

# Egy házi-készítésű tüzelőanyag-adagolórendszer néhány sajátossága

## Some features of a homemade fuel-dosing system

dr. ILYÉS Szilárd<sup>1</sup>, dr. PÁSZTOR Judit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sapientia EMTE, Sepsiszentgyörgyi Kar / Sapientia University,  
Faculty of Life Sciences and Sports, Sfântu Gheorghe / 520036 – Sf. Gheorghe, str. Ciucului nr. 50,  
Tel.: +40 371 368 451, E-mail: [sepsi@uni.sapientia.ro](mailto:sepsi@uni.sapientia.ro) ,

E-mail: [ilyes.szilard@ms.sapientia.ro](mailto:ilyes.szilard@ms.sapientia.ro)

<sup>2</sup>Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar / Sapientia University, Faculty of Technical and Humanities Science /  
Marosvásárhely / Târgu Mureș, 540485, O.p. 9, C.p. 4, Șoseaua Sighișoarei 1C.,  
Tel.: +40 265 208 170, Fax: +40 265 206 211, E-mail: [pjudit@ms.sapientia.ro](mailto:pjudit@ms.sapientia.ro)

### Abstract

*The planer chips, sawdust and the dust from sanding, used in heating technology as bioenergy fuels, have so specific physical properties, without considering which it would not be possible to transport and dosing them, in order to burn them. In this thesis, we present a few specific technical solutions that help the operation of a home-made, mechanically operated solid-liquid dosing system.*

**Keywords:** planer chips, sawdust, solid-liquid, fuels, dosing.

### Kivonat

*A fűtéstechikában használt gyaluforgács, fűrészkorpa és csiszolási por, mint bioenergia tüzelőanyagok, olyan sajátos fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek figyelembevétele nélkül nem lenne lehetséges azok akadálymentes szállítása és adagolása az elégetésük érdekében. A dolgozatban bemutatjuk egy házi-készítésű, fűtést üzemeltető szilárdfolyadék adagolórendszernek a tapasztalatokra épülő több éves fejlesztését.*

**Kulcsszavak:** gyaluforgács, fűrészkorpa, szilárdfolyadék, tüzelőanyag, adagoló.

## 1. BEVEZETÉS

A faipari hulladékok, akárcsak az erdőkitermelési biohulladékok, hőenergia forrásként való hasznosítása fontos szerepet tölt be a környezetbarát energiagazdálkodásban. A hőforrást ellátó szállító és adagolószervezetek megválasztása, elsősorban az adagolásszükséglet (hőenergia igény), szállítási távolság, illetve a tüzelőanyag (szilárdfolyadék) fizikai tulajdonságaitól függ.

Bár mindegyikük szilárdfolyadéknak tekinthető, a szállítás-adagolás, működtetés szempontjából a következő csökkenő sorrendben jelentenek műszaki kihívást: faapríték, gyaluforgács, fűrészkorpa, illetve a csiszolásból származó fa-por, összehasonlítva a fa-pellet késztermékhez képest.

Egy jól működő adagolórendszer megépítésénél figyelembe kell venni a szilárdfolyadék darabméreteit, a darabok jellemző formájából eredő boltozódás- és tömörödési készséget, a jellemző lejtési és folyási szögeket, fajsúlyt, a pillanatnyi nedvességi állapotot és akár a tárolási hőmérsékletet is.

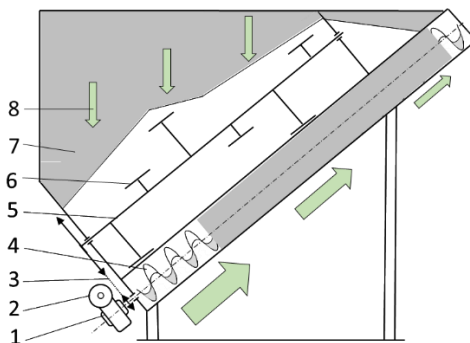
Eltekintve a gyakorlatban ismert különféle égetési módszerektől, technológiáktól és a balesetszerű visszagyúlás feltételeitől, a dolgozatban bemutatjuk egy házi-készítésű szakaszos- és folytonos adagolókból álló rendszer, fejlesztési fázisait és néhány lehetséges technikai ötletet, amelyek a faapríték, gyaluforgács, fűrészkorpa és csiszolásból származó por, szállítási- és adagolási kihívásaira megoldást adnak.

