

Komplex gumihorzsoló gépsor prototípusának vizsgálata

Kutatási eredmény bemutató

2020

A GINOP-2.1.7-15 kódszámú, Prototípus, termék-, technológia- és szolgáltatásfejlesztés című pályázati felhíváshoz kapcsolódóan

Tartalom

Összefoglaló	3
Bevezetés	4
Technológia	6
Eredmények.....	8
Megvitatás.....	11
Felhasznált irodalom.....	11

Összefoglaló

Kutatásunkkal megoldást kerestünk arra a problémára, hogy miként lehet a leghatékonyabban, legolcsóbban és leginkább környezetbarát megoldással megvalósítani a használt gépjárműabroncsokból kinyerhető gumihorzsalékot, őrleményt osztályozva és színnel keverve a tömeggyártáshoz (kültéri pálya és játszótérburkolatok, istállópadlók, forgalmi terelők és fekvőrendőrök, stb.) megfelelő alapanyagot előállítani.

Kutatásunkat természetesen a piac elemzésével kezdtük. Megvizsgáltuk a készen kapható gépeket, berendezéseket, gépsorokat, továbbá elemeztük a különböző járatos feldolgozási technológiákat. Itt szembeötlő volt, hogy a feldolgozó gépek a használt abroncsokat egységesen kezelik, tehát nem képesek szétválasztani, külön megmunkálni az értékeesebb (egyéb anyagoktól mentes futófelület) és a kevésbé értékes (az abroncsok vázát képező fém karkasz, textil betéttel) részeit az abroncsoknak. Ennek eredményeképpen az ilyen gépsorok őrleményét, több lépcsőben kell tisztítani, szétválasztani a nem kívánt részekről, ami természetesen nem lehet tökéletes. Ezek a betétek a gumiba vannak vulkanizálva, aminek következtében erős fizikai kapcsolat van köztük, tehát szétválasztásuk az őrlés után lehetetlen.

Ezek ismeretében nyilvánvalóvá vált, hogy ezt az elképzelést, ennek az igénynek a megvalósítását még senki sem tűzte ki célul, emiatt ilyen vagy hasonló technológiát nem lehet készen beszerezni a piacról.

Az elméleti jelentősége ennek a gépsornak, hogy képes három lépésben megvalósítani és helyettesíteni, egy eddig több lépcsős, több gépet és hasznos alapterületet igénylő alapanyaggyártást.

A gyakorlati relevanciája az általunk megálmodott gyártósornak, hogy képes akár kis teljesítményű, kis termelékenységű üzemeket is kiszolgálni, minimális kezelőszemélyzettel, a legalacsonyabb bekerülési és leggazdaságosabb előállítási árral.

Az általunk kitalált és megépített horzsológépnek jelentős előnyei vannak a most piacon lévő gumiőrletet gyártó gépekhez, gépsorokhoz képest. Elsődleges előnye a tiszta, szennyeződés (fém és textilszálak) mentes gumiőrlet, horzsalék. Ennek az őrleménynek a felhasználási területei széleskörűek. Alkalmazhatóak a már korábban említett kültéri és beltéri burkolatok gyártásához, alkalmasak bármilyen vulkanizált gumitermék gyártásához, adalékként, legyen az gépjárműabroncs, ipari, műszaki gumitermék stb.

Zárótételként, megállapítható, hogy a horzsológéppel és a hozzá kapcsolódó gépekkel lehet a leggazdaságosabban, legolcsóbban előállítani színezett, osztályozott azonnali felhasználásra alkalmas gumiőrleményt. Továbbá, ezzel a technológiával tovább tudjuk csökkenteni az ökológiai lábnyomunkat.

