

Andrzej Korzeniowski
Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu

Ryszard Cierpiszewski
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Wpływ ścieralności na jakość nadruków kodów kreskowych na etykietach logistycznych

Kody kreskowe stały się nieodłączną częścią wymiany handlowej i jednym z najważniejszych elementów logistycznego łańcucha dostaw. Stosowane etykiety na opakowaniach transportowych oraz paletowych jednostkach ładunkowych powinny zapewniać pełną identyfikację przesyłki oraz usprawniać pracę we wszystkich ogniach dostaw. Etykieta będąca integralną częścią opakowania lub jednostki ładunkowej, poza narażeniami klimatycznymi, ulega podczas transportu narażeniom mechanicznym, które powodują zmiany w jakości nadruków kodów kreskowych. Wystąpić mogą zmiany optyczne kodu kreskowego (zmiany kontrastu kresek, pojawienie się przerw w ciągłości kresek, zmniejszenie ostrości krawędzi) oraz zmiany wymiarowe kodu (pomniejszenie kresek) [1, 2]. Wielkość tych zmian zależy przede wszystkim od stanu technicznego pojazdu, stanu nawierzchni dróg, prędkości jazdy oraz sposobu zabezpieczenia ładunków w naczepie samochodowej lub platformie kolejowej. Powyższe może prowadzić do utraty podstawowych funkcji informacyjnych etykiet.

W celu oceny jakości kodów kreskowych przeprowadza się ich weryfikację metodą tradycyjną (wymiarową) lub metodą ANSI (American National Standards Institute). Celowym jest stosowanie metody ANSI, która daje dokładne i jednoznaczne wyniki [3]. Metoda ta służy przede wszystkim do szybkiej oceny jakości kodu, wykrywania źródeł nieprawidłowych odczytów symboli kodów kreskowych oraz do zdefiniowania możliwości odczytu symbolu przez skanery. Została początkowo wprowadzona w Stanach Zjednoczonych jako standard ANSI X3.182 (opublikowany w 1990 roku), a następnie zdefiniowana w europejskiej normie (EN 1635 z 1995 roku) i normie międzynarodowej (ISO/IEC 15416). W chwili obecnej na całym świecie obowiązuje norma ISO/IEC 15416: 2000,

która opiera się na szczegółowej analizie „profilu współczynnika odbicia promienia skanującego” (SRP). W odróżnieniu od metody tradycyjnej, metoda ANSI podlega standaryzacji, dlatego też weryfikatory różnych producentów będą dawały podobne, porównywalne wyniki analizy jakości kodów (założenie jest prawdziwe w przypadku prawidłowej kalibracji urządzeń). Według tej metody, każdemu z kodów przyporządkowuje się ocenę w formie literowej lub cyfrowej, zależną od wyników pomiaru (tabela 1). Każdy kod musi uzyskać wyznaczoną minimalną i akceptowalną wartość oceny. Profil, który zostaje poddany analizie w metodzie ANSI stanowi wykres zależności współczynnika odbicia światła (wyrażanego w %) od symbolu kodu kreskowego, od odległości liniowej w poprzek symbolu. Na osi rzędnych umieszcza się wartości współczynnika odbicia światła, a na osi odciętych odległości liniowe w kodzie. Jasne kreski (spacje) oraz jasne marginesy (obecne na obu końcach wykresu) charakteryzują się wysokim współczynnikiem odbicia światła, a ciemne kreski odznaczają się niską

wartością współczynnika. Weryfikatory automatycznie analizują uzyskany wykres [3, 4].

