# Система за входящ контрол на основните суровини при производството на хартия от рециклирани материали

Р. Хрисчев

# Internal Control System for the Main Raw Materials for the Paper Production from Recycled Materials

R. Hrischev

***Key Words:*** *Internal control; paper; recycling paper.*

***Abstract.*** *The article introduces effective Internal Control System for the main raw materials for the production of paper from recycled materials for packaging industry. In the article are present logical structure and technical realization of the system.*

## Увод

В статията е представена система за входящ контрол на основните суровини за производство на хартия от рециклирани суровини. Системите за входящ контрол не са част от ERP системите, те са от типа допълнителни спомагателни системи, които могат да бъдат свързани с основните системи за управление чрез допълнителни интерфейси. Системите от този клас не изискват значителни инвестиции за проектиране, имплементиране и поддръжка, интегрират се лесно и бързо в съществуващата инфраструктура и генерират значителен икономически ефект. Особеност на тези системи е използването на иновативни технологии за решаване на стандартни задачи.

## Общи сведения за производството на хартия от рециклирани материали

Хартията за производство на опаковки от велпапе се произвежда основно от рециклирани материали. Според статистиката повече от 85% от опаковките в света се произвеждат от хартия. Освен технологичните качества на тези опаковки изключително важна е възможността за многократно рециклиране на материалите. Количеството използван дървен материал в световен мащаб за производството на хартия е около 20% от общия добив. В същото време се оказва, че около 40% от отпадъците са хартиени и голяма част от тях могат да бъдат рециклирани и използвани отново. Поради все по-трудното осигуряване на първични суровини делът на използваните рециклирани суровини непрекъснато нараства. За Европейския съюз данните сочат (1), че около половината от производството на хартия се базира на рециклирана хартия, като тенденцията е за достигане на дял от над 80%. Проучвания в САЩ показват, че рециклирането на 1 тон смесена хартия може да спести енергия, равняваща се на 841 литра бензин, спестява 31 823 литра вода и спасява 17 дървета.

Хартията обаче не може да бъде рециклирана безкрайно. Практически може да се използва от 5 до максимум 7-8 пъти, преди целулозните влакна да станат твърде къси. Процесът започва със събирането и транспортирането на хартиените отпадъци. В Закона за управление на отпадъците, който е в сила от 23 юли 2013 г., хартията е сред отпадъците, за които е посочено, че е необходимо осигуряване на разделно събиране от колекторските фирми.

За производителите на хартия е много важно качеството на доставяните за преработка суровини, защото те определят цената на произвежданата хартия и цената на опаковките като следствие. Голяма част от хартията не може да бъде рециклирана и поради факта, че е замърсена и не отговаря на изискванията на БДС EN 643 (2) за видове отпадъчни хартии. Стандартът регламентира групата на суровините, съдържанието на влага до 10%, онечиствания, които са чужди съставни части на хартията до 1%, негодни за рециклиране хартии и картони не се допускат. Като правило окачествяването става от специализирана лаборатория на базата на контролни проверки и замервания по одобрена методика, регламентира с вътрешни правила.

## Контрол на входящите суровини

Основният метод за контрол на качеството на постъпващата за рециклиране хартия в хартиените заводи е избирателен контрол по утвърдена методика – БДС 8090 Статистически контрол на качеството, който обхваща 20-25% от доставяните материали. Огромна е ролята на субективния фактор при приемането на вторичната хартия за рециклиране. Определянето на влагата по конвенционални лабораторни методи отнема няколко часа и разход на квалифициран труд. Данните от входящия контрол се съхраняват на хартиен носител, което не позволява осъществяването на оперативно управление на процеса.

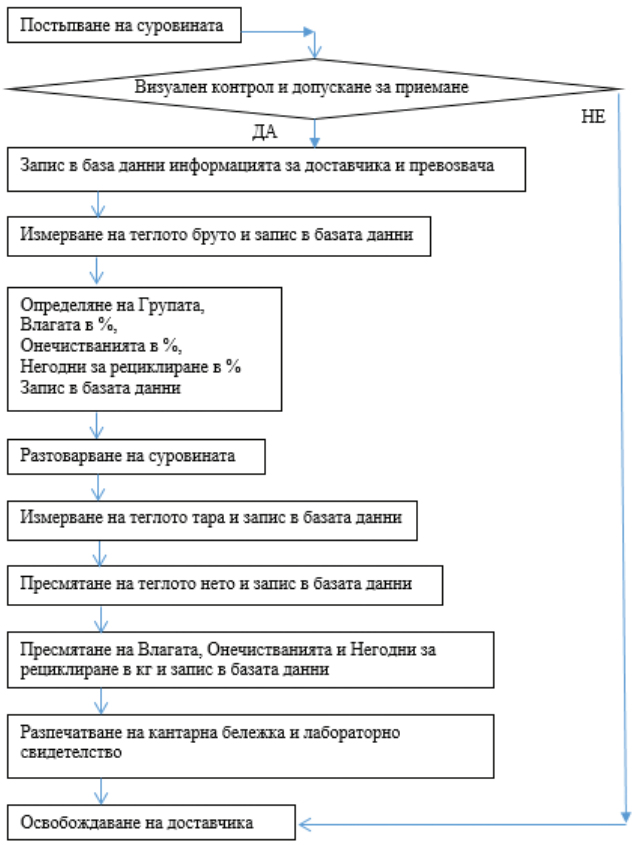
**Новата система за контрол на входящите суровини трябва да реши следните основни задачи:**