Bevezetés

A megnövekedett gépjárműforgalom következtében jelentős a hulladék gumiabroncsok számának növekedése, ezek újrahasznosítása, környezetvédelmi és gazdasági hasznok miatt alapvető érdeke az emberiségnek. Magyarországon évente több, mint 35 ezer tonna gumihulladék keletkezik. Hazánkban a gumihulladékok képződése a motorizáció arányában túl magas, ez főként az elavult gépparknak és a rossz minőségű útburkolatoknak köszönhető. A használt gumiabroncs feldolgozása csak speciális technológiai folyamattal lehetséges. Feldolgozási formái többfélék lehetnek. Elsődlegesen a gumi horzsalék és őrlemény kinyerése a legismertebb eljárás, ez az anyagában való hasznosítás. Továbbá lehetséges az energetikai hasznosítása, különböző égető erőművekben,



1. kép Salvadori horzsológépek

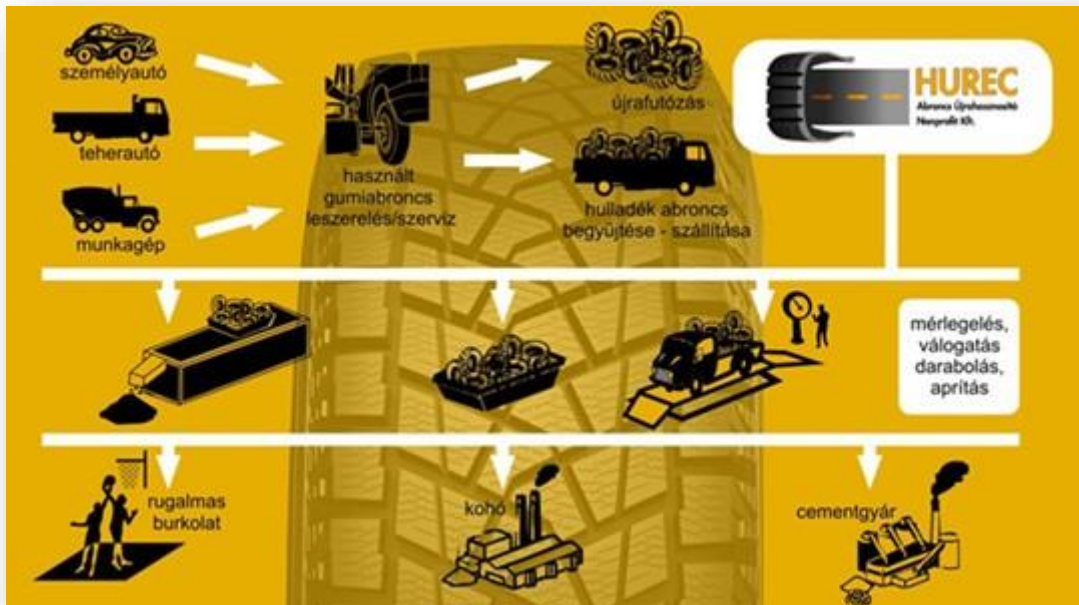
cementgyárakban és pirolízis üzemekben. Valószínűleg mindegyik feldolgozás lehet hatékony, gazdaságos és környezetbarát, bár ezekben az eljárásokban az abroncsokat, csak, mint homogén hulladékokat kezelik. Ez azt jelenti, hogy nem tesznek különbséget a különböző értékű, részei között az abroncsoknak.

A készen kapható berendezések, különböző speciális feladatokra vannak tervezve. Az egyik a Salvadori által gyártott futófelület horzsoló. Amit lehet tudni róla, hogy a berendezéseik, csak meghatározott mérettartományokban tudnak abroncsokat fogadni, a lefejtés csak gépi előtolással sérülésmentes, nem selejtes abroncsok megmunkálására alkalmas, továbbá nem képes befogadni traktor és mezőgazdasági abroncsokat, a méretük miatt. A céggel felvettük a kapcsolatot és megkerestük az olaszországi EcomondoFiera nemzetközi kiállításon. Itt egy hosszabb egyeztetés során kiderült, hogy egyedi igényekre, a már meglévő típusaiktól eltérő berendezéseket nem gyártanak, tehát a további együttműködés csak az általuk forgalmazott és gyártott szerszámokra terjedhet ki. Ezek után döntöttünk a saját fejlesztésű horzsológép megtervezéséről és legyártásáról.

