



# STIMULY PRE VÝSKUM A VÝVOJ

poskytnuté podľa § 3 ods. 1 písm. a) zákona č. 185/2009 Z. z. o stimuloch pre výskum a vývoj a o doplnení zákona č. 293/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov

na podporu základného výskumu formou projektu

I. Interakcie kvapalín s povrchom papiera

na podporu aplikovaného výskumu formou projektu

II. Konverzia technológie výroby flutingu v Smurfit Kappa Štúrovo

na vypracovanie štúdie technickej realizovateľnosti

III. Zvýšenie úžitkovej hodnoty lepidiel a lepiacich zmesí pre drevopriemysel a celulózo-papierenský priemysel inkorporáciou vybraných nanočastíc

v odbore 020604 Papier a celulóza v súlade s Rozhodnutím Ministerstva školstva SR č. CD-2009-36918/39542-1:11 zo dňa 14.12. 2009 o poskytnutí stimulov.



# Informačné údaje o projektoch

- Projekt základného výskumu  
I. Interakcie kvapalín s povrchom papiera
  
- Projekt aplikovaného výskumu  
II. Konverzia technológie výroby flutingu v Smurfit Kappa Štúrovo
  
- Štúdiá technickej realizovateľnosti  
III. Zvýšenie úžitkovej hodnoty lepidiel a lepiacich zmesí pre drevopriemysel a celulózo-papierenský priemysel inkorporáciou vybraných nanočastíc



# **I. Projekt základného výskumu**

## **Interakcie kvapalín s povrchom papiera**

**Doba riešenia projektu: 1. 12. 2009 - 30. 11. 2012**

**Zodpovedný riešiteľ: Ing. Juraj Gigac, PhD.**

**Žiadateľ o stimuly: Výskumný ústav papiera  
a celulózy a.s.,  
Lamačská cesta 3,  
841 04 Bratislava  
[www.vupc.sk](http://www.vupc.sk)**



## Rozpočet projektu

Požadovaná výška dotácie pre projekt	706 010,- €
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	48 250,- €
Celkové náklady	754 260,- €
z toho kapitálové výdavky	193 000,- €



# Ciele projektu

## Systematický výskum:

- vplyv štruktúry chemických a fyzikálnych vlastností papiera na interakcie roztokov a disperzií polymérov pri povrchovom zušľachtovaní a natieraní,
- hodnotenia tokových vlastností a povrchového napätia kvapalín, povrchovej voľnej energie papiera,
- interakcií medzi kvapalinou a papierom v procesoch nanášania polymérov, natierania a v tlačovom procese,
- hodnotenia úžitkových vlastností papierov,
- bariérové vlastnosti (odolnosť proti tukom, olejom, vode), potlačiteľnosť, rovnomernosť tlače, odlupovací efekt silikonizovaných papierov a koeficient trenia povrchu papiera.



# Ciele projektu

**Získanie teoretických poznatkov** v oblasti špeciálnych, zušľachtených papierov s vysokou pridanou hodnotou.

**Zvýšenie vedomostnej úrovne** vedeckých a výskumných pracovníkov:  
nové teoretické poznatky sa využijú pri príprave projektov základného, aplikovaného výskumu a štúdií technickej realizovateľnosti technológií výroby papierenských produktov s vysokou pridanou hodnotou a vysokým exportným potenciálom, ktoré v súčasnosti absentujú na slovenskom trhu.



# Časový harmonogram a očakávané výstupy riešenia

	Názov etapy	Začiatok	Koniec
<b>Etapa 1</b>	Výskum a parametre dynamiky penetrácie kvapalín	12/2009	10/2012
<b>Etapa 2</b>	Interakcia kvapalina – nezušľachtený povrch	01/2010	12/2010
<b>Etapa 3</b>	Interakcia kvapalina – zušľachtený povrch	09/2010	12/2011
<b>Etapa 4</b>	Vzťah procesných a kvalitatívnych parametrov	01/2012	11/2012

<b>Etapa 1</b>	Metóda povrchového zušľachtovania
<b>Etapa 2</b>	Rozšírenie teoretických poznatkov v oblasti bariérových papierov
<b>Etapa 3</b>	Rozšírenie teoretických poznatkov v oblasti natieraných papierov
<b>Etapa 4</b>	Optimálna technológia povrchového zušľachtovania



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

rok 2009					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Priama dotácia</b>	<b>7 573,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>7 573,-</b>
- z toho bežné výdavky	7 535,-	0,-	0,-	0,-	7 535,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Spolu za etapu</b>	<b>7 573,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>7 573,-</b>

rok 2010					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>22 000,-</b>	<b>26 250,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>48 250,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	22 000,-	26 250,-	0,-	0,-	48 250,-
<b>Priama dotácia</b>	<b>83 171,-</b>	<b>181 750,-</b>	<b>34 444,-</b>	<b>0,-</b>	<b>299 365,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	37 000,-	0,-	0,-	37 000,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	144 750,-	0,-	0,-	144 750,-
<b>Spolu za etapu</b>	<b>105 171,-</b>	<b>208 000,-</b>	<b>34 444,-</b>	<b>0,-</b>	<b>347 615,-</b>





# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

rok 2011					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Priama dotácia</b>	<b>90 898,-</b>	<b>0,-</b>	<b>103 556,-</b>	<b>0,-</b>	<b>194 454,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Spolu za etapu</b>	<b>90 898,-</b>	<b>0,-</b>	<b>103 556,-</b>	<b>0,-</b>	<b>194 454,-</b>

rok 2012					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Priama dotácia</b>	<b>109 358,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>95 260,-</b>	<b>204 618,-</b>
- z toho bežné výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
- z toho kapitálové výdavky	0,-	0,-	0,-	0,-	0,-
<b>Spolu za etapu</b>	<b>109 358,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>95 260,-</b>	<b>204 618,-</b>



# Riešenie v roku 2009

## Etapa 1.1- Parametre vplývajúce na rýchlosť penetrácie

### Ciele v roku 2009:

- štúdium dynamiky penetrácie,
- špecifikácia metód a postupov pre určenie vzťahov medzi papierom s rôznou kvalitou povrchu a kvapalinami s rôznym povrchovým napätím a viskozitou.



## Výsledky riešenia v roku 2009

Metóda merania penetrácie kvapaliny prístrojom HST má obmedzené použitie, pretože neregistruje počiatkové štádium a priebeh zmáčania povrchu papiera v čase od niekoľkých milisekúnd. Práve toto štádium je z hľadiska štúdia dynamiky zmáčania a penetrácie kvapalín rozhodujúce.

Vyšpecifikovali sme technické požiadavky pre výber prístrojov a zariadení, ktorými sa merali a hodnotili:

- zmáčanie tuhých povrchov a penetráciu kvapalín v procesoch natierania, nanášania roztokov a disperzií polymérov,
- úžitkové vlastnosti bariérových papierov, povrchovo glejených a natieraných papierov pre klasické a bezdotykové digitálne tlačové techniky.



## Nové prístroje a zariadenia



Rotačný viskozimeter Brookfield na meranie tokových vlastností kvapalín



Prístroj na meranie statického a kinetického koeficientu trenia



Optický tenziometer na meranie zmáčateľnosti a povrchovej energie



# Nové prístroje a zariadenia



Ultrazvukový prístroj na modelovanie natieracích procesov, analýzu penetrácie a dynamickej retencie vody



Prístroj na modelovanie tlačových techník, hodnotenie tlače a potlačiteľnosti



Prístroj na meranie formácie papiera



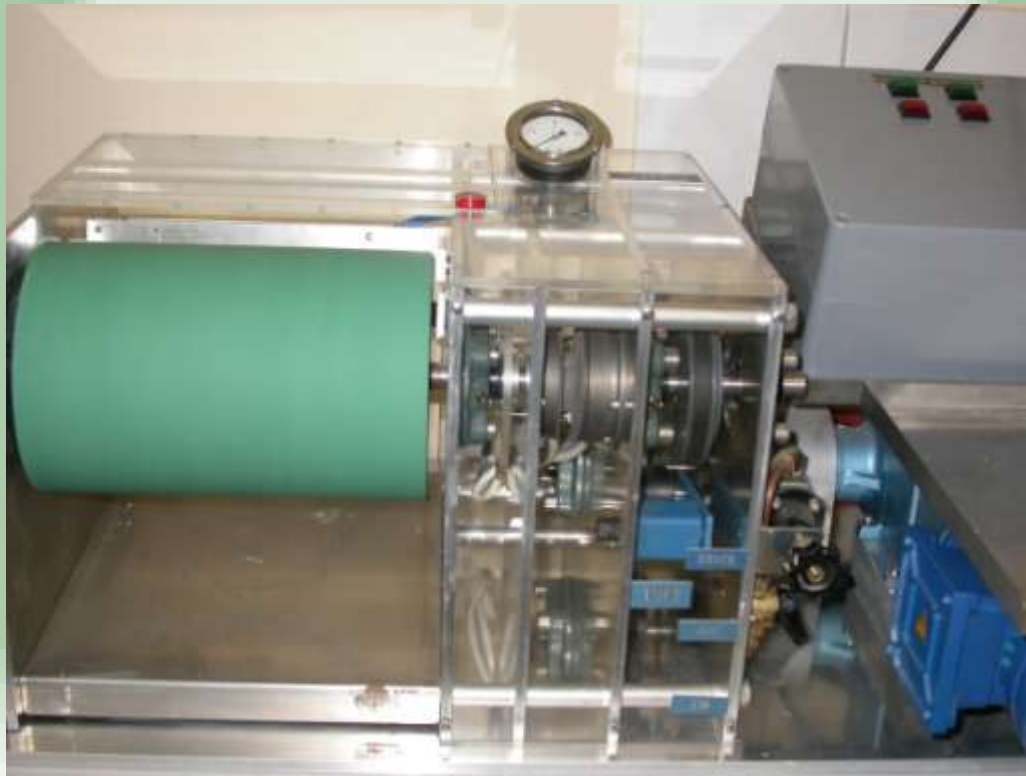
# Využitie nových prístrojov a zariadení pri riešení projektu

- ❖ Štúdium a hodnotenie tokových vlastností kvapalín.
- ❖ Hodnotenie povrchového napätia kvapalín.
- ❖ Štúdium a hodnotenie povrchovej voľnej energie papiera.
- ❖ Modelovanie natieracích procesov a analýza dynamickej retencie vody pri interakcii náterovej farby s papierovou podložkou.
- ❖ Štúdium povrchového zušľachtovania a bariérových vlastností papiera.
- ❖ Modelovanie tlačových techník, hodnotenie kvality, rovnomernosti tlače a potlačiteľnosti papiera.
- ❖ Hodnotenie formácie a značkovania povrchu papiera.
- ❖ Hodnotenie statického a kinetického koeficientu trenia papiera.