## 2. ELEMZÉSEK - A HÁZI-KÉSZÍTÉSŰ ADAGOLÓRENDSZER FEJLESZTÉSI FOLYAMATÁNAK BEMUTATÁSA

1998-tól kezdődően, a több éves otthoni kísérletek és a vele járó megfigyelések hozadéka, egy kezdetleges önadagoló rendszer fejlesztése, összesen négy megvalósított fázisban, amely 2002-ben már automatizáltan működő és üzemzavar esetén telefonos értesítést küldő központifűtésrendszerre fejlődött.

A több mint hét éves üzemeltetés során, a frissen vágott fűrészárú melléktermékeitől kezdve (amelyek nedvességtartalma akár 60-70%) [1], az elégetésre kerülő nyers, fenyőfa fűrészkorpa, (35-45%) [2], illetve a száraz természetesfa, amelynek egyensúlyi nedvességtartalma 10–12% [1], vagy az ennél is kisebb nedvességtartalmú mesterségesen szárított faanyagból származó melléktermékek mind ki lettek próbálva.

Az **első kivitelezési formában** egy dőlt szállítócsigával felszerelt csónakra hasonlító tartályt alakítottunk ki, amelynek térfogata kb. 1,2 m<sup>3</sup>. (1. ábra). A nyitott csigaházban a szállítócsiga alsó vége csapággal féltengelyfüggesztett volt. A tüzelőanyag lazítását (és nem keverését) a segédtengelyre radiálisan és eltoltan ráhegesztett T karok végezték. A lazítótengely először a szállítócsiga tengelyvégéről egy fogaskerék-fogaskorona kapcsolódásán keresztül kapta a forgó mozgást. Az egész mechanizmust egy 24 V-os csigaáttételes egyenáramú villanymotor hajtotta egy másik csigaáttételen keresztül. A tápfeszültséget lépésekben állítható, házilag tekercselt transzformátor egyenirányítása adta. A nagy közegellenállás sorra kiadta a rendszer szilárdsági és szállítási hibáit. A fogaskerékrendszer gyenge függesztése miatt (amely időnként átugrott) szükségszerűvé vált a több lépcsős lánckerékáttétel, majd a lazítótengely merev szárú T karjai hajlottak el vagy törtek le a hegesztések mentén, ami miatt a szárazakat gémcuklóssá kellett alakítani rugók ellenében, hogy közegellenállásban csökkenhessen a hosszúságuk.



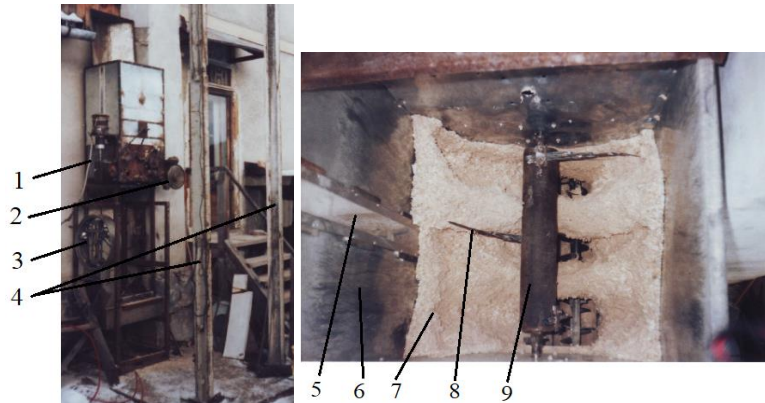
1. ábra. Ferde csigaszállító adagolótartály. 1 - csigaáttétel, 2 – elektromotoros csigareduktor, 3 – hajtásáttétel, 4 – szállítócsiga, 5 - segédtengely, 6 - T karok, 7 - tartály, 8 - tüzelőanyagáramlás