Az általunk kitalált eljárásban és gépsorban, csupán az abroncsok tiszta, fémtől és textiltől mentes részeit használjuk fel, munkáljuk le. Ennek köszönhetően a leválasztott részeket, már nem kell tovább tisztítani, válogatni, mivel nem tartalmaznak szennyeződések, idegen anyagokat. Ennek eredményeképpen, több olyan feldolgozási lépéstől tudunk megszabadulni, ami indokolatlanul növelte a gumihorzsálék előállításának a költségét és idejét.



2. kép Az anyagában való újrahasznosítás



3. kép A használt abroncsok feldolgozása

Technológia

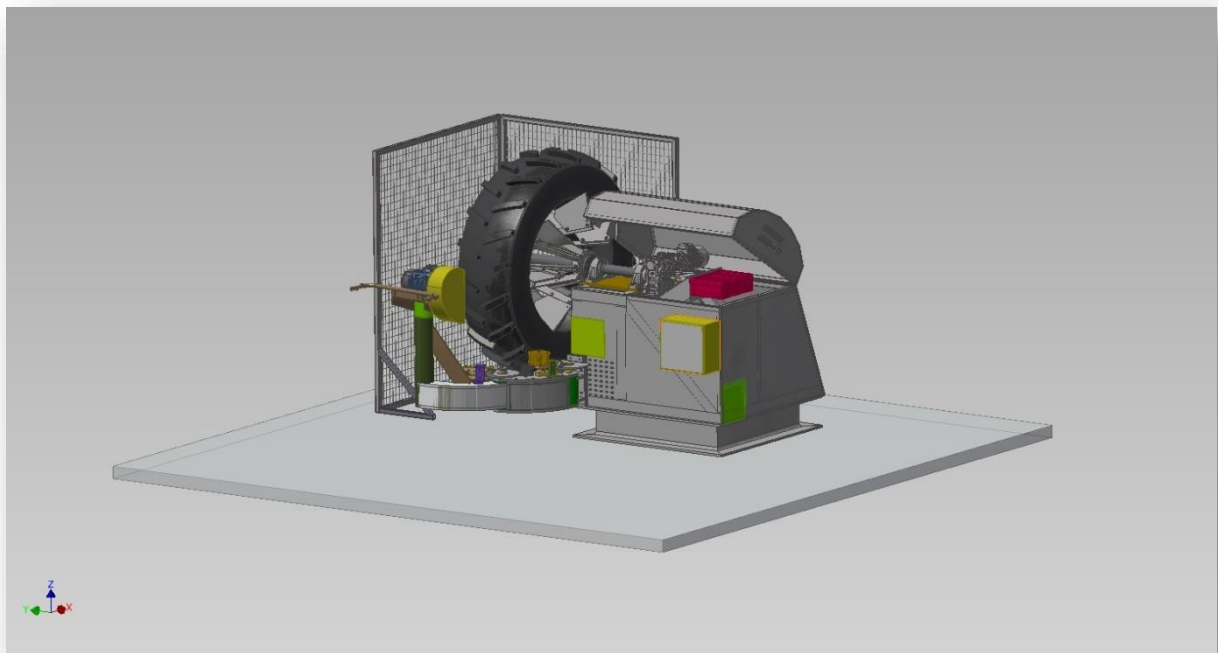
A környezetvédelmi irányelv alapja, hogy minél szélesebb körben elterjedjen az újrahasznosítható anyagok használata. Az általunk elkészített gumibroncs horzsolási technológia teljes mértékben egy új, gazdaságos és hatékony alternatívát nyújt az újrahasznosítás területén. A használt gumibroncs futófelületén lévő értékes nyersanyag gazdaságos leszedését tudjuk megvalósítani a kifejlesztett technológiáinkkal. A horzsológép képes megmunkálni akár sérült, mezőgazdasági vagy traktorabroncsokat is, szemben a futózó horzsolókkal, amik csak ép és közúti abroncsokat tudnak megmunkálni.