# Príprava natieraných papierov

Laboratórne nožové natieracie zariadenie pre A4 formáty, rýchlosť do 100 m/min, regulácia prítlaku nožového stierača





# FT-IR (NIR/MIR) spektrometer

Predikcia druhu a vlastností papiera chemometrickými metódami;  
Určenie obsahu silikónových zložiek ATR metódou na povrchu papierov s odlupovacími vlastnosťami pre kontrolu adhézie etikiet;



ATR metóda:



Viacnásobná reflexia IČ





# Harmonogram riešenia projektu na rok 2010

	Názov úlohy	Začiatok riešenia	Koniec riešenia
<b>1</b>	<b>Etapa 1 – Štúdium dynamiky penetrácie kvapalín</b>	12/2009	10/2012
1.1	Parametre vplývajúce na rýchlosť penetrácie	12/2009	12/2010
1.2	Výskum techník povrchového zušľachtovania	04/2010	12/2011
<b>2</b>	<b>Etapa 2 – Interakcie kvapalina – nezušľachtený povrch</b>	01/2010	12/2010
2.1	Štúdium štruktúry papiera a zušľachtovacích prostriedkov	01/2010	12/2010
2.2	Hodnotenie interakcií pri zušľachtovaní povrchu	07/2010	12/2010
<b>3</b>	<b>Etapa 3 – Interakcie kvapalina – zušľachtený povrch</b>	<b>09/2010</b>	<b>12/2011</b>
3.1	Štúdium štruktúry natieraných povrchov	09/2010	05/2011



# Riešenie v roku 2010

## Etapa1 - Výskum a parametre dynamiky penetrácie kvapalín

### Etapa 1.1 - Parametre vplývajúce na rýchlosť penetrácie

- Vyšpecifikovali sa nové prístroje a zariadenia, ktoré umožnili riešiť náročné ciele projektu.
- Vypracovali sa metódy hodnotenia zmáčania povrchu papiera (pomocou optického tenziometra OCA 35) a penetrácie kvapalín, drsnosti povrchu a zastúpenia jemných pórov na povrchu (pomocou ultrazvukového prístroja PDA.C 02), ktoré sa použili pri riešení Etapy 2 „Interakcie kvapalina nezušľachtený povrch“ v roku 2010 a budú použité aj v priebehu riešenia projektu v rokoch 2011 - 2012.
- Vypracovala sa metóda hodnotenia javov, ktoré je potrebné vziať do úvahy pri hodnotení úžitkových vlastností papiera a lepenky.



# Riešenie v roku 2010

## Etapa 1.2 - Výskum techník povrchového zušľacht'ovania

- Bola vypracovaná metóda povrchového zušľacht'ovania papiera v glejacom lise pre štúdium vlastností bariérových prostriedkov a prípravy bariérových náterov.
- Stanovili sa základné podmienky pre dispergáciu pigmentov, prípravu náterových farieb a natieranie v zariadení s nožovým stieračom a sušením natieraných papierov.



# Riešenie v roku 2010

## Etapa 2 - Interakcia kvapalina- nezušľachtený povrch

### Etapa 2.1 - Štúdium štruktúry papiera a zušľachtovacích prostriedkov

Pripravili sa bariérové papiere odolné proti pôsobeniu tukov zušľachtením podkladového papiera s rôznymi vlastnosťami (plošná hmotnosť, hladkosť, porozita, nasiakavosť, príjem vody v glejacom lise). Porovnávala sa účinnosť bariérových prostriedkov na báze modifikovaného PET s dvoma typmi fluorochemikálií, aplikovaných na podkladové papiere. Získané poznatky sa využili v roku 2011 pri štúdiu „Novej koncepcie bariérových náterov“ s použitím extrémne tenkých kryštálov kaolinitu a rôznych druhov spojív.



# Riešenie v roku 2010

## Etapa 2.2 - Hodnotenie interakcií pri zušľachtovaní povrchu

- Vytvorili sa objektívne hodnotiace postupy a metódy pri výskume rôznych druhov bariérových papierov.
- Experimentálne sa stanovili parametre súvisiace s dynamikou zmáčania a dynamikou penetrácie na papieroch s rôznymi vlastnosťami.
- Vytvorila sa databáza parametrov opisujúcich interakciu kvapalín s natieranými a nenatieranými bariérovými, inkjetovými a ofsetovými papiermi, ktorá sa aktualizovala v ďalšom období riešenia.



# Riešenie v roku 2010

## Etapa 3 - Interakcia kvapalina- zušľachtený povrch

### Etapa 3.1 - Štúdium štruktúry natieraných povrchov

- Hodnotili sa tlačové skúšky, kvalita tlače, povrchu a potlačiteľnosti natieraných ofsetových papierov. Hodnotenie kvality tlače obsahuje výsledky denzitometrického merania optickej hustoty plných plôch, merania mottlingu v poltónových plochách, hodnotenia sýtosti farieb a ostrosti obrazu perceptuálnou metódou pomocou indexu párového porovnávania výtlačkov.



# Harmonogram riešenia projektu na rok 2011

	Názov úlohy	Začiatok riešenia	Koniec riešenia
<b>1</b>	<b>Etapa 1 – Štúdium dynamiky penetrácie kvapalín</b>	<b>12/2009</b>	<b>10/2012</b>
1.2	Výskum techník povrchového zušľachtovania	01/2011	12/2011
1.3	Nové metódy hodnotenia penetrácie a štruktúry povrchu	10/2011	12/2011
<b>3</b>	<b>Etapa 3 – Interakcie kvapalina – zušľachtený povrch</b>	<b>09/2010</b>	<b>12/2011</b>
3.1	Štúdium štruktúry natieraných povrchov	01/2011	05/2011
3.2	Hodnotenie interakcií pri zušľachtovaní povrchu	06/2011	12/2011



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 1 – Výskum a parametre dynamiky penetrácie kvapalín

### Etapa 1.2 - Výskum techník povrchového zušľacht'ovania

Pripravili sa modelové zušľachtené papiere pomocou:

- **Povrchového glejenia** jednorázovým náterom v glejacom lise s kompozíciami obsahujúcimi filmotvorné polyméry na báze škrobu a polyvinylalkoholu s rôznou molekulovou hmotnosťou v zmesi s disperziami fluórovaných polymérov.
- **Povrchového glejenia s pigmentovým prednáterom** s obsahom extrémne tenkých kryštálov kaolínu Barrisurf HX v glejacom lise a na laboratórnej nožovej natieračke.





# Riešenie v roku 2011

- **Natierania tlačových papierov** s použitím náterových kompozícií pripravených zo zmesí: kaolínu, mikromletého a zrážaných typov uhličitanu vápenatého. Hladenie v superkalandri.

Pripravili sa modelové papiere:

- **Papiere glejené v hmote ASA technológiou**
- **Hárky s riadenou porozitou** (stupeň mletia, prídavok mikrokryštalickej celulózy).



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 1.3 - Nové metódy hodnotenia penetrácie a štruktúry povrchu

- Na charakterizáciu modelových papierov z hľadiska hodnotenia penetrácie sa použili dve nové metódy:
- **Meranie dynamiky zmáčania metódou kontaktného uhla.** Zaviedla sa korekcia kontaktného uhla vzhľadom na mikrotopografiu povrchu papiera, čím sa dosiahli výsledky porovnateľné s KIT metódou hodnotenia olejo- a tukovzdorných papierov.
- **Meranie dynamickej penetrácie kvapalín ultrazvukovou metódou.** Metóda umožnila pozorovať a hodnotiť skorú fázu interakcie papiera s kvapalinou (zmáčanie a penetráciu).

DRIFT metódou FT-NIR spektroskopie, sa testovala rozlíšiteľnosť papiera podľa typu použitého glejaceho prostriedku a plnidla.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 3 – Interakcia kvapalina- zušľachtený povrch

### Etapa 3.1 - Štúdium štruktúry natieraných povrchov

Vykonal sa tlačové skúšky série komerčných bezdrevných nenatieraných a natieraných ofsetových papierov a vypracovali sa 2 nové metódy hodnotenia mikrotopografie (fotoklinometriou) a pórovitosti náterov (obrazovou analýzou SEM). Získali sa poznatky o účinkoch štruktúry povrchu papiera na zmáčateľnosť a priebeh interakcie kvapalín s rôznym povrchovým napätím pri styku s povrchom papiera. Spracovaním infračervených spektier v NIR a MIR oblasti môžeme pozorovať zmenu druhu, spracovania surovín a technologických podmienok výroby papiera.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 3.2 - Hodnotenie interakcií tlačových farieb s povrchom

On-line meranie mottlingu potlačených plôch v prístroji IGT Amsterdam je v dobrej zhode s off-line meraniami. Študovali sa vzťahy medzi potlačiteľnosťou, topografiou a pórovitosťou komerčných ofsetov. Topografia a povrchová energia vysvetlili tendenciu papiera k mottlingu pri viacfarebnej ofsetovej tlači na 90 %. Pórovitosť náteru vysvetľuje dobu zasychania tlačovej farby na 65 % a zostatok sa môže vysvetliť difúziou oleja z tlačovej farby do latexu.



## Riešenie v roku 2011

### Vypracovali sa dve nové metódy

1. Hodnotenie mottlingu pri viacfarebnej tlači a jeho predikcia pomocou topografie povrchu a povrchovej energie.
2. Stanovenie obsahu povrchových pórov v náteri analýzou obrazu získaného snímacou elektrónovou mikroskopiou pri vysokom zväčšení a jeho využitie pri predikcii rýchlosti zasychania tlačovej farby.

- Prezentovali sa čiastkové výsledky na odbornom seminári „Molekulová spektroskopia“ v ČR a na medzinárodnom sympóziu „Vybrané procesy pri spracovaní dreva“ v Štúrove.
- Vytvoril sa 1 nový výskumný projekt v rámci všeobecnej výzvy APVV VV2011, kde sa v plnej miere uplatnia skúsenosti mladých výskumných pracovníkov a nová infraštruktúra, získané v rámci riešenia tohto projektu.
- Pripravili sa podklady pre publikáciu výsledkov v recenzovaných a karentovaných časopisoch v roku 2012.



# Harmonogram riešenia projektu na rok 2012

	<b>Názov etapy</b>	<b>Začiatok</b>	<b>Koniec</b>
<b>Etapa 1</b>	<b>Výskum a parametre dynamiky penetrácie kvapalín</b>	01/2012	10/2012
	<b>E1/3</b> Nové metódy hodnotenia penetrácie a štruktúry povrchu <i>Experimentálne štúdium vplyvu dynamickej WRV náterovej farby na tvorbu prednáteru a vlastnosti bariérového papiera</i>		
<b>Etapa 4</b>	<b>Vzťah procesných a kvalitatívnych parametrov</b>	01/2012	11/2012
	<b>E4/1</b> Vplyv podmienok zušľachtovania na povrchové vlastnosti	01/2012	06/2012
	<b>E4/2</b> Vplyv podmienok zušľachtovania na tlačové a bariérové vlastnosti <i>Výskum modelových papierov a optimalizácia nových metód pri charakterizácii komerčných a modelových papierov</i>	07/2012	11/2012
	<b>Názov výstupu</b>		
	Optimálna technológia povrchového zušľachtovania		



# Riešenie v roku 2012

## **Etapa 1 - Výskum a parametre dynamiky penetrácie kvapalín**

### **Etapa 1.3 - Nové metódy hodnotenia penetrácie a štruktúry povrchu**

Študovala sa kompatibilita náterovej farby s papierovou podložkou pri vysokej rýchlosti natierania simulovanej v ultrazvukovom prístroji PDA C.02.