A szilárdsági hibákon kívül a legnagyobb működési gondot az adagolás egyenlőtlensége okozta, hiszen a tartályban ferdén elhelyezett nyitott tetejű szállítócsiga hátránya az volt, hogy ameddig a tartály tele volt, addig a csiga betáplálása, annak a teljes hosszában függőlegesen történt állandó adagolással (zöld nyilak), de ahogy csökkent a tartályban a tüzelőanyagszint, úgy növekedett a csiga szállítási magassága és csökkent a csiga felső végénél a hozam, ami fokozatosan a fűtőrendszer lehűléséhez vezetett. Egy másik kihívást a tartály falának a dőlésszöge és az oldalak találkozásának az élei jelentették, hiszen a fűrészkorpa halmazállapota és különösen a nedvessége képessé tette, hogy ne csússzon le a fal mentén és ne hulljon alá a szállítócsigára. Ráadásul, kültéri tartály esetén és fagyponthoz alatti hőmérsékleten, felfagyással hatványozódott a probléma. A rostátlan tüzelőanyagba bekerült hosszabb szálkák és kérgek, valamint a 30x30x30 mm<sup>3</sup>-nél nagyobb térfogatú fahulladékok nagy eséllyel becsípődtek a szállítócsiga és a nyitott csigaház közé, visszafogva a csigatengely forgását, ami az áttételekben, vagy a motorban tett kárt.

**Következtetések:** 1. A kazánban történő egyenletes adagolás biztosítása érdekében az adagoló csigaszállító vízszintes kell legyen, vagy rövid, vagy mindkettő; 2. A szállítócsiga esetleges megszorulása miatt az elektromotorra tekintettel, valamilyen biztonsági megoldás kell beiktatni, például több szabadságfokot kell biztosítani a csigaszállító felfüggesztésének; 3. A kültéri tartály fala pedig, minél meredekebb kell legyen, a lehető legkevesebb éllel, hogy ne tömörüljön és ne akadjon fenn a tüzelőanyag.

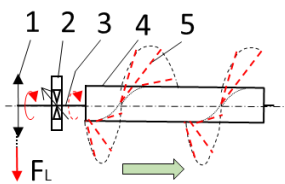
A **második adagolótartály** már vízszintes helyzetű, féltengelyfüggesztett csigaszállítóval készült, függőleges tartályfalakkal, de csak kb. 0,8x1x1 m<sup>3</sup>-es mérettel, hogy a kazánba szállítás pontos adagolása és állíthatósága megmaradjon, a lazító kisebb terhelésével. (2. ábra). Az adagoló tartály utántöltéséhez egy nagyobb térfogatú tartály volt tervezve, amelyet egy függőleges sínpár mentén kellett volna emelőcsigarendszerrel felhúzni. Az utántöltést az adagoló tartály alá tett mérleg kapcsolója kellett volna

működtesse. Az emelő sín pár igen, de a tárolótartály már ne készült el, az adagolótartály további hiányosságai miatt. Ennek az adagolótartálynak a két éves működése alatti tapasztalat szerint, annak kézi utántöltése nyers fenyőfa alapú tüzelőanyaggal 6 - 8 óránként történt, de száraz tölgyfa és bükkfa alapú tüzelőanyag esetén naponta legfeljebb kétszeri utántöltést igényelt, annak függvényében, hogy a fűtésrendszer hőigénye mit vezérelt. A tartály egyik oldalán függőleges műanyag ablakcsík volt beépítve, ami lehetővé tette a tartály tüzelőanyag szintjének kívülről való megtekintését. Fontos, hogy az adagoló tartályban mindig legyen minimum annyi tüzelőanyag, hogy az jól tömítse a csigajáratot a kazánból visszaáramló forró falszevegő ellen az esetleges visszagyulladás elkerülése végett, és maximum annyi, hogy ne folyjon ki a tartályból. Továbbá lényeges, hogy a tartály telítettségi szintjétől függetlenül, az adagolás stabil maradjon és a rendszer állandóan utántöltő legyen.