1. Да обхване процеса на доставка на суровините от входа на завода до тяхното складиране.
2. Да позволява контрол на 100% от доставяната вторична хартия за преработка.
3. Контролът да бъде в реално време.
4. Всички данни да бъдат в електронен формат и форма, удобна за допълнителна обработка и анализ.
5. Системата да има опция за генериране на файлове с данни за връзка с основната ERP система.

Целта е всеки доставчик и клиент, напускайки територията на производителя на хартии, да получи документ (например кантарна бележка), който да съдържа всички необходими атрибути за доставчика, получателя, превозвача и продукта като качество и количество – типа на продукта, количеството (преди и след отбивите), отбивите и качествен контрол. При поискване се издава и лабораторно свидетелство за качеството на доставената отпадъчна хартия. Документът се подписва при разтоварването на суровината.

## Логическа структура на системата и организация на работата

За решаването на тази задача е необходимо разпределено въвеждане на данни в електронна система от оператора на везната и приемащия отпадъчната суровина в лабораторията за входящ контрол, като всеки от тях въвежда тази част от информацията, за която отговаря. Логическата структура на предлаганата система е показана на *фиг. 1*.




**Фиг. 1.** Логическа структура на предлаганата система за входящ контрол

Системата е универсална и разработена така, че може да се използва за контрол на доставяните суровини (внос), контрол на реализацията на продукцията (износ), както за еднократни измервания (контролни и външни). Организацията на работата е следната:

**I. Типове измервания**

1. Еднократно. Извършва се от оператора на везната. Издава се кантарна бележка за измереното количество, като се въвежда тарата на автомобила от оператора. На кантарната бележка се разпечатват данните за фирмата, автомобила, клиента и стоката.

2. Двукратно. Измерва се бруто и тара и се изчислява нетно тегло. При износ се извършва от оператора на везната и се разпечатват данните за фирмата, автомобила, клиента и стоката. При внос (доставка) се добавя визуален контрол и данни за отбивите. Извършва се от лабораторията за входящ контрол.

**II. Видове измервания**

1. Доставки (внос): първо се измерва брутно тегло, а след това тара.

2. Реализация (износ): първо се измерва тара, а след това бруто.

3. Измервания на чужди стоки – еднократно мерене.

4. Контролни измервания – еднократно мерене.

**III. Кантарни бележки** се издават от името на фирмата преработвател. Всяка кантарна бележка има уникален последователен номер с дата и час на мерене. Водещ е часът на първо мерене.

**IV. Поддържане на каталози (номенклатури)**

1. На фирмите клиенти и доставчици и поддоставчици.
2. На суровини и материали (внос).
3. На готова продукция (износ).
4. На операторите и лаборантите с пароли за достъп.
5. На автомобилите (номер) и водачите им (име).
6. На нормативно признатите отбиви по видове:
   - за влага Vn=10%;
   - за онечиствания On=1%;
   - за негодни за употреба Un=0%.

Всички номенклатури са уникални и може да се извършва сортирано търсене по всяко от полетата им. Всички номенклатури подлежат на актуализация – добавяне, триене на записи, промяна на полетата им, като няма ограничение за броя на записите. Достъпът е с парола.

**V. Данни, които се прехващат от везната** – тегло, бруто или тара, без възможност за корекция от страна на оператора.

**VI. Данни, които се въвеждат ръчно от оператора**

1. Регистрационен номер на превозното средство.

2. Данни за водача на превозното средство, присъствал на измерването.

3. Доставчик (клиент).

4. Поддоставчици (ако има такива – до двама).

**VII. Данни, които се въвеждат ръчно от лаборанта при доставка (внос)**

1. Продукт – определя се от лаборанта на базата на стандарта.