V náterovej farbe sa hodnotila:

- dynamická retencia vody DWR
- homogenita a strmosť penetrácie FC
- doba imobilizácie náterovej farby IT.

Na retenciu vody v náterovej farbe výrazne vplývala okrem zloženia náterovej farby aj porozita a stupeň zaglejenia podložky. Vlastnosti podložky ovplyvnili aj rýchlosť tvorby filtračného koláča a homogenitu/nehomogenitu penetrácie náterovej farby.



# Riešenie v roku 2012

## Etapa 4 - Vzťah procesných a kvalitatívnych parametrov

### Etapa 4.1 - Vplyv podmienok zušľachtovania na povrchové vlastnosti

- Pripravili sa modelové bariérové papiere technológiou 1) pigmentovým prednáterom, 2) povrchovým glejením, 3) kombináciou povrchového glejenia s prednáterom.
- Analýzou PCA NIR spektier sa vyhodnotila rozlíšiteľnosť použitého bariérového prostriedku v bariérových papieroch.
- Objektívizovalo sa hodnotenie oleofóbnosti a účinnosti bariérových prostriedkov pomocou metódy kontaktného uhla.
  
- Pripravili sa modelové natierané ofsetové a inkjetové papiere. Modelové papiere boli opísané povrchovou energiou a dynamikou zmáčania, dynamikou penetrácie kvapalín, topografiou, pórovitosťou náteru pomocou SEM, indexom formácie a infračervenými spektrami.





## Riešenie v roku 2012

### **Etapa 4.2 - Vplyv podmienok zušľacht'ovania na tlačové a bariérové vlastnosti**

- Vykonali sa tlačové skúšky na tlačovom prístroji IGT Amsterdam 1 a merania opisujúce vlastnosti modelových natieraných kalandrovaných a nekalandrovaných papierov.
- Vzťahy medzi procesnými parametrami technológie prípravy náteru a kvalitatívnymi parametrami papiera sa študovali pomocou korelačnej analýzy. V oblasti tlačových papierov sa pri hodnotení potlačiteľnosti a kvality tlače použili údaje o obsahu a type pigmentov a spojív v náterovej farbe a o podmienkach hľadania papiera. Vyhodnotila sa korelácia povrchových parametrov papiera vo vzťahu k nerovnomernosti tlače (mottlingu), optickej hustote tlače a rýchlosti zasychania tlačovej farby.



## Riešenie v roku 2012

- Vypracovala sa metóda on-line merania tendencie papiera k mottlingu.
- Vypracovala sa metóda na predikciu povrchových štruktúr natieraného papiera a rýchlosti zasychania tlačovej farby pomocou procesných parametrov hodnotených metódami fotoklinometrie a infračervenej spektroskopie v strednej oblasti.
- Výsledky hodnotenia komerčných a modelových papierov pomocou tlačového prístroja IGT Amsterdam 1 a ultrazvukového prístroja PDA C.02 boli uverejnené v nekarentovaných odborných časopisoch formou 2 odborných prác „*Using of ultrasound method for evaluation of surface and permeability paper properties*“, *Papir a celulóza* 67(6): 180-183 (2012), „*Hodnocení mottlingu v ofsetovém tisku on-line a off-line metodou*“. *Svět tisku* (7-8): 36-38 (2012).



## Riešenie v roku 2012

- Pripravili sa 3 vedecké práce „*Influence of surface topography coated paper on mottling*“, „*Prediction of surface structures of coated paper and of ink setting time by infrared spectroscopy*“, a „*The influence of paper surface energy on multicolor offset print mottling*“, ktoré sú v recenzii redakcií zahraničných karentovaných časopisov Nordic Pulp Paper Research Journal a Tappi Journal.
- Boli vytvorené dva nové výskumné projekty vo výzve VV 2012 Agentúry pre podporu výskumu a vývoja (APVV). Projekty sú orientované na obalové a tlačové papiere.



# Výstupy projektu základného výskumu - súhrn

## **Rok 2010**

- 2 metódy hodnotenia a 1 metóda zušľacht'ovania papiera
- Rozšírenie teoretických poznatkov v oblasti bariérových papierov
- 1 odborná práca v nerecenzovanom zborníku
- 3 priebežné výskumné správy

## **Rok 2011**

- Vypracovanie hodnotiacich metód interakcie tlačových farieb s povrchom papiera
- 1 vedecká práca v domácom nekarentovanom časopise
- 2 odborné práce v nerecenzovaných zborníkoch
- 2 priebežné výskumné správy
- Vytvorenie 1 projektu základného výskumu

## **Rok 2012**

- 2 predikčné metódy
- Objektivizácia hodnotenia oleofóbnosti a účinnosti bariérových prostriedkov
- 3 vedecké práce v zahraničnom karentovanom časopise
- 2 odborné práce v nekarentovanom časopise a 2 v nerecenzovanom zborníku
- 1 priebežná výskumná správa
- 2 vyvolané projekty základného výskumu



## **II. Projekt aplikovaného výskumu**

### **Konverzia technológie výroby flutingu v Smurfit Kappa Štúrovo**

**Doba riešenia projektu:**

**1. 12. 2009 - 30. 11. 2012**

**Zodpovedný riešiteľ:**

**Ing. Mária Fišerová, PhD.**

**Žiadateľ o stimuly:**

**Výskumný ústav papiera  
a celulózy a.s.,**

**Lamačská cesta 3,**

**841 04 Bratislava**

**[www.vupc.sk](http://www.vupc.sk)**



# Rozpočet projektu

Požadovaná výška dotácie pre projekt	1 092 171,- €
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	494 125,- €
Celkové náklady	1 586 296,- €
z toho kapitálové výdavky	0,- €



## Cieľ na celé obdobie riešenia

Projekt aplikovaného výskumu sa opiera o výsledky základného výskumu a štúdie technickej realizovateľnosti projektu výskumu a vývoja.

Hlavným cieľom projektu aplikovaného výskumu je preveriť možnosti konverzie technológie zastavenej výroby flutingu na optimálny, nový, trvalo udržateľný a konkurencieschopný výrobný program na báze existujúcej výrobnéj technológie, ktorá je v dobrom technickom stave.

Cieľom je preveriť možnosti výroby iných druhov papiera s vyššou pridanou hodnotou - ako napríklad HWC papiere, skladačková lepenka, novinový papier, vrecový papier a pod., poprípade možnosti výroby moderných izolačných materiálov na báze primárnych a sekundárnych vlákien a možnosti výroby mnohovrstvových zlepovaných izolačných dosiek na báze vlnitej lepenky pre izolačné vrstvy nízkoenergetických a pasívnych domov.



## Cieľ na celé obdobie riešenia

Cieľom je aj rozšírenie pracoviska výskumu o novú progresívnu časť, zameranú na konverziu existujúcich technológií výroby celulózy a papiera, na optimalizáciu nových resp. modifikovaných výrobných technológií a na riešenie konkrétnych výskumných úloh zameraných na modifikácie existujúcich technológií v celulózo-papierenskom priemysle Slovenskej republiky.





# Časový harmonogram a očakávané výstupy riešenia

Názov etapy		Začiatok	Koniec
<b>Etapa 1</b>	Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie	12/2009	12/2011
<b>Etapa 2</b>	Výskum vlastností nových papierenských výrobkov	01/2010	09/2012
<b>Etapa 3</b>	Výskum vlastností nových izolačných materiálov	01/2010	03/2012
<b>Etapa 4</b>	Optimalizácia využitia existujúcej energetiky	05/2010	11/2012

<b>Etapa 1</b>	Modifikovaná výrobná technológia
<b>Etapa 2</b>	Konkurencieschopný papierenský výrobok
<b>Etapa 3</b>	Výrobok/izolačný materiál
<b>Etapa 4</b>	Optimalizačný software



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

Rok 2009					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>5 784</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5 784</b>
- z toho bežné výdavky	5 784	0	0	0	5 784
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>13 494</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13 494</b>
- z toho bežné výdavky	13 494	0	0	0	13 494
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>19 278</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19 278</b>



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

<b>Rok 2010</b>					
<b>Stimuly podľa ročných etáp (€)</b>	<b>Etapa 1</b>	<b>Etapa 2</b>	<b>Etapa 3</b>	<b>Etapa 4</b>	<b>Spolu</b>
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>54 430</b>	<b>33 000</b>	<b>26 143</b>	<b>23 193</b>	<b>136 766</b>
- z toho bežné výdavky	54 430	33 000	26 143	23 193	136 766
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>127 000</b>	<b>77 000</b>	<b>61 000</b>	<b>41 001</b>	<b>306 001</b>
- z toho bežné výdavky	127 000	77 000	61 000	41 001	306 001
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>181 430</b>	<b>110 000</b>	<b>87 143</b>	<b>64 194</b>	<b>442 767</b>



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

Rok 2011					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>34 964</b>	<b>50 979</b>	<b>35 061</b>	<b>46 126</b>	<b>167 130</b>
- z toho bežné výdavky	34 964	50 979	35 061	46 126	167 130
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>81 587</b>	<b>118 950</b>	<b>81 808</b>	<b>83 951</b>	<b>366 296</b>
- z toho bežné výdavky	81 587	118 950	81 808	83 951	366 296
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>116 551</b>	<b>169 929</b>	<b>116 869</b>	<b>130 077</b>	<b>533 426</b>



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj

Rok 2012					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>0</b>	<b>62 141</b>	<b>40 072</b>	<b>82 232</b>	<b>184 445</b>
- z toho bežné výdavky	0	62 141	40 072	82 232	184 445
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>0</b>	<b>136 913</b>	<b>88 289</b>	<b>181 178</b>	<b>406 380</b>
- z toho bežné výdavky	0	136 913	88 289	181 178	406 380
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>0</b>	<b>199 054</b>	<b>128 361</b>	<b>263 410</b>	<b>590 825</b>



# Riešenie v roku 2009

## **Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie**

### **Etapa 1.1 - Analýza aktuálneho technického stavu existujúcej technológie**

Riešenie projektu bolo začaté výskumom možností konverzie existujúcej technológie výroby flutingu (papieru na zvlnenú vrstvu vlnitej lepenky), analýzou aktuálneho technického stavu existujúcich zariadení a analýzou možností ich využitia pre alternatívny výrobný program. V rámci prvej etapy riešenia bola podrobne opísaná celá výrobná technológia počnúc analýzou aktuálneho technického stavu výroby polobuničiny, teda varenia, defibrácie a prania polobuničiny a regenerácie chemikálií. Analyzovaná bola odparka, samotný regeneračný kotol a príprava varného roztoku.