2. ábra. Függőleges falú, állandó szintet tartó tartály és belseje; 1 – adagolótartály; 2 – adagolórendszer; 3 – mérleg; 4 – függőleges sín pár; 5 – műanyag ablakcsík; 6 - lemez tartályfal; 7 – fűrészkorpa; 8 – acél pászmakötélből összeállított lazító; 9 – dobtengely

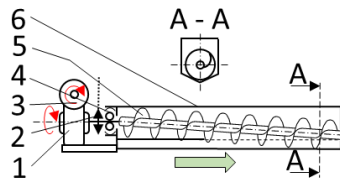
A merev T karú lazítótengely a következőképpen lett teljesen rugalmassá átalakítva (3. ábra): a tartályban lévő részen, a 1/2"-os csőátmérőjű tengely köré, koncentrikusan, egy nagyobb,  $\phi 100$  mm-es átmérőjű cső lett rögzítve, amely a forgó tengelyt forgó dobra alakította át. Erre már lehetővé vált több darab, rugalmas sodronykötélből álló lazítókarnak tangenciális felszerelése a tengely irányára merőlegesen, amelyek a forgatásból adódó közegellenállás hatására rácsavarodhattak a dobra. A karok, a rögzítési pontokból három pászmával indultak, a szabad végük felé fokozatosan egy pászma vastagságra csökkentek. A végük a kibomlás ellen le volt hegesztve. Elhelyezésük a dob felületén, szállítócsiga elhelyezéssel történt, amely tengelymenti előre terelő mozgást is adott a fűrészkorpának a lazítás mellett. A 8 mm vastag rugalmas karok, hét darab  $\phi 2,6$  mm átmérőjű huzalból voltak gyártva, jelzés szerint: 8-1x7-140/B-Z/Z STAS1530-80 típusúak [3].



3. ábra. Sodronyszáras terelőcsiga lazító; 1 – meghajtott lánckerék; 2 - szint érzékelő kapcsolórendszer; 3 – csőtengely; 4 - dobtengely; 5 – acél pászmakötél lazítók

A szállítócsiga, nemkívánatos szorulása és közegetömörítő hatásának elkerülése érdekében, csak a meghajtott végén lett rögzítve lengőcsapággal (4. ábra). Így a szabad vége, a forgómozgás mellett még két kereszt irányú, függőleges és vízszintes, kitérési lehetőséget kapott. A közegetömörítés további akadálymentes közvetítése érdekében a hengeres csigaház, ötszögűvé lett alakítva (A-A nézet), ami megengedte, hogy a csiga által megszorított fadarabok, kő stb., a csigaház élei mentén szabad utat kapjanak. Az ötszögű csigaház lehetővé tette, hogy a csiga egyensúlyi állapotában az alsó szögletben helyezkedjen el. A gyakorlat azt bizonyította, hogy ez a megoldás nagy előrelépést jelentett az akadálymentes szállításban és abban, hogy a szállításhoz szükséges 24 V-os elektromotor terhelése csökkenjen. Ennek a rendszernek még így is megmaradt az a hibája, hogy az összefüggő jellegű tüzelőanyag vastagon kiékelődött a tartály függőleges falára, illetve az aljára támaszkodott. A lazítókarmok ellenére sem hullott teljesen alá, nem termelődött ki teljesen, ami a

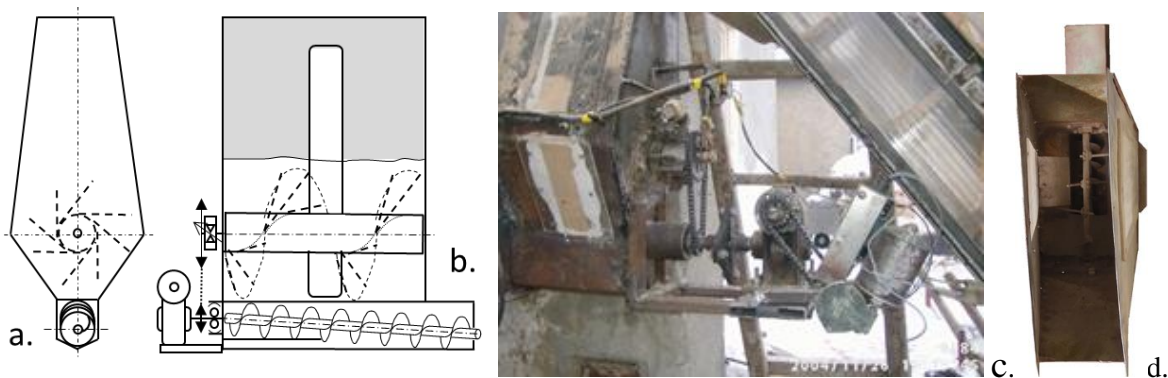
főlegesen széles tartálynak volt a következménye. Az utántöltő tartály a két függőleges, betonba ágyazott 4-es sín pár között (2. ábra), csörlővel lett volna felemelhető, de az adagolórendszer fennálló hibái miatt már nem valósult meg.