A horzsolás, mint elv már régóta használt eljárás a gumibroncs újrafutózás területén. A kopott teherabroncsot felhelyezik a horzsológép tengelyére, majd az operátor beállítja az abroncs paramétereit a gépbe, ami ezután a megadott értékre és ívre horzsolja, marja le a futófelületet. Ezután az előregyártott futófelületet felhelyezik a megmunkált abroncsra és temperálással, nyomással rögzítik, ragasztják a futófelületre.

Első körben meghatároztuk a gép használatához, működéskéhez szükséges szempontokat:

- a gép legyen alkalmas R17-24,5 abroncsátmérőjű gumik fogadására
- a gép használatához minimális emberi erő felhasználására legyen szükség, az abroncsokat ne kelljen emelgetni, a forgatáshoz és rögzítéshez a tengelyen gépi erőt használjunk
- az abroncsok csereideje a lehető legrövidebb, maximum 30sec legyen

- a gép legyen masszív, a megmunkálás közbeni vibrációkat képes legyen elvezetni a rögzítési pontok felé
- a horzsolókéseket, fejeket tartó kar legyen stabil, minden szükséges helyzetben rögzíthető, a megmunkálás során fellépő forgácsolási erők többszörösét képes legyen elviselni
- az abroncsforgatási fordulatszám fokozatmentesen állítható legyen, irányváltással
- a forgácsolás közben a vizes hűtés folyamatos és szabályozható legyen
- a berendezés kétkezes indítású és üzemeltetésű legyen a balesetvédelem miatt
- a lemunkálás, horzsolás közben a forgácsolás a lehető legbiztonságosabban történjen, a fejek rendelkezzenek megfelelő burkolattal, egyrészt a lehorzolt gumi elvezetésére, másrészt egy esetleges meghibásodás esetén a szétrepülő késdarabok felfogására
- a forgácsoló tér legyen elkerítve, ne lehessen megközelíteni üzem közben
- meghibásodás esetére legyen vészhelyzeti leállítási protokoll, ami tartalmazza az abroncsforgatási, késforgatási és karrögzítési eljárásokat
- a berendezés feleljen meg az EU-s gépgyártási irányelveknek



4. kép A horzsológép

A horzsológépet és a gépsort, a tervek szerint képes egy operátor kezelni. Üzemszerűen egy konzolos daruval vagy egy targoncával a rács nyitása után felhelyezi a megmunkálni kívánt abroncsot a tengelyre, majd a pneumatikus működtetésű karokat kinyitva a tengelyen, rögzíti és pozícionálja az abroncsot. Ezt követően elindítja az abroncs forgatását és az úgynevezett ökörszarv megfogásával a pneumatikus fékek kioldásával pozícionálja a horzsolómotort, ami a tartóoszlopon szabadon elforgatható. A horzsolómotort és a kart rögzítő fékeket az operátor az ökörszarvról tudja vezérelni.

A horzsolómotor kétkezes indítású, amit a névleges fordulatszám elérése után a futófelületnek kell nyomni és lehorzsolni, lemarni a szükséges gumit. A konkrét horzsolást, gumileválasztást, a forgó hengeren elhelyezett, cserélhető horzsolókések végzik. Az abroncstartó tengely fordulatszáma fokozatmentesen változtatható, amivel befolyásolni lehet a leválasztott horzsalék méretét. Horzsolás közben a gumi hűtése egy fúvókán keresztül vízzel van biztosítva.