## Riešenie v roku 2009

V ďalšom kroku bola uskutočnená analýza aktuálneho stavu technológie v prípravni zberového papiera a výroby na samotnom papierenskom stroji, v rámci ktorej bola práca sústredená na spracovanie zberového papiera. Teda rozvlákňovanie zberového papiera, predtriedenie, hrubé triedenie, jemné triedenie a v rámci výroby papiera na PS bola analyzovaná technológia prípravy látky, triedenie a samotný papierenský stroj. Pozornosť bola sústredená na aktuálny stav nátokovej skrine, na sitovú a sušiacu časť PS a na samotné navíjanie papiera a spracovanie flutingu.

V rámci analýzy aktuálneho technického stavu energetiky bola analýze podrobená výroba tepla, teda na kotle a na výrobu elektrickej energie pomocou turbín. Pripravili sa aktuálne technologické schémy, v ktorých boli premietnuté všetky technologické zmeny a procesové modifikácie z posledných rokov.



## Riešenie v roku 2009

Spracované boli prvé laboratórne testy potenciálnych nových výrobkov, ako aj prvé poloprevádzkové preverenie možnosti výroby špeciálnych papierov. Parametre výroby ako aj receptúru výrobku bude treba ďalej optimalizovať.

Riešenie pokračovalo v súlade s harmonogramom analýzy aktuálneho technického stavu existujúcej technológie, selekciou využiteľných zariadení na možné konverzné programy, výskumom vlastností nových papierenských výrobkov, prieskumom trhu papierenských výrobkov, určením potenciálnych konkurencieschopných papierenských výrobkov, výskumom vlastností nových izolačných materiálov, prieskumom trhu s izolačnými materiálmi a určením potenciálnych konkurencieschopných izolačných materiálov.





# Harmonogram riešenia projektu na rok 2010

	Názov úlohy	Začiatok riešenia	Koniec riešenia
<b>1</b>	<b>Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie</b>	<b>01/2010</b>	<b>12/2011</b>
1.1	Analýza aktuálneho technického stavu existujúcej technológie – časť celulózka a regenerácia	01/2010	09/2010
1.2	Selekcia využiteľných zariadení na možné konverzné programy - časť celulózka a regenerácia	01/2010	12/2010
1.3	Určenie potrebných modifikácií procesov – časť celulózka a regenerácia	04/2010	12/2010
1.4	Výber najperspektívnejších výrobných programov - časť celulózka a regenerácia	12/2010	12/2010
<b>2</b>	<b>Etapa 2 - Výskum vlastností nových papierenských výrobkov</b>	<b>01/2010</b>	<b>09/2012</b>
2.1	Prieskum trhu papierenských výrobkov – tlačové papiere	01/2010	12/2010
2.2	Určenie potenciálnych konkurencieschopných papierenských výrobkov – časť tlačové papiere	03/2010	12/2010
<b>3</b>	<b>Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov</b>	<b>01/2010</b>	<b>03/2012</b>
3.1	Prieskum trhu s izolačnými materiálmi – na báze polobuničiny	01/2010	12/2010
3.2	Určenie potenciálnych konkurencieschopných izolačných materiálov - na báze polobuničiny	03/2010	12/2010
<b>4</b>	<b>Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky</b>	<b>05/2010</b>	<b>11/2012</b>
4.1	Analýza technického stavu zdrojov a spotrebičov tepla – časť – analýza zdrojov tepla	05/2010	12/2010



# Riešenie v roku 2010

## **Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie**

### **Etapa 1.1 - Analýza aktuálneho technického stavu existujúcej technológie**

Riešenie projektu v roku 2010 pokračovalo analýzou aktuálneho technického stavu existujúcich zariadení a analýzou možností ich využitia pre alternatívny výrobný program. Podrobne sa zisťovali a zhromažďovali technické údaje. V rámci prvej etapy riešenia bola podrobne opísaná celá výrobná technológia počnúc analýzou aktuálneho technického stavu výroby polobuničiny, teda varenia, defibrácie a prania polobuničiny a regenerácie chemikálií. Analyzovaná bola odparka, samotný regeneračný kotol a príprava varného roztoku.



## Riešenie v roku 2010

### **Etapa 1.2 - Selekcia využiteľných zariadení na možné konverzné programy - časť celulózka a regenerácia**

Vytvoril sa zoznam využiteľných zariadení – databáza informácií ohľadom zapojenia, funkcie, výkonu/kapacity, technického stavu vrátane obdobia obstarania jednotlivých zariadení.

### **Etapa 1.3 - Určenie potrebných modifikácií procesov – časť celulózka a regenerácia**

Pri výbere určitých alternatívnych výrobných programov, vyžadujúcich hlbšiu delignifikáciu by bolo treba technológiu doplniť o kaustifikáciu a pec na regeneráciu vápna. V prípade bielených programov aj o bieliareň, pričom sa v práci konštatuje, že táto alternatíva je menej pravdepodobná.



## Riešenie v roku 2010

V prípade, že sa vyberie výroba papierov s nižšou plošnou hmotnosťou, bude treba pristúpiť ku zvýšeniu rýchlosti stoja, v určitých prípadoch sa uvažuje s výmenou lisovej časti, prípadne skrátením sušiacej časti a integráciou in-line superkalandra či natierania.

### **Etapa 1.4 - Výber najperspektívnejších výrobných programov - časť celulózka a regenerácia**

Identifikovali sa možnosti výroby novinového papiera, SC papierov, natieraných papierov, dobré sú predpoklady v prípade určitých druhov obalových materiálov.

S pravdepodobnosťou blížiacou sa istote sa vylúčila možnosť výroby bielych tlačových papierov.



# Riešenie v roku 2010

## **Etapa 2 - Výskum vlastností nových papierenských výrobkov**

### **Etapa 2.1 - Prieskum trhu papierenských výrobkov – tlačové papiere**

Analýze sa podrobili trendy vývoja celosvetových kapacít pre tlačové papiere, ako aj analýzy okolitých krajín a krajín významných z hľadiska výroby tlačových papierov. Ukázali sa rastúce trendy výroby novinových a SC papierov, ktoré významne posilnili svoju konkurencieschopnosť v rámci daného segmentu, vďaka významnému zvýšeniu potlačiteľnosti SC papierov, čo sa docielilo významným rozvojom technológií kalandrovania.



# Riešenie v roku 2010

## **Etapa 2.2 - Určenie potenciálnych konkurencieschopných papierenských výrobkov – časť tlačové papiere**

Z tlačových papierov ukázali najväčší potenciál papiere s nižšími belosťami, novinové a SC papiere. Ich významný potenciál je v rastúcich trhoch vďaka intenzívnej marketingovej aktivite obchodných reťazcov, ktoré zvyšujú svoj podiel na trhu prostredníctvom reklamných letákov, katalógov a rastúce takisto internetové obchody a katalógový predaj.



# Riešenie v roku 2010

## Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov

### Etapa 3.1 - Prieskum trhu s izolačnými materiálmi

V dôsledku vysokej ceny energie na celom svete je dopyt po izolačných materiáloch na zateplovanie stavieb. Na zateplovanie sa najviac používajú organické materiály na báze dreva – izolačné drevovláknité dosky a na báze umelých polymérov – extrudovaný polystyrén. Z anorganických materiálov sa používa čadičová vata a sklenená vata. Používanie drevovláknitého materiálu vo svete je oveľa vyššie ako na Slovensku a v okolitých krajinách a práve to vytvára významný potenciál pre rast spotreby týchto ekologických izolačných materiálov.



## Riešenie v roku 2010

### **Etapa 3.2 - Určenie potenciálnych konkurencieschopných izolačných materiálov - na báze polobuničiny**

Z pripravenej defibrovanej vlákničky polobuničiny odobranej priamo z výrobných linky sa pripravili v laboratórnych podmienkach izolačné polobuničínové vlákničné dosky (IPVD). Pri ich príprave sa dosiahla objemová hmotnosť  $250 \text{ kg/m}^3$  pri stlačení vlákničného koberca na 15 mm. Dosiahli sa dobré izolačné vlastnosti - hodnota koeficienta tepelnej vodivosti  $\lambda 0,056 \text{ W/mk}$ . Vyšší konkurenčný potenciál v sebe skrývajú kompozitné materiály na báze vrstvenej vlnitej lepenky. Ich izolačné vlastnosti sa budú analyzovať v súlade s harmonogramom riešenia v nasledujúcom období.





# Riešenie v roku 2010

## Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky

### Etapa 4.1 - Analýza technického stavu zdrojov a spotrebičov tepla – časť – analýza zdrojov tepla

V rámci analýzy aktuálneho technického stavu energetiky sa analýze podrobila výroba tepla, teda na kotle a na výrobu elektrickej energie pomocou turbín. Pripravili sa aktuálne technologické schémy, v ktorých sa premietli všetky technologické zmeny a modifikácie procesov z posledných rokov. Aplikovali sa aktuálne korekčné krivky účinností jednotlivých prevádzkyschopných kotlov a to v závislosti od výkonu kotla, v závislosti od teploty napájacej vody a v závislosti od teploty okolia. Vypracovali sa charakteristiky prevádzkovateľných parných turbín pričom na charakteristiky platné pre nové zariadenie za účelom zohľadnenia aktuálneho stavu sa vypracovala korekcia na základe posledných prevádzkových údajov.



