

Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s.

Pulp and Paper Research Institute
Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava



VÝSKUMNÁ SPRÁVA

Názov projektu: Využitie vlákna z odpadových aglomerovaných materiálov na báze dreva

Názov etapy 5: Analýzy, ekonomické zhodnotenie, patentová ochrana a diseminácia

Názov správy: Integrácia výroby nízko pevnostných flutingov z odpadových aglomerovaných materiálov a jej analýza pomocou optimalizačných softvérov

Autori správy: Ing. Vladimír Ihnát, PhD., Ing. Peter Medo, Ing. Henrich Lübke

Číslo projektu: APVV-14-0243
tel.: +421-(0)2-911 728 622

VS: 3261-2017

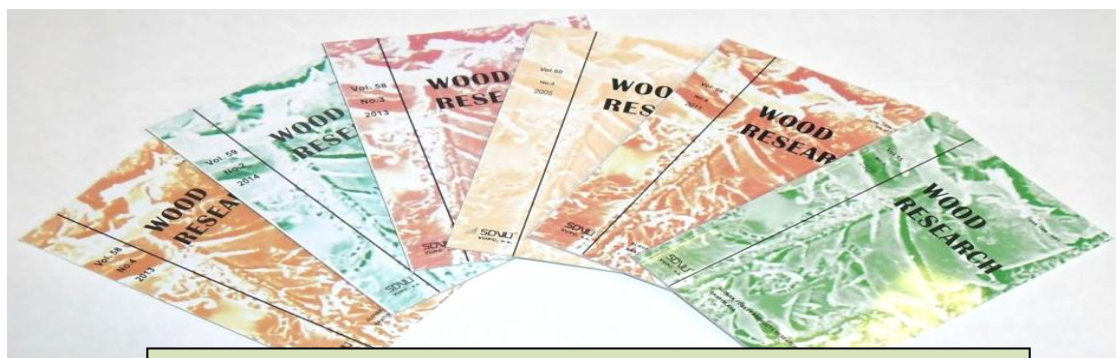
1. Číslo projektu: APVV-14-0243				
2. Prírastkové číslo: 3261		3. Podpis originálu riaditeľom sekcie		
4. Názov a adresa riešiteľského pracoviska: Výskumný ústav papiera a celulózy a.s., Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava úsek Slovenský drevársky výskumný ústav				
5. Vedúci riešiteľského pracoviska: Ing. Štefan Boháček, PhD. generálny riaditeľ a.s.		6. Riešiteľ projektu: Ing. Henrich Lübke		
		7. Riešiteľ čiastkovej úlohy: Ing. Vladimír Ihnát, PhD.		
		8. Druh úlohy: štátna		
9. Názov projektu: Využitie vlákna z odpadových aglomerovaných materiálov na báze dreva				
10. Názov etapy: Analýzy, ekonomické zhodnotenie, patentová ochrana a diseminácia				
11. Autori správy: Ing. Vladimír Ihnát, PhD., Ing. Peter Medo, Ing. Henrich Lübke,				
12. Názov správy: Integrácia výroby nízkopevnostných flutingov z odpadových aglomerovaných materiálov a jej analýza pomocou optimalizačných softvérov				13. Druh správy: priebežná
14. Dátum ukončenia správy 28.12.2017	15. Číslo zväzku 1	16. Počet strán textu 12	17. Počet samostatných príloh: 0	18. Počet citovaných prameňov: 0
19. Počet výtlačkov správy 2	20. Dátum začiatku výskumu 07.2015	21. Dátum ukončenia 06.2018	22. Znak MDT	
			23. Stupeň utajenia: Prístupné	
24. Kľúčové slová: nízkopevnostné flutingy, odpadové aglomerované materiály, kapitálové investície, integrácia výrobného procesu, ekonomická návratnosť				

Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s.
úsek Slovenský drevársky výskumný ústav
Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava

Integrácia výroby nízko pevnostných flutingov z odpadových aglomerovaných materiálov a jej analýza pomocou optimalizačných softvérov

December 2017, Bratislava

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0243.