Ezután az őrletet egy felhordó továbbítja a puffertartályba, ahol a tárolás történik, amivel biztosítani lehet a keverék pontos beállítását. A puffertartályból kihordócsiga továbbítja a beállított térfogat alapján az ellenáramú keverőbe, ahol a színnel történik a gumihorzsalék összekeverése, a megfelelő szemcse eloszlás és méretbeállítás elérése érdekében. A big-bag zsákos tárolóból még további őrlemény adható a keverékhez. Innen a beállított keverési idő leteltével ürítésre kerül a színezett keverék.

Ilyen rendszer korábban nem létezett a piacon, ezért jelentős újdonságtartalommal bír.

Az újrahasznosítás minden területe jelentős emberi erőforrás szükséglettel jár. A hagyományos újrahasznosítási eljárás esetén a gumiabroncsot egy ember behelyezi a gépbe, aztán eltakarítja a horzsalékot a gép alól (ami a forgó alkatrészek miatt veszélyes feladat ezért általában le kell állítani a gépet), majd eltávolítja a lehorzsoló gumiabroncsot. Egy másik dolgozó az osztályozó gépbe helyezi a horzsalékot. A kiválogatott alapanyagot egy harmadik személy önti a keverő-színező berendezésbe. A szükséges pigment tartalom kikeverése különös szakértelmet kíván, mivel a vegyi reakciók már a receptúrától való kis eltérés esetén is jelentősek. Látható tehát, hogy a jelenlegi horzsolási eljárás 3-4 ember folyamatos munkáját igényli, lassú és körülményes.

A rendszerünk komplexitása adja az eljárás egyik fő erősségét. A rendszer végén az osztályozott méretű anyag külön zsákokba kerül a méretének megfelelően. A bigbag zsákok méretéből adódóan a zsákok ürítése csak több óránként egyszer szükséges. Az eredeti 3-4 ember helyett a mi rendszerünket 1 ember is üzemeltetni tudja, továbbá a hibázást és balesetveszélyt is minimálisra tudjuk csökkenteni.

Eredmények

A megvalósított gépsor előnyei egyértelműen mérhetőek és bizonyíthatóak.

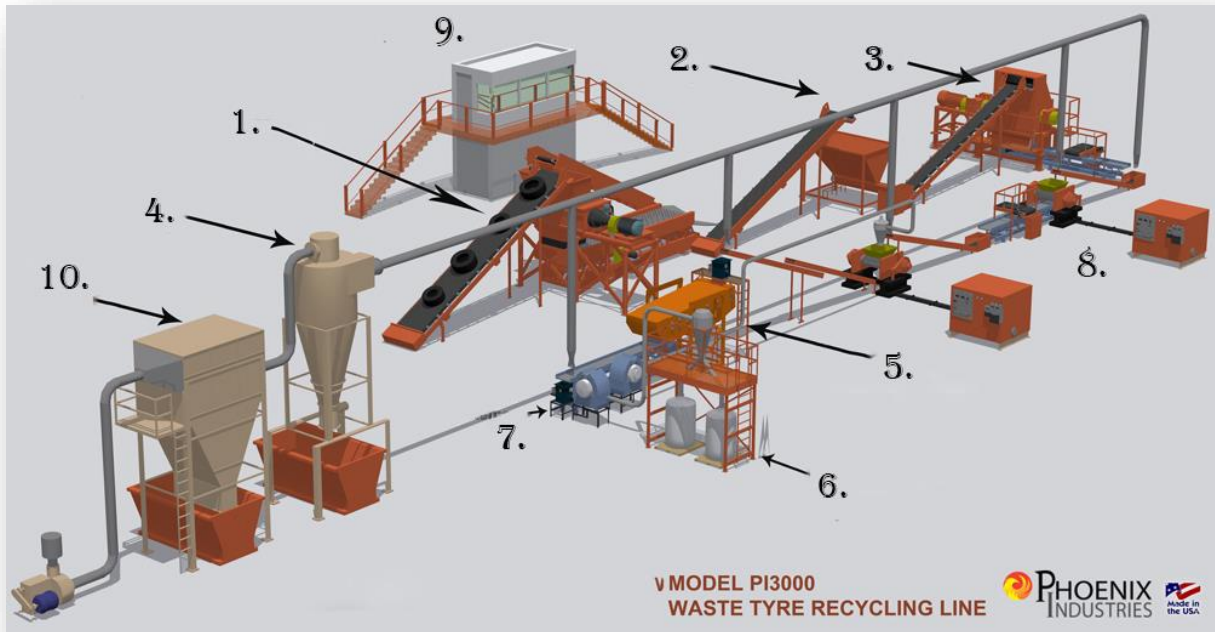
Összehasonlításképpen vegyünk egy hasonló kapacitású mechanikus őrítő gépsort és egy színező egységet. **Emberi erőforrást** tekintve, a mi gépsorunk kezeléséhez csupán egy ember szükséges, szinte folyamatos termelés mellett. Egy hagyományos technológiájú gépsor kezeléséhez legalább 3 operátor szükséges, plusz a színező, keverő egységet kezelő személy. Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy emberi erőforrást tekintve a mi gépsorunk hatékonyabb.