# Harmonogram riešenia projektu na rok 2011

	Názov úlohy	Začiatok riešenia	Koniec riešenia
<b>1</b>	<b>Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie</b>	<b>01/2010</b>	<b>12/2011</b>
1.1	Analýza aktuálneho technického stavu existujúcej technológie – ukonč.	01/2010	09/2010
1.2	Selekcia využiteľných zariadení na možné konverzné programy	01/2011	01/2011
1.3	Určenie potrebných modifikácií procesov	01/2011	05/2011
1.4	Výber najperspektívnejších výrobných programov	01/2011	11/2011
<b>2</b>	<b>Etapa 2 - Výskum vlastností nových papierenských výrobkov</b>	<b>01/2010</b>	<b>09/2012</b>
2.1	Prieskum trhu papierenských výrobkov – tlačové papiere	01/2011	02/2011
2.2	Určenie potenciálnych konkurencieschopných papierenských	01/2011	05/2011
2.3	Výber optimálneho papierenského výrobku	04/2011	12/2011
2.4	Optimalizácia receptúry optimálneho papierenského výrobku	05/2011	12/2011
<b>3</b>	<b>Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov</b>	<b>01/2010</b>	<b>03/2012</b>
3.1	Prieskum trhu s izolačnými materiálmi	01/2011	01/2011
3.2	Určenie potenciálnych konkurencieschopných izolačných materiálov	01/2011	05/2011
3.3	Výber optimálneho izolačného materiálu	04/2011	07/2011
3.4	Optimalizácia receptúry optimálneho izolačného materiálu	05/2011	12/2011
<b>4</b>	<b>Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky</b>	<b>05/2010</b>	<b>11/2012</b>
4.1	Analýza technického stavu zdrojov a spotrebičov	01/2011	12/2010
4.2	Určenie ideálnej spotreby tepla pomocou metód integrácie procesov	04/2011	12/2011



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie

V roku 2011 sa preverovali možnosti konverzie existujúcej technológie na výrobu obalov s výnimkou flutingu. Preverovala sa možnosť výroby vrecového papiera a papiera na papierové nákupné tašky (zo 100 % odbúrateľného ekologického materiálu), ekologickej alternatívy igelitových (LDPE) a mikroténových (HDPE) nákupných tašiek. Preverovali sa aj možnosti výroby špeciálnych papierov. Analyzovali sa možnosti výroby ochranných papierov na balenie plechov a antikoročných papierov na balenie plechových a kovových súčiastok pre automobilový a elektrotechnický priemysel. Ďalej sa analyzovali možnosti využitia primárnych a sekundárnych vlákien na výrobu špeciálnych izolačných materiálov vrátane využitia anorganických vlákien a tiež možnosti využitia spomínaných vlákien pri výrobe špeciálnych netkaných textílií.



# Riešenie v roku 2011

## **Etapa 1.1 - Analýza aktuálneho technického stavu existujúcej technológie**

Riešenie etapy bolo ukončené v roku 2010.

## **Etapa 1.2 - Selekcia využiteľných zariadení na možné konverzné programy - časť celulózka a regenerácia**

Boli určené všetky zariadenia z existujúcej technológie, ktoré sú využiteľné na konverzné programy. Pri týchto aktivitách sa uvažovalo s aktuálnym technickým stavom jednotlivých zariadení, dobou nadobudnutia a predpokladanou dĺžkou prevádzky identických alebo podobných zariadení.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 1.3 - Určenie potrebných modifikácií procesov

Analýza delignifikačných podmienok v kontinuálnom varáku Bauer potvrdila, že v tomto varáku je možná po malých úpravách výroba nebielenej sulfátovej buničiny zo smreku so zvýšeným výt'azkom 55 %. Kapacita regeneračného kotla na spaľovanie čierneho lúhu je 170 t sušiny/deň, čo obmedzuje kapacitu výroby buničiny na 50 000 t/rok (150 t/deň). V technologickej linke výroby buničiny je potrebné opraviť požiarom poškodenú druhú linku na spracovanie dreva, doplniť do linky tzv. blowtank so zariadením na chladenie a rozvlákňovanie buničiny a nahradiť práciu linku buničiny. Linku regenerácie chemikálií je potrebné doplniť o kaustifikáciu a pec na regeneráciu vápna. Celkové náklady na doplnenie zariadení celulózky dosahujú 5,5 mil. Eur, pričom stavebné náklady sa pohybujú vo výške okolo 600 tis. Eur. Zaujímavá je aj možnosť doplnenia varnej technológie Pandia na výrobu a spracovanie vlákien z jednoročných rastlín v cene 1,7 mil. Eur.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 1.4 - Výber najperspektívnejších výrobných programov

Uskutočnila sa analýza a komparácia výhod v piatich oblastiach. Preverila sa možnosť výroby vrecového papiera a papiera na papierové nákupné tašky, teda ekologickej alternatívy igelitových (LDPE) a mikroténových (HDPE) nákupných tašiek, možnosti výroby ochranných papierov a antikoročných papierov na balenie plechov a plechových a kovových súčiastok pre automobilový a elektrotechnický priemysel, možnosť výroby netkaných textílií, moderných izolačných materiálov a dosiek a možnosti samostatného využitia energetiky. Určil sa náhradný papierenský produkt – špeciálny obalový papier o vysokej pevnosti na báze dlhovláknitej sulfátovej buničiny vhodný na výrobu papierových vriec, vrecúšok a tašiek a pri určitých plošných hmotnostiach použiteľných ako ochranné papiere aplikované pri zvinovaní a stohovaní plechov a tiež doplnkový sortiment menej náročných obalových papierov na báze sekundárnych vlákien z OCC, kvôli optimálnemu využitiu existujúcej linky na spracovanie zberového papiera.



# Riešenie v roku 2011

## **Etapa 2 – Výskum vlastností nových papierenských výrobkov**

### **Etapa 2.1 - Prieskum trhu papierenských výrobkov**

Zisťoval sa stav trhu pre obalové a baliace papiere, pre netkané textílie a pre prekladové ochranné a antikoročné papiere.

Analýze sa podrobili trendy vývoja celosvetových kapacít pre obalové materiály, ako aj analýzy okolitých krajín a krajín významných z hľadiska výroby obalových papierov. Po prudkom hospodárskom poklese v roku 2008 a celom roku 2009 papierenské odvetvie malo oveľa pozitívnejší rok 2010. Výroba papiera a lepenky v krajinách CEPI v roku 2010 bola 96,5 miliónov ton.



## Riešenie v roku 2011

Produkcija v oblasti baliacich papierov počas prvého štvrt'roka v roku 2011 v porovnaní s prvým štvrt'rokom v roku 2010 vzrástla o 2,1 % (o 128 000 ton), výroba lepenky a baliaceho papiera sa zvýšila o 4,8 % (o 149 000 ton) - celkovo v tomto sektore bol nárast o 3,1 % (10,6 miliónov ton). FAO v prehľade na roky 2010-2015 predpokladá postupné zvyšovanie produkcie obalových papierov pre producentov v rámci Európy aj mimo nej. Pri netkaných textíliách svetová výroba dosiahla v roku 2009 asi 7 miliónov ton (pri celkovej spotrebe textilných vlákien okolo 80 miliónov ton). Z toho bolo vyrobených v Európe okolo 30%. Toto odvetvie textilného priemyslu rastie vo svete v posledných rokoch ročne o 5 – 7 %. V najbližších 5 rokoch sa očakáva zvýšenie ročnej miery rastu z hodnoty 2,5 miliardy dolárov v roku 2010 na 3,5 miliardy dolárov v roku 2015. Ochranné a antikorózne papiere nie sú zvlášť deklarované v štatistikách a preto bol prehľad vypracovaný pomocou dát v Birkner Directory. Určili sa aj potenciálni odberatelia.





# Riešenie v roku 2011

## Etapa 2.2 - Určenie potenciálnych konkurencie schopných výrobkov

V oblasti obalových materiálov boli určené konkurencieschopné výrobky, vrecový papier a papier na papierové nákupné tašky (zo 100 % odbúrateľného ekologického materiálu), teda ekologickej alternatívy igelitových (LDPE) a mikroténových (HDPE) nákupných tašiek, ochranné papiere na balenie plechov a ochranné antikorózne obaly plechových a kovových súčiastok pre automobilový a elektrotechnický priemysel. Z oblasti špeciálnych výrobkov ako doplnkový sortiment prichádzajú do úvahy netkané textílie na báze dlhých vlákien.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 2.3 - Výber optimálneho papierenského výrobku

Na základe analýz opísaných v predošlých častiach ukázali najväčší potenciál obalové papiere vysokej pevnosti na báze dlhovláknitej buničiny, prípadne aj s prídavkom sekundárnych vlákien na báze OCC. Majú bezpečne rastúce trhy aj v SR ale aj v okolitých krajinách, ktoré sú schopné absorbovať zvýšenú produkciu tohto sortimentu. Na ich báze sa dajú vyrobiť ochranné papiere na balenie plechov, vrecové papiere s vysokými nárokmi na pevnosti a porozitu, ale po prídavku sekundárnych vlákien na báze OCC sa môžu vyrábať aj papiere na nákupné tašky, vrecúška a pod. ako ekologické náhrady igelitových (LDPE) a mikroténových (HDPE) nákupných tašiek.

Ako spracovateľské výrobky na báze baliacich papierov sú zaujímavé predovšetkým antikorózne papiere na balenie kovových výrobkov impregnované prchavými inhibítormi korózie.



## Riešenie v roku 2011

Silný strojársky, automobilový a elektrotechnický priemysel SR so zavedeným systémom dodávok „Just In Time (JIT)“ potrebuje tieto výrobky na balenie dodávaných plechových a kovových súčiastok. Obalové papiere v porovnaní s tlačovými papiermi majú lepšie trendy, väčšiu dynamiku rastu v proexportných ekonomikách a lepšie perspektívy. Tlačové papiere sú vo vyššej miere ohrozované elektronickými médiami.

Vybraným optimálnym výrobkom je špeciálny obalový papier o vysokej pevnosti na báze dlhovláknitej sulfátovej buničiny vhodný na výrobu papierových vriec, vrecúšok a tašiek a pri určitých plošných hmotnostiach použiteľných ako ochranné papiere aplikované pri zvinovaní a stohovaní plechov a tiež doplnkový sortiment menej náročných obalových papierov na báze sekundárnych vlákien z OCC, kvôli optimálnemu využitiu existujúcej linky na spracovanie zberového papiera.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 2.4 - Optimalizácia receptúry optimálneho papierenského výrobku

V rámci tejto etapy sa porovnávali obvyklé receptúry výroby vrecového papiera a papiera na papierové nákupné tašky s receptúrami výroby antikoročných papierov na balenie plechov, plechových a kovových súčiastok pre automobilový a elektrotechnický priemysel. Vychádzalo sa predovšetkým zo spracovania sekundárnych vlákien na báze OCC (Old Corrugated Containers), teda zberového papiera na báze použitých vlnitých lepeniek, pričom sa testovali možnosti prídavku dlhých vlákien pre zvýšenie mechanických vlastností. Sledovali sa vlákna, ktoré môže obsahovať klasická receptúra pevných obalových papierov a to primárne vlákna (sulfátová dlhovláknitá buničina, priemyselná tráva “Szarvasi - 1“, konope) a sekundárne vlákna (zberový papier OCC) v papierenských výrobkoch a taktiež anorganické a organické vlákna v papieri.



# Riešenie v roku 2011

## **Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov**

### **Etapa 3.1- Prieskum trhu s izolačnými materiálmi**

Boli porovnávané izolačné materiály (organické, anorganické) z hľadiska tepelno-izolačných vlastností, difúzneho odporu, požiarno-technických vlastností, hygienických vlastností a životnosti izolácie.

### **Etapa 3.2 - Určenie potenciálnych konkurencieschopných izolačných materiálov**

Ako potenciálne konkurencieschopný izolačný materiál bol skúmaný materiál na báze polobuničinovej vlákničky a na báze vrstvenej vlnitej lepenky. Pripravili sa izolačné polobuničinové vláknité dosky, izolačný materiál z vrstvenej lepenky, kompozitné izolačné materiály na báze vrstvenej lepenky a polotvrde vláknité dosky z polobuničinového vlákna.