The journal covered by Thompson Reuters Materials science Citation Index Expanded™, CAB International Abstracting Services and Scopus

KEÚČOVÉ SLOVÁ:

nízko pevnostné flutingy, odpadové aglomerované materiály, kapitálové investície, integrácia výrobného procesu, ekonomická návratnosť

OBSAH:

ÚVOD	6
KAPITOLA I. Kapitálové investície	6
1.1. Surovinová základňa	6
1.2. Technologické zariadenia	7
KAPITOLA II. Integrácia nového procesu	9
2.1. Optimalizácia zanášky polobuničiny z odpadových aglomerovaných materiálov do existujúcej výroby zo zberových OCC	9
2.2. Integrácia nového procesu do existujúcej výroby	9
2.3. Energetické toky	10
Kapitola III . Ekonomická návratnosť investícií	11
Záver	12

ZHRNUTIE

Cieľom štúdie je optimalizovať proces integrácie výroby polochemickej buničiny z odpadových aglomerovaných materiálov na báze dreva do existujúcej výroby linerov využívaných na výrobu obalových materiálov zo zberových kartónov (OCC). Nová technológia je navrhnutá na základe dvoch podaných patentových prihlášok pre získavanie vstupnej suroviny a výrobu polochemickej buničiny z nej. Štúdia je v poradí treťou a záverečnou štúdiou vypracovanou v rámci záverečnej etapy projektu APVV-14-0243 Využitie vlákna z odpadových aglomerovaných materiálov na báze dreva. Hlavným cieľom záverečnej etapy projektu pod názvom Analýzy, ekonomické zhodnotenie, patentová ochrana a diseminácia je zhodnotiť integráciu nového procesu výroby flutingu z odpadových aglomerovaných materiálov do existujúceho systému, ktorý je založený na zberovom OCC (old corrugated cardboards).

Kapitola I. definuje navrhovanú spracovateľskú kapacitu a technologické celky, ktoré je potrebné doplniť do existujúcej výroby. Kapitola II. je venovaná samotnej optimalizácii zanášky získanej polobuničiny do existujúcej výroby, integrácii novej výroby z pohľadu energetickej účinnosti a energetickým tokom. Kapitola III. definuje ekonomickú návratnosť vstupnej investície.

Úvod

Táto štúdia pod názvom Integrácie výroby nízkopevnostných flutingov z odpadových aglomerovaných materiálov a jej analýza pomocou optimalizačných softvérov bola vypracovaná v rámci záverečnej etapy projektu APVV-14-0243 Využitie vlákna z odpadových aglomerovaných materiálov na báze dreva. Hlavným cieľom záverečnej etapy projektu pod názvom Analýzy, ekonomické zhodnotenie, patentová ochrana a diseminácia je zhodnotiť integráciu nového procesu výroby flutingu z odpadových aglomerovaných materiálov do existujúceho systému, ktorý je založený na zberovom OCC (old corrugated cardboards).

Zavádzanie každej novej technológie do výroby, aj keď čo i len jej časti, predstavuje značné technické, technologické aj ekonomické komplikácie. Výroba linerov, ktoré sú určené pre vrchné a stredové vrstvy kartónov v súčasnosti je záležitosťou využívania možností zberových kapacít, ktoré boli pre CELPAP vybudované. Princíp novej, navrhovanej technológie, ktorý je založený na podanej patentovej prihláške (**Balberčák, J., Ihnát, V., Pažitný, A., Boháček, Š., Stankovská, M., Kuňa, V., Lübke, H., 2017: "Spôsob výroby flutingu z polobuničiny získanej z odpadových drevotriekových dosiek (DTD) a dosiek z orientovaných triesok (OSB)", Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s. v Bratislave. PP 50075 – 2017 (ÚPV SR, 29.11.2017)**) si vyžaduje doplnenie výrobnéj infraštruktúry o časť na prvotnú dezintegráciu veľkorozmerových aglomerovaných materiálov a ich následnú úpravu podľa podanej patentovej prihlášky (**Ihnát, V., Lübke, H., Pažitný, A., Stankovská, M., Boháček, Š., Medo, P., Russ, A., 2016: "Spôsob výroby triesok a vlákna z odpadových drevotriekových a drevovláknitých dosiek a z dosiek z orientovaných triesok", Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s. v Bratislave. PP 50072 – 2016 (ÚPV SR, 28.10.2016)**) a následné triedenie a spracovanie pred várkou.