2. Качество (група) на продукта.

3. Отбиви за влага V%, онечиствания O% и негодни за употреба U% съгласно приетите стандарти и норми.

4. Качествен контрол – отбелязва се в чек бокс и се записва забележка, ако е необходимо.

**VIII. Данни, които се прехващат от сървъра**

1. Час и минута.

2. Дата, месец, година.

3. Пореден номер (уникален) на кантарната бележка.

**IX. Данни, които се изчисляват при доставка (внос)**

1. След първо теглене се определя брутно тегло B, kg.

2. След второ теглене се определя тара тегло T, kg.

3. Изчислява се тегло нето доставка N=B-T, kg.

4. Определят се отбивите в килограми:

| | |
|---|---|
| Отбив за влага | Vkg=N*V%; |
| Отбив за онечиствания | Okg=N*O%; |
| Отбив за негодни за употреба | Ukg=N*U%. |

5. Определя се нетно тегло на доставка след отбиви в килограми

W=N-Vkg-Okg-Ukg

и се отпечатва в кантарната бележка.

**X. Видове справки**

Типовете справки са по основните параметри и служат за директен мониторинг на процеса:

1. Обща справка за период.

2. По фирми за период.

3. По продукти за период (с възможност за избор на няколко продукта едновременно).

4. По доставчик за период.

5. По номер на автомобил за период.

6. По видове измервания – внос (доставка) и износ (реализация) за период.

7. По видове отбиви.

8. Извеждане на екран списък на необработените превозни средства.

**XI. Допълнителни функционалности**

1. Справките могат да се експортират в удобен за допълнителна обработка формат. Експортираните данни служат за по-детайлен анализ по различни критерии.

2. Всички сервизни функции – повторно разпечатване на кантарни бележки, смяна на диапазона на кантарните бележки, корекция на данни, стават с допълнителна автеникация с лична парола.

3. Корекции в базата да могат да се правят само от ИТ оторизиран администратор с парола и запис на измененията в логфайл.

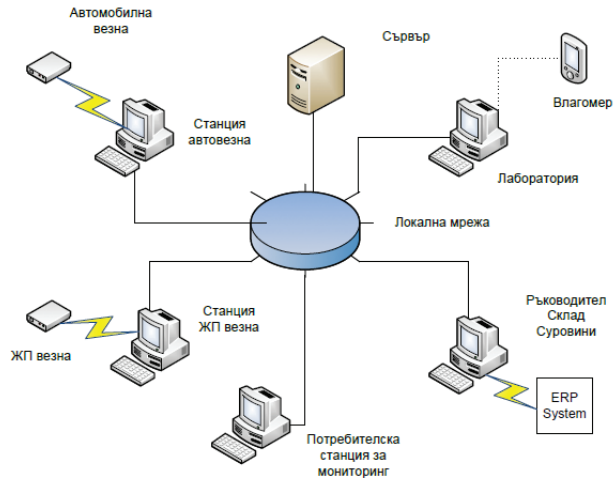
## Техническа реализация на системата

Технически системата може да бъде реализирана като класическа клиент сървър система с база данни, разположена на сървъра, и клиентски софтуер на работните места.

Работните станции са включени в локалната компютърна мрежа, базата данни е разположена върху оперативен сървър с пълно резервиране и планово архивиране на данните.

Измерването на теглото става с помощта на везни, управлявани от клиентския софтуер на съответните работни места и свързани по сериен канал RS232, а измерването на влагата – със специализиран влагомер, свързан по сериен канал RS232, USB или безжично по Bluetooth с компютъра в лабораторията.

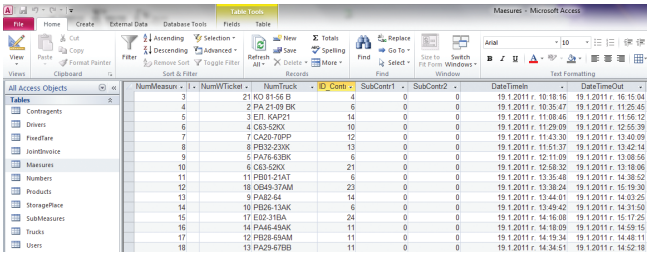
Клиентският софтуер за отделните работни места е различен според предназначението си и с обща база данни. Реализацията на частта от системата, отнасяща се до работата със везните, е разработена от фирмата доставчик на везните. Примерна структура на системата за входящ контрол е изобразена на *фиг. 2*.