## Riešenie v roku 2011

Materiál na báze polobuničinovej vlákničky sa pripravil po analýze vlastností rafinovanej a defibrovanej vlákničky z defibrovanej vlákničky technológiou vychádzajúcou z prípravy drevovláknitých izolačných dosiek. Pripravené izolačné polobuničinové vláknité dosky (IPVD) s objemovou hmotnosťou  $250 \text{ kg/m}^3$  mali dobré tepelno-izolačné vlastnosti - koeficient tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,056 \text{ W/m.K}$ . Pripravené dosky IPVD mali fyzikálne a mechanické vlastnosti vyhovujúce požiadavkám pre izolačné dosky. Skúmala sa možnosť prípravy polotvrdých vláknitých dosiek z polobuničinového vlákna (PVD).

Pripravené polotvrdé vláknité dosky z polobuničinového vlákna s objemovou hmotnosťou nad  $630 \text{ kg/m}^3$  spĺňajú požiadavky STN EN 622-3 pre polotvrdé dosky s vysokou hustotou na všeobecné účely (zadné steny nábytkových dielcov, obalové dosky) na použitie v suchom prostredí.



## Riešenie v roku 2011

Dosiahli sa hodnoty fyzikálno-mechanických vlastností požadované pre MDF dosky (sú to polotvrde vláknité dosky vyrábané zo sušenej vlákniny lepené močovinomelamín-formaldehydovými polykondenzátmi nanesenými na suché vlákno a lisované pri teplotách 180 – 210 °C) v suchom prostredí používané pre nábytkársky priemysel.

Izolačný materiál na báze vrstvenej lepenky (IDVL) bol pripravený použitím rôznej skladby kartónu s rôznou hrúbkou zlepenej vzorky. Objemová hmotnosť pripravených vzoriek bola v rozmedzí 99 až 101 kg/m<sup>3</sup>. Koeficient tepelnej vodivosti  $\lambda$  u vzoriek izolačnej dosky bol 0,047 W/m.K .



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 3.3 - Výber optimálneho izolačného materiálu

Vzhľadom na dosiahnuté vlastnosti pripravených izolačných materiálov, hlavne koeficienta tepelnej vodivosti a dosiahnutej objemovej hmotnosti je izolačná doska z vrstvenej lepenky vybraný konkurencieschopný materiál. V porovnaní s ostatnými izolačnými materiálmi si izolačná doska z vrstvenej lepenky (IDVL) zachová výhodu drevných materiálov t.j. hygienickú nezávadnosť a ľahkú recykláciu a prípadne aj ľahkú likvidáciu po užití. Jej výhodami sú ľahká manipulácia (holou rukou), opracovateľnosť (orezávanie) priamo na zatepľovanej stene (túto výhodu mal doteraz len polystyrén), stálosť (polystyrén je tepelne a svetelne nestály) a v prípade požiaru je rýchlosť horenia asi polovičná ako polystyrénu, pričom polystyrén pri požiari uvoľňuje aj toxický dym.





## Riešenie v roku 2011

### **Etapa 3.4 - Optimalizácia receptúry optimálneho izolačného materiálu**

Optimalizovala sa technológia prípravy izolačnej dosky z vrstvenej lepenky a ekonomicky sa vyhodnotili výhody jej použitia v porovnaní s tepelnou izoláciou z polystyrénu a drevovláknitých izolačných dosiek. Testovali sa možnosti aplikácie anorganických vlákien z dôvodu zvýšenia požiarnej odolnosti izolačného materiálu. Tiež sa skúmali možné kompozitné materiály na báze IDVL, ktoré vylepšujú vlastnosti IDVL pre špeciálne použitia.



# Riešenie v roku 2011

## Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky

### Etapa 4.1 - Analýza technického stavu zdrojov a spotrebičov

V rámci analýzy aktuálneho technického stavu energetiky sa analýze podrobila výroba tepla, výroba elektrickej energie ale hlavne spotrebiče energie. Analýza technického stavu zdrojov a spotrebičov tepla sa sústredila na kotle na výrobu pary, na turbíny na výrobu elektrickej energie využívajúce energiu vysokotlakovej pary a na spotrebiče energie v hlavných technologických uzloch: varňa, regenerácia, výroba papiera na papierenskom stroji. Z kotlov je najdôležitejší kotol K1 prispôsobený na spaľovanie čierneho uhlia, zemného plynu a bioplynu, a regeneračný kotol na spaľovanie rozpustených organických látok v čiernom lúhu a na regeneráciu chemikálií pre varný proces. Kotle K3 a K4 sú záložné a určené na používanie v prípade odstávky kotla K1 prípadne regeneračného kotla. Zo spotrebičov vysokotlakovej pary je najdôležitejšia kondenzačná turbína s generátorom elektrickej energie TG1, TG2 slúži ako záloha v prípade odstávky TG.



## Riešenie v roku 2011

V prípade spotrebičov strednotlakovej a nízkotlakovej pary sú najdôležitejšie procesy sušenia papiera a proces delignifikácie drevných štiepok v kontinuálnom varáku Bauer. Vychádzalo sa z aktuálnych technologických schém, v ktorých sa premietli všetky technologické zmeny a modifikácie procesov z posledných rokov.

### **Etapu 4.2 - Určenie ideálnej spotreby tepla pomocou metód integrácie procesov**

Základné charakteristiky kotlov a turbín sa spracovali do databáz, ktoré budú slúžiť ako podpora optimalizačného softvéru vyvíjaného na základe najmodernejších metód integrácie procesov - pomocou Pinch analýzy, ktorá predstavuje v celulózo-papierenskom priemysle inovatívnu metódu efektívneho znižovania špecifickej spotreby energie a pomáha pri minimalizácii celkových výrobných nákladov.



## Riešenie v roku 2011

V rámci tejto analýzy sa určili možnosti úspory energie, efektívne modifikácie existujúcej technológie, ako aj návrh novej energeticky úspornej výrobnéj technológie. Pinch analýza ďalej umožnila identifikovať alternatívy lepšieho využívania zdrojov tepla a chladu existujúcich technologických celkov ich optimálnym radením a minimalizáciou celkovej straty energie.

Uskutočnila sa analýza jednotlivých technologických uzlov a tiež globálna analýza technologického celku. Ideálna ustálená spotreba tepelnej energie výrobnéj technológie podniku Smurfit Kappa Štúrovo pri kontinuálnej prevádzke a optimálnej integrácii zdrojov a spotrebičov tepla dosahovala hodnotu 55 MJ/s zodpovedajúcu 55 MW tepelného výkonu, pričom sa na výstupe z kotlov dosahoval tepelný výkon 67 MW. Potenciál na úsporu energie bol 12 MW, čo predstavuje 18 % vzhľadom na súčasný tepelný výkon na výstupe z kotlov. Boli pripravené podklady pre vypracovanie softvéru pre optimálne prevádzkovanie zdrojov energie.



# Harmonogram riešenia projektu na rok 2012

	Názov úlohy	Začiatok riešenia	Koniec riešenia
<b>2</b>	<b>Etapa 2 - Výskum vlastností nových papierenských výrobkov</b>	<b>01/2010</b>	<b>09/2012</b>
2.4	Optimalizácia receptúry optimálneho papierenského výrobku	01/2012	09/2012
<b>3</b>	<b>Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov</b>	<b>01/2010</b>	<b>03/2012</b>
3.4	Optimalizácia receptúry optimálneho izolačného materiálu	01/2012	03/2012
<b>4</b>	<b>Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky</b>	<b>05/2010</b>	<b>11/2012</b>
4.2	Určenie ideálnej spotreby tepla pomocou metód integrácie procesov	01/2012	02/2012
4.3	Návrh optimálneho využitia potenciálu zdrojov	02/2012	10/2012
4.4	Optimalizácia prevádzkovania energetických zariadení	05/2012	11/2012



# Riešenie v roku 2012

## Etapa 1 - Výskum možnosti konverzie existujúcej technológie

V roku 2012 sa preverovali možnosti realizácie náhradných výrobných programov v oblasti obalových a tlačových papierov. Analyzovali sa potrebné modifikácie procesov a zhromaždili sa informácie o investičných nákladoch potrebných na realizáciu najvhodnejších konverzných (náhradných) výrobných programov a vypočítali sa návratnosti investícií potrebných na ich realizáciu. Na základe návratnosti investícií sa určil najlepší náhradný výrobný program v oblasti obalových papierov, a to výroba obalových papierov s vysokou pevnosťou. Návratnosť investícií pre tento prípad bola kalkulovaná na 5,06 roka. V oblasti tlačových papierov bol najvhodnejší výrobný program na základe návratnosti investícií výroba novinových a písacích papierov s návratnosťou 7,9 roka. Slabšia návratnosť súvisí s nižšou mierou využitia existujúcich zariadení. Ďalšou nevýhodou je surovina, biele triedy zberového papiera vhodné pre tento výrobný program sú na Slovensku nedostatkové a prebytkový zberový papier na báze OCC je nevhodný pre túto výrobu.



## Riešenie v roku 2012

Výstupom je **modifikovaná technológia na výrobu baliacich papierov**. Vysoké pevnostné vlastnosti vhodné na výrobu pevných baliacich papierov dosiahli hárky vyrobené zo smrekovej sulfátovej buničiny. Analýza ukázala, že v celulózke bude treba upraviť a doplniť niektoré zariadenia: kontinuálny varák Bauer (úpravy), technologická linka výroby buničiny (doplniť tzv. blowtank, nahradiť praciú linku buničiny), linka regenerácie chemikálií (doplniť o zariadenie na kaustifikáciu zeleného lúhu a pec na regeneráciu vápna). Celkové kalkulované investičné náklady na zavedenie výroby sulfátovej buničiny dosahujú výšku 5,5 milióna EUR. Stavebné náklady boli kalkulované na 550 tis. Eur. Vhodným doplnkom technológie by mohol byť systém varákov PANDIA v hodnote 1,709 mil. Eur. Po zastavení výroby flutingu v podniku Smurfit Kappa Štúrovo zostalo nevyužitú značné množstvo zberového papiera z obalov z vlnitej lepenky OCC (*Old Corrugated Containers* = staré obaly z vlnitej lepenky). Pre uvažovanú výrobu obalových papierov v Štúrove bola vyžiadaná ponuka na papierenský stroj od indickej firmy SERVALL ENGINEERING WORKS Pvt Ltd., Coimbatore, India. Celková kalkulovaná cena je 12,05 mil. Eur.