Kapitola I.

Kapitálové Investície

Kapitola je zameraná na sumarizáciu kapitálových potrieb v oblasti doplnenia technologických zariadení, ktoré vychádzajú z podstaty, že vstupné suroviny akými sú veľkoplošné aglomerované materiály nie sú typickým materiálom pre spracovanie v celulózovom priemysle.

1. Surovinová základňa

Táto štúdia predpokladá objem spracovaného materiálu na 10 000 ton/ročne. Najväčší nedostatok pri jeho zbere a preprave na miesto spracovania je jeho volumínóznosť. Tento objem s určitou rezervou vychádza z doposiaľ dostupných informácií od firiem, ktoré sa zaoberajú zberom a likvidáciou dreveného odpadu. Pri objemovej hmotnosti cca 700 kg/m³ to predstavuje objem vstupného materiálu okolo 14 tis. m³, pričom odpadový voľne ložený

priestor bude predstavovať jeho min. dvoj- trojnásobnú hodnotu. K tomuto objemu vstupného materiálu je navrhnutá technológia prvotného predspracovania.

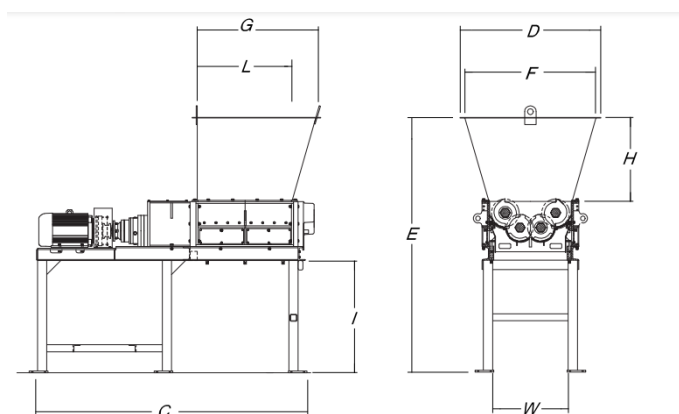
2. Technologické zariadenia

Drvenie – zariadenie schopné dezintegrovať veľkoplošné materiály prevažne hrúbky do 3 až 5 cm na frakciu s dĺžkou najväčšej hrany 5 – 10 cm.

Popis: Štvorhriadeľový viacúčelový rotačný drvič (shredder) s výkonom od 8 do 10 ton / hod. Vysoký krútiaci moment s možnosťou reverzných otáčok. Samonosná robustná konštrukcia umiestnená na pevný betónový základ. Plniaci pásový dopravník s pohonom. Pásový dopravník na odvod drvinu do kontajnera.

pohon: elektrický 3-fázový 400 V
 elektrický príkon: 85 kW
 vstupný otvor: min. 1500 mm
 priemer hriadeľa: 100 mm
 priemer drviaceho kotúča: 350 mm
 šírka drviaceho kotúča: 50 mm

Schéma:



Varenie – nerezová beztlaková várna s automatickým plnením a odvodom kusového dreveného materiálu (5 - 10 cm) so zabezpečením premiešavania a odstraňovaním usadenej drobnej frakcie a filtrovaním vyhrievacieho média po várke.

objem várne: 10 m³
 požadovaný príkon: 100 kW
 dosahovaná teplota: 100 °C
 plná automatizácia a regulácia
 beztlakové, nekorodujúce prevedenie
 čas jednej várky: 10 - 30 min

Separácia kovových častí – dopravníkové triediace zariadenie s inštalovanými magnetickými valcami.

Popis: Magnetický valec slúži k separácii kovových častí z drevnej frakcie. Samočistiaci magnetický valec je vsadený do pásového dopravníka, po ktorom je materiál prepravovaný k odseparovaniu. Kovové častice sú magnetickým valcom pridržané až za os valca, kde dôjde k ich oddeleniu a kovy samovoľne odpadnú. Druhý magnetický valec je inštalovaný nad dopravníkom, čím umožní efektívne separovať kovy z hornej vrstvy separovaného materiálu.

pohon: elektrický 3-fázový 400 V
elektrický príkon: 25 kW
vstupný otvor: min. 400 mm
priemer magnetického valca: 350 mm

Trieskovanie - prstencový roztrieskovač pre DTD (re-chipper) s výkonom 20m³ za hod.