Fogyasztást, energiafelhasználást véve alapul az összehasonlításához, a hagyományos őrítősor energiafelhasználása, a shredder (teljes abroncsot őrítő gép) kivételével is közel kétszer akkora, mivel a többlépcsős, több egységes gumiőrlet tisztításához, szállításához több felhordó, továbbító egységre van szükség, nem beszélve az egyes plusz egységek meghajtásairól.

Az 5. képen látható egy használt abroncs feldolgozó üzem terve. Itt látható, hogy közel 10 különböző egységből áll a gyártósor, nem számolva a színező, keverő és az azt kiszolgáló egységekről. Ennek a működtetéséhez szükséges legalább 3-4 fős technikai létszám, ha teljesen automatikus rendszerről

beszélünk. Ellenkező esetben ennek többszöröse is lehet. Alapvetően a személyzetnek biztosítania kell az alapanyagmozgást és a késztermék elszállítását a raktárba, ezen felül a gépegységek működését is folyamatosan felügyelni kell. A készterméket adott időközönként laborvizsgálattal kell ellenőrizni, hogy tartalmaz idegen anyagot vagy szennyeződést, ennek tükrében esetlegesen állítani, tisztítani kell az egyes gépegységeket, ami sokszor a sor teljes leállításával lehetséges csak.

Ennek a gyártósornak az energiafelhasználása szummázva 350-550kW teljesítményű.



5. kép Abroncsfeldolgozó üzem terv

1. Shredder, az abroncsok durva őrlését, darálását végzi, 50x75mm-es darabokra
2. Puffer tároló, biztosítja a folyamatos térfogatáramot a rendszerben
3. Őrlő egység, 20mm alatti méretre őröl
4. Textil kiválasztó ciklon, az abroncsokban lévő textilt a fajlagos tömegkülönbség alapján választja ki az áramló levegőből
5. Szelektáló szitarendszer, az elvárt szemcseméret alatt lévő gumiport a zsákoló egység felé engedi, a felette lévő szemcséket, pedig visszafordítja újbóli finomőrlésre
6. Zsákoló egység
7. A pneumatikus szállításhoz szükséges levegőt biztosítja
8. Finomőrő egységek, mágneses fémleválasztókkal, 3-5 mm alatti szemcseméretre őrlik a gumidaralékot
9. Vezérlő állomás
10. Porszűrő egység