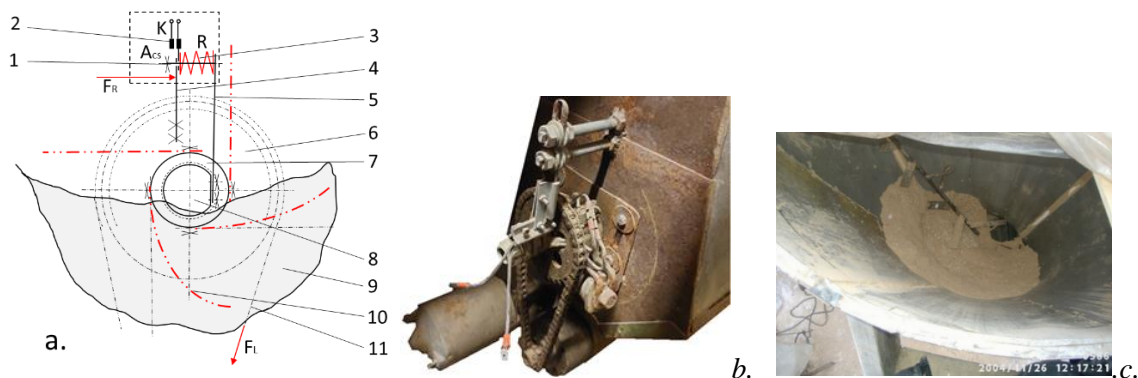
4. ábra. Szabad végű szállítócsiga, ötszögű csigaházfallal; 1 - csigaáttétel, 2 – hajtott lánckerék, 3 – elektromotoros csigaáttétel, 4 – lengőcsapágó, 5 - szállítócsiga, 5 – ötszögű csigaház (A-A)

**Következtetések:** 4. A lazítószerkezet energia- és forgatónyomaték-szüksége miatt érdemes csökkenteni az adagolótartály oldal irányú méreteit úgy, hogy a lazító érintse a tartály falát, viszont az adagolás és csigaház tömítettsége megmaradjon; 5. A tartálynak legalább két fala befelé kellene dőljön, hogy a tüzelőanyag fogyás közben ne támaszkodjon, hanem távolodjon a faltól; 6. Úgy kell alakítani a lazító tengely magasságát a tartály aljától, hogy azt a lazítókarok seperjék, csökkentve a tüzelőanyag támaszfelületét; 7. A rugalmas lazítószerkezet szállító hatását érdemes megnövelni több elasztikus karral.

A **harmadik kivitelezésben** (5. ábra), az adagolótartály további formaváltozása és méretcsökkentése maga után vonta egy jóval nagyobb méretű utántöltő tartály szükségességét. Ennek a vezérlését, az adagolótartály lazító tengelyére szerelt rugóterheléses szint-érzékelő kapcsolórendszer végezte (6. ábra).



5. ábra. Végleges formájú és szerkezetű adagolótartály: a. szemből- és b. oldalnézete; c. oldalnézet a meghajtó mechanizmussal és a részü utántöltéssel; d. felülnézet, a tartály belseje