Popis: Štvornožový prstencový roztrieskovač robustnej konštrukcie s horným plnením materiálu so sitom 8 mm. Mechanicky odvod triesok pomocou dopravníka.

pohon: elektrický 3-fázový 400 V
elektrický príkon: 55 kW
priemer rotora: 600 mm
vstupný otvor: min. 400 mm

Triedenie -vibračný sitový triedič polomokrých triesok s výkonom 20 m³ za hod.

Popis: Dvojstupňový sitový vibračný triedič na odstraňovanie jemnej frakcie do 4 mm a na dvojstupňové triedenie frakcie 4-8 mm a nad 8 mm. Výmenné sitá.

elektrický príkon: 25 kW
šírka pracovného sita: min. 600 mm

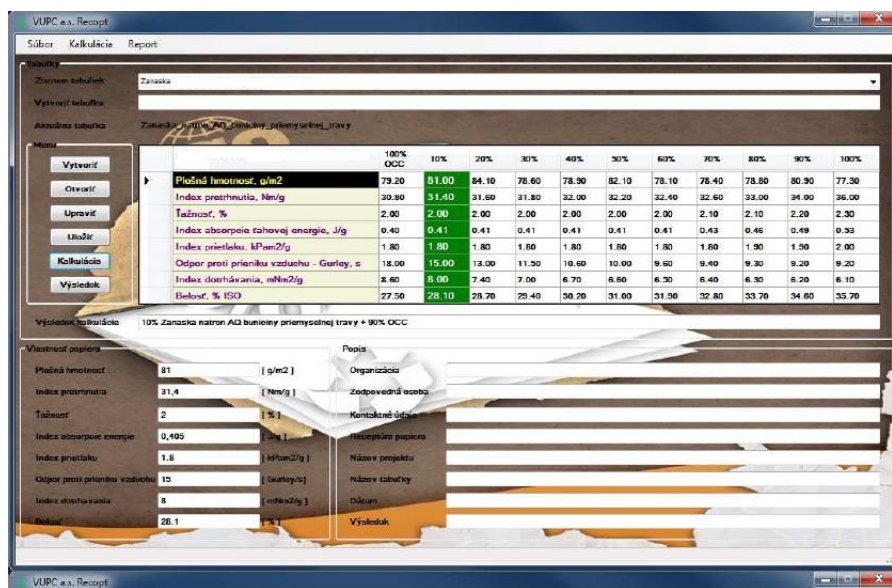
Kapitola II.

Integrácia nového procesu

1. Optimalizácia zanášky polobuničiny z odpadových aglomerovaných materiálov do existujúcej výroby zo zberových OCC

Optimalizácia zanášky polobuničiny získanej alkalickou delignifikáciou z odpadových DTD a OSB do existujúcej výroby linerov pre obalové materiály bola vykonaná pomocou softvérového produktu pre zanášky 10 % až 100 % na základe experimentov.

Z pohľadu požadovaných pevnosti a dosiahnutého výťažku bola stanovená optimálna zanáška pre výrobu v rozpätí 10 % až 20 %.



