk a Bükk-vidéken. – In: BARÁZ Cs. (szerk.): A Bükki Nemzeti Park. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, pp. 531–539.
- DÓKA K. 1987: Vízimunkálatok irányítása és jelentősége az ország gazdasági életében (1772–1918). – Mezőgazdasági Ügyvitelszervezési Iroda, Budapest, 381 p.
- FILEP A. 2009: Víz a „magasban”. Megjegyzések az árvízmentes térszínnek és a domb-, illetve hegyvidékek hagyományos vízgazdálkodásához. – In: ANDRÁSFALVY B.–VARGYAS L. (szerk.): Antropogén ökológiai változások a Kárpát-medencében. Budapest, L'Harmattan. pp. 65–108.
- FODOR F. 1924: Magyarország gazdasági földrajza. – Franklin Társulat, Budapest, 237 p.
- FRISNYÁK S. 1990: Magyarország történeti földrajza. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 212 p.
- FRISNYÁK S. 2004: A kultúrtáj kialakulása a Kárpát-medencében. – Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszék, Nyíregyháza. 259 p.
- GÖDÖZ L. 2007: Energetika jövőjében. Magyarország megújuló energiaforrásai. – Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza. 312 p.
- HAJDÚ Z. 1999a: A vízenergia hasznosításának problematikája Magyarországon 1945-ig. – In: FÜLEKY Gy. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében. Szent István Egyetem, Gödöllő, pp. 143–150.
- HAJDÚ Z. 1999b: A magyarországi vízi energia hasznosításának száz éve. Csernabévíztől a BNV-ig 1878–1977. – Magyar Tudomány 44. 8. pp. 1–17.
- HALKOVICS L. 1997: A magyar malomipari statisztika története, 1850–1950. – Statisztikai Szemle 75. 8–9. pp. 708–721.
- HECKENAST G. 1991: A magyarországi vaskohászat története a feudalizmus korában. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 298 p.
- HECKENAST G. 1992: Vaskohászat és természetátalakítás. – História 14. 7. pp. 12–14.
- ILYÉS Z. 2004: A montániparok és az erdészet vízgazdálkodása a Kárpátokban. – In: FÜLEKY Gy. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében. Víz a tájban. Gödöllő, pp. 42–48.
- KERTAI E. 1970: Vízérőhasznosítás. – In: NAGY L. (szerk.): A vízgazdálkodás fejlődése. Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, Budapest. pp. 271–279.
- KISS L. 1939: Vízimalmok a Nyírségben. – A Néprajzi Múzeum Értesítője 30. Országos Magyar Történeti Múzeum pp. 45–97.
- KISZELY Gy. 1997: A Diósgyőri Magyar Állami Vas- és Acélgár története 1867–1945. – Borsod–Abaúj–Zemplén Megyei Levéltár, Miskolc.
- KOVÁCS F. L. 1987: Bányavízgazdálkodás a Felvidéken. – História 9. 2. pp. 7–8.
- KÓKAI S. 2010: A Bánság történeti földrajza (1718–1918). – Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézet, Nyíregyháza. 421 p.
- Magyarország malomipara 1894-ben. 1896. – Magyar Statisztikai Közlemények Új folyam 13. Országos Magyar Királyi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- PODA, N. 1771: A selmeci bányagépekről. Bergmaschinen von Schemnitz. – Reprint és magyar fordítás. In: ZSÁMBOKI L. (sorozatszerk.): A bányászat, kohászat és földtan klasszikusai 10. Miskolc–Rudabánya 2002. 144 + 86 p.
- ROSTA I. 1995: Fejezetek Magyarország technikatörténetéből (Szent István korától a XX. századig). – Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. 380 p.
- SZULOVSKY J. (szerk.) 2005: A magyar kézművesipar története. – Magyar Kereskedelmi és Iparkamara. Budapest. 480 p.
- TAKÁCS P. 2009: Adalékok a fel- és alsó-földi vízimalmok történetéhez és remélt jövőjükhöz. – In: FRISNYÁK S. – GÁL A. (szerk.): A Kárpát-medence környezetgazdálkodása. Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézete, Nyíregyháza–Szerencs. pp. 493–508.
- TARISZNYÁS M. 1982: Gyergyó történeti néprajza. – Kriterion Könyvkiadó, Bukarest. 284 p.
- VAJKAI Zs. 1981: Malomtípusok és molnár mesterség a XIX. századi Magyarországon I.–II. – A Magyar Mezőgazdasági Múzeum Közleményei 1978–1980. pp. 351–370. és 1981–1983. pp. 349–369.
- VASTAGH G. 2007: Tanulmányok a kohászat magyarországi történetéből. – Érc- és Ásványbányászati Múzeum Alapítvány. Rudabánya. 145 p.
- VERES L. 1975: Miskolci vízimalmok a XIV–XIX. században. – A miskolci Herman Ottó Múzeum Közleményei 14. pp. 14–19.
- VERES L. 1995: A Bükk-hegység üvegútjai. – Officina Musei 2. Miskolc. 105 p.
- VICZIÁN E. 1913: Magyarország vízierői. – A Magyar Királyi Földművelési Miniszter kiadványai 11. Pallas Rt. Nyomdája, Budapest.
- WÖLLER I. 2001: Egykori vízimalmok Veszprém megyében. – Eötvös Károly Megyei Könyvtár, Veszprém.
- ZSÁMBOKI L. 2002: Utószó. – In: ZSÁMBOKI L. (sorozatszerk.): PODA, N. 1771: A selmeci bányagépekről. Bergmaschinen von Schemnitz. A bányászat, kohászat és földtan klasszikusai 10. Miskolc–Rudabánya, 2002. pp. 131–141.