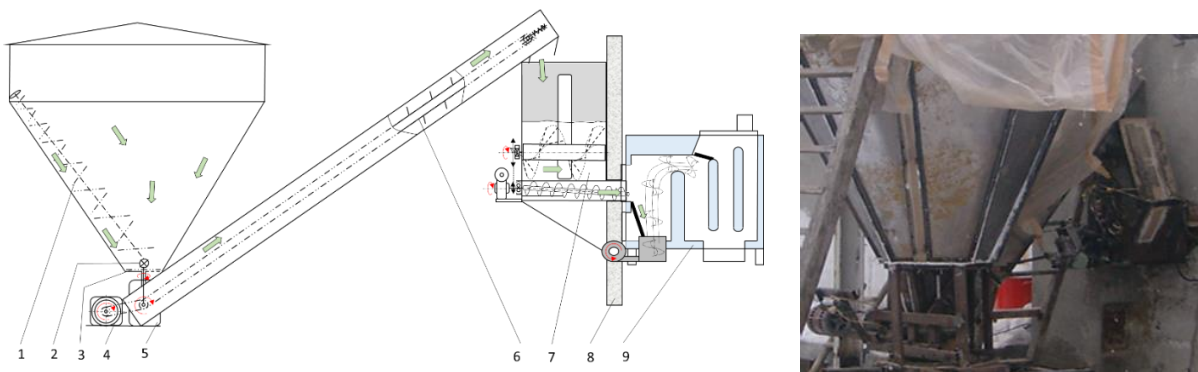


6. ábra. a., b. Az adagolótartály tengelyére szerelt utántöltőtartály vezérlése; 1 – rugóerőséget állító  $A_{cs}$  csavar; 2 –  $K$  kapcsoló; 3 –  $R$  hengeres nyomórugótekercs; 4 – nyomókar; 5 – nyomott kar; 6 – meghajtott lánckerék; 7 – meghajtó tengelycsonk; 8 – meghajtott tengely; 9 – fűrészkorpa; 10 – elasztikus lazítókarok; 11 – húzólánc; c. Az utántöltőtartály belseje műanyag ablakkal

A húzólánc  $F_1$  húzóerője a 6-os lánckerékre rögzített 4-es karral az  $R$  nyomórugó ellenében  $F_2$  erővel megnyomja az 5-ös kart, így a 7-es tengelycsonk és a 8-as tengely közötti szögelfordulás a  $K$  kapcsolót nyitva tartja, ameddig a lazítókarok közegellenállásba ütköznek. Ha a tüzelőanyag szintje a tartályban csökken, az



elasztikus karok nem érzékelnek elég közegellenállást, így a nyomórugó a 4-es, 5-ös karokat szétámasztja és a *K* kapcsoló zár. A tengelycsonkkal együtt forgó kapcsoló, a szintén tengelyre szerelt két rézgyűrűről, csúszó érintkezőkkel továbbítja a 12-24 V-os egyenáramú kapcsolófeszültséget egy többkontaktos reléhez. Ez indítja a tárolótartály 230 V-os kihordómotorját egy szabályozható programkazettán keresztül, amely az adagolótartály megtöltését időzíti. A mérések alapján, a 20 másodperces folytonos kapcsolás, bármely tüzelőanyag esetében elég volt az adagolótartály feltöltésére. Az utántöltő tartály belülről a 6.c. ábrán és az utántöltés vázlatja a 7. ábrán látható. A csonkakúp alakú tartály térfogata 2,2 m<sup>3</sup>, ami 6–9 nap önálló működést biztosított a tüzelőanyag fajtája és nedvességtartalma függvényében. A tartály oldalán a műanyag ablacsík láthatóvá tette a tüzelőanyag mennyiségét. A kardánkeresztre féltengelyfüggesztéssel volt kapcsolva a lazítótengely, amelyre kaparók lettek hegesztve. A tartály alján vízszintesen forgó küllők a tüzelőanyagot az ejtőgaratba sodorták, ahonnan a láncos-lapátos felhordó felemelte és az adagolótartályba ejtette. Az anyagmozgatást csigaáttételes reduktoron keresztül, 0,55 kW-os egyfázisú, 31,5 ford/perc-es planetáris motorreduktor végezte.