W analizie zgodnej z normą PN-EN ISO/IEC 15416: 2004 bada się siedem parametrów służących do oceny jakości kodu kreskowego:

- algorytm dekodowania określony w standardzie dotyczącej danej symboliki np. ISO/IEC 15417 dla Kodu 128 (dekodowanie jest bezwzględnie wymagane przy wstępnym pomiarze jakości symbolu)
- kontrast symbolu (SC) stanowiący różnicę między najwyższą (R_{max}) i najniższą (R_{min}) wartością współczynnika odbicia światła
- minimalny współczynnik odbicia światła (R_{min}), który powinien być nie większy niż $0,5 R_{max}$.
- minimalny kontrast krawędzi (EC_{min}), który stanowi najmniejszą wartość kontrastu pomiędzy sąsiednią spacją i ciemną kreską w całym SRP
- modulacje (MOD) jako stosunek pomiędzy minimalnym kontrastem krawędzi a kontrastem symbolu

Tab. 1. Ogólna ocena jakości symbolu – równoważnik ocen numerycznych i literowych (ANSI) [3].

Zakres numeryczny	Odpowiednik literowy	Opis
3,5 – 4,0	A	najwyższa ocena
2,5 – 3,5	B	dopuszczalna ocena, dobry proces odczytu
1,5 – 2,5	C	ocenę minimalną stanowi 1,5
0,5 – 1,5	D	negatywna ocena, możliwość nieodczytania kodu kreskowego i odrzucenia go w łańcuchu dostaw
poniżej 0,5	F	negatywna ocena, kody są beзуżyteczne

Tab. 2. Parametry oceny jakości kodów kreskowych. [5]

Ocena ISO/IEC 15416	Minimalny współczynnik odbicia światła	Kontrast symbolu	Minimalny kontrast krawędzi	Modulacja	Defekty	Dekodowalność
4	$\leq 0,5$	$\geq 70\%$	$\geq 15\%$	$\geq 0,70$	$\leq 0,15$	$\geq 0,62$
3		$\geq 55\%$		$\geq 0,60$	$\leq 0,20$	$\geq 0,50$
2		$\geq 40\%$		$\geq 0,50$	$\leq 0,25$	$\geq 0,37$
1		$\geq 20\%$		$\geq 0,40$	$\leq 0,30$	$\geq 0,25$
0	$> 0,5$	$< 20\%$	$< 15\%$	$< 0,40$	$> 0,3$	$< 0,25$

- dekodowalność (V) definiująca dokładność wymiarów wydrukowanego kodu względem nominalnych wymiarów kodu
- defekty, czyli nieregularności wartości współczynnika odbicia światła, obecne wewnątrz kresk, marginesów lub spacji.

Wszystkie wymienione powyżej wielkości mierzone są przez weryfikator, a otrzymana ocena kodu jest równa najniższemu wynikowi dowolnego parametru. Ocena ta stanowi wyznacznik jakości kodu kreskowego. W tabeli 2 przedstawiono w jaki sposób wartości badanych parametrów wpływają na ocenę jakości kodów kreskowych.

Celem pracy było zbadanie odporności na ścieranie symboli kodów kreskowych w zależności od zastosowanej techniki drukowania. W pracy zbadano

odporność nadruków kodów kreskowych nanoszonych różnymi technikami na opakowaniach zbiorczych i transportowych. Większość prób pobrano z tekturowych opakowań transportowych. Wykorzystano również próby drukowane bezpośrednio na folii oraz etykiety logistyczne. Do badań wybrano kody nieuszkodzone, których jakość wizualnie nie budziła zastrzeżeń. Badano również etykiety wydrukowane wyłącznie na użytek Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu. Badane próbki zostały pogrupowane zgodnie z techniką drukowania: nadruk termotransferowy (IA, IB), drukowanie laserowe (IIA, IIB, IIC, IID), drukowanie na folii (IIIA), fleksografia (IVA, IVB, IVC – tektura falista pokryta białym nielakierowanym papierem), (IVD, IVE – tektura falista brązowa, IV F – tektura falista brązowa pokryta jednostronnie lakierowanym papierem natronowym).