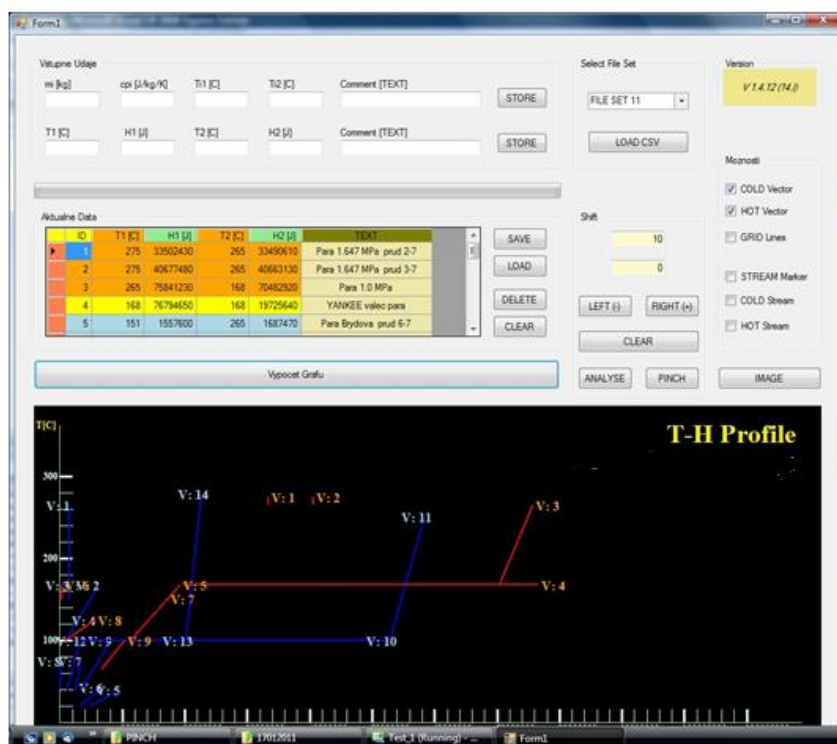
	100% OCC	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Plošná hmotnosť, g/m ²	79.20	81.60	84.10	86.60	89.10	91.60	94.10	96.60	99.10	101.60	104.10
Index prírastku, Nm/g	30.80	31.40	31.60	31.80	32.00	32.20	32.40	32.60	32.80	33.00	33.20
Ťažnosť, %	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.10	2.10	2.20	2.30
Index absorpcie tahovej energie, J/g	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.43	0.46	0.49	0.53
Index prírastku, kPam ² /g	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.90	1.90	2.00
Odpor proti prírastku vzduchu - Gurley, s	18.00	15.00	13.00	11.50	10.60	10.00	9.60	9.40	9.30	9.20	9.20
Index dosiňovania, mNis ² /g	8.60	8.00	7.40	7.00	6.70	6.60	6.30	6.40	6.30	6.20	6.10
Bežnosť, % ISO	27.50	28.10	28.70	29.40	30.20	31.00	31.90	32.80	33.70	34.60	35.70

Obr.1 Výstup z programu Recopt

Na riešenie bol použitý softvér Recopt, ktorý slúži pre návrh optimálnej receptúry zloženia obalového papiera. Program je vyhotovený vo forme inštalacného balíka pre operačné systémy Windows 7 v programovacom prostredí NET Framework 3.5. Úložisko databáz sa používa Access 2003 databáza, ktorá je súčasťou inštalácie v domovskom adresári programu. Pre prácu s databázou je nutný Access 2003.

2. Integrácia nového procesu do existujúcej výroby

V rámci riešenia bola použitá metóda procesovej integrácie. Pinch technológia predstavuje inovatívnu metódu znižovania špecifickej spotreby energie na výrobu papiera. Bola vykonaná analýza integrácie piatich nových výrobných procesov s väčšou či menšou mierou integrovania, čo vytvára rôzne stupne vzájomnej závislosti medzi starým a novým zariadením. Pinch analýza je nový termodynamický koncept, ktorý je veľmi vhodný na analýzu procesov výmeny tepla. Tento nový prístup umožňuje prehľadné sledovanie energetických tokov vo výrobnom procese a jednoduchú modifikáciu procesov za účelom znižovania celkovej spotreby energie. Výstupom je návrh na doplnenie energetického zdroja o kogeneračnú jednotku s elektrickým výkonom 330 kW a elektrickou účinnosťou 4 0%. Tepelný výkon takejto kogeneračnej jednotky sa pohybuje do 390 kW.