**Фиг. 2.** Структура на системата за входящ контрол

Системата няма специални изисквания за базата данни. След направен обзор на различни бази данни беше решено да се използва безплатна база. Затова е използвана база данни MS Access. Като част от стандартния офис пакет не са необходими допълнителни лицензи, а използването на безплатни бази данни, например My SQL, не се препоръчва от съображения за сигурност.

Структурата на базата данни е показана на *фиг. 3*. Тя съдържа отделни таблици, съответстващи на определените номенклатури, и основна таблица с измерванията.



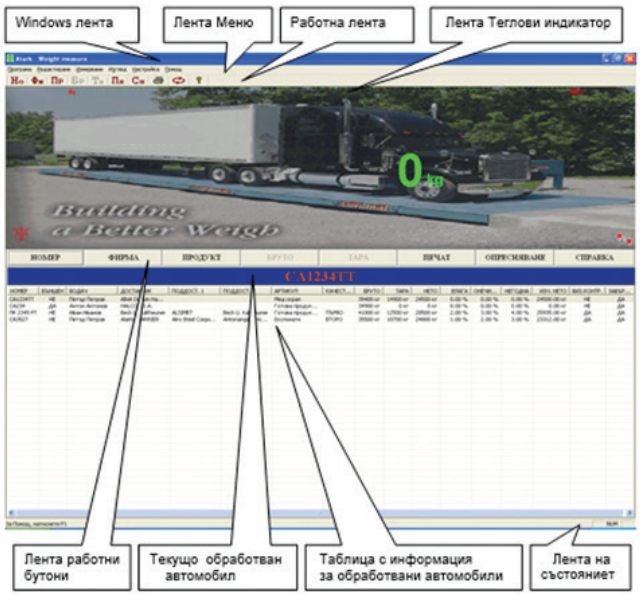
**Фиг. 3.** Структура на базата данни

По-долу е показан фрагмент от таблицата с измервания, където са дадени основните данни за всяко измерване.

| NumMeasure | NumWTicket | NumTruck | ID_Contr | DateTimeIn | DateTimeOut | Product | Gross | Tare | NetWeight | CalcNet |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | ЕЛ. КАР21 | 14 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 23 | 3200 | 2920 | 280 | 280 |
| 6 | 4 | C63-52KX | 10 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 31 | 14760 | 12440 | 2320 | 2320 |
| 7 | 7 | CA20-70PP | 12 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 30 | 35200 | 14940 | 20260 | 20260 |
| 15 | 17 | E02-31BA | 24 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 7 | 23000 | 16860 | 6140 | 6140 |
| 16 | 14 | PA46-49AK | 11 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 5 | 9560 | 7380 | 2180 | 2136.4 |
| 17 | 12 | PB28-69AM | 11 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 4 | 37100 | 21780 | 15320 | 15166.8 |
| 18 | 13 | PA29-67BB | 11 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 3 | 16580 | 15140 | 1440 | 1425.6 |
| 20 | 20 | A13-63BK | 8 | 1/19/2011 | 1/19/2011 | 6 | 36600 | 14200 | 22400 | 20608 |

**Фиг. 4.** Фрагмент от таблицата с измерванията

Основният екран на системата е показан на *фиг. 5*. На този екран са показани неприключените измервания и операторът избира доставката, която обработва в момента.




**Фиг. 5.** Основен екран на системата за входящ контрол

Особено внимание беше отделено на избора на влагомер. Направен беше обзор на предлаганите на пазара специализирани устройства. Най-широко се използват прибори на Schaller GmbH, Germany (3), PCE Instruments UK Ltd, UK (4), Merlin Technology GmbH, Austria (5).

В *табл. 1* са показани някой от параметрите на специализирани влагомери за хартия на тези фирми. При избора на влагомер определящи бяха следните параметри: предназначение и метод на измерване, температурен диапазон на работа, автоматична температурна компенсация, възможност за автономна работа и размер на буфера с данни, възможност за пренос на данните по стандартен интерфейс, по възможност безжично, и софтуер за съхранение в база данни на направените измервания за определен период.

**Табл. 1**. Сравнение на влагомери за хартия

| Влагомер | Humimeter RP6 | PCE-W3 | HM8-RLF |
|---|---|---|---|
| Предназначение | За балирани отпадъчни хартии | За отпадъчна хартия | За насипна отпадъчна хартия |
| Метод на измерване | Безконтактен, неразрушаващ | Контактен, с електроди | Контактен, с електрод |
| Диапазон на измерване | 1-50% | 1-30% | 1-100% |
| Точност на измерване | 0.5% | 0.1% | 0.1% |
| Изход към PC | RS232, USB, Bluetooth | Не | USB |

След проверка на предназначението и параметрите беше избран специализиран влагомер за балирана хартия на фирмата Schaller GmbH, модел Humimeter RP6 (3). Приборът и начинът на измерване са показани на *фиг. 6*.