Z reguły do przeprowadzenia prób ścieralności nadruków w przemyśle poligraficznym służy aparat Tabera [6]. Metoda polega na umieszczeniu badanej próbki pomiędzy dwoma kołami ściernymi, które obracając się w przeciwnych kierunkach powodują ścieranie materiału. Wytrzymałość nadruku jest oceniana przez ilość wykonanych obrotów lub wygląd badanej próbki. Sposób oceny oraz ilość cykli ścierania określa odpowiednia norma lub wymagania zlecającego badania. W zależności od zastosowanych w aparacie materiałów ściernych można osiągać bardzo różne warunki ścierania, nawet do symulacji ścierania podeszwy obuwia. Mimo to, w pracy zdecydowano się wykonać badania za pomocą zmodyfikowanej metody PEI [7]. W metodzie tej badany materiał dociskany jest metalowym pojemnikiem zawierającym materiał ścierny do płyty nośnej aparatu obracającej się z prędkością 300 obr./min. Zasto-

Tab. 3. Średnie wartości ocen jakości nadruków kodów kreskowych przed ścieraniem (I – nadruk termotransferowy, II – nadruk laserowy, III – nadruk na folii, IV – fleksografia).

Nr	Dekodowanie	SC	Rmax.-Rmin., %	Rmin.	Rmin./Rmax. %	ECmin.	Rs-Rb, %	MOD	MOD %	Defekty	Defekty %	Dekodowalność	Dekodowalność %
IA	A(4)	A(4)	94	A(4)	2	A(4)	70	A(3,9)	74	D(0,5)	31	A(3,6)	63
IB	A(4)	A(4)	95	A(4)	1	A(4)	78	A(4)	81	A(4)	9	A(4)	86
IIA	A(4)	A(4)	94	A(4)	3	A(4)	80	A(4)	76	B(2,6)	19	A(4)	74
IIB	A(4)	A(4)	95	A(4)	3	A(4)	76	A(4)	79	A(4)	10	A(4)	94
IIC	A(4)	A(4)	97	A(4)	1	A(4)	72	A(4)	73	A(3,8)	17	A(4)	85
IID	A(4)	A(4)	92	A(4)	1	A(4)	71	A(4)	77	C(2,5)	19	A(3,9)	72
III A	A(4)	A(4)	88	A(4)	1	A(4)	45	C(1,9)	51	A(4)	12	C(2)	44
IVA	A(4)	A(4)	78	A(4)	12	A(4)	58	A(3,7)	74	F(0,3)	32	B(3)	55
IVB	A(4)	A(4)	94	A(4)	5	A(4)	69	A(3,8)	72	D(1,3)	27	B(3)	59
IVC	A(4)	A(4)	80	A(4)	4	A(4)	65	A(4)	81	C(1,6)	27	B(2,6)	55
IVD	A(4)	B(3,3)	68	A(4)	5	A(4)	41	C(2,5)	60	F(0)	42	B(3)	54
IVE	A(4)	B(3,3)	66	A(4)	5	A(4)	43	B(2,8)	64	F(0)	40	C(2,4)	47
IVF	A(4)	A(4)	84	A(4)	2	A(4)	73	A(4)	86	A(3,6)	12	A(3,8)	75

Tab. 4. Średnie wartości ocen jakości nadruków kodów kreskowych po ścieraniu (I – nadruk termotransferowy, II – nadruk laserowy, III – nadruk na folii, IV – fleksografia).