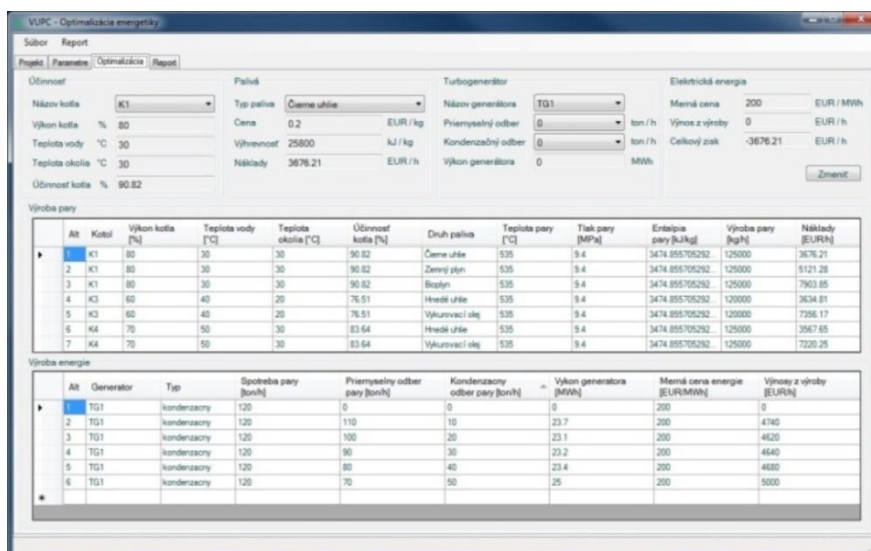
Obr.2 Výstup z programu Papstar

Na riešenie bol použitý softvér Papstar, ktorý slúži na modelovanie integrácie nových procesov do výroby pre oblasť celulózo- papierenského priemyslu. Program je vyhotovený vo forme inštalacného balíka pre operačné systémy Windows 7 v programovacom prostredí NET Framework 3.5. Úložisko databáz sa používa Access2003 databáza, ktorá je súčasťou inštalácie v domovskom adresári programu.

3. Energetické toky

V rámci analýzy energetických tokov sa zakomponovali všetky technologické zmeny a procesové modifikácie vplyvyjúce zo zavedenia piatich nových výrobných procesov: drvenie, varenie, separácia kovových častíc, trieskovanie a triedenie. Zmena v energetickom príkone predstavuje nárast o 290 kW z toho 83 % predstavujú pohony a zvyšných 27 % je vo

forme výmeny tepla. Nové technológie sú navrhované s pracovným prekrytím 53 %, kedy zariadenia pracujú súčasne. Priemerná vyťaženosť energetického príkonu sa odhaduje na 75 %.



VUPC - Optimalizácia energetiky

Subor Report

Parametre Optimalizácia Report

Účinnosť: K1, Typ paliva: Čierna uhlie, Turbogenerátor: TG1, Elektrická energia: Merná cena: 200 EUR / MWh

Výkon kotla: 80, Cena: 0.2 EUR / kg, Priemerný odber: 0 ton / h, Výnos z výroby: 0 EUR / h

Teplota vody: 30, Výhrevnosť: 25800 kJ / kg, Kondenzačný odber: 0 ton / h, Celkový zisk: -3676.21 EUR / h

Teplota okolia: 30, Náklady: 3676.21 EUR / h, Výkon generátora: 0 MWh

Účinnosť kotla: 90.82

Výroba pary

Alt	Kotel	Výkon kotla [%]	Teplota vody [°C]	Teplota okolia [°C]	Účinnosť kotla [%]	Druh paliva	Teplota pary [°C]	Tlak pary [MPa]	Entalpia pary [kJ/kg]	Výroba pary [kg/h]	Náklady [EUR/h]
1	K1	80	30	30	90.82	Čierna uhlie	535	9.4	3474.855705292	125000	3676.21
2	K1	80	30	30	90.82	Zemný plyn	535	9.4	3474.855705292	125000	5121.28
3	K1	80	30	30	90.82	Bioplyn	535	9.4	3474.855705292	125000	7903.85
4	K3	60	40	20	76.51	Hriadé uhlie	535	9.4	3474.855705292	120000	3634.81
5	K3	60	40	20	76.51	Vykurovací olej	535	9.4	3474.855705292	120000	7386.17
6	K4	70	50	30	83.64	Hriadé uhlie	535	9.4	3474.855705292	125000	3567.65
7	K4	70	50	30	83.64	Vykurovací olej	535	9.4	3474.855705292	125000	7220.25