**Фиг. 6.** Влагомер Humimeter RP6 за измерване на влагата в бали с отпадъчна хартия

Устройството осъществява неразрушаващо измерване на влагата в реално време, запис на данните в буфер и тяхното прехвърляне по сериен интерфейс или Bluetooth до 50 m към компютър на локална база данни. Резултатите от измерванията на влагомера могат да се записват ръчно в основната база данни или автоматично.

Данните за всяка доставка се прехвърлят от ръководителя на склада в ERP системата чрез специално разработен интерфейс.

## Икономически и екологичен ефект от внедряването на системата за входящ контрол

Преди внедряването на системата контролът на входящите суровини се извършваше по избор на лаборанта на четири бали на транспортна единица, т.е. извадков контрол на 20-25% от суровините. Данните за измерванията можеха да бъдат оспорени лесно от доставчика и проверени и доказани трудно. Затова много рядко се налагаха отбиви – само при фрапантни нарушения на доставчиците.

След внедряването на системата данните се съхраняват в бази данни и не могат да бъдат оспорени, защото превозвачът потвърждава верността на данните с подпис. Контролът на суровината е на 100%. Измерването и издаването на приемо-предавателните документи става в реално време, което е ясно и точно за доставчика, превозвача и приемащата страна. Последващо коригиране на данни е практически невъзможно, което елиминира изцяло възможна намеса на субективни фактори.

Стойността на системата не надхвърля 20 000 лв., което включва влагомер и разработването на специализирания софтуер.

След внедряване на системата е направен детайлен анализ на резултатите за първата година след внедряването, който показва завишение на средните отбиви за влага, онечиствания и негодна хартия, показани в табл. 2.

**Табл. 2**. Статистиката на отбивите на годишна база

| № | Контролирани параметри | Нормативно признати | Преди внедряване на системата | След внедряване на системата |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Влага, % | 10 | 0.2 | 1.6253 |
| 2 | Онечиствания, % | 1 | 0.1 | 0.2979 |
| 3 | Негодна за рециклиране, % | 0 | 0 | 0.2512 |

В цифрово изражение за първата година на внедряване на системата при производството на 85 000 тона хартия при разходна норма 1.21 (общо приети около 105 000 т вторична хартия за рециклиране) и средна цена на хартията 160.00 лв./тон, ефектът от внедряването на системата за входящ контрол е повече от 386 000 лв.

Тъй като разходите за поддръжка на системата са неголеми, а цените на отпадъчните хартии се увеличават постоянно, системата генерира постоянен и устойчив ръст на намаляване на разходите за закупуване на суровина за производство на хартия за опаковки.

Освен икономически ефект системата има и екологичен ефект. Използването на рециклирани хартии е ключов фактор за съхранение на горите и климата на планетата.

Отделянето на негодна за рециклиране хартия и включените от колекторските фирми онечиствания водят до намаляване на разходите за производство на хартия чрез икономия на енергийни източници и свежа вода.

Наличието на система за входящ контрол на 100% от доставяните суровини оказа дисциплиниращ ефект на доставчиците на вторична хартия. Повечето от тях си закупиха същите влагомери за осъществяване на изходящ контрол на влагата.

Системата за входящ контрол може бързо и ефективно да бъде внедрена във всеки завод за производство на хартия от вторични суровини.

## Заключение

Разгледаната в статията система е конкретен пример за ефективно използване на новите технологии за реализиране на значителен икономически ефект в производствените фирми без големи капиталовложения.

Такива локални системи се интегрират лесно с ERP системите на фирмите чрез стандартни интерфейси и са част от идеологията на стандарта Industry 4.0.

## Литература

1. Рециклиране на хартия. Технически статии, Отпадъци, 28.02.2014, брой 1.

2. БДС EN 643:2014 Хартия и картон. Европейски списък на стандартните видове хартия и картон за рециклиране.

3. Schaller GmbH. https://www.humimeter.com/paper-board/humimeter-rh6-paper-hygrometer/.

4. PCE Instruments UK Ltd. https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/.

5. Merlin Technology GmbH. http://www.merlin-technology.com/en/Measuring-devices/Paper-moisture-measurement.

*За контакти:*
Гл. ас. д-р **Радослав Хрисчев**
Технически университет – София,
филиал Пловдив
e-mail: hrischev@tu-plovdiv.bg