# Riešenie v roku 2012

## Etapa 2 - Výskum vlastností nových papierenských výrobkov

Vybraným optimálnym papierenským výrobkom ako náhrada za fluting je **obalový papier o vysokej pevnosti na báze dlhovláknitej buničiny a sekundárnych vlákien z OCC** vhodný na výrobu papierových vriec, sáčkov, tašiek a ochranných papierov aplikovaných pri zvinovaní a stohovaní plechov. Optimálny papierenský výrobok bol vybraný okrem iných aspektov aj na základe návratnosti investícií. Pre obalový papier bola návratnosť investícií kalkulovaná na 5,06 roka. Kalkulácia návratnosti sa realizovala softvérom REPAY. Pri výpočte návratnosti sa počítalo s výnosmi na základe kapacity výroby a predikovaných cien. Pri predikcii sa zohľadnil hlavný trend vývoja cien a konjunkturálne cykly z minulosti. Ďalej sa počítalo s investičnými aj prevádzkovými nákladmi. Pri kalkulácii sa brala do úvahy aj úroková miera, ktorá je reálna na trhu. Na základe daných údajov sa kalkulovala návratnosť investícií.

Na určenie optimálnej receptúry obalových papierov po zadaní kvalitatívnych požiadaviek bol vyvinutý softvér RECOPT.





# Riešenie v roku 2012

## Etapa 3 - Výskum vlastností nových izolačných materiálov

Výstupom etapy je konkurencieschopný izolačný materiál. V rámci úlohy boli pripravené polobuničninové izolačné dosky s objemovou hmotnosťou  $250\text{kg/m}^3$ , materiál na báze vrstvenej lepenky a jeho 6 rôznych kompozitov podľa účelu využitia (s odrazovou vrstvou proti sálavému teplu alebo s povrchovou vrstvou skleneného papiera, nehorľavé z anorganických vlákien a ďalšie) a napokon polotvrdé vláknité dosky s objemovou hmotnosťou nad  $630\text{ kg/m}^3$ . Za optimálny produkt bola zvolená izolačná doska z vrstvenej lepenky, kde sa technológia výroby aj patentovala (**PP50056-2012 „Technológia výroby ekologickej izolačnej dosky z vrstvenej vlnitej lepenky“**). Veľká pozornosť bola venovaná príprave polotvrdej vláknitej doske z polobuničninového vlákna s vlastnosťami MDF dosiek. Výhodou je, že tieto dosky neobsahujú formaldehyd. Technológia výroby danej polotvrdej vláknitej dosky bola patentovaná (PP50023-2012 „Spôsob výroby bezformaldehydovej polotvrdej dosky na báze polochemickej buničiny a lignocelulózového vlákna“). Návratnosť investície na realizáciu výroby kalkulovaná softvérom REPAY je 2,9 roka.



# Riešenie v roku 2012

## Etapa 4 - Optimalizácia využitia existujúcej energetiky

Analýze technického stavu energetiky pôvodného podniku Smutfit Kappa Štúrovo sa podrobila výroba tepla a výroba elektrickej energie. Možným zdrojom tepla sú kotle K1, K3, K4. Kotel K6 pri prevádzke varne zabezpečuje regeneráciu chemikálií a minimalizáciu znečistenia povrchových vôd. Výroba elektrickej energie môže prebiehať kondenzačno-odberovým turbogenerátorom TG1, alebo protitlakovým turbogenerátorom TG2. Na optimalizáciu výroby tepla a elektrickej energie bol vyvinutý softvér **OPTIMEN**. Vstupné údaje tvorila databáza s charakteristikami o kotloch aj s korekčnými krivkami, charakteristiky turbín a schéma zapojenia energetických zdrojov. Na základe aktuálnych cien tepla, elektrickej energie a tiež výhrevnosti a cien palív program určí optimálnu kombináciu kotla, turbíny a vykurovacieho paliva.

Na analýzu procesov pomocou Pinch technológie bol vyvinutý softvér PAPERSTAR. Pomocou neho sa získajú informácie o ideálnej spotrebe energie, o ideálnom zapojení jednotlivých uzlov výrobných technológií a je nástrojom na optimalizáciu spotreby energie v technologickom celku.



## Výstupy : Patentové prihlášky

- 1. PP50056-2012** (UPV SR, 05. 12. 2012, „Technológia výroby ekologickej izolačnej dosky z vrstvenej vlnitej lepenky“, autori Boháček Š., Lübke H., Schwartz J., Pažitný A., Ihnát V., Černá K. : Výskumný ústav papiera a celulózy a.s. Bratislava,
- 2. PP50023-2012** (UPV SR, 21. 06. 2012) „Spôsob výroby bezformaldehydovej polotvrdej dosky na báze polochemickej buničiny a lignocelulózového vlákna“, autori Lübke H., Boháček Š.: Výskumný ústav papiera a celulózy a.s. Bratislava,



## Výstupy : Softvéry

1. Softvér **PAPSTAR** na kalkuláciu ideálnej spotreby energie v celulózo-papierenských podnikoch pri ideálnom zapojení zdrojov a spotrebičov tepla,
2. Softvér **REPAY** na kalkuláciu návratnosti investícií potrebných na doplnenie existujúcej technológie a na potrebné modifikácie pôvodných procesov a zariadení,
3. Softvér **RECOPT** na optimalizáciu receptúry obalových papierov, optimalizácia obsahu primárnych a sekundárnych vlákien na základe požiadaviek zákazníkov,
4. Softvér **OPTIMEN** na optimalizáciu prevádzkovania energetických zariadení (kotlov a turbín)



# Výstupy : Publikácie

- Fišerová M., Illa A., Boháček S., Kasajová M., **Handsheet Properties of Recovered and Virgin Fibre Blends**, Wood Research Vol. 58(1):1-10, 2013
- Gigac. J., Fišerová M., **Identification of Semichemical Fluting Properties by Application of Near Infrared Spectroscopy**, Wood research, Vol. 56 (2), 2011, SFPRI Bratislava, p. 189-202.
- Fišerová M., Gigac J., Illa A., Soda-AQ pulping of hemp stalks and pulp properties (**Nátron-AQ varenie konopných stoniek a vlastnosti buničiny**), Papír a celulóza, Vol. 67(1)2013, p. 14–19.
- Gigac J., Fišerová M., **Predikcia CMT, SCT a pevnosti v prietlaku laboratórnych hárkov pomocou NIR spektrometrie** (Prediction of CMT, SCT and burst strength of handsheets by NIR spectrometry) Papír a celulóza, Vol. 65 (2) 2011, p. 44 – 47.



## Výstupy : Publikácie

- Článok uverejnený v časopise Úradu priemyselného vlastníctva SR – Duševné vlastníctvo: Boháček Š.: **Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s. sa radí k svetovej špičke**, Časť: Z galérie tvorcov, Rozhovor so šéfredaktorom J. Šípošom po podaní patentovej prihlášky PP00068-2011, Duševné vlastníctvo, Vol. XV(4) 2011, p. 34 - 36.
- Článok uverejnený v časopise Forbes: Boháček Š. (Výskumný ústav papiera a celulózy Bratislava), Családy Zs. (Priemyselný park Štúrovo a.s.), Szabó E. (ASE Consulting, s.r.o., pôvodne výrobný riaditeľ v Smurfit Kappa Štúrovo a.s.) – **Recept na vzkriesenie štúrovských papierní**, Forbes, vol 3, November 2012, p. 16 – 21.



### **III. Štúdia technickej realizovateľnosti**

**Zvýšenie úžitkovej hodnoty lepidiel a lepiacich zmesí pre drevopriemysel a celulózo-papierenský priemysel inkorporáciou nanočastíc**

**Doba riešenia projektu: 1. 12. 2009 - 31. 12. 2010**

**Zodpovedný riešiteľ: Ing. Alois Vojta**

**Žiadateľ o stimuly: Výskumný ústav papiera a celulózy a.s.,  
Lamačská cesta 3,  
841 04 Bratislava  
[www.vupc.sk](http://www.vupc.sk)**



# Rozpočet štúdie

Požadovaná výška dotácie pre štúdiu	32 100,- €
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	10 700,- €
Celkové náklady	42 800,- €





## Ciele štúdie

- Získať relevantné podklady pre praktické využitie nanočastíc v oblasti formulácií lepidiel a lepiacich zmesí pre lepenie lignocelulóзовých materiálov navzájom ako aj s nedrevenými materiálmi /multimateriálové kompozity/, nasmerované pre využitie v drevopriemysle, priemysle papiera a celulózy a v stavebníctve.
- Zistiť druhy komerčne dostupných nanočastíc, vhodných pre modifikáciu úžitkových vlastností lepidiel a lepiacich zmesí ich inkorporovaním do modelových komerčných produktov – lepidiel.
- Kvantifikovať prejavy účinku množstva vybraných nanočastíc v polymérnych matriciach lepidiel a vyhodnotiť podľa príslušných technických noriem EN, STN a metodík a postupov organizácie.
- Výsledky riešenia štúdie využiť pre vypracovanie projektu aplikovaného výskum.



# Ciele štúdie

**Získanie teoretických poznatkov** v oblasti inkorporácie nanočastíc do polymérnych matric lepidiel a lepiacich zmesí pre zvýšenie ich úžitkových vlastností.

**Zvýšenie vedomostnej úrovne** vedeckých a výskumných pracovníkov:

Nové teoretické aj praktické poznatky sa využijú pri príprave nových projektov aplikovaného výskumu s realizačnou koncovkou prípravy modifikovaných lepidiel so zvýšenou pevnosťou lepenej špáry a zvýšenou odolnosťou proti pôsobeniu klimatických faktorov pre lepenie multimateriálových kompozitov.