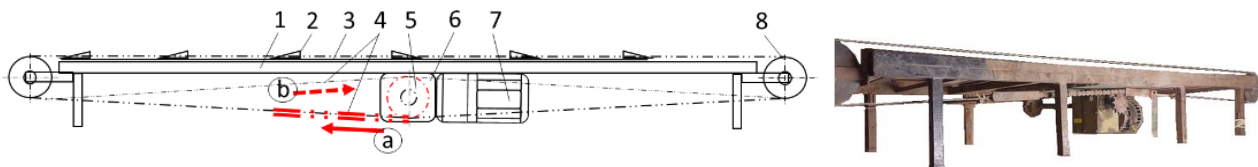


7. ábra. a. Utántöltő tartály láncos-lapátos elevátorral és a falra függesztett adagolótartállyal; 1 – karos lazító, 2 – kardánkereszt, 3 – küllős lesodró, 4 – meghajtás, 5 – csigaáttétel, 6 – láncos-lapátos felhordó, 7 – adagolótartály, 8 – rögzítő fal, 9 – központifűtés kazán

Az adagolótartály a fürdőszoba falára kívülről volt rögzítve és csigaszállítója a falban kialakított furaton át fűrészkorpát a központifűtés kazán csúszdájához szállította. A rendszer kényes pontjai: az ablaktörőmotor bakelit csigakereke, amely az adagolótartály szállítócsigáját hajtja; a tengelysapok szakadása szorulások estén; az egymásután kapcsolt reduktorok közötti tengelyek szögeltérése. Ezek váratlan megrongálódása mellett, előfordult a szállítócsiga szorulása és fenn állt a visszagyúulás veszélye is.

*Következtetések:* 8. Szükségessé vált egy átfogó biztonsági rendszer beiktatása, amely megkímélte a hajtómotorokat a megrongálástól. 9. Ugyanakkor jelzést kellett adjon az adagolórendszer leállításáról, hogy a kijavítás időben elvégezhető legyen. Ezért, minden gyenge ponthoz beépült egy mechanikus érzékelő, amely egy központi relés kapcsolóhoz volt vezetve, ami telefonhívást adott egy ismétlőgombos telefonon keresztül, ha meghibásodott a rendszer, vagy kifogyott a tüzelőanyag. Ez a rendszer kb. négy évig volt üzemeltetve.

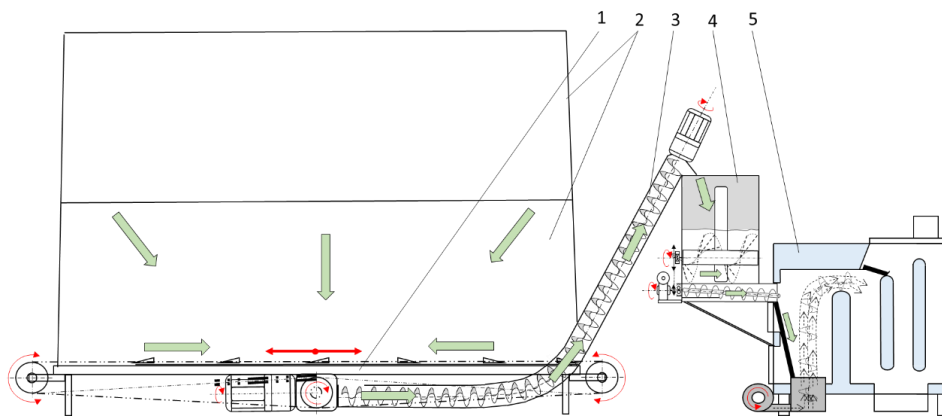
A jelenlegi **negyedik rendszer** még 2010-ben készült el, azonban a részek nincsenek összehangolva és üzembe helyezve, de egyenként működőképesek.



8. ábra. Irányváltós asztal; 1 – ráma, 2 – szállítólécek, 3 – sodronykötelek, 4 – görgős láncok, 5 – hajtó láncok, 6 – csigareduktor, 7 – elektromos motor

A tárolótartály asztalán (8.ábra), ide-oda mozgást végző, középre terelő, ellentétes ékalakú, kaparóléces szállító mozog. Mozgatásuk kétoldalon, két-két terelőcsigán keresztül acélkötéllal és görgősláncos irányváltókkal történik. A láncok körbejáró alsó-felső meghajtását, ami az a. balra, illetve a b. jobbra húzást adja, a két láncok végzi. Az irányváltót 220V-os egyfázisú villanymotor kétlépcsős csigareduktoron keresztül hajtja. A sodronykötél 5-1x7-140/B-Z/Z-STAS1530-80 típusú [3]. Az asztal közepén lehulló tüzelőanyagot egy rövid, 1 m hosszú szállítócsiga emeli föl a rá merőleges flexibilis szállítócsigára (9. ábra),