Nr	Dekodowanie	SC	Rmax.-Rmin., %	Rmin.	Rmin./Rmax. %	ECmin.	Rs-Rb, %	MOD	MOD %	Defekty	Defekty %	Dekodowalność	Dekodowalność %
IA	A(4)	A(4)	84	A(4)	8	A(4)	52	B(3)	61	D(1,1)	26	B(3,4)	66
IB	A(4)	A(4)	85	A(4)	6	A(4)	57	B(3,1)	66	B(3)	17	A(4)	83
IIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIB	A(4)	A(4)	81	A(4)	7	A(4)	67	A(4)	81	A(3,7)	11	A(4)	92
IIC	A(4)	A(4)	83	A(4)	12	A(4)	47	C(2,1)	56	D(1)	31	B(2,6)	54
IID	A(4)	A(4)	81	A(4)	9	A(4)	46	C(2,1)	55	F(0,1)	39	B(2,9)	54
IIIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IVA	A(4)	B(3)	64	A(4)	24	A(4)	45	A(3,6)	69	F(0)	43	B(2,6)	50
IVB	A(4)	A(4)	74	A(4)	11	A(4)	56	A(3,9)	75	D(0,8)	33	B(3)	59
IVC	A(4)	B(3,5)	70	A(4)	13	A(4)	49	B(3,3)	69	D(1)	27	B(2,8)	55
IVD	A(4)	C(2,5)	53	A(4)	14	A(4)	33	B(2,8)	62	F(0,1)	45	C(2,2)	44
IVE	A(4)	B(2,7)	56	A(4)	11	A(4)	35	C(2,5)	61	F(0,1)	36	C(2,5)	49
IVF	A(4)	A(4)	85	A(4)	5	A(4)	71	A(4)	84	A(3,6)	12	A(3,8)	76

Tab. 5. Średnie wartości parametrów wszystkich badanych prób.

	Rmax.- Rmin., %	Rmin./Rmax. %	Rs-Rb %	MOD, %	Defekty %	Dekodo- walność, %
przed ścieraniem	87	5	65	73	23	66
po ścieraniu	75	10	50	66	28	61

sowano mieszaninę ścierającą w postaci szklanych kulek (\varnothing 5 mm) i syntetycznego korundu. W każdej próbie stosowano mieszaninę 50 g kulek i 0,5 g korundu. Wszystkie badania prowadzone były z użyciem świeżo przygotowanej mieszaniny. Po wykonaniu żądanej liczby obrotów (1 000 obrotów) aparat wyłączano, a badane próbki delikatnie oczyszczano z korundu. Następnie etykiety kodów kreskowych oceniono wizualnie oraz za pomocą weryfikatora REA PC-Scan. Weryfikacja w pracy wykonywana była zgodnie z aktualną w Polsce normą PN-EN ISO/IEC 15416: 2004 [8]. W pracy przedstawiono ocenę metodą ANSI. Weryfikację nadruków kodów przeprowadzono zarówno przed, jak i po ścieraniu. Badane były zmiany w nadrukach kodów wyrażone parametrami przedstawionymi w tabeli 1, a otrzymane rezultaty podano w tabelach 3 i 4.

Obserwacje zmian widocznych gołym okiem pozwalają na stwierdzenie, że powierzchnia nadruków w zdecydowanej większości i w znacznym stopniu uległa zniszczeniu. Znajduje to również odzwierciedlenie w wynikach otrzymanych za pomocą aparatu REA PC-Scan. W pierwszej kolejności oceniono jakość nadruków przed ścieraniem. Już po bieżącej analizie ocen nadruków przed ścieraniem wskazuje na ich dobre wykonanie. We wszystkich badanych próbkach najważniejszy parametr (dekodowalność) został oceniony na najwyższym poziomie, to znaczy A (4) co jest równoznaczne z oceną bardzo dobrą. Podobne zależności uzyskano dla minimalnego współczynnika odbicia światła (Rmin.) i minimalnego kontrastu krawędzi (ECmin.). Nieco gorzej oceniono parametr oznaczający kontrast symbolu (SC), w którym dwie próby uzyskały noty B (3,3). Parametrem najgorzej ocenionym zostały „Defekty”, dla którego 3 próby uzyskały wartość na poziomie F (ocena negatywna). Zatem zgodnie z wymogami przedstawionymi w tabeli 1 takie kody uznawane są za bezużyteczne. Porównując materiały, na których wykonano

nadruki kodów, zdecydowanie najlepsze okazały się na etykietach logistycznych wydrukowane metodą transferu termicznego dla ILiM oraz etykiety logistyczne drukowane laserowo (IB, IIB, IIC). Zdecydowanie najgorzej wypadły próby drukowane na tekturze (IV), zwłaszcza IVD i IVE (drukowane na 3 – warstwowej brązowej tekturze falistej).