Výroba energie

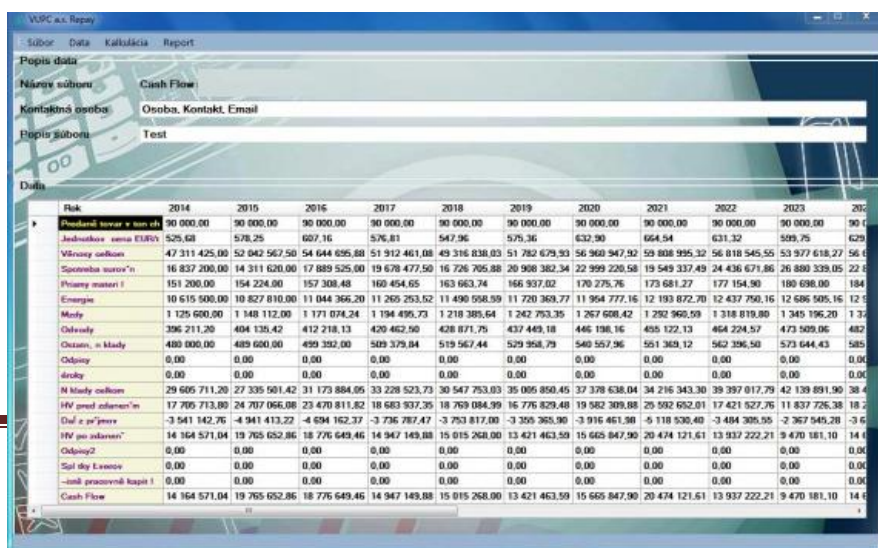
Alt	Generator	Typ	Spotreba pary [ton/h]	Priemerný odber pary [ton/h]	Kondenzačný odber pary [ton/h]	Výkon generátora [MWh]	Merná cena energie [EUR/MWh]	Výnos z výroby [EUR/h]
1	TG1	kondenzačný	120	0	0	0	200	0
2	TG1	kondenzačný	120	110	10	23.7	200	4740
3	TG1	kondenzačný	120	100	20	23.1	200	4620
4	TG1	kondenzačný	120	90	30	23.2	200	4640
5	TG1	kondenzačný	120	80	40	23.4	200	4680
6	TG1	kondenzačný	120	70	50	25	200	5000

Obr.3 Výstup z programu Optimen

Na riešenie bol použitý softvér Optimen, ktorý slúži na optimalizáciu spotreby elektrickej energie a energetických tokov. Program pracuje v operačnom programe Windows 7 podobne ako ostatné použité softvéry.

Kapitola III. Ekonomická návratnosť investícií

Doba návratnosti investícií a predpokladané peňažné toky plynúce z investičného projektu. Pre počiatočnú investíciu 350tis. Eur bola pre priemernú zanažsku 16% získanú z odpadového materiálu stanovená návratnosť za 4 a pol roka pri priemernom objeme výroby 5 tis. ton linerov pre obalové materiály.



VUPC a.s. Report

Subor Data Kalkulácia Report

Popis dátum: Cash Flow

Kontaktná osoba: Osoba, Kontakt, Email

Prístup súboru: Test

Datár:

Rok	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Prvá hodnota tvorby v eur	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00	90 000,00
Jednotková cena EUR/h	525,68	578,25	607,16	576,81	547,96	575,36	632,90	664,54	631,32	599,75	629
Výroba celkom	47 311 425,00	52 042 567,50	54 644 695,00	51 912 461,00	49 316 838,00	51 782 679,93	56 969 547,92	59 808 995,32	56 818 545,55	53 977 618,27	56 618 229,00
Spotreba surovín	16 837 200,00	14 211 620,00	17 989 525,00	19 678 477,50	16 726 705,88	20 908 382,34	22 999 226,58	19 549 337,49	24 436 671,86	26 888 339,05	22 618 229,00
Príjmy materiálu	151 200,00	154 224,00	157 308,40	160 454,65	163 663,74	166 937,02	170 275,76	173 681,27	177 154,90	180 698,00	184 363,00
Energie	10 615 590,00	10 827 810,00	11 044 356,20	11 265 253,52	11 490 598,59	11 720 369,77	11 954 777,16	12 193 822,20	12 437 750,16	12 686 505,16	12 936 250,16
Mzdy	1 125 600,00	1 148 112,00	1 171 074,24	1 194 496,73	1 218 385,64	1 242 753,35	1 267 608,42	1 292 960,59	1 318 810,80	1 345 196,20	1 371 627,00
Odchody	396 211,20	404 135,42	412 218,13	420 462,90	428 871,79	437 443,18	446 138,16	455 122,13	464 224,57	473 509,06	482 967,00
Ostatné, vklady	480 000,00	489 600,00	499 392,00	509 379,84	519 567,44	529 958,79	540 557,96	551 369,12	562 396,50	573 644,43	585 107,00
Odložený	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Úroky	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nklady celkom	29 665 711,20	27 335 901,42	31 173 884,05	33 228 523,73	30 547 753,03	35 005 850,45	37 378 638,04	34 216 343,30	39 397 017,79	42 139 891,90	38 418 229,00
NV pred odložením	17 765 713,80	24 707 066,08	23 470 811,82	18 683 937,35	18 769 084,99	16 776 829,48	19 982 309,88	25 592 652,01	17 421 527,76	11 837 726,38	18 229 000,00
Daf z prvej	-3 541 142,76	-4 941 413,22	-4 694 162,37	-3 736 787,47	-3 753 817,00	-3 305 365,90	-3 916 461,58	-6 118 530,40	-3 484 305,95	-2 367 945,28	-3 618 229,00
NV po odložení	14 164 571,04	19 765 652,86	18 776 649,46	14 947 149,88	15 015 268,00	13 421 463,59	15 665 847,90	20 474 121,61	13 937 222,21	9 470 181,10	14 610 771,00
Odložený	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spol sly Excess	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...inš pracovný kapitál	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cash Flow	14 164 571,04	19 765 652,86	18 776 649,46	14 947 149,88	15 015 268,00	13 421 463,59	15 665 847,90	20 474 121,61	13 937 222,21	9 470 181,10	14 610 771,00

Obr. 4 Výstup z programu Repay

Na riešenie bol použitý analytický model Repay, ktorý slúži pre návrh návratnosti investičného kapitálu vloženého do výroby. Program je vyhotovený pre operačný systém Windows 7, úložisko databáz sa používa Access2003.

Záver

Štyri softvérové produkty boli použité na optimalizáciu integrácie výroby nízko pevnostných flutingov z odpadových aglomerovaných materiálov do existujúcej výroby obalových linerov zo zberového OCC. Softvér Recopt, ktorý slúži pre návrh optimálnej receptúry zloženia obalového papiera, softvér Papstar, ktorý slúži na modelovanie integrácie nových procesov do výroby pre oblasť celulózo- papierenského priemyslu, softvér Optimen, ktorý slúži na optimalizáciu spotreby elektrickej energie a energetických tokov a softvér Repay, ktorý slúži pre návrh návratnosti investičného kapitálu vloženého do výroby.

V rámci riešenia bolo navrhnuté doplnenie existujúcej technológie výroby linerov o päť nových technologických celkov na spracovanie odpadových aglomerovaných materiálov (drvenie, verenie, separácia kovových častí, trieskovanie a atriedenie) v celkovej investícii 350 tis. Eur s návratnosťou 4 a pol roka pri priemernom objeme výroby 5 tis. ton linerov a pri priemernej zanáške 16 % polochemickej buničiny z recyklovaného aglomerátu na spracovaný objem OCC.

V rámci riešenia bola stanovená optimálna zanáška polobuničiny získanej alkalickou delignifikáciou z odpadových DTD a OSB do existujúcej výroby linerov pre obalové materiály v rozmedzí 10 % až 20 % z pohľadu požadovaných pevnosti a dosiahnutého výťažku. Navrhnuté bolo doplnenie energetického zdroja o kogeneračnú jednotku s elektrickým výkonom 330 kW a elektrickou účinnosťou 40 %. Tepelný výkon takejto kogeneračnej jednotky sa pohybuje do 390 kW. Zmena v energetickom príkone predstavuje nárast o 290 kW z toho 83 % predstavujú pohony a zvyšných 27 % je vo forme výmeny tepla. Nové technológie sú navrhované s pracovným prekrytím 53 %, kedy zariadenia pracujú súčasne. Priemerná vyťaženosť energetického príkonu sa odhaduje na 75 %.