ami azt tovább emeli a kazánt ellátó adagoló tartályba. A flexibilis szállítócsiga 4,5 m hosszú,  $\phi$  52/62 mm belső/külső átmérőjű, 5 mm lemezvastagú. A csigaház egy PE 90 SDR11 típusú [4], DN 80 mm belsőátmérőjű, 8,20 mm falvastagságú polietilén gázvezetékcső. A 60°-nál nagyobb emelkedési szögnél is kipróbáltan jól működő szállítócsigát a már említett 0,55 kW-os egyfázisú planetáris motorreduktor hajtja. A rendszer vezérlése a 7. ábrán már bemutatott megoldás szerint történik. A továbbiakban, a befelé enyhén dőlt falu, egymásra helyezhető, közel egyforma tartályládákat külön-külön lehet feltölteni és szállítani a tüzelőanyag tárolási helyétől a kazánházig. A kis helyigény miatt, téglatest alakúra tervezett 4 m<sup>3</sup>-es tárolótartály, a számítások szerinti 2-3 hét önműködést biztosítana. Az adagoló tartály asztaláról fel- és leemelése egy kézi meghajtású racsnis emelőcsigával oldható meg.



9. ábra. Utántöltő tartály flexibilis szállítócsigával. 1 – asztal, 2 – tartály oldalak, 3 – flexibilis szállítócsiga, 4 – adagoló, 5 – központifűtés kazán

### 3. KÖVETKEZTETÉS

Az elkészített adagolórendszerek több éves fejlesztése, működtetése, tanulmányozása rávilágított olyan működtetési elvek megértésére, amelyeket a boltozódó készségű és könnyen tömörülő szilárdfolyadék tüzelőanyagok esetében érdemes betartani. Ezekre érvényesek a következők:

- rövid időnként vagy folytonosan fel kel lazítani, hogy a gravitációs mozgásuk lehetséges legyen;
- az adagolási egyenletesség miatt az utolsó szállítónál az anyagmozgatás lehetőleg vízszintes legyen;
- a szállítócsigák mindig tömörítettek kell legyenek, hogy elkerülhető legyen a visszagyulás;
- a lazító gépelemek eléggé rugalmasok kell legyenek ahhoz, hogy ne sérüljenek;
- a szállítócsigák akadálymentesítése érdekében jobb, ha azok féltengely felfüggesztésűek és hagyunk a szabad végének a forgáson kívül még két irányban kitérési lehetőséget (három szabadságfokot);
- akadálymentesebb a csigaszállítók munkája, ha a csigaház keresztmetszete szögletes;
- a rugalmas lazító gépelemek, a féltengelyfüggesztett szállítócsigák és a szögletes csigaházak, mind akadálymentesítők és nagyban hozzájárulnak a szükséges motorteljesítmény csökkentéséhez;
- a felsorolt megoldások bizonyítják, hogy 3 cm<sup>3</sup> alatti nyers és száraz állapotú faapríték és őrlemény esetében, egyfázisú áramforrással is meg lehet oldani az adagolórendszer üzemeltetését;
- így bárhol, házilag is megoldható egy fűrészttermék alapú önadagolós központifűtés rendszer.

### IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Szécsi I., *Faipari információs adatbázis*, 2022 október, <https://www.fainfo.hu/a-faanyag-nedvesseg tartalma-i/>, acc. 2024.02.18.
- [2] Mihaela R., *ș.a., Revista din lemn, Tehnici prelucrare lemn*, 2021 nov., Ed. CESBRANDS srl, București, ISSN 2601-3754, <https://revistadinlemn.ro/2021/05/26/de-ce-trebuie-respectata-umiditatea-lemnului/>, acc. 2024.02.18.
- [3] Gheorghii I., *Funiculare – Îndrumar de proiectare*, 1992, Universitatea Transilvania Brașov.
- [4] EN 1555 / ISO 4434, *Gázvezeték normák* <https://euro-instal.ro/teava-gaz-gaskit-pe100-sdr11-63x5-8mm-25050630001-1-100-m>