# Časový harmonogram riešenia štúdie

Názov etapy	Začiatok	Koniec
<b>Etapa 1</b> Zistenie súčasného stavu využitia nanočastíc na modifikáciu vlastností lepidiel	12/2009	02/2010
<b>Etapa 2</b> Modifikácia modelových lepidiel vhodnými typmi nanočastíc	02/2010	08/2010
<b>Etapa 3</b> Výskum prípravy kvapalných koncentrátov nanočastíc pre formuláciu upravených receptúr lepidiel	04/2010	11/2010
<b>Etapa 4</b> Súhrnné vyhodnotenie výsledkov, vypracovanie záverečnej správy	08/2010	12/2010



# Očakávané výstupy riešenia

## **Výstup 1 :**

Formulácie modifikovaných lepiacich zmesí pre lepenie lignocelulóзовých materiálov navzájom a s nedrevenými materiálmi pre multimateriálové kompozity

## **Výstup 2 :**

Formulácie kvapalných koncentrátov nanočastíc ako prísad do komerčných lepidiel s nasmerovaným použitím



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj - štúdia technickej realizovateľnosti

Rok 2009					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>790</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>790</b>
- z toho bežné výdavky	790	0	0	0	790
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>2 370</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 370</b>
- z toho bežné výdavky	2 370	0	0	0	2 370
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>3 160</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 160</b>



# Rozpis finančných prostriedkov pre výskum a vývoj - štúdia technickej realizovateľnosti

Rok 2010					
Stimuly podľa ročných etáp (€)	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>0</b>	<b>3 960</b>	<b>5 560</b>	<b>390</b>	<b>9 910</b>
- z toho bežné výdavky	0	3 960	5 560	390	9 910
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Priama dotácia</b>	<b>0</b>	<b>12 300</b>	<b>16 650</b>	<b>780</b>	<b>29 730</b>
- z toho bežné výdavky	0	12 300	16 650	780	29 730
- z toho kapitálové výdavky	0	0	0	0	0
<b>Spolu za etapu</b>	<b>0</b>	<b>16 260</b>	<b>22 210</b>	<b>1 170</b>	<b>39 640</b>



# Riešenie etapy 1. v roku 2009

## Výstupy v roku 2009 :

- spracovanie rešerší o súčasnom stave využitia nanočastíc v lepiacich zmesiach
- vyhodnotenie súčasného stavu pre spresnenie metodík a pracovných postupov riešenia štúdie
- stanovenie metód modifikácie lepidiel vhodnými typmi nanočastíc a určenie prístrojovej techniky pre experimentálne práce



## Výsledky riešenia v roku 2009

Spracovaním rešerší a informácií z odbornej literatúry, z výstav a odborných veľtrhov, konzultácií a rokovaní so zástupcami firiem, vyrábajúcich lepidlá pre drevopriemysel ako aj z internetových databáz bol získaný prehľad súčasného stavu implementácie nanočastíc do lepiacich zmesí, vykonaný komerčný prieskum vecnej a cenovej dostupnosti vybratých druhov nanočastíc, vhodných pre inkorporáciu do matric komerčne dostupných lepidiel, získané boli katalógy a cenníky viacerých výrobcov vhodných nanočastíc. Výber bol vykonaný z množiny 181 výrobcov nanočastíc vo svete, v rámci rokovaní s obchodnými zástupcami výrobných firiem (Evonik, Byk, Chemie Munzig, ESK-Sic a ďalších) sa získali laboratórne vzorky nanočastíc, nanoaditív a dispergačných aditív.





# Postup riešenia štúdie v roku 2010

- Dokončenie riešenia 1. etapy.
- Riešenie 2., 3. a 4. etapy:
  - Výber modelových komerčných lepidiel, vhodných typov nanočastíc.
  - Odskúšanie vybraných roztokov modelových komerčných lepidiel pre inkorporáciu nanočastíc.
  - Kvantifikácia prejavov účinku množstva nanočastíc do modelových komerčných lepidiel.
  - Príprava rôznych variantov kvapalných koncentrátov nanočastíc a odskúšanie ich inkorporácie do komerčných lepidlových zmesí a ich aplikácia v lepených spojoch.
  - Skúšky pevnostných vlastností lepených spojov v šmyku.
  - Súhrnné vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov a vypracovanie záverečnej správy.



# Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

## Etapa 1 - Zistenie stavu v oblasti užitia nanočastíc na modifikáciu vlastností lepidiel

Vykonalo sa:

- spracovaním rešerší a informácií z odbornej literatúry, z výstav a odborných veľtrhov, konzultácií a rokovaní so zástupcami firiem, vyrábajúcich lepidlá a lepiace zmesi pre drevopriemysel ako aj z internetových databáz bol získaný prehľad súčasného stavu implementácie nanočastíc do lepiacich zmesí, aplikovaných v odboroch spracovania lignocelulóзовých materiálov,
- komerčný prieskum vecnej a cenovej dostupnosti vybratých druhov nanočastíc, vhodných na inkorporáciu do matric komerčne dostupných lepidiel, získané boli katalógy a cenníky viacerých výrobcov vhodných nanočastíc. Výber sa vykonal z množiny 181 výrobcov nanočastíc vo svete,



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

- v rámci rokovaní s obchodnými zástupcami výrobných firiem / Evonik, Byk, Chemie Munzig, ESK-Sic GmbH a ďalšími / sa získali laboratórne vzorky nanočastíc, nanoaditív a dispergačných aditív

### **Etapa 2 - Modifikácia modelových lepidiel vhodnými typmi nanočastíc**

Vykonalo sa:

- s prihliadnutím na ciele riešenia štúdie modifikácie úžitkových vlastností lepidiel pre drevopriemysel a celulózo-papierenský priemysel sa experimentálne práce v riešení tejto štúdie účelovo orientovali na zvýšenie pevnosti lepených ozubových spojov nekonečných drevených vlysov pre výrobu lepeného lamelového dreva / LLD / pre stavebníctvo, lepených spojov medzi drevenými lamelami súborov lepených lamelových nosníkov bez výstuže a s vystužením vysokopevnostnými vláknovými výstužami na báze laminátov s uhlíkovými, polyamidovými, prípadne sklenenými vláknami a to v spojoch drevo-drevo a drevo-laminát.



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

V súčasnosti sa pre tento účel používajú štandardné lepidlá melamínformaldehydové, močovinomelamínformaldehydové a jednozložkové polyuretánové lepidlá. V rámci experimentálneho výskumu v tejto štúdii sme overovali, či sa modifikáciou polyvinylacetátového, fenolrezorcínového a melamínformaldehydového lepidla nanočasticami dajú dosiahnuť vyhovujúce pevnosti spojov drevo-laminát v šmyku.

Na modifikáciu úžitkových vlastností lepidiel sú vhodné tie nanomateriály, ktoré sa aplikujú v oblasti plastických a náterových látok. Konkrétne tie, ktoré zabudované v polymérnej matrici zabezpečia zlepšenie zmáčania povrchov spájaných materiálov, zvýšenie mechanických pevností nanosov lepidla - kohézie a adhézie, zvýšenie odolnosti lepenej škáry voči pôsobeniu vody a vlhkosti, prípadne voči účinkom zvýšenej teploty a biologickej korózii.



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

- pre overovanie podmienok syntézy nanočastíc suspenzným zrážaním sa ako modelový postup zvolila príprava nanočastíc síranu bárnateho -  $\text{BaSO}_4$  z chloridu bárnateho -  $\text{BaCl}_2$  a síranu sodného -  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- pre daný účel sa pripravili zásobné roztoky s koncentráciou 1mól/l, ktorých koncentrácia sa pred naplnením do zásobníkov doriedovala prevažne na 0,5 mól/l.

Účinok úpravy úžitkových vlastností modifikovaných lepidiel sa hodnotil porovnaním pevností lepených spojov neupravených a aditivovaných lepidiel v intervale 3 – 6 % nanočastíc na polymérnu maticu.



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

### **Etapu 3 - Výskum prípravy kvapalných koncentrátov nanočastíc pre formuláciu upravených receptúr lepidiel.**

Vykonalo sa:

- Syntézou pri laboratórnej teplote s prihliadnutím na rozpustnosti vstupných surovín možno v prípade síranu bárnateho sa pripravili vodné suspenzie s obsahom nanočastíc maximálne do koncentrácie 8 % hm.
- Priamym zahustením vodných suspenzií odparovaním cca 75 % kontinuitnej fázy pri znížených teplotách získané kvapalné koncentráty nanočastíc boli s obsahom pevných látok okolo 12 % hm., ktoré pri používanom zložení reakčnej zmesi mali časové obmedzenú stabilitu suspenzie.



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

- Na zvyšku z frity voľne na vysušenom vzduchu sa overovala suchá dispergácia na perlovom mlyne. Z dôvodu vysokého obsahu polymérneho dispergačného prostriedku výsledok overovania bol negatívny.
- Na prípravu lepidiel modifikovaných nanočasticami sa použili na frite zahustené kvapalné koncentráty / suspenzie / nanočastíc po dispergácii na perlovom mlyne s obsahom pevných látok 28,6 %.

**Etapa 4 - Súhrnné vyhodnotenie výsledkov, vypracovanie záverečnej správy.**

**Výskumom boli formulované dve alternatívy komerčných lepidiel, modifikované nanočasticami : DVLX 13/87 a DVLX 23/77.**



## Výsledky riešenia štúdie v roku 2010

Vykonalo sa vyhodnotenie pevnosti lepených spojov, lepených týmito modifikovanými lepidlami v šmyku a odtrhu. Zistili sa nárasty pevností lepenia v šmyku a v odtrhu – po pridaní rôznych typov nanočastíc /6 % hm./ u modifikovaných lepidiel DVLX 13/87 a DVLX 23/77 v porovnaní so štandardnými lepidlami bez prísad nanočastíc - aplikácia na drevený materiál / buk masív/.

**Boli formulované tri alternatívy kvapalných koncentrátov nanočastíc** s obsahom pevných nanočastíc 28,6 % hm. pre inkorporáciu nanočastíc do komerčných lepidiel. Skúšané varianty lepiacich zmesí boli inkorporované nanočasticami týchto kvapalných koncentrátov vo variantoch aplikovaných nanočastíc: TT 600, BaSO<sub>4</sub>, OX 50.

**Vypracovala sa záverečná správa**, oponovaná na záverečnej oponentúre konanej dňa 9.3.2011.





# Sumárny rozpis finančných prostriedkov a poskytnutia stimulov pre podporu výskumu a vývoja pre spoločnosť VÚPC, a.s., Bratislava

Stimuly podľa ročných etáp (€)	2009	2010	2011	2012	Spolu
<b>Vlastné prostriedky</b>	<b>6 574</b>	<b>194 926</b>	<b>167 130</b>	<b>184 445</b>	<b>553 075</b>
z toho bežné výdavky	6 574	146 676	167 130	184 445	504 825
z toho kapitálové výdavky	0	48 250	0	0	48 250
<b>Priama dotácia</b>	<b>23 437</b>	<b>639 031</b>	<b>567 851</b>	<b>618 195</b>	<b>1 848 514</b>
z toho bežné výdavky	23 437	490 346	560 750	610 998	1 685 531
z toho kapitálové výdavky	0	144 750	0	0	144 750
Úpava na dani	0	3 935	7 101	7 197	18 233
<b>Spolu</b>	<b>30 011</b>	<b>833 957</b>	<b>734 981</b>	<b>802 640</b>	<b>2 401 589</b>

Poznámka: Rozpis finančných prostriedkov je sumárne za projekt základného a aplikovaného výskumu a štúdie realizovateľnosti projektu.



**Dosiahnuté výsledky vznikli v rámci riešenia projektov základného výskumu „Interakcie kvapalín s povrchom papiera“, aplikovaného výskumu „Konverzia technológie výroby flutingu v Smurfit Kappa Štúrovo“ a štúdie „Zvýšenie úžitkovej hodnoty lepidiel a lepiacich zmesí pre drevopriemysel a celulózo-papierenský priemysel inkorporáciou nanočastíc“, ktoré sú podporované Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR v rámci poskytnutých stimulov pre výskum a vývoj zo štátneho rozpočtu v zmysle zákona č. 185/2009 Z. z. o stimuloch pre výskum a vývoj a o doplnení zákona č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov v znení zákona č. 40/2011 Z. z.“**