A 6. képen látható az általunk kitalált és megépített gépsor. Már a méretéből is látszik, hogy egyszerű kezelésű, hatékony gépsor. Elrendezését és méreteit tekintve is láthatóan jóval kevesebb a helyigénye, mint egy hagyományos gumiabroncs feldolgozó üzemnek. A folyamatos üzemszerű működtetéséhez elegendő egy operátor, aki egy személyben tudja kezelni a horzsológépet, az alapanyag és késztermék mozgatását. Energiafelhasználás tekintetében is jelentős a különbség, a sor teljesítménye 70kW, ez töredéke a korábban bemutatott sornak. A sor hatékonyságát a már korábban említett horzsológép adja, amellyel lehetőség nyílik a használt abroncsokról történő tiszta,

fém és textil mentes gumi leválasztására. A feldolgozásra kerülő abroncsok lehetnek akár szakadt, hibás, nem tökéletesen forgásszimmetrikus darabok is, a horzsológép kései képesek lekövetni és lemarni a szükséges gumiréteget. További előnye még a gépnek, hogy merev, három csuklópontos karrendszerének köszönhetően, nem okoz gondot akár az abroncsok oldalfalának a leőrlése sem. Ez azt jelenti, hogy egy befogással, egy abroncsfelhelyezéssel képes a kezelő leválasztani a két oldalfalról és a futófelületről is a gumiréteget, a szükséges mélységig. Továbbá nem jelent problémát a használt vagy sérült traktorabroncsok lehorzsolása sem. A tengelyre felhelyezhető akár a 15,5R38 méretű traktorabroncs is.



6. kép A saját gépsorunk

1. Horzsoló, az abroncsok őrlését végzi, 3-5mm-es darabokra
2. Felhordó egység
3. Puffer tároló és felhordó egység, biztosítja a folyamatos térfogatáramot a rendszerben
4. Felhordó egység a keverőbe
5. Ellenáramú keverő egység, az automatikus kiadagolóval
6. Big-bag zsák tartó állvány a felhordó csigával
7. Kompresszor, a pneumatikus működésű egységek levegőtápellátás biztosításához

Megvitatás

A korábban említett működés és elvárások alapján kijelenthetjük, hogy az általunk tervezett, megépített és tesztelt gépsor mind működését, mind energiafelhasználását, mind egyszerűségét tekintve elérte, sőt meghaladta az elvárásainkat.

Persze felmerülhet a kérdés, hogy mennyire környezetbarát és ezen a téren mennyivel jobb vagy rosszabb, mint a hagyományos abroncsőrítő gépsor. A hagyományos őrlősor teljes mértékben felhasználja, megőrli a használt abroncsokat azok minden egyes összetevőivel együtt (textil, fémkarkasz). Az általunk létrehozott gépsor viszont csak a felhasználás szempontjából hasznos gumiréteget őrli, horzsolja le, a részben megmunkált abroncs karkaszt nem használja fel. Itt megvizsgálhatjuk, hogy a megmaradó karkasz feldolgozása mennyi energiát, mennyi környezetterhelést hord magában. Egyrészt mondhatnánk azt, hogy ez a megmaradt karkasz, már további feldolgozásra nem alkalmas, csupán energetikai felhasználásra, számításba véve azt, hogy fajlagosan kevesebb gumit tartalmaz, emiatt kevesebb hőenergiát képes leadni. Továbbá azt sem szabad elfelejteni, hogy még ehhez a felhasználáshoz is meg kell őrlni.

Tehát, ha azt mondjuk, hogy mindkét esetben a felhasználás környezetre gyakorolt káros hatásai egyformák, akkor is nyilvánvaló, hogy nagyobb az általunk létrehozott gyártósor hatékonysága, humán erőforrás felhasználást tekintve, mint az egyéb őrlősoroké. Továbbá, mivel nem szükséges a karkasz őrletet fém és textilmentesíteni, látható, hogy energiafelhasználás szempontjából is kedvezőbb eredményt mutat, mint a hagyományos őrlősorok.

Felhasznált irodalom

1. kép <https://www.salvadori.com/recycling/wp-content/uploads/2019/08/07-06.09.19-RIDUZIONE-VOLUMETRICA-WEB-2019-1.pdf>
2. kép <http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu/hulladek/hulladekfajtak/gumihulladek/>
3. kép <https://slideplayer.hu/slide/2067765/>
4. kép <http://www.steelprofession.net/#a6>
5. kép https://phoenixindustries.com/tire_recycling_plants.html