Porównując wyniki otrzymane przed ścieraniem i po ścieraniu można zauważyć, że tylko oceny zawarte w kolumnach odpowiadających dekodowaniu, kontrastowi symbolu (SC) i minimalnemu kontrastowi krawędzi (ECmin.) nie uległy zmianom. Ale już analiza wartości liczbowych wyrażonych w procentach wskazuje na wyraźny spadek jakości wszystkich badanych parametrów po ścieraniu (tabela 5). Widać wyraźnie, że ścieranie pogorszyło wszystkie badane parametry średnio o około 5%, a w przypadku kontrastu symboli spadek wyniósł 12%. Najbardziej odporna na ścieranie okazała się próba IVF, czyli próba z nadrukiem symbolu kodu kreskowego naniesionego na 3-warstwowej brązowej tekturze falistej pokrytej jednostronnie lakierowanym papierem natronowym. Próby te pochodziły z opakowań zbiorczych od piwa. Kolejną próbą cechującą się bardzo dobrą jakością nadruku kodu kreskowego po ścieraniu jest próba IIB, drukowana laserowo i przyklejona na folię. Stanowiła ona opakowanie zbiorcze czekolad Mon Cherry. Wszystkie parametry próby IIB pozostały na poziomie jakości sprzed ścierania – A (4), jedynie „Defekty” uzyskały minimalnie mniejszą ocenę – A (3,7).

Najmniej odpornymi na ścieranie okazały się próby: IIA – etykiety logistyczne, drukowane na nielakierowanym papierze oraz IIIA – kody drukowane bezpośrednio na folii techniką fleksograficzną. W tym ostatnim przypadku nadruk kodów uległ do tego stopnia zniszczeniu, że weryfikator nie zidentyfikował żadnej z prób i nie ocenił żadnego z siedmiu badanych parametrów.

Podsumowanie

Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że technika druku kodów kreskowych oraz wykorzystane podłoże wpływa na odporność nadruków na ścieranie. Symbole kodów nadrukowane na jednolitych, gładkich i lakierowanych powierzchniach wykazują wyraźnie lepszą odporność.

Zaproponowana metodyka ścierania nadruków wydaje się właściwa dla prowadzonych badań. Uzyskane wyniki pozwalają na rozróżnienie odporności nadruków na narażenia mechaniczne zarówno w zależności od sposobu nadruku jak i materiału podłoża, na których zostały wykonane.

Streszczenie

Kody kreskowe wykonane różnymi technikami druku i na różnym podłożu wykazują zróżnicowaną odporność na ścieranie. Zastosowana zmodyfikowana metoda ścierania nadruków kodów jest przydatna do oceny ich jakości według ANSI.

Summary

Barcodes made using various methods of printing and on different types of surfaces show diversified abrasive resistance. The proposed modified abrasion technique (procedure) of barcodes overprints can be successfully implemented to estimate their quality according to ANSI requirements.

LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa, *Kody kreskowe. Rodzaje, standardy, sprzęt, zastosowania*, ILiM Poznań 2000.
- [2] Kosmacz-Chodorowska A., Weryfikowanie. Europejskie wytyczne dla etykiet logistycznych – część VI, *Packaging Polska* nr 1/2009.
- [3] Kaźmierczak P., Ocena jakości kodów kreskowych – metoda ANSI, *Logistyka* nr 4/2006.
- [4] Materiały informacyjne, Uczestnicy systemu GS1 oferujący sprzęt i usługi w zakresie standardów GS1, ILiM, Poznań 2009.
- [5] Kosmacz-Chodorowska A., Weryfikowanie. Europejskie wytyczne dla etykiet logistycznych – część VI, *Packaging Polska* nr 4/2009.
- [6] www.klimatest.eu/katalog/Urządzenia do badania ścieralności Taber/_p/Tester ścierania Taber 2010.
- [7] Instrukcja obsługi PEI.
- [8] PN-EN ISO/IEC 15